

Inhaltsverzeichnis

1	Statik	1
1.1	Grundbegriffe.....	1
1.1.1	Einordnung und Gliederung der Mechanik.....	1
1.1.2	Zum Kraftbegriff.....	2
1.1.3	Einteilung der Kräfte.....	3
1.1.4	Das Schnitt- und Wechselwirkungsprinzip.....	4
1.2	Kräfte in einem Angriffspunkt	4
1.2.1	Lineare Gleichungssysteme und zugehörige Lösungsverfahren.....	4
1.2.2	Trigonometrisches Grundwissen.....	9
1.2.3	Ein zentrales Kräftesystem: Pendelstützen mit im Knoten angreifenden Lasten	10
1.2.4	Zentrale Kräftegruppe: Eine Öse.....	13
1.2.5	Zentrale Kräftegruppe an der Umlenkrolle	14
1.2.6	Zentrale Kräftegruppe: Ozeandampfer im Schlepp	16
1.2.7	Gewichte an Pendelstützen mit angreifender Kraft.....	17
1.3	Allgemeine Kräftesysteme: Gleichgewicht des starren Körpers	18
1.3.1	Mehrscheibensystem unter Eigengewicht I.....	18
1.3.2	Mehrscheibensystem unter Eigengewicht II	20
1.3.3	Hebebühne unter äußerer Last.....	23
1.3.4	Dreidimensionales Stabwerk.....	25
1.3.5	Kräfte- und Momentengleichgewicht am Hebel	27
1.3.6	Statisch bestimmt gelagerte Platte.....	28
1.3.7	Hebel im mechanischen Gleichgewicht	31
1.3.8	Tetraeder unter externer Last	32
1.3.9	Allgemeine Kräftegruppe im Raum: Seiltrommel	34
1.4	Der Schwerpunkt	37
1.4.1	Grundwissen an Differenzial- und Integralrechnung.....	37
1.4.2	Berechnung der Schwerpunkte von Rotationskörpern mithilfe der 1. GULDINSchen Regel.....	42
1.4.3	Träger unter externen Lasten I	44
1.4.4	Träger unter externen Lasten II.....	46
1.4.5	Schwerpunkt eines asymmetrischen Trägerprofils	48
1.4.6	Berechnung der Oberfläche eines Rotationskörpers mithilfe der 2. GULDINSchen Regel.....	50

1.4.7	Lagerreaktionen am Balken unter Streckenlast	51
1.4.8	Tragwerk unter Dreieckslast	53
1.4.9	GERBER-Träger unter Punkt- und Gleichstreckenlast	54
1.4.10	Flächenmittelpunkt	56
1.4.11	Inhomogene Kreisscheibe mit Aussparung	58
1.4.12	Halbkreisscheibe mit rechteckiger Aussparung	60
1.5	Lager-, Trag- und Fachwerke	61
1.5.1	Stabkräfte in einem Baukran	61
1.5.2	Kräfte in einem Stabwerk	62
1.5.3	Belastetes Fachwerk	64
1.5.4	Fachwerkscheibe	67
1.5.5	Fachwerkrahmen mit an einem Seil hängender Last	68
1.6	Der biegesteife Träger	71
1.6.1	Schnittgrößen am eingespannten Träger unter Last I	71
1.6.2	Schnittgrößen am eingespannten Träger unter Last II	72
1.6.3	Schnittgrößen am gelenkig gelagerten Träger unter örtlich variabler Streckenlast I	75
1.6.4	Schnittgrößen am gelenkig gelagerten Träger unter örtlich variabler Streckenlast II	76
1.6.5	Schnittgrößen am abgeknickten Träger I	78
1.6.6	Schnittgrößen am abgeknickten Träger II	81
1.6.7	Schnittgrößen am gekrümmten Träger I	84
1.6.8	Balken mit Streckenlast I	86
1.6.9	Schnittgrößen am gekrümmten Träger II	89
1.6.10	Tragwerk mit Streckenlast I	90
1.6.11	Balken mit Streckenlast II	94
1.6.12	Tragwerk mit Streckenlast II	96
1.7	Reibungsphänomene	100
1.7.1	COULOMBSche Reibung zwischen Keil und Klotz	100
1.7.2	Reibung zwischen Leiter und Wand	102
1.7.3	Selbstsperrung durch Hebelwirkung	104
1.7.4	Malergerüst	106
1.7.5	Vertikal verschiebbare Bühne zwischen zwei Wänden	108
1.7.6	Waschmaschinentrommel	109
2	Festigkeitslehre	112
2.1	Einführung, Begriffe	112

2.2 Zug- und Druckbeanspruchung	115
2.2.1 Parallelschaltung elastischer Stäbe.....	115
2.2.2 Verlängerung eines Drahtseils unter Eigengewicht	117
2.2.3 Zweifach eingespannter Stab	118
2.2.4 Thermospannungen in einem eingespannten Stab	119
2.2.5 Wärmespannungen in hintereinander geschalteten Stäben	120
2.2.6 Symmetrisch parallel geschaltete elastische Stäbe unter thermischer Last.....	122
2.2.7 Parallel geschaltete Stäbe unter thermischer Last	124
2.3 Schubbeanspruchung und HOOKEsches Gesetz	126
2.4 Biegebeanspruchung des Balkens.....	128
2.4.1 Flächenträgheitsmoment eines sechseckigen Stabquerschnitts.....	128
2.4.2 Flächenträgheitsmoment eines zusammengesetzten Trägerprofils	130
2.4.3 Spannungsnachweis eines Trägers unter schiefer Biegung.....	131
2.5 Schub infolge Querkraft beim Biegeträger	134
2.5.1 Spannungsnachweis für einen symmetrisch belasteten Träger mit Lamelle.....	134
2.5.2 Spannungsnachweis für einen Träger mit Lamelle	137
2.5.3 Spannungsnachweis für ein Kastenprofil.....	141
2.5.4 Spannungsnachweis für einen Doppel-T-Träger unter Querlast.....	144
2.5.5 Spannungsnachweis für eine Lasttraverse.....	146
2.6 Die elastische Linie des Biegeträgers (Biegelinie)	149
2.6.1 Durchbiegung des Mastes einer Windkraftanlage	149
2.6.2 Biegelinie eines beidseitig eingespannten Trägers.....	152
2.6.3 Durchbiegung eines abgestuften Trägers	156
2.7 Axiale Verdrehung/Torsion.....	159
2.7.1 Auslegung dreier Trägerprofile unter Torsion	159
2.7.2 Torsion rechteckiger Querschnitte	160
2.8 Zusammengesetzte Beanspruchung	161
2.8.1 Träger unter Biege- und Torsionsbelastung.....	161
2.8.2 Das Grundproblem des MOHRschen Spannungskreises.....	163
2.8.3 Scheibe im ebenen Spannungszustand.....	164
2.9 Stabilitätsprobleme	166
2.9.1 Auslegung auf gleiche Knicksicherheit.....	166
2.9.2 Gleiche Sicherheit zweier Knickstäbe.....	167
2.9.3 Auslegung auf vorgegebene Knicksicherheit.....	168

2.9.4	Hintereinandergeschaltete Knickstäbe.....	169
2.9.5	Die exakte Lösung des 1. EULER-Falls.....	171
3	Dynamik.....	176
3.1	Punktförmige Masse.....	176
3.1.1	Ein Marschflugkörper.....	176
3.1.2	Kinematik eines Massenschwerpunkts.....	178
3.1.3	Kinematik eines Zusammenstoßes.....	180
3.1.4	Kinematik kombinierter Bewegungen.....	181
3.1.5	Dynamik des Schleuderballs.....	182
3.1.6	Dynamik der Überschlagschiffschaukel.....	185
3.1.7	Die CORIOLIS-Kraft.....	188
3.1.8	Dynamik des Raketenschlittens im Looping.....	190
3.1.9	Gebremste Flugbewegung im Erdschwerefeld.....	197
3.1.10	Arbeit längs der schiefen Ebene.....	200
3.2	Die Dynamik von Massenpunktsystemen.....	206
3.2.1	Abbremsen eines Düsenjägers auf einem Flugzeugträger.....	206
3.2.2	Doppelter Flaschenzug vektoriell gerechnet.....	208
3.2.3	Fallendes Seil und fallende Kette.....	211
3.3	Die Dynamik des starren Körpers.....	214
3.3.1	Starrkörperkinematik.....	214
3.3.2	Starrkörperkinematik kommunizierender Walzen.....	216
3.3.3	Eine Hebevorrichtung.....	218
3.3.4	Eine beschwingte Schlittenfahrt.....	220
3.3.5	Ein Fallrad.....	221
3.3.6	Bewegung einer Tänzerwalze.....	222
3.3.7	Massenträgheitsmoment von Voll- und Hohlkugel.....	224
3.3.8	Die Bewegung des Rades oder die <i>Rota Aristotelis</i>	225
3.4	Schwingungen.....	230
3.4.1	Ein schwingfähiges Mehrkörpersystem.....	230
3.4.2	Das verstellbare Uhrpendel.....	231
3.4.3	Pendel mit Drehfeder.....	232
3.4.4	Passive Entstörung eines Messgeräts.....	233
3.4.5	Schwingungstilgung beim Zweimassenschwinger.....	235
3.4.6	Schwingender Starrkörper.....	236

4	Kontinuumsmechanik.....	238
4.1	Bilanzgleichungen der Masse.....	238
4.2	Bilanzgleichungen des Impulses	239
4.2.1	Spannungstensor und Fließspannung.....	239
4.2.2	Koordinatentransformationen.....	240
4.2.3	Hauptspannungen	242
4.2.4	Fließkriterium im Hauptspannungsraum.....	246
4.2.5	Die MOHRschen Kreise	248
4.2.6	EUKLIDische Transformationen.....	250
4.2.7	Invarianz der Bilanzgleichungen.....	254
4.3	Einfache Materialgleichungen	256
4.3.1	Die BERNOULLische Höhenformel	256
4.3.2	Kompressible Flüssigkeiten	257
4.3.3	Kompressibilität in Festkörpern	259
4.4	Bilanzgleichungen des Drehimpulses	260
4.4.1	Eigenschaften und Anwendungen des total antimetrischen Tensors	260
4.4.2	Der total antimetrische Tensor und seine Anwendung beim Spatprodukt	261
4.4.3	Der total antimetrische Tensor und seine Anwendung beim Doppelkreuzprodukt.....	262
4.4.4	Eine Anwendung des antimetrischen Tensors	263
4.5	Einführung in die lineare Elastizitätstheorie.....	265
4.5.1	Lösung der Schwingungsgleichung für eine Gitarrensaite	265
4.5.2	Balkenschwingung	268
4.5.3	Saitenschwingung.....	272
4.5.4	Scherung eines Klotzes aus linear-elastischem Material	274
4.6	Einführung in die Hydromechanik	276
4.6.1	Ein mit Wasser gefüllter Eimer in Rotation.....	276
4.6.2	Kommunizierende Röhren	278
4.6.3	COUETTE-Strömung.....	279
4.6.4	HAGEN-POISEUILLE-Strömung	281
5	Energiemethoden	282
5.1	Energiebilanz.....	282
5.1.1	Die Wärmeleitungsgleichung.....	282
5.1.2	Wärmeleitung in einem vorgewärmten Balken.....	283

5.1.3	Kolben im Schwerfeld	289
5.2	Entropiebilanz und zweiter Hauptsatz	292
5.2.1	Entropie des idealen Gases	292
5.2.2	Entropieproduktion beim fallenden Kolben	293
5.3	Die Sätze von CASTIGLIANO, BETTI und MAXWELL	295
5.3.1	Eine Anwendung des 1. Satzes von CASTIGLIANO I.....	295
5.3.2	Eine Anwendung des 1. Satzes von CASTIGLIANO II	297
5.3.3	Eine Anwendung des 1. Satzes von CASTIGLIANO III	299
5.3.4	Formänderungsenergie am Balken unter Querkraftsbelastung.....	301
5.3.5	Anwendung der Sätze von BETTI und MAXWELL auf statisch unbestimmte Systeme	303
5.4	Energiefunktionale und ihre Extrema	307
5.5	Das Prinzip der virtuellen Verschiebung (PdvV)	310
5.5.1	Berechnung von Gleichgewichtslagen mithilfe des Prinzips der virtuellen Verschiebung.....	310
5.5.2	Nürnberger Schere	312
5.5.3	Fachwerk.....	312
5.6	Das Prinzip der virtuellen Kräfte (PdvK)	313
5.6.1	Anwendung des Prinzips der virtuellen Kraft in Fachwerken.....	313
5.6.2	Beispiel zum PdvK: Reine Normalkraftbelastung in Fachwerken	315
5.6.3	Absenkung eines Punkts auf einem Balken auf zwei Stützen	317
5.6.4	Deformation in einem Viertelkreisbogen	319
5.6.5	Absenkung einer Kreiswelle.....	319
5.6.6	Behandlung eines einfach statisch unbestimmten Systems mithilfe des Prinzips der virtuellen Kraft.....	321
5.6.7	Zweifach statisch unbestimmter Träger unter Gleichstreckenlast....	324
5.7	Dynamische Energieprinzipie.....	326
5.7.1	Gedämpfte schwingende Walze	326
5.7.2	Gedämpftes Starrkörpersystem.....	329
5.7.3	Multistarrkörpersystem.....	331
	Stichwort- und Namensregister	334
	Hinweise zur beigefügten CD-ROM	339