

Inhaltsverzeichnis

Arbeitspläne	XV
Verständnisübungen	XVII
Übungen	XIX
Tabellenverzeichnis	XXI
1 Statik in der Ebene	1
1.1 Grundlagen	2
1.1.1 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 Parallelogrammsatz für Kräfte	8
1.1.7 Freimachen der Bauteile	11
1.1.8 Übungen zum Freimachen	18
1.2 Grundaufgaben der Statik	21
1.2.1 Zentrales und allgemeines Kräftesystem	21
1.2.2 Hauptaufgaben	21
1.2.3 Lösungsmethoden	22
1.2.4 Grundaufgaben der Statik im zentralen ebenen Kräftesystem	22
1.2.5 Grundaufgaben der Statik im allgemeinen ebenen Kräftesystem	42
1.2.6 Systemanalytisches Lösungsverfahren zur Stützkraftberechnung	60
1.2.7 Stützkraftermittlung im räumlichen Kräftesystem (Getriebewelle)	71
1.3 Statik der ebenen Fachwerke	76
1.3.1 Gestaltung von Fachwerkträgern	76
1.3.2 Gleichgewichtsbedingungen am statisch bestimmten Fachwerkträger	77
1.3.3 Ermittlung der Stabkräfte im Fachwerkträger	78
2 Schwerpunkt	83
2.1 Schwerlinie, Schwerebene und Schwerpunkt	83
2.2 Flächenschwerpunkt	84
2.2.1 Flächen haben einen Schwerpunkt	84
2.2.2 Schwerpunkte ausgewählter Flächen	85
2.2.3 Schwerpunkte zusammengesetzter Flächen	86
2.3 Linienschwerpunkt	90
2.3.1 Linien haben einen Schwerpunkt	90

2.3.2	Schwerpunkte ausgewählter Linien	90
2.3.3	Schwerpunkte zusammengesetzter Linien (Linienzüge)	91
2.4	Guldin'sche Regeln	93
2.4.1	Volumenberechnung	93
2.4.2	Oberflächenberechnung	93
2.4.3	Übungen zu den Guldin'schen Regeln	94
2.5	Gleichgewichtslagen und Standsicherheit	94
2.5.1	Gleichgewichtslagen	94
2.5.2	Standsicherheit	95
3	Reibung	97
3.1	Grunderkenntnisse über die Reibung	98
3.2	Gleitreibung und Haftreibung	99
3.2.1	Reibungswinkel, Reibungszahl und Reibungskraft	99
3.2.2	Ermittlung der Reibungszahlen	101
3.2.3	Reibungskegel	102
3.2.4	Übungen zur Lösung von Reibungsaufgaben	103
3.3	Reibung auf der schiefen Ebene	108
3.3.1	Verschieben des Körpers nach oben (1. Grundfall)	108
3.3.2	Halten des Körpers auf der schiefen Ebene (2. Grundfall)	113
3.3.3	Verschieben des Körpers nach unten (3. Grundfall)	118
3.3.4	Übungen zur Reibung auf der schiefen Ebene	123
3.4	Reibung an Maschinenteilen	127
3.4.1	Prismenführung und Keilnut	127
3.4.2	Zylinderführung	129
3.4.3	Lager	131
3.4.4	Schraube und Schraubgetriebe	133
3.4.5	Seilreibung	143
3.4.6	Bremsen	147
3.4.7	Rollwiderstand (Rollreibung)	153
3.4.8	Fahrwiderstand	153
3.4.9	Übungen zum Rollwiderstand und Fahrwiderstand	154
3.4.10	Rolle und Rollenzug	157
4	Dynamik	163
4.1	Allgemeine Bewegungslehre	164
4.1.1	Größen und Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm (v , t -Diagramm), Ordnung der Bewegungen	164
4.1.2	Übungen zu dem v , t -Diagramm	166
4.1.3	Gesetze und Diagramme der gleichförmigen Bewegung, Geschwindigkeitsbegriff	168
4.1.4	Gesetze und Diagramme der gleichmäßig beschleunigten (verzögerten) Bewegung, Beschleunigungsbegriff	170

4.1.5	Arbeitsplan zur gleichmäßig beschleunigten oder verzögerten Bewegung	173
4.1.6	Freier Fall und Luftwiderstand	178
4.1.7	Übungen zur gleichmäßig beschleunigten und verzögerten Bewegung	181
4.1.8	Zusammengesetzte Bewegungen	186
4.1.9	Übungen zur zusammengesetzten Bewegung	187
4.2	Gleichförmige Drehbewegung (Kreisbewegung)	197
4.2.1	Drehzahl (Umdrehungsfrequenz)	197
4.2.2	Umfangsgeschwindigkeit	198
4.2.3	Richtung der Umfangsgeschwindigkeit	198
4.2.4	Umfangsgeschwindigkeit und Drehzahl	199
4.2.5	Umfangsgeschwindigkeit und Mittelpunktsgeschwindigkeit	200
4.2.6	Winkelgeschwindigkeit	200
4.2.7	Winkelgeschwindigkeit und Umfangsgeschwindigkeit	201
4.2.8	Baugrößen und Größen der Bewegung in Getrieben	202
4.2.9	Übersetzung (Übersetzungsverhältnis)	203
4.3	Gesetze und Diagramme der gleichmäßig beschleunigten (verzögerten) Drehbewegung	204
4.3.1	Gegenüberstellung der allgemeinen Größen mit den entsprechenden Kreisgrößen	204
4.3.2	Winkelbeschleunigung	205
4.3.3	Drehwinkel im ω , t -Diagramm	205
4.3.4	Tangentialbeschleunigung	206
4.3.5	Arbeitsplan zur Kreisbewegung	206
4.4	Dynamik der geradlinigen Bewegung (Translation)	210
4.4.1	Trägheitsgesetz (Beharrungsgesetz), 1. Newton'sches Axiom	210
4.4.2	Masse, Gewichtskraft und Dichte	211
4.4.3	Dynamisches Grundgesetz, 2. Newton'sches Axiom	213
4.4.4	Gesetzliche und internationale Einheit der Kraft	215
4.4.5	Übungen zum dynamischen Grundgesetz	215
4.4.6	Prinzip von d'Alembert	217
4.4.7	Arbeitsplan zum Prinzip von d'Alembert	219
4.4.8	Übungen zum Prinzip von d'Alembert	219
4.4.9	Impuls (Bewegungsgröße) und Impulserhaltungssatz	226
4.5	Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad bei geradliniger Bewegung	227
4.5.1	Arbeit einer konstanten Kraft	227
4.5.2	Zeichnerische Darstellung der Arbeit	228
4.5.3	Federarbeit (Formänderungsarbeit) als Arbeit einer veränderlichen Kraft	229
4.5.4	Übungen zu der Größe Arbeit	230
4.5.5	Mechanische Leistung	233
4.5.6	Wirkungsgrad	235
4.5.7	Übungen zu den Größen Leistung, Wirkungsgrad	236

4.6	Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad bei Drehbewegung (Kreisbewegung) . . .	237
4.6.1	Gegenüberstellung der allgemeinen Größen mit den entsprechenden Kreisgrößen	237
4.6.2	Dreharbeit (Rotationsarbeit)	238
4.6.3	Drehleistung (Rotationsleistung)	239
4.6.4	Zahlenwertgleichung für die Drehleistung	240
4.6.5	Wirkungsgrad, Drehmoment und Übersetzung	240
4.6.6	Übungen zu Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad und Übersetzung bei Drehbewegung	240
4.7	Energie	245
4.7.1	Energie – Begriffsbestimmung und Einheit	245
4.7.2	Potenzielle Energie und Hubarbeit	246
4.7.3	Kinetische Energie und Beschleunigungsarbeit	247
4.7.4	Spannungsenergie und Formänderungsarbeit	247
4.7.5	Energieerhaltungssatz	248
4.7.6	Übungen zum Energieerhaltungssatz	249
4.8	Gerader zentrischer Stoß	251
4.8.1	Stoßbegriff, Kräfte und Geschwindigkeiten beim Stoß	251
4.8.2	Merkmale des geraden zentrischen Stoßes	251
4.8.3	Elastischer Stoß	252
4.8.4	Unelastischer Stoß	254
4.8.5	Wirklicher Stoß	256
4.8.6	Übungen zum geraden zentrischen Stoß	257
4.9	Dynamik der Drehbewegung (Rotation)	259
4.9.1	Dynamisches Grundgesetz für die Drehbewegung	259
4.9.2	Trägheitsmoment und Trägheitsradius	260
4.9.3	Übung zum dynamischen Grundgesetz für die Drehung	267
4.9.4	Drehimpuls (Drall) und Impulserhaltungssatz für die Drehung . .	267
4.9.5	Kinetische Energie (Rotationsenergie)	268
4.9.6	Energieerhaltungssatz für Drehung	269
4.9.7	Fliehkraft	270
4.9.8	Gegenüberstellung der translatorischen und rotatorischen Größen	273
4.10	Mechanische Schwingungen	274
4.10.1	Begriff	274
4.10.2	Ordnungsbegriffe	274
4.10.3	Harmonische Schwingung	274
4.10.4	Schraubenfederpendel	279
4.10.5	Torsionsfederpendel	282
4.10.6	Schwerependel (Fadenpendel)	284
4.10.7	Schwingung einer Flüssigkeitssäule	285

4.10.8	Analogiebetrachtung zum Schraubenfederpendel, Torsionsfederpendel, Schwerependel und zur schwingenden Flüssigkeitssäule	286
4.10.9	Dämpfung, Energiezufuhr, erzwungene Schwingung, Resonanz . .	286
5	Festigkeitslehre	291
5.1	Grundbegriffe	293
5.1.1	Aufgaben der Festigkeitslehre	293
5.1.2	Schnittverfahren	294
5.1.3	Spannung und Beanspruchung	295
5.1.4	Normalspannung und Schubspannung	296
5.1.5	Grundbeanspruchungsarten	297
5.1.6	Zusammengesetzte Beanspruchung	299
5.1.7	Bestimmung des inneren ebenen Kräftesystems und der Beanspruchungsarten	300
5.2	Beanspruchung auf Zug	307
5.2.1	Spannung	307
5.2.2	Gefährdeter Querschnitt in zugbeanspruchten Bauteilen	307
5.2.3	Elastische Formänderung (Hooke'sches Gesetz)	309
5.2.4	Reißlänge	313
5.3	Beanspruchung auf Druck	314
5.4	Übungen zur Zug- und Druckbeanspruchung	315
5.5	Flächenpressung	317
5.5.1	Begriff und Hauptgleichung	317
5.5.2	Flächenpressung an geneigten Flächen	318
5.5.3	Flächenpressung im Gewinde	319
5.5.4	Flächenpressung in Gleitlagern, Niet- und Bolzenverbindungen . .	320
5.5.5	Flächenpressung an gewölbten Flächen (Hertz'sche Gleichungen)	321
5.5.6	Übungen zur Flächenpressung	324
5.6	Beanspruchung auf Abscheren	326
5.6.1	Spannung	326
5.6.2	Hooke'sches Gesetz für Schubbeanspruchung	327
5.7	Flächenmomente 2. Grades und Widerstandsmomente	344
5.7.1	Gleichmäßige und lineare Spannungsverteilung (Gegenüberstellung)	344
5.7.2	Definition der Flächenmomente 2. Grades	345
5.7.3	Herleitungsübung	347
5.7.4	Übungen zu Flächen- und Widerstandsmomenten einfacher Querschnitte	348
5.7.5	Axiale Flächenmomente 2. Grades symmetrischer Querschnitte . .	356
5.7.6	Axiale Flächenmomente 2. Grades einfach symmetrischer/ unsymmetrischer Querschnitte (Steiner'scher Verschiebesatz) . . .	357
5.7.7	Übungen zu Flächen- und Widerstandsmomenten zusammengesetzter Querschnitte	360

5.8	Beanspruchung auf Torsion	365
5.8.1	Spannungsverteilung	365
5.8.2	Herleitung der Torsions-Hauptgleichung	366
5.8.3	Formänderung bei Torsion	368
5.8.4	Formänderungsarbeit	369
5.9	Beanspruchung auf Biegung	377
5.9.1	Spannungsarten und inneres Kräftesystem bei Biegeträgern	377
5.9.2	Bestimmung der Biegemomente und Querkräfte an beliebigen Trägerstellen (Arbeitsplan)	378
5.9.3	Spannungsverteilung im Trägerquerschnitt bei Biegung	378
5.9.4	Herleitung der Biege-Hauptgleichung	379
5.9.5	Spannungsverteilung im einfach symmetrischen Querschnitt	381
5.9.6	Gültigkeitsbedingungen für die Biege-Hauptgleichung	381
5.9.7	Übungen zur Berechnung des Biegemomenten- und Querkraftverlaufs bei den wichtigsten Trägerarten und Belastungen	382
5.9.8	Träger gleicher Biegespannung	392
5.9.9	Formänderung bei Biegung	395
5.9.10	Übungen zur Durchbiegungsgleichung	398
5.10	Beanspruchung auf Knickung	403
5.10.1	Grundbegriffe	403
5.10.2	Elastische Knickung (Eulerfall)	404
5.10.3	Unelastische Knickung (Tetmajerfall)	407
5.10.4	Arbeitsplan für Knickungsberechnungen	408
5.10.5	Knickung im Stahlbau	418
5.10.6	Übung zur Knickung	423
5.11	Zusammengesetzte Beanspruchung	425
5.11.1	Zug und Biegung	425
5.11.2	Druck und Biegung	426
5.11.3	Übung zur zusammengesetzten Beanspruchung durch Normalspannungen	427
5.11.4	Biegung und Torsion	428
5.12	Festigkeit, zulässige Spannung, Sicherheit	439
5.12.1	Festigkeitswerte im Spannungs-Dehnungs-Diagramm	439
5.12.2	Einflüsse auf die Festigkeit des Bauteils	440
5.12.3	Spannungsbegriffe	444
5.12.4	Dauerbruchsicherheit	446
5.12.5	Übungen zur Dauerfestigkeit	448
6	Fluidmechanik	451
6.1	Statik der Flüssigkeiten (Hydrostatik)	451
6.1.1	Eigenschaften der Flüssigkeiten	451
6.1.2	Hydrostatischer Druck (Flüssigkeitsdruck, hydraulische Pressung)	452

6.1.3	Druckverteilung in einer Flüssigkeit ohne Berücksichtigung der Schwerkraft, das Druck-Ausbreitungsgesetz	452
6.1.4	Übung zum Druck-Ausbreitungsgesetz	453
6.1.5	Druckverteilung in einer Flüssigkeit unter Berücksichtigung der Schwerkraft	457
6.1.6	Kommunizierende Röhren	459
6.1.7	Bodenkraft	459
6.1.8	Seitenkraft	460
6.1.9	Auftriebskraft	462
6.1.10	Schwimmen	463
6.1.11	Gleichgewichtslagen schwimmender Körper	464
6.1.12	Stabilität eines Schiffes	465
6.2	Dynamik der Fluide (Hydrodynamik, Strömungsmechanik)	467
6.2.1	Übungen zu den Grundbegriffen der Hydrodynamik	467
6.2.2	Erhaltungssätze der Strömung	469
6.2.3	Übungen zu der Strömung in Rohrleitungen	481
Allgemeine Tabellen		487
Sachwortverzeichnis		491