

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>1</b>
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
<b>2</b>	<b>KLASSISCHE MEHRKÖRPERSYSTEME</b> .....	<b>11</b>
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
<b>3</b>	<b>MECHATRONISCHE KOMPONENTEN IN MEHRKÖRPERSYSTEMEN</b> .....	<b>61</b>
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	
<b>4</b>	<b>NUMERISCHES GESAMTSYSTEM</b> .....	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
<b>5</b>	<b>MODELLIERUNG UND MEHRKÖRPERDYNAMIK EINES MECHATRONISCHEN GESAMTSYSTEMS</b> .....	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 Teilarme .....	113
5.6	Anfahren eines vorgegebenen Punktes .....	119
5.7	Folgen einer vorgegebenen Bahnkurve.....	125
5.8	Schlussbemerkungen.....	130
	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	131
	<b>LITERATUR</b> .....	133