

Inhaltsverzeichnis

Seite

0	Formelzeichen und Abkürzungen	
1	Einführung	1
1.1	Allgemeine Problembeschreibung	1
1.2	Unterschiedliche Antriebskonzepte	3
1.3	Anforderungen an Servoantriebe von NC-Systemen	4
1.4	Aufgabenstellung und Arbeitsschwerpunkte	6
2	Untersuchungsobjekte - Theoretische Ableitungen und Vorversuche	8
2.1	Elektrische Antriebskonzepte	8
2.1.1	Permanenterregter Gleichstrommotor	9
2.1.1.1	Linearverstärker	12
2.1.1.2	Gleichstromsteller	12
2.1.1.3	Netzgeführte Stromrichter	18
2.1.2	Bürstenlose Antriebe	28
2.1.2.1	Der bürstenlose Gleichstrommotor	28
2.1.2.2	Der Synchronmotor mit rotorwinkelabhängiger Speisung	40
2.1.2.3	Der Asynchronmotor	44
2.1.3	Tachogeneratoren	48
2.2	Mechanische Baugruppen	49
2.2.1	Zahnriemen	50
2.2.2	Kugelgewindespindeln	56
2.2.3	Führungen	63

3	Modellbildung elektrischer Vorschubantriebe	67
3.1	Numerische Verfahren zur Berechnung der Eigenschaften von Vorschubantrieben	68
3.1.1	Berechnung linearer, zeitinvarianter Systeme im Zeit- und Frequenzbereich	69
3.1.2	Digitale Simulationsverfahren	71
3.1.3	Berechnung des mechanischen Eigenschwingungsverhaltens	74
3.2	Beschreibung elektrischer Antriebsstrukturen mit starrer Mechanik	84
3.3	Mathematische Modelle für mechanische Übertragungsglieder von Vorschubantrieben	94
3.3.1	Aufstellen eines linearen mechanischen Ersatzmodells	95
3.3.2	Betrachtung nichtlinearer Systeme im Zeitbereich	100
3.4	Beschreibung elektrischer Antriebsstrukturen mit schwingungsfähiger Mechanik	104
4	Experimentelle Untersuchungen	111
4.1	Versuchsstände	111
4.1.1	Motorenprüfstand	111
4.1.2	NC-Drehmaschinentisch als Versuchsstand	116
4.1.3	Zahnriemenversuchsstand	117
4.2	Meßtechnik	120
4.2.1	Erfassung von Zeitverläufen	120
4.2.2	Frequenzgangmessung	120
4.2.3	Lasermesstechnik zur Weg-, Geschwindigkeits- und Schwingungsmessung	123

4.3	Versuchsergebnisse	132
4.3.1	Elektrische Antriebe	132
4.3.1.1	Konventionelle Gleichstromantriebe	133
4.3.1.2	Bürstenlose Gleichstrommotoren	142
4.3.1.3	Synchronmotor mit rotorwinkelabhängiger Speisung	151
4.3.1.4	Asynchronmotor	154
4.3.2	Ergebnisse am Drehmaschinenversuchstisch	157
4.3.3.	Ergebnisse der Zahnriemenuntersuchungen	161
4.3.3.1	Statische Untersuchungen	161
4.3.3.2	Dynamische Untersuchungen	164
5	Analyse der Eigenschaften und Auswirkungen elektrischer Antriebe an einer NC-Maschine	169
5.1	Analytische Ermittlung der Eigenschaften des Vorschubantriebs	169
5.2	Experimentelle Betrachtung der Auswirkungen unterschiedlicher elektrischer Antriebs- konzepte an einer NC-Fräsmaschine	173
6	Zusammenfassung	181
7	Literatur	185