

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Lineare Modellgleichungen dreidimensionaler Festkörper	3
2.1	Kinematische Grundlagen	4
2.1.1	Koordinaten und Bewegung	4
2.1.2	Deformationsgradient und Verzerrungstensor	7
2.1.3	Geschwindigkeit und Beschleunigung	11
2.2	Synthetische Kontinuumsmechanik	14
2.2.1	Spannungen	14
2.2.2	Bilanzgleichungen	16
2.3	Analytische Kontinuumsmechanik	19
2.3.1	Lagrange-d'Alembert-Prinzip	19
2.3.2	Prinzip von Hamilton	23
2.3.3	Einarbeitung der Drehimpulsbilanz	25
2.4	Konstitutive Gleichungen	27
2.5	Vollständig lineare Theorie – Anfangs-Randwert-Problem in Verschiebungen	31
3	Lineare Strukturmodelle	35
3.1	Kondensation aus Kontinuumstheorie	36
3.2	Direkte Formulierung	46
3.2.1	Einparametrische Strukturmodelle	46
3.2.2	Zweiparametrische Strukturmodelle	50
3.2.3	Dämpfungseinflüsse	54
3.2.4	Modifikationen einparametrischer Strukturmodelle	55
3.3	Übungsaufgaben	59
4	Lösungstheorie	65
4.1	Lösungstheorie für freie Schwingungen	68
4.1.1	Bernoullischer Produktansatz	68
4.1.2	Grundbegriffe der Funktionalanalysis	70

4.1.3	Eigenwertproblem	73
4.1.4	Strenge Lösung von Eigenwertproblemen	87
4.1.5	Näherungsverfahren zur Lösung von Eigenwertproblemen	92
4.2	Lösungsmethoden für erzwungene Schwingungen	111
4.2.1	Zeitfreies Zwangsschwingungsproblem	111
4.2.2	Strenge Lösung zeitfreier Zwangsschwingungsprobleme	115
4.2.3	Lösung zeitfreier Zwangsschwingungsprobleme mittels Modalanalysis	120
4.2.4	Lösung von Zwangsschwingungsproblemen mit gemischtem Ritz-Ansatz	122
4.3	Übungsaufgaben	124
5	Schwingungen von Linientragwerken	131
5.1	Telegrafengleichung	132
5.1.1	Längs- und Torsionsschwingungen gerader Stäbe	132
5.1.2	Querschwingungen einer Saite	134
5.1.3	Allgemeine Form	136
5.1.4	Freie Schwingungen	137
5.1.5	Erzwungene Schwingungen	147
5.1.6	Wellenausbreitung	152
5.2	Biegeschwingungen gerader Stäbe	159
5.2.1	Elementare Theorie ohne Schubverformung und Drehträghheit	159
5.2.2	Freie Schwingungen	162
5.2.3	Erzwungene Schwingungen	172
5.2.4	Gekoppelte Biege-Torsions-Schwingungen	180
5.2.5	Timoshenko-Theorie	184
5.2.6	Ausbreitung von Biegewellen	191
5.3	Nichtseparierbare Erregung	195
5.4	Bogenträger und Kreisring	197
5.5	Rotierende Wellen	205
5.5.1	Bewegungsgleichungen	206
5.5.2	Auswertung und Phänomene	209
5.6	Übungsaufgaben	217
6	Schwingungen von Flächentragwerken	229
6.1	Membran	230
6.1.1	Transversalschwingungen	230
6.1.2	Freie Schwingungen	233
6.1.3	Zwangsschwingungen	242
6.1.4	Ebene Wellenausbreitung	243
6.2	Scheibe und Platte	244
6.2.1	Scheibenschwingungen	247

6.2.2	Plattenschwingungen	253
6.3	Schalenschwingungen	258
6.4	Übungsaufgaben	262
7	Schwingungen dreidimensionaler Kontinua	267
7.1	Unterschiedliche Koordinatensysteme	270
7.2	Ausgewählte Beispiele	274
7.3	Übungsaufgaben	277
8	Geometrisch nichtlineare Schwingungstheorie	279
8.1	Einfluss axialer Randkräfte auf Stabbiegeschwingungen	280
8.1.1	Konstante Zug- und Druckkräfte	282
8.1.2	Oszillierende Kräfte	285
8.2	Fliehkrafteinfluss auf Seil- und Stabschwingungen	288
8.3	Bewegte Saiten und Balken, durchströmte Rohre	297
8.4	Schwingende Elastica	305
8.5	Rotierende Scheiben	312
8.6	Übungsaufgaben	319
9	Dynamik verteilter Mehrfeldsysteme	329
9.1	Mehrfeldsysteme mit Oberflächenkopplung	330
9.1.1	Mechanische Systeme	330
9.1.2	Fluidschwingungen	333
9.1.3	Fluid-Struktur-Wechselwirkung	341
9.1.4	Fluid-Struktur-Wechselwirkung in rotierenden Systemen	352
9.2	Mehrfeldsysteme mit Volumenkopplung	360
9.2.1	Thermoelastische Koppelschwingungen	360
9.2.2	Dynamik piezoelektrischer Wandler	369
9.2.3	Magnetoelastische Schwingungen	379
9.2.4	Physikalische Nichtlinearitäten piezokeramischer Systeme	381
9.3	Übungsaufgaben	385
	Sachverzeichnis	391