

BERICHTE AUS DEM
INSTITUT FÜR
REGELUNGSTECHNIK
RWTH AACHEN



Dipl.-Ing. Peter Krauss, Aachen

Prädiktive Regelung mit linearen Prozeßmodellen im Zustandsraum

Fortschritt-Berichte VDI

Reihe **8**: Meß-, Steuerungs-
und Regelungstechnik

Nr. **560**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Lineare zeitdiskrete Prozeßmodelle	6
2.1	Allgemeines	6
2.2	Modellbildung	9
2.2.1	Arten der Modellbildung	9
2.2.2	Parametrische Identifikation von SISO-Prozessen .	10
2.2.3	Parametrische Identifikation von MIMO-Prozessen	17
2.3	Modelle gestörter Prozesse	19
2.3.1	Störmodelle	19
2.3.2	ARIMAX-Prozeßmodell	25
2.3.3	Gauß-Markov Eigenschaften	27
2.4	Gauß-Markov Prozeßmodell mit integriertem Rauschanteil	30
3	Lineare prädiktive Regelung im Zustandsraum	34
3.1	Grundprinzipien Modellgestützter Prädiktiver Regelungen	34
3.2	Prädiktives Regelgesetz im Zustandsraum	40
3.2.1	J-Schritt Prädiktion	40
3.2.2	Gütefunktional	44
3.2.3	Stellgrößenansatz	46
3.2.4	Kostenminimierung ohne Nebenbedingungen . . .	48
3.2.5	Erweiterungen für Mehrgrößenprozesse	51
3.3	Untersuchung der Einstellparameter	54
4	Zustandsbeobachter	63
4.1	Allgemeines	63
4.2	Beobachter im prädikiven Regelkreis	68

4.3	Beobachterentwurf mittels T-Polynomfilter	70
4.3.1	Beschreibung im Zustandsraum	70
4.3.2	Einstellregeln für das T-Polynom	76
4.4	Kalman-Filterentwurf	81
4.4.1	Herleitung des Filteralgorithmus	81
4.4.2	Varianzverhältnismatrix als Einstellparameter	86
4.4.3	Kalman-Filter in prädiktiven Regelungsverfahren	89
5	Stellgrößenoptimierung mit Nebenbedingungen	92
5.1	Quadratische Optimierung mit linearen Ungleichungsbedingungen	92
5.2	Optimierung für ausgewählte Stellhorizonte	100
5.3	Optimierung für schaltende Stellglieder	104
6	Erprobung	107
6.1	Erprobung an einem Kunststoffextrudermodell	107
6.1.1	Kunststoffextrudermodell	107
6.1.2	Reglereinstellung	109
6.1.3	Vergleich mit einem PID-Regler	112
6.1.4	Berücksichtigung nichtbeeinflussbarer Eingangsgrößen	113
6.2	Erprobung an einem Thixoforming-Modellprozeß	115
6.2.1	Thixoforming-Modellprozeß	115
6.2.2	Prädiktiver Geschwindigkeitsregler	117
7	Zusammenfassung	121
8	Anhang	124
8.1	Bezeichnungen	124
8.2	Algorithmen	129
	Literaturverzeichnis	132