

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
Komplexe Zahlen in der Schwingungslehre	4
Stabilität und Instabilität	6
1 Systeme mit einem Freiheitsgrad	8
1.1 Ungedämpfte Eigenschwingungen	8
1.1.1 Formulierung der Bewegungsgleichung	9
1.1.2 Lösung der Bewegungsgleichung	12
1.1.3 Phasenkurven	14
1.2 Gedämpfte Eigenschwingungen	15
1.2.1 Coulombsche Dämpfung	15
1.2.2 Geschwindigkeitsproportionale Dämpfung	16
1.2.3 Geschwindigkeitsquadrat-proportionale Dämpfung . .	23
1.3 Erzwungene Schwingungen	26
1.3.1 Harmonische Erregung	30
1.3.2 Arbeit und Leistung von Erregerkräften	37
1.3.3 Periodische Erregung	39
1.3.4 Spezielle Erregerfunktionen	42
1.3.5 Variation der Konstanten. Faltungsintegrale	45
1.3.6 Anlauf eines unwuchterregten Schwingers	48
1.3.7 Erregung durch einen einzelnen Impuls	57
1.3.8 Erregung durch periodische Impulse	62
1.4 Aufgaben zu Kapitel 1	66
1.4.1 Lösungen zu den Aufgaben	67
2 Systeme mit endlich vielen Freiheitsgraden	69
2.1 Formulierung von Bewegungsgleichungen	70
2.1.1 Massenmatrix. Steifigkeitsmatrix	71
2.1.2 Dämpfungsmatrix. Dissipationsfunktion	74
2.1.3 Linearisierung von Bewegungsgleichungen	76
2.1.4 Gyroskopische Kräfte	79
2.1.5 Schwingerketten	80
2.1.6 Allgemeine lineare Systeme mit konstanten Koeffizienten	90

2.2	Eigenschwingungen ungedämpfter mechanischer Systeme	93
2.2.1	Modalmatrix	93
2.2.2	Hauptkoordinaten	97
2.3	Approximation der niedrigsten Eigenkreisfrequenz	101
2.3.1	Der Rayleighquotient	101
2.3.2	Das Verfahren von Ritz	103
2.3.3	Anwendungen auf Biegestäbe	104
2.3.4	Homogene Biegestäbe	106
2.4	Eigenschwingungen allgemeiner linearer Systeme	107
2.4.1	Lösung durch die Fundamentalmatrix	108
2.4.2	Lösung durch Eigenwerte und Eigenvektoren	108
2.4.3	Der Sonderfall mechanischer Systeme	111
2.4.4	Durchdringende Dämpfung	115
2.5	Erzwungene Schwingungen ohne Dämpfung	116
2.5.1	Periodische Erregung	118
2.5.2	Resonanz. Scheinresonanz	119
2.5.3	Schwingerketten	120
2.6	Erzwungene Schwingungen mit Dämpfung	127
2.6.1	Periodische Erregung	128
2.6.2	Schwingungstilgung	129
2.7	Entkopplung der inhomogenen Gleichungen	133
2.7.1	Entkopplung bei N unabhängigen Eigenvektoren	133
2.7.2	Der Fall von $< N$ unabhängigen Eigenvektoren	137
2.8	Aufgaben zu Kapitel 2	138
2.8.1	Lösungen zu den Aufgaben	144
3	Parametererregte Schwingungen	147
3.1	Das Pendel mit veränderlicher Länge	147
3.2	Periodische Parametererregung	152
3.2.1	Der Satz von Floquet	153
3.2.2	Stabilitätskriterien	160
3.2.3	Numerische Lösungen	161
3.2.4	Stabilitätsgrenzen	162
3.2.5	Die Stabilitätskarte der Mathieugleichung	166
3.2.6	Das stehende Mehrkörperpendel	173
3.2.7	Erzwungene Schwingungen und Parametererregung	175
3.3	Parametererregte n -Freiheitsgrad-Systeme	179
3.3.1	Der Satz von Floquet	181
3.3.2	Stabilitätskriterien	181
3.3.3	Numerische Lösungen	181
3.3.4	Erzwungene Schwingungen und Parametererregung	182

4	Eindimensionale Kontinua	183
4.1	Die Wellengleichung	183
4.1.1	Die schwingende Saite	184
4.1.2	Longitudinalschwingungen eines Stabes	184
4.1.3	Torsionsschwingungen eines Stabes	185
4.1.4	Randbedingungen und Anfangsbedingungen	186
4.2	Lösungen der Wellengleichung nach d'Alembert	187
4.2.1	Charakteristiken	188
4.2.2	Wellenausbreitungsgeschwindigkeiten	191
4.2.3	Harmonische Wellen	192
4.2.4	Wellen infolge Anfangsbedingungen	193
4.2.5	Erzwungene Wellen	195
4.2.6	Reflexion und Transmission von Wellen	198
4.3	Bernoulli-Lösungen der Wellengleichung	203
4.3.1	Ungedämpfte Eigenschwingungen	203
4.3.2	Erzwungene periodische Schwingungen	209
4.4	Biegeschwingungen von Stäben	211
4.4.1	Die Bewegungsgleichung	211
4.4.2	Randbedingungen und Anfangsbedingungen	213
4.4.3	Biegewellen. Dispersion	214
4.4.4	Ungedämpfte Eigenschwingungen	215
4.4.5	Der Rayleighquotient für Biegestäbe	221
4.4.6	Das Verfahren von Ritz	222
4.4.7	Erzwungene periodische Biegeschwingungen	223
Literatur		227
Sachverzeichnis		229