

Inhaltsverzeichnis

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
1.1.2.1 Die Kraft F	3
1.1.2.2 Das Kraftmoment oder Drehmoment M	4
1.1.2.3 Das Kräftepaar	4
1.1.3 Übungen zur Berechnung von Drehmomenten	5
1.1.4 Bewegungsmöglichkeiten (Freiheitsgrade) eines Körpers	6
1.1.4.1 Freiheitsgrade im Raum	6
1.1.4.2 Freiheitsgrade in der Ebene	6
1.1.5 Gleichgewicht des Körpers in der Ebene (Gleichgewichtsbedingungen)	6
1.1.6 Der Parallelogrammsatz für Kräfte	8
1.1.6.1 Zusammensetzen von zwei nichtparallelen Kräften (Kräfteaddition)	8
1.1.6.2 Zerlegen einer Kraft F in zwei nichtparallele Kräfte F_1 und F_2	9
1.1.6.3 Zerlegen einer Kraft F in zwei parallele Kräfte	9
1.1.6.4 Übungen zum Parallelogrammsatz für Kräfte	10
1.1.7 Das Freimachen der Bauteile	11
1.1.7.1 Zweck und Beschreibung des Verfahrens, Oberflächen- und Volumenkräfte	11
1.1.7.2 Seile, Ketten, Riemen	12
1.1.7.3 Zweigelenkstäbe	13
1.1.7.4 Berührungsflächen (ebene Stützflächen)	13
1.1.7.5 Rollkörper (gewölbte Stützflächen)	14
1.1.7.6 Einwertige Lager (Loslager)	15
1.1.7.7 Zweiwertige Lager (Festlager)	15
1.1.7.8 Dreiwertige Lager	17
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
1.2.4.1 Rechnerische Ermittlung der Resultierenden (erste Grundaufgabe)	22

1.2.4.2	Zeichnerische Ermittlung der Resultierenden (zweite Grundaufgabe)	26
1.2.4.3	Rechnerische Ermittlung unbekannter Kräfte (dritte Grundaufgabe), die rechnerischen Gleichgewichtsbedingungen.	28
1.2.4.4	Zeichnerische Ermittlung unbekannter Kräfte (vierte Grundaufgabe), die zeichnerische Gleichgewichtsbedingung	32
1.2.4.5	Übungen zur dritten und vierten Grundaufgabe	35
1.2.5	Die vier Grundaufgaben der Statik im allgemeinen ebenen Kräftesystem.	38
1.2.5.1	Rechnerische Ermittlung der Resultierenden (fünfte Grundaufgabe), der Momentensatz	38
1.2.5.2	Zeichnerische Ermittlung der Resultierenden (sechste Grundaufgabe), das Seileckverfahren	40
1.2.5.3	Rechnerische Ermittlung unbekannter Kräfte (siebte Grundaufgabe), die rechnerischen Gleichgewichtsbedingungen.	44
1.2.5.4	Übungen zur Stützkraftberechnung	47
1.2.5.5	Zeichnerische Ermittlung unbekannter Kräfte (achte Grundaufgabe), die zeichnerischen Gleichgewichtsbedingungen.	50
1.2.6	Systemanalytisches Lösungsverfahren zur Stützkraftberechnung	55
1.2.6.1	Herleitung der Systemgleichungen	55
1.2.6.2	Zusammenstellung der Systemgleichungen	62
1.2.6.3	Beschreibung des Programmlaufs zur Stützkraftberechnung	63
1.2.6.4	Übung zum systemanalytischen Lösungsverfahren zur Stützkraftberechnung	64
1.2.7	Stützkraftermittlung beim 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
1.3.3.1	Das Knotenschnittverfahren	73
1.3.3.2	Das Ritter'sche Schnittverfahren	75

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 einfacher Flächen	79
2.2.3	Schwerpunkte zusammengesetzter Flächen	80
2.2.3.1	Rechnerische Bestimmung des Flächenschwerpunkts	80
2.2.3.2	Übungen zur Bestimmung des Flächenschwerpunkts	82
2.3	Der Linienschwerpunkt	84
2.3.1	Linien haben einen Schwerpunkt	84
2.3.2	Schwerpunkte einfacher Linien	84
2.3.3	Schwerpunkte zusammengesetzter Linien (Linienzüge)	85
2.3.3.1	Rechnerische Bestimmung des Linienschwerpunkts	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
2.5.1.1	Stabiles Gleichgewicht	88
2.5.1.2	Labiles Gleichgewicht	88
2.5.1.3	Indifferentes Gleichgewicht	88
2.5.2	Standsicherheit	89
2.5.2.1	Kippmoment, Standmoment, Standsicherheit	89
2.5.2.2	Übung zur Standsicherheit	90
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 μ , und μ_0	93
3.2.3	Der 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
3.3.1.1	Zugkraft F wirkt unter beliebigem Zugwinkel	101
3.3.1.2	Zugkraft F wirkt parallel zur schiefen Ebene	102
3.3.1.3	Zugkraft F wirkt waagerecht	104

3.3.2	Halten des Körpers auf der schiefen Ebene (2. Grundfall)	106
3.3.2.1	Haltekraft F wirkt unter beliebigem Zugwinkel	106
3.3.2.2	Haltekraft F wirkt parallel zur schiefen Ebene	107
3.3.2.3	Haltekraft F wirkt waagrecht	109
3.3.3	Verschieben des Körpers nach unten (3. Grundfall)	111
3.3.3.1	Schubkraft F wirkt unter beliebigem Schubwinkel.	111
3.3.3.2	Schubkraft F wirkt parallel zur schiefen Ebene	112
3.3.3.3	Schubkraft F wirkt waagrecht	113
3.3.4	Übungen zur Reibung auf der schiefen Ebene	114
3.4	Reibung an Maschinenteilen	115
3.4.1	Prismenführung und Keilnut	115
3.4.2	Zylinderführung	116
3.4.3	Lager	117
3.4.3.1	Reibung am Tragzapfen (Querlager)	117
3.4.3.2	Reibung am Spurzapfen (Längslager)	118
3.4.3.3	Übungen zur Trag- und Spurzapfenreibung	119
3.4.4	Schraube und Schraubgetriebe	120
3.4.4.1	Bewegungsschraube mit Flachgewinde	120
3.4.4.2	Bewegungsschraube mit Spitz- oder Trapezgewinde	121
3.4.4.3	Befestigungsschraube mit Spitzgewinde	122
3.4.4.4	Übungen zur Schraube	123
3.4.5	Seilreibung	125
3.4.5.1	Grundgleichung der Seilreibung	125
3.4.5.2	Aufgabenarten und Lösungsansätze	126
3.4.5.3	Übungen zur Seilreibung	126
3.4.6	Bremsen	129
3.4.6.1	Backenbremsen	129
3.4.6.2	Bandbremsen	133
3.4.6.3	Scheiben- und Kegelbremsen	134
3.4.7	Rollwiderstand (Rollreibung)	135
3.4.8	Fahrwiderstand	135
3.4.9	Übungen zum Rollwiderstand und Fahrwiderstand	136
3.4.10	Rolle und Rollenzug	139
3.4.10.1	Feste Rolle (Leit- oder Umlenkrolle)	139
3.4.10.2	Lose Rolle	140
3.4.10.3	Rollenzug	142
3.4.10.4	Übung zum Rollenzug	143

4	Dynamik	144
----------	----------------	------------

4.1	Allgemeine Bewegungslehre	145
4.1.1	Größen und v, t -Diagramm, Ordnung der Bewegungen	145
4.1.2	Übungen mit dem v, t -Diagramm	147
4.1.3	Gesetze und Diagramme der gleichförmigen Bewegung, Geschwindigkeitsbegriff	149
4.1.4	Gesetze und Diagramme der gleichmäßig beschleunigten (verzögerten) Bewegung, Beschleunigungsbegriff	151
4.1.5	Arbeitsplan zur gleichmäßig beschleunigten oder verzögerten Bewegung	154
4.1.6	Freier Fall und Luftwiderstand	158
4.1.6.1	Freier Fall ohne Luftwiderstand	158
4.1.6.2	Luftwiderstand F_w	158
4.1.6.3	Freier Fall mit Luftwiderstand	159
4.1.7	Übungen zur gleichmäßig beschleunigten und verzögerten Bewegung	161
4.1.8	Zusammengesetzte Bewegungen	165
4.1.8.1	Kennzeichen der zusammengesetzten Bewegung	165
4.1.8.2	Überlagerungsprinzip	166
4.1.8.3	Zusammensetzen und Zerlegen von Wegen, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen	166
4.1.9	Übungen zur zusammengesetzten Bewegung	167
4.1.9.1	Überlagerung von zwei gleichförmig geradlinigen Bewegungen	167
4.1.9.2	Überlagerung von gleichförmiger und gleichmäßig beschleunigter Bewegung	168
4.2	Gleichförmige Drehbewegung (Kreisbewegung)	177
4.2.1	Die Drehzahl n (Umdrehungsfrequenz)	177
4.2.2	Die Umfangsgeschwindigkeit v_u	178
4.2.3	Richtung der Umfangsgeschwindigkeit v_u	178
4.2.4	Umfangsgeschwindigkeit v_u und Drehzahl n	178
4.2.4.1	Zahlenwertgleichungen für die Umfangsgeschwindigkeit	179
4.2.5	Umfangsgeschwindigkeit und Mittelpunktsgeschwindigkeit	179
4.2.6	Die Winkelgeschwindigkeit ω	180
4.2.7	Winkelgeschwindigkeit und Umfangsgeschwindigkeit	180
4.2.7.1	Zahlenwertgleichung für die Winkelgeschwindigkeit	181
4.2.8	Baugrößen und Größen der Bewegung in Getrieben	181
4.2.9	Übersetzung i (Übersetzungsverhältnis)	182
4.3	Gleichmäßig beschleunigte (verzögerte) Drehbewegung	183
4.3.1	Gegenüberstellung der allgemeinen Größen mit den entsprechenden Kreisgrößen	183

4.3.2	Winkelbeschleunigung α	184
4.3.3	Der Drehwinkel im ω, t -Diagramm	184
4.3.4	Die Tangentialbeschleunigung a_T	185
4.3.5	Arbeitsplan zur Kreisbewegung (Vergleich mit Abschnitt 4.1.5)	185
4.4	Dynamik der geradlinigen Bewegung (Translation)	189
4.4.1	Das Trägheitsgesetz (Beharrungsgesetz), erstes Newton'sches Axiom	189
4.4.2	Masse, Gewichtskraft und Dichte	190
4.4.3	Das dynamische Grundgesetz, zweites Newton'sches Axiom	192
4.4.4	Die gesetzliche und internationale Einheit für die Kraft	194
4.4.5	Übungen zum dynamischen Grundgesetz	194
4.4.6	Prinzip von d'Alembert	196
4.4.7	Arbeitsplan zum Prinzip von d'Alembert	198
4.4.8	Übungen zum Prinzip von d'Alembert	198
4.4.9	Impuls (Bewegungsgröße) und Impulserhaltungssatz	203
4.5	Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad	204
4.5.1	Arbeit W einer konstanten Kraft F	204
4.5.2	Zeichnerische Darstellung der Arbeit W	205
4.5.3	Federarbeit W_f (Formänderungsarbeit) als Arbeit einer veränderlichen Kraft	206
4.5.4	Übungen mit der Größe Arbeit	207
4.5.5	Mechanische Leistung P	210
4.5.6	Wirkungsgrad η	211
4.5.7	Übungen mit den Größen Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad	213
4.6	Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad bei der Drehbewegung (Kreisbewegung)	214
4.6.1	Gegenüberstellung der allgemeinen Größen mit den entsprechenden Kreisgrößen	214
4.6.2	Dreharbeit W_{rot} (Rotationsarbeit)	215
4.6.3	Drehleistung P_{rot} (Rotationsleistung)	216
4.6.4	Zahlenwertgleichung für die Drehleistung P_{rot}	216
4.6.5	Wirkungsgrad, Drehmoment und Übersetzung	217
4.6.6	Übungen zu Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad und Übersetzung bei Drehbewegung	217
4.7	Energie	219
4.7.1	Energie – Begriffsbestimmung und Einheit	219
4.7.2	Potenzielle Energie E_{pot} und Hubarbeit W_h	220
4.7.3	Kinetische Energie E_{kin} und Beschleunigungsarbeit W_a	221
4.7.4	Spannungsenergie E_s und Formänderungsarbeit W_f	221
4.7.5	Energieerhaltungssatz für technische Vorgänge	222
4.7.6	Übungen zum Energieerhaltungssatz	223

4.8	Gerader zentrischer Stoß	225
4.8.1	Stoßbegriff, Kräfte und Geschwindigkeiten beim Stoß	225
4.8.2	Merkmale des geraden zentrischen Stoßes	225
4.8.3	Elastischer Stoß	226
4.8.4	Unelastischer Stoß	228
4.8.4.1	Schmieden und Nieten	228
4.8.4.2	Rammen von Pfählen, Eintreiben von Keilen	229
4.8.5	Wirklicher Stoß	229
4.8.6	Übungen zum geraden zentrischen Stoß	231
4.9	Dynamik der Drehbewegung (Rotation)	233
4.9.1	Das dynamische Grundgesetz für die Drehbewegung	233
4.9.2	Trägheitsmoment J und Trägheitsradius i	234
4.9.2.1	Definition des Trägheitsmoments	234
4.9.2.2	Übung zum Trägheitsmoment	235
4.9.2.3	Verschiebesatz (Steiner'scher Satz)	237
4.9.2.4	Reduzierte Masse m_{red} und Trägheitsradius i	239
4.9.3	Übung zum dynamischen Grundgesetz für die Drehung	240
4.9.4	Drehimpuls (Drall) und Impulserhaltungssatz für die Drehung	240
4.9.5	Kinetische Energie E_{rot} (Rotationsenergie)	241
4.9.6	Energieerhaltungssatz für Drehung	242
4.9.7	Fliehkraft	243
4.9.7.1	Zentripetalbeschleunigung und Zentripetalkraft	243
4.9.7.2	Übungen zur Fliehkraft	244
4.9.8	Gegenüberstellung der translatorischen und rotatorischen Größen	246
4.10	Mechanische Schwingungen	247
4.10.1	Begriff	247
4.10.2	Ordnungsbegriffe	247
4.10.3	Die harmonische Schwingung	247
4.10.3.1	Die Bewegungsgesetze der harmonischen Schwingung	247
4.10.3.1.1	Auslenkung-Zeit-Gesetz	248
4.10.3.1.2	Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz	248
4.10.3.1.3	Beschleunigung-Zeit-Gesetz	248
4.10.3.2	Die Graphen der harmonischen Schwingung	249
4.10.3.3	Zusammenstellung der wichtigsten Größen und Gleichungen der harmonischen Schwingung	250
4.10.3.4	Rückstellkraft F_R , Richtgröße D und lineares Kraftgesetz bei der harmonischen Schwingung	251
4.10.4	Das Schraubenfederpendel	252
4.10.4.1	Rückstellkraft F_R und Federrate R	252
4.10.4.2	Periodendauer T des Schraubenfederpendels	254
4.10.5	Das Torsionsfederpendel	255
4.10.5.1	Federrate R , Rückstellmoment M_R und Periodendauer T	255

4.10.5.2	Experimentelle Bestimmung von Trägheitsmomenten J aus der Periodendauer	256
4.10.6	Das Schwerependel (Fadenpendel)	257
4.10.7	Schwingung einer Flüssigkeitssäule	258
4.10.8	Analogiebetrachtung zum Schraubenfederpendel, Torsionsfederpendel, Schwerependel und zur schwingenden Flüssigkeitssäule	259
4.10.9	Dämpfung, Energiezufuhr, erzwungene Schwingung, Resonanz	259
4.10.9.1	Dämpfung	259
4.10.9.2	Energieminderung durch Dämpfung	260
4.10.9.3	Energiezufuhr	260
4.10.9.4	Die erzwungene Schwingung und Resonanz	261
4.10.9.5	Das Amplituden-Frequenz-Diagramm	262

5 Festigkeitslehre	263
---------------------------------	------------

5.1 Grundbegriffe	265
5.1.1 Die Aufgabe der Festigkeitslehre	265
5.1.2 Das Schnittverfahren zur Bestimmung des inneren Kräftesystems	266
5.1.3 Spannung und Beanspruchung	267
5.1.4 Die beiden Spannungsarten (Normalspannung σ und Schubspannung τ)	268
5.1.5 Die fünf Grundbeanspruchungsarten	269
5.1.5.1 Zugbeanspruchung (Zug)	269
5.1.5.2 Druckbeanspruchung (Druck)	270
5.1.5.3 Abscherbeanspruchung (Abscheren)	270
5.1.5.4 Biegebeanspruchung (Biegung)	270
5.1.5.5 Torsionsbeanspruchung (Torsion, Verdrehung)	271
5.1.5.6 Kurzzeichen für Spannung und Beanspruchung	271
5.1.6 Die zusammengesetzte Beanspruchung	271
5.1.7 Bestimmen des inneren ebenen Kräftesystems (Schnittverfahren) und der Beanspruchungsarten	272
5.1.7.1 Das allgemeine innere Kräftesystem	272
5.1.7.2 Arbeitsplan zur Bestimmung des inneren Kräftesystems und der Beanspruchungsarten	273
5.1.7.3 Übungen zum Schnittverfahren	273
5.2 Beanspruchung auf Zug	279
5.2.1 Spannung	279
5.2.2 Erkennen des gefährdeten Querschnitts in zugbeanspruchten Bauteilen	279
5.2.2.1 Profilstäbe mit Querbohrung	280
5.2.2.2 Zuglaschen	280
5.2.2.3 Zugschrauben	280

5.2.2.4	Herabhängende Stäbe oder Seile	281
5.2.2.5	Ketten	281
5.2.3	Elastische Formänderung (Hooke'sches Gesetz)	281
5.2.3.1	Verlängerung Δl und Dehnung ε	282
5.2.3.2	Querdehnung ε_q	282
5.2.3.3	Poisson-Zahl μ	283
5.2.3.4	Das Hooke'sche Gesetz	283
5.2.3.5	Wärmespannung	284
5.2.3.6	Formänderungsarbeit W_f	284
5.2.4	Reißlänge	285
5.3	Beanspruchung auf Druck	286
5.4	Übungen zur Zug- und Druckbeanspruchung	287
5.5	Flächenpressung	289
5.5.1	Begriff und Hauptgleichung	289
5.5.2	Flächenpressung an geneigten Flächen	289
5.5.3	Flächenpressung am Gewinde	291
5.5.4	Flächenpressung in Gleitlagern, Niet- und Bolzenverbindungen	292
5.5.5	Flächenpressung an gewölbten Flächen (Hertz'sche Gleichungen)	293
5.5.5.1	Pressung zwischen Kugel und Ebene oder zwischen zwei Kugeln	293
5.5.5.2	Pressung zwischen Zylinder und Ebene oder zwischen zwei Zylindern	293
5.5.6	Übungen zur Flächenpressung	294
5.6	Beanspruchung auf Abscheren	296
5.6.1	Spannung	296
5.6.2	Elastische Formänderung (Hooke'sches Gesetz für Schub)	298
5.7	Flächenmomente 2. Grades I und Widerstandsmomente W	304
5.7.1	Gleichmäßige und lineare Spannungsverteilung (Gegenüberstellung)	304
5.7.2	Definition der Flächenmomente 2. Grades	305
5.7.3	Herleitungsübung	306
5.7.4	Übungen mit Flächen- und Widerstandsmomenten einfacher Querschnitte	307
5.7.5	Axiale Flächenmomente 2. Grades symmetrischer Querschnitte	313
5.7.6	Axiale Flächenmomente 2. Grades unsymmetrischer Querschnitte (Steiner'scher Verschiebesatz)	314
5.7.6.1	Erste Herleitung des Steiner'schen Satzes	315
5.7.6.2	Zweite Herleitung des Steiner'schen Satzes	316

5.7.6.3	Arbeitsplan zur Berechnung axialer Flächenmomente 2. Grades	317
5.7.7	Übungen mit Flächen- und Widerstandsmomenten zusammengesetzter Querschnitte	317
5.8	Beanspruchung auf Torsion	322
5.8.1	Spannungsverteilung	322
5.8.2	Herleitung der Torsions-Hauptgleichung	323
5.8.3	Formänderung bei Torsion	325
5.8.4	Formänderungsarbeit W_f	326
5.9	Beanspruchung auf Biegung	329
5.9.1	Spannungsarten und inneres Kräftesystem bei Biegeträgern	329
5.9.2	Bestimmung der Biegemomente und Querkräfte an beliebigen Trägerstellen	330
5.9.3	Spannungsverteilung im Trägerquerschnitt	330
5.9.4	Herleitung der Biege-Hauptgleichung	331
5.9.5	Spannungsverteilung im einfach symmetrischen Querschnitt	333
5.9.6	Gültigkeitsbedingungen für die Biege-Hauptgleichung	333
5.9.7	Übungen zur Berechnung des Biegemomenten- und Querkraftverlaufs bei den wichtigsten Trägerarten und Belastungen	334
5.9.7.1	Freitragler mit Einzellast	334
5.9.7.2	Freitragler mit mehreren Einzellasten	335
5.9.7.3	Freitragler mit konstanter Streckenlast (gleichmäßig verteilte Streckenlast)	336
5.9.7.4	Freitragler mit Mischlast (Einzellast und konstante Streckenlast)	337
5.9.7.5	Stützträger mit Einzellast	338
5.9.7.6	Stützträger (Kragträger) mit mehreren Einzellasten	339
5.9.7.7	Stützträger (Kragträger) mit konstanter Streckenlast	341
5.9.7.8	Stützträger mit Mischlast (Einzellast und konstante Streckenlast)	343
5.9.8	Träger gleicher Biegespannung	344
5.9.8.1	Allgemeine Anformungsgleichung	344
5.9.8.2	Achsen und Wellen	344
5.9.8.3	Biegefeder mit Rechteckquerschnitt	345
5.9.8.4	Konsolträger mit Einzellast	346
5.9.8.5	Konsolträger mit Streckenlast	346
5.9.9	Formänderung bei Biegung	347
5.9.9.1	Krümmungsradius, Krümmung	347
5.9.9.2	Allgemeine Durchbiegungsgleichung	348
5.9.9.3	Neigungswinkel der Biegelinie	349
5.9.10	Übungen zur Durchbiegungsgleichung	350
5.10	Beanspruchung auf Knickung	352
5.10.1	Grundbegriffe	352
5.10.2	Elastische Knickung (Eulerfall)	353

5.10.3	Unelastische Knickung (Tetmajerfall)	356
5.10.4	Arbeitsplan für Knickungsaufgaben	357
5.10.5	Knickung im Stahlbau	360
5.10.5.1	Vorschriften	360
5.10.5.2	Tragsicherheitsnachweis bei einteiligen Knickstäben	360
5.10.5.3	Herleitung einer Entwurfsformel	360
5.10.5.4	Arbeitsplan (AP) zum Tragsicherheitsnachweis	360
5.10.5.5	Zusammengesetzte Knickstäbe	363
5.11	Zusammengesetzte Beanspruchung.	366
5.11.1	Zug und Biegung	366
5.11.2	Druck und Biegung	367
5.11.3	Übung zur zusammengesetzten Beanspruchung durch Normalspannungen	368
5.11.4	Biegung und Torsion	369
5.11.4.1	Festigkeitshypothesen und Vergleichsspannung σ_v	369
5.11.4.2	Vergleichsmoment M_v	370
5.11.4.3	Übung zu Biegung und Torsion	371
5.12	Festigkeit, zulässige Spannung, Sicherheit	376
5.12.1	Festigkeitswerte im Spannungs-Dehnungs-Diagramm	376
5.12.2	Einflüsse auf die Festigkeit des Bauteils	377
5.12.2.1	Beanspruchungsart und Festigkeit	377
5.12.2.2	Temperatur und Festigkeit	377
5.12.2.3	Belastungsart und Festigkeit	377
5.12.2.4	Gestalt und Dauerfestigkeit	379
5.12.3	Spannungsbegriffe	381
5.12.3.1	Nennspannung	381
5.12.3.2	Örtliche Spannung	381
5.12.3.3	Zulässige Spannung	381
5.12.3.4	Berechnungen im Buch	382
5.12.3.5	Praktische Festigkeitsberechnungen im Maschinenbau ...	382
5.12.4	Dauerbruchsicherheit	383
5.12.4.1	Sicherheit S_D bei ruhender Belastung	383
5.12.4.2	Sicherheit S_D bei dynamischer Belastung	383
5.12.5	Übungen zur Dauerfestigkeit	384
6	Fluidmechanik	387
6.1	Statik der Flüssigkeiten (Hydrostatik)	387
6.1.1	Eigenschaften der Flüssigkeiten	387
6.1.2	Hydrostatischer Druck (Flüssigkeitsdruck, hydraulische Pressung)	388
6.1.3	Druckverteilung in einer Flüssigkeit ohne Berücksichtigung der Schwerkraft, das Druck-Ausbreitungsgesetz	388

6.1.4	Anwendungen des Druck-Ausbreitungsgesetzes	389
6.1.4.1	Hydraulischer Hebebock	389
6.1.4.2	Druckkraft auf gewölbte Böden	391
6.1.4.3	Beanspruchung einer Kessel- oder Rohrlängsnaht	391
6.1.4.4	Hydraulische Presse	392
6.1.5	Druckverteilung in einer Flüssigkeit unter Berücksichtigung der Schwerkraft	393
6.1.6	Kommunizierende Röhren	395
6.1.7	Bodenkraft	395
6.1.8	Seitenkraft	396
6.1.9	Auftriebskraft	398
6.1.10	Schwimmen	399
6.1.11	Gleichgewichtslagen schwimmender Körper	400
6.1.12	Stabilität eines Schiffes	401
6.2	Dynamik der Fluide (Hydrodynamik, Strömungsmechanik)	403
6.2.1	Übersicht	403
6.2.2	Erhaltungssätze der Strömung	404
6.2.2.1	Massenerhaltungssatz (Kontinuitätsgleichung)	404
6.2.2.2	Energieerhaltungssatz (Bernoulli'sche Gleichung)	406
6.2.2.2.1	Horizontale Strömung (Strömung ohne Höhenunterschied)	406
6.2.2.2.2	Nichthorizontale Strömung (Strömung mit Höhenunterschied)	407
6.2.2.2.3	Anwendung der Bernulligleichung	408
6.2.2.3	Impulserhaltungssatz	413
6.2.3	Strömung in Rohrleitungen	417
	Sachwortverzeichnis	419