

Inhaltsverzeichnis

Arbeitspläne	XV
Lehrbeispiele	XVII
Übungen	XIX
Tabellenverzeichnis	XXI
1 Statik in der Ebene	1
1.1 Grundlagen	2
1.1.1 Die Aufgaben der Statik	2
1.1.2 Physikalische Größen in der Statik	2
1.1.3 Übungen zur Berechnung von Drehmomenten	5
1.1.4 Bewegungsmöglichkeiten (Freiheitsgrade) eines Körpers	6
1.1.5 Gleichgewicht des Körpers in der Ebene (Gleichgewichtsbedingungen)	6
1.1.6 Der Parallelogrammsatz für Kräfte	8
1.1.7 Das Freimachen der Bauteile	11
1.1.8 Übungen zum Freimachen	18
1.2 Die Grundaufgaben der Statik	21
1.2.1 Zentrales und allgemeines Kräftesystem	21
1.2.2 Die zwei Hauptaufgaben	21
1.2.3 Die zwei Lösungsmethoden	22
1.2.4 Die vier Grundaufgaben der Statik im zentralen ebenen Kräftesystem	22
1.2.5 Die vier Grundaufgaben der Statik im allgemeinen ebenen Kräftesystem	38
1.2.6 Systemanalytisches Lösungsverfahren zur Stützkraftberechnung	55
1.2.7 Stützkraftermittlung im räumlichen Kräftesystem (Getriebewelle)	66
1.3 Statik der ebenen Fachwerke	70
1.3.1 Gestaltung von Fachwerkträgern	70
1.3.2 Die Gleichgewichtsbedingungen am statisch bestimmten Fachwerkträger	71
1.3.3 Ermittlung der Stabkräfte im Fachwerkträger	72
2 Schwerpunktslehre	77
2.1 Begriffsbestimmung für Schwerlinie, Schwerebene und Schwerpunkt	77
2.2 Der Flächenschwerpunkt	78
2.2.1 Flächen haben einen Schwerpunkt	78
2.2.2 Schwerpunkte ausgewählter Flächen	79
2.2.3 Schwerpunkte zusammengesetzter Flächen	80
2.3 Der Linienschwerpunkt	84
2.3.1 Linien haben einen Schwerpunkt	84
2.3.2 Schwerpunkte ausgewählter Linien	84
2.3.3 Schwerpunkte zusammengesetzter Linien (Linienzüge)	85

2.4	Guldin'sche Regeln	87
2.4.1	Volumenberechnung	87
2.4.2	Oberflächenberechnung	87
2.4.3	Übungen mit den Guldin'schen Regeln	88
2.5	Gleichgewichtslagen und Standsicherheit	88
2.5.1	Gleichgewichtslagen	88
2.5.2	Standsicherheit	89
3	Reibung	91
3.1	Grunderkenntnisse über die Reibung	91
3.2	Gleitreibung und Haftreibung	92
3.2.1	Reibungswinkel, Reibungszahl und Reibungskraft	92
3.2.2	Ermittlung der Reibungszahlen	93
3.2.3	Reibungskegel	94
3.2.4	Übungen zur Lösung von Reibungsaufgaben	96
3.3	Reibung auf der schiefen Ebene	101
3.3.1	Verschieben des Körpers nach oben (1. Grundfall)	101
3.3.2	Halten des Körpers auf der schiefen Ebene (2. Grundfall)	106
3.3.3	Verschieben des Körpers nach unten (3. Grundfall)	111
3.3.4	Übungen zur Reibung auf der schiefen Ebene	115
3.4	Reibung an Maschinenteilen	116
3.4.1	Prismenführung und Keilnut	116
3.4.2	Zylinderführung	117
3.4.3	Lager	118
3.4.4	Schraube und Schraubgetriebe	121
3.4.5	Seilreibung	126
3.4.6	Bremsen	130
3.4.7	Rollwiderstand (Rollreibung)	136
3.4.8	Fahrwiderstand	136
3.4.9	Übungen zum Rollwiderstand und Fahrwiderstand	137
3.4.10	Rolle und Rollenzug	140
4	Dynamik	145
4.1	Allgemeine Bewegungslehre	146
4.1.1	Größen und v , t -Diagramm, Ordnung der Bewegungen	146
4.1.2	Übungen mit dem v , t -Diagramm	148
4.1.3	Gesetze und Diagramme der gleichförmigen Bewegung, Geschwindigkeitsbegriff	150
4.1.4	Gesetze und Diagramme der gleichmäßig beschleunigten (verzögerten) Bewegung, Beschleunigungsbegriff	152
4.1.5	Arbeitsplan zur gleichmäßig beschleunigten oder verzögerten Bewegung	155
4.1.6	Freier Fall und Luftwiderstand	159
4.1.7	Übungen zur gleichmäßig beschleunigten und verzögerten Bewegung	162

4.1.8	Zusammengesetzte Bewegungen	166
4.1.9	Übungen zur zusammengesetzten Bewegung	168
4.2	Gleichförmige Drehbewegung (Kreisbewegung)	178
4.2.1	Drehzahl (Umdrehungsfrequenz)	178
4.2.2	Umfangsgeschwindigkeit	179
4.2.3	Richtung der Umfangsgeschwindigkeit	179
4.2.4	Umfangsgeschwindigkeit und Drehzahl	179
4.2.5	Umfangsgeschwindigkeit und Mittelpunktsgeschwindigkeit	180
4.2.6	Winkelgeschwindigkeit	181
4.2.7	Winkelgeschwindigkeit und Umfangsgeschwindigkeit	181
4.2.8	Baugrößen und Größen der Bewegung in Getrieben	182
4.2.9	Übersetzung (Übersetzungsverhältnis)	183
4.3	Gesetze und Diagramme der gleichmäßig beschleunigten (verzögerten) Drehbewegung	184
4.3.1	Gegenüberstellung der allgemeinen Größen mit den entsprechenden Kreisgrößen	184
4.3.2	Winkelbeschleunigung	185
4.3.3	Der Drehwinkel im ω , t -Diagramm	185
4.3.4	Tangentialbeschleunigung	186
4.3.5	Arbeitsplan zur Kreisbewegung (Vergleich mit 4.1.5)	186
4.4	Dynamik der geradlinigen Bewegung (Translation)	190
4.4.1	Das Trägheitsgesetz (Beharrungsgesetz), erstes Newton'sches Axiom	190
4.4.2	Masse, Gewichtskraft und Dichte	191
4.4.3	Das dynamische Grundgesetz, zweites Newton'sches Axiom . . .	193
4.4.4	Die gesetzliche und internationale Einheit für die Kraft	195
4.4.5	Übungen zum dynamischen Grundgesetz	195
4.4.6	Prinzip von d'Alembert	197
4.4.7	Arbeitsplan zum Prinzip von d'Alembert	199
4.4.8	Übungen zum Prinzip von d'Alembert	199
4.4.9	Impuls (Bewegungsgröße) und Impulserhaltungssatz	204
4.5	Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad	205
4.5.1	Arbeit einer konstanten Kraft	205
4.5.2	Zeichnerische Darstellung der Arbeit	206
4.5.3	Federarbeit (Formänderungsarbeit) als Arbeit einer veränderlichen Kraft	207
4.5.4	Übungen mit der Größe Arbeit	208
4.5.5	Mechanische Leistung	211
4.5.6	Wirkungsgrad	212
4.5.7	Übungen mit den Größen Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad	214
4.6	Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad bei der Drehbewegung (Kreisbewegung) .	215
4.6.1	Gegenüberstellung der allgemeinen Größen mit den entsprechenden Kreisgrößen	215
4.6.2	Drehearbeit (Rotationsarbeit)	216

4.6.3	Drehleistung (Rotationsleistung)	217
4.6.4	Zahlenwertgleichung für die Drehleistung	217
4.6.5	Wirkungsgrad, Drehmoment und Übersetzung	218
4.6.6	Übungen zu Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad und Übersetzung bei Drehbewegung	218
4.7	Energie	220
4.7.1	Energie – Begriffsbestimmung und Einheit	220
4.7.2	Potenzielle Energie und Hubarbeit	221
4.7.3	Kinetische Energie und Beschleunigungsarbeit	222
4.7.4	Spannungsenergie und Formänderungsarbeit	222
4.7.5	Energieerhaltungssatz	223
4.7.6	Übungen zum Energieerhaltungssatz	224
4.8	Gerader zentrischer Stoß	226
4.8.1	Stoßbegriff, Kräfte und Geschwindigkeiten beim Stoß	226
4.8.2	Merkmale des geraden zentrischen Stoßes	226
4.8.3	Elastischer Stoß	227
4.8.4	Unelastischer Stoß	229
4.8.5	Wirklicher Stoß	230
4.8.6	Übungen zum geraden zentrischen Stoß	232
4.9	Dynamik der Drehbewegung (Rotation)	234
4.9.1	Das dynamische Grundgesetz für die Drehbewegung	234
4.9.2	Trägheitsmoment und Trägheitsradius	235
4.9.3	Übung zum dynamischen Grundgesetz für die Drehung	241
4.9.4	Drehimpuls (Drall) und Impulserhaltungssatz für die Drehung	241
4.9.5	Kinetische Energie (Rotationsenergie)	242
4.9.6	Energieerhaltungssatz für Drehung	243
4.9.7	Fliehkraft	244
4.9.8	Gegenüberstellung der translatorischen und rotatorischen Größen	247
4.10	Mechanische Schwingungen	248
4.10.1	Begriff	248
4.10.2	Ordnungsbegriffe	248
4.10.3	Die harmonische Schwingung	248
4.10.4	Das Schraubenfederpendel	253
4.10.5	Das Torsionsfederpendel	256
4.10.6	Schwerependel (Fadenpendel)	258
4.10.7	Schwingung einer Flüssigkeitssäule	259
4.10.8	Analogiebetrachtung zum Schraubenfederpendel, Torsionsfederpendel, Schwerpendel und zur schwingenden Flüssigkeitssäule	260
4.10.9	Dämpfung, Energiezufuhr, erzwungene Schwingung, Resonanz	260

5	Festigkeitslehre	265
5.1	Grundbegriffe	267
5.1.1	Die Aufgaben der Festigkeitslehre	267
5.1.2	Das Schnittverfahren zur Bestimmung des inneren Kräftesystems	268
5.1.3	Spannung und Beanspruchung	269
5.1.4	Die beiden Spannungsarten (Normalspannung und Schubspannung)	270
5.1.5	Die fünf Grundbeanspruchungsarten	271
5.1.6	Die zusammengesetzte Beanspruchung	273
5.1.7	Bestimmung des inneren ebenen Kräftesystems (Schnittverfahren) und der Beanspruchungsarten	274
5.2	Beanspruchung auf Zug	281
5.2.1	Spannung	281
5.2.2	Erkennen des gefährdeten Querschnitts in zugbeanspruchten Bauteilen	281
5.2.3	Elastische Formänderung (Hooke'sches Gesetz)	283
5.2.4	Reißlänge	287
5.3	Beanspruchung auf Druck	288
5.4	Übungen zur Zug- und Druckbeanspruchung	289
5.5	Flächenpressung	291
5.5.1	Begriff und Hauptgleichung	291
5.5.2	Flächenpressung an geneigten Flächen	291
5.5.3	Flächenpressung im Gewinde	293
5.5.4	Flächenpressung in Gleitlagern, Niet- und Bolzenverbindungen	294
5.5.5	Flächenpressung an gewölbten Flächen (Hertz'sche Gleichungen)	295
5.5.6	Übungen zur Flächenpressung	296
5.6	Beanspruchung auf Abscheren	299
5.6.1	Spannung	299
5.6.2	Hooke'sches Gesetz für Schubbeanspruchung	301
5.7	Flächenmomente 2. Grades und Widerstandsmomente	307
5.7.1	Gleichmäßige und lineare Spannungsverteilung (Gegenüberstellung)	307
5.7.2	Definition der Flächenmomente 2. Grades	308
5.7.3	Herleitungsübung	310
5.7.4	Übungen mit Flächen- und Widerstandsmomenten einfacher Querschnitte	311
5.7.5	Axiale Flächenmomente 2. Grades symmetrischer Querschnitte	319
5.7.6	Axiale Flächenmomente 2. Grades einfach symmetrischer/ unsymmetrischer Querschnitte (Steiner'scher Verschiebesatz)	320
5.7.7	Übungen mit Flächen- und Widerstandsmomenten zusammengesetzter Querschnitte	323
5.8	Beanspruchung auf Torsion	328
5.8.1	Spannungsverteilung	328
5.8.2	Herleitung der Torsions-Hauptgleichung	329

5.8.3	Formänderung bei Torsion	331
5.8.4	Formänderungsarbeit	332
5.9	Beanspruchung auf Biegung	335
5.9.1	Spannungsarten und inneres Kräftesystem bei Biegeträgern	335
5.9.2	Bestimmung der Biegemomente und Querkräfte an beliebigen Trägerstellen	336
5.9.3	Spannungsverteilung im Trägerquerschnitt bei Biegung	336
5.9.4	Herleitung der Biege-Hauptgleichung	337
5.9.5	Spannungsverteilung im einfach symmetrischen Querschnitt	339
5.9.6	Gültigkeitsbedingungen für die Biege-Hauptgleichung	339
5.9.7	Übungen zur Berechnung des Biegemomenten- und Querkraftverlaufs bei den wichtigsten Trägerarten und Belastungen	340
5.9.8	Träger gleicher Biegespannung	350
5.9.9	Formänderung bei Biegung	353
5.9.10	Übungen zur Durchbiegungsgleichung	356
5.10	Beanspruchung auf Knickung	361
5.10.1	Grundbegriffe	361
5.10.2	Elastische Knickung (Eulerfall)	362
5.10.3	Unelastische Knickung (Tetmajerfall)	365
5.10.4	Arbeitsplan für Knickungsberechnungen	366
5.10.5	Knickung im Stahlbau	369
5.10.6	Übung zur Knickung	374
5.11	Zusammengesetzte Beanspruchung	376
5.11.1	Zug und Biegung	376
5.11.2	Druck und Biegung	377
5.11.3	Übung zur zusammengesetzten Beanspruchung durch Normalspannungen	378
5.11.4	Biegung und Torsion	379
5.12	Festigkeit, zulässige Spannung, Sicherheit	386
5.12.1	Festigkeitswerte im Spannungs-Dehnungs-Diagramm	386
5.12.2	Einflüsse auf die Festigkeit des Bauteils	387
5.12.3	Spannungsbegriffe	391
5.12.4	Dauerbruchsicherheit	393
5.12.5	Übungen zur Dauerfestigkeit	394
6	Fluidmechanik	397
6.1	Statik der Flüssigkeiten (Hydrostatik)	397
6.1.1	Eigenschaften der Flüssigkeiten	397
6.1.2	Hydrostatischer Druck (Flüssigkeitsdruck, hydraulische Pressung)	398
6.1.3	Druckverteilung in einer Flüssigkeit ohne Berücksichtigung der Schwerkraft, das Druck-Ausbreitungsgesetz	398
6.1.4	Anwendungen des Druck-Ausbreitungsgesetzes	399

6.1.5	Druckverteilung in einer Flüssigkeit unter Berücksichtigung der Schwerkraft	403
6.1.6	Kommunizierende Röhren	405
6.1.7	Bodenkraft	405
6.1.8	Seitenkraft	406
6.1.9	Auftriebskraft	408
6.1.10	Schwimmen	409
6.1.11	Gleichgewichtslagen schwimmender Körper	410
6.1.12	Stabilität eines Schiffes	411
6.2	Dynamik der Fluide (Hydrodynamik, Strömungsmechanik)	413
6.2.1	Übersicht	413
6.2.2	Erhaltungssätze der Strömung	414
6.2.3	Strömung in Rohrleitungen	427
Allgemeine Tabellen		433
Sachwortverzeichnis		437