

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	13
Statik fester Körper	
Einführung	15
1. Ebene Kräftesysteme	15
1.1. Grundsätze zur zeichnerischen und rechnerischen Lösung	15
1.2. Modellbildungen	22
1.3. Modellbearbeitungen zur Aufbereitung der Lösungen ..	26
1.4. Elementare Einknotensysteme (zentrale Kräftesysteme)	27
1.4.1. Kräftebüschel mit Strukturknoten	27
1.4.2. Kräftebüschel mit Wirkungsknoten	31
1.5. Komplexe Einknotensysteme, Stabwerke	33
1.6. Allgemeine Kräftesysteme	39
1.6.1. Zweiknotensysteme	39
1.6.2. Drei- und Mehrknotensysteme	40
1.7. Anwendungen und Vertiefungen	43
1.7.1. Einige Hinweise zur Elementarisierung der Lösungsaufbereitung komplexer Aufgaben	43
1.7.2. Gelenkträger	44
1.7.2.1. Gerber-Träger	44
1.7.2.2. Dreigelenkträger	46
1.7.3. Tragsysteme	51
1.7.4. Schwerpunktsermittlungen	58
1.7.5. Schnittreaktionen in Trägern	63
1.7.6. Standsicherheit	76
1.7.7. Reibung	78
1.7.7.1. Haft- und Gleitreibung	78
1.7.7.2. Rollreibung	86
1.7.7.3. Seilreibung	90
2. Räumliche Kräftesysteme	92
2.1. Zentrale Kräftesysteme mit Strukturknoten	92
2.2. Aufbereitung allgemeiner Kräftesysteme	95

Beanspruchung fester Körper

Einführung	97
3. Solitäre Bauteilbeanspruchungen	99
3.1. Beanspruchungsgrößen und Festigkeitswerte	99
3.1.1. Konstante Normalschnittkräfte (Längskräfte) in Querschnitten	99
3.1.2. Tangentialschnittkräfte (Querkräfte) in Querschnitten ..	102
3.1.3. Normal- und Tangentialschnittkräfte in Schrägschnitten beim linearen (einachsigen) Spannungszustand	103
3.1.4. Statische Festigkeitswerte, Sicherheitszahlen und zulässige Spannungen	105
3.2. Zug-, Druckbeanspruchung	107
3.2.1. Beanspruchungen bei ungekerbten und gekerbten Stäben	107
3.2.2. Zugspannungen bei Berücksichtigung der Eigenmasse der Stäbe	110
3.2.3. Körper gleicher Druckbeanspruchung	111
3.2.4. Zugspannungen in dünnwandigen Gefäßen	113
3.2.5. Flächenpressungen als Kontaktspannungen	114
3.2.6. Statisch unbestimmte Fälle bei Zug-, Druckbeanspruchung	118
3.2.6.1. Thermische Einflüsse	118
3.2.6.2. Mechanisch bedingte Einflüsse	120
3.3. Biegebeanspruchung infolge Belastungen in Hauptebenen	124
3.3.1. Spannungsgleichungen	125
3.3.2. Querschnittskenngrößen, axiale Flächenträgheitsmomente	127
3.3.2.1. Hauptachsen-Trägheitsmomente für geometrische Grundquerschnitte und für Querschnitte von Profilträgern	128
3.3.2.2. Berechnung der Hauptachsen-Trägheitsmomente für zusammengesetzte Querschnittsformen mit gemeinsamen Bezugsachsen	128
3.3.2.3. Berechnung der Hauptachsen-Trägheitsmomente für zusammengesetzte Querschnittsformen, deren Hauptachsen parallel zu denen der Teilquerschnitte liegen ...	129
3.3.3. Belastungskenngrößen, Schnittmomente	132
3.3.4. Beanspruchungen mit Bezug auf Biegespannungen oder resultierende Normalspannungen	132
3.3.5. Werkstoffökonomische Trägerkonstruktionen	138
3.3.6. Formänderung bei Biegung	142
3.3.6.1. Differentialgleichung der Biegelinie	143
3.3.6.2. Lineares Superpositionsverfahren	148

3.3.6.3.	Zeichnerische Ermittlung der Biegeformänderungen bei veränderlicher Biegesteifigkeit	151
3.3.6.4.	Formänderungen nach dem Verfahren von <i>Castigliano</i>	153
3.4.	Scher- und Abscherspannungen	161
3.5.	Schubbeanspruchung	163
3.5.1.	Spannungsgleichungen	164
3.5.2.	Schubmittelpunkt	166
3.5.3.	Zusätzliche Durchbiegungen infolge Schubformänderungen	167
3.6.	Torsionsbeanspruchung	167
3.6.1.	Torsionsbeanspruchung bei Stäben mit rotationssymmetrischen Querschnitten	168
3.6.1.1.	Spannungsgleichungen	168
3.6.1.2.	Formänderungsgleichungen	171
3.6.1.3.	Anwendungen	171
3.6.1.4.	Formänderungsarbeit	175
3.6.2.	Torsionsbeanspruchung bei Stäben mit prismatischen Querschnitten	176
4.	<i>Komplexe Bauteilbeanspruchungen</i>	179
4.1.	Komplexe Bauteilbeanspruchungen mit Normalspannungen	179
4.1.1.	Exzentrische Zug-, Druckbeanspruchungen durch Belastungen in Hauptebenen bzw. in Ebenen parallel dazu	181
4.1.1.1.	Resultierende Normalspannungen	181
4.1.1.2.	Kernweite und Querschnittskern	183
4.1.1.3.	Formänderungen	184
4.1.1.4.	Resultierende Normalspannungen bei doppelter Belastungsexzentrizität	185
4.1.2.	Längs- und Querkraftbiegung in Hauptebenen	188
4.1.3.	Doppelachsenbiegung	190
4.1.4.	Bestimmung wichtiger Einflußgrößen bei asymmetrischen Querschnittsformen	192
4.1.4.1.	Berechnung der Hauptachsen und deren Trägheitsmomente	192
4.1.4.2.	Zeichnerische Bestimmung der Querschnittskennwerte mit dem Trägheitskreis nach <i>Mohr-Land</i>	195
4.1.4.3.	Hinweise zur Bestimmung von Spannungen und Formänderungen	196
4.1.5.	Stabilitätsproblem Knickung	197
4.1.5.1.	Knickungsrechnung nach <i>Euler</i>	197
4.1.5.2.	Spannungs- und Sicherheitsnachweis für den unelastischen Bereich	199
4.1.5.3.	Anwendungsbeispiele	200

4.1.5.4.	Stabilitätsnachweis für Druckstäbe nach dem Omega- verfahren	202
4.2.	Komplexe Bauteilbeanspruchungen mit Normal- und Tangentialspannungen	205
4.2.1.	Ebener Spannungszustand	205
4.2.2.	Wichtige Vergleichsspannungshypothesen	207
4.2.3.	Anwendungen zur Entwurfsrechnung für Wellen	209
5.	<i>Berechnungen zur Dauerschwingbeanspruchung</i>	213
5.1.	Festigkeitswerte für Werkstoffproben	213
5.2.	Festigkeitsmindernde und beanspruchungserhöhende Einflußfaktoren bei Bauteilen	215
5.3.	Berechnung der Sicherheitszahl gegenüber Bauteil- schädigungen	217
5.4.	Anwendungsbeispiele	220
	Literatur- und Quellenverzeichnis	224

Kinematik und Kinetik

	Einführung	225
6.	<i>Grundelemente der Kinematik und Kinetik</i>	225
6.1.	Grundbegriffe	225
6.2.	Hinweise zur Lösung von Aufgaben und zur Überfüh- rung des technischen Systems in ein Berechnungsmodell	229
7.	<i>Kinematik</i>	232
7.0.	Grundgrößen	232
7.1.	Geradlinige Bewegung (Translation)	234
7.1.1.	Gleichförmige Bewegung	234
7.1.2.	Gleichmäßig beschleunigte Bewegung	235
7.1.3.	Ungleichmäßig beschleunigte Bewegung	236
7.1.4.	Beispiel zur geradlinigen Bewegung	238
7.2.	Krummlinige Bewegung	244
7.2.1.	Darstellung in kartesischen Koordinaten	244
7.2.2.	Darstellung in Polarkoordinaten	248
7.2.3.	Darstellung in natürlichen Koordinaten	249
7.3.	Gezwungene Bewegung	252
7.4.	Relativbewegung des Massenpunktes	253

7.4.1.	Bewegtes System in allgemeiner Bewegung	253
7.4.2.	Freie Relativbewegung	254
7.4.3.	Gezwungene Relativbewegung	256
7.4.4.	Beispiele zur Relativbewegung	257
8.	<i>Kinetik des materiellen Punktes</i>	261
8.1.	Impuls, dynamisches Grundgesetz, kinetische Energie	262
8.2.	Arbeit, Leistung	270
8.3.	Potential, potentielle Energie	273
9.	<i>Kinetik des Punkthaufens</i>	274
9.1.	Schwerpunktsätze	275
9.2.	Drall, Drallsatz	275
9.3.	Kinetische Energie, Potential	276
10.	<i>Trägheits- und Zentrifugalmomente von Körpern</i>	277
10.1.	Massenträgheitsmomente bezüglich eines festen Achsen- systems	278
10.2.	Massenträgheitsmoment für parallele Achsen	278
10.3.	Trägheitsradius, Schwungmoment, reduzierte Masse ...	279
10.4.	Massenträgheitsmoment bezüglich einer beliebigen Achse A durch den Koordinatenursprung	280
10.5.	Zentrifugalmomente (Deviationsmomente)	280
10.6.	<i>Steinerscher Satz</i> für Zentrifugalmomente	280
10.7.	Trägheitsellipsoid, Hauptträgheitsachsen, Hauptträg- heitsmomente	281
10.8.	Zeichnerische Ermittlung des Trägheitsmomentes	283
10.9.	Experimentelle Bestimmung von Trägheitsmomenten ..	285
10.10.	Berechnung des Massenträgheitsmomentes für einen beliebigen prismatischen Körper mit paralleler Grund- und Deckfläche	287
11.	<i>Kinetik des starren Körpers</i>	290
11.1.	Impuls, Drall, kinetische Energie	290
11.2.	Drehung um eine feste Achse, Fliehkraft, <i>Eulersche</i> dynamische Gleichungen	295
11.3.	Kreiselbewegung	299
12.	<i>Einige Prinzipien der Mechanik</i>	304
12.1.	Impulssatz und Drallsatz	304

12.2.	Das Prinzip von <i>d'Alembert</i>	306
12.3.	Arbeitssatz	311
12.4.	Energiesatz	312
12.5.	Die <i>Lagrangeschen</i> Bewegungsgleichungen	316
12.6.	Das <i>Hamiltonsche</i> Prinzip	319
13.	<i>Stoß fester Körper</i>	320
13.1.	Begriffserklärungen, Klassifikation der Stöße	320
13.2.	Gerader zentraler Stoß	322
13.2.1.	Vollkommen unelastischer Stoß	324
13.2.2.	Vollkommen elastischer Stoß	324
13.2.3.	Stoß gegen eine Wand	324
13.2.4.	Versuch zur Bestimmung der Stoßzahl k	324
13.3.	Schiefer zentraler Stoß	325
13.4.	Exzentrischer Stoß	326
13.5.	Exzentrischer Stoß drehbar befestigter Körper	328
13.5.1.	Stoß einer Punktmasse m_1 gegen einen drehbar befestigten Körper	329
13.5.2.	Lagerbelastung beim Stoß gelagerter Körper, Stoßmittelpunkt	329
14.	<i>Schwingungen</i>	331
14.1.	Kinematik des Schwingers	331
14.1.1.	Periodische Schwingungen	331
14.1.2.	Harmonische Schwingungen	334
14.2.	Freie ungedämpfte Schwingungen des linearen Schwingers mit einem Freiheitsgrad	338
14.2.1.	Schwingungsdifferentialgleichung, Eigenfrequenz, Periodendauer	338
14.2.2.	Rückstellkraft, Federschaltungen, <i>Rayleighsches</i> Verfahren	339
14.2.3.	Lösung der Schwingungsdifferentialgleichung	345
14.3.	Gedämpfte Schwingungen des linearen Schwingers mit einem Freiheitsgrad	345
14.3.1.	Geschwindigkeitsproportionale Dämpfung	345
14.3.2.	Dämpfung durch <i>Coulombsche</i> Reibung	347
14.4.	Erzwungene Schwingungen des Systems mit einem Freiheitsgrad	349
14.4.1.	Stationäre Schwingungen	349
14.4.2.	Instationäre Schwingungen	352
14.4.3.	Einschaltvorgänge	353
14.5.	Freie Schwingungen des Systems mit n Freiheitsgraden	358

14.5.1.	Differentialgleichungen der Bewegung, Frequenzgleichung, Schwingungsform	358
14.5.2.	Berechnung der Eigenfrequenzen der elastisch aufgestellten Maschine	361
14.5.3.	Torsionsschwingungen	363
14.5.4.	Biegeschwingungen	366
14.6.	Erzwungene Schwingungen des Systems mit n Freiheitsgraden	367
14.7.	Rheolineare Schwingungen	369
14.7.1.	Freie rheolineare Schwingungen	370
14.7.2.	Erzwungene rheolineare Schwingungen	373
14.8.	Nichtlineare Schwingungen	373
14.8.1.	Phasendiagramm	374
14.8.2.	Freie Schwingungen des nichtlinearen Schwingers	377
14.8.3.	Erzwungene Schwingungen des nichtlinearen Schwingers	378
 Literatur- und Quellenverzeichnis		383
 Anlagen		385
 Sachwortverzeichnis		473