

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Hydromechanik</b>	
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
<b>2</b>	<b>Grundlagen der Elastizitätstheorie</b>	
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	Hookesches Gesetz .....	106
2.3.2	Isotropie .....	108
2.3.3	Formänderungsenergiegedichte.....	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-Dgln., 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
<b>3</b>	<b>Statik spezieller Tragwerke</b>	
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
<b>4</b>	<b>Schwingungen kontinuierlicher Systeme</b>	
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
<b>5</b>	<b>Stabilität elastischer Strukturen</b>	
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

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

<b>7.7</b>	<b>Weiterführende Literatur .....</b>	<b>476</b>
	<b>Englische Fachausdrücke .....</b>	<b>477</b>
	<b>Sachverzeichnis .....</b>	<b>495</b>