

BERICHTE AUS DEM
INSTITUT FÜR
FERTIGUNGSTECHNIK
UND SPANENDE
WERKZEUGMASCHINEN
UNIVERSITÄT HANNOVER



PRODUKTIONSTECHNIK

Dipl.-Ing. Betriebswirt (VWA)
Matthias Meyerhoff, Ettlingen

NC-Programmierung für das kraftgesteuerte Bandschleifen von Freiformflächen

Fortschritt-Berichte VDI
Reihe **2**: Fertigungstechnik

Nr. **467**

Inhaltsverzeichnis

I Formelzeichen	VIII
II Abkürzungen	XI
1 Einleitung	1
2 Ausgangssituation	3
2.1 Allgemeine Informationen zum Werkzeug- und Formenbau	3
2.2 Qualitätsanforderungen an Werkzeuge und Formen	7
2.3 Fertigung von Werkzeugen und Formen.....	10
2.3.1 Verfahrenskette NC-Fräsen.....	11
2.3.2 Manuelle Bankarbeit.....	15
3 Stand des Wissens	17
3.1 Mathematische Beschreibung von Freiformflächen	17
3.2 NC-Programmierung bei der Feinbearbeitung von Freiformflächen.....	19
3.3 Feinbearbeitungsverfahren für die Hohlformbearbeitung.....	20
3.4 Darstellung unterschiedlicher Feinbearbeitungssysteme.....	26
3.4.1 Feinbearbeitungssysteme mit weggesteuerter Prozeßführung	27
3.4.2 Feinbearbeitungssysteme mit kraftgesteuerter Prozeßführung	28
3.5 Zusammenfassung.....	33
4 Aufgabenstellung	35
4.1 Problemstellung	35
4.2 Zielsetzung.....	36
4.3 Vorgehensweise.....	37
5 Versuchseinrichtung	39
5.1 Maschine und Bandschleifvorrichtung	39
5.2 Meßtechnik.....	46
5.2.1 Messung der Kräfte	46
5.2.2 Messung des Materialabtrags.....	46
5.2.3 Messung der Oberflächengüte	47
5.2.4 Messung von Maß- und Formgenauigkeit	47
5.3 Werkstoff.....	48
5.4 Werkzeug und Kontaktkörper.....	49
5.5 Programmierumgebung	50

6 Bestimmung der Vorschubgeschwindigkeit.....	52
6.1 Geometrische Einflußfaktoren auf die Vorschubgeschwindigkeit	54
6.1.1 Fräsrillenprofil bei ebenen Flächen.....	56
6.1.2 Einfluß der Krümmung quer zur Vorschubrichtung.....	58
6.1.3 Berücksichtigung der Krümmung in Vorschubrichtung	61
6.1.4 Umrechnung der Konturkrümmung auf die Werkzeugleitkurven	63
6.1.5 Spanungsquerschnitt bei komplexen Geometrieverhältnissen	65
6.2 Technologische Einflußfaktoren auf das Zeitspanvolumen.....	66
6.2.1 Einfluß des Werkzeugs.....	66
6.2.1.1 Kriterien zur Werkzeugauswahl.....	67
6.2.1.2 Einfluß des Werkzeugs auf das Zeitspanvolumen	72
6.2.2 Einfluß der Stellgrößen auf das Zeitspanvolumen.....	74
6.3 Vorgehen zur Bestimmung der Vorschubgeschwindigkeit bei unterschiedlichen Normalkräften	80
6.3.1 Parametrisierung der Kurven.....	80
6.3.2 Berücksichtigung des Zerspanvolumens	84
6.3.3 Einführung eines Verschleißfaktors	86
6.3.4 Abschätzung der Genauigkeit.....	90
7 Programmierung von Anfahr- und Rückzugswegen	94
7.1 Entstehung von Sollkonturabweichungen beim Werkzeugein- und -austritt ...	95
7.2 Vorgehen zur Programmierung der Anfahrwege.....	98
7.2.1 Umsetzung der Anfahrstrategie	99
7.2.2 Einfluß der den Materialabtrag bestimmenden Größen.....	101
7.3 Vorgehen zur Programmierung der Rückzugswegen	103
7.3.1 Ermittlung der Abfahrstrategie	104
7.3.2 Einfluß der den Materialabtrag bestimmenden Größen.....	104
7.4 Fehlerbetrachtung	106
8 Ermittlung des Werkstücknullpunktes	108
8.1 Einflußfaktoren bei der Werkstücknullpunktbestimmung	110
8.1.1 Koordinaten beeinflussende Faktoren.....	110
8.1.2 Auswertung des Körperschallsignals.....	112
8.2 Integration in den Fertigungsablauf.....	113

9 Entwicklung eines NC-Programmiersystems	115
9.1 Anforderungen an das NC-Programmiersystem	115
9.2 Einbindung in eine bestehende CAD/CAM-Umgebung.....	117
9.3 Aufbau des NC-Programmiersystems.....	118
9.4 Erzeugung eines NC-Programmes	122
10 Erprobung und Bewertung des entwickelten Systems.....	127
10.1 Bearbeitung ebener Werkstücke	127
10.2 Bearbeitung mehrfach gekrümmter Werkstücke.....	134
10.3 Bewertung des Systems und Abstufung der Prozeßkette Fräsen - Bandschleifen	139
11 Zusammenfassung.....	143
12 Literatur	145