

Inhaltsverzeichnis

0 Einleitung	1
1 Grundbegriffe	3
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

2 Kräfte mit einem gemeinsamen Angriffspunkt (zentrales Kräftesystem)	29
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
3 Allgemeines Kräftesystem	41
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
4 Schnittprinzip beim Lager sowie beim Gelenk	59
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
5	Schnittprinzip bei Seil, Kette und beim Stab für ebene Kraftsysteme	73
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
6	Schnittprinzip bei Balken, Rahmen, Bogen und bei räumlich belasteten Tragwerken	87
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
7	Der Schwerpunkt	125
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
8	Haftung und Reibung	137
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

9 Das biegeschlaffe Seil	151
9.1 Seil mit beliebigem Durchhang	151
9.2 Seil mit geringem Durchhang	153
9.3 Beispiel	153
9.4 Fragen und Antworten	156
10 Standsicherheit	157
10.1 Definition der Standsicherheit	157
10.2 Beispiele	157
11 Arbeit	161
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
Anhang	181
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 Schnittprinzip	192
- Schaumgummi-Balken mit biegesteifem Stoß	192
- Balken auf zwei Stützen mit drei herausnehmbaren Stäben	193
- Fachwerk	195
A6 Zur Technik des Aufgabenlöseens	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 Aufgabenlöseens 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 „Schnittgrößenverläufe 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 „Standicherheit“ (Aufgabe 114)	366
Zusammenstellung von Grundlagen aus der Statik (Formelsammlung)	369
F1 Kräfte, Lagerungen, Freimachen, Axiome, Schnittprinzip	369
F2 Zentrales Kräftesystem	374
F3 Allgemeines Kräftesystem	377
F4 Ebenes Fachwerk	380
F5 Schnittgrößen 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