

Inhalt

1.	Einleitung	1
2.	Stand der Technik	8
2.1	Antriebstechnik	8
2.2	Zerspanleistungsermittlung	12
2.3	Regelungskonzepte	15
3.	Problemstellung und Zielsetzung	22
4.	Fräsprozeß	25
4.1	Zerspanleistung beim Fräsen	27
4.2	Übertragungsfunktion des Fräsprozesses bei zeitveränderlichem Vorschub	31
5.	Modellgestützte Zerspanleistungsermittlung	34
5.1	Statisches Hauptantriebsmodell	35
5.1.1	Verluste im Motor	36
5.1.2	Verluste im Frequenzumrichter	38
5.1.3	Modellhypothese	39
5.1.4	Modellbildung	40
5.1.5	Überprüfung der Hypothese	43
5.1.6	Reduktion der Modellordnung	46
5.1.7	Reduzierung der Meßwerte	48
5.1.8	Gültigkeitsbereich und Auswahl der Betriebs- lastpunkte	50
5.1.9	Einschränkungen beim Einsatz des Antriebs- modells bei der Zerspanleistungsregelung	51
5.2	Dynamisches Antriebsmodell	52
5.3	Bewertung der modellgestützten Zerspan- leistungsermittlung	62
6.	Die Fräsmaschine als Regelstrecke zur Zerspan- leistungsregelung	63
6.1	Stellmöglichkeit an einer NC-gesteuerten Werk- zeugmaschine	63

6.2	Maschinendynamik	65
7.	Regelungskonzept	70
7.1	Der geschlossene Regelkreis	71
7.2	Parameteroptimierter Reglerentwurf bei kleinen Änderungen der Streckenverstärkung	77
7.2.1	Überprüfung des Reglerentwurfs an der Versuchsmaschine	82
7.3	Parameteradaptive Regelung bei Zustandsparameteränderungen	86
7.3.1	Konzeption der Regleradaptation	87
7.3.2	Identifikation durch Modellabgleich	91
7.3.3	Erprobung der Modellabgleich-Methode	98
7.3.4	Identifikation durch rekursive Methode der kleinsten Quadrate mit exponentiell nachlassendem Gedächtnis (EWRLS)	104
7.3.5	Erprobung der EWRLS-Methode	111
7.3.6	Bedingungen der Identifikationsverfahren	118
8.	Einsatz des Zerspanleistungsreglers	122
8.1	Überlastschutz	122
8.2	Ruckfreies Anfahren	124
8.3	Verschleißdiagnose	124
8.4	Einfluß der Regelung auf Oberflächenqualität und Konturtreue	126
8.5	Übertragbarkeit des Regelkonzeptes	128
9.	Zusammenfassung	130
10.	Literatur	133