

ISW 23

Berichte aus dem Institut für Steuerungstechnik
der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen
der Universität Stuttgart

Herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. G. Stute

H. G. KLUG

Integration automatisierter technischer Betriebsbereiche



Springer-Verlag
Berlin · Heidelberg · New York 1978

D 93

Mit 68 Abbildungen

ISBN-13: 978-3-540-08704-5
DOI: 10.1007/978-3-642-81235-4

e-ISBN-13: 978-3-642-81235-4

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

Bei Vervielfältigungen für gewerbliche Zwecke ist gemäß § 54 UrhG eine Vergütung an den Verlag zu zahlen, deren Höhe mit dem Verlag zu vereinbaren ist.

© by Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg 1978.

2060/3020–543210

Vorwort des Herausgebers

Das Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen der Universität Stuttgart befaßt sich mit den neuen Entwicklungen der Werkzeugmaschine und anderen Fertigungseinrichtungen, die insbesondere durch den erhöhten Anteil der Steuerungstechnik an den Gesamtanlagen gekennzeichnet sind. Dabei stehen die numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine in Programmierung, Steuerung, Konstruktion und Arbeitseinsatz sowie die vermehrte Verwendung des Digitalrechners in Konstruktion und Fertigung im Vordergrund des Interesses.

Im Rahmen dieser Buchreihe sollen in zwangloser Folge drei bis fünf Berichte pro Jahr erscheinen, in welchen über einzelne Forschungsarbeiten berichtet wird. Vorzugsweise kommen hierbei Forschungsergebnisse, Dissertationen, Vorlesungsmanuskripte und Seminararbeiten zur Veröffentlichung.

Diese Berichte sollen dem in der Praxis stehenden Ingenieur zur Weiterbildung dienen und helfen, Aufgaben auf diesem Gebiet der Steuerungstechnik zu lösen. Der Studierende kann mit diesen Berichten sein Wissen vertiefen.

Unter dem Gesichtspunkt einer schnellen und kostengünstigen Drucklegung wird auf besondere Ausstattung verzichtet und die Buchreihe im Fotodruck hergestellt.

Der Herausgeber dankt dem Springer-Verlag für Hinweise zur äußeren Gestaltung und Übernahme des Buchvertriebs.

Stuttgart, im Februar 1972

Gottfried Stute

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Schrifttum	7
Zeichenerklärung	13
1 Einleitung	18
2 Funktionale Analyse zu integrierender Komponenten	21
2.1 Funktions- und Schnittstellenbetrachtung mit Hilfe der Systemtechnik	22
2.2 NC-Programmiersysteme	25
2.3 Das Anpassungsprogramm	28
2.4 Numerische Steuerungen	30
2.5 Rechnergeführte Steuersysteme	40
2.6 Zusammenfassung	44
3 Das integrierte Gesamtsystem	46
3.1 Forderungen an das Gesamtsystem	46
3.2 Realisierungsmöglichkeiten	51
3.2.1 Strukturen für eine Gesamtkonfiguration	51
3.2.2 Realisierungsmöglichkeiten für Programmiersysteme	53
3.3 Integrierte Programmsysteme	56
4 Funktionszuordnungen für Komponenten des Gesamtsystems	66
5 Realisierungen von Komponenten inner- halb eines integrierten Systems	72
5.1 NC-Programmierung in integrierten Systemen	72
5.1.1 Einfluß der Werkstück-Geometrie-Datei auf die NC-Programmierung	73

	Seite	
5.1.2	Einfluß von AC-Einheiten auf die NC- Programmierung	78
5.1.3	Einfluß einer Werkzeugmaschinenkartei auf die NC-Programmierung	83
5.2	Steuerdatenverwaltung und -verteilung in integrierten Systemen	92
5.3	Numerische Steuerungen in integrierten Systemen	94
5.3.1	Speicher- und Korrekturereinheit in numerischen Steuerungen	98
5.3.1.1	Analyse der Korrekturmöglichkeiten und Entwicklung von Korrekturkonzepten	99
5.3.1.2	Eingabe der Korrekturdaten	104
5.3.1.3	Speicher für Programm- und Korrektur- daten	105
5.3.1.4	Dimensionierung und Auslegung der Speicher	108
5.3.1.5	Informationsverarbeitung in einer Korrekturereinheit	116
6	Zusammenfassung	123

Schrifttum

- / 1 / Rechnerunterstütztes Entwickeln
und Konstruieren in den USA.
Gesellschaft für Kernforschung
KFK-CAD 7, Karlsruhe, 1976.
- / 2 / Rohmert, W. Arbeitswissenschaft I.
Vorlesungsmanuskript.
Darmstadt: Technische Hochschule,
1974.
- / 3 / Debus, A., Struktur und Aufbau fertigungs-
Storr, A. technischer Programmiersysteme
bei integrierter Datenverarbei-
tung.
wt-Z. ind. Fertig. 66 (1976)
Nr. 3, S. 143...148.
- / 4 / ISO/TC 97/SC 9 Numerical Control Processor
Input-Basis Part Program
Reference Language.
Document 97/9 N 51, ISO / TC 97 /
SC 9, July 1975.
- / 5 / Waelkens, J. Beitrag zur rechnerunterstützten
Auswahl von Fräswerkzeugen.
Berlin, Heidelberg, New York:
Springer Verlag, 1974.
- / 6 / DIN 66 215 CLDATA, Programmierung numerisch
gesteuerter Arbeitsmaschinen.
August 1973.
- / 7 / DIN 66 024 Code für 8-Spur-Lochstreifen.
März 1969.

- / 8 / DIN 66 025 Programmaufbau für numerisch gesteuerte Arbeitsmaschinen.
September 1972.
- / 9 / VDI 3422 Numerisch gesteuerter Arbeitsmaschinen. Nahtstellen zwischen der numerischen Steuerung (NC) und der Anpaßsteuerung, März 1972.
- / 10 / Gieseke, E. Adaptive Grenzregelung mit selbsttätiger Schnittaufteilung für die Drehbearbeitung.
Aachen: Dr.-Ing.-Diss., 1973.
- / 11 / Stute, G.,
Maier, K.,
Schenke, L. Adaptive Control bei Werkzeugmaschinen. Zusammenstellung und Auswertung von Literaturangaben.
VDW-Forschungsbericht, Frankfurt, 1972.
- / 12 / Spur, G.,
Peters, F. Automatische Schnittaufteilung bei der Drehbearbeitung im DNC-Betrieb.
ZwF 70 (1975) Nr. 3, S. 105... 109.
- / 13 / Pritschow, G. Ein Beitrag zur technologischen Grenzregelung bei der Drehbearbeitung.
Berlin: Dr.-Ing.-Diss., 1972.
- / 14 / Gather, M. Rattervermeidung und automatische Schnittaufteilung.
Vortrag auf dem 3. ACO-Abschluß-Kolloquium Stuttgart am 26. März 1976.

- / 15 / Autorenkollektiv ACO-Regelungen für Fräsmaschinen.
PDV-Bericht Projekt Prozeßlenkung
mit DV-Anlagen.
Gesellschaft für Kernforschung
KFK-PDV 83, Karlsruhe, 1976.
- / 16 / Stute, G. Die Entwicklung der Steuerungs-
technik unter dem Einfluß der
Bauelemente.
wt-Z. ind. Fertig. 66 (1976)
Nr. 12, S. 683...690.
- / 17 / Nann, R. Beitrag zur Automatisierung der
Fertigung durch den Einsatz von
Digitalrechnern.
Berlin, Heidelberg, New York:
Springer Verlag, 1972.
- / 18 / Bauer, E. Beitrag zur Systematik und Ausle-
gung rechnergeführter Steuerungs-
systeme (DNC).
Berlin, Heidelberg, New York:
Springer Verlag, 1975.
- / 19 / Wentz, W. Beitrag zur Automatisierung der
Steuerung von Fertigungsprozessen
durch den Einsatz von Digitalrech-
nern.
Berlin: Dr.-Ing.-Diss., 1973.
- / 20 / Stute, G. Flexible Fertigungssysteme.
wt-Z. ind. Fertig. 64 (1974)
Nr. 3, S. 147...156.
- / 21 / Damsohn, H. Fünffachsiges NC-Fräsen, ein Bei-
trag zur Technologie, Teilepro-
grammierung und Postprozessor-
verarbeitung.
Berlin, Heidelberg, New York:
Springer Verlag, 1975.

- / 22 / Martin, J. Computer Data-Base Organisation.
London: Prentice-Hall-International Inc., 1975.
- / 23 / Schlechtendahl, E. G. Programmiersprachen im CAD-Bereich.
Gesellschaft für Kernforschung,
CAD-KFK 1, Karlsruhe, 1973.
- / 24 / Pahl, P. J. Informationssystem Technik (IST).
Gesellschaft für Kernforschung,
CAD-KFK 2, Karlsruhe, 1975.
- / 25 / REGENT-Handbuch.
Gesellschaft für Kernforschung,
Karlsruhe, 1976.
- / 26 / Allwood, R. J. GENESYS - A Machine Independent System.
In: Colloque internationale sur les systèmes intégrés en genre civil.
Hrsg. von CEPOC, Lüttich, 1974.
- / 27 / Autorenkollektiv Zwischenbericht zum Forschungsvorhaben Maschinenbau Informations- und Arbeitsbasis (MIAB), gefördert von der Gesellschaft für Kernforschung.
Aachen, München, Stuttgart: 1976.
- / 28 / Karl, B. Die Automatisierung der Fertigungsvorbereitung am Beispiel der NC-Programmierung für 2 1/2-dimensionales Fräsen.
Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 1972.

- / 29 / Stute, G.,
Opitz, H.,
Spur, G. EXAPT 3 Sprachbeschreibung.
Aachen: EXAPT-Verein, 1971.
- / 30 / Eitel, H. NC-Programmiersystem. Beitrag zur
numerischen Verarbeitung eines
geometrischen Werkstückbeschrei-
bungssystems.
Berlin, Heidelberg, New York:
Springer Verlag, 1973.
- / 31 / Klug, H. G.,
Sanzenbacher, M. Auswirkungen neuer Steuerungsent-
wicklungen auf Programmiersysteme
unter besonderer Berücksichtigung
von AC.
Essen: Girardet-Verlag: HGF-Kurz-
berichte (Lose-Blatt-Sammlung),
Blatt 76/19.
- / 32 / EXAPT 1.1 MAPEX-Sprachbeschrei-
bung. Vorl. Fassung Oktober 1975.
Aachen: EXAPT-Verein, 1975.
- / 33 / Stute, G.,
Binder, D.,
Storr, A. Die Steuerung flexibler Ferti-
gungssysteme.
wt-Z. ind. Fertig. 65 (1975)
Nr. 6, S. 313...318.
- / 34 / Walker, T. Direkte Steuerung von NC-Maschi-
nen mit dem IBM-System / 7.
Vortrag auf dem IBM-Seminar
"Technik und Einsatz von Prozeß-
rechnern".
Sindelfingen 23. bis 24. Januar
1974.

- / 35 / Klug, H. G.,
Krempfer, D. Numerische Steuerungen mit Speicher- und Korrekturereinheit.
wt-Z. ind. Fertig. 65 (1975)
Nr. 6, S. 329...334.
- / 36 / Marx, H. J.,
Stute, G. Automatisierung - die heutige
Form der Rationalisierung im
Industriebetrieb.
VDI-Zeitschrift 109 (1967) Nr. 27,
S. 1259...1266.
- / 37 /
CONAPT.
Sundstrand Machine Tool, Belvedere,
Illinois, 61008, Form No.
403 (1974).
- / 38 / Kirchner, H. J. Datenspeicher.
Unterlagen des Lehrgangs Datenspeicher,
gehalten im internationalen
Elektronikzentrum
München, 1974.
- / 39 / VDI 3426 Adaptive Control (AC) an spannen-
den Werkzeugmaschinen.
November 1975.
- / 40 / Abeln, O.,
Bauhuber, F.,
Eitel, H.,
Klug, H. G.,
Walter, H. Verknüpfung von Programmsystemen
zur integrierten Informations-
verarbeitung im Betrieb.
wt-Z. ind. Fertig. 67 (1977)
Nr. 3, S. 139...143.
- / 41 / Eversheim, W.,
Stute, G.,
Klug, H. G.,
Pfau, D. Stand und Entwicklungstendenzen
der NC-Technik.
wt-Z. ind. Fertig. 65 (1975)
Nr. 5, S. 281...287.

Abkürzungen

A_0, A_1, A_2	Anfahrpunkte
AC	adaptive control
ACC	adaptive control constraint
ACO	adaptive control optimization
APT	automatically programmed tools, fertigungstechnisch orientierte Programmiersprache
BCD	binary coded decimal
BTR	behind tape reader
CAD	computer aided design
CAM	computer aided manufacturing
CLDATA	cutter location data
CNC	computer numerical control
DNC	direct numerical control
EDVA	elektronische Datenverarbeitungs- anlage
EXAPT	extended subset of APT, fertigungs- technisch orientierte Programmier- sprache
FORTTRAN	problemorientierte Programmier- sprache
GENESYS	general engineering system; integriertes Programmsystem
ICES	integrated civil engineering system; integriertes Programm- system
ICETRAN	ICES-FORTTRAN
IST	Informationssystem Technik; integriertes Programmsystem
KSP	Korrekturspeicher
LSTL	Lochstreifenleser
MIS	management information system
NC	numerical control
PC	programmable controller

PL/1	problemorientierte Programmiersprache
PP	Postprozessor, Anpassungsprogramm
PSP	Programmspeicher
REGENT	rechnergestützter Entwurf; integriertes Programmsystem.

Formelzeichen und Einheiten

A_M	-	mittlere Anzahl der NC-Sätze pro NC-Programm
a	mm	Schnitttiefe
a_{max}	mm	maximale Schnitttiefe
a_o	mm	konstante Schnitttiefe
A_W	-	Anzahl der NC-Worte/Satz
B	mm	Werkstückschnittbreite
e	mm	Exzentrizität der Fräserstellung
E_{Li}	Ze/s	Einlesegeschwindigkeit pro Satz
F	N	Schnittkraft
k_s	N/mm^2	spezifische Schnittkraft
K_{IS}	-	Kontur
KZ (JN, IL)	-	Konturzylinder
L	Ze	mittlere Zeichenzahl pro NC-Satz
M	Nm	Moment
N		Anzahl der gesamten NC-Programme
n	U/s	Drehzahl
n_z	Ze	Anzahl der Zeichen pro NC-Satz
P	W	Leistung
P_G	-	Gesamtpunktmenge
P_{MI}	-	Punktmenge
R_E	Ze/s	Einlesegeschwindigkeit
R_{EL}	Ze/s	Einlesegeschwindigkeit bei Verwendung eines LSTL
R_{EP}	Ze/s	Einlesegeschwindigkeit bei Verwendung eines PSP

$R_{EP, \max}$	Ze/s	maximale R_{EP}
s_{\min}	m/U	minimaler Vorschub
s_z	m/Zahn	Vorschub pro Zahn
s_w	mm	Verfahrweg/NC-Satz
T	s	mittlere Bearbeitungsdauer pro NC-Satz
T_{AUS}	s/Ze	Zeit/Zeichen für das Auslesen aus dem Aufbereitungsspeicher
T_E	s	Zeit für das Einlesen in die Steuerung
T_{EL}	s	Zeit zum Einlesen eines Satzes in die Steuerung bei der Betriebsart LSTL und KSP
T_{EP}	s	Zeit zum Einlesen eines Satzes in die Steuerung bei der Betriebsart PSP und KSP
T_G	s	mittlere Bearbeitungsdauer pro NC-Programm
T_K	s	Zeit für die Korrektur eines NC-Wortes
T_{LSL}	s/Ze	Zeit/Zeichen zum Lesen von dem LSTL
T_{PSP}	s/Ze	Zeit/Zeichen zum Lesen aus dem PSP
t_s	s	Zeitdauer pro Satz
T_Z	s/Ze	Zykluszeit der Speicherelemente
u	m/s	Vorschubgeschwindigkeit
v	m/s	Schnittgeschwindigkeit
v_{is}	mm/min	Bahngeschwindigkeit
X_{\max}	mm	maximaler Rohteilradius
Ze		Zeichen
Z_K	Ze	Anzahl der Zeichen auf dem KSP
α	o	Kontursteigungswinkel
φ	o	Schnittwinkel

Verwendete EXAPT-Sprachworte

AC	Modifikator für AC-Bearbeitung
ACDAT	AC-Einstelldaten
BZUL	zulässige Schnittbreite
DATWZ	Daten
DATWZM	Maschinendaten
DURCHM	Durchmesser
FACMIL	Planfräsen
FEEDAS	Vorschub
FZUL	zulässige Schnittkraft
GOTO	Werkzeugpositionsangaben
MD	verfügbares Spindeldrehmoment
MEANDR	mäanderförmig
NM	verfügbare Motorleistung
NMAX	maximale Drehzahl
NMIN	minimale Drehzahl
SPEEDAS	Schnittgeschwindigkeit
UMAX	maximale Vorschubgeschwindigkeit
UMIN	minimale Vorschubgeschwindigkeit
TZUL	zulässige Standzeit
VB	zulässige Verschleißmarkenbreite
ZENE	Zähnezahl

Verwendete CLDATA-Worte

AUXFUN	Hilfsfunktion
COOLNT	Kühlmittel
CUT	Werkzeug im Einsatz
CUTTER	Werkzeugangaben
CYCLE	Bearbeitungszyklen
DELAY	Verzögerung
DNTCUT	Werkzeug nicht im Einsatz
FEDRAT	Vorschub
FROM	Werkzeugpositionsangabe
GODLTA	Werkzeugpositionsangabe
INSERT	Einfügen

INTOL	Toleranz-Angabe
LOADTL	Werkzeug laden
MACHIN	Maschine
MULTAX	mehrachsig
OPSTOP	wahlweise Halt
OUTTOL	Toleranz-Angabe
PARTNO	Teilenummer
PPRINT	Postprozessor-Ausdruck
RAPID	Eilgang
SELCTL	Werkzeugauswahl
SPINDL	Spindel
STOP	Halt
TOOLNO	Werkzeug-Identnummer
TOOLST	Werkzeugliste
UNITS	Einheiten
UNLOAD	Entladen

Verwendete Adreßbuchstaben, Sonder- und Steuerzeichen

CR, DEL, HT, %, LF, NUL, SL, :, SR	Sonder- und Steuerzeichen
N, G, X, Z, I, K, F, S, T, M	Adreßbuchstaben