

Inhalt

1	Einleitung	9
1.1	Aufgaben der technischen Dynamik	9
1.2	Beiträge der analytischen Mechanik	10
1.3	Modellbildung mechanischer Systeme	11
1.3.1	Mehrkörpersysteme	12
1.3.2	Finite-Elemente-Systeme	13
1.3.3	Kontinuierliche Systeme	14
1.3.4	Hybride Mehrkörpersysteme	14
1.3.5	Zahl der Freiheitsgrade	15
2	Kinematische Grundlagen	17
2.1	Freie Systeme	17
2.1.1	Kinematik des Punktes	17
2.1.2	Kinematik des starren Körpers	23
2.1.3	Kinematik des Kontinuums	39
2.2	Holonome Systeme	46
2.2.1	Punktsysteme	47
2.2.2	Mehrkörpersysteme	51
2.2.3	Kontinuum	53
2.3	Nichtholonome Systeme	54
2.4	Referenzbewegung des Koordinatensystems	58
2.4.1	Bewegtes Koordinatensystem	59
2.4.2	Freie und holonome Systeme	60
2.4.3	Nichtholonome Systeme	62
2.5	Linearisierung der Kinematik	63
3	Kinetische Grundlagen	66
3.1	Kinetik des Punktes	66
3.1.1	Newtonsche Gleichungen	66
3.1.2	Kräftearten	67
3.2	Kinetik des starren Körpers	70
3.2.1	Newtonsche und Eulersche Gleichungen	71
3.2.2	Massengeometrie des starren Körpers	75
3.2.3	Referenzbewegung des Koordinatensystems	77
3.3	Kinetik des Kontinuums	78
3.3.1	Cauchysche Gleichungen	78
3.3.2	Hookesches Materialgesetz	80
3.3.3	Reaktionsspannungen	81

4	Prinzip der Mechanik	82
4.1	Prinzip der virtuellen Arbeit	82
4.2	Prinzip von D'Alembert, Jourdain und Gauß	87
4.3	Prinzip der minimalen potentiellen Energie	89
4.4	Hamiltonsches Prinzip	91
4.5	Lagrangesche Gleichungen erster Art	92
4.6	Lagrangesche Gleichungen zweiter Art	93
5	Mehrkörpersysteme	95
5.1	Lokale Bewegungsgleichungen	95
5.2	Newton-Eulersche Gleichungen	98
5.3	Bewegungsgleichungen idealer Systeme	100
5.3.1	Gewöhnliche Mehrkörpersysteme	100
5.3.2	Allgemeine Mehrkörpersysteme	107
5.4	Reaktionsgleichungen idealer Systeme	113
5.4.1	Berechnung von Reaktionskräften	113
5.4.2	Festigkeitsabschätzung	116
5.4.3	Massenausgleich in Mehrkörpersystemen	118
5.5	Bewegungs- und Reaktionsgleichungen nichtidealer Systeme	121
5.6	Kreiselgleichungen von Satelliten	122
5.7	Formalismen für Mehrkörpersysteme	124
6	Finite-Elemente-Systeme	127
6.1	Lokale Bewegungsgleichungen	127
6.1.1	Tetraederelement	128
6.1.2	Räumliches Balkenelement	129
6.2	Globale Bewegungsgleichungen	134
6.3	Balkensysteme	137
6.4	Festigkeitsberechnung, Programmsysteme	142
7	Kontinuierliche Systeme	143
7.1	Lokale Bewegungsgleichungen	143
7.2	Eigenfunktionen von Balken	145
7.3	Globale Bewegungsgleichungen	148
8	Zustandsgleichungen mechanischer Systeme	151
8.1	Nichtlineare Zustandsgleichungen	151
8.2	Lineare Zustandsgleichungen	152
8.3	Transformation linearer Gleichungen	152
8.4	Normalformen	155

9 Numerische Verfahren	158
9.1 Integration nichtlinearer Systeme	158
9.2 Lineare Algebra zeitinvarianter Systeme	160
9.3 Vergleich der mechanischen Modelle	164
Anhang	
Mathematische Hilfsmittel	167
A.1 Darstellung von Funktionen	167
A.2 Matrizenalgebra	168
A.3 Matrizenanalysis	170
A.4 Liste wichtiger Formelzeichen	171
Literatur	175
Sachverzeichnis	177