

Inhaltsverzeichnis

1	Kinematik	11
1.1	Kinematik des Punktes	11
1.1.1	Geradlinige Bewegung	11
1.1.2	Allgemeine Bewegung des Punktes	12
1.1.3	Beispiele	17
1.1.4	Aufgaben	25
1.2	Kinematik des starren Körpers	27
1.2.1	Translation	27
1.2.2	Rotation	27
1.2.3	Zusammengesetzte Bewegung	29
1.2.4	Relativbewegung	30
1.2.5	Beispiele	31
1.2.6	Aufgaben	37
1.3	Kinematik von Körpersystemen	38
1.3.1	Beispiele	40
1.3.2	Aufgaben	43
2	Kinetik	45
2.1	Kinetik der Punktmasse sowie der in der Ebene bewegten Körper	45
2.1.1	Grundgesetz der Kinetik, Analogiebetrachtung für die ebene Drehung	45
2.1.2	Kraftgesetze der Kinetik	48
2.1.3	Prinzip von D'ALEMBERT	50
2.1.4	Beispiele	51
2.1.5	Aufgaben	66
2.2	Folgerungen aus dem Grundgesetz der Kinetik	70
2.2.1	Impulssatz, Drallsatz, Flächensatz	70
2.2.2	Arbeitssätze, Energiesatz, Potentialbegriff	71
2.2.3	Leistung	73
2.2.4	Beispiele	74
2.2.5	Aufgaben	77
2.3	Kinetik des Punkthaufens	78
2.3.1	Schwerpunktsatz	78
2.3.2	Impulssatz, Drallsatz, Stoß	79
2.3.3	Arbeitssatz	87

2.3.4	Beispiele	88
2.3.5	Aufgaben	94
2.4	Aufstellen der Bewegungsgleichungen mit Energiebetrachtungen . .	95
2.4.1	LAGRANGESche Gleichungen 2. Art	95
2.4.2	Beispiele	96
2.4.3	Aufgaben	100
2.5	Kinetik des starren Körpers	101
2.5.1	Rotation um eine feste Achse	101
2.5.2	Massenträgheitsmomente, Deviationsmomente, Trägheitshauptachsen	104
2.5.3	Rotation um einen festen Punkt	107
2.5.4	Beispiele	109
2.5.5	Aufgaben	112
2.6	Schwingungen linearer Systeme mit dem Freiheitsgrad $n = 1$	114
2.6.1	Kinematik der Schwingungen	115
2.6.2	Freie Schwingungen	121
2.6.3	Erzwungene Schwingungen	125
2.6.4	Experimentelle Parameterbestimmung	135
2.6.5	Beispiele	137
2.6.6	Aufgaben	151
2.7	Lineare Schwingungssysteme mit dem Freiheitsgrad $n = 2$	152
2.7.1	Freie Schwingungen	154
2.7.2	Erzwungene Schwingungen	155
2.7.3	Beispiele	156
2.7.4	Aufgaben	167
3	Systemdynamik	169
3.1	LAPLACE-Transformation und Z-Transformation	169
3.1.1	LAPLACE-Transformation	169
3.1.2	Beispiele	171
3.1.3	LAPLACE-Rücktransformation	173
3.1.4	Beispiele	174
3.1.5	Z-Transformation	177
3.1.6	Beispiele	178
3.1.7	Aufgaben	179
3.2	Systemkennfunktionen und Zusammenhänge im Zeitbereich	180
3.2.1	Gewichtsfunktion und DUHAMELSches Integral	180
3.2.2	Impulsmatrix	182
3.2.3	Beispiele	183
3.2.4	Aufgaben	186
3.3	Systembeschreibung im Frequenzbereich	187
3.3.1	Übertragungsfunktion	187
3.3.2	Beispiele	189
3.3.3	Frequenzgang, Ortskurve und Vergrößerungsfunktion	194
3.3.4	Beispiel	195

3.3.5	Zusammenhang zwischen Übertragungsfunktion und Gewichtsfunktion	197
3.3.6	Beispiel	197
3.3.7	Aufgaben	198
3.4	Multivariable Strukturmodelle mechanischer Systeme	199
3.4.1	Modellbeschreibung des linearen Vielfachschwingers mit DGL 2. und n -ter Ordnung	199
3.4.2	Beispiele	200
3.4.3	Zustandsraumbeschreibung	201
3.4.4	Beispiele	203
3.4.5	Lösung der Zustandsgleichung und Übergangsmatrix	206
3.4.6	Beispiel	208
3.4.7	Zusammenhänge zwischen Übertragungsfunktions- und Differentialgleichungsmodellen	209
3.4.8	Beispiel	210
3.4.9	Aufgaben	212
3.5	Eigenvektoren und Modalmatrix	213
3.5.1	Links- und Rechtsmodalmatrix	213
3.5.2	Orthogonalität der Eigenvektoren	214
3.5.3	Modalmatrix der Zustandsraumbeschreibung zweiter Form	215
3.5.4	Transformation auf kanonische Formen	216
3.5.5	Beispiele	217
3.5.6	Aufgaben	220
3.6	Beobachtbarkeit, Steuerbarkeit und Stabilität	221
3.6.1	Beobachtbarkeit	221
3.6.2	Beispiel	221
3.6.3	Steuerbarkeit	223
3.6.4	Beispiel	224
3.6.5	Stabilität	226
3.6.6	Beispiel	227
3.6.7	Aufgaben	227
4	Mechatronik	229
4.1	Begriffe und Bestandteile mechatronischer Systeme	229
4.1.1	Elemente mechatronischer Systeme	230
4.1.2	Einführende Betrachtungen zur Modellbildung mechatronischer Systeme	231
4.1.3	Beispiele	233
4.1.4	Mehrkörpersysteme	235
4.1.5	Aufgaben	236
4.2	Kinematik von Mehrkörpersystemen	238
4.2.1	Position und Orientierung	238
4.2.2	Darstellungen für die Rotationsmatrizen (Drehmatrizen)	240
4.2.3	Zeitliche Lageänderungen	243
4.2.4	Beispiele	245
4.2.5	Homogene Koordinaten, homogene Transformationen	249

4.2.6	Beispiele	251
4.2.7	Kinematik von Mehrkörpersystemen mit Baumstruktur . . .	253
4.2.8	Beispiele	254
4.2.9	Direkte und inverse Kinematik	256
4.2.10	Beispiele	257
4.2.11	Lösung der inversen Kinematik mit Hilfe der JACOBI-Matrix	258
4.2.12	Beispiele	260
4.2.13	Bahnplanung	261
4.2.14	Beispiele	262
4.2.15	Aufgaben	266
4.3	Kinetik von Mehrkörpersystemen	269
4.3.1	Starrer Körper	270
4.3.2	NEWTON-EULER-Methode	272
4.3.3	Beispiele	273
4.3.4	LAGRANGESche Methode	275
4.3.5	Beispiele	278
4.3.6	Inverse Dynamik und Linearisierung der Bewegungsgleichungen	282
4.3.7	Beispiele	283
4.3.8	Aufgaben	287
4.4	Regelung von Mehrkörpersystemen	288
4.4.1	Regelungsentwurf für lineare Systeme	290
4.4.2	Beispiel	292
4.4.3	Verfahren der Polzuweisung	292
4.4.4	Beispiele	293
4.4.5	Modale Regelung	297
4.4.6	Optimale lineare Regelung	298
4.4.7	Beispiele	300
4.4.8	Regelung mit Zustandsbeobachter	304
4.4.9	Aufgaben	306
5	Lösungen	309
5.1	Kinematik	309
5.2	Kinetik	314
5.3	Systemdynamik	324
5.4	Mechatronik	335
	Literaturverzeichnis	344
	Sachwortverzeichnis	345
	Lehr- und Übungsbuch Technische Mechanik, Band I	348