

## Inhaltverzeichnis

### Abkürzungen und Formelzeichen

1	<u>Einleitung</u>	14
2	<u>Problemstellung und Stand der Technik</u>	16
2.1	Geometrieschnittstelle	17
2.2	CAD/NC-Kopplung für die Freiformflächen- bearbeitung	18
2.3	Numerische Steuerung für das fünfsichtige Fräsen	22
2.3.1	Korrekturfunktionen	23
2.3.2	Überwachungsfunktionen	28
2.3.3	Interpolation	29
2.4	Zielsetzung und Vorgehensweise	33
3	<u>NC-Programmierschnittstelle für die Freiform- flächenbearbeitung</u>	36
3.1	Festlegung der Anforderungen	36
3.2	Konzeption einer freiformflächenorientierten NC-Programmierschnittstelle	37
3.2.1	Koordinatensystem für die NC-Programmierung	37
3.2.2	Fräsbahnvorgabe in Parameterkoordinaten der Flächenbeschreibung	40
3.2.2.1	Flächenkurve mit automatischer Orientierungs- ermittlung	40
3.2.2.2	Flächenkurve mit expliziter Drehwinkelvorgabe	45
3.2.2.3	Flächenpunkt mit expliziter Drehwinkelvorgabe	48
3.2.2.4	Anfahren an den Flächenrand	48
3.2.2.5	Übergang zwischen den Bahnarten	49
3.2.3	Regelfläche	50
3.2.3.1	Begriffe	50
3.2.3.2	Flächenkurven für die verwundene Regelflächen- bearbeitung	51
3.2.4	Flächenzugehörigkeit	54
3.2.4.1	Flächenkurve	54

3.2.4.2	Flächenpunkt	55
3.3	Spezifikation	55
3.4	Untersuchung zur Datenreduktion	63
4	<u>Allgemeine Polynominterpolation zur Sollwert- erzeugung</u>	65
4.1	Definitionsmöglichkeit für Kurven	66
4.2	Kurvendarstellung mit Splines	67
4.3	Einheitliche Bahndarstellung in Polynomform für die Sollwerterzeugung	69
4.3.1	Einfache Polynome	69
4.3.2	Rationale Polynome	70
4.4	Verfahren zur Bestimmung des Parameterschrittes	74
4.4.1	Iteratives Verfahren	75
4.4.2	Einschrittverfahren	76
4.4.2.1	Inverse Bogenlängenfunktion	76
4.4.2.2	Untersuchungen zur Genauigkeit des Einschritt- verfahrens	80
4.4.2.3	Dimensionierung der Fenstergröße	81
4.5	Polynominterpolation	83
4.5.1	Interpolationsvorbereitung	84
4.5.2	Bahninterpolation	86
4.5.2.1	Sollwertbeeinflussung	86
4.5.2.2	Interpolationsausführung	87
4.5.3	Orientierungsinterpolation	88
4.5.3.1	Lineare Orientierungsinterpolation	89
4.5.3.2	Orientierung konstant zur Bahn	89
5	<u>Flächenorientierte Steuerdatenaufbereitung für das fünfachsige Fräsen</u>	92
5.1	Spline-Funktionen für die fünfachsige Freiform- flächenbearbeitung	92
5.2	Strukturvarianten zur steuerungsinternen Spline- Generierung aus Flächenkurvenvorgabe	94
5.3	Transformationsgleichungen einer fünfachsigen Fräsmaschine	98
5.3.1	Transformation der Position und Orientierung	99

5.3.2	Transformation der Ableitungen	102
5.4	Berechnung von Ableitungen im Werkstückkoordinatensystem	103
5.4.1	Flächenbezogene Ableitungen um den Flächeneingriffspunkt	103
5.4.2	Ableitung des Fräuserspitzenpositionsvektors	107
5.5	Untersuchungen zur Bahngenauigkeit der steuerungsinternen Spline-Generierung	111
5.5.1	Allgemeines	111
5.5.2	Bahnabweichung aus Spline-Interpolation im Werkstückkoordinatensystem	112
5.5.3	Bahnabweichung aus Spline-Interpolation in Maschinenkoordinaten	114
6	<u>Realisierung</u>	119
6.1	Gerätetechnischer Aufbau	119
6.2	Realisierung einer flächenorientierten Steuerdatenaufbereitung	120
6.2.1	Softwarestruktur	121
6.2.2	Rechenzeitorientierung	122
6.2.3	Ergebnisse	123
7	<u>Zusammenfassung</u>	125
	<u>Schrifttum</u>	126