

# Inhalt

Abbildungsverzeichnis .....	11
<b>1 Statik .....</b>	<b>17</b>
1.1 Eine Vorbemerkung zur Gliederung der Technischen Mechanik .....	17
1.2 Mechanische Grundbegriffe .....	17
1.2.1 Masse, Zeit und Länge .....	18
1.2.2 Kraftbegriff .....	19
1.2.3 Einteilung der Kräfte .....	21
1.2.4 Momentenbegriff .....	24
1.3 Die Grundgleichungen der Statik .....	29
1.4 Der Schwerpunkt .....	35
1.4.1 Eine Vorbemerkung .....	35
1.4.2 Der Begriff des dreidimensionalen Schwerpunktes .....	36
1.4.3 Flächen- und Linienzentren .....	37
1.5 Trag- und Fachwerke .....	46
1.5.1 Vorbemerkungen zur Lagerung und idealisierte Lagertypen .....	46
1.5.2 Fachwerke .....	50
1.5.2.1 Begriffsbildung .....	50
1.5.2.2 Das Knotenpunktverfahren .....	52
1.5.2.3 Der Rittersche Schnitt .....	55
1.5.3 Tragwerke .....	58
1.6 Der biegesteife Träger .....	62
1.6.1 Begriffsbildung .....	62
1.6.2 Schnittgrößen .....	63
1.6.3 Schnittgrößendifferentialgleichungen (gerader Balken) .....	66
1.6.4 Schnittlasten an Rahmen .....	78
1.6.5 Bogen in der Ebene .....	88
1.6.6 Schnittgrößendifferentialgleichungen am Bogen .....	89
1.7 Reibungsphänomene .....	101
1.7.1 Begriffsbildung: Haften und Gleiten, Coulombsche Reibung .....	102
1.7.2 Kraft- und Momentengleichgewicht an der schiefen Ebene .....	104
1.7.3 Umschlingungsreibung .....	107
Literatur .....	111

<b>2</b>	<b>Festigkeitslehre</b> .....	<b>112</b>
2.1	Festigkeitslehre – warum? .....	112
2.2	Wichtige Belastungs- und Verformungsarten – Phänomenologie .....	113
2.3	Mechanische Spannungen .....	114
2.3.1	Erste Begriffsklärungen .....	114
2.3.2	Der Spannungstensor .....	118
2.3.3	Impulsbilanz der Statik .....	124
2.3.4	Momentengleichgewicht .....	126
2.4	Dehnungen .....	133
2.5	Hookesches Gesetz .....	137
2.6	Lamé–Navier–Gleichungen .....	139
2.7	Der Zug-/Druckstab .....	140
2.8	Reine Biegung .....	152
2.9	Reine Scherung .....	166
2.10	Querkraftbiegung .....	168
2.11	Die Biegeliniendifferentialgleichung .....	177
2.12	Schiefe Biegung .....	192
2.13	Torsion .....	197
2.13.1	Torsion des Kreisprofils .....	198
2.13.2	Torsion dünnwandiger geschlossener Profile .....	205
2.14	Biegespannungsformel für den gekrümmten Träger .....	208
2.15	Festigkeitsnachweis .....	210
	Literatur .....	219
<b>3</b>	<b>Bewegungslehre</b> .....	<b>220</b>
3.1	Begriffe der Bewegungslehre .....	220
3.2	Bewegung eines Massenpunktes .....	221
3.2.1	Kinematik .....	221
3.2.1.1	Kartesische Basis .....	223
3.2.1.2	Polar- und Zylinderkoordinatenbasis .....	224
3.2.1.3	Natürliche Basis .....	225
3.2.2	Kinetik .....	228
3.2.3	Energie- und Arbeitssatz .....	232
3.2.4	Drehimpuls und Drallsatz .....	234
3.3	Bewegung von Massenpunktsystemen .....	236
3.3.1	Kinematik .....	236
3.3.2	Kinetik .....	237
3.3.3	Impuls- und Schwerpunktsatz .....	238

3.3.4	Energie- und Arbeitssatz .....	239
3.3.5	Drehimpuls und Drallsatz.....	241
3.4	Der starre Körper .....	242
3.4.1	Begriffsbildung .....	242
3.4.2	Kinematik .....	243
3.4.3	Kinetische Vorbemerkungen I: Der lineare Impuls .....	257
3.4.4	Impuls- und Schwerpunktsatz .....	258
3.4.5	Energie- und Arbeitssatz .....	261
3.4.6	Kinetische Vorbemerkungen II: Der Drehimpuls .....	265
3.4.7	Drallsatz .....	266
3.4.8	Die Eulerschen Kreiselgleichungen.....	270
	Literatur.....	276

**4 Kontinuumsmechanik ..... 277**

4.1	Einführung .....	277
4.1.1	Was ist Kontinuumsmechanik?.....	277
4.1.2	Das Ziel der Kontinuumsmechanik.....	278
4.2	Feldformulierungsmöglichkeiten .....	279
4.2.1	Eulersche Beschreibungsweise .....	279
4.2.2	Transporttheorem in Eulerscher Beschreibungsweise .....	280
4.2.3	Materielle (Lagrangesche) Beschreibungsweise .....	284
4.2.4	Transporttheorem in materieller Beschreibungsweise .....	285
4.3	Bilanzgleichungen.....	286
4.3.1	Allgemeine globale Form .....	286
4.3.2	Allgemeine lokale Form in regulären Punkten .....	287
4.3.3	Bilanzen der Masse .....	289
4.3.4	Bilanzen des Impulses .....	293
4.4	Einfache Materialgleichungen .....	299
4.4.1	Die Notwendigkeit von Materialgleichungen .....	299
4.4.2	Das Euler-Fluid .....	300
4.4.3	Das Navier-Stokes-Fluid.....	305
4.4.4	Der Hookesche Festkörper und Ausbreitung elastischer Wellen .....	315
4.5	Beobachterwechsel.....	317
4.5.1	Grundbegriffe .....	317
4.5.2	Kinematik Euklidischer Transformationen .....	319
4.5.3	Kinematik von Galileitransformationen .....	324
4.5.4	Anwendungen Euklidischer Transformationen .....	324
4.5.5	Die Massenbilanz bei Beobachterwechsel.....	329

---

4.5.6	Die Impulsbilanz bei Beobachterwechsel .....	330
4.5.7	Materialgleichungen bei Beobachterwechsel .....	331
	Literatur .....	332
<b>5</b>	<b>Energiemethoden .....</b>	<b>334</b>
5.1	Bilanzen der thermo-mechanischen Energien .....	334
5.1.1	Bilanz der kinetischen Energie .....	334
5.1.2	Bilanz der Gesamtenergie .....	335
5.1.3	Bilanz der inneren Energie, 1. Hauptsatz .....	337
5.2	Bilanz der Entropie, 2. Hauptsatz .....	339
5.3	Auswertung der Entropieungleichung .....	340
5.3.1	Der Fall des linear elastischen Festkörpers .....	340
5.3.2	Der Fall der Navier-Stokes-Fourier-Flüssigkeit .....	343
5.4	Die Formänderungsenergiedichte und ihr Komplement .....	345
5.5	Die Sätze von Castigliano im Kontinuum .....	347
5.6	Darstellungssätze für die freie Energiedichte .....	347
5.7	Die Formänderungsenergiedichte .....	350
5.8	Die Formänderungsenergie des Balkens .....	351
5.9	Die Sätze von Castigliano im Diskreten .....	354
5.10	Motivation der Extremierung von Energiefunktionalen .....	363
5.11	Einführung in die Variationsrechnung .....	364
5.12	Prinzip der virtuellen Verrückungen .....	367
5.13	Spezialfälle des PdvV .....	371
5.14	PdvV in der Starrkörperkinetik .....	372
5.15	PdvV für gerade linear-elastische Balken .....	374
5.16	Prinzip der virtuellen Kräfte .....	375
5.17	Spezialfälle des PdvK insbesondere angewandt auf Balken .....	376
5.18	Das Prinzip der geringsten Wirkung .....	380
5.19	Die Lagrangeschen Gleichungen .....	386
	Literatur .....	391
	<b>Index .....</b>	<b>393</b>