

Inhalt

Vorwort	5
1 Konstruktionselemente	12
1.1 Form und Beanspruchung	12
1.1.1 Kontinua	12
1.1.2 Flächentragwerke	13
1.1.3 Stabtragwerke	13
1.2 Nutzung und Material	13
2 Kräfte und Momente	14
2.1 Kraftbegriff	14
2.1.1 Volumenkräfte	15
2.1.2 Oberflächenkräfte	15
2.1.3 Linienkräfte	16
2.1.4 Einzelkräfte	17
2.1.5 Lastannahmen	18
2.2 Eigenschaften einer Einzelkraft	19
2.2.1 Wirkungslinie	19
2.2.2 Mathematische Beschreibung von Kräften	20
2.2.3 Drehmoment einer Kraft	22
2.2.4 Kräftepaar	25
2.3 Ersatzkräfte von Kräftesystemen	26
2.3.1 Ersatzkraft im zentralen Kräftesystem	26
2.3.2 Ersatzkraft in einem parallelen Kräftesystem bestehend aus zwei Kräften	27
2.3.3 Ersatzkraft in einem Kräftepaar	28
2.3.4 Ersatzkraft eines parallelen symmetrischen Kräftesystems	29
2.3.5 Ersatzkraft eines allgemeinen Parallelkräftesystems	30
2.3.6 Ersatzkraft eines allgemeinen Kräftesystems	33
2.3.7 Behandlung von einzelnen Drehmomenten in Kräftegruppen ..	35
2.4 Zerlegung von Kräften	36
2.4.1 Zerlegung einer Kraft in zwei Richtungen	36

2.4.2	Zerlegung einer Kraft in zwei parallele Kräfte	37
2.4.3	Zerlegung einer Kraft in drei nicht zentrale Richtungen	38
3	Gleichgewicht	39
3.1	Freiheitsgrade eines Körpers in der Ebene	39
3.2	Freiheitsgrade eines Körpers im Raum	40
3.3	Auflagerbedingungen in der Ebene	41
3.3.1	Bewegliche Lager	41
3.3.2	Kipplager und Gelenke	41
3.3.3	Führungen und Einspannungen	42
3.3.4	Zusammenfassung der zweidimensionalen Auflager- bedingungen	43
3.3.5	Halterungen im Rohrleitungsbau	44
3.3.6	Statische Bestimmtheit bei ebenen Tragwerken	45
3.4	Gleichgewichtsbedingung	47
3.5	Ermittlung der Auflagerreaktionen	49
3.5.1	Rechnerische Lösung am Einfeldbalken	49
3.5.2	Zeichnerische Lösung am Einfeldbalken	50
3.5.3	Rechnerische Lösung am Zweifeldbalken	51
3.6	Stabilität Starrer Körper	54
4	Schwerpunkt	56
4.1	Definition	56
4.1.1	Physikalischer Schwerpunkt	56
4.1.2	Geometrischer Schwerpunkt	56
4.2	Schwerpunkt von Punktmassen	57
4.2.1	Schwerpunkt von ebenen Punktmassen	57
4.2.2	Schwerpunkt von räumlichen Punktmassen	58
4.2.3	Schwerpunkt von mehreren Punktmassenhäufen	59
4.3	Schwerpunkte von Kurven und Kurvenzügen	60
4.3.1	Schwerpunkt einer krummen Kurve	60
4.3.2	Schwerpunkt von zusammengesetzten Kurvenzügen	65
4.4	Schwerpunkt einer Fläche	68
4.5	Schwerpunkt eines Körpers	73
4.6	GULDINSche Regeln	74
4.6.1	Berechnung der Mantelfläche von Rotationskörpern	74
4.6.2	Berechnung des Volumens von Rotationskörpern	75
5	Schnittkräfte	76
5.1	Vom Wesen der Schnittkräfte	76
5.2	Definition der Schnittkräfte	76
5.3	Schnittkräfte an Stäben und Balken	78
5.4	Schnittkraftverläufe am Druck- und Zugstab	84
5.4.1	Funktion der Normalkraftlinie	84
5.4.2	Lösungen für Standardfälle	85

5.5	Schnittkraftverlauf am geraden Biegebalken	92
5.5.1	Funktion der Querkraftlinie und der Momentenlinie	92
5.5.2	Lösungen für Standardfälle	96
6	Ebene Fachwerke	109
6.1	Bezeichnungen und Tragprinzip	109
6.2	Statische Bestimmtheit	110
6.2.1	Allgemeine statische Bestimmtheit	110
6.2.2	Äußere statische Bestimmtheit	110
6.2.3	Innere statische Bestimmtheit	111
6.3	Abbrechbare Fachwerke	112
6.4	Nicht abbrechbare Fachwerke	113
6.5	Nullstäbe	113
6.6	Berechnung nach dem Knotenpunktverfahren	114
6.7	RITTERSches Schnittverfahren	117
6.8	CREMONA-Plan	118
7	Dünnwandige Rotationsschalen	123
7.1	Geometrische Zusammenhänge	123
7.2	Gleichgewicht am Flächenelement in Normalenrichtung	125
7.3	Schnittkräfte an typischen Rotationskörpern	127
7.3.1	Torusschale	127
7.3.2	Kugelschale	130
7.3.3	Zylinderschale	131
7.3.4	Kegelschale	132
8	Reibung	134
8.1	Haftreibung	134
8.1.1	Reibungskegel, Reibungskeil	135
8.1.2	Selbsthemmung	136
8.2	Gleitreibung (COULOMBSche Reibung)	138
8.2.1	Hangabtrieb	140
8.2.2	Keil	141
8.2.3	Schraube	142
8.2.4	Seilreibung	143
8.3	Rollreibung	144
8.4	Reibung in Schüttgütern	145
9	Übungsaufgaben	147
9.1	Kräfte und Momente	147
9.1.1	Resultierende Ersatzkraft aus Einzelkraft und Kräftepaar	147
9.1.2	Resultierende Ersatzkraft für paralleles Kräftesystem	148
9.1.3	Kräftezerlegung in zwei Richtungen	149
9.1.4	Kräftezerlegung in drei Richtungen	149

9.2	Gleichgewicht	150
9.2.1	Schiefe Ebene	150
9.2.2	Greifer	151
9.2.3	Stapel	152
9.3	Schwerpunkt	152
9.3.1	Schwerpunkt von Punktmassen	152
9.3.2	Strecken zug	153
9.3.3	Krummlinig umrandete Fläche	153
9.3.4	Zusammengesetzte Flächen	154
9.3.5	Zusammengesetzter Körper	155
9.3.6	GULDINSche Regel	155
9.4	Schnittkräfte	156
9.4.1	Schnittstellen	156
9.4.2	Überkragender Balken mit Einzellast und Gleichlast	156
9.4.3	Balken mit allgemeiner Belastung	157
9.5	Ebene Fachwerke	158
9.5.1	Einfeldträger mit parallelen Gurten	158
9.5.2	Kragträger	159
9.6	Dünnwandige Rotationsschalen	159
9.6.1	Schnittkräfte im Rohr	159
9.6.2	Schnittkräfte im Rohrbogen	159
9.6.3	Behälter mit Halbkugelboden	160
9.6.4	Behälter mit Klöpperboden	160
9.6.5	Zylindrischer Behälter mit Füllrohr	160
9.7	Reibung	161
9.7.1	Reibung am Gleitlager einer Rohrleitung	161
9.7.2	Selbsthemmung eines Gleitschuhs	162
9.7.3	Vergleich Backen- und Bandbremse	162
9.7.4	Rohrgraben	163

10 Lösungen 164

10.1	Kräfte und Momente	164
10.1.1	Resultierende Ersatzkraft aus Einzelkraft und Kräftepaar	164
10.1.2	Resultierende Ersatzkraft für paralleles Kräftesystem	167
10.1.3	Kräftezerlegung in zwei Richtungen	169
10.1.4	Kräftezerlegung in drei Richtungen	173
10.2	Gleichgewicht	175
10.2.1	Schiefe Ebene	175
10.2.2	Greifer	177
10.2.3	Stapel	179
10.3	Schwerpunkt	186
10.3.1	Schwerpunkt von Punktmassen	186
10.3.2	Strecken zug	187
10.3.3	Krummlinig umrandete Fläche	188
10.3.4	Zusammengesetzte Flächen	195
10.3.5	Zusammengesetzter Körper	198

10.3.6	GULDINSche Regel	199
10.4	Schnittkräfte	200
10.4.1	Schnittstellen	200
10.4.2	Überkragender Balken mit Einzellast und Gleichlast	206
10.4.3	Balken mit allgemeiner Belastung	212
10.5	Ebene Fachwerke	218
10.5.1	Einfeldträger mit parallelen Gurten	218
10.5.2	Kragträger	228
10.6	Dünnwandige Rotationsschalen	232
10.6.1	Schnittkräfte im Rohr	232
10.6.2	Schnittkräfte im Rohrbogen	234
10.6.3	Behälter mit Halbkugelboden	236
10.6.4	Behälter mit Klöpperboden	237
10.6.5	Zylindrischer Behälter mit Füllrohr	239
10.7	Reibung	241
10.7.1	Reibung am Gleitlager einer Rohrleitung	241
10.7.2	Selbsthemmung eines Gleitschuhs	242
10.7.3	Vergleich Backen- und Bandbremse	243
10.7.4	Rohrgraben	247

	Index	250
---	-------------	-----