

**Berichte aus dem
Institut für Umformtechnik
der Universität Stuttgart
Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. K. Lange**

102



Frank D. Ilzig

**Interaktives
rechnergestütztes System
zur Konstruktion von
Werkzeugen für die
Kalt-Massivumformung**

Mit 69 Abbildungen

**Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo Hong Kong 1989**

Dipl.-Ing. Frank D. Ilzig
Institut für Umformtechnik
Universität Stuttgart

Dr.-Ing. Dr. h. c. Kurt Lange
o. Professor em. an der Universität Stuttgart
Institut für Umformtechnik

D 93

ISBN-13: 978-3-540-51492-3
DOI: 10.1007/978-3-642-83879-8

e-ISBN-13: 978-3-642-83879-8

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 1989.

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1989

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Gesamtherstellung: Copydruck GmbH, Heimsheim
2362/3020—543210

GELEITWORT DES HERAUSGEBERS

Die Umformtechnik zeichnet sich durch sehr gute Werkstoffauswertung und hohe Mengenleistung in der Serienfertigung gegenüber anderen Fertigungsverfahren aus, wobei Beibehaltung der Masse, Änderung der Festigkeitseigenschaften während eines Vorgangs und elastische Rückfederung der Werkstücke nach einem Vorgang wesentliche Merkmale sind. Weiter sind die benötigten Kräfte, Arbeiten und Leistungen sehr viel größer als z.B. bei spanenden Verfahren. Die sichere Beherrschung eines Verfahrens in der industriellen Fertigung und die zunehmende Forderung nach Vermeidung bzw. Minimierung spanender Nacharbeit erzwingen die geschlossene Betrachtung des Systems "Umformende Fertigung" unter zentraler Berücksichtigung plastizitätstheoretischer, werkstoffkundlicher und tribologischer Grundlagen.

Das Institut für Umformtechnik der Universität Stuttgart stellt entsprechend Forschung und Entwicklung zum einen auf die Erarbeitung von Grundlagenwissen in diesen Bereichen ab, zum anderen untersucht und entwickelt es Verfahren unter Anwendung spezieller Meßtechniken mit dem Ziel einer genauen quantitativen Ermittlung des Einflusses der Parameter von Vorgang, Werkstoff, Werkzeug und Maschine. Die Behandlung von Problemen des Maschinenverhaltens, der Maschinenkonstruktion sowie der Werkzeugauslegung und -beanspruchung, der Auswahl hochbeanspruchbarer, verschleißfester Werkzeugbaustoffe und schließlich der Tribologie gehört entsprechend ebenfalls zum Arbeitsgebiet, das durch die Erfassung organisatorischer und betriebswirtschaftlicher Fragen abgerundet wird.

Im Rahmen der "Berichte aus dem Institut für Umformtechnik" erscheinen in zwangloser Folge jährlich mehrere Bände, in denen über einzelne Themen ausführlich berichtet wird. Dabei handelt es sich vornehmlich um Abschlußberichte von Forschungsvorhaben, Dissertationen, aber gelegentlich auch um andere Texte. Diese Berichte sollen den in der Praxis stehenden Ingenieuren und Wissenschaftlern zur Weiterbildung dienen und eine Hilfe bei der Lösung umformtechnischer Aufgaben sein. Für die Studieren-

den bieten sie die Möglichkeit zur Vertiefung der Kenntnisse.
Die seit zwei Jahrzehnten bewährte freundschaftliche Zusammen-
arbeit mit dem Springer-Verlag sehe ich als beste Voraussetzung
für das Gelingen dieses Vorhabens an.

Kurt Lange

V o r w o r t

Die vorliegende Arbeit entstand in enger Verbindung mit dem Institut für Umformtechnik der Universität Stuttgart während meiner Tätigkeit bei der Fichtel & Sachs AG als Abteilungsleiter von Werkzeugkonstruktion und Werkzeugbau und der Anwendungsentwicklung CAM im Technischen Rechenzentrum.

Herrn Professor Dr.-Ing. Kurt Lange, dem Leiter des Instituts für Umformtechnik, danke ich aufrichtig für sein Vertrauen, seine großzügige Förderung und seinen wissenschaftlichen Rat bei der Erstellung dieser Arbeit.

Herrn Professor Dr.-Ing. Walter Döpfer bin ich für die Anregungen zu dieser Arbeit und die kritische Durchsicht mit den daraus resultierenden wertvollen Hinweisen sehr verbunden.

Den Mitarbeitern des Instituts für Umformtechnik und besonders den Herren Dipl.-Ing. Wolfgang Makosch und Dipl.-Ing. Ekkehard Körner danke ich für ihre stete Hilfsbereitschaft und kritische Diskussion.

Mein Dank gilt auch meinen Kollegen, allen voran den Herren Werner Kleinhenz, Dipl.-Ing. (FH) Norbert Schmitt und Dipl.-Ing. Günter Wagner, die mit ihrer tatkräftigen Hilfe und Unterstützung zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Frau Birgitt Prause danke ich besonders für ihren Einsatz beim Schreiben der Arbeit.

I n h a l t :

	Seite
Verwendete Formelzeichen und Einheiten	11
0. Einführung	14
1. Stand der Erkenntnisse und Zielsetzung	19
1.1 Stand der Erkenntnisse	19
1.2 Zielsetzung	25
2. Datenfluß bei der Konstruktion von Umform- werkzeugen	27
3. Grundlagen der Vorgehensweise	30
3.1 Teilestruktur	30
3.2 Datenstruktur	38
3.3 Teiledarstellung in einem CAD-System	46
3.4 Programmstruktur	50
3.5 Grundzüge der Dialogführung	54
3.6 Beispiel für ein Einzelteil	56
3.6.1 Festlegung eines neuen Teils	56
3.6.2 Änderung eines vorhandenen Teils	62
3.7 Einbindung in das interaktive CAD-System	66
3.7.1 Interaktive Änderungen	66
3.7.2 Zusammenbauzeichnung	71

	Seite
4. Anwendung in der Werkzeugkonstruktion	73
4.1 Umformteile	73
4.2 Werkzeugeinzelteile	75
4.3 Werkzeugeinbauträume	86
4.4 Komplettwerkzeuge	88
5. Einbinden von Berechnungsprogrammen für Werkzeugeinzelteile	93
5.1 Matrizen	94
5.2 Stempel	99
5.3 Finite-Elemente-Methode	101
5.4 Elastische Verformungen	105
6. Verknüpfung mit vor- und nachgelagerten Systemen	108
6.1 Arbeitsplanungssysteme	108
6.2 NC-Programmierung	111
7. Entwicklungstendenzen	118
7.1 Werkzeugkonstruktion	118
7.2 Relationale Datenbanken	119
7.3 Prozeßsimulation	120
7.4 Expertensysteme	122
8. Zusammenfassung	124
Literaturverzeichnis	126