

Inhaltsverzeichnis

1	Hydromechanik	
1.1	Eigenschaften einer Flüssigkeit	3
1.2	Hydrostatik.....	5
1.2.1	Druck in einer ruhenden Flüssigkeit	5
1.2.2	Auftrieb	13
1.2.3	Der schwimmende Körper	18
1.2.4	Druckkräfte auf ebene Flächen.....	21
1.2.5	Druckkräfte auf gekrümmte Flächen	28
1.3	Hydrodynamik	33
1.3.1	Kinematische Grundlagen	33
1.3.2	Stromfadentheorie	36
1.3.3	Strömung mit Energieverlusten	55
1.4	Weiterführende Literatur	68
2	Grundlagen der Elastizitätstheorie	
2.1	Spannungszustand	71
2.1.1	Spannungsvektor, Spannungstensor, Indexschreibweise..	71
2.1.2	Koordinatentransformation.....	76
2.1.3	Hauptspannungen, Invarianten, Mohrsche Kreise.....	79
2.1.4	Hydrostatischer Spannungszustand, Deviator	85
2.1.5	Gleichgewichtsbedingungen	87
2.2	Deformation und Verzerrung	94
2.2.1	Allgemeines	94
2.2.2	Infinitesimaler Verzerrungstensor	97
2.2.3	Kompatibilitätsbedingungen	102
2.3	Elastizitätsgesetz	106
2.3.1	Hooke'sches Gesetz	106
2.3.2	Isotropie	108
2.3.3	Formänderungsenergiedichte	112
2.3.4	Temperaturdehnungen	116
2.4	Grundgleichungen	118
2.5	Ebene Probleme.....	119
2.5.1	Ebener Spannungszustand, ebener Verzerrungszustand ..	120
2.5.2	Spannungs-Differentialgleichungen, Spannungsfunktion ..	122
2.5.3	Anwendungsbeispiele	126

VIII Inhaltsverzeichnis

2.5.4	Verschiebungs-Dgl., Rotationssymmetrie	132
2.6	Torsion	135
2.6.1	Allgemeines	135
2.6.2	Grundgleichungen	135
2.6.3	Verwölbungsfunktion und Torsionsfunktion	137
2.7	Energieprinzipien	146
2.7.1	Arbeitssatz	147
2.7.2	Sätze von Clapeyron und von Betti	151
2.7.3	Prinzip der virtuellen Verrückungen	152
2.8	Weiterführende Literatur	158
3	Statik spezieller Tragwerke	
3.1	Einleitung.....	161
3.2	Der Bogenträger	162
3.2.1	Gleichgewichtsbedingungen	162
3.2.2	Der momentenfreie Bogenträger	166
3.3	Das Seil	168
3.3.1	Gleichung der Seillinie.....	168
3.3.2	Seil unter Einzelkräften	172
3.3.3	Kettenlinie.....	173
3.4	Der Schubfeldträger	176
3.4.1	Kraftfluss am Parallelträger	176
3.4.2	Grundgleichungen	177
3.5	Saite und Membran	185
3.5.1	Die Saite.....	185
3.5.2	Die Membran	189
3.5.3	Membrantheorie dünner Rotationsschalen	191
3.6	Die Platte	196
3.6.1	Grundgleichungen der Platte	196
3.6.2	Randbedingungen für die schubstarre Platte	203
3.6.3	Die Kreisplatte	208
3.7	Weiterführende Literatur	212
4	Schwingungen kontinuierlicher Systeme	
4.1	Einleitung.....	215
4.2	Die Saite.....	216
4.2.1	Wellengleichung	216

4.2.2	d'Alembertsche Lösung, Wellen	218
4.2.3	Bernoullische Lösung, Schwingungen	222
4.3	Longitudinalschwingungen und Torsionsschwingungen ..	228
4.3.1	Freie Longitudinalschwingungen	228
4.3.2	Erzwungene Longitudinalschwingungen	234
4.3.3	Torsionsschwingungen.....	237
4.4	Biegeschwingungen von Balken	239
4.4.1	Grundgleichungen	239
4.4.2	Freie Schwingungen	242
4.4.3	Erzwungene Schwingungen	251
4.4.4	Wellenausbreitung	255
4.5	Eigenschwingungen von Membranen und Platten	258
4.5.1	Membranschwingungen	258
4.5.2	Plattenschwingungen.....	262
4.6	Energieprinzipien	265
4.7	Weiterführende Literatur	272
5	Stabilität elastischer Strukturen	
5.1	Allgemeines	275
5.2	Beschreibung typischer Stabilitätsfälle	276
5.2.1	Der elastisch eingespannte Druckstab als Beispiel für ein Verzweigungsproblem	276
5.2.2	Der Einfluss von Imperfektionen	282
5.2.3	Ein Beispiel für ein Durchschlagproblem	287
5.3	Verallgemeinerung	289
5.4	Stabknicken	294
5.4.1	Ermittlung der Knickgleichung mit der Energiemethode, Rayleigh-Quotient	294
5.4.2	Der Knickstab unter Eigengewicht	300
5.4.3	Der imperfekte Druckstab.....	303
5.4.4	Der elastische Druckstab mit großen Verschiebungen – Die Elastica	305
5.5	Plattenbeulen	310
5.5.1	Die Beulgleichung.....	311
5.5.2	Die Rechteckplatte unter einseitigem Druck.....	314
5.5.3	Die Kreisplatte	320

X	Inhaltsverzeichnis	
5.6	Weiterführende Literatur	322
6	Viskoelastizität und Plastizität	
6.1	Einführung	325
6.2	Viskoelastizität	328
6.2.1	Modellrheologie	329
6.2.2	Materialgesetz in integraler Form	348
6.3	Plastizität	352
6.3.1	Allgemeines	352
6.3.2	Fachwerke	359
6.3.3	Balken	366
6.4	Weiterführende Literatur	376
7	Numerische Methoden in der Mechanik	
7.1	Einleitung	379
7.2	Differentialgleichungen in der Mechanik	379
7.3	Integrationsverfahren für Anfangswertprobleme	382
7.3.1	Explizite Integrationsverfahren	382
7.3.2	Implizite Integrationsverfahren	391
7.4	Differenzenverfahren für Randwertprobleme	395
7.4.1	Gewöhnliche Differentialgleichungen	395
7.4.2	Partielle Differentialgleichungen	401
7.5	Methode der gewichteten Residuen	406
7.5.1	Vorbemerkungen	406
7.5.2	Kollokationsverfahren	407
7.5.3	Galerkin-Verfahren	407
7.5.4	Numerische Integration	410
7.5.5	Beispiele	412
7.5.6	Verfahren von Ritz	418
7.6	Methode der finiten Elemente	427
7.6.1	Einführung	427
7.6.2	Aufstellung der Gleichungssysteme	431
7.6.3	Stabelement	434
7.6.4	Balkenelement	437
7.6.5	Element für die Kreisplatte	443
7.6.6	Finite Elemente für zweidimensionale Probleme	446
7.6.7	Finite Elemente für dreidimensionale Probleme	467

7.7	Weiterführende Literatur	476
	Englische Fachausdrücke	477
	Sachverzeichnis	495