

# Inhaltsverzeichnis

<b>Verwendete Symbole</b>	<b>VII</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Zielstellung und internationale Entwicklung</b>	<b>2</b>
<b>3 Mehrkörpersysteme</b>	<b>3</b>
3.1 Grundbegriffe . . . . .	3
3.2 Die Struktur der Lagrange'schen Gleichungen . . . . .	4
3.3 Starrkörpersysteme mit kinematischer Baumstruktur . . . . .	6
3.3.1 Topologie, Kinematik, generalisierte Koordinaten . . . . .	6
3.3.2 Kinematische Grundfunktionen . . . . .	9
3.3.3 Metrik, Christoffel-Symbole, generalisierte Kräfte . . . . .	10
3.4 Mehrkörpersysteme mit zusätzlichen Bindungen . . . . .	11
<b>4 Graphentheoretische Grundlagen</b>	<b>13</b>
4.1 Grundbegriffe . . . . .	13
4.2 Analytische Formulierung . . . . .	15
<b>5 Elektrische Systeme</b>	<b>19</b>
5.1 Multipole . . . . .	19
5.2 Kirchhoff-Theorie elektrischer Systeme . . . . .	20
5.3 Die Lagrange'schen Gleichungen für ES in Ladungsformulierung . . . . .	21
<b>6 Diskrete elektromechanische Systeme</b>	<b>27</b>
6.1 Kinematik elektromechanischer Systeme . . . . .	27
6.2 Konstitutive Gleichungen . . . . .	28
6.3 Zustandsfunktionen . . . . .	29
6.4 Kinetik elektromechanischer Systeme . . . . .	30
6.5 Leistungsbilanz . . . . .	31
6.6 Zustandsfunktionen und Wechselwirkungen . . . . .	32
6.7 Ein Lagrange'sches Modell für EMS . . . . .	34
6.8 Die Struktur der Lagrange'schen Bewegungsgleichungen . . . . .	37

<b>7</b>	<b>Softwaretechnische Realisierung</b>	<b>39</b>
7.1	Das Simulationswerkzeug alaska . . . . .	39
7.2	Die EMS-Komponente von <b>alaska</b> . . . . .	41
7.2.1	Allgemeine Bemerkungen . . . . .	41
7.2.2	Strukturanalyse . . . . .	41
7.2.3	Zusätzliche Differentialgleichungen für den elektrischen Teil . . . . .	42
7.2.4	Elektromagnetisch erzeugte Kräfte . . . . .	44
7.2.5	Bereitstellung von Resultaten . . . . .	45
7.3	Praktische Umsetzung (Nutzerschnittstelle) . . . . .	45
7.4	Ziele . . . . .	47
7.5	Probleme . . . . .	48
<b>8</b>	<b>Rotatorische elektromechanische Energiewandler</b>	<b>50</b>
8.1	Die verallgemeinerte elektrische Maschine . . . . .	50
8.2	Die Zweiphasenmaschine . . . . .	52
8.2.1	Idealisierter Wechselstrommotor . . . . .	52
8.2.2	Synchronmotor . . . . .	55
8.2.3	Asynchronmotor . . . . .	61
8.3	Mehrphasenmaschinen . . . . .	67
8.4	Der Gleichstrommotor . . . . .	75
8.5	Bemerkungen . . . . .	80
<b>9</b>	<b>Magnetschwebbahn</b>	<b>81</b>
9.1	Kinematischer Aufbau des Magnetschwebfahrzeuges Transrapid TR06 . . . . .	81
9.1.1	Allgemeines . . . . .	81
9.1.2	Aufbau . . . . .	82
9.2	Modellbildung für den TR06 . . . . .	83
9.2.1	Vereinfachungen . . . . .	83
9.2.2	Mechanisches Modell . . . . .	83
9.2.3	Fahrweg . . . . .	84
9.2.4	Elektrisches Netzwerk . . . . .	84
9.2.5	Statische Kennlinien . . . . .	85
9.2.6	Regelung . . . . .	86
9.2.7	Antrieb . . . . .	89
9.2.8	Simulationsergebnisse . . . . .	89
<b>10</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>96</b>
	<b>Literatur</b>	<b>97</b>