

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen	1
1.1 Einführung	1
1.1.1 Ursprung, Aufgaben und Forschungsmethoden der Mechanik	1
1.1.2 Klassifizierung der Mechanik	3
1.1.3 Einteilung nach der Verformbarkeit der Körper	3
1.1.4 Einteilung nach dem Bewegungszustand	6
1.1.5 Zur geschichtlichen Entwicklung der Mechanik	7
1.2 Grundbegriffe und Grundgrößen der Mechanik	10
1.2.1 Allgemeines	10
1.2.2 Raum	11
1.2.3 Zeit	18
1.2.4 Körper	18
1.2.5 Masse	19
1.2.6 Lage, Bewegung	20
1.2.7 Freiheitsgrade	22
1.3 Mathematische Grundlagen der Mechanik	24
1.3.1 Funktion, Definition und Eigenschaften	24
1.3.2 Integral und Differential einer Funktion einer Variablen	27
1.3.3 Integral und Differential einer Funktion mehrerer Variablen	31
1.3.4 Mittelpunkte	34
1.3.5 TAYLOR-Entwicklungen	39
1.3.6 Vektoralgebra	43
1.3.7 Vektoranalysis	58
1.3.8 Tensoralgebra	71
2 Kinematik	80
2.1 Allgemeines	80
2.2 Kinematik des materiellen Punktes	81
2.2.1 Ortsvektor und Verschiebungsvektor	81
2.2.2 Geschwindigkeit	82
2.2.3 Beschleunigung	84
2.2.4 Darstellungen von Geschwindigkeit und Beschleunigung in verschiedenen Bezugssystemen	86
2.2.5 Verallgemeinerte Darstellung von Geschwindigkeit und Beschleunigung	103
2.3 Kinematik des starren Körpers	110
2.3.1 Allgemeines	110
2.3.2 Geschwindigkeit	112
2.3.3 Die Bewegungsschraube	122
2.3.4 Beschleunigung	124
2.4 Kinematik des deformierbaren Körpers	130

3 Grundlagen der Dynamik	140
3.1 Spannungsvektor	140
3.2 Allgemeiner Spannungszustand	143
3.3 Ebener Spannungszustand	151
3.4 Kraftdichte – Kraft	158
3.5 Momentendichte – Moment	166
3.6 Systeme von Kräften und Momenten	172
3.7 Impuls	179
3.8 Drall (Drehimpuls, Impulsmoment)	182
4 Die Axiome der Mechanik	186
4.1 Allgemeines	186
4.2 Das erste Axiom der Mechanik (AXIOM I)	186
4.3 Das zweite Axiom der Mechanik (AXIOM II)	188
4.4 Folgerungen aus den Axiomen	189
4.4.1 Die Aussage für ein Element	189
4.4.2 Die Aussage für einen beliebig bewegten Bezugspunkt	194
4.4.3 Die Aussage für den beliebig bewegten Massenmittelpunkt	196
5 Statik starrer Systeme	200
5.1 Grundlagen	200
5.2 Gleichgewichtsbedingungen	201
5.3 Auflager- und Bindungsreaktionen	208
5.4 Schnittlasten	217
5.5 Äquivalenzbedingungen	226
5.6 Schnittlasten-Differentialgleichungen	228
5.7 Statik spezieller Systeme	233
5.7.1 Ebener, gerader Balken	233
5.7.2 Gelenkträger (Gerberträger)	238
5.7.3 Rahmen	241
5.7.4 Ebene Fachwerke	243
5.7.5 Seile und Ketten	252
6 Statik deformierbarer Systeme	266
6.1 Grundgleichungen	266
6.2 Materialgleichungen	269
6.3 Zug/Druck (elementare Stabtheorie)	279
6.3.1 Spannungen	279
6.3.2 Verzerrungen	283
6.3.3 Verschiebungen	284
6.3.4 Beispiele	285
6.4 Biegung (elementare Balkentheorie)	289
6.4.1 Spannungen	289
6.4.2 Momente ebener Flächen	294

6.4.3	Spannungen (Fortsetzung)	302
6.4.4	Verzerrungen	309
6.4.5	Verschiebungen	310
6.4.6	Biegelinien-Verfahren	315
6.4.7	Beispiele	322
6.5	Zug/Druck und Biegung (Biegung mit Längskräften)	331
6.6	Schub (Biegung mit Querkräften)	336
6.6.1	Spannung	336
6.6.2	Verzerrungen	357
6.6.3	Verschiebungen	358
6.7	Torsion (elementare Theorie)	362
6.7.1	Spannungen	362
6.7.2	Verzerrungen	366
6.7.3	Verschiebungen	367
6.8	Zusammenstellung der Ergebnisse der elementaren Theorien	370
6.9	Zug/Druck (erweiterte Theorie)	372
6.9.1	Membrantheorie	372
6.9.2	Rotationssymmetrische Membranschalen	374
6.10	Biegung (erweiterte Theorie)	377
6.10.1	Biegung gekrümmter Balken	377
6.10.2	Biegung brettförmiger Balken	382
6.10.3	Balken auf elastischer Unterlage	385
6.11	Torsion (erweiterte Theorie)	391
6.11.1	Torsion dünnwandiger geschlossener Querschnitte	391
6.11.2	Torsion dünnwandiger offener Querschnitte	397
6.12	Elementare Energiemethoden der Elastostatik	402
6.12.1	Innere Energie, Formänderungsenergie	402
6.12.2	Zug/Druck	409
6.12.3	Biegung	410
6.12.4	Schub	412
6.12.5	Torsion	413
6.12.6	Energiesatz der Elastostatik	414
6.12.7	Sätze von MAXWELL und BETTI	418
6.12.8	Sätze von CASTIGLIANO	421
6.12.9	Gestaltänderungsenergie, Beanspruchungshypothese, Vergleichsspannung	426
6.13	Stabilitätsprobleme der Elastostatik	430
6.13.1	Grundbegriffe	430
6.13.2	Differentialgleichung des Knickstabes	433
6.13.3	Der Knickstab mit verschiedenen Randbedingungen	437
6.13.4	Konsequenzen für die Anwendungen in der Ingenieurpraxis	443

7 Kinetik starrer Systeme	450
7.1 Grundgleichungen	450
7.2 Bewegungsgrößen – Massenbeschleunigungen	453
7.2.1 Allgemeines	453
7.2.2 Massenmomente 2. Grades (Definition)	454
7.2.3 Darstellung von Impuls und Drall	462
7.3 Kraftgesetze	468
7.3.1 Vorbemerkungen	468
7.3.2 Spezielle Kraftgesetze	469
7.3.3 Gleitreibung und Haftung	471
7.4 Abgeleitete Sätze der Kinetik	483
7.4.1 Erhaltungssätze	484
7.4.2 Arbeitssatz	486
7.4.3 Energiesatz	498
7.5 Bewegung mit reiner Translation	503
7.6 Bewegung um eine raumfeste Achse (reine Rotation)	522
7.7 Bewegung in der Ebene	526
7.8 Bewegung um einen raumfesten Punkt	539
7.8.1 Bewegungsgleichungen	539
7.8.2 Der momentenfreie Kreisel (Bewegungszustand und Drehstabilität)	543
7.8.3 Der momentenfreie, symmetrische Kreisel	546
7.8.4 Der nicht-momentenfreie, symmetrische Kreisel	550
7.8.5 Der „geführte“ Kreisel. Auswuchten von Rotoren	554
7.9 Stoß fester Körper	557
7.9.1 Grundgleichungen	558
7.9.2 Gerader, zentraler Stoß	561
7.9.3 Allgemeine Stoßvorgänge	567
7.9.4 Plötzliche Fixierung	569
7.9.5 Querstoß auf einen elastischen Balken	571
7.10 Schwingungen mit einem Freiheitsgrad	573
7.10.1 Vorbemerkungen	573
7.10.2 Bewegungsgleichung	574
7.10.3 Freie, gedämpfte Schwingung	577
7.10.4 Freie, ungedämpfte Schwingung	583
7.10.5 Harmonisch fremderregte, gedämpfte Schwingung	593
7.10.6 Nicht-harmonisch fremderregte, gedämpfte Schwingung	600
7.10.7 Anwendungen	604
7.11 Schwingungen mit mehreren – speziell zwei – Freiheitsgraden	610
7.11.1 Vorbemerkungen	610
7.11.2 Bewegungsgleichung	611

8 Kinetik deformierbarer Systeme	618
8.1 Grundgleichungen	618
8.2 Schwingungen elastischer Körper (Kontinuum-Schwingungen)	620
8.2.1 Bewegungsgleichungen der freien, ungedämpften Schwingungen . . .	620
8.2.2 Lösung nach d'ALEMBERT	627
8.2.3 Lösung nach D. BERNOULLI	631
8.2.4 Näherungsweise Berechnung der ersten Eigenfrequenz nach RAYLEIGH	639
8.3 Bewegung idealer Fluide (Fluidmechanik)	642
8.3.1 Stoffgesetz	642
8.3.2 Bewegungsgleichungen	644
8.3.3 Kontinuitätsgleichung	647
8.3.4 Spezielle Zustandsgleichung	649
8.3.5 Statik der Fluide (Hydrostatik)	650
8.3.6 Stromfadentheorie (BERNOULLISCHE Gleichung)	655
8.3.7 Impulssatz und Impulsmomentensatz für inkompressible, stationäre Strömungen	663
8.3.8 Potentialströmung idealer Fluide	667
8.3.9 Ebene Potentialströmung	671
9 Prinzipien der Mechanik (Einführung in die Analytische Mechanik) . . .	686
9.1 Allgemeines	686
9.2 Grundlagen der Variationsrechnung	687
9.3 Die Prinzipien (Ableitung)	691
9.4 Folgerungen	694
9.5 Statik starrer Systeme	701
9.6 Statik deformierbarer Systeme	711
9.6.1 Prinzipien der Elastostatik	711
9.6.2 Spezielle Anwendung der Elastostatik	717
9.6.3 Beispiele	729
9.7 Kinetik starrer Systeme	734
9.7.1 Prinzip von d'ALEMBERT in LAGRANGEScher Fassung	734
9.7.2 Prinzip von HAMILTON-LAGRANGESche Bewegungsgleichungen . . .	740
9.7.3 Beispiele	744
9.8 Kinetik deformierbarer Systeme	748
Literaturverzeichnis	759
Sachwortverzeichnis	763