

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Aufgaben der Technischen Dynamik	1
1.2	Beiträge der analytischen Mechanik	2
1.3	Modellbildung mechanischer Systeme	3
1.3.1	Mehrkörpersysteme	4
1.3.2	Finite-Elemente-Systeme	5
1.3.3	Kontinuierliche Systeme	6
1.3.4	Flexible Mehrkörpersysteme	6
1.3.5	Auswahl eines mechanischen Ersatzsystems	7
1.3.6	Zahl der Freiheitsgrade	8
2	Kinematische Grundlagen	11
2.1	Freie Systeme	11
2.1.1	Kinematik des Punktes	11
2.1.2	Kinematik des starren Körpers	17
2.1.3	Kinematik des Kontinuums	34
2.2	Holonyme Systeme	41
2.2.1	Punktsysteme	41
2.2.2	Mehrkörpersysteme	47
2.2.3	Kontinuum	50
2.3	Nichtholonyme Systeme	51
2.4	Relativbewegung des Koordinatensystems	56
2.4.1	Bewegtes Koordinatensystem	56
2.4.2	Freie und holonyme Systeme	58
2.4.3	Nichtholonyme Systeme	60
2.5	Linearisierung der Kinematik	60
3	Kinetische Grundlagen	65
3.1	Kinetik des Punktes	65
3.1.1	Newtonsche Gleichungen	65
3.1.2	Kräftearten	66
3.2	Kinetik des starren Körpers	69
3.2.1	Newtonsche und Eulersche Gleichungen	70
3.2.2	Massengeometrie des starren Körpers	75
3.2.3	Relativbewegung 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	Prinzipie der Mechanik	83
4.1	Prinzip der virtuellen Arbeit	83
4.2	Prinzipie von d'Alembert, Jourdain und Gauß	89
4.3	Prinzip der minimalen potentiellen Energie	91
4.4	Hamiltonsches Prinzip	93
4.5	Lagrangesche Gleichungen erster Art	94
4.6	Lagrangesche Gleichungen zweiter Art	95
5	Mehrkörpersysteme	97
5.1	Lokale Bewegungsgleichungen	97
5.2	Newton-Eulersche Gleichungen	101
5.3	Bewegungsgleichungen idealer Systeme	103
5.3.1	Gewöhnliche Mehrkörpersysteme	103
5.3.2	Allgemeine Mehrkörpersysteme	111
5.4	Reaktionsgleichungen idealer Systeme	118
5.4.1	Berechnung von Reaktionskräften	118
5.4.2	Festigkeitsabschätzung	122
5.4.3	Massenausgleich in Mehrkörpersystemen	124
5.5	Bewegungs- und Reaktionsgleichungen nichtidealer Systeme	127
5.6	Kreisgleichungen von Satelliten	129
5.7	Formalismen für Mehrkörpersysteme	131
5.7.1	Nichtrekursive Formalismen	131
5.7.2	Rekursive Formalismen	137
6	Finite-Elemente-Systeme	143
6.1	Lokale Bewegungsgleichungen	143
6.1.1	Tetraederelement	144
6.1.2	Räumliches Balkenelement	145
6.2	Globale Bewegungsgleichungen	150
6.3	Flexible Mehrkörpersysteme	153
6.3.1	Relative Knotenpunktkoordinaten im bewegten Bezugssystem	154
6.3.2	Absolute Knotenpunktkoordinaten im Inertialsystem	156
6.3.3	Ebene Balkensysteme	157
6.4	Festigkeitsberechnung	162
7	Kontinuierliche Systeme	165
7.1	Lokale Bewegungsgleichungen	165
7.2	Eigenfunktionen von Stäben	167
7.3	Globale Bewegungsgleichungen	170
8	Zustandsgleichungen mechanischer Systeme	175
8.1	Nichtlineare Zustandsgleichungen	175
8.2	Lineare Zustandsgleichungen	176
8.3	Transformation linearer Gleichungen	176
8.4	Normalformen	179

9 Numerische Verfahren	183
9.1 Integration nichtlinearer Differentialgleichungen	183
9.2 Lineare Algebra zeitinvarianter Systeme	185
9.3 Vergleich der mechanischen Modelle	188
 Anhang	 193
A Mathematische Hilfsmittel	195
A.1 Darstellung von Funktionen	195
A.2 Matrizenalgebra	196
A.3 Matrizenanalysis	199
A.4 Liste wichtiger Formelzeichen	200
 Literaturverzeichnis	 205
 Stichwortverzeichnis	 209