

Inhalt

1	Einleitung	1
1.1	Motivation und Hintergrund	1
1.2	Zielsetzung und Beitrag dieser Arbeit	2
2	Modellbildung	4
2.1	Das mechanische Ersatzsystem	4
2.2	Die Bewegungsgleichungen holonomer Systeme	7
2.2.1	Der Einfluß einzelner Körper auf das Bewegungsverhalten	7
2.2.2	Die Struktur der verallgemeinerten Kräfte	12
2.3	Mechatronisches Modell	17
2.4	Berechnung der Bewegungsgleichungen	18
2.5	Zusammenfassende Diskussion	18
3	Optimale Roboterbewegungen	20
3.1	Mathematische Kriterien zur Bewertung der Entwurfsziele	20
3.2	Technische Beschränkungen	23
3.3	Formulierung des Optimierungsproblems	26
3.4	Notwendige Bedingungen für ein lokales Minimum	29
3.5	Theoretische Überlegungen zur Lösungsstruktur	31
3.5.1	Zeitoptimale Roboterbewegungen	31
3.5.2	Verbrauchsoptimale Roboterbewegungen	32
3.6	Zusammenfassende Diskussion	32
4	'Direkte' Verfahren zur näherungsweise Berechnung optimaler Steuerungstrajektorien	34
4.1	Das Approximationsproblem direkter Lösungsverfahren	35
4.2	Modulare Strukturierung der direkten Verfahren	37
4.2.1	Diskretisierung der Ansatzfunktionen und Berechnung der Systemdynamik	37
4.3	Ein allgemeines Lösungsverfahren: das direkte Schießen	40
4.3.1	Transformation auf ein Nichtlineares Programm	40

7.2.2	Modifikationen des Optimierungsmodells	86
7.2.3	Zeitoptimale Roboterbewegung mit Berücksichtigung von Leistungsbeschränkungen	88
7.2.4	Mehrzielig ausgelegte Robotersteuerungen	90
7.3	Zusammenfassende Diskussion	93
8	Ausblick	94
8.1	Verallgemeinerung des Prinzips Nebenbedingungen im Systemmodell zu berücksichtigen	94
8.1.1	Nebenbedingungen, die explizit von den Steuer- und Zustandsfunktionen abhängen	94
8.1.2	Nebenbedingungen, die explizit nur von den Zustandsfunktionen abhängen	95
8.1.3	Beispiel	96
8.2	Praktischer Einsatz optimaler Robotersteuerungen	97
8.3	Anwendung zur dynamischen Auslegungsoptimierung	98
	Literaturverzeichnis	101