

Inhaltsverzeichnis

Die mit * gekennzeichneten Kapitel und Abschnitte sind nur in den umfassenden Büchern „Statik und Elastomechanik, Teil A der Technischen Mechanik“ und „Dynamik, Teil B der Technischen Mechanik“ enthalten.

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 Kräfterdarstellung	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	37
7	Verteilte Kräfte, Schwerpunkt	43
7.1	Begriffe	43
7.1.1	Volumenkräfte	43
7.1.2	Oberflächenkräfte	44
7.1.3	Linienkräfte	46
7.2	Schwerpunktsberechnung	47
7.2.1	Schwerpunkt von Körpern	47
7.2.2	Schwerpunkt von Flächen	48
7.2.3	Schwerpunkt von Linien	49
7.2.4	Schwerpunktslage in speziellen Körpern	50
7.2.5	Summenformeln	50
7.3	GULDINSche Regeln	51
7.4	Aufgaben	52
8	Schnittkräfte in ebenen Fachwerken	55
8.1	Definitionen, Voraussetzungen	55
8.2	Berechnung statisch bestimmter Fachwerke	55
8.2.1	Knotengleichgewicht	55
8.2.2	RITTER-Schnittverfahren	57
8.2.3	Nullstäbe	58
8.3	Aufgaben	58

9 Das Seil unter ebener, paralleler Last*	61
10 Schnittlasten im Balken	62
10.1 Voraussetzungen, Definitionen und Begriffe	62
10.2 Schnittlastenberechnung aus Gleichgewichtsbeziehungen	63
10.3 Schnittgrößen in der Nähe von Einzellasten und Zwischenbedingungen	68
10.4 Differentialgleichungen der Schnittgrößen von geraden Balken	69
10.5 Typische Eigenschaften von Zustandslinien	71
10.6 Schnittlasten in ebenen Bogenträgern *	71
10.7 Schnittlasten in ebenen Rahmen *	71
10.8 Schnittlasten bei räumlicher Belastung *	71
10.9 Aufgaben	72
11 Haftung und Bewegungswiderstände	75
11.1 Haftung und Reibung auf ebener Unterlage	75
11.1.1 Grundlagen	75
11.1.2 Haften	75
11.1.3 Reibung	79
11.2 Seilhaftung und Seilreibung	81
11.2.1 Seilhaftung	81
11.2.2 Seilreibung	82
11.3 Weitere Bewegungswiderstände	83
11.3.1 Reibung in zylindrischen Lagern	84
11.3.2 Rollwiderstand	84
11.3.3 Verluste bei der Umlenkung von Seilen	86
11.3.4 Bewegungswiderstände in Flüssigkeiten und Gasen	86
11.3.5 Werkstoffdämpfung	88
11.3.6 Allgemeine Dämpfungsgesetze	88
11.4 Aufgaben	89
12 Prinzip der virtuellen Verrückungen*	93
13 Spannungen und Verformungen	94
13.1 Spannungen	94
13.2 Verzerrungen und Verschiebungen	96
13.2.1 Verschiebungen	96
13.2.2 Verzerrungen	97
13.2.3 Volumendehnung	98
13.3 Das HOOKEsche Gesetz	99
13.4 Reales Werkstoffverhalten	101
13.5 Der ebene Spannungszustand *	101
13.6 Der räumliche Spannungszustand *	101
13.7 Gleichgewicht im Kontinuum *	101
13.8 Festigkeitshypothesen, Werkstoffeigenschaften *	101
13.9 Aufgaben	102

14 Elastische Stäbe	104
14.1 Der Einzelstab	104
14.1.1 Spannungsverteilung	104
14.1.2 Verformung	105
14.1.3 Dehnsteifigkeit und Federkennlinie	105
14.2 Verformung von Stabwerken *	107
14.3 Aufgaben	107
15 Torsion gerader Stäbe	110
15.1 Stäbe mit kreisringförmigem Querschnitt	110
15.2 Dünnwandige geschlossene Hohlquerschnitte *	113
15.3 Dünnwandige offene Querschnitte *	113
15.4 Aufgaben	113
16 Flächenträgheitsmomente	116
16.1 Definitionen	116
16.2 Allgemeine Gesetzmäßigkeiten	117
16.3 STEINERScher Satz	118
16.4 Drehung des Koordinatensystems *	119
16.5 Trägheitsmomente von zusammengesetzten Flächen	119
16.6 Aufgaben	120
17 Balkenbiegung	122
17.1 Grundlagen der ebenen Biegung gerader Balken	122
17.2 Differentialgleichung der Biegelinie und Normalspannungsverteilung	124
17.3 Biegelinie und Randbedingungen	127
17.4 Superpositionsprinzip	132
17.5 Schiefe Biegung *	133
17.6 Verformung von Rahmen *	133
17.7 Biegung gekrümmter Balken *	133
17.8 Aufgaben	133
18 Querkraftschub*	137
19 Energiemethoden in der Elastostatik*	137
20 Stabilitätsprobleme der Elastostatik*	137
21 Einführung in die Methode der Finiten Elemente*	137
22 Kinematik des Punktes	138
22.1 Definitionen	138
22.2 Beschreibung im kartesischen Inertialsystem	139
22.2.1 Geradlinige Bewegung	139
22.2.2 Schiefer Wurf	141
22.3 Beschreibung mit natürlichen Koordinaten	143
22.4 Beschreibung mit Zylinderkoordinaten	144
22.5 Aufgaben	147

23 Kinematik des Starrkörpers	152
23.1 Translation und Rotation	152
23.2 Der Vektor der Winkelgeschwindigkeit	152
23.3 Geschwindigkeits- und Beschleunigungszustand eines Starrkörpers	153
23.4 Ebene Bewegung des starren Körpers	155
23.5 Aufgaben	159
24 Relativbewegung*	164
25 Kräfte- oder Schwerpunktsatz	165
25.1 Axiome der Kinetik	165
25.2 Der Impuls	165
25.3 Der Schwerpunktsatz	166
25.4 Systeme mit veränderlicher Masse *	171
25.5 Aufgaben	172
26 Massenträgheitsmomente	177
26.1 Definition und wichtige Eigenschaften	177
26.2 Satz von HUYGENS und STEINER	178
26.3 Hauptträgheitsmomente und Hauptachsen	179
26.4 Aufgaben	182
27 Momentensatz	184
27.1 Drall eines Körpers	184
27.2 Momentensatz	188
27.3 Die ebene Bewegung des starren Körpers	189
27.4 Die räumliche Drehung und die EULERSchen Gleichungen *	193
27.5 Drehung um eine raumfeste Achse	194
27.6 Kinetik der räumlichen Bewegung in einem Relativsystem *	196
27.7 Kreisdynamik *	196
27.8 Aufgaben	197
28 Energie und Arbeit	201
28.1 Grundbegriffe	201
28.1.1 Leistung	201
28.1.2 Arbeit von Kräften und Momenten	202
28.1.3 Kinetische Energie	203
28.1.4 Potentielle Energie	204
28.2 Der Arbeitssatz der Mechanik	206
28.3 Aufgaben	210
29 Einfache lineare Schwinger	215
29.1 Bewegungsgleichungen und Kenngrößen	215
29.2 Eigenschwingungen oder freie Schwingungen	217
29.2.1 Lösungsansatz	217
29.2.2 Freie, ungedämpfte Schwingungen	218
29.2.3 Freie, schwach gedämpfte Schwingungen	221
29.2.4 Freie, stark gedämpfte Schwingung	222
29.3 Erzwungene Schwingungen bei harmonischer Erregung	223

29.4 Mechanisch-elektrische Analogie	226
29.5 Freie Schwingungen von Systemen mit mehreren Freiheitsgraden *	227
29.6 Erzwungene Schwingungen von Mehrfreiheitsgradsystemen *	227
29.7 Einblick in die Schwingungen von Kontinua *	227
29.8 Der Rayleigh-Quotient *	227
29.9 Aufgaben	227
30 Impuls- und Drallsatz	231
30.1 Impulssatz	231
30.2 Drallsatz	232
30.3 Einfache Stoßvorgänge	233
30.4 Aufgaben	238
31 Das Prinzip von d'Alembert*	244
32 Die Lagrangesche Gleichungen*	244
33 Hydromechanik*	244
34 Einführung in die Vektorrechnung*	244
35 Tafeln und Tabellen	245
35.1 Schwerpunkte	245
35.2 Flächenträgheitsmomente	247
35.3 Werkstoffwerte	248
35.4 Haftbeiwerte und Reibkoeffizienten	248
35.5 Biegelinien	249
35.6 Massenträgheitsmomente	250
36 Literatur	251
37 Ergebnisse und Kontrollwerte der Aufgaben	252
38 Stichwortverzeichnis	265