

# Sachverzeichnis

## A

Absolutbeschleunigung, 13  
Absolutgeschwindigkeit, 12, 294, 314  
Abstand, 71  
Abstimmung  
  Hoch-, 171  
  Tief-, 170  
added-mass-Effekt, 349  
Anfangsbedingungen, 32, 140, 232, 248, 267  
Anfangs-Randwert-Problem, 32, 64, 69, 253, 268  
  in Verschiebungen, 32  
Anfangswertproblem, 69, 140  
Anregung, 112  
  harmonische, 112, 172  
  nichtperiodische, 114  
  periodische, 113  
Ansatz, 68, 93, 299, 357  
  Bernoullischer Produkt-, 68, 298  
  Exponential-, 87  
  gemischter Ritz-, 101, 176, 180, 242, 287, 379  
  gleichfrequenter, 112, 367, 375  
  isochroner Lösungs-, 69, 252, 262, 274  
  Lösungs-, 69, 112, 183, 201, 211, 304  
  Produkt-, 234, 248, 304, 358, 374  
  Ritz-, 143, 258, 367  
  Separations-, 68  
  Störungs-, 314  
axiale Randkraft, 279  
  konstante, 283  
  oszillierende, 285

## B

Balken, 195 f.

  bewegter, 297, 301  
  -schwingungen, 159 f.  
  -theorie, 184  
Bequemlichkeitshypothese, 55, 67, 137, 147, 211  
Bernoulli-Gleichung, 340  
  Bernoulli-Euler-Stab bzw. -Balken, 36, 189  
  -Welle, 209, 211 f.  
Beschleunigung, 11, 40  
  Absolut-, 13  
  Coriolis-, 291, 295  
  Führungs-, 295  
  Relativ-, 295  
Beschreibung, 3  
  Feld-, räumliche, Eulersche, 6, 13  
  materielle, Lagrangesche, 6, 13  
Bessel-Funktion(en), 257, 316  
Besselsche Differenzialgleichung, 240, 256, 315  
Bettung, elastische, 56, 147, 199, 352  
Beulen, 280, 320 f.  
Bewegung, 4  
  Führungs-, 13  
Bewegungsgesetz, 18  
  erstes, 18  
  zweites, 18  
Bewegungsgleichung(en), 205, 210, 231, 307  
Biegeknicken, 280  
biegekritische Drehzahl, 211, 214  
Biegemoment, 160, 184, 307  
Biegeschwingungen, 45, 161, 259, 284, 316  
Biegesteifigkeit, 53, 159, 195, 245, 294  
Bilanzgleichungen, 16, 361  
  für Drehimpuls, 17 f.  
  für Energie, 18  
  für Impuls, 17 f.  
  vektorielle, 17  
Bogenträger, 35, 197

## C

Charakteristiken, 153 ff.  
Couette-Strömung, 356

## D

Dämpfung  
  äußere, 54 ff., 133, 206, 267  
  innere, Material-, 54 f., 206  
  nichtproportionale, 55  
  proportionale, 55  
  Rayleigh-, 55  
  Struktur-, 55  
  Werkstoff-, 29  
Definitheit, 79  
  negative, 79  
  positive, 79  
  Semi-, 79, 144  
  Voll-, 79, 234  
Deformationsgradient, 7  
Deformationstensor, 8  
  Cauchyscher, 8  
  Greenscher, 8  
Dehnsteifigkeit, 53, 58, 245, 294, 341  
Dehnung, Dilatation, 7, 306  
Delta-Distribution, 59, 179  
derivierte Form, 27  
Dichte, 16, 334  
  räumliche, 16  
  Referenz-, 16  
(di)elektrische Verschiebungsdichte, 370  
Differenzialgleichung(en), 73, 113  
  Besselsche, 240, 256, 315  
  gewöhnliche, 76, 141, 316, 383  
  homogene, 73  
  hyperbolische, 137, 232  
  inhomogene, 113  
  Legendresche, 291  
  Matrizen-, 65  
  mit konstanten Koeffizienten, 87  
  mit ortsabhängigen Koeffizienten, 69  
  mit periodischen Koeffizienten, 287  
  Navier-Cauchysche, 31  
  partielle, 31, 45, 49, 70  
  ultrahyperbolische, 189  
  ultraparabolische, 191  
  zeitfreie, 70  
Dirac-Impuls(distribution), 118, 364  
Dirichletsche Umformung, 80 f.

Dispersionsgleichung, 87, 244, 304, 339  
Drehfederkonstante, 56  
Drehimpuls, 17  
Drehimpulsbilanz, 17 f., 25, 26  
Drehmatrix, 207, 293  
Drehträchtigkeit, 161, 185  
Drillung, 305 f.  
Druck, 334  
Duffing-Schwinger, 381, 384  
Duhamel-Neumann-Gesetz, 362  
durchströmtes Rohr, 301

## E

ebener Spannungszustand, 268  
ebener Verzerrungszustand, 268  
Eigenfunktion, Eigenform, 73, 91, 138, 163, 188, 236, 250, 255  
  linear unabhängige, 202  
Eigenkreisfrequenz, 138, 183, 238, 316 f.  
Eigenschwingungen, 139, 203, 210  
Eigenwert, 69, 87 ff., 138, 236, 254, 311, 316 f.  
  doppelter (zweifacher), 80, 202  
  einfacher, 75, 236  
  -gleichung, 73, 91, 138, 162, 187, 240  
  mehrfacher, 75, 202, 236  
Eigenwertaufgabe, 84 f.  
  adjungierte, 84 f.  
  Matrizen-, 84  
  transponierte, 84  
Eigenwertproblem, 69 f., 73 ff., 162, 186, 234, 248, 274, 290, 304  
  Näherungslösung, 93 ff.  
  selbstadjungiertes, 75, 85  
  -spektrum, 138, 348  
  strenge Lösung, 87 ff.  
  Sturm-Liouvillesches, 138  
Eingliedklasse, 76  
Einheitssprungfunktion, 363  
Elastica, 305 ff.  
Elastizitätsmodul, 30  
Elastizitätstensor, 29  
Elastizitätstheorie  
  lineare, 1  
Elastizitätstheorie, lineare, 29  
elektrische Enthalpie(dichte), 371, 381  
elektrische Feldstärke, 370, 379  
elektrische Stromdichte, 379  
Energie(dichte), 368 f.

- fluss, 155
- innere, 369
- kinetische, 23, 46 ff., 207, 230, 260, 336 f., 370
- potenzielle, 46 ff., 136, 168, 181, 337
- Energiebilanz, 2, 360 f.
- Entartung, 202, 238, 241, 316
- Entropie, 360, 368
- Entwicklungssatz, 82, 120
- Erregerkreisfrequenz, 112, 287
- Erregung, 111
  - nichtseparierbare, 195
  - separierbare, 111
- Euler-Gleichung, 334
- Extremalprinzip, 25
- Exzentrizität, 207
  
- F**
- Faradaysches Gesetz, 371
- Federkonstante, 57, 144, 167, 204
- Feldgleichung(en), 18, 31, 45, 53, 261
  - homogene, 68
  - nichtlineare, 383
- Feldstärke, 371
  - elektrische, 371, 379
  - magnetische, 379
- Festkörper, 1, 4
  - elastischer, 6
  - homogener, 1, 27
  - isotroper, 1, 27
  - viskoelastischer, 27
- Flächenelement, 7, 14 f., 42
- Flächenlast, 52, 231, 261
- Flächenmoment, 43
  - axiales, 43
  - polares, 43
  - Torsions-, 45
- Flächennormale, 15, 42
- Flächenschwerpunkt, 45, 180
- Flächentragwerk, 50, 229 ff., 244
  - ebenes, 50, 244
  - in Kreisform, 246
- Fliehkraft, 289, 296
  - divergenz, 296
  - einfluss, 288, 316
  - feld, 288
  - hauptanteil, 296
- Fluid, Newtonsches, 1, 27
  - ideales, reibungsfreies, 334
  - inkompressibles, 340 f.
  - kompressibles, 333, 341
  - nicht-Newtonsches, 27
  - reibungsbehaftetes, zähes, 339, 344 ff.
  - ruhendes, 333
  - schwingungen, 333 ff.
  - strömendes, 340
- Fluid-Festkörper(Struktur)-Wechselwirkung, 27, 341 ff.
  - in rotierenden Systemen, 352 ff.
- Formänderungsenergie, 30, 280
- Formänderungsenergiedichte, 28, 30
- Fouriersches Gesetz, 363 f., 368
- Fourier-Transformation, 114
- Frequenz-Splitting, 205, 319
- Fundamentaltheorem von Cauchy, 15
- Funktion, 75
  - Eigen-, 73, 91, 138, 163, 188, 236, 250, 254
  - Form-, 93, 379
  - Vergleichs-, 75, 142, 176, 235
  - zulässige, 75, 165, 235
- Funktional, 25
  - Lagrange-, 25, 94
- Funktionalanalysis, 70
- Funktionsraum, 71 f., 115
  
- G**
- Galerkin-Methode bzw. -Verfahren, 36, 97 ff.
- Gauss'scher Integralsatz, 231, 337
- Gauß'scher Integralsatz, 17, 22
- Gauss'sches Gesetz, 371
- Geschwindigkeit, 11, 41, 48
  - (Wellen)ausbreitungs-, 67, 153, 192, 243
  - Absolut-, 13, 314
  - Gruppen-, 192
  - Phasen-, 192 ff., 334 f.
  - Relativ-, 13
  - Strömungs-, 340
- Gewichts- bzw. Schwerkrafteinfluss, 56, 208, 289, 296
- Gleichung(en), 27
  - Bernoulli-, 340
  - Bewegungs-, 206, 210, 231, 307
  - Bilanz-, 17, 361
  - Differenzial-, 73, 113
  - Euler-, 334
  - Feld-, 18, 31, 45, 53, 261

- Galerkinsche, 97  
 konstitutive, 17, 27 f.  
 Kontinuitäts-, 335  
 Laplace-, 351  
 Maxwell-, 371, 379  
 Navier-Stokes-, 338, 353  
 Ritzsche, 94, 143  
 Gough-Joule-Effekt, 360  
 Greensche Identität, 84  
 Greensche Resolvente, 115 ff., 122, 147 f., 172 f.  
 Grundverformung, 284 f., 303, 316  
 gyroskopisch, 206, 208, 301, 303
- H**
- Hookesches Gesetz, 1, 20, 29 f., 51, 380
- I**
- Impuls, 17  
 Impulsbilanz, 2, 17 f., 360, 373, 379  
   räumliche, 334  
 inneres Potenzial, 24  
 inneres Produkt, 72  
 Instabilität, 211 f., 287, 301, 305, 311, 358 f.  
 isothermer Vorgang, 27, 334
- K**
- Kantorowitsch-Verfahren, 101  
 Kirchhoffsche Plattentheorie, 53  
 kinetische Energie, 23, 46 ff., 207, 230, 260,  
   336 f., 369  
 Kippen, 280  
 Knicklast, 94, 99, 285  
 Knoten, 139, 300  
   -durchmesser, 240, 257, 317  
   -kreis, 240, 257, 317  
   -linie, 237, 254  
 Kombinationsresonanz, 288  
 Kompatibilitätsbedingung, 11  
 Kondensation, 36 ff.  
 konstitutive Gleichungen, 17, 27 f., 281, 334,  
   372, 382  
 Kontinua, 1, 16  
   dreidimensionale, 267  
   polare, 16  
   Punkt-, nichtpolare, 16, 27  
 Kontinuitätsgleichung, 16, 335
- Kontinuumsmechanik, 14, 19  
   analytische, 19  
   synthetische, 14  
 Koordinaten, 4 f.  
   -differenzial, 7  
   Euler-, räumliche, 6 f., 333, 351  
   Hybrid-, 61, 214  
   kartesische, 4  
   krummlinige, 4  
   Kugel-, 2, 274  
   Lagrange-, materielle, 4 f.  
   -linien, 4  
   Polar-, 251  
   Zylinder-, 2, 259, 273
- Körper, 4, 17  
   elastischer, 28  
   isotroper, 29, 269  
   kreiszyklindrischer, 271  
   kugelförmiger, 274  
   materieller, 4  
   -schall, 154
- Kraft, 14 ff., 20  
   äußere, 16 f., 21  
   Dämpfungs-, 160  
   Einzel-, 14  
   innere, 14  
   konservative, 24  
   Lorentz-, 380  
   Massen-, Volumen-, 14, 42, 251, 380  
   Oberflächen-, 14 ff.  
   Trägheits-, 160  
   Zwangs-, 21
- Kreisring, 197 ff.  
 Kreiszyylinder, 276 f.  
 Kreiszyklinderschale, 259 f.  
 Kronecker-Symbol, 8  
 Krümmung, 305 ff.
- L**
- Lagrange-d'Alembert-Prinzip, 19 ff., 36, 368  
 Lagrangesche Zentralgleichung, 24  
 Lamésche Konstanten, 29 f., 362  
 Längsschwingungen, 45, 132 f., 144, 151  
 Laplace-Gleichung, 351  
 Laplace-Operator, 233, 269  
 Laplace-Transformation, 114, 151, 366  
 Laval-Rotor, 205, 212 f.  
 Legendresche Differenzialgleichung, 291

- Legendre-Transformation, 371  
 Lemma von Cauchy, 15  
 Linienelement, 7  
 Linientragwerk, 46, 131 ff., 305  
 Lorentz-Kraft, 380  
 Lösung, 68  
   homogene, 68, 238  
   Näherungs-, 93, 97, 110  
   Partikulär-, 112, 122, 203, 376  
   strenge, 87, 115  
 Lösungsansatz, 68, 112, 183, 201, 211, 274  
 Lösungstheorie, 65 ff.  
   d'Alembertsche, 153
- M**
- magnetische Flussdichte, 379  
 Massenerhaltung, 16  
 Massenträgheitsmoment, 56, 167  
 Material, 27 ff.  
   -dämpfung, 1, 54  
   -gesetz, 27, 29, 54, 334, 362  
   linear-elastisches, 29  
   -tensor, 28  
   -theorie, 28  
   thermoelastisches, 360  
   viskoelastisches, 54  
 Mathieu-Gleichung, 288  
 Matrix, 65, 83 f., 105 ff.  
   Differenzialoperator-, 65, 82 ff.  
   Feld-, 65, 106  
   Gesamtübertragungs-, 109  
   Punkt-, 106  
   Übertragungs-, 105 f.  
 Matrizenschreibweise, 66, 86  
 Maxwell'sche Gleichung(en), 371, 379  
 Mehrfeldsystem, 1, 329 ff.  
   mechanisches, 330 ff.  
   mit Oberflächenkopplung, 330 ff.  
   mit Volumenkopplung, 360 ff.
- Membran, 229 ff.  
   kreisförmige, 233  
   Rechteck-, 230  
   -schwingungen, 233, 242  
   -theorie, 262  
   Transversalschwingungen einer, 230  
   zylindrische, 325
- Methode, 92  
   Finite-Elemente-, 110  
   Lösungs-, 111  
   metrischer Parameter, 12  
   Modalanalysis, 121, 177  
   Modalentwicklung, 121, 148, 195, 203, 300  
   Moment, 16  
     äußeres, 16 f.  
     Biege-, 160, 184
- N**
- Navier-Stokes-Gleichung, 338, 353  
 Newtonsches Axiom, 15  
 Nichtlinearität(en), 381 f.  
   dielektrische, 382  
   elastische, 382  
   physikalische, 381  
   piezoelektrische, 382  
 Norm, Länge, 72  
 Normalkraft, 284, 286, 295, 307
- O**
- Oberfläche, 4 f.  
   materielle, 4  
 Oberflächenkraft, 14 f.  
 Ohmsches Gesetz, 380  
 Operator, 65 ff.  
   Differenzial-, 65  
   inverser, 115  
   Laplace-, 233, 269  
   -schreibweise, 67  
 Orthogonalität, 76 f., 145, 236, 287  
   verallgemeinerte, 76
- P**
- Parameterresonanz, 287  
 Periodizitätsbedingungen, 200, 308  
 Piezoeffekt, 369  
   direkter, 369  
   inverser, 370  
 piezoelektrischer Wandler, 369 ff.  
 Platte, 35, 229, 246  
   Kreis-, 256  
   Rechteck-, 253 f.  
 Plattenschwingungen, 53, 249, 253 ff.  
 Plattentheorie, 53  
   Kichhoffsche, 53  
   Mindlinsche, 53

- Platzierung, 5, 8  
   aktuelle, 5  
   Momentan-, 5, 8  
   Referenz-, 4, 8  
 polare Zerlegung, 7  
 Potenzial, 24, 251 f., 268  
   äußeres, 24, 136  
   der Seilkraft, 289  
   elastisches, 52, 136, 207, 231, 260, 282, 312  
   Geschwindigkeits-, 336, 339  
   inneres, 24  
   Schwere-, Gewichts-, 57  
   Stab-, 46, 281  
 Prinzip, 17  
   der analytischen Mechanik, 17  
   der virtuellen Arbeit, 19 ff.  
   der virtuellen Temperatur, 368  
   Lagrange-d'Alembert-, 19 ff., 36, 368  
   skalares, 17  
   Variations-, 19  
   von d'Alembert in Lagrangescher Fassung,  
     19  
   von Hamilton, 23 ff., 36, 46, 336 f., 368 ff.  
   von Hellinger-Reissner, 25  
 Produktansatz, 68  
   Bernoullischer, 68  
   isochroner, 69
- Q**
- Quader, 271 f.  
   Voll-, 270, 274  
 Querkontraktionszahl, 30  
 Querkraft, 160, 184, 246  
 Querträglichkeit, 146, 373
- R**
- Randbedingung(en), 18, 31, 66, 74, 161, 231 f.  
   Cauchysche, 31, 174, 178  
   Dirichletsche, 31, 177  
   dynamische, restliche, natürliche, 31, 45, 50,  
     161, 250  
   geometrische, wesentliche, 31, 42, 77, 96,  
     164, 246  
   homogene, 68, 111, 364  
   inhomogene, 111, 150, 364, 383  
   Neumannsche, 31, 177  
   nichtlineare, 383  
   Spannungs-, 18, 32, 161  
   Verschiebungs-, 18, 31, 161  
 Randwertproblem, 31, 132, 182, 248, 342, 373  
   nichtlineares, 303  
   zeitfreies, 69, 121  
 Rayleigh-Quotient, 80 f., 93, 142, 234  
 Rayleigh-Ritz-Verfahren, 92, 142  
 Rayleigh-Stab bzw. -Balken, 189 f., 193 f.  
 Rayleigh-Welle, 214  
 Residuum, 97, 101  
 Resonanz, 118, 175, 368, 383  
 Restgröße, 109  
 Ritz-Ansatz, 143, 258, 367  
   gemischter, 102, 176, 180, 242, 287, 379  
 Ritzsche Gleichungen, 94, 143  
 rotierende Welle, 205 ff.
- S**
- Saite, 35, 131, 134 ff.  
   bewegte, 297 ff.  
   -nelement, 134  
   Querschwingungen einer, 134  
 Schale, 35, 259 ff.  
   Kreiszyylinder-, 259 f.  
 Schalenschwingungen, 259 ff.  
 schallhart, 338, 344  
 schallweich, 344  
 Scheibe, 35, 229, 244 ff.  
   Kreis-, 251 ff.  
   Rechteck-, 247  
   rotierende, 312 ff.  
 Scheibenschwingungen, 53, 245 ff.  
 Scheinresonanz, 368  
 Scherung, Gleitung, 9  
 Schnelle, 155, 335  
 Schub, 30  
   -deformation, -verformung, 159 f., 184 f.  
   -mittelpunkt, 45, 180  
   -modul, 30  
   -steifigkeit, 45, 185, 207  
 Schwingungen, 1  
   Biege-, 45, 159, 184, 253, 279, 312  
   Biege-Dehnungs-, 198  
   Biege-Torsions-, 180 ff., 198  
   Eigen-, 139, 203, 210  
   elastische, 1  
   erzwungene, Zwangs-, 111 ff., 147 ff., 172 ff.,  
     242, 376

Fluid-, 333 ff.  
 freie, 68 ff., 90, 137 ff., 162 ff., 233 ff.  
 magnetoelastische, 379 f.  
 parametererregte, 287 f.  
 Quer-, 134, 289  
 thermoelastische, 361 ff.  
 Transversal-, 230 f.  
 Schwingungsanregung, 42  
 Seil, 131, 288, 310  
   rotierendes, 289  
 Selbstadjungiertheit, 75, 85 f., 234  
 Separationsansatz, 68  
 Spannung(en), 14 ff., 46, 51, 370  
   Normal-, 15, 354  
   Schub-, 15, 354  
 Spannungsprinzip, 14 f.  
 Spannungstensor, 15, 41  
   Cauchyscher, 15, 334  
   Piola-Kirchhoff- erster Art, 15, 21  
   Piola-Kirchhoff- zweiter Art, 15, 28, 281  
   symmetrischer, 20, 26  
 Stab, 35, 55 f., 131 f.  
   Beckscher Knick-, 280, 302 f.  
   Bernoulli-Euler-, 36, 189 ff.  
   elastischer, 132  
   -längsschwingungen, 57, 132, 144 ff.  
   Rayleigh-, 189 ff.  
   Timoshenko-, 36, 184 ff.  
   viskoelastischer, 57, 133  
   -wandler, 372 ff.  
 Stabilitätsproblem, 303 f., 353  
   nichtkonservatives, 304  
 Stoffgesetz bzw. -gleichung, 1, 27 f.  
   viskoelastisches, 1  
 Strukturdynamik, 27  
 Strukturmodell, 35  
   einparametriges, 35 ff., 46 ff., 87  
   zweiparametriges, 50 ff., 70  
 Subkörper, 36  
 synthetische Mechanik, 14  
 System, 1  
   gyroskopisches, 210  
   Mehrfeld, 1  
   Mehrfeld-, 329 ff.  
   mit verteilten Parametern, 1  
   Zweifeld-, 62 f., 330, 341, 385, 387

## T

Taylor-Wirbel, 358  
 Telegraphengleichung, 132  
 Temperatur, 361  
   -abweichung, -änderung, 361 f.  
 Theorie, 1  
   Bernoulli-Euler-, 50, 158, 159, 167, 184, 208  
   elementare Biege-, 159  
   geometrisch lineare, 10, 27  
   geometrisch nichtlineare, 1, 279 ff.  
   Karmánsche Platten-, 314  
   kinematisch lineare, 13  
   Kirchhoff-, 51  
   lineare, 4, 18  
   Lösungs-, 65 ff.  
   physikalisch lineare, 27  
   physikalisch nichtlineare, 1  
   Timoshenko-, 159, 184, 189, 190  
   vollständig lineare, 31, 41  
 Timoshenko-Stab bzw. Balken, 36, 45, 186, 206  
 Timoshenko-Welle, 206, 208 f.  
   kreisrund, 209  
   unrunde, 206  
 Torsionsflächenmoment, 45, 48  
 Torsionsmoment, 306  
 Torsionsschwingungen, 45, 133  
 Torsionssteifigkeit, 45, 133, 200  
 Trägheitskraft, 160  
 Trägheitsradius, 187  
 Turbinenschaufel, 180, 291

## U

Übergangsbedingungen, 56, 331, 343, 354  
 Übertragungsmatrizen, 105 ff.  
 Undehnbarkeit, 308  
 Unwucht(erregung), 213

## V

Variation, 23  
 Variationsgleichungen, 309, 356  
 Variationsproblem, 25, 102  
 Vektorraum, 72, 115  
 Verfahren, 92  
   der gewichteten Residuen, 97  
   Galerkin-, 97 ff., 176, 316  
   Kantorowitsch-, 101  
   Näherungs-, 92

Rayleigh-Ritz-, 92 ff.  
 Ritzsches, 102, 177  
 Übertragungsmatrizen-, 105 ff.  
 Verformungen, 1  
   endliche, 1  
 Verschiebungsvektor, Verschiebungen, 8, 31,  
   38 f., 199, 259, 281, 312  
 Verwölbung, 45, 47  
 Verzerrungen, Verzerrungskordinaten, 9 f.,  
   199, 260, 282  
   infinitesimale, 10  
   Normal-, 9  
 Verzerrungstensor, 7, 8 ff.  
   Euler-Almansischer, 8, 10  
   Greenscher, 10, 29  
   Lagrange-(Green)scher, 8, 281  
   symmetrischer, 9  
 Verzerrungs-Verschiebungs- bzw.  
   -Verformungs-Relationen, 1, 41, 363, 371  
   lineare, 1  
 Vierpol, piezoelektrischer, 377  
 virtuelle Arbeit, 20 f., 54 f., 182, 207, 369, 378  
 virtuelle Verrückung, 20  
 Volumenelement, 7  
 Volumenkraft, Massenkraft, 14, 42, 251, 380

**W**

Wandlerkonstante, 377  
 Wellen, 152 ff.  
   -(ausbreitungs)geschwindigkeit, 67, 153,  
     192, 197, 269  
   -ausbreitung, 152 ff., 243, 269  
   Biege-, 191  
   -gleichung, 67, 152, 233, 251, 269 ff., 335 f.  
   harmonische, 154, 243  
   -länge, 154, 192  
   Längs-, 67  
   -leiter, 157, 269, 277, 350  
   Longitudinal-, 155  
   -reflexion, 157 f.  
   rotierende, 205 ff.  
   -zahl, 154, 192, 276 f., 299, 358

**Z**

Zeitableitung, 11  
   lokale, 11  
   materielle, substantielle, 11  
 zirkulatorisch, 301  
 Zustandsänderung, 334, 338  
 Zustandsgleichung, 334  
 Zustandsvektor, 106 ff.  
 Zwangskraft, 21