

# Inhaltsverzeichnis

<b>0 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>1 Grundbegriffe</b>	<b>3</b>
1.1 Begriffserklärung „Statik starrer Körper“ .....	3
1.2 Kräfte und Kräftearten .....	3
1.3 Streckenlasten .....	4
1.4 Was ist ein mechanisches System .....	5
1.5 Einteilung der Kräfte .....	6
1.6 Aufgabe der Statik .....	7
1.7 Modellbildung, Ersatzsystem, Idealisierung .....	8
1.8 Rechnerische Bearbeitung von Gleichgewichtsproblemen .....	8
1.9 Lagerungen .....	9
1.9.1 Lagerungen in der Ebene .....	9
1.9.2 Lagerungen im Raum .....	10
1.9.3 Verbindungselement zwischen zwei Körpern in der Ebene .....	11
1.10 Abgrenzen (Aufteilen) eines mechanischen Systems .....	12
1.11 Das Freimachen .....	12
1.11.1 Beispiele zum Freimachen .....	16
1.12 Erstarrungsmethode .....	20
1.13 Axiome der Statik .....	21
1.13.1 Das Gleichgewichtsaxiom .....	21
1.13.2 Das Reaktionsaxiom (Wechselwirkungsgesetz) .....	21
1.13.3 Das Axiom von der Verschiebbarkeit einer Kraft auf ihrer Wirkungslinie .....	22
1.13.4 Das Axiom vom Kräfteparallelogramm .....	22
1.14 Schnittprinzip (Schnittmethode oder Schnittverfahren) .....	22
1.15 Fragen und Antworten .....	26

<b>2 Kräfte mit einem gemeinsamen Angriffspunkt (zentrales Kräftesystem)</b>	<b>29</b>
2.1 Zusammensetzung und Zerlegen von Kräften in der Ebene, Komponentendarstellung .	29
2.1.1 Beispiel .....	30
2.2 Gleichgewicht in der Ebene .....	32
2.2.1 Drei nichtparallele Kräfte im Gleichgewicht .....	32
2.2.2 Beispiele .....	33
2.3 Räumliches zentrales Kräftesystem .....	36
2.4 Fragen und Antworten .....	39
<b>3 Allgemeines Kräftesystem</b>	<b>41</b>
3.1 Allgemeines Kräftesystem in der Ebene .....	41
3.1.1 Kräftepaar und Moment des Kräftepaars .....	41
3.1.2 Moment einer Kraft, Versatzmoment (Parallelverschiebung einer Kraft), Momentensatz .....	42
3.1.3 Resultierende und resultierendes Moment ebener Kraftsysteme .....	44
3.1.4 Gleichgewicht und Gleichgewichtsbedingungen im ebenen Kräftesystem .....	46
3.1.4.1 Beispiele .....	48
3.1.5 Gleichgewicht bei vier Kräften in der Ebene (Verfahren nach CULMANN) .....	51
3.1.5.1 Beispiel .....	51
3.2 Allgemeines Kräftesystem im Raum .....	52
3.2.1 Moment einer Kraft (Momentenvektor) .....	52
3.2.2 Gleichgewichtsbedingungen .....	53
3.2.3 Beispiele .....	54
3.3 Fragen und Antworten .....	58
<b>4 Schnittpunktprinzip beim Lager sowie beim Gelenk</b>	<b>59</b>
4.1 Einteilige ebene Tragwerke .....	60
4.1.1 Statische Bestimmtheit .....	60
4.1.2 Beispiele .....	61

---

4.2 Mehrteilige ebene Tragwerke .....	63
4.2.1 Statische Bestimmtheit .....	63
4.2.2 Beispiele .....	64
4.3 Räumliche Tragwerke .....	69
4.3.1 Beispiel .....	69
4.4 Fragen und Antworten .....	72
<b>5 Schnittprinzip bei Seil, Kette und beim Stab für ebene Kraftsysteme</b>	<b>73</b>
5.1 Seil und Kette .....	73
5.1.1 Beispiele .....	74
5.2 Stab, ebenes Fachwerk .....	75
5.2.1 Statische Bestimmtheit beim Fachwerk .....	76
5.2.2 Aufbau eines Fachwerks .....	77
5.2.3 Ermittlung der Stabkräfte .....	78
5.2.3.1 Knotenpunktverfahren .....	78
5.2.3.2 RITTERSches Schnittverfahren .....	79
5.2.3.3 Nullstäbe erkennen .....	85
5.3 Fragen und Antworten .....	86
<b>6 Schnittprinzip bei Balken, Rahmen, Bogen und bei räumlich belasteten Tragwerken</b>	<b>87</b>
6.1 Schnittgrößen am Balken .....	87
6.1.1 Beispiel .....	88
6.1.2 Differentielle Zusammenhänge zwischen Belastung und Schnittgrößen .....	93
6.1.3 Wichtige Aussagen zu den Schnittgrößen $Q$ und $M$ .....	94
6.1.4 Beispiele .....	95
6.1.5 Punktweise Ermittlung der Schnittgrößen .....	105
6.1.6 Übersichtstabellen zu den Schnittgrößen $Q$ und $M$ in Abhängigkeit von Belastung, Lagerung und Verbindungsart .....	108
6.2 Schnittgrößen beim Rahmen .....	109
6.2.1 Beispiel .....	110

6.3	Schnittgrößen beim Bogen .....	114
6.3.1	Beispiel .....	114
6.4	Schnittgrößen bei räumlich belasteten Tragwerken .....	118
6.4.1	Beispiele .....	118
6.5	Fragen und Antworten .....	122
<b>7</b>	<b>Der Schwerpunkt</b>	<b>125</b>
7.1	Massen- bzw. Gewichtsschwerpunkt .....	125
7.1.1	Beispiel .....	126
7.2	Volumenschwerpunkt .....	128
7.2.1	Beispiel .....	128
7.3	Flächenschwerpunkt .....	129
7.3.1	Beispiel .....	130
7.4	Linienschwerpunkt .....	131
7.4.1	Beispiel .....	131
7.5	Tabellen mit Schwerpunktkoordinaten .....	132
7.6	Regeln von PAPPUS und GULDIN bei Rotationskörpern .....	134
7.6.1	Oberflächenberechnung von drehsymmetrischen Körpern .....	134
7.6.1.1	Beispiel .....	134
7.6.2	Volumenberechnung von drehsymmetrischen Körpern .....	135
7.6.2.1	Beispiel .....	135
7.7	Fragen und Antworten .....	136
<b>8</b>	<b>Haftung und Reibung</b>	<b>137</b>
8.1	COULOMBSches Reibungsgesetz .....	137
8.1.1	Beispiele .....	139
8.2	Haftung und Reibung an Schrauben .....	144
8.3	Reibung am Keil .....	146
8.4	Seilhaftung und Seilreibung .....	147
8.4.1	Beispiel .....	147
8.5	Rollwiderstand (rollende Reibung) .....	148
8.6	Fragen und Antworten .....	150

<b>9 Das biegeschlaffe Seil</b>	<b>151</b>
9.1 Seil mit beliebigem Durchhang .....	151
9.2 Seil mit geringem Durchhang .....	153
9.3 Beispiel .....	153
9.4 Fragen und Antworten .....	156
<b>10 Standsicherheit</b>	<b>157</b>
10.1 Definition der Standsicherheit .....	157
10.2 Beispiele .....	157
<b>11 Arbeit</b>	<b>161</b>
11.1 Arbeit einer Kraft, Potential .....	161
11.2 Prinzip der virtuellen Verrückungen .....	163
11.3 Ermittlung von Schnitt- und Reaktionskräften .....	166
11.4 Stabilität einer Gleichgewichtslage .....	166
11.5 Beispiele .....	167
<b>Anhang</b>	<b>181</b>
A1 Zeichenvereinbarungen .....	182
A2 Rechtwinkliges Rechts-Koordinatensystem .....	182
A3 Einige Grundbegriffe der Vektorrechnung (mit Beispiel: Räumlich belastetes mechanisches System) .....	182
- Skalare .....	182
- Vektoren .....	183
- Gleichheit von Vektoren .....	183
- Multiplikation eines Vektors mit einem Skalar .....	183
- Addition und Subtraktion von Vektoren .....	184
- Einheitsvektor .....	184
- Vektoren im rechtwinkligen Koordinatensystem .....	185
- Skalarprodukt .....	185
- Vektorprodukt (Kreuzprodukt) .....	186
- Beispiel: Räumlich belastetes mechanisches System .....	188
A4 CREMONA-Plan .....	192
A5 Anschauungsmodelle zum Schnittpunktprinzip .....	192
- Schaumgummi-Balken mit biegesteifem Stoß .....	192
- Balken auf zwei Stützen mit drei herausnehmbaren Stäben .....	193
- Fachwerk .....	195
A6 Zur Technik des Aufgabenlösens .....	196
- Das Verstehen der Aufgabe .....	196
- Das Aufstellen des Lösungsplanes .....	196
- Die Lösung .....	197
- Kontrolle der Lösung .....	197
- Wie eignen wir uns die Technik des Aufgabenlösens an? .....	197
- Lehrbeispiel .....	198

A7 Leitlinien zum Lösen von Mechanik-Aufgaben aus der Statik .....	201
Aufgaben mit ausführlichen Lösungen .....	203
• Aufgaben zum Thema „Allgemeines Kräftesystem“ (Aufgabe 1 - Aufgabe 45) .....	203
• Aufgaben zum Thema „Gelenkträger, Dreigelenkbogen“ (Aufgabe 46 - Aufgabe 53) .....	252
• Aufgaben zum Thema „Fachwerk“ (Aufgabe 54 - Aufgabe 63) .....	265
• Aufgaben zum Thema „Schnittrößenverläufe an mechanischen Systemen“ (Aufgabe 64 - Aufgabe 79) .....	279
• Aufgaben zum Thema „Schwerpunkt“ (Aufgabe 80 - Aufgabe 86) .....	312
• Aufgaben zum Thema „Haftung und Reibung“ (Aufgabe 87 - Aufgabe 101) .....	321
• Aufgaben zum Thema „Kräftesystem im Raum“ (Aufgabe 102 - Aufgabe 111) .....	344
• Aufgaben zum Thema „Biegeschlaffes Seil“ (Aufgabe 112 - Aufgabe 113) .....	363
• Aufgaben zum Thema „Standsicherheit“ (Aufgabe 114) .....	366
Zusammenstellung von Grundlagen aus der Statik (Formelsammlung) .....	369
F1 Kräfte, Lagerungen, Freimachen, Axiome, Schnittpunkt .....	369
F2 Zentrales Kräftesystem .....	374
F3 Allgemeines Kräftesystem .....	377
F4 Ebenes Fachwerk .....	380
F5 Schnittrößen am Balken .....	382
F6 Schwerpunkt .....	384
F7 Haftung und Reibung .....	388
F8 Biegeschlaffes Seil .....	389
F9 Arbeit; Potential; Prinzip der virtuellen Verrückungen; Stabilität einer Gleichgewichtslage .....	391
Das griechische Alphabet .....	393
Vorsätze und Vorsatzzeichen für dezimale Teile und Vielfache von Einheiten .....	393
Einheitennamen und Einheitenzeichen .....	394
Einige Formeln aus der Mathematik .....	395
Literatur .....	397
Sachwortverzeichnis .....	399