

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Einleitung	1
1.1 Aufgabenstellung und Inhaltsübersicht	1
1.2 Folgeregelung bei Antrieben für Handhabungsgeräte	4
1.3 Stand der Forschung	7
2 Modellbasierte prädiktive Regelungsverfahren	11
2.1 Grundprinzip	11
2.2 Verschiedene MPR-Verfahren	14
2.3 Prädiktive Antriebsregelung von Handhabungsgeräten	18
3 Modellbildung des Scara-Roboters	22
3.1 Allgemeines	22
3.2 Modell einer Handhabungsgeräteachse	23
3.3 Dynamisches Modell gekoppelter Handhabungsgeräteachsen	26
3.4 Bestimmung der Modellparameter	29
3.4.1 Gerätebeschreibung des Scara-Roboters	29
3.4.2 Robotermechanik und Servoantriebe	31
3.4.3 Internes Achsmodell für die MPR-Verfahren	36
4 Entwurf ausgewählter prädiktiver Regelungsverfahren	39
4.1 Generalized Predictive Control	39
4.1.1 Allgemeines	39
4.1.2 Ermittlung des Stellgesetzes	40
4.1.3 Entwurfsfilter $T(q^{-1})$	45
4.1.4 Entwurfsfilter $P(q^{-1})$	47
4.2 Predictive Functional Control	49
4.2.1 Grundprinzipien des PFC-Reglers	49
4.2.2 Aufbau des PFC-Reglers	51
4.2.3 Bestimmung des PFC-Stellgesetzes	55
4.2.4 Sollwert-Extrapolation	58
4.2.5 Selfcompensator	64
5 Auslegung und Erprobung prädiktiver Antriebsregelungen	69
5.1 Allgemeines	69
5.2 Untersuchung zur Auslegung prädiktiver Regelungen	70
5.2.1 Verwendete Gütemaße	70
5.2.2 Analyse der GPC-Parameter	74

5.2.3	Einstellregeln für den GPC	86
5.2.4	Analyse der PFC-Parameter	88
5.2.5	Einstellregeln für den PFC	96
5.3	Prädiktive Lageregelung einer Handhabungsgeräteachse	99
5.4	Vergleich der prädiktiven Regler mit einem Kaskadenregler	102
5.5	Prädiktive Lageregelung gekoppelter Handhabungsgeräteachsen	105
6	Transputerbasierte Robotersteuerung	107
6.1	Übersicht und Zielsetzung	107
6.2	Hardwareaufbau	108
6.2.1	Übersicht	108
6.2.2	Prozeßanschluß	110
6.2.3	Transputer	110
6.3	Softwarekonzept der Steuerung	112
6.3.1	Übersicht des Kommunikationskonzepts	112
6.3.2	Zwischenschicht	113
6.3.3	Anwenderschicht	117
6.3.4	Synchronisation der Steuermodule	118
6.4	Implementierung der prädiktiven Regler	119
7	Experimentelle Erprobung am Scara-Roboter	121
7.1	Erprobung des GPC-Reglers	121
7.2	Erprobung des PFC-Reglers	124
7.3	Erprobung des Kaskadenreglers	125
7.4	Vergleich der Regler bei einem nicht ruckbegrenzten Sollwertverlauf	127
7.5	Vergleich der Regler bei einem ruckbegrenzten Sollwertverlauf	129
7.6	Vergleich der Messung mit den Simulationsergebnissen	131
7.7	Vergleich der Regelungsverfahren	133
8	Zusammenfassung	136
9	Anhang	139
9.1	Verwendete Formelzeichen	139
9.2	Darstellung des GPC's im Zustandsraum	143
9.3	Minimalrealisierung der Reihenschaltung einer allgemeinen Übertragungsfunktion mit einem Schieberegister im Zustandsraum	151
9.4	Literatur	153