

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
Formelzeichen und Abkürzungen	10
1 <u>Einleitung</u>	14
2 <u>Aufbau einer Koordinatenmeßanlage</u>	16
2.1 Komponenten einer Koordinatenmeßanlage	16
2.2 Verarbeitung der Steuerdaten in einer Koordinaten- meßanlage	18
2.2.1 Betriebsarten einer Koordinatenmeßanlage	18
2.2.2 Steuerdaten für ein Koordinatenmeßgerät	19
2.2.3 Struktur der Steuerdatenverarbeitung	21
2.2.3.1 Prinzip der Steuerdatenverarbeitung	21
2.2.3.2 Funktionsblöcke der Steuerdatenverarbeitung	22
3 <u>Zielsetzung und Vorgehen</u>	24
4 <u>Verfahren zur Führungsgrößenerzeugung und Lage- regelung</u>	25
4.1 Verfahren zur Bahnerzeugung bei Werkzeugmaschinen	26
4.1.1 Konventionelle Verfahren	26
4.1.2 Bahnregelung	27
4.2 Bahnregelung an Koordinatenmeßgeräten mit messen- den Tastsystemen	29
4.2.1 Antasten von Einzelpunkten	30
4.2.2 Scannen	31
4.3 Einsatz der Verfahren zur Steuerung der Geräte- achsen an Koordinatenmeßgeräten	36
4.4 Offene Probleme bei der Steuerung der Geräteachsen	38
5 <u>Untersuchung der Tastsysteme</u>	39
5.1 Schaltende Tastsysteme	39
5.1.1 Wirkungsweise und Aufbau von schaltenden Tastsy- stemen	39
5.1.2 Steuerungsanforderungen bei der Meßwerterfassung mit schaltenden Tastsystemen	42

5.2	Messende Tastsysteme	43
5.2.1	Wirkungsweise und Aufbau von messenden Tastsystemen	43
5.2.2	Regelungstechnisches Modell von messenden Tastsystemen	45
5.2.2.1	Modell eines frei beweglichen Tastsystems	46
5.2.2.2	Modell eines angetasteten Tastsystems	50
5.2.3	Betriebszustände des Tastsystems	52
5.2.4	Ansteuerung der Kraftgeneratoren	56
5.2.4.1	Regelung der Kraftgeneratoren nach der Auslenkung (Tastsystem beweglich)	56
5.2.4.2	Steuerung der Kraftgeneratoren beim Erzeugen der Antastkräfte	57
5.2.4.3	Steuerung der Kraftgeneratoren eines zweiachsigen Tastsystems beim Scannen	59
5.2.5	Steuerungsanforderungen bei der Meßwerterfassung mit messenden Tastsystemen	63
6	<u>Verfahren zur Führungsgrößenerzeugung für das Scannen</u>	65
6.1	Lokale Elemente der geometrischen Bahn	66
6.2	Ableitung der Führungsgrößen aus der Taststiftauslenkung	68
6.3	Berechnung der Führungsgrößen aus den Koordinaten von Antastpunkten	71
6.3.1	Allgemeines	71
6.3.2	Explizite Form des Interpolationspolynoms	72
6.3.3	Parameterdarstellung des Interpolationspolynoms	73
6.3.4	Richtungsfehler durch die Unsicherheit der Antastpunkte	76
6.4	Beeinflussung der Führungsgrößen	80
6.4.1	Störgrößenunterdrückung bei der Ermittlung der Vorzugsrichtung	81
6.4.2	Anpassung der Vorzugsgeschwindigkeit	82
6.4.2.1	Berechnung des Krümmungsradius	82
6.4.2.2	Anpassung der Vorzugsgeschwindigkeit an die Grenzwerte des Koordinatenmeßgerätes	85

6.4.2.3	Anpassung der Vorzugsgeschwindigkeit an die Auswertung	85
6.5	Bewertung der Verfahren zur Führungsgrößenerzeugung für das zweiachsige Scannen	86
7	<u>Untersuchung der Bahnabweichungen beim Scannen anhand verschiedener Testbahnen</u>	89
7.1	Bahnabweichungen beim Scannen einer Geraden	90
7.1.1	Einachsiges Scannen einer Geraden	90
7.1.2	Zweiachsiges Scannen einer Geraden	91
7.2	Systematische Bahnabweichungen beim Scannen eines Kreises	92
7.2.1	Richtungsfehler durch die Dynamik der Antriebe	93
7.2.2	Richtungsfehler durch die Filterung von Störgrößen	94
7.2.3	Interpolationsfehler	95
7.2.4	Auswertung der systematischen Bahnabweichungen auf einer Kreisbahn	97
7.3	Bahnabweichungen beim Scannen einer Ecke	99
7.3.1	Scannen einer Innenecke	99
7.3.1.1	Einachsiges Scannen einer Innenecke	100
7.3.1.2	Zweiachsiges Scannen einer Innenecke	103
7.3.2	Messung der Bahnabweichungen an einem Koordinatenmeßgerät	106
8	<u>Realisierung eines Bausteinsystems zur Steuerung von Koordinatenmeßgeräten</u>	110
8.1	Steuerung eines Koordinatenmeßgerätes mit schaltendem Tastsystem	111
8.2	Steuerung eines Koordinatenmeßgerätes mit messendem Tastsystem	115
9	<u>Zusammenfassung</u>	122
	Schrifttum	124