

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	iii
Kurzfassung	v
Abstract	vii
Symbolverzeichnis	xiii
Abbildungsverzeichnis	xv
Tabellenverzeichnis	xix
Liste der Algorithmen	xxi
1 Einleitung	1
1.1 Anforderungen an das Überschleifverfahren	3
1.2 Problemstellung	8
1.3 Zielstellung	9
2 Mathematische Grundlagen	11
2.1 Differentialgeometrie	11
2.1.1 Beschreibung der lokalen Eigenschaften einer Kurve	13
2.1.2 Punktbewegung entlang einer Kurve	16
2.1.3 Punktbewegung im natürlichen Koordinatensystem	18
2.1.4 Punktbewegung im raumfesten Koordinatensystem	21
2.1.5 Anwendung der Differentialgeometrie in numerischen Steuerungen	23
2.2 Fresnel-Integrale	24

2.3	Klothoide	28
2.4	Nullstellensuche	36
2.4.1	Einschlussverfahren für die Nullstellensuche mit einer Unbekannten	37
2.4.2	Nullstellensuche für eine Vektorgleichung mit zwei Unbekannten	44
3	Stand der Forschung	49
3.1	Überschleifverfahren	49
3.1.1	Stetigkeitsanforderung	49
3.1.2	Überschleifarten	51
3.1.3	Polynombasierte Überschleifverfahren	52
3.1.4	Defizite der polynombasierten Überschleifverfahren . .	56
3.2	Lösung der Fresnel-Integrale	59
3.3	Klothoiden als Verbindungselement geometrischer Primitive .	71
3.3.1	Gerade-Kreis-Verbindung mit einer Klothoide	72
3.3.2	Kreis-Kreis-Verbindung mit einer Klothoide	75
3.4	Klothoidenüberschleifen	82
3.4.1	Zusammenfassung zum Klothoidenüberschleifen . . .	94
4	Konzept	97
4.1	Gerade-Gerade-Übergänge	99
4.1.1	Symmetrisches Eckabstandüberschleifen	99
4.1.2	Asymmetrisches Eckabstandüberschleifen	102
4.1.3	Zwischenpunktüberschleifen	105
4.2	Kreis-Kreis-Übergänge	110
4.2.1	Zwischenpunktüberschleifen	110
4.2.2	Eckabstandüberschleifen	114
4.2.3	Tangentiales Eckabstandüberschleifen	118
4.3	Gerade-Kreis-Übergänge	124
4.3.1	Zwischenpunktüberschleifen	124
4.3.2	Eckabstandüberschleifen	126

4.3.3	Tangentiales Überschleifen ohne Kreissegment	130
4.3.4	Tangentiales Überschleifen mit einem Kreissegment	132
4.4	Stetigkeitsanalyse der Überschleifalgorithmen	134
4.5	Theoretischer Vergleich mit Polynomüberschleifen	136
5	Implementierung und Bewertung	141
5.1	Approximierung der Fresnel-Integrale	141
5.2	Auswirkung der numerischen Approximationsfehler	147
5.3	Integration in einen NC-Kern	152
5.4	Optimierung des Klothoidenüberschleifens	166
5.4.1	Minimierung der Achsbeschleunigung	168
5.4.2	Minimierung des Achsrucks	170
5.4.3	Maximierung der Vorschubgeschwindigkeit bei Beschleunigungs- und Ruckbegrenzung	172
6	Zusammenfassung und Ausblick	185
7	Anhang	189
	Literaturverzeichnis	193