
Hans Albert Richard · Manuela Sander

Technische Mechanik. Statik

Mit Praxisbeispielen, Klausuraufgaben
und Lösungen

5., überarbeitete Auflage

 Springer Vieweg

Inhaltsverzeichnis

1	Fragestellungen der Statik.....	1
2	Kräfte und ihre Wirkungen.....	5
2.1	Äußere Kräfte, wirkende Lasten.....	5
2.2	Reaktionskräfte und innere Kräfte.....	8
2.3	Kräfte am starren Körper.....	10
2.3.1	Linienflüchtigkeitsaxiom	11
2.3.2	Gleichgewichtsaxiom.....	11
2.3.3	Wechselwirkungsgesetz.....	12
2.3.4	Axiom vom Kräfteparallelogramm	13
2.4	Zentrale ebene Kräftegruppe	15
2.4.1	Ermittlung der Resultierenden	15
2.4.2	Zerlegung einer Kraft in verschiedene Richtungen.....	22
2.4.3	Gleichgewicht dreier Kräfte.....	23
2.4.4	Gleichgewichtsbedingungen für zentrale Kräftegruppe.....	25
2.5	Beliebige ebene Kräftegruppe	28
2.5.1	Ermittlung der resultierenden Kraft einer ebenen Kräftegruppe.....	28
2.5.2	Zerlegung einer Kraft nach mehreren Richtungen.....	31
3	Momente und ihre Wirkungen.....	33
3.1	Moment einer Kraft.....	33
3.1.1	Vektordarstellung des Momentes.....	34
3.1.2	Berechnung des Momentes mit den Kraftkomponenten	35
3.2	Moment einer ebenen Kräftegruppe.....	36
3.3	Moment eines Kräftepaares.....	39
4	Lösen von Fragestellungen der ebenen Statik	42
4.1	Gleichgewichtsbedingungen der ebenen Statik.....	42
4.2	Der Freischnitt: Kräfte werden sichtbar	45
4.3	Lösungen für Probleme in Natur und Technik	49
4.4	Standicherheit	55
5	Einteilige ebene Tragwerke	58
5.1	Einzelkomponenten ebener Tragwerke	58
5.1.1	Seil	58
5.1.2	Stab	58
5.1.3	Balken	59
5.1.4	Bogenträger.....	59
5.1.5	Rahmen	60
5.1.6	Gelenkträger.....	60
5.1.7	Scheibe.....	61

5.2	Lagerungsarten	61
5.2.1	Verschiebbares Lager	61
5.2.2	Festes Lager	62
5.2.3	Einspannung	63
5.2.4	Übersicht, alternative Darstellungen	63
5.3	Lagerungen für ebene Tragwerke	64
5.3.1	Freiheitsgrade, stabile Lagerung und statische Bestimmtheit	65
5.3.2	Tragwerke mit einem Festlager und einem Loslager	65
5.3.3	Eingespannter Balken	66
5.3.4	Tragwerk mit zwei Festlagern	66
5.3.5	Tragwerke mit drei Lagerungen	66
5.3.6	Balken mit Einspannung und Festlager	67
5.3.7	Beispiele für nichtstabile Lagerungen	67
5.4	Rechnerische Ermittlung der Auflagerreaktionen von einteiligen Tragwerken	67
5.4.1	Freischnitt des Tragwerkes	68
5.4.2	Anwendung der Gleichgewichtsbedingungen	68
5.4.3	Balken mit Fest- und Loslager	69
5.4.4	Eingespannter Balken	69
5.4.5	Rahmen	71
5.5	Zeichnerische Ermittlung der Auflagerreaktionen	73
5.5.1	Vertikal belasteter Balken	73
5.5.2	Balken mit nichtparallelen Kräften	73
5.6	Innere Kräfte und Momente ebener Tragwerke	75
5.6.1	Normalkraft, Querkraft und Biegemoment	75
5.6.2	Schnittkraftgruppe	76
5.6.3	Normalkraft im Seil	76
5.6.4	Normalkraft im Stab	77
5.6.5	Normalkraft, Querkraft und Biegemoment im Balken	79
5.6.6	Normalkraft, Querkraft und Biegemoment beim Rahmen	88
5.6.7	Normalkraft, Querkraft und Biegemoment beim Bogenträger	91
5.7	Tragwerke mit kontinuierlich verteilter Belastung	95
5.7.1	Einbereichsprobleme mit beliebig verteilter Streckenlast	96
5.7.2	Balken mit konstanter Streckenlast	98
5.7.3	Balken mit Dreieckslast	101
5.7.4	Zusammenhang zwischen Belastungs- und Schnittgrößen beim Balken ...	105
5.7.5	Mehrbereichsprobleme	106
6	Mehrteilige ebene Tragwerke	115
6.1	Tragwerke mit Gelenken	116
6.1.1	Freiheitsgrade, stabile Lagerung und statische Bestimmtheit	116
6.1.2	Lagerungen für mehrteilige ebene Tragwerke	117
6.2	Ermittlung der Auflagerreaktionen und der Gelenkkräfte	118
6.3	Normalkraft-, Querkraft- und Biegemomentenverläufe in den Tragwerksteilen ...	122
6.4	Balken mit Gelenken (GERBER-Träger)	125
6.5	Dreigelenkbogen	129
6.6	Rahmentragwerke mit Gelenken	131

7	Ebene Fachwerke.....	134
7.1	Stabilität, statische Bestimmtheit.....	135
7.2	Ermittlung der Auflagerkräfte von ebenen Fachwerken	136
7.3	Ermittlung der Stabkräfte beim einfachen Fachwerk	137
7.3.1	Nullstäbe	137
7.3.2	RITTERsches Schnittverfahren	138
7.3.3	Knotenpunktverfahren	143
7.3.4	CREMONA-Plan	146
7.4	Ermittlung der Stabkräfte beim nichteinfachen Fachwerk	149
8	Räumliche Statik starrer Körper.....	152
8.1	Kräfte und Momente im Raum.....	152
8.1.1	Einzelkraft und ihre Komponenten	153
8.1.2	Resultierende einer zentralen räumlichen Kräftegruppe	154
8.1.3	Moment einer Kraft.....	155
8.1.4	Resultierende Kraft und resultierendes Moment einer beliebigen räumlichen Kräftegruppe.....	156
8.2	Gleichgewichtsbedingungen der räumlichen Statik	158
8.3	Räumliche Tragwerke	160
8.3.1	Lagerungsarten für räumliche Tragwerke.....	160
8.3.2	Freiheitsgrade, stabile Lagerung und statische Bestimmtheit	163
8.3.3	Ermittlung der Auflagerreaktionen	164
8.3.4	Ermittlung der Schnittgrößen räumlicher Tragwerke	166
9	Schwerpunkt.....	171
9.1	Schwerpunkt eines Körpers.....	171
9.1.1	Ortsvektor des Schwerpunktes.....	172
9.1.2	Koordinaten des Schwerpunktes.....	174
9.1.3	Massenmittelpunkt	174
9.1.4	Volumenmittelpunkt	175
9.1.5	Schwerpunkt, Massenmittelpunkt und Volumenmittelpunkt von zusammengesetzten Körpern.....	175
9.1.6	Schwerpunkte einfacher homogener Körper.....	177
9.2	Schwerpunkt einer Fläche	180
9.2.1	Ortsvektor des Flächenschwerpunktes.....	180
9.2.2	Koordinaten des Flächenschwerpunktes	180
9.2.3	Flächenschwerpunkte für zusammengesetzte Flächen.....	181
9.2.4	Berechnung des Flächenschwerpunktes einzelner Flächen	181
9.2.5	Schwerpunktskoordinaten einfacher Flächen	182
9.2.6	Statisches Moment einer Fläche.....	182
10	Reibung	185
10.1	Grundlagen der Festkörperreibung.....	185
10.2	Haftreibung.....	186
10.2.1	Körper auf schiefer Ebene.....	187
10.2.2	Reibungssektor, Reibungskegel.....	189
10.2.3	Leiter an einer Wand.....	190

10.3 Gleitreibung	193
10.4 Seilhaftung und Seilreibung	197
10.4.1 Seilhaftung	197
10.4.2 Seilreibung	199
11 Klausuraufgaben	200
11.1 Aufgabenstellungen	200
11.2 Ergebnisse	209
Anhang	221
A1 Größen, Dimensionen und Einheiten der Mechanik	221
A2 Grundlagen der Vektorrechnung	221
A2.1 Allgemeine Definitionen	222
A2.2 Addition von Vektoren	222
A2.3 Komponentendarstellung eines Vektors	223
A2.4 Skalarprodukt zweier Vektoren	224
A2.5 Vektorprodukt zweier Vektoren	225
A3 Genauigkeit der Zahlenrechnung	226
A4 Weiterführende Themen der Technischen Mechanik	226
Sachwortverzeichnis	227