

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	1
1.1 Definition der Mechanik	1
1.2 Einteilung der Mechanik	1
1.2.1 Einteilung nach den Eigenschaften der Körper	1
1.2.2 Einteilung nach den physikalischen Vorgängen	1
1.3 Physikalische Größen und Einheiten	2
1.3.1 Physikalische Größen	2
1.3.2 Einheiten	2
1.3.3 Dimensionsalgebra und Dimensionsanalyse	3
1.4 Aufgaben	4
2 Die Kraft und ihre Darstellung	6
2.1 Kräftedarstellung	6
2.2 Axiome der Kräftegeometrie	7
2.2.1 Axiom der Gleichwertigkeit von Kräften	7
2.2.2 Verschiebungssaxiom für Kräfte am starren Körper	7
2.2.3 Erstarrungsprinzip	7
2.2.4 Parallelogrammaxiom	8
2.3 Zusammensetzen und Zerlegen von Kräften	8
2.3.1 Grafische Methode	8
2.3.2 Rechnerische Methode	9
2.3.3 Zerlegung einer Kraft	9
2.3.4 Zusammenfassen paralleler Kräfte	10
2.3.4.1 Zwei parallele Kräfte mit gleicher Richtung	10
2.3.4.2 Zwei parallele, unterschiedlich große Kräfte entgegen- gesetzter Richtung	10
2.3.4.3 Zwei parallele, entgegengesetzt gerichtete Kräfte glei- cher Größe (Kräftepaar)	10
2.4 Aufgaben	11
3 Das Moment und seine Darstellung	12
3.1 Das Kräftepaar	12
3.2 Eigenschaften des Kräftepaares	13
3.3 Versetzungsmoment	13
3.4 Moment einer Kraft	14
3.5 Zusammenfassen von allgemeinen Lastgruppen	15
3.6 Aufgaben	16
4 Grundgesetze der Mechanik	18
4.1 Gleichgewichtsaxiom	18
4.2 Dynamisches Grundgesetz	18
4.3 Reaktionsaxiom	19

5 Schnittprinzip, Auflager, Bindungen, Freiheitsgrade	20
5.1 Begriffe	20
5.2 Befreiungs- und Schnittprinzip	21
5.3 Bindungen und Freiheitsgrade	21
5.4 Aufgaben	23
6 Gleichgewicht der starren Körper	24
6.1 Gleichgewichtsbedingungen	24
6.2 Zwei Kräfte	24
6.3 Drei Kräfte	24
6.4 Der ebene Starrkörper	26
6.5 Statische Bestimmtheit und Freiheitsgrade	28
6.6 Ebene Systeme aus starren Körpern	30
6.7 Räumliche Systeme	31
6.8 Elastisch verbundene Starrkörpersysteme	33
6.8.1 Längsfedern	33
6.8.2 Zusammenschaltung von linearen Federn	34
6.8.3 Drehfedern	35
6.9 Stabilität von Gleichgewichtslagen	36
6.10 Aufgaben	42
7 Verteilte Kräfte, Schwerpunkt	50
7.1 Begriffe	50
7.1.1 Volumenkräfte	50
7.1.2 Oberflächenkräfte	51
7.1.3 Linienkräfte	53
7.2 Schwerpunktsberechnung	54
7.2.1 Schwerpunkt von Körpern	54
7.2.2 Schwerpunkt von Flächen	55
7.2.3 Schwerpunkt von Linien	56
7.2.4 Schwerpunktlage in speziellen Körpern	57
7.2.5 Summenformeln	57
7.3 GULDINSche Regeln	58
7.4 Aufgaben	59
8 Schnittkräfte in ebenen Fachwerken	62
8.1 Definitionen, Voraussetzungen	62
8.2 Berechnung statisch bestimmter Fachwerke	62
8.2.1 Knotengleichgewicht	62
8.2.2 RITTER-Schnittverfahren	64
8.2.3 Nullstäbe	65
8.3 Aufgaben	65
9 Das Seil unter ebener, paralleler Last	69
9.1 Ebenes Seil mit Einzellasten	69
9.2 Ebenes Seil mit paralleler Streckenlast	70
9.3 Aufgaben	73

10 Schnittlasten im Balken	75
10.1 Voraussetzungen, Definitionen und Begriffe	75
10.2 Schnittlastenberechnung aus Gleichgewichtsbeziehungen	76
10.3 Schnittgrößen in der Nähe von Einzellasten und Zwischenbedingungen	81
10.4 Differentialgleichungen der Schnittgrößen von geraden Balken	82
10.5 Typische Eigenschaften von Zustandslinien	84
10.6 Schnittlasten in ebenen Bogenträgern	84
10.6.1 Schnittlastendefinition	84
10.6.2 Differentialgleichungen der Schnittgrößen	85
10.7 Schnittlasten in ebenen Rahmen	87
10.8 Schnittlasten bei räumlicher Belastung	89
10.9 Aufgaben	92
11 Haftung und Bewegungswiderstände	98
11.1 Haftung und Reibung auf ebener Unterlage	98
11.1.1 Grundlagen	98
11.1.2 Haften	98
11.1.3 Reibung	102
11.2 Seilhaftung und Seilreibung	104
11.2.1 Seilhaftung	104
11.2.2 Seilreibung	105
11.3 Weitere Bewegungswiderstände	106
11.3.1 Reibung in zylindrischen Lagern	107
11.3.2 Rollwiderstand	107
11.3.3 Verluste bei der Umlenkung von Seilen	109
11.3.4 Bewegungswiderstände in Flüssigkeiten und Gasen	109
11.3.5 Werkstoffdämpfung	111
11.3.6 Allgemeine Dämpfungsgesetze	111
11.4 Aufgaben	112
12 Prinzip der virtuellen Verrückungen	117
12.1 Einführung	117
12.2 Arbeit von Kräften und Momenten	117
12.3 Potentielle Energie	118
12.4 Prinzip der virtuellen Verrückungen	120
12.5 Stabilität von Gleichgewichtslagen	125
12.6 Aufgaben	128
13 Spannungen und Verformungen	133
13.1 Spannungen	133
13.2 Verzerrungen und Verschiebungen	135
13.2.1 Verschiebungen	135
13.2.2 Verzerrungen	136
13.2.3 Volumendehnung	137
13.3 Das HOOKEsche Gesetz	138
13.4 Reales Werkstoffverhalten	140
13.5 Der ebene Spannungszustand	140
13.6 Der räumliche Spannungszustand	146

13.7 Gleichgewicht im Kontinuum	148
13.8 Festigkeitshypothesen, Werkstoffeigenschaften	149
13.8.1 Einführung	149
13.8.2 Beanspruchungshypothesen	150
13.8.3 Gestaltfestigkeit	153
13.8.4 Zulässige Beanspruchung und Sicherheit	153
13.9 Aufgaben	154
14 Elastische Stäbe	158
14.1 Der Einzelstab	158
14.1.1 Spannungsverteilung	158
14.1.2 Verformung	159
14.1.3 Dehnsteifigkeit und Federkennlinie	159
14.2 Verformung von Stabwerken	161
14.2.1 Statisch bestimmte Stabwerke	161
14.2.2 Statisch unbestimmte Fachwerke	163
14.3 Aufgaben	165
15 Torsion gerader Stäbe	169
15.1 Stäbe mit kreisringförmigem Querschnitt	169
15.2 Dünnwandige geschlossene Hohlquerschnitte	172
15.3 Dünnwandige offene Querschnitte	173
15.4 Aufgaben	175
16 Flächenträgheitsmomente	179
16.1 Definitionen	179
16.2 Allgemeine Gesetzmäßigkeiten	180
16.3 STEINERScher Satz	181
16.4 Drehung des Koordinatensystems	182
16.5 Trägheitsmomente von zusammengesetzten Flächen	185
16.6 Aufgaben	186
17 Balkenbiegung	189
17.1 Grundlagen der ebenen Biegung gerader Balken	189
17.2 Differentialgleichung der Biegelinie und Normalspannungsverteilung	191
17.3 Biegelinie und Randbedingungen	194
17.4 Superpositionsprinzip	199
17.5 Schiefe Biegung	199
17.6 Verformung von Rahmen	202
17.7 Biegung gekrümmter Balken	204
17.8 Aufgaben	207
18 Querkraftschub	214
18.1 Einfache Scherung	214
18.2 Schubspannungen im Vollquerschnitt bei Biegung mit Querkräften	215
18.3 Abschätzung der Balkenverformung infolge Querkraftschub	219
18.4 Schubspannungen bei Querkraftbiegung von dünnwandigen Balken	221
18.5 Der Schubmittelpunkt	224

18.6 Aufgaben	225
19 Energiemethoden in der Elastostatik	229
19.1 Grundlagen	229
19.2 Äußere Formänderungsarbeit	229
19.3 Innere Formänderungsenergie	235
19.3.1 Aktive und passive innere Formänderungsenergie	235
19.3.2 Innere aktive Formänderungsenergie eines Volumenelementes .	236
19.3.3 Passive innere Formänderungsenergie eines Volumenelementes	237
19.3.4 Formänderungsenergie von Stäben unter Zug	238
19.3.5 Formänderungsenergie bei Biegung	238
19.3.6 Formänderungsenergie bei Torsion	239
19.3.7 Formänderungsenergie der Querkräfte	240
19.3.8 Superposition	241
19.4 Energieprinzip	242
19.5 Prinzip der virtuellen Kräfte	243
19.6 Berechnung statisch unbestimmter Systeme	245
19.7 Aufgaben	246
20 Stabilitätsprobleme der Elastostatik	250
20.1 Einleitende Betrachtungen	250
20.2 Knicken zentrisch belasteter gerader Stäbe	252
20.2.1 Differentialgleichungen der Biegelinien nach der Theorie zweiter Ordnung	252
20.2.2 Berechnung einiger EULER-Knickfälle	254
20.2.3 Freie Knicklängen	257
20.2.4 Hinweise zur Anwendung, Gültigkeit und Grenzen	258
20.2.5 Spannungsdiagramm	258
20.2.6 Knicksicherheitsfaktor	259
20.3 Knickbiegung	259
20.4 Energiemethoden der Stabilitätstheorie	261
20.5 Aufgaben	264
21 Einführung in die Methode der Finiten Elemente	268
21.1 Übersicht	268
21.2 Finites Stabelement	269
21.3 Finites Balkenelement	271
21.4 FE-Berechnung von Fachwerkrahmen	274
21.5 Aufgaben	278
34 Einführung in die Vektorrechnung	279
34.1 Eigenschaften von Vektoren	279
34.2 Vektoralgebra	281
34.3 Einführung in die Vektoranalysis	285
34.4 Aufgaben	286

Die Kapitel 22 bis 33 behandeln die Kinematik und Kinetik. Sie sind im Buch „Dynamik, Teil B der Technischen Mechanik“ ISBN 978-3-8440-2200-1 enthalten.

35 Tafeln und Tabellen	288
35.1 Schwerpunkte	288
35.2 Flächenträgheitsmomente	290
35.3 Werkstoffwerte	291
35.4 Haftbeiwerte und Reibkoeffizienten	291
35.5 Biegelinien	292
35.6 Koppeltafel	293
35.7 Torsionsflächenträgheitsmomente	295
36 Literatur	297
37 Ergebnisse und Kontrollwerte der Aufgaben	298
38 Stichwortverzeichnis	311