

Inhaltsverzeichnis

1 Definitionen und Axiome	1
1.1 Der Kraftbegriff	1
1.2 Das Gleichgewichtsaxiom	2
1.3 Das Reaktionsgesetz	3
1.4 Die Verschiebbarkeit der Kraft längs ihrer Wirkungslinie	4
1.5 Die Parallelverschiebung der Kraft	5
1.6 Das Axiom vom Kräfteparallelogramm	5
1.7 Die analytische Zusammensetzung von Kräften an einem Punkt	7
1.8 Das Gleichgewicht dreier Kräfte	8
2 Zeichnerische Zusammensetzung von Kräften	10
2.1 Die Resultierende einer ebenen Kräftegruppe	10
2.2 Die Ermittlung der Resultierenden einer ebenen Kräftegruppe mit Hilfe des Seileckverfahrens	11
2.3 Parallele Kräfte	13
2.3.1 Die Resultierende zweier fast paralleler Kräfte	13
2.3.2 Die Resultierende zweier paralleler Kräfte	13
2.3.3 Zwei gleich große, parallele, aber entgegengesetzt gerichtete Kräfte	14
2.4 Die Zerlegung einer Kraft	15
2.4.1 Die Zerlegung einer Kraft nach zwei nichtparallelen Wirkungslinien	15
2.4.2 Die Zerlegung einer Kraft nach zwei parallelen Wirkungslinien	16
2.4.3 Die Zerlegung einer Kraft nach drei Wirkungslinien in der Ebene	16
3 Einfache Regeln der Vektorrechnung	18
3.1 Die geometrische Addition	19
3.2 Das skalare Produkt	20
3.3 Das Vektorprodukt	22
3.4 Das Spatprodukt	23
3.5 Praktische Bezeichnung von Kraftvektoren	24
4 Einfache Regeln der Tensorrechnung	25
4.1 Drehung des Koordinatensystems	25
4.2 Die einfachsten Tensoren	28
5 Moment	30
5.1 Das Moment einer Kraft in bezug auf einen Punkt	30
5.2 Der Momentenvektor	33
5.3 Das Gleichgewicht zweier Momente	34
5.4 Die Parallelverschieblichkeit des Momentenvektors	35
5.5 Die Zusammensetzung von Momenten und der Momentensatz	35

5.6 Das Moment einer Kraft in bezug auf eine Achse	39
5.7 Zur Bedeutung des Momentensatzes	40
5.8 Drei Sonderfälle des Momentensatzes	41
5.8.1 Das Verschwinden des resultierenden Momentes für be- stimmte Bezugspunkte	41
5.8.2 Das Verschwinden der resultierenden Kraft	42
5.8.3 Die Gleichgewichtsgruppe	42
6 Weitere Verfahren der ebenen Statik	44
6.1 Der Momentensatz für ebene Kräftegruppen	44
6.2 Die Ermittlung der Resultierenden einer ebenen Kräftegruppe . .	46
6.3 Die Ermittlung des resultierenden Momentes einer ebenen Kräfte- gruppe	47
6.4 Zeichnerisches Verfahren zur Ermittlung des resultierenden Momen- tes einer ebenen Kräftegruppe	48
6.5 Die Zerlegung einer Kraft nach drei Richtungen in der Ebene mit Hilfe des Momentensatzes (nach RITTER)	50
6.6 Die Gleichgewichtsbedingungen ebener Kräftegruppen	51
7 Auflagerreaktionen ebener Tragwerke	51
7.1 Stützungsarten und Auflagerreaktionen	51
7.2 Die Berechnung der Auflagerreaktionen ebener Tragwerke	56
7.3 Die zeichnerische Ermittlung der Auflagerreaktionen ebener Trag- werke	58
7.4 Die Polgerade beim Seileckverfahren	60
7.5 Der Dreigelenkbogen	60
7.6 Die Ermittlung der Auflagerkräfte mit Hilfe des Culmannschen Verfahrens	65
8 Innere Kräfte und Momente	67
8.1 Allgemeines Reaktionsgesetz der inneren Kräfte und Momente eines Trägers	67
8.2 Die Schnittkraftgruppe eines Trägers	69
8.3 Die Ermittlung der Schnittkraftgruppe eines Trägers mit Hilfe der Gleichgewichtsbedingungen	71
9 Ermittlung der inneren Kräfte und Momente ebener Träger	72
9.1 Die Berechnung der inneren Kräfte und Momente ebener Träger mit Vertikalbelastung	72
9.1.1 Ein Näherungsverfahren für Streckenlasten	73
9.1.2 Der Träger mit Einzellasten	74
9.1.3 Der Träger mit konstanter Streckenlast	75
9.2 Die Differentialgleichungen des Gleichgewichtes gerader Träger . .	76
9.3 Die zeichnerische Ermittlung des Biegemomentes ebener Träger mit Vertikalbelastung	78
9.4 Weitere Beispiele	79
9.4.1 Der Träger mit linear ansteigender Belastung	79
9.4.2 Der Kragträger	81
9.4.3 Der eingespannte Träger	82
9.5 Der Gerber-Träger	85
9.6 Ebene Rahmen und Bogenträger	89

10 Allgemeine Eigenschaften ebener Tragwerke	91
10.1 Die Bedingung der statischen Bestimmtheit ebener Tragwerke . .	91
10.2 Beispiele statisch bestimmter ebener Tragwerke	94
11 Ebene Fachwerke	98
11.1 Das einfache ebene Fachwerk	99
11.2 Ebene Ausnahmefachwerke	100
11.3 Die Berechnung der Stabkräfte ebener Fachwerke nach dem Knotenpunktverfahren	101
11.4 Die Berechnung der Stabkräfte ebener Fachwerke nach dem Schnittverfahren	104
11.5 Die zeichnerische Ermittlung der Stabkräfte ebener Fachwerke (Cremonaplan)	107
11.6 Beispiele	111
11.7 Die Verfahren zur Ermittlung der Stabkräfte bei nichteinfachen ebenen Fachwerken	118
11.7.1 Rechnerische Verfahren	118
11.7.2 Rechnerisch-zeichnerische Verfahren	118
11.7.3 Zeichnerische Verfahren mit Schnittkräfteplan und Cremonaplan	118
11.7.4 Verfahren des unbestimmten Maßstabes	118
11.7.5 Verfahren der Stabvertauschung nach HENNEBERG	118
11.8 Beispiele nichteinfacher ebener Fachwerke	119
12 Grundlagen der Raumstatik	124
12.1 Die Dynamik als Kraftschraube oder Kraftkreuz	124
12.2 Beispiel zur rechnerischen Ermittlung einer Kraftschraube . . .	125
12.3 Die Resultierende einer Kräftegruppe mit gemeinsamem Angriffspunkt	127
12.4 Das Gleichgewicht einer Kräftegruppe mit gemeinsamem Angriffspunkt	127
12.5 Die rechnerische Zerlegung einer Kraft in drei Komponenten mit gemeinsamem Angriffspunkt	128
12.6 Beispiel für die rechnerische Zerlegung einer Kraft nach drei durch einen Punkt gehenden Wirkungslinien	131
12.7 Zeichnerisches Verfahren zur Zerlegung einer Kraft nach drei durch einen Punkt gehenden Wirkungslinien	132
12.8 Das Gleichgewicht von vier Kräften mit gemeinsamem Angriffspunkt	133
13 Raumtragwerke	135
13.1 Räumliche Stützungs- und Verbindungsarten	135
13.2 Die statische Bestimmtheit der Raumtragwerke	139
13.3 Die Ermittlung der Stütz- und Verbindungskräfte	140
14 Raumfachwerke	145
14.1 Die Bedingung der statischen Bestimmtheit von Raumfachwerken	145
14.2 Netz- und Flechtwerke	147
15 Schnittkräfte und Schnittmomente räumlicher Stabwerke	151
15.1 Die Schnittreaktionen in einem räumlich gekrümmten Träger . .	151

16 Standsicherheit	153
16.1 Die Definition der Standsicherheit	153
16.2 Beispiele zur Berechnung der Standsicherheit	153
17 Seile, Ketten und Stabketten	155
17.1 Seile, Ketten und Stabketten mit Einzellasten	155
17.2 Seile, Ketten und Stabketten unter kontinuierlicher Belastung, sowie Eigengewicht	157
17.3 Seile und Ketten bei $q = \text{konst}$ mit Näherung für schwachen Durch- hang	159
17.4 Seile und Ketten unter Eigengewicht bei beliebigem Durchhang .	161
17.5 Seile unter Eigengewicht mit Einzellast	163
17.6 Beispiele zur Seilberechnung	165
18 Stützlinien von Bogenträgern	166
18.1 Die Stützlinie des Bogenträgers mit Einzellasten	166
18.2 Die Stützlinie des stetig gekrümmten Bogenträgers mit kontinuier- licher Belastung	168
18.2.1 Die Stützlinie des Bogenträgers mit konstanter Vertikal- belastung	168
18.2.2 Die Stützlinie des überschütteten Bogenträgers	169
19 Schwerpunkt	171
19.1 Der Kräftemittelpunkt	171
19.2 Der Schwerpunkt eines Systems von Massenpunkten	172
19.3 Der Schwerpunkt der Kontinua	173
19.4 Beispiele zur Schwerpunktbestimmung	177
19.5 Drehflächen, Drehkörper und Pappus-Guldinsche Regeln	184
20 Grundbegriffe der Kinematik	186
20.1 Die Parallelverschiebung	186
20.2 Die Drehung	187
20.3 Die allgemeine Bewegung des starren Körpers	189
20.4 Die ebene Bewegung des starren Körpers	190
21 Arbeit und Prinzip der virtuellen Arbeiten	192
21.1 Definition der Arbeit	192
21.2 Die Arbeit der Kräfte am starren Körper	193
21.3 Die Arbeit der Zwangskräfte	194
21.4 Das Prinzip der virtuellen Arbeiten	196
21.5 Beispiele zum Prinzip der virtuellen Arbeiten	197
21.6 Eine Bemerkung zur Axiomatik	199
22 Reibung	200
22.1 Haftreibung, Gleitreibung und Coulombsches Gesetz	200
22.2 Einfache Beispiele zur Haft- und Gleitreibung	204
22.3 Seil- und Riemenreibung	208
22.4 Trockene Zapfen- und Lagerreibung	211
22.5 Schmiermittelreibung	213
22.6 Rollende Reibung	214
Sachverzeichnis	215
Inhaltsübersicht des zweiten Teiles Elastostatik und Festig- keitslehre	218