

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
1.1	Historie und Stand der Technik von Mehrkörpersystemen.....	2
1.2	Computerprogramme zur Berechnung und Simulation klassischer Mehrkörpersysteme.....	3
1.3	Modellierung und Simulation moderner mechatronischer Anwendungen	5
1.4	Aufbau der Arbeit.....	7
2	KLASSISCHE MEHRKÖRPERSYSTEME	11
2.1	Übersicht	11
2.2	Modellierung elastischer Balkenelemente in einem mitbewegten Koordinatensystem.....	14
2.2.1	Orts- und Geschwindigkeitsvektor.....	14
2.2.2	Herleitung der Bewegungsgleichungen	22
2.2.3	Zwangsbedingungen.....	29
2.3	Modellierung elastischer Balkenelemente in Absolutkoordinaten.....	30
2.4	Studie der Konvergenz und Effizienz von ANCF und FFRF Elementen	35
2.4.1	Kragarm mit Endlast	36
2.4.2	Kragarm mit Endmoment.....	47
2.4.3	Kurbeltrieb	50
2.5	Schlussfolgerungen zu den betrachteten Finiten Balkenelementen	59
3	MECHATRONISCHE KOMPONENTEN IN MEHRKÖRPERSYSTEMEN	61
3.1	Hydraulische Antriebseinheiten	62
3.2	Regelungselemente.....	69
3.2.1	Antriebsregler der Hydraulikzylinder	70
3.2.2	Übergeordnete Regelungseinheiten.....	70
3.3	Beispiel eines einfachen geregelten Hydraulikzylinders	71
3.4	Schlussfolgerungen zu den mechatronischen Komponenten	75

ii.....	Inhaltsverzeichnis	
4	NUMERISCHES GESAMTSYSTEM	77
4.1	Implementierung im Programmpaket HOTINT.....	77
4.2	Anzahl der Unbekannten im mathematischen Modell des Gesamtsystems.....	81
4.3	Numerische Verfahren zur Lösung des mathematischen Gesamtsystems	82
4.4	Vergleich Numerischer Verfahren für einen vereinfachten Manipulator	88
4.5	Schlussfolgerungen	93
5	MODELLIERUNG UND MEHRKÖRPERDYNAMIK EINES MECHATRONISCHEN GESAMTSYSTEMS.....	95
5.1	Übersicht	95
5.2	Berechnung der Sollwerte der Zylinderlängen.....	100
5.3	Berücksichtigung der elastischen Deformationen.....	104
5.3.1	Reduktion des Regelungsfehlers durch Verwendung des momentanen Verformungszustandes	106
5.3.2	Reduktion des Regelungsfehlers durch Approximation der statischen Deformation	107
5.4	Komponenten des Gesamtsystems	111
5.5	Numerische Modellierung der Teilarne	113
5.6	Anfahren eines vorgegebenen Punktes	119
5.7	Folgen einer vorgegebenen Bahnkurve.....	125
5.8	Schlussbemerkungen.....	130
	ZUSAMMENFASSUNG	131
	LITERATUR	133