

## Stichwortverzeichnis

### Symbole

2f-System 90

3 dB-Breite 973

3-dB-Koppler 279

4f-System 99, 100

### A

abbildendes System 20, 98–105

Abbildungsgleichung 366

Auflösung zweier Punkte 367

einlinsiges 98, 101, 102

Impulsantwortfunktion 366

Nahfeld 104

Punktverbreiterungsfunktion 366

Abbildung

einzelne Linse 40

inkohärente Beleuchtung 366

partiell kohärentes Licht 370

Zylinderlinse 12

Abbildungsbedingung 21

dicke Linse 23

paraxiales System 22

Abbildungsgleichung

dünne Linse 12

Kugelspiegel 8

Linse 40

ABCD-Gesetz 68, 69

Aberration 11

chromatische 132, 833

Absorption 130–132, 430, 431, 433–435

Faser 306

Absorptionseffizienz 143

Absorptionskoeffizient 131, 142

Absorptionsquerschnitt 143

effektiver 467

metallische Nanokugel 243

Abstimmungskurven 769

Abwärtskonvertierung *siehe* Differenzfrequenzzerzeugung

Actinoide 417

als Dotierionen 422

Elektronenkonfigurationen 419

Termsymbole 419

Add/Drop-Multiplexer 881–883, 962

konfigurierbarer 902

Airyfunktion 75

Airygleichungen 189

Airmuster 93, 94

Airyscheibchen 93, 94

Airystrahl 75

Anwendung 75

Erzeugung 75, 113

komplexe Einhüllende 75

akustische Pinzette 441

Akustooptik 705–725

anisotroper Medien 721

braggische Beugung 723

photoelastischer Tensor 722

Theorie gekoppelter Wellen 711

akustooptischer Effekt 706, 707

Akzeptanzwinkel

Faser 14, 291, 292, 920

Gradientenindexfaser 18

Alexandrit ( $\text{Cr}^{3+}:\text{BeAl}_2\text{O}_4$ ) 419

Energieniveaus 419

vibronische Zustände 420

Alexandritlaser 419, 420, 502, 505

Allotrope 552

AMOLED 749

Amplitude, komplexe *siehe* komplexe Amplitude

Amplitudenmodulation 83, 252, 715

Amplitudentransmission, komplexe

38, 365

Beugungsgitter 40

dünne Linse 39

optische Komponenten 37

Platte mit variablem Brechungsindex 41

Platte mit variabler Dicke 38

Prisma 39

transparente Platte 37

Amplitudenumtastung 946, 947

anisotrope Medien 122, 123

Akustooptik 721–723

als Strahlteiler 178

Brechung 133, 137, 151, 178

Dispersionsrelation 168

Doppelbrechung 171

Indexellipsoid 166

Normalmoden 165

optische Eigenschaften 163

Permittivität 123, 164

snelliussches Gesetz 171

Suszeptibilität 123

Ansprechempfindlichkeit

Laserdiode 622, 623

LED 594, 657

Photodetektor 654, 656, 657

Photodiode 666

Antenne

Mikrowellen- 244

nichtresonante optische 244

optische 129, 244, 656

plasmonische 244

Radiofrequenz- 244

resonante optische 244

Antibunching 579

Antireflexbelag 191

anti-Stokesstreuung 451

Antwortzeit 938

Faser 308, 309, 935

Flüssigkristalle 744, 821

Kreuzphasenmodulation 900

Lawinenphotodiode 672

Photodetektor 657, 854, 855

Photodiode 663

Photoleiter 661

Schalter 900

Schottkydiode 668

Argonionenlaser 498

Arraydetektoren 679

Ausleseelektronik 680

1024 | *Stichwortverzeichnis*

- Brennebenenarray 679  
 CCD 680  
 CMOS 680  
 Halbleiter- 680  
 Heterodyn- 680  
 Lawinenphotodioden 680  
 Mikrobolometer 679  
 Photoleiter 680  
 Atomchips 443  
 Atome 413–453  
   Absorption 430, 431, 433–435  
   Alkalimetalle 416  
   in äußeren Feldern 418  
   bosonische 418  
   Elektronenkonfigurationen 415, 416, 419  
   Energieniveaus 413, 414, 417  
   fermionische 418  
   Halogene 416  
   induzierte Emission 431, 433–435  
   Ionisierungsenergie 418  
   isotopenreine 418  
   künstliche (Quantenpunkte) 427  
   Lasereinschluss 440  
   Laserkühlung 440  
   Linienformfunktion 432  
   Masse 418  
   Mehrelektronen- 415  
   paulisches Ausschlussprinzip 415  
   Periodensystem 417  
   Schalen 415  
   spontane Emission 430, 432, 433  
   Termsymbole 416, 419  
   thermisches Gleichgewicht mit Photonen 443  
   Unterschalen 415  
   Wasserstoff 414  
   wasserstoffähnliche 414, 517  
   Wechselwirkung mit elektromagnetischen Moden 430  
   Wechselwirkung mit Photonen 430–443  
 Atominterferometrie 440, 442, 443  
 Atomoptik 440, 442  
 Atomstrahlen 442  
 Atomuhren 442  
 Atomverstärker 443  
 Aufwärtskonvertierung 767  
 Augendiagramm 936, 937  
 Auger-Rekombination 654  
 Ausbreitungskonstante 131, 206, 224, 263, 265, 269, 823, 887  
   Faser 298, 303  
   OPP-Welle 240  
 Auskopplungsmodulation 526  
 Auskopplungswirkungsgrad 592  
   LED 592, 593, 600  
 Austrittsarbeit 652  
 Autokorrelationsfunktion 351  
 Axicon 10, 39, 98  
 Azimutquantenzahl 415  
**B**  
 Band  
   Leitungs- 425  
   spektrales 949  
   Valenz- 425  
   verbotenes elektronisches 425  
   verbotenes optisches 205, 238, 265  
 band tail 558  
 Bandbreite 354, 931  
   Brillouinstreuung 475  
   Laser 493  
   Laserverstärker 460, 486  
   Lichtquellen 354, 355  
   Raman-Faserlaser 510  
   Raman-Faserverstärker 474  
   Ramanstreuung 475  
 Bandlücke 544  
   AlGaAs 597, 598  
   AlGaN 597, 599  
   AlInGaN 597  
   (AlGa)<sub>y</sub>InP 597, 599  
   Diamant 426  
   direkte 547  
   elektronische 425  
   Führung durch photonische 314  
   GaAs 426  
   GaAs<sub>1-x</sub>P<sub>x</sub> 597  
   GaAsSb 597  
   GaN 599  
   III-V-Halbleiter 597  
   indirekte 547, 573, 574  
   InGa<sub>1-x</sub>As 597, 598  
   InGaAs<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub> 597, 598  
   InGaAsSb 598  
   InGaN 597, 599  
   In<sub>0,5</sub>Ga<sub>0,5</sub>P 597, 599  
   Isolator 425  
   photonische 185, 205–207, 215, 283  
   photonischer Kristall 206, 215  
   Silicium 426, 601  
 Bandlückenwellenlänge 571  
 Bandstruktur 425  
   Halbleiter 425  
   Halbmetalle 425  
   Isolator 425  
   Metalle 425  
   photonischer Kristall 206, 215  
 Bandstruktur-Engineering 633  
 Banyanschalter 908  
 Bauelement  
   holographisches optisches 112  
   nichtreziprokes 180, 181  
   nichtreziprokes polarisierendes 179  
   polarisierendes 158  
   reziprokes 179  
 Beleuchtungsstärke 603  
 Bernoullientscheidung 394  
 Besetzungseinschluss, geschwindigkeitsabhängiger kohärenter 441  
 Besetzungsinversion 429, 459  
   Bedingung 457  
   LED 585  
 Bessel-Gauß-Strahl 75, 130  
   Erzeugung 75  
 Besselstrahl 39, 74, 75, 98  
   Erzeugung 98  
   quadratisch gemittelter Radius 75  
   Vergleich mit Gaußstrahl 74  
 Bestrahlungsstärke 603  
 Betalumineszenz 447  
 Beugung 34, 91–97  
   Analogie zu Dispersion 828, 829  
   braggsche 706, 711, 712, 723  
   Debye-Sears- 713  
   Fraunhofer- 92, 97  
   Fresnel- 92, 94–97  
   Raman-Nath- 713  
 Beugungsdispersion 816  
 Beugungsgitter 40, 82  
 Beugungslimit 104  
 Beugungsmuster 91  
 Beugungsordnung 41  
 Bildentstehung 4, 98  
   abbildendes System 102  
   dünne Linse 12  
   Kugelspiegel 8  
   partiell kohärente Beleuchtung 365–370  
 Bildpunkt 6  
 Bindung  
   ionische 422, 424  
   kovalente 422, 424, 552  
   metallische 424  
   Van-der-Waals- 422, 424, 552  
 Biolumineszenz 447, 448  
 Biphoton 401  
 Biprisma 9, 39

- bistabile optische Bauelemente 908–915  
 Bistabilität 760, 909, 910  
 Bitfehlerrate 682, 696, 936  
   Augendiagramm 936, 937  
 Bitrate 936  
 Blasenjetschalter 895  
 Blendenfunktion 92  
 Blendenzahl 66, 103, 104  
 Blendschutzschirm 181  
 Blochmoden 186, 201, 202, 204, 214, 544, 985  
   Eigenwertproblem 204  
   Wellenzahl 201  
 Blochphase 204  
 Blochwellenzahl 204  
 bohrsche Periode 415, 523  
 bohrscher Radius 415  
 bohrsches Atommodell 414  
 Bolometer 651  
 Boltzmannkonstante 428  
 Boltzmannverteilung 392, 428, 429  
 Bornitrid 580  
 bornsche Näherung 138, 711, 762, 763  
 bornsches Postulat 414  
 $\beta_{12}$ -Borophen 553  
 Bose-Einstein-Kondensat 430, 440, 442  
 Bose-Einstein-Statistik 392, 393, 418  
 Bosonen 384, 418, 430  
 Bowingparameter 581  
 Bow-Tie-Resonator 325  
 Braggbedingung 195  
 Braggfrequenz 195  
 Bragggitter 194–200, 344, 516  
   Chirpfilter 818  
   dielektrisches 198  
   Faser- 195, 882  
   Reflexionsgrad 196  
   Reflexionsgrad eines dielektrischen 200  
   Strahlen 712  
   Totalreflexion 197  
   Wellenleiter 282  
 Braggreflektor 706  
   verteilter 195, 321  
 Braggreflexion 45  
 bragsche Bedingung 706, 708  
 bragsche Beugung 706, 723  
   an einer akustischen Welle 706  
   von Strahlen 712  
   als Streuprozess 711  
 bragscher Winkel 46, 195, 708
- Brechung 36, 159–163, 230  
   dielektrische Grenzfläche 37  
   an einer ebenen dielektrischen Grenzfläche 159  
   Doppel- 170, 182  
   ebener Wellen 170  
   hyperbolisches Medium 233, 234  
   konische 182  
   negative 229, 230, 252  
   nichtlineare 776  
   ohne Reflexion 254  
   bei senkrechtem Einfall 255, 256  
   TE-Polarisation 160  
   TM-Polarisation 161  
   von Strahlen 171  
 Brechungsgesetz 5, 6  
 Brechungsindex 4, 122, 131, 759  
   außerordentlicher 165  
   effektiver 272, 314  
   inhomogenes Medium 4  
   negativer 222, 225, 229, 248, 249  
   nichtmagnetisches Medium 122  
   ordentlicher 165  
 Breite 970–973  
   1/e- 973  
   3 dB- 973  
   Halbwerts- 973  
   leistungsäquivalente 972  
   quadratisch gemittelte 970  
 Bremsstrahlung 413  
 Brennebenenarray 679, 680  
 Brennpunkt 6  
 Brennweite 6, 8  
   dünne Linse 12  
   Kugelspiegel 8  
 Brewsterfenster 162, 499  
 Brewsterwinkel 161  
 Brillouin-Faserverstärker 475  
 Brillouinstreuung 451, 452  
   induzierte 452, 475, 924  
 Brillouinzone 202, 205, 546  
   irreduzible 212, 215
- C**  
 Casimireffekt 379  
 cavity dumping 715  
 CCD 680  
 charakteristische Gleichung 295  
 Chemilumineszenz 448  
 Chirp 145  
 Chirpfilter 810–819  
   Bragg- 818  
   Gitter- 818  
   optische Faser 821
- Chirpfilter 818  
 Chirpkompression 815  
 Chirpverstärkung 815  
 Übertragungsfunktion 812, 813  
 Winkeldispersions- 816  
 Chirpfunktion 971  
 Chirpkoeffizient 811  
 Chirpparameter 805  
 Chirp-Pulsverstärker 815  
 chromatische Dispersion 310, 922  
   Faser 310, 313  
 Chrysoberyll ( $\text{BeAl}_2\text{O}_4$ ) 419  
 circ-Funktion 974  
 CMOS-Technologie 276, 681  
 Codeschalter 870, 907  
 Codierung  
   Bild 875  
   binäre 946  
   Ein-Aus- 946, 947  
   holographische 106  
   mehrstufige 946  
   QAM 955  
   spektrale 920  
 Colquiriit 502
- D**  
 Dämpfung  
   Faser 306  
   ohne Ausbreitung 238  
   streuendes Medium 142  
 Dämpfungskoeffizient 131, 270  
 De-Broglie-Wellenlänge 442, 565  
 Debye-Sears-Beugung 713  
 Defekt  
   Faser 314  
   photonischer Kristall 216, 283, 345, 636  
 Deltafunktion 80, 91, 970  
 Demultiplexer 305, 881, 882  
   Mach-Zehnder-Interferometer 883  
   optischer asymmetrischer  
   Terahertz- 900  
   für Raummultiplexing 951  
   Prisma 885  
 Dendrimer 603  
 DESY 522  
 Detektion  
   von Einzelphotonen 676  
   heterodyne 953  
   homodyne 953  
   kohärente 953  
   photonenzahl aufgelöste 676  
 Detektorsättigung 657

1026 | *Stichwortverzeichnis*

- Diamant 424, 552  
   Bandlücke 426  
 Diamantgitter 548  
 Dichroismus 177  
   Zirkular- 183  
 Dielektrikum  
   elektromagnetische Wellen 121–130  
   Grenzfläche zu idealem Leiter 120  
   homogenes 121  
   inhomogenes 122  
   isotropes 121  
   lineares 121  
   nichtdispersives 121  
   räumlich nichtdispersives 121  
   dielektrische Verschiebung 119  
   Dielektrizitätskonstante 121, 761  
   komplexe 130  
   Differenzfrequenzerzeugung 767  
   entartete parametrische 785  
   spontane parametrische 768, 771, 772  
   Diffusionsgleichung 827, 828  
   Diffusionskapazität 564  
 Diode  
   Abstimm- 564  
   Kapazitäts- 564  
   Lawinenphoto- *siehe* Lawinenphotodiode  
   Photo- *siehe* Photodioden  
   Strom-Spannungs-Kennlinie 563  
 Diodenkennlinie 563  
 Diodenlaser *siehe* Laserdioden  
 Dipolwelle 127, 128, 656  
   magnetische 128  
   in nichtdispersiven Medien 126  
 Diracgleichung 415  
 Diracpunkt 553  
 Dispersion 132–134  
   Analogie zu Beugung 828, 829  
   anomale 922  
   Beugungs- 816  
   chromatische 310, 922  
   Faser 307–313  
   der Gruppengeschwindigkeit 144  
   interferometrische 816  
   Maße 132  
   Material- 309, 816, 922  
   Material- und Moden- 309  
   Medium mit mehreren Resonanzen 147  
   Mehrpfad- 816  
   Moden- 308, 816  
   nichtlineare 313, 816  
   normale 922  
   normale und anomale 145  
   Polarisations- 311, 816  
   Pulsausbreitung 143–146  
   Wellenleiter- 310, 816, 922  
   Winkel- 816  
 Dispersionsdiagramm  
   photonischer Kristall 283  
   projiziertes 207  
   dispersionsflache Faser 311  
 Dispersionskoeffizient 144  
 Dispersionskompensation 827, 828  
   elektronische 944  
   durch Fasern 311  
 Dispersionslänge 823, 824, 829  
 Dispersionsmanagement 943, 944  
 Dispersionsrelation 168, 186, 202, 203, 205  
   anisotropes Material 168  
   Faser 295  
   photonischer Kristall 205, 206, 215  
   Wellenleiter 265, 271  
 dispersionsverschobene Fasern 310  
 Donoren 550  
 Donut-Strahl 77  
 Doppelbrechung 170, 182, 733  
 Doppelspaltexperiment 45  
 doppelt-stochastischer Poissonprozess 394  
 Dopplereffekt 52, 438  
 Dopplerkühlung 440  
 Dopplerlimit 440, 441  
 Dopplerradar 52  
 Dopplerverbreiterung 438, 439  
 Dopplerverschiebung 708  
 Dotiersubstanzen 419, 550  
   Akzeptoren 550  
   Donoren 550  
   Elektronenkonfigurationen 419  
   Lanthanoide 420  
   Termsymbole 419  
   Übergangsmetallionen 419  
 Drahtgitterpolarisator 177  
 Drehvermögen 172, 174  
 Dreiniveausystem 464–467  
   Rubin 469, 470  
 Dreiphotonenmikroskopie 450  
 Dreiphotonenwechselwirkung 768  
   Energiediagramm 768  
 Dreiwellenmischung 766, 767, 779, 784, 791, 795  
   gepulste 839  
   kollineare 769  
   nicht kollineare 770  
 Driftstrom 562  
 Drude-Lorentz-Modell *siehe* Drudemodell  
 Drudemodell 222, 235  
   vereinfachtes 236, 237, 243  
 Dunkelstromrauschen 682  
 dünne Linse  
   Abbildungsgleichung 12  
   Bildentstehung 12  
   Brennweite 12  
   komplexe Amplitudentransmission 39  
   Strahltransfermatrix 20  
 Durchgangverbreiterung  
   Photodetektor 657  
 Durchgriff-Lawinenphotodiode 672  
 Durchlassband 197  
 Durchlassrichtung 563  
 Dynoden 653
- E**
- ebene Welle 32, 126  
   Durchgang durch dünne Linse 40  
   gepulste 808  
 Effective-Circuit-Modell 246  
 Effective-Medium-Modell 246  
 effektive Masse 546  
 Eigenfunktion 981  
 Eigenvektor 981  
 Eigenwert 981  
 Eigenwertproblem 981  
 Eikonal 18, 35  
 Eikonalgleichung 18, 36, 300  
   und fermatsches Prinzip 18, 36  
 einachsiger Kristall 165  
 Ein-Aus-Codierung 947  
 Eindringtiefe 225  
 Einfügungsdämpfung 872  
 Einhüllende  
   Diffusionsgleichung 827  
   langsam variierende 809  
   Übertragungsfunktion 811, 822  
   ultraschnelle Pulse 838  
 Einkopplung 276  
 Einmodenfaser 289, 298, 313, 922  
 Einmodenführung, endlose 315  
 Einmodenwellenleiter 265, 269  
 Einschlussfaktor 619  
   Photodiode 666  
   Wellenleiter 271  
 Einstein, Albert 49, 378, 434, 445

- Einsteingleichung der Photoemission 652  
 Einsteinkoeffizienten 434  
 Einzelphotonendetektor 679  
 Einzelphotonenemitter 579, 580  
 Einzelphotonenlawinendiode 676  
 elektrische Flussdichte 119  
 elektrisches Feld 118  
 Elektroabsorption 728, 753, 754  
 Elektrochromie 752  
 Elektrolumineszenz 447, 448, 586  
   Geschwindigkeit 586  
   Injektions- 585, 586, 590  
   Legierungsverbreiterung 589  
   Linienbreite 589  
   spektrale Intensität 587, 589  
 elektromagnetische Optik 117–148  
   Beziehung zur skalaren Wellenoptik 129  
   Fundamentalbeziehung 121  
   Materialgleichung 125, 164  
 elektromagnetische Welle  
   anisotropes Medium 123  
   Dielektrikum 121–130  
   dispersives Medium 123, 125, 132, 143–146  
   Drehimpuls 120  
   Energie 120  
   Impuls 120  
   inhomogenes Medium 122, 125  
   Intensität 120, 125  
   Leistung 120, 125  
   monochromatische 124–130  
   nichtlineares Medium 124  
   Quantisierung 446  
   resonantes Medium 134  
   transversale (TEM) 126  
   Vakuum 118–121  
 elektromagnetisches Spektrum 117, 118  
 Elektronenkonfiguration 415, 416  
 Elektron-Loch-Paar 543  
   Erzeugung 559, 609  
   Rekombination 559, 587, 588, 590, 609, 633  
 Elektron-Photon-Wandler 587  
 Elektronspin 415  
 Elektrooptik 727–756  
   anisotrope Medien 737–742  
   Bauelemente 727  
   Flüssigkristalle 742  
 elektrooptischer Effekt 727, 765, 775  
   linearer *siehe* Pockelseffekt  
   quadratischer *siehe* Kerreffekt  
 elektroschwache Theorie 377  
 Elementarzelle 203  
 Ellipsoid 164  
 elliptische Polarisation 151  
 Emission  
   Grundprinzip der induzierten 457  
   induzierte 431, 433–435, 486  
   Lichtverstärkung durch induzierte 457  
   durch polychromatisches Licht induzierte 435  
   selbstverstärkte spontane 520  
   spontane 430, 432, 433, 435  
   verstärkte kohärente 518  
   verstärkte spontane 439, 472, 480, 481, 517, 518, 610, 617  
 Emissionsquerschnitt, effektiver 467  
 Empfängerempfindlichkeit 682, 692, 695  
   Bitfehlerrate 696–698  
 endlose Einmodenführung 315  
 Energie  
   elektromagnetische 120, 125  
   optische 31  
 Energiebänder  
   Bezug zu diskreten Energieniveaus 425  
   Entstehung 425  
 Energieniveaus 419  
   Alexandrit 419, 420  
   Argon 417  
   Azimutquantenzahl 415  
   Besetzungswahrscheinlichkeit 428, 429  
   bohorsche 415  
   Boltzmannverteilung 428  
   C<sup>5+</sup> 415  
   Cr<sup>3+</sup>:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Rubin) 419  
   Cr<sup>3+</sup>:BeAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (Alexandrit) 419  
   diskrete 424  
   Entartung 421, 429  
   Er<sup>3+</sup>:Quarzglas 473  
   Farbstoffmoleküle 424  
   Fermi-Dirac-Verteilung 429  
   GaAs 426  
   Halbleiter 426  
   Hauptquantenzahl 415  
   Helium 417  
   Kristall 424  
   Lanthanoidionen 419, 421  
   Lebensdauer 436  
   magnetische Quantenzahl 415  
   Mehrelektronenatome 415, 416  
   Minibänder 426  
   Nd<sup>3+</sup>:Glas 419  
   Nd<sup>3+</sup>:Phosphatglas 421  
   Nd<sup>3+</sup>:Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub> (Nd<sup>3+</sup>:YAG) 419  
   Nd<sup>3+</sup>:YAG 421  
   Quantenpunkte 427  
   Quantenschichten 566, 567  
   Rhodamin-6G 424  
   rotierende zweiatomige Moleküle 422  
   Rubin 419, 420, 469  
   schwingende zweiatomige Moleküle 423  
   Schwingung in CO<sub>2</sub> 423  
   Schwingung in N<sub>2</sub> 423  
   Spinquantenzahl 415  
   Übergangsmetallionen 419, 420  
   Wasserstoff 414, 415  
   Zerfallszeiten 462  
 Energiewaffen 508, 514, 515  
 Ensemblemittelwert 350  
 Entartung 421  
 Erzeugung der dritten Harmonischen 775  
 Erzeugung hoher Harmonischer 516, 522, 534  
 Exciton 427, 570  
 Exponentialfunktion  
   1/e-Breite 973  
   Fouriertransformierte 973  
   zweiseitige 973  
 Extinktionskoeffizient 131, 270  
   Intensitäts- 142  
   Wellenleiter 270
- F**
- Fabry-Pérot-Etalon 192–194  
 Fabry-Pérot-Resonator 321, 323–325, 329  
   zur Modenselektion 499  
   spektrale Breite 327  
 Faltung 87, 95  
 Faltungstheorem 974  
 Fan-In 305  
 Fan-Out 305  
 Faradayeffekt 174, 175  
 Faradayrotator 174, 179, 180, 876  
   als Isolator 180, 876  
 Farbstofflaser 424  
   Laserübergang 424  
 Farbstoffmoleküle 424, 512  
 Farbtemperatur 604  
 Farbwiedergabeindex 604  
 Faser 289–319  
   Absorption 306

- Akzeptanzwinkel 291  
 Antwortzeit 308, 309, 935  
 Anwendungen 316, 317  
 Ausbreitungskonstante 298, 303  
 Bandbreite 935  
 charakteristische Gleichung 295  
 chromatische Dispersion 310, 313  
 Dämpfung 306  
 Dispersion 307–313  
 dispersionsflache 311, 923  
 dispersionskompensierende 311, 923  
 Dispersionsrelation 295  
 dispersionsverschobene 310, 923  
 effektiver Brechungsindex 314  
 Einmoden- 289, 297, 298, 313  
 Er<sup>3+</sup>:Quarzglas 420  
 Gradientenindex- 290, 292, 293  
 Gradientenprofilparameter 293  
 Granulationsmuster 299  
 Grenzfrequenz 297  
 Gruppengeschwindigkeit 298, 303  
 Gruppenlaufzeitdifferenz 312  
 Hohlkern- 185, 314–316, 923  
 Kern 289  
 Leistungsübertragung 935  
 Mantel 289  
 Materialdispersion 313  
 Materialien 316  
 Mehrkern- 304, 305, 922  
 meridionale Strahlen 291  
 mikrostrukturierte 185, 213, 314–316  
 Moden 295, 302  
 Modendispersion 289, 313  
 Modengrenzwerte 296  
 Modenrauschen 299  
 Modenzahl 297, 302, 303  
 multifunktionale 317  
 Nd<sup>3+</sup>:Glas 420  
 nichtlineare Dispersion 313  
 numerische Apertur 291  
 optimales Indexprofil 303  
 photonischer Kristall 315  
 Polarisationsdispersion 313  
 polarisationserhaltende 299  
 quasi-ebene Welle 300  
 schiefe Strahlen 291  
 Selbstphasenmodulation 313  
 Stufenindex- 290–292, 294–298  
 Totalreflexion 289  
 Vielmoden- 289, 290, 313  
 V-Parameter 295  
 Wellenleiterdispersion 310, 313
- Faser-Braggitter 195, 534, 882  
 Faserlaser 316, 317, 506, 926  
  
*siehe auch* Laser  
 Band- 506  
 Er<sup>3+</sup>:SiO<sub>2</sub> 508, 509  
 kaskadierte Raman- 510  
 mit photonischer Bandlücke 506  
 Plattenwellenleiter- 506  
 Raman- 510  
 Th<sup>3+</sup>:SiO<sub>2</sub> 509  
 Vergleich mit diodengepumpten Festkörperlasern 509  
 Yb<sup>3+</sup>:SiO<sub>2</sub> 507, 508
- Fasern 290  
 Faseroptik 289–319, 869, 920  
 faseroptische Kommunikation 919–958  
 analoge 942  
 Bandbreite 931  
 Bitfehlerrate 936  
 Bitrate 936  
 dämpfungsbegrenzte 938  
 Dämpfungskompensation 942  
 Detektoren 928  
 dispersionsbegrenzte 938  
 Dispersionskompensation 943  
 Dispersionsmanagement 943  
 Entwicklung 932  
 Intersymbolinterferenz 936  
 kohärente 952, 955  
 Komponenten 920–931  
 Leistungsfähigkeit 935  
 Leistungsvorgabe 938  
 Lichtquellen 925  
 Modulation 945–947  
 Multiplexing 947–950  
 Netze 958–964  
 Soliton 944  
 Spektralbänder 949  
 Systeme 931–945  
 Übertragungsfehler 936  
 Verstärker 926  
 Zeitvorgabe 938
- Faserparameter 295  
 Fasertaper 244  
 Feinstruktur 415  
 Nd<sup>3+</sup>:YAG 421  
 Feinstrukturaufspaltung 416  
 Fensterschicht 565, 666  
 fermatsches Prinzip 4, 6  
 und Eikonalgleichung 18  
 für maximale Laufzeit 26  
 und Eikonalgleichung 36
- Fermi-Dirac-Statistik 418, 429  
 Fermifunktion 429, 555  
 Fermi-Inversionsfaktor 577  
 Ferminiveau 429, 555, 556  
 Fermionen 384, 418  
 Festkörper 424–428  
 actinoiddotierte 422  
 ionische 424  
 kovalente 424  
 lanthanoiddotierte 420  
 metallische 424  
 molekulare 424  
 Nd<sup>3+</sup>:Glas 421  
 Nd<sup>3+</sup>:YAG 421  
 seltenerd-dotierte 420  
 Festkörperbeleuchtung 603  
 Festkörperlaser 418, 501  
 Dotierionen 501  
 optisches Pumpen 468  
 übergangsmetall-dotierte 419  
 Wirtsmedien 501
- Filter  
 akustooptisches 720  
 ideales 811  
 Finesse 47, 193, 326, 328, 487  
 Flip-Chip-Technik 592, 600, 601  
 Flip-Flop 910  
 Fluoreszenz 448, 602  
 thermisch aktivierte verzögerte 603  
 Fluorophor 449  
 Flüssigkristalle 175–177  
 cholesterische 175  
 Elektrooptik 742–749  
 ferroelektrische 745  
 als Modulatoren 742–745  
 nematische 175, 742  
 optische Eigenschaften 176  
 als Phasenschieber 742, 743  
 smektische 175, 745  
 verdrillt nematische 175, 176, 744, 745  
 Flüssigphasenepitaxie 565  
 Flüstergaleriemode 321, 322, 339, 345  
 Fockzustand 399  
 Fokusslänge 60  
 Fokussierung, zylindrische 255  
 Forsteritlaser 505  
 Fourieranalyse 79, 82, 88  
 Fourieroptik 79–112  
 gepulste Wellen 832  
 periodische Medien 208–210

- Fouriertransformation 49, 79, 969–974  
 eindimensionale 969–973  
 im Fernfeld 88  
 inverse 91  
 und Lebensdauererweiterung 436  
 durch eine Linse 89  
 optische 88, 833  
 Tabelle ausgewählter Funktionen 971  
 zweidimensionale 973, 974
- Fouriertransformations-Holographie 108
- Franz-Keldysh-Effekt 753
- Fraunhoferbeugung 92, 97
- Fraunhofernäherung 88, 93  
 Gültigkeit 88
- freier Spektralbereich 193, 324
- Frequenz  
 Beziehung zur Energie 380  
 instantane 805  
 Licht 29  
 monochromatische Welle 33
- frequenz aufgelöste optische Ausblendung 862
- Frequenzkamm 535, 536  
 Anwendungen 536  
 EUV- und Röntgen- 536
- Frequenzkonversion, optische 760, 767, 786
- Frequenzmodulation 83
- Frequenz-Pulling 489, 490
- Frequenzraum 88
- Frequenz-Raum-Mapping 820
- Frequenzschieber, akustooptischer 720
- Frequenzumtastung 946, 947
- Frequenzverdopplung 760, 763, 764, 775, 784, 785, 851  
 kollineare 769  
 nicht kollineare 771  
 Phasenabgleich 770  
 Phasenfehlanpassung 786  
 Theorie gekoppelter Wellen 785  
 Walk-Off-Effekt 839  
 Wirkungsgrad 764, 786
- Fresnelbeugung 92, 94–97
- Fresnel-Biprisma 9, 39
- Fresnelgleichungen 160
- Fresnelintegral 95
- Fresnellinse 13
- Fresnelnäherung 34, 86, 87  
 Gültigkeit 87  
 für Kugelwelle 34
- Fresnelreflexion 592
- fresnelsche Gleichungen 9
- Fresnelzahl 34, 87
- Fresnelzonenplatte 46, 84
- frustrierte Totalreflexion 241
- FT-Spektroskopie 360, 361
- Füchtbauer-Ladenburg-Gleichung 433
- Führung  
 durch effektiven Index 314  
 durch photonische Bandlücke 314, 315
- Fullerene 552
- Fundamentalbeziehung 121
- G**
- GaAs 426  
 Bandlücke 426  
 Bandstruktur 426  
 Energieniveaus 426  
 Struktur 426
- Gabelversetzung 72
- Gaslaser  
 inhomogen verbreiteter 495  
 Zahl der Moden 494
- Gasphasenepitaxie 565  
 Hydrid- 565  
 metallorganische chemische 565
- Gated-Geiger-Betrieb 677
- Gatter  
 optisches 871  
 photonische 908–915
- Gaußbündel *siehe* Gaußstrahl
- Gaußfunktion 971  
 1/e-Breite 973  
 Fouriertransformierte 973  
 gechirpter Puls 807  
 Puls 807
- Gaußpuls  
 Ausbreitung in einer optischen Faser 823, 824  
 gechirpter 814
- Gaußstrahl 35, 57–69, 88, 146  
 ABCD-Gesetz 68  
 Aufweitung 67  
 Beziehung zur Parabolwelle 58  
 Divergenz 60  
 Durchgang durch dünne Linse 64, 65  
 Durchgang durch dünne optische Komponente 69
- Durchgang durch Vakuum 69
- Durchmesser 59, 60
- Eigenschaften 58–64
- elliptischer 71, 76
- Fokuslänge 60, 61
- Fokussierung 66
- Formung 66
- Führung 67
- gaußsch gepulster 834, 835  
 gepulster 810
- Gouyeffekt 61
- Informationsgeschwindigkeit 146
- Intensität 58, 59
- Kollimation 67
- komplexe Amplitude 57, 58
- komplexe Einhüllende 58
- konfokaler Parameter 60, 61
- Kugelspiegelresonator 332
- Leistung 59
- M<sup>2</sup>-Faktor 64
- nichtdispersives Medium 126
- Phase 60
- q-Parameter 58
- quadratisch gemittelter Radius 75
- Qualität 64
- Rayleighlänge 58
- Reflexion an Kugelspiegel 67
- Spotgröße 60
- Strahlparameter 58, 62–65
- Tailenradius 60
- vektorieller 129
- Vergleich mit Besselstrahl 74
- Wellenfront 61
- geführte Wellen 261–287
- Gegenstandswelle 106
- Geiger-Lawinenphotodiode 677
- Geigerzähler 677
- geometrische Dimensionalität 627
- geometrische Verteilung 392
- gepolte Materialien 774
- gepulstes Licht 49–53
- Germanen 553
- Gesamtspinquanzenzahl 416
- Gesamtwirkungsgrad 493
- Geschwindigkeit  
 Gruppen- 143, 146, 265, 266, 271  
 Informations- 146  
 monochromatische Welle 33  
 Phasen- 33, 143, 146  
 geschwindigkeitsabhängiger kohärenter Besetzungseinschluss 441

## 1030 | Stichwortverzeichnis

- Geschwindigkeitsgleichung  
   Besetzungsunterschied 527  
   Photonenzahl 527  
 Gesetz von Vegard 549  
 Gewinnarretierung 490  
 Gewinnkoeffizient 459, 460  
   bei Sättigung 476, 477, 487  
   kleines Signal 486  
   optische Halbleiterverstärker 609–611, 615  
   Raman- 474  
 Gewinnmodulation 525, 527  
 Gewinnrauschen 681, 682  
 Gitter  
   optisches 442  
   reziprokes 212, 214  
 Glan-Thompson-Prisma 178  
 Glasfaser 23  
 Glaswellenleiter 276  
 Gleichrichtung, optische 764, 765  
   gepulste 840  
 Gleichungen, maxwellsche *siehe*  
   maxwellsche Gleichungen  
 Gleichverteilungssatz 446  
 Glimmerschiefer 178  
 Glühlampe 604  
 Golayzelle 651  
 Goos-Hänchen-Effekt 182, 273  
 Gouyeffekt 61, 835  
 Gouyphase 72  
 Gradientenindexfaser 17, 290, 292, 293  
   Akzeptanzwinkel 18  
   Indexprofil 17  
   numerische Apertur 17  
 Gradientenindexlinse 42  
 Gradientenindexmedium, dynamisches 705  
 Gradientenindexoptik 14–18  
 Gradientenindexplatte 15  
 Gradientenprofilparameter 293  
 Granulationsmuster 299  
 Graphen 552, 553  
   Eigenschaften 553  
   Elektronenbeweglichkeit 553  
   Gruppe-IV-Analoga 552  
   Struktur 553  
 Graphenphotonik 553  
 Graphit 424, 552  
 Gravitationswellen 43, 399  
 Gravitationswellendetektor 49  
 greensche Funktion 977  
 Grenzfrequenz 367  
   Einmodenfaser 299  
   Faser 297  
   Filter 101  
   Mode 266, 269  
   Wellenleiter 265, 269  
 Grenzwellenlänge 265  
 Grenzwinkel der Totalreflexion 8, 160  
 GRIN-Kristall 217  
 Gruppengeschwindigkeit 143, 146, 169  
   Dispersion 144, 272  
   Faser 298, 303  
   photonischer Kristall 206  
   Wellenleiter 265, 266, 271  
 Gruppengeschwindigkeitsdispersion 272  
 Gruppenindex 144, 146  
   effektiver 206  
 Gruppenlaufzeit 822  
 Gruppenlaufzeitdifferenz 312  
 Gruppenverzögerung 143  
 Gütefaktor  
   Mikrokugelresonator 344  
   Mikroresonator 341  
   Resonator 328  
 Gütemodulation 525, 526, 528, 534  
 Gyrationsektor 173  
 gyromagnetisches Verhältnis 174  
 Gyroskop 43
- H**
- Halbleiter 426–428, 544  
   Absorption 572, 574, 577  
   AlAs 548, 550  
    $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  550, 598  
    $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_y\text{In}_{1-y}\text{P}$  550  
    $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  550, 599  
    $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  550, 600  
   AlInGaP 599  
   AlN 548  
   AlP 548  
   AlSb 548  
   Bandlücke 425, 544, 597  
   Bandlückenwellenlänge 571  
   Bandstruktur 426, 543, 545, 557  
   Besetzungswahrscheinlichkeit 555  
   binäre III-V- 548  
   Brechungsindex 580, 581  
   Brillouinzone 546  
   CdS 549  
   CdSe 549  
   CdTe 549  
   Diffusionskapazität 564  
   direkte Bandlücke 547  
   Doppelheterostruktur 564  
   Dotiersubstanzen 550  
   dotierte 550  
   effektive Masse der Elektronen 546  
   effektive Masse der Ladungsträger 552  
   Eigenschaften 543–569  
   Elektrolumineszenz 586–589  
   Elektronen und Löcher 544, 545  
   Elektronentransport 552  
   Elektron-Loch-Erzeugung 559, 570, 572, 654  
   Elektron-Loch-Rekombination 559, 570, 572, 585  
   Element- 547  
   Emission 572, 574  
   Energiebänder 544  
   Energie-Impuls-Beziehungen 545  
   Energieniveau 426  
   entartete 558  
   excitonische Übergänge 570, 578, 579  
   extrinsische 551  
   Fensterschicht 565  
   Fermifunktion 555, 557, 589  
   Fermi-Inversionsfaktor 577  
   GaAs 548, 550, 558, 596  
   GaAsP 597  
   GaN 548, 558, 599  
   GaP 548, 550  
   GaSb 548  
    $\text{Ge}_{1-y}\text{Sn}_y$  547  
   gemeinsame Zustandsdichte 573  
   Germanium 547, 548, 550  
   Gewinn 574  
   Gewinn im Quasigleichgewicht 577  
   Heteroübergang 561, 564  
    $\text{Hg}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  549  
   HgS 549  
   HgSe 549  
   HgTe 549  
   Homoübergang 561  
   II-VI- 549  
   III-V- 547–549, 597  
   IV-VI- 549  
   InAs 548, 550  
   indirekte Bandlücke 547, 573, 574  
   InGaAs 598  
    $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}_{1-y}\text{P}_y$  550, 598  
   InGaAsSb 598  
    $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  550, 599



- InGaP 599  
 InN 548  
 innere Quantenausbeute 561  
 InP 548, 550  
 InSb 548  
 Interbandübergänge 570, 578, 579  
 Intrabandübergänge 570  
 intrinsische 425, 550, 551, 556  
 Kronig-Penney-Modell 544, 545  
 Ladungsträgerbeweglichkeit 658  
 Ladungsträgerinjektion 560, 563  
 Ladungsträgerkonzentration 556, 558  
 Laserdiode 618–627  
 LED 590  
 Legierungsverbreiterung 589  
 Leitfähigkeit 544, 545  
 lichtemittierende Dioden 586–603  
 Massenwirkungsgesetz 557  
 Mehrfachquantenschichten 568  
 Mikroresonatorlaser 636–644  
 Minibänder 426, 568, 579, 634  
 Minibandübergänge 578, 579  
 mit negativer Elektronenaffinität 652  
 Mobilität der Ladungsträger 552  
 MoS<sub>2</sub> 554  
 Nanokristalle 427  
 n-dotierte 550, 556, 557  
 Optik von quantenbeschränkten Strukturen 578, 579  
 Optik von Volumen- 570–578  
 organische 551, 552  
 Pb<sub>x</sub>Sn<sub>1-x</sub>Se 549  
 Pb<sub>x</sub>Sn<sub>1-x</sub>Te 549  
 p-dotierte 550, 556, 557  
 Periodensystem 547  
 Phononenübergänge 570  
 Photodetektoren 651–702  
 Photonenquellen 585–646  
 pin-Übergang 564  
 pn-Übergang 561–563, 587, 590  
 Polymer- 552  
 ppn-Doppelheteroübergang 565  
 quantenbeschränkte 578, 579  
 quantenbeschränkte Strukturen 565–569  
 Quantendrähte 426, 568, 569  
 Quanteneinschlusslaser 627–644  
 Quantenkaskadenlaser 633, 634  
 Quantenpunkte 427, 569  
 Quantenschichten 426, 565  
 Quantenschichtstruktur 565–567  
 Quasiferminiveaus 558, 559, 590  
 Quasiferminiveaus eines gepumpten 588  
 Quasigleichgewicht 558, 559  
 quaternäre III-V- 549  
 Rekombinationskoeffizient 559  
 Rekombinationslebensdauer 560  
 Schrödingergleichung 545  
 Si<sub>x</sub>Ge<sub>1-x-y</sub>Sn<sub>y</sub> 547  
 Si<sub>x</sub>Ge<sub>1-x-y-z</sub>Sn<sub>y</sub>C<sub>z</sub> 547  
 SiC 547, 550  
 Silicium 547, 548, 550, 558, 600  
 Siliciumcarbid 547, 550  
 spontane Emission 576  
 strahlende Rekombination 559  
 strahlungslose Rekombination 559  
 ternäre III-V- 548  
 Übergänge zwischen Unterbändern 578, 579  
 Übergangswahrscheinlichkeiten 575  
 Übergitter 426, 568, 579, 634  
 Verstärker 607–618  
 Vollmaterial- 426  
 WSe<sub>2</sub> 554  
 ZnS 549  
 ZnSe 549  
 ZnTe 549  
 Zustandsdichte 554, 567, 573  
 Halbleiterbauelemente 551  
 Halbleiteroptik 543, 569–582  
 Halbleiterspiegel 533  
 Halbleiterübergang 561  
 Doppelheteroübergang 564  
 Driftstrom 562  
 Durchlassrichtung 563  
 Heteroübergang 561, 564  
 Homoübergang 561  
 intrinsisches Feld 562  
 pin- 564  
 pn- 561–563, 585, 587, 590  
 ppn- 565  
 Quantenschichtstruktur 565–567  
 Sperrichtung 563  
 Sperrschicht 562  
 Halbmetalle 425  
 Halbwellenretarder 157, 158  
 Jonesmatrix 158  
 Halbwellenspannung 729, 730  
 Halbwertsbreite 353, 973  
 HAPLS-Lasersystem 471, 815  
 Harmonische  
 Erzeugung der dritten 760, 775, 791, 792  
 Erzeugung der zweiten *siehe* Frequenzverdopplung  
 Erzeugung hoher *siehe* HHG  
 zweite 763  
 harmonische Funktion 80  
 harmonischer Oszillator 979  
 Analogie zu optischen Moden 397  
 klassischer 134  
 quantenmechanischer 396, 423  
 Hartree-Fock-Verfahren 416  
 Hartree-Verfahren 416  
 Hauptachsen 164  
 Hauptbrechungsindizes 164  
 Hauptkoordinatensystem 164  
 Hauptquantenzahl 414, 415  
 Header 907  
 heisenbergsche Unschärferelation 386, 397, 972  
 Hellempfindlichkeitskurve 603  
 Helmholtzgleichung 32  
 Analogie zur Schrödingergleichung 35, 414  
 dispersives nichtmagnetisches Medium 126  
 Faser 293  
 paraxiale 35, 58  
 verallgemeinerte 186, 984  
 zweidimensionale 74  
 He-Ne-Laser 417  
 Hermite-Gauß-Funktion 71  
 Hermite-Gauß-Strahl 70, 71, 71, 335  
 elliptischer 71  
 Intensität 71  
 komplexe Amplitude 71  
 Hermitepolynome 70  
 hermitesche Operatoren 981  
 Hero, Prinzip von 5  
 Heterodyndetektor 953, 956, 958  
 Empfindlichkeit 958  
 Heterodyning 106  
 optisches 859  
 Heteroepitaxie 565  
 direkte 601  
 Heterostrukturen  
 optische Halbleiterverstärker 613, 614  
 Photodiode 666  
 Photoleiter 662  
 Heteroübergang 561  
 HHG 850, 851  
 Rekollisionsmodell 851  
 Hilberttransformation 978  
 Himmelsblau 139, 451  
 Hintergrundrauschen 682

## 1032 | Stichwortverzeichnis

- Hochpassfilter 101  
 Hohlkernfaser 185, 213, 314–316, 923  
 Hohlraumresonator 339–344  
 Hohlraumstrahlung *siehe* Schwarzkörperstrahlung  
 Hologramm 105–107  
   computergeneriertes 112  
   ebene Welle 107  
   Kugelwelle 108  
   Regenbogen- 111  
   Volumen- 110, 111  
 Holographie 105–111  
   Apparatur 109, 110  
   computererzeugte 875  
   Echtzeit- 752, 781  
   Fouriertransformations- 108  
   Kugelwelle als Referenzwelle 114  
   Oberflächen- 875  
   Ortsfilter 109  
   Volumen- 110, 752  
 holographisches optisches Bauelement 112  
 HOMO *siehe* Molekülorbital, höchstes besetztes  
 Homodyndetektor 957, 958  
   Empfindlichkeit 958  
   symmetrischer 954  
 Homoepitaxie 565  
 Homoübergang 561  
 Hong-Ou-Mandel-Interferenz 403  
 Hong-Ou-Mandel-Interferometer 402  
 Huygens-Fresnel-Prinzip 88  
 Hydrid-Gasphasenepitaxie 565  
 Hyperfeinstruktur 415, 416  
 Hysterese 909
- I**
- Idlerwelle 401, 767, 780, 787, 788  
 Impedanz 126  
   nichtmagnetische Medien 126  
 Impermeabilität, elektrische 728  
 Impermeabilitätstensor 165, 722  
 Impflaser *siehe* Seedlaser  
 Impuls, elektromagnetischer 120  
 Impulsantwortfunktion 80, 88, 977, 979  
   dispersives Dielektrikum 124  
   einlinsiges abbildendes System 98, 101, 102  
   des Vakuums 87  
 Ince-Gauß-Strahl 73  
 Indexellipse 166  
 Indexellipsoid 165, 166, 737  
   einachsiger Kristall 167  
 Indikatrix 165  
 induzierte Emission 431, 433–435, 457, 486  
   Grundprinzip 457  
   Lichtverstärkung 457  
   durch polychromatisches Licht 435  
 Informationsgeschwindigkeit 146  
 Infrarot  
   Frequenzen 29  
   Sensorkarte 450, 451  
   Wellenlängen 29  
 Injektionselektrolumineszenz 585, 586, 590  
   GaAs 587  
   Linienbreite 589  
   spektrale Intensität 587, 589  
 In-Line-Verstärker 469  
 innere Quantenausbeute 561  
 instantane Frequenz 805  
 integrierter Schaltkreis  
   optoelektronischer 930  
   photonischer 879, 930  
 Intensität  
   elektromagnetische 120, 125  
   instantane 350  
   mittlere 350  
   optische 31, 32, 50, 120  
   partiell kohärentes Licht 350  
   polychromatische Welle 50  
   quasimonochromatische Welle 50  
   stochastische 350  
   TEM-Welle 127  
   wechselseitige 356, 365  
   wechselseitige normierte 356  
 Intensitätsautokorrelation 857, 858  
 Intensitäts-Extinktionskoeffizient 142  
 Interbandübergänge 570  
 Interferenz 42–48  
   Doppelspaltexperiment 45  
   ebene und Kugelwelle 45  
   Hong-Ou-Mandel- 403  
   Licht aus ausgedehnter Quelle 363  
   partiell kohärentes Licht 359–364  
   Photon 384  
   und räumliche Kohärenz 362  
   Sichtbarkeit 54, 359, 360  
   und spektrale Breite 364  
   und zeitliche Kohärenz 360  
   Vielwellen- 45, 47, 52  
   youngsches Experiment 362  
   zweier Kugelwellen 45  
   zweier monochromatischer Wellen 51  
   zweier partiell kohärenter Wellen 359  
   zweier schiefer ebener Wellen 44  
   zweier Wellen 42  
 Interferenzgleichung 42  
 Interferogramm 360  
 Interferometer 43–48  
   Anwendungen 43  
   einzelnes Photon 385  
   Fabry-Pérot- 48  
   Hong-Ou-Mandel- 402  
   LIGO- 48, 398  
   Mach-Zehnder- 43, 274, 385, 883  
   Mehrpfad- 884, 885  
   Michelson- 43  
   Michelson-Stern- 370  
   Sagnac- 43, 886, 887, 900  
   selbstreferentielles spektrales 860  
   spektrales 859  
   Young- 362, 363, 385  
 Intersymbolinterferenz 935–937, 944  
 Intradbandpumpen 464, 466, 467  
   Laserdioden 471  
 Intradbandübergänge 570  
 Ionen/Gas-Laser 418  
 Ionisationskoeffizienten 670  
   verlaufsabhängige 687  
 Ionisationsverhältnis 670  
 Ionisierungsenergie 418  
   Mehrelektronenatome 418  
 Isolator  
   akustooptischer 721  
   Bandlücke eines dielektrischen 425  
   optischer 180, 721, 872, 876  
 Isotope 418
- J**
- Johnsonrauschen 690  
 Jonesmatrix 156  
   Brechung 159  
   Halbwellenretarder 158  
   Reflexion 159  
 Jonesvektor 155  
   Transformation 158
- K**
- Kammfunktion 971  
 Karborund 547  
 Kardinalpunkte 22

- Kardinalsinus 93  
 katadioptrisches System 11  
 Kathodolumineszenz 447  
 Kernladungszahl 414  
 Kerreffekt 727, 729, 740, 775  
   optischer 775, 778  
 Kerrkoeffizient 729, 737  
   Symmetrie 738  
 Kerrlinse 533  
   optische 777  
 Kerrmedium 775  
 k-Fläche 168  
 Kiefeldbeschleunigung 522  
 kohärente anti-Stokes-Ramanstreuung 452  
 kohärente optische Kommunikation 952–958  
 Kohärenz 349–375  
   Ausbreitung 364–370  
   Bildentstehung 365–370  
   Interferenz 359–364  
   Interferenzexperiment von Young 362  
   Kreuzleistungsspektrum 357  
   longitudinale 358  
   partielle 350  
   quasimonochromatisches Licht 363  
   räumliche 355, 362  
   Sichtbarkeit 362  
   spektrale Breite 353, 354  
   spektrale Leistungsdichte 352  
   Verstärkung durch Ausbreitung 367, 369, 370  
   wechselseitige Intensität 356, 365  
   zeitliche 351, 356, 360  
 Kohärenzabstand 363  
 Kohärenzfläche 356, 357  
 Kohärenzfunktion  
   wechselseitige 355  
   zeitliche 351, 352  
 Kohärenzgrad  
   komplexer 355  
   komplexer zeitlicher 352  
 Kohärenzlänge 352, 355, 771, 772  
   Lichtquellen 354, 355  
 Kohärenzmatrix 371  
 Kohärenztomographie  
   im Zeitbereich 361  
   optische 361, 403  
   quantenoptische 403  
 Kohärenzzeit 352–356  
   Lichtquellen 354, 355  
 Kohlenstoffnanoröhren 427, 552, 579  
 Kollimator 6  
   LED 8, 11, 593  
 Kommunikationssysteme  
   faseroptische 919, 920  
   kohärente optische 920  
 Kompakt-Leuchtstofflampe  
   Lebensdauer 604  
   Lichtausbeute 604  
 Komplementärfarben 605  
 komplexe Amplitude 31  
   ebene Welle 32  
   Gaußstrahl 57, 58  
   monochromatische Welle 32  
 komplexe Amplitudentransmission 38  
   dünne Linse 39  
   Platte mit variablem Brechungsindex 41  
   Platte mit variabler Dicke 38  
   Prisma 39  
 komplexe Darstellung 31, 49  
 komplexe Einhüllende 32  
   ebene Welle 32  
   Gaußstrahl 58  
 komplexe Wellenfunktion 50  
   gepulste ebene Welle 51  
   monochromatische Welle 32  
 komplexer Kohärenzgrad 355  
 komplexer  $q$ -Parameter 58  
 komplexer zeitlicher Kohärenzgrad 352  
 komplexes analytisches Signal 50  
 komplexes Polarisationsverhältnis 154  
 konische Brechung 182  
 Konjugation 552  
 konjugierte Ebenen 10  
 konjugierte Welle 780  
 Konkavspiegel 7  
 Konstellation 946  
 Konvexspiegel 7  
 Koordinatentransformation  
   Polarisation 158  
 Koppler 871  
   Fan-Out- 305  
   faseroptische 876  
   integriert-optische 876  
   Mehrkern- 304, 305  
   Prismen- 277  
 Kopplung  
   Gitter- 277  
   Wellenleiter 276–281  
 Kopplungsfaktor 734  
 Kopplungslänge 279  
 Kopplungswirkungsgrad 734  
 Kramers-Kronig-Beziehungen 134, 978  
 Kreuzgewinnmodulation 896, 904  
 Kreuzintensität *siehe* wechselseitige Intensität  
 Kreuzkohärenzfunktion *siehe* wechselseitige Kohärenzfunktion  
 Kreuzkorrelationsfunktion 355  
 Kreuzleistungsspektrum 357  
   normiertes 357  
 Kreuzphasenmodulation 778, 896, 904, 924  
 Kreuzrelaxation 509  
 Kristall  
   einachsiger 165, 167, 170  
   künstlicher 442  
   negativ einachsiger 165  
   photonischer *siehe* photonischer Kristall  
   positiv einachsiger 165  
   Symmetrie 738  
   zweiachsiger 165  
 Kristallfeldtheorie 420  
 Kristallgitter 424  
 Kristallstruktur 213  
 kritischer Winkel der Totalreflexion *siehe* Grenzwinkel der Totalreflexion  
 Kronig-Penney-Modell 544, 545  
 Krümmungsradius 7  
 Kugelspiegel 7, 67  
   Bildentstehung 8  
   Brennweite 8  
 Kugelspiegelresonator 330–337  
   Eingrenzung von Strahlen 330  
 Kugelwelle 33  
   Bezug zur ebenen Welle 34  
   Bezug zur Parabolwelle 34  
   Fresnelnäherung 34  
   gepulste 809  
   in nichtdispersiven Medien 126  
   Phasengeschwindigkeit 33  
   Wellenfront 33  
 Kurzzeit-Fouriertransformierte 806  
**L**  
 Ladung, topologische 73  
 Ladungsträger  
   Majoritäts- 551  
   Minoritäts- 551  
 Laguerrefunktionen 415

## 1034 | Stichwortverzeichnis

- Laguerre-Gauß-Strahl 72  
   Bahndrehimpuls 73  
   Erzeugung 72  
   Phase 72  
 Laguerrepolynome 72, 415, 483  
 $\lambda/2$ -Plättchen 157  
 $\lambda/4$ -Plättchen 157  
 Lamb-Dip 496  
 Lambertverteilung 593  
 langsame Achse der Polarisation 157  
 langsames Licht 146  
 Lanthanoide 417, 420  
   Elektronenkonfigurationen 419  
   Energieniveaus 419, 421  
   Feinstrukturen 421  
   Termsymbole 419  
 Laplaceoperator 30  
   transversaler 35, 58  
 Laser 457, 485–539  
   *siehe auch* Laserverstärker  
   Ag<sup>19+</sup> 518, 524  
   aktive Modenkopplung 533  
   Alexandrit- 419, 420, 502, 505, 524  
   Ar<sup>+</sup> 524, 534  
   ArF-Excimer- 514, 524  
   Argonionen- 498  
   Atom- 513, 516, 517  
   Aufbau 485, 486  
   Ausgangsleistung 501  
   Auskopplungsmodulation 526  
   Auskopplungswirkungsgrad 493  
   Bedingung für Oszillation 485, 488  
   Beispiele 523  
   C<sup>5+</sup> 517, 524  
   chaotischer 512, 513  
   chaotischer Mikro- 513  
   chaotischer ZnO 513  
   chemischer 514  
   CO<sub>2</sub> 513, 524, 534  
   Colquiriit 502  
   Cr<sup>2+</sup>:ZnS 502, 505, 524  
   Cr<sup>2+</sup>:ZnSe 505  
   Cumarin- 515  
   DBR- 626  
   DF 515  
   DFB- 626, 631  
   diodegepumpte Festkörper- 502, 509  
   Einschwingvorgänge 526–535  
   Er<sup>3+</sup>:Quarzglas 473, 524, 534  
   Er<sup>3+</sup>:SiO<sub>2</sub> 508, 509  
   Er<sup>3+</sup>:YAG 502  
   Etalon im Resonator 499  
   European XFEL 522  
   Excimer- 514  
   Exciplex- 514  
   extremes UV 515  
   F<sub>2</sub> 514  
   Farbstoff- 424, 515  
   Faser- 506, 507, 509  
   Festkörper- 418, 501–513  
   Festkörper-Farbstoff- 515  
   Forsterit- 505, 524, 534  
   Freie-Elektronen- 516, 520, 521, 524  
   Freie-Elektronen-Röntgen- 522, 523  
   Frequenzen 489, 490, 501  
   Frequenz-Pulling 489, 490  
   Gas- 513–515  
   gepulste 523–535  
   Germanium- 629  
   Gesamtwirkungsgrad 493  
   Geschwindigkeitsgleichungen 527  
   Gewinnarretierung 490  
   Gewinnbedingung 488  
   Gewinnmodulation 525, 527  
   Grundprinzip 457  
   Gütemodulation 525, 526, 528, 534  
   H<sub>2</sub>O 524  
   Halbleiter-Scheiben- 535  
   HAPLS-Petawatt- 471, 599  
   HCN 524  
   He-Cd 524  
   He-Ne 417, 524, 534  
   HF 514  
   Ho<sup>3+</sup>:YAG 502  
   homogene Verbreiterung 494  
   I<sub>2</sub> 514  
   inhomogene Verbreiterung 495  
   innere Photonenflussdichte 490  
   innere Photonenzahldichte 492  
   instabile Resonatoren 498  
   Integration mit anderen Bauelementen 586  
   Ionen- 513  
   Ionen/Gas- 418  
   kaskadierte Raman-Faser- 510  
   Kennlinien 490–499  
   kohärenter chaotischer 513  
   Kohlenstoffplasma- 517  
   Kr<sup>+</sup> 524  
   KrF-Excimer- 514, 524  
   Kupfer-Röntgen- 520  
   Lamb-Dip 496  
   LCLS 522, 524  
   Leistungsumwandlungswirkungsgrad 493  
   Linienbreite 500, 501  
   Linienselektion 498  
   Mehrfachquantenpunkt- 632  
   Methanol- 514, 524  
   Mikrodisk- 640  
   Mikroresonator- 636–644  
   Mikroring- 640  
   MIRACL 515  
   mit externem Resonator 535  
   Modenkopplung 526, 531–535  
   Modensprünge 499  
   Molekül- 513  
   Nanoresonator- 642, 643  
   Nd<sup>3+</sup>:Glas 471, 524, 534  
   Nd<sup>3+</sup>:Phosphatglas 534  
   Nd<sup>3+</sup>:Quarzglas 470  
   Nd<sup>3+</sup>:YAG 420, 421, 502, 503, 524, 534  
   Nd<sup>3+</sup>:YAG-Mikrochip- 531  
   Nd<sup>3+</sup>:YVO<sub>4</sub> 420, 502, 524  
   Ne<sup>+</sup> 524  
   Neon-Innenschalen-Röntgen- 519  
   Oberflächenemitter 535  
   ohne Inversion 488  
   optisch-optischer Steigungswirkungsgrad 493  
   optisch-optischer Wirkungsgrad 493  
   passive Modenkopplung 533  
   Phasenbedingung 488, 489  
   phononenbegrenzter 505  
   Phosphosilikat-Raman-Faser- 511  
   Photonenfluss am Ausgang 493  
   Photonenflussdichte 490  
   Photonenflussdichte am Ausgang 491, 493  
   Photonenflussdichte im stationären Zustand 490–492  
   Photonenzahldichte im stationären Zustand 492  
   Plaser 512  
   Plasma- 517  
   Polarisation 498  
   Polymethin- 515  
   Pulsdauer 501  
   Pulver- 512  
   Quantendraht- 628  
   Quanteneinschluss- 627–637  
   Quantenkaskaden- 514, 535, 633, 634  
   Quantenpunkt- 628, 632

- Quantenschicht- 628  
 Raman- 511  
 Raman-Faser- 510  
 räumliche Verteilung 497  
 räumliches Lochbrennen 495  
 Rhodamin-6G 515, 524, 534  
 Röntgen- 515–518  
 Rubin- 419, 420, 470, 489, 501, 524, 525, 531  
 Rückkopplung 486  
 Sättigung 486  
 Sauerstoff-Iod 514  
 Scheiben- 503  
 Schwelle 488  
 Schwellen-Besetzungsdifferenz 488  
 Selektion einer Longitudinalmode 499  
 Selektion einer Polarisation 499  
 Selektion einer transversalen Mode 498  
 seltenerdotierte Faser- 506, 507  
 Silberplasma- 518  
 Silicium-Raman- 512  
 Spaser 644  
 spektrale Verteilung 493  
 spektrales Lochbrennen 495, 496  
 Stabilitätsbedingung 485  
 Steigungswirkungsgrad 493  
 Szintillator-Farbstoff- 515  
 Tabelle 523  
 Th<sup>3+</sup>:SiO<sub>2</sub> 509  
 Theorie der Oszillation 486–490  
 Ti<sup>3+</sup>:Saphir 502, 504, 505, 515, 524, 534  
 Tm<sup>+</sup>-Fluoridglas 524  
 Tm<sup>3+</sup>:YAG 502  
 U<sup>3+</sup>:CaF<sub>2</sub> 422  
 VECSEL 535  
 vibronischer 505  
 Vielfach-Spiegelresonator 499  
 Vielmoden- 494  
 Wirkungsgrad 493  
 Xanthen- 515  
 XeCl-Excimer- 514  
 XeF-Excimer- 514  
 Yb<sup>3+</sup>:Quarzglas 507, 508, 511, 524, 534  
 Yb<sup>3+</sup>:YAG 420, 502, 504, 524, 538  
 Zahl der Moden 494  
 Laser Weapon System 508  
 Laserdioden 585, 618–627  
   abgegebene Leistung 621  
   abstimmbare 627  
   AlGaAs 471, 509  
   Anwendungen 585  
   Ausgangs-Photonenfluss 621  
   Barren 631  
   Bauelementstrukturen 629–644  
   Breitstreifen- 631  
   DBR- 626  
   DFB- 626  
   differentielle Ansprechempfindlichkeit 622  
   differentielle äußere Quantenausbeute 621  
   eingebettete Heterostruktur 631  
   Einmodenbetrieb 626  
   Einschlussfaktor 619  
   Gewinn 619  
   Gewinnbedingung 620  
   innerer Photonfluss 621  
   Intrabandpumpen 471  
   kantenemittierende 593, 630  
   Laserschwelle 620  
   Leistungs-Strom-Kurve 622  
   Leistungsumwandlungswirkungsgrad 622  
   Littman-Metcalf-Anordnung 627  
   Materialien 629–644  
   Mehrfachquantendraht- 631, 632  
   Mehrfachquantenpunkt- 632  
   mit externem Resonator 627  
   mit verspannten Schichten 629  
   Oberflächenemitter 637  
   aus photonischen Kristallen 641  
   Pumpen 467  
   Quantendraht- 631, 632  
   Quantenpunkt- 632  
   Quantenschicht- 628  
   räumliche Eigenschaften 625  
   Rückkopplung 619  
   spektrale Eigenschaften 624  
   Stegwellenleiter- 630, 631  
   Strahlungsverteilung im Fernfeld 625  
   Vergleich mit LED 623, 625  
   Vergleich mit Superlumineszenzdioden 623, 625  
   Verluste 619  
   verteilte Rückkopplung 631  
   Wirkungsgrad 621, 623  
 Lasereinschluss 441  
 Laserkühlung 440, 441, 441  
 Laserpulse  
   Dauer 523, 530  
   Energie 530  
   Erzeugung 525, 526, 532  
   Intensität 532  
   Leistung 529  
   modengekoppelte 531  
   Peakleistung 524, 529  
   Pulsform 530  
   ultrakurze 526  
   Wiederholungsraten 524  
 Laserschwelle 488, 489  
 Lasertrapping 440, 441  
 Laserübergang  
   Alexandrit 476  
   Ar<sup>+</sup> 476  
   ArF-Exciplex 476  
   C<sup>5+</sup> 476  
   CO<sub>2</sub> 476  
   Cr<sup>2+</sup>:ZnS 476  
   Cu<sup>+</sup> (K<sub>α</sub>) 476  
   Eigenschaften 475  
   Er<sup>3+</sup>:Quarzglas 473, 476  
   Forsterit 476  
   GaAs 426  
   He-Ne 476  
   InGaAsP 476  
   Nd<sup>3+</sup>:Phosphatglas 421  
   Nd<sup>3+</sup>:YAG 421, 422, 467  
   Nd<sup>3+</sup>:YVO<sub>4</sub> 476, 502  
   Ne<sup>+</sup> (K<sub>α</sub>) 476  
   Rhodamin-6G 424, 476  
   Rubin 469, 476  
   Ti<sup>3+</sup>:Saphir 476, 505  
   U<sup>3+</sup>:CaF<sub>2</sub> 422  
   Yb<sup>3+</sup>:YAG 476, 504  
 Laserverstärker 457–483, 486  
   *siehe auch* Laser; optischer Verstärker; optische Faserverstärker  
   Abhängigkeit vom Besetzungsunterschied 466  
   Bandbreite 459, 460, 486  
   Bedingung für Verstärkung 457  
   Beispiele 468–475  
   Besetzungsinversion 459, 461  
   Besetzungsunterschied 463–465  
   Brillouin-Faserverstärker 475  
   Dämpfungskonstante 460  
   Dauerstrichbetrieb 462  
   dopplerverbreitertes Medium 479  
   Dreineiveau- 465  
   Eigenschaften 476  
   Energieniveaudiagramm 462  
   Er<sup>3+</sup>:Quarzglas 472  
   Faser- 472, 474  
   Geschwindigkeitsgleichungen 462–464

## 1036 | Stichwortverzeichnis

- Gewinn 459, 460, 486  
 Gewinn bei Sättigung 476–480, 487  
 Gewinn für kleine Signale 479, 480, 486  
 Gewinnkoeffizient 459–461  
 homogen verbreiterte Medien 476–478  
 idealer 458  
 inhomogen verbreiterte Medien 478–480  
 In-Line- 469  
 Leistungsverstärker 469  
 Lochbrennen 480  
 lokalisierte Raman- 474  
 MOFA 469, 507, 508  
 MOPA 469, 471, 506, 507  
 Näherung kleiner Signale 464  
 National Ignition Facility 471  
 $\text{Nd}^{3+}$ :Glas 471  
 $\text{Nd}^{3+}$ :Quarzglas 470, 471  
 Nichtlinearität 476–480  
 optisches Pumpen 463, 468  
 Phasenverschiebung 460, 461  
 Photonenstatistik 481  
 Pumpen 461–468, 473  
 Pumpen von Raman- 474  
 Pumpverfahren 467  
 Quantendefekt 467  
 Raman-Faserverstärker 474, 475  
 Rauschen 480, 480, 481  
 realer 458  
 Rubin 469, 470  
 sättigbare Absorber 478  
 Sättigung 464  
 Sättigungs-Photonenflussdichte 477  
 stationärer Zustand 462  
 Theorie 459  
 Vergleich Drei-/Vierniveaupumpen 466  
 Vergleich mit elektronischen V. 457, 458  
 verstärkte spontane Emission 480, 481, 517, 610, 617  
 verteilte Raman- 474  
 Vierniveau- 464  
 Vorverstärker 469  
 Zerfallszeiten 462  
 Zwischen- 469  
 Lawinenaufbauzeit 672–674  
 Lawinenphotodiode 669–679  
 Ansprechempfindlichkeit 670  
 Antwortzeit 672  
 Aufbau 671  
 dünne 687  
 Durchgriff- 672  
 Einzelphotonen- 676, 677  
 Erholungszeit 677  
 Gated-Geiger-Betrieb 677  
 Geiger- 677  
 getrennte Absorption/  
 Ladung/Verstärkung 672  
 getrennte Absorption/Verstärkung 672  
 Gewinn 670  
 Gewinnrauschen 685  
 Grundlagen 669  
 Ionisationskoeffizienten 670  
 Ionisationsverhältnis 670  
 Kennlinie 674  
 konventionelle 669  
 Lawinenaufbauzeit 672, 673  
 Löschung 677  
 Materialien 673  
 Mehrschicht- 564  
 ortsabhängige Parameter 676, 688  
 Prinzip 654  
 rauscharme 687  
 Signal/Rausch-Verhältnis 694  
 Stoßionisation 669  
 Totraum 676  
 Totzeit 677  
 verlaufsabhängige Parameter 676, 687  
 Verstärkungsrauschen 676  
 Vervielfachung beider Ladungsträger 671  
 Vervielfachung eines Ladungsträgers 670  
 Vorteile 693  
 Zusatzrauschfaktor 685, 686  
 Lawrence Livermore National Laboratory 471, 507, 516, 517  
 LCD 176  
 mit aktiver Matrix 748  
 Matrix- 747  
 Segment- 746  
 LCLS 522  
 Lebensdauerverbreiterung 436  
 LED 14, 543, 585–603, 926  
 äußerer Photonfluss 593  
 äußerer Wirkungsgrad 593  
 AlGaAs 598  
 AlGaN 599  
 AlInGaN 600  
 AlInGaP 599  
 Ansprechempfindlichkeit 594  
 Ansteuerung 596  
 Antwortzeit 595  
 Anwendungen 585  
 Aufbau 600–603  
 Auskopplungswirkungsgrad 591–593, 600  
 Bauelementstrukturen 596–607  
 Bauformen 592  
 zu Beleuchtungszwecken 585, 603  
 Besetzungsinversion 585  
 Chip-on-Board- 606  
 diskrete 604  
 Doppelheterostrukturen 591  
 Eigenschaften 590–596  
 Energieverbrauch 604  
 Farbtemperatur 604  
 Farbwiedergabe 604  
 Farbwiedergabeindex 604  
 flächenemittierende 597  
 Flächenleuchten 607  
 Flip-Chip-Montage 592, 600  
 GaAs 596  
 GaAsP 597  
 GaN 599  
 Infrarot 598  
 InGaAs 598  
 InGaAsP 598  
 InGaAsSb 598  
 InGaN 599  
 InGaP 599  
 innere Quantenausbeute 587, 591  
 innerer Photonfluss 590  
 innerer Wirkungsgrad 590  
 kantenemittierende 593, 597  
 Kollimatoren 8, 11, 593  
 Laserdioden 618–627  
 Lebensdauer 604  
 Leistung 593  
 Leistungsumwandlungswirkungsgrad 594  
 Leuchtmittel 606  
 Leuchtstoff- 605  
 Licht/Strom-Charakteristik 594, 595  
 Lichtausbeute 604  
 Materialien 596–603  
 Mehrfachquantenschichten 591  
 Mikroresonator- 594  
 organische 581, 601, 602  
 photonische Kristalle 593  
 polymere 603  
 Polymerlinsen 593  
 raue Oberfläche 592

- räumliche Verteilung des Lichts 593
- Retrofit 607
- RGB- 605, 606
- Saul-Lee-Burrus- 598
- sichtbares Licht 599
- spektrale Verteilung 595
- UV 600
- Vergleich mit Laserdioden 623, 625
- Vergleich mit Superlumineszenzdi-  
oden 623, 625
- weiße 605, 606
- Legendrefunktionen 415
- Leistung 31, 120, 125
- ebene Welle 33
- optische 31, 603
- Leistungsreflexionsgrad 162
- Leistungs-Strom-Kurve 622
- Leistungs-transmissionsgrad 162
- Leistungsumwandlungswirkungsgrad
- Laser 493
- Laserdiode 622
- LED 594
- Leistungsverstärker 468, 927
- MOFA 469
- MOPA 469
- Leistungsvorgabe 938
- Leitungsband 425
- Licht
- amplitudengequetschtes 399
- Attribute 869, 870
- Beleuchtungsstärke 603
- Bestrahlungsstärke 603
- Eingrenzung 14
- Farbtemperatur 604
- Farbwiedergabeindex 604
- Fockzustand 399
- Frequenzen 29
- gepulstes 49–53
- Hellempfindlichkeitskurve 603
- inkohärentes 350, 357
- Intensität 603
- intensitätsgequetschtes 399
- kohärentes 350
- Kohärenz 43
- Kohärenzfläche 357
- Komplementärfarben 605
- kreuzleistungsfreies 357
- Lichtausbeute 603
- Lichtstrom 603
- metameres 603, 605
- monochromatisches 353
- optische Leistung 603
- partiell kohärentes 350
- phasengequetschtes 399
- photometrische Maßeinheiten 603
- photonenzahlgequetschtes 399
- polarisiertes 372
- polychromatisches 49–53
- quadraturgequetschtes 398, 399
- Quantenzustand 396–403
- quasimonochromatisches 356, 363
- radiometrische Maßeinheiten 603
- spektrale Breite 353, 354
- stochastisches 349, 350
- Strahlungsfluss 603
- sub-Poisson- 399
- thermisches 413, 443–446
- unpolarisiertes 372
- V-Lambda-Kurve 603
- Wellenlängen 29
- Zahlzustand 399
- zeitliche Kohärenz 356
- Lichtausbeute 603
- lichtemittierende Diode *siehe* LED
- Lichtgeschwindigkeit 29
- in einem Medium 30, 122
- im Vakuum 30, 119
- Lichtkugel 848
- Lichtleiter 13, 17
- siehe auch* Wellenleiter
- Akzeptanzwinkel 14, 26
- Kopplung 27
- mit variablem Brechungsindex
- siehe* Gradientenindexfaser
- numerische Apertur 14, 26
- Lichtlinie 207, 272
- Lichtschwebung 51, 52, 953
- Lichtstrom 603
- Lichtverschiebung 441
- Ligandenfeldtheorie 420
- LIGO 48, 49, 398
- lineare Polarisation 151, 153
- lineares System 80, 977–980
- eindimensionales 977–979
- Impulsantwortfunktion 979
- isoplanatisches 979
- kausales 978
- Moden 981–985
- Punktverbreiterungsfunktion 979
- Übertragungsfunktion 977, 980
- verschiebungsinvariantes 977, 979
- zeitinvariantes 977
- zweidimensionales 979, 980
- Linienbreite 432, 500
- siehe auch* spektrale Breite
- Laser 500
- Schawlow-Townes- 500, 626
- Linienformfunktion 432, 435, 436,  
439
- Dopplerverbreiterung 479
- Lorentzprofil 436, 437
- Linienverbreiterung 436–439
- Doppler- 438, 439
- homogene 421, 436, 437
- inhomogene 421, 437, 438
- Lebensdauer- 436
- Stoß- 437
- Voigtprofil 438
- Linienverbreiterungsfaktor 626
- Linkshändigkeit 226
- Linse 11
- Abbildung 40
- asphärische 12
- bikonkave 13
- bikonvexe 13, 40
- Brennpunkte 22
- Brennweite 22
- dicke 22
- dünne 39, 64, 65
- Fresnel- 13
- Gradientenindex- 42
- Hauptpunkte 22
- ideale 231
- Kardinalpunkte 22
- konkave 12
- konvexe 12
- Meniskus- 12
- plankonkave 13
- plankonvexe 13, 39
- sphärische 11
- Zylinder- 12
- Loch
- effektive Masse 546
- leichtes 547
- schweres 547
- split-off-Band 547
- Lochbrennen 480
- räumliches 495
- spektrales 495, 496
- Logikkatter *siehe* Gatter
- lokaler Oszillator 953, 956
- lokalisierte Plasmonoszillationen  
321
- lokalisiertes Oberflächenplasmon  
221
- Lorentzfunktion 135
- Lorentzmodell 134, 235, 237, 761
- Lorentzprofil 436, 437

## 1038 | Stichwortverzeichnis

- Lorentzverteilung  
Halbwertsbreite 973
- Lumineszenz 413, 446–450  
Beta- 447  
Bio- 447, 448  
Chemi- 448  
Einteilung 447  
Elektro- 448  
Fluoreszenz 448  
Kathodo- 447  
Mehrphotonenfluoreszenz 449  
Phosphoreszenz 448  
Photo- 447–450  
Radio- 448  
Sono- 447  
stoßinduzierte 447  
Summenfrequenz-Fluoreszenz 450
- Lumineszenzschicht 449
- LUMO *siehe* Molekülorbital, tiefstes unbesetztes
- M**
- Mach-Zehnder-Interferometer 274, 385
- magnetische Flussdichte 119
- magnetische Induktion 119
- magnetische Pinzette 441
- magnetische Quantenzahl 415
- magnetisches Feld 118
- Magnetisierung 119
- Magnetooptik 174, 175
- magnetooptische Falle 441, 442
- Mandelgleichung 394
- Manley-Rowe-Beziehung 769, 784, 792, 800
- Maser 486  
astronomischer 513
- Maßeinheiten  
photometrische 603  
radiometrische 603
- Masteroszillator-Faserverstärker 469, 507, 508
- Masteroszillator-Leistungsverstärker 469, 471, 506, 507
- Materialdispersion 816, 922  
Faser 309, 313
- Materialgleichung 125, 164, 173, 174
- Matrix-LCD 747
- Matrizenmultiplikation 21
- Matrizenoptik 4, 19–26  
Braggitter 195  
periodische Medien 203–207  
Polarisation 982
- Polarisationsoptik 155–159
- Schichtmedien 187–200, 982
- Strahltransfer 982
- Maxwell-Garnett-Mischungsregel 142, 246
- maxwellsche Gleichungen  
lineares, nichtdispersives, homogenes, isotropes, quellenfreies Medium 122  
Medium 119, 125  
quellenfreies Medium 119  
Randbedingungen 120  
Vakuum 118
- Medium  
doppelt-negatives 222–225  
doppelt-positives 222–224  
dopplerverbreitertes 479  
einfach-negatives 222–224, 248  
hyperbolisches 232, 257  
leitfähiges 234  
linkshändiges 224, 226  
resonantes 223  
verlustfreies 189
- Mehrdeutigkeitsterm 108
- Mehrfachquantendrahtlaser 631, 632
- Mehrfachquantenpunktlaser 632, 926
- Mehrkernfaser 304, 305, 922
- Mehrkernkoppler 304, 305
- Mehrpfaddispersion 816
- Mehrphotonenabsorption 760
- Mehrphotonenfluoreszenz 449  
Mehrphotonen-Mikrolithographie 450  
Mehrphotonenmikroskopie 450  
Zweiphotonenmikroskopie 449
- Mehrphotonen-Mikrolithographie 450
- Mehrphotonenmikroskopie 450
- Meniskuslinse 12
- Metalle  
Bandstruktur 425  
Leitungsband 425  
Plasmafrequenz 516
- Metamaterial 221, 245–253  
hyperbolisches 250  
mit negativem Brechungsindex 248, 249  
mit negativer Permittivität 247, 248
- Metaoberfläche 222, 251  
als Phasenmodulator 251  
komplementäre 251
- Michelson-Sterninterferometer 370
- Miestreuung 141, 441, 451
- Mikrobolometer 651
- Mikrodisk 341
- Mikrokanalplatte 653, 654  
als Bildverstärker 654
- Mikrokugel 341
- Mikrokugelresonator 344
- Mikrolaser  
chaotischer 513  
chaotischer ZnO 513
- Mikrooptik 223
- Mikroresonator 340, 341  
Kugel 343  
Mikroring 342  
Mikrosäule 342  
Mikroscheibe 342  
Moden 341  
photonischer Kristall 344, 345  
rechteckiger 341
- Mikroresonatorlaser 636–644
- Mikroringresonator 883
- Mikrosäule 341, 345
- Mikrosäulenresonator 322, 579, 580
- mikrostrukturierte Faser 185
- Mikrotorus 341
- millersche Regel 798
- Miniband 426, 568, 579, 634  
Quantenkaskadenlaser 634
- MIRACL 515
- Mittelwert  
Autokorrelationsfunktion 351  
Ensemble- 350  
zeitlicher 351
- Moden 263  
diskrete lineare Systeme 982  
elektromagnetische 70  
Faser- 295, 302  
Fockzustand 399  
gekoppelte 278  
gewöhnliche Differentialgleichungen 983  
Grenzwerte 296  
homogenes Medium 984  
Integraloperator 982  
kohärenter Zustand 397  
lineare Systeme 981–985  
partielle Differentialgleichungen 984  
periodisches Medium 985  
Quadraturkomponenten 397  
Quantisierung 379  
Resonator- 323–329, 983  
Super- 281



- Wechselwirkung mit Atomen 430  
 Wellenleiter- 262, 265, 268  
 Zahlzustand 399
- Modendispersion 272, 816, 921  
 Faser 289, 313
- Modenfläche 315
- Modenindex 324
- Modenkopplung 526, 531–535  
 aktive 533, 715  
 Beispiele 533  
 Eigenschaften 531  
 Kerrlinsen- 533, 534  
 Methoden 532  
 passive 533  
 sättigbare Halbleiterspiegel 533  
 sättigbarer Absorber 533
- Modenmultiplexing 306
- Modenrauschen 299
- Modensprünge 499
- Modenvolumen 322, 341
- Modulation  
 Amplitude 945  
 Amplitudenumtastung 946, 947  
 Ein-Aus-Codierung 946, 947, 957  
 Feld 945  
 Frequenz 945  
 Frequenzumtastung 946, 947  
 Intensität 179, 945, 946  
 Phasencodierung 957  
 Phasenumtastung 946, 947  
 Pulscode- 946
- Modulator  
 akustooptischer 706, 715  
 Bandbreite 715, 716  
 Elektroabsorptions- 753  
 elektrooptischer 179, 729  
 elektrooptischer Phasen- 729  
 elektrooptischer räumlicher 735  
 Flüssigkristall- 742, 744–746  
 Intensitäts- 731, 732, 741  
 interferometrischer 731, 732  
 Mach-Zehnder- 731, 732  
 optisch adressierter räumlicher 735  
 Phasen- 741  
 Pockelsspeicher 736  
 quadratischer Phasen- 819  
 räumlicher 736  
 als Schalter 889
- Molekularstrahlepitaxie 565
- Moleküle 422–424  
 CO<sub>2</sub> 423  
 Farbstoff- 424  
 N<sub>2</sub> 423
- Rhodamin-6G 424, 476, 512
- Rotation zweiatomiger 422
- Schwingung dreiatomiger 423
- Schwingung zweiatomiger 422
- Molekülorbital  
 höchstes besetztes 552  
 tiefstes unbesetztes 552
- mooreches Gesetz, optisches 933
- Multiplexer 881, 882  
 Add/Drop- 881–883  
 Prisma 885
- Multiplexing 870, 931, 947  
 Code- 948  
 elektronisches 948  
 Frequenz- 947  
 LAMBDAXTREME-System 934  
 optisches 948  
 Ortsfrequenz- 83  
 Raum- 934, 948, 950  
 T-System 947, 948  
 Wellenlängen- 882, 931, 934, 948, 949  
 Zeit- 905, 947
- N**
- Nachverstärker *siehe* Leistungsverstärker
- Nachweisgrenze 682
- Näherung der langsam variierenden Einhüllenden 35
- Nahfeldmikroskopie 104
- Nanoantenne 221
- Nanodisk 322
- metallische 345
- Nanokristalle 427, 632  
 Übergitter 428
- Nanokugel  
 metallische 242, 243, 321, 322, 345, 346
- Nanooptik *siehe* Nanophotonik
- Nanophotonik 105, 222
- Nanoresonator 346
- Nd<sup>3+</sup>:Quarzglas  
 Energieniveaus 419
- Nd<sup>3+</sup>:YVO<sub>4</sub>-Laser 420
- Nd<sup>3+</sup>:YAG (Nd<sup>3+</sup>:Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>) 420  
 Energieniveaus 419  
 Laserübergang 421, 422, 467
- Nebenquantenzahl 415
- Neodym-Glas-Laser  
 Pumpen 470, 471
- Netz  
 Bus- 959  
 faseroptisches 958–964
- lokales 958
- Maschen- 959
- Ring- 959, 960
- Schnittstellen 959
- Stern- 959
- Topologie 958
- Netzmultiplexing 961
- Neutrino-detektor 653
- Neymanverteilung 453
- nichtbeugende Strahlen 74
- nichtlineare Optik 759–799  
 Abstimmungskurven 769  
 anisotrope dispersive Medien 799  
 anisotrope Medien 794  
 bornsche Näherung 762  
 dispersive Medien 796  
 doppelt resonanter Oszillator 789  
 Dreiwellenmischung 766, 779, 784, 791, 795  
 dritter Ordnung 775–782, 789–794  
 Echtzeitholographie 781  
 einfach resonanter Oszillator 789  
 elektrooptischer Effekt 765  
 entartete Vierwellenmischung 780  
 Erzeugung der dritten Harmonischen 775, 792  
 Frequenzverdopplung 763, 764, 784  
 Kerrmedium 775  
 Kohärenzlänge 771  
 Kreuzphasenmodulation 778  
 Manley-Rowe-Beziehung 769, 784  
 nichtlineare Schrödingergleichung 777  
 optische Frequenzkonversion 786  
 optische Gleichrichtung 764, 765  
 optische Kerrlinse 777  
 optische Phasenkonjugation 780, 792  
 optischer Kerreffekt 775  
 optischer parametrischer Oszillator 768, 788  
 optischer parametrischer Verstärker 767, 787  
 parametrische Wechselwirkungen 768  
 periodisch alternierende Materialien 774  
 Phasenabgleich 766  
 Phasenbedingung 769  
 Phasenfehlanspassung 786  
 phasensensitiver Verstärker 792  
 Polarisation 760–762  
 Quasi-Phasenanspassung 773

## 1040 | Stichwortverzeichnis

- Ramangewinn 777  
 Selbstfokussierung 776  
 Selbstphasenmodulation 776  
 Solitonen, räumliche 777  
 spontane parametrische Differenzfrequenzerzeugung 768  
 Streutheorie 762  
 Theorie gekoppelter Wellen 782, 789, 790  
 Vierwellenmischung 778, 789  
 Wellengleichung 762  
 Wirkungsgrad der Frequenzverdopplung 764, 786  
 zweiter Ordnung 763–774, 782–789
- nichtlinearer optischer Schleifenspiegel 887
- nichtreziproke polarisierende Bauelemente 179
- nichtstrahlende Übergänge 436
- Normalfläche 168
- Normalmoden  
 anisotroper Kristall 165, 166  
 optisch aktives Medium 173  
 polarisierendes System 158
- Nullpunktsenergie 379
- numerische Apertur 14, 269  
 Faser 291, 292
- Nutzdaten 907
- Nyquistauschen 690
- O**
- Oberflächenemitter 535, 637
- Oberflächenplasmon 228  
 Nanolaser 346
- Oberflächenplasmonpolariton 221, 227, 228, 239  
 an Grenzfläche DP/EN 229  
 Erzeugung und Nachweis 240  
 lokalisiertes 241
- Oberflächenplasmonresonanz 241, 243
- ohmsches Gesetz 658
- OLED 581, 601, 602
- omnidirektionale Reflexion 210
- On-Chip-Quantenschaltungen 403
- Optik  
 Akusto- 705–725  
 Elektro- 727–756  
 elektromagnetische 3, 117–148  
 erster Ordnung 7  
 Faser- 289–319  
 Fourier- 79–112  
 gaußsche 7  
 geometrische 4  
 Halbleiter- 543–582  
 integrierte 261  
 klassische 3  
 nichtlineare 759–801  
 paraxiale 4, 7  
 Photonen- 377–406  
 photonischer Kristalle 185–219  
 Polarisations- 151–183  
 Quanten- 3  
 Resonator- 321–347  
 statistische 349–375  
 Strahlen- 3  
 ultraschnelle 803–865  
 von Metallen 221–258  
 von Metamaterialien 221–258  
 von Strahlbündeln 57–76  
 Wellen- 3, 29–54  
 Wellenleiter- 261–287
- Optik von Strahlbündeln 57–76
- optische Achse 165
- optische Aktivität 172–174
- optische Faserverstärker 472, 472, 473  
*siehe auch* Laserverstärker  
 Brillouin- 475  
 Eigenschaften 472  
 erbiumdotierte 472, 473  
 erbiumdotierte Quarzglas 469  
 lokalisierte Raman- 474  
 praseodym-dotierte 473  
 Pumpen 472–474  
 Raman- 474, 475  
 seltenerd-dotierte 472  
 thuliumdotierte 473  
 Vergleich mit Halbleiterverstärkern 617  
 verteilte Raman- 474
- optische Gitter 442
- optische Halbleiterverstärker 607–618  
 Bandbreite 608, 609  
 Geometrie 612  
 Gewinn 608, 613  
 Gewinnkoeffizient 609–611, 615  
 Heterostrukturen 613, 614  
 Pumpen 612  
 Quantenpunkt 617  
 Quantenschicht 614–617  
 Rauschen 610  
 Superlumineszenzdioden 617, 618  
 Vergleich mit Faserverstärkern 617
- verstärkte spontane Emission 617
- Wellenleiter 617  
 Zustandsdichte 615
- optische Indikatritz 165
- optische Komponenten 36–42  
 Beugungsgitter 40  
 Linse 39, 40  
 mit variablem Brechungsindex 41  
 Prisma 39  
 Spiegel 36  
 Transmission 37  
 transparente Platte 37
- optische Melasse 440, 443
- optische Nahfeldmikroskopie 105
- optische Phasenkonjugation 780
- optische Pinzette 441
- optische Überlagerung *siehe* Lichtschwebung
- optischer Halbleiterverstärker 585
- optischer Verstärker 457, 486  
*siehe auch* Laserverstärker  
 als Laser 485  
 inkohärenter 457  
 kohärenter 457  
 Rauschen 472
- optischer Wirbel 73
- optisches Mischen *siehe* Lichtschwebung
- optisches System  
 paraxiales 21  
 periodisches 23  
 Stabilitätsbedingung 24
- optisch-optischer Steigungswirkungsgrad 493
- optisch-optischer Wirkungsgrad 493
- Optochip 877, 878
- Optokoppler 190
- Ordnungszahl 418
- organische Halbleiter 551, 552  
 effektive Masse der Ladungsträger 552  
 Elektronentransport 552  
 Mobilität der Ladungsträger 552  
 Polymere 552
- organische lichtemittierende Dioden 601
- Ortsfilter 100, 101  
 holographische 109
- Ortsfrequenz 79, 81
- Ortsfrequenzmultiplexing 83
- Oszillator  
 doppelt resonanter 788, 789  
 einfach resonanter 788, 789

- klassischer harmonischer 134  
 optischer 485  
 optischer parametrischer 768, 788  
 quantenmechanischer harmonischer 423  
 Oszillatorstärke 432, 433
- P**
- Paketschalter 870, 907  
 Parabolspiegel 6, 7, 244  
 Parabolwelle 34, 58  
   Durchgang durch dünne Linse 40  
 parametrischer Oszillator 760  
   kollinearer 770, 771  
   optischer 768, 788  
 parametrischer Verstärker 760  
 parametrischer Verstärker, optischer 767, 787  
 paraxiale Helmholtzgleichung 35  
   Analogie zur Schrödingergleichung 35  
 paraxiale Näherung 7  
 paraxiale Strahlen 7  
 paraxiale Welle 34  
   Wellenfront 34  
   Wellenfunktion 34  
 partielle Polarisation 370–373  
   Kohärenzmatrix 371  
   Poincarékugel 371–373  
   Polarisationsgrad 373  
   Stokesparameter 371, 373  
   unpolarisiertes Licht 372  
 Partikelplasmon 221  
 paulisches Ausschlussprinzip 415, 544  
 Pellicle-Strahlteiler 190  
 Periodensystem der Elemente 416, 417  
   Halbleiter 547  
 periodisch gepolte Materialien 774  
 periodische Medien 212, 213  
 periodische optische Systeme 23–26  
 Permeabilität 122  
 Permittivität 121  
   dispersives Medium 126  
   relative *siehe* Dielektrizitätskonstante  
   Tensor der elektrischen 123, 163  
 Phasenabgleich 766  
 Phasen Anpassung 208  
 Phasenbedingung 769, 770  
   Reflexion am Spiegel 37  
   Reflexion/Brechung an einer dielektrischen Grenzfläche 37  
 Phasenfilter 811  
 Phasengeschwindigkeit 33, 143, 146  
   Kugelwelle 33  
   photonischer Kristall 206  
 Phasengitter 81  
 Phasenkonjugation 760, 792, 793  
 Phasenkonjugator 780, 782, 793  
 Phasenmodulation 252  
 Phasenmodulator, quadratischer 819  
 Phasenschieber 742  
 phasensensitiver Verstärker 792  
 Phasensingularität 73  
 Phasenumtastung 946, 947  
 Phasenverschiebung  
   TE-Reflexion 160  
   TM-Reflexion 162  
 Phasenverschiebungskoeffizient 487  
 Phononenübergänge 570  
 Phosphoreszenz 448, 602  
 Phosphosilikat-Raman-Faserlaser 511  
 Photodetektor 543  
   äußerer Photoeffekt 652  
   allgemeine Eigenschaften 655–660  
   Ansprechempfindlichkeit 656, 657  
   Antwortzeit 657  
   Array- 679  
   Durchgangsverbretterung 657  
   Empfängerempfindlichkeit 692  
   Gewinn 657  
   innerer Photoeffekt 652  
   Lawinenphotodioden 669–679  
   linearer dynamischer Bereich 657  
   optischer Resonator 656  
   organischer 655  
   Photodioden 663–668  
   photoelektrische Austrittsarbeit 652  
   photoelektrische Emission 652  
   photoelektrischer 651  
   Photoleiter 654, 660–663  
   plasmonischer 656  
   pyroelektrischer 651  
   Quantenausbeute 655  
   Quantenpunkt-Infrarotdetektoren 663  
   Quantenschicht-Infrarotdetektoren 662  
   Rauschen 681–698  
   RC-Zeitkonstante 659  
   Schaltungsrauschen 690  
   Signal/Rausch-Verhältnis 692  
 Theorem von Ramo 658  
 thermischer 651  
 Photodioden 653, 663–668  
   angelegte Spannung 664  
   Ansprechempfindlichkeit 666  
   Antwortzeit 663  
   Betriebsarten 664  
   Einschlussfaktor 666  
   evaneszente Kopplung 666  
   Fensterschicht 666  
   Ge auf Si 667  
   Halbleiter- 654  
   Heterostruktur 666  
   kantenbeleuchtete 665  
   Kennlinie 664  
   Kurzschlussbetrieb 664  
   Lawinen- *siehe* Lawinenphotodiode  
   Materialien 663  
   als Photoelement 664  
   als Photoleiter 664  
   pin-Übergang 665  
   pn-Übergang 663  
   Prinzip 663  
   Schottky- 667, 668  
   Stoßionisation 654  
   Wanderwellen-Anordnung 666  
 Photoeffekt 651  
   äußerer 651  
   innerer 651  
 photoelastische Konstante 706  
 photoelastischer Effekt 722  
 photoelastischer Tensor 722  
 Photoelektronenrauschen 681–683  
 Photoemission 652  
   Einstein-Gleichung 652  
 Photokathode 653  
 Photoleiter 660–663  
   Antwortzeit 661  
   dotierte Materialien 661  
   Gewinn 661  
   intrinsische Materialien 660  
   spektrale Antwort 661  
 Photoleitfähigkeit 654  
 Photoleitung 651  
 Photolumineszenz 447–450  
   Anwendungen 448  
   Mehrphotonen- 449  
 Photomischen *siehe* Lichtschwebung  
 Photomischung 953  
 Photomultiplier *siehe* Sekundärelektronenvervielfacher

1042 | *Stichwortverzeichnis*

- Photon 378–387  
   Bahndrehimpuls 384  
   Begriff 378  
   Bose-Einstein-Statistik 430  
   Durchgang durch Polarisator 381  
   Durchgang durch Strahlteiler 382  
   Eigenschaften 380  
   Energie 379  
   Flussdichte 388  
   Gaußstrahl 382  
   Impuls 383, 384  
   Interferenz 384  
   Konzept 446  
   Mach-Zehnder-Interferometer 385  
   Ort 382  
   Polarisation 380, 381  
   polarisationsverschränkte 402  
   Spin 384  
   Sub-Poisson-Verteilung 579  
   thermisches Gleichgewicht mit Atomen 443  
   verschränkte 400  
   Verzögerung 449  
   Younginterferometer 384, 385  
   Zeit 385  
 Photonen 378, 430–435, 443–446  
 Photonengas 444  
 Photonenlebensdauer 487  
 Photonnachweiswirkungsgrad 655  
 Photonenoptik 377–406  
 Photonenrauschen 681, 682  
 Photonenstatistik 387–403  
   Bernoullientscheidung 394  
   Boltzmannverteilung 392  
   Bose-Einstein-Statistik 392, 393  
   doppelt-stochastische Verteilung 393, 394  
   exponentielle Wahrscheinlichkeitsdichte 394  
   Flussdichte 388  
   geometrische Verteilung 392  
   homogene Verteilung 406  
   kohärentes Licht 390  
   Laserverstärker 481  
   Mandelgleichung 394  
   Mittelwert und Varianz 391  
   mittlere Flussdichte 388  
   mittlere Zahl von Photonen 388  
   nichtzentral-negativ-binomiale Verteilung 481  
   Photonenfluss 388  
   Poissonverteilung 391, 392  
   Signal/Rausch-Verhältnis 391  
   spektrale Dichten des Photonenflusses 388  
   sub-Poisson 399  
   thermisches Licht 392  
   Vakuuzustand 398  
   Varianz 393  
   zeitlich variierendes Licht 389  
   zufällige Aufteilung 394  
   zufällige Auswahl 394  
 Photonenstrom 387–403  
 Photonenzähler 679  
 Photonik 543, 586  
   integrierte 261, 586  
   photonische Bandlücke 205–207, 215, 283  
   photonische Laterne 305, 306  
   photonische Strukturen 185  
   photonischer Kristall 185, 186, 200–219, 341  
   Bandlücke 205, 206, 215  
   Bandstruktur 205, 206, 215  
   Blochmoden 201  
   Dispersionsdiagramm 283  
   Dispersionsrelation 206  
   dreidimensionaler 213–217  
   eindimensionaler 200–211  
   Fasern 314–316  
   Gruppengeschwindigkeit 206  
   Herstellung 217  
   Holzhaufen-Struktur 216  
   Löcher auf einem Diamantgitter 215  
   Loch-und-Stab-Struktur 216  
   Mikroresonatorlaser 641  
   mit variablem Brechungsindex 217  
   omnidirektionale Reflexion 210  
   Phasengeschwindigkeit 206  
   projiziertes Dispersionsdiagramm 207  
   Punktdefekte 216  
   als Resonator 344, 345  
   Wellenleiter 282, 283  
   Yablonovit 216  
   zweidimensionaler 212, 213  
 Photorefraktion  
   Anwendung 752  
   Theorie 750  
 Photorefraktivität 749–752  
 Photostrom 653  
 Photostromrauschen 683  
 Pilotsystem 253  
 Pinzette  
   akustische 441  
   magnetische 441  
   optische 441  
 planare Polarisation 153  
 Planck, Max 378, 387, 388, 445  
 plancksche Konstante 379  
 plancksches Strahlungsgesetz 445  
 Plaser 512  
 Plasma 227  
 Plasmafrequenz 235, 236  
 Plasmawellenlänge 236  
 Plasmon 227, 238, 283–285  
   Wellenlänge 228  
 Plasmonband 238  
 Plasmonik 221, 234, 283–285  
 Plasmonpolariton  
   Oberflächen- 239  
   Volumen- 238  
 Plasmonresonanzspektroskopie 241  
 Plasmonresonator 322  
 Pockelseffekt 727–729, 734, 738  
 Pockelskoeffizient 729, 737, 765  
   Symmetrie 738  
 Pockelsspeicher 736  
 Poincarékugel 153–155, 371–373  
 Poissonprozess 394  
 Poissonverteilung 391  
   Signal/Rausch-Verhältnis 392  
 Polarisation 152–159, 760, 761  
   dielektrische 119  
   elliptische 151  
   Kohärenzmatrix 371  
   langsame Achse 157  
   lineare 151, 153, 372  
   Matrixdarstellung 155–159  
   orthogonale 155  
   parallele 160  
   partielle 350, 370–373  
   planare 153  
   Poincarékugel 371–373  
   Rotator 158  
   schnelle Achse 157  
   durch selektive Absorption 177  
   durch selektive Brechung 178  
   durch selektive Reflexion 177  
   Stokesparameter 371, 373  
   TE- 159, 160  
   TM- 159, 161  
   unpolarisiertes Licht 372  
   Verhalten des elektrischen Feldvektors 152, 153  
   zirkulare 151, 153, 372  
 Polarisationsdispersion 311, 816  
 Faser 313

- Polarisationssebene  
   nichtreziproke Drehung 181  
 Polarisationsellipse 152, 154, 155  
 Polarisationsgrad 373  
 Polarisationsgradientenkühlung 441  
 Polarisationsmodendispersion 924  
 Polarisationsoptik 151–183  
   Zweiphotonenoptik 401  
 Polarisationsrotator 158, 176, 179  
 Polarisationsschalter 870  
 Polarisationsverhältnis, komplexes 154  
 Polarisator 157  
   Brewsterwinkel- 178  
   Drahtgitter- 177  
   linearer 157, 177  
 polarisierender Strahlteiler 178  
 Polariton 228  
 Polaroidfilter 177  
 Polung 774  
 polychromatisches Licht 49–53  
 Polymer-LED 603  
 Polymerwellenleiter 276  
 Positron 415  
 Poyntingtheorem 120, 122  
 Poyntingvektor 120  
   komplexer 125  
   TEM-Welle 126  
   Zusammenhang mit Bahndrehimpuls 121  
   Zusammenhang mit Impulsdichte 120  
   Zusammenhang mit optischer Intensität 120  
 Prinzip von Hero 5  
 Prisma 9, 39  
   Demultiplexer 885  
   elektrooptisches 732, 733  
   Multiplexer 885  
 Puffer 906  
 Puls  
   Ausbreitung in dispersiven Medien 143–146  
   Ausbreitung in Fasern 821–831  
   Chirpfilter 810–818  
   Detektion 854–863  
   Dispersion 837  
   ebene Welle 808  
   Eigenschaften 804  
   Erzeugung von Terahertz- 840  
   Formung und Kompression 810–821, 826  
   Fourieroptik 832  
   Gaußfunktion 807  
   Gaußstrahl 810  
   gechirpte Gaußfunktion 807  
   gechirpter 805, 813  
   in dispersivem Medium 836, 838  
   instantane Frequenz 805  
   Kompression 842  
   Kompression durch Chirpfilter 815  
   Kugelwelle 809  
   langsam variierender 809  
   lineare Filterung 810  
   Selbstphasenmodulation 841  
   spektrale Intensität 804  
   spektrale Phase 804  
   Spektrogramm 806  
   transformationbeschränkter 807  
   Verbreiterung 831, 832, 838  
   Verstärkung durch Chirpfilter 815  
 Pulsodemodulation 946  
 Pulsdispersion 837  
 Pulskompression 842  
 Pulsverbreiterung 831, 832, 838  
 Pumpen  
   Effizienz von optischem 468  
   elektrisches 467, 612  
   optisches 468, 612  
   optisches Innerschalen- 518  
   Tandem- 508  
   Vergleich optisches und elektrisches 468  
 Pumpwelle 401, 767, 780  
 Punktdipolnäherung 246  
 Punktverbreiterungsfunktion 366, 979  
 Pupillenfunktion 99, 101  
   verallgemeinerte 102  
 Purcelleffekt 594, 637, 641  
 Purcellfaktor 439
- Q**
- Quadraturdiagramm 946  
 Quantenausbeute  
   Abhängigkeit von der Wellenlänge 656  
   Photodetektor 655  
 quantenbeschränkte Strukturen 565–569  
 Quantendefekt 467  
 Quantendraht 426, 565, 568, 569  
 Quantendrahtlaser 631, 632  
 Quantenelektrodynamik 3, 377  
 Quantenkaskadenlaser 633, 634  
   *bound-to-unbound*-Schema 634  
   heterogene 634  
   Materialien 635  
 Quantenmaterie, synthetische 443  
 Quantenoptik 3, 355, 377, 396  
 Quantenpunkte 427, 565, 569, 632  
   Anwendungen 428  
   CdSe 427  
   Energieniveaus 427  
   Herstellung 427  
   Infrarotdetektoren 663  
   InP 428  
   Kern-Mantel- 428  
   künstliche Atome 427  
   Nanokristall-Übergitter 428  
   Quantenschicht- 428  
   selbstorganisierende 427  
   Si 428  
 Quantenpunkt-Festkörper 428  
 Quantenpunkt-in-Quantenschicht-Struktur 663  
 Quantenpunktlaser 632  
 Quantenschichten 426, 565, 566  
   Bandstruktur 427  
   Energieniveaus 566, 567  
   Infrarotdetektoren 662  
   Minibänder 426  
   optische Halbleiterverstärker 614–617  
   Übergitter 426  
   Zustandsdichte 567  
 Quantenschichtlaser 628  
 Quantentheorie  
   alte 414  
   des Lichts 397, 710, 711  
   elektromagnetische 377  
   harmonischer Oszillator 396  
 Quantenzahlen 415  
   Azimut- 415  
   Gesamtbahndrehimpuls- 416  
   Gesamtdrehimpuls- 416  
   Gesamtspin- 416  
   Haupt- 415  
   magnetische 415  
   Neben- 415  
   Spin- 415  
 Quantenzustand 396–403  
   amplitudengequetschter 399  
   Fockzustand 399  
   intensitätsgequetschter 399  
   kohärenter 397  
   phasengequetschter 399  
   photonenzahlgequetschter 399  
   quadraturgequetschter 398, 399  
   sub-Poisson- 399

1044 | *Stichwortverzeichnis*

- thermischer 392  
 Zahlzustand 399  
 Quantum Cutting 449  
 Quasi-Dreineiveausystem 464, 466, 467  
 Quasi-Phasen Anpassung 773  
 quasistatische Näherung 141  
 Quasi-Zweineiveausystem 467
- R**
- Radiolumineszenz 448  
 Raman-Faserlaser 510  
   Bandbreite 510  
   kaskadierte 510  
   Oszillationsfrequenz 510  
 Raman-Faserverstärker 474, 475  
 Ramangewinn 777, 778  
 Raman-Gewinnkoeffizient 474  
 Ramanlaser 511  
   Silicium- 511, 512, 601  
 Raman-Nath-Beugung 713  
 Ramanstreuung 451  
   induzierte 452, 474, 510, 924  
   kohärente anti-Stokes- 452  
   lokalisierter Faserverstärker 474  
   Stokesverschiebung 474, 510  
   verteilter Faserverstärker 474  
 räumliche Lichtmodulatoren 746, 749  
   akustooptische 719  
   elektrooptische 735  
   PAL-SLM 749  
 räumliche Spektralanalyse 81  
 Raumschalter 870  
   photonische 870  
 Rauschen  
    $1/f$  691  
   Bitfehlerrate 682  
   Dunkelstrom- 682  
   Empfängerempfindlichkeit 682  
   Gewinn- 685, 687  
   Hintergrund- 682  
   Mechanismen 681, 682  
   Nachweisgrenze 682  
   Photodetektor 681–698  
   Photoelektronen- 683  
   Photonen- 682  
   Photostrom- 683  
   Schaltungs- 690  
   Signal/Rausch-Verhältnis 682  
   thermisches 690  
   Zusatzrauschfaktor 682  
 Rayleigh-Jeans-Gleichung 445, 446  
 Rayleighlänge 58, 60  
 Rayleighs inverses Potenzgesetz 139, 307, 316  
 Rayleighstreuung 138–140, 242, 306, 441, 451  
 Rechteckfunktion 971  
 Referenzwelle 106  
 Reflexion 36, 159–163  
   äußere 160, 161  
   an einem ebenen Spiegel 37  
   an einer ebenen dielektrischen Grenzfläche 159  
   an Grenzfläche DP/EN 226  
   dielektrische Grenzfläche 37  
   Fresnel- 592  
   innere 160, 161  
   negative 252  
   omnidirektionale 210  
   Phasenverschiebung 160, 162  
   TE-Polarisation 160  
   TM-Polarisation 161  
   Total- 160, 182  
 Reflexionsgesetz 5, 6  
   geometrischer Beweis 5  
 Reflexionsverstärker 793  
 Regenbogenhologramm 111  
 Rekollisionsmodell 850, 851  
 Rekombination 543  
   strahlende 559  
   strahlungslose 559  
 Repeater 933  
 resonante Medien 134  
 Resonanzfrequenzen 329, 334, 338  
 Resonator 322  
   Beugungsverluste 336  
   Bow-Tie- 325  
   dielektrischer 322  
   effizienter Verlustkoeffizient 487  
   Eingrenzungsbedingung 331, 333  
   Energie pro Mode 393  
   Fabry-Pérot- 321, 323–329  
   Fabry-Pérot-Wellenleiter- 321  
   Faser- 509  
   Finesse 47, 326, 328, 487  
   Frequenzabstand 327  
   Frequenz-Pulling 489, 490  
    $g$ -Parameter 331  
   Gütefaktor 328  
   Hohlraum- 339–344  
   instabiler 498  
   kalter 489  
   konfokaler symmetrischer 332  
   konzentrischer symmetrischer 332  
   kreisförmiger 338  
   Kugelspiegel- 330–337  
   Mikro- 340  
   Mikrodisk 341  
   Mikrokugel 341  
   Mikroring- 882, 883  
   Mikrosäulen- 322, 341, 345, 579, 580  
   Mikrotorus 341  
   Moden 497, 983  
   Modendichte 326, 340  
   Modensprünge 499  
   Nanodisk 345  
   Nanokugel 345  
   optischer 26, 321  
   Photonenlebensdauer 328, 487  
   photonischer Kristall 341, 344, 345  
   Plasmon- 322, 345  
   Resonanzfrequenzen 329, 334, 338  
   Ring- 321, 325, 511  
   Selektion einer Longitudinalmode 499  
   Selektion einer Polarisation 499  
   Selektion einer transversalen Mode 498  
   spektrale Breite der Resonanz 326  
   Stabilität 331  
   symmetrischer 331  
   symmetrischer konfokaler 334  
   Verluste 326, 327  
   verlustfreier 378  
   Verlustkoeffizient 327  
   Vielfach-Spiegel- 499  
   Wanderfeld- 325  
   Wasserkühlung 498  
   zweidimensionaler 337–339  
 Resonatormoden  
   Analogie zum harmonischen Oszillator 397  
   axiale 335  
   Dichte 326, 340, 342  
   Fabry-Pérot-Resonator 323–326  
   Flüstergalerie- 321, 322, 338, 339, 345  
   Fockzustand 399  
   Frequenzabstand 499  
   Hermite-Gauß- 335  
   kalter Resonator 489, 490  
   kohärenter Zustand 397  
   Kugelresonator 332  
   Kugelspiegel 497  
   Lamb-Dip 496  
   Laser 494

- longitudinale 335
- Photonenbild 379
- plasmonische 345
- schief einfallende 329
- Selektion 498
- Selektion durch Vielfachspiegel 499
- Selektion einer longitudinalen 499
- Selektion einer transversalen 498
- spektrale Breite 487
- transversale 335
- als Wanderwelle 324, 325
- Zahlzustand 399
- Resonatoroptik 321–347, 487
  - Rückkopplung durch Mehrfachstreuung 512
- Retarder 157, 178
  - dynamischer 730
  - Halbwellen- 157, 158
  - langsame Achse 157
  - Viertelwellen- 157
- reziprokes Gitter 212–214
- reziprokes System 190
- Reziprozität 782
- Rhodamin-6G 424
- Richtkoppler 274
  - elektrooptischer 733
  - Kopplungsfaktor 734
  - Kopplungslänge 734
  - nichtlinearer 887
  - Soliton- 887
  - Umschaltspannung 734
- Ringresonator 321, 325
- Rippenwellenleiter 275, 511
- Röntgenbeugungsbildgebung 523
- Röntgenlaser 515
- Röntgenstrahlung
  - Frequenzen 29
  - Wellenlängen 29
- Rotationsschwingungsspektrum 423
- Router 869
  - Add/Drop-Multiplexer 883
  - intensitätsbasierte 886
  - Mach-Zehnder-Interferometer 883
  - passive optische 870, 881–887
  - polarisationsbasierte 885
  - wellenlängenbasierte 881
  - Wellenlängenmultiplexer 882
  - Wellenleiter-Gitter- 884
- Rubin ( $\text{Cr}^{3+}:\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 469
- Rubin ( $\text{Cr}^{3+}:\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 419, 469
  - Energieniveaus 419
- Rubinlaser 419, 468, 501, 525
  - Laserübergang 469
  - Pumpen 470
  - Schwelle 489
- Rückstoßlimit 441
- S**
- S-1-Photokathode 653
- S-20-Photokathode 652
- Saccharimeter 173
- Saser 486
- sättigbare Absorber 478
- Scanner
  - akustooptischer 716, 717
  - elektrooptischer 732
  - holographischer 83
  - optischer 889, 890
- Schalen 415
- Schaltenergie 900
- Schalter 869
  - akustooptische 715, 718, 894
  - Ausführungen 887
  - Banyan- 908
  - Blasenjet- 895
  - Eigenschaften 888
  - Elektroabsorptions- 753
  - elektrooptische 729, 892
  - Flüssigkristall- 893, 894
  - Halbleiter- 893
  - Koordinaten- 889
  - Leitungs- 907
  - magnetooptische 894
  - mehrdimensionale 903
  - nichtlineares Sagnacinterferometer 900
  - optoelektronische 889
  - optomechanische 890
  - Paket- 906, 907
  - parametrische 896
  - photonische 887–908
  - plasmonische 899
  - quantenbeschränkter Starkeffekt 753
  - räumliche 733, 887
  - Realisierungen 889
  - Soliton- 898
  - thermooptische 895
  - Typen 870
  - volloptische 895
  - Wärmeabfuhr 901
  - wellenlängenempfindliche 902
  - Wellenleiter 279
  - Zeitbereichs- 904
  - Zeitfensterwechsler 906
- Zeitmultiplexing 905
- Zeit-Raum-Zeit- 905
- Schaltkreis
  - elektronischer integrierter 261
  - Flip-Chip-Integration 601
  - optischer 221
  - photonischer integrierter 261, 262, 601
- Schaltungsrauschen 681, 682, 690
- Schaltverteiler, optischer 963
- Schärfentiefe 60
- Schawlow-Townes-Limit 500
- Schawlow-Townes-Linienbreite 626
- Schichtmedien 187–200
  - schief einfallende Wellen 191
- Schleifenspiegel, nichtlinearer optischer 887
- Schmelzkoppler 952
- Schmierbildkamera 856, 857
- schnelle Achse der Polarisation 157
- schnelles Licht 146
- Schottkydiode 667, 668
  - Graphen/Silicium 668
- Schraubenversetzung, optische 73
- Schrödingergleichung
  - Analogie zur Helmholtzgleichung 414
  - Halbleiter 545
  - harmonischer Oszillator 396
  - Mehrelektronenatome 416
  - nichtlineare 777, 845
  - zeitabhängige 414
  - zeitunabhängige 414
- schwarzer Strahler 413
- Schwarzkörperstrahlung 443–445
- Schwebung
  - Elektronik 52
  - Licht 51
- Schwebungsfrequenz 52
- Seedlaser 469, 507, 518
- Segment-LCD 746
- Sehen
  - Hellempfindlichkeitskurve 603
  - photoptisches 603
  - V-Lambda-Kurve 603
- Sekans hyperbolicus 844, 971
- Sekundärelektronenvervielfacher 653, 654, 677
  - Silicium- 678
  - Zusatzrauschfaktor 686
- Sekundäremission 653
- selbstelektrooptischer Effekt 915
- Selbstfokussierung 776
- Selbstheilung 76

## 1046 | Stichwortverzeichnis

- Selbstphasenmodulation 313, 760, 776, 924  
 Faser 313  
 Pulse 841  
 SELFOC-Platte 16  
 Self-Seeding 520  
 Sellmeiergleichung 137, 580  
 Seltenerdmetalle 417  
 Separation der Variablen 70  
 Shockleygleichung 563  
 SiC 547  
 Sichtbarkeit 54, 362  
 Signal/Rausch-Verhältnis 391, 682, 683, 692  
 Abhängigkeit vom Gewinn einer Lawinenphotodiode 694  
 Abhängigkeit vom Photonenfluss 693  
 Abhängigkeit von der Empfängerbandbreite 694  
 Signalwelle 401  
 Silicen 553  
 Silicium  
 Bandlücke 426  
 poröses 601  
 Silicium-auf-Isolator-Technik 275, 511  
 Siliciumcarbid 552  
 Siliciumphotonik 547, 600  
 Silicon-On-Insulator-Technik 879  
 Siliciumphotonik 276  
 Singulettzustand 416  
 Sisyphuskühlung 441  
 Skalarprodukt 981  
 snelliussches Gesetz 5, 6, 8, 37, 159  
 SNOM 105  
 solitäre Welle 843  
 Soliton 313, 760, 842–848, 898, 934  
 dunkles 848  
 Erzeugung 847  
 faseroptische Kommunikation 944  
 fundamentales 846  
 höherer Ordnung 846  
 Periode 846  
 räumliches 777  
 räumlich-zeitliches 848  
 Richtkoppler 887  
 Vektor- 898  
 Wechselwirkung 846  
 zeitliche und räumliche 848  
 Soliton Trapping 899  
 Solitonbedingung 843  
 Solitonen-Faserlaser 316  
 Solitonenpuls 844  
 Solitonlaser 847  
 SONENT 931, 960  
 Sonolumineszenz 447  
 Spaser 644  
 Spektralanalysator  
 akustooptischer 718  
 interferometrischer 858, 859  
 optischer 858  
 Spektralanalyse  
 räumliche 81, 82  
 spektrale Breite 354, 500  
*siehe auch* Linienbreite  
 Gaußpuls 824  
 spektrale Dichte 353  
 spektrale Intensität 804  
 spektrale Leistungsdichte 352, 353  
 spektrale Phase 804  
 Spektrogramm 805, 806  
 Messung 861, 862  
 spektroskopische Notation 415  
 Spektrum  
 elektromagnetisches 117, 118  
 schwarzer Strahler 444–446  
 Sperrrichtung 563  
 Sperrschicht 562  
 Spiegel 6  
 ebene 6, 36  
 elliptische 6, 7  
 Konkav- 7  
 Konvex- 7  
 Krümmungsradius 7  
 Kugel- 6, 7, 67  
 Parabol- 6  
 Spin-Bahn-Wechselwirkung 415, 416  
 Spinmultiplizität 416  
 Spinquantenzahl 415  
 Spin-Spin-Kopplung 415  
 Spiralphase 112  
 Spiral-Phasenplatte 72  
 spontane Emission 430, 432, 433, 435  
 Purcellfaktor 439  
 verstärkte 439  
 spontane Lebensdauer 433, 435  
 effektive 434  
 spontane parametrische Abwärtskonvertierung 401  
 Spotgröße 60  
 Stanen 553  
 Stanford National Accelerator Laboratory 522  
 Starkeffekt 418  
 dynamischer 418  
 optischer 418, 441, 442  
 quantenbeschränkter 753  
 statistische Optik 349–375  
 Stefan-Boltzmann-Gesetz 446  
 Stegwellenleiter 275  
 versenkter 630, 631  
 Stokesparameter 153–155, 371, 373  
 Messung 156  
 Stokesstreuung 451  
 Stokesvektor 154, 155  
 Stoßanregung 517  
 Stöße  
 elastische 437  
 inelastische 437  
 Stoßionisation 654, 669  
 Stoßverbreiterung 437  
 Strahlbündel 57–76, 834  
 Airy- 75  
 Bessel- 74, 98  
 Bessel-Gauß- 75, 130  
 Donut- 77  
 Gauß- 57–69, 146  
 Hermite-Gauß- 70, 71  
 Ince-Gauß- 73  
 Laguerre-Gauß 72  
 nichtbeugende 74  
 quadratisch gemittelter Radius 75  
 Qualität 64  
 Selbstheilung 76  
 vektoriell 130  
 Strahlen, paraxiale 4  
 Strahlengleichung 14, 15  
 paraxiale 15  
 Strahlenoptik 3–29  
 äußere Brechung 8  
 ebene Grenzflächen 8  
 Eikonalgleichung 18  
 Eingrenzung von Licht 14  
 Gradientenindexfaser 17  
 Gradientenindexoptik 14–18  
 Gradientenindexplatte 15  
 homogenes Medium 5  
 innere Brechung 8  
 Lichtleiter 13  
 Linsen 11  
 Matrizen von komplexen Systemen 21  
 Matrizen von Komponenten 20  
 Matrizenoptik 19–26  
 optische Komponenten 6–14  
 paraxiale Strahlen 7  
 periodische Systeme 23–26



- Postulate 4–6  
 Prinzip von Hero 5  
 Prisma 9  
 Reflexion und Brechung 5  
 snelliussches Gesetz 6  
 sphärische Grenzflächen 10  
 Spiegel 6  
 Strahlengleichung 14  
 Strahlteiler 9  
 Strahltransfermatrix 19  
 Totalreflexion 8  
 und Wellenoptik 35, 36  
 Strahlformer 9  
 Strahlkombination 508  
 Strahlkombinierer 9  
 Strahltaile 57  
 Strahlteiler 9, 43  
 Pellicle- 190  
 polarisierender 178  
 Strahltransfermatrix 19  
 Ausbreitung im Vakuum 20  
 Brechung an ebener Grenzfläche 20  
 Brechung an sphärischer Grenzfläche 20  
 dicke Linse 22  
 dünne Linse 20  
 paraxiales System 22  
 Reflexion an ebenem Spiegel 20  
 Reflexion an Kugelspiegel 21  
 von komplexen Systemen 21  
 zusammengesetztes System 21  
 Strahlungsdichte 31  
 Strahlungsdruck 120, 383  
 Strahlungsfluss 603  
 Strahlverlauf  
 Stabilitätsbedingung 25  
 Streackkamera 856, 857  
 Streifenwellenleiter 275  
 Streueffizienz 140  
 Streukoeffizient 142  
 Streumatrix 188  
 Beziehung zur Wellentransfermatrix 188  
 Streuquerschnitt 140  
 Streuung 451, 452  
 anti-Stokes- 451  
 Brillouin- 451, 452  
 elastische 138  
 induzierte Brillouin- 452, 475  
 induzierte Raman- 452, 510  
 kohärente anti-Stokes-Raman- 452  
 Mie- 141, 451  
 nichtlineare inelastische 760  
 Raman- 451  
 Rayleigh- 138–140, 451  
 Stokes- 451  
 Stufenfunktion 82  
 Stufenindexfaser 290–292, 294–298  
 Summenfrequenzerzeugung 767  
 Summenfrequenz-Fluoreszenz 450  
 Summenwandler 767  
 Super-Kamiokande 653  
 Superkontinuumlicht 848  
 Superlinse 231  
 Superlumineszenzdioden 617, 618  
 Vergleich mit Laserdioden 623, 625  
 Vergleich mit LED 623, 625  
 Supermode 281  
 Superposition 98  
 ebener Wellen 80  
 Superpositionsprinzip 30, 42, 759  
 Superprisma 882  
 Suszeptibilität 121, 761  
 Beiträge 136  
 dispersives Medium 126  
 eines inhomogenen Mediums 122  
 frequenzabhängige 124  
 resonantes Medium 135  
 Tensor der dielektrischen 123  
 symmetrisches System 190  
 Synchrotronstrahlung 516, 520  
 System  
 abbildendes 20, 98–105  
 einlinsiges abbildendes 98, 101, 102  
 isoplanatisches 366  
 lineares *siehe* lineares System  
 reziprokes 190  
 symmetrisches 190  
 verschiebungsinvariantes 366
- T**
- Taille 57  
 Tailenradius 60  
 Talboteffekt 97  
 Tandempumpen 508  
 Tarnumhang 222, 255  
 Taylorentwicklung 34  
 Telekonverter 13  
 Tensor 164  
 erster Stufe 164  
 nullter Stufe 164  
 zweiter Stufe 164  
 Terahertzpuls 840  
 Terbiumaluminiumgranat 174  
 Terbiumgalliumgranat 174, 180  
 Termsymbol 416  
 Theorem von Parseval 970  
 Theorem von Ramo 658  
 Theorie gekoppelter Wellen  
 Akustooptik 711  
 Dreiwellenmischung 782  
 Frequenzverdopplung 785  
 gepulste Dreiwellenmischung 839  
 Vierwellenmischung 790  
 thermisches Licht 443–446  
 Spektrum des schwarzen Strahlers 444  
 Thermographie 446  
 thermoelektrischer Effekt 651  
 Thermoelement 651  
 Thermographie 446  
 Anwendungen 446  
 thermooptischer Effekt 895  
 Thermosäule 651  
 Tiefpassfilter 101  
 topologische Ladung 73  
 Totalreflexion 8, 9, 13, 162  
 Braggitter 197  
 evaneszente Welle 160  
 Faser 289, 315  
 frustrierte 241  
 Grenzwinkel 8, 160  
 Totraum 676  
 Totzeit 677  
 Trägerwelle 34  
 Transceiver 877, 878  
 Transformationsoptik 253  
 Transition-Edge-Sensor 679  
 Translationssymmetrie 983  
 Transmissionsgrad 38  
 Transmissionskoeffizient 38  
 Transmissionsmatrix 187  
 Transmissionsverstärker 794  
 transversale elektromagnetische (TEM) Welle 126  
 Triplettzustand 416  
 Tscherenkowstrahlung 413, 654  
 Typ-II-Wellenmischung 769  
 Typ-I-Wellenmischung 769
- U**
- U<sup>3+</sup>:CaF<sub>2</sub>-Laser 422  
 Laserübergang 422  
 Übergang  
 Linienbreite 432  
 nichtstrahlender 436  
 spinerlaubter 448

## 1048 | Stichwortverzeichnis

- spinverbotener 448  
 spontane Lebensdauer 433  
 Übergangskapazität 563  
 Übergangsmetalle  
   Elektronenkonfigurationen 419  
   Energieniveaus 419  
   Termsymbole 419  
 Übergitter 426, 568, 579, 634  
   Quantenkaskadenlaser 634  
 Übersprechen 872  
 Übertragungsfunktion 80, 85, 977, 980  
   abbildendes System 101  
   dispersives Medium 126  
   einlinsiges abbildendes System 103  
   Vakuum 85, 86  
 Ultraviolett  
   Frequenzen 29  
   Wellenlängen 29  
 Umkehrisolierung 872  
 Unbestimmtheit  
   Feld-Quadraturkomponenten 397  
   Ort-Impuls 397  
   Zeit-Energie- 436  
 Undulator 520, 521  
 Undulatorparameter 521  
 unitäre Operatoren 982  
 unpolarisiertes Licht 372  
 Unschärfekreis 102  
 Unschärferelation  
   für Quadraturkomponenten einer Mode 397, 398  
   Ort-Impuls- 386  
   Zeit-Energie- 386  
 Unterschalen 415  
   Auffüllung 416  
   spektroskopische Notation 415  
 Urbachausläufer 578
- V**
- Vakuumfluktuationen 379  
 Vakuumpermeabilität 118  
 Vakuumpermittivität 118  
 Vakuumzustand 398  
 Valenzband 425  
 Van-Cittert-Zernike-Theorem 368, 369  
 VanderLugt-Filter 109  
 Van-der-Waals-Kräfte 422, 424, 552  
 Varaktoren 564  
 Variationsprinzip 982  
 Vektorpotential 127  
 Vektorsoliton 898  
 Vektor-Strahlbündel 130  
 Vektorwelle 117  
 Verbindung, optische 869, 871–881  
   beugende 873  
   brechende 873  
   freier Raum 873  
   in der Mikroelektronik 876  
   nichtreziproke 872, 876  
   Wellenleiter 875  
 Verbindungskapazität 719, 720, 874  
 Verbindungskarte 874, 875  
   logarithmische 112  
 Verbindungsmatrix 871  
 verbotenes Band 205, 238  
   elektronisches 425  
 Verdetkonstante 174  
 Verdunstungskühlung 441  
 Verlustfaktor 872  
 Verlustkoeffizient, effektiver 487  
 verschiebungsinvariantes System 366  
 Verstärker  
   Chirp- 815  
   Laser- 457–483  
   optischer Faser- 472, 473  
   phasensensitiver 792  
 verstärkte spontane Emission 472, 480, 481, 610, 617  
 Verteilungsverhältnis 872  
 Vertikalpassfilter 101  
 Verzögerungsplatte 157  
    $\lambda/2$ -Plättchen 157  
    $\lambda/4$ -Plättchen 157  
 Verzweiger 305  
 vibronische Zustände 420  
 Vielfachzugriff  
   Codezuteilung 960  
   Frequenzzuteilung 959  
   Zeitzuteilung 959  
 Vielmodenfaser 289, 290, 313  
 Vielmodenlaser 926  
 Vielmodenwellenleiter 272  
 Vierniveausystem 464–467, 470  
   Nd<sup>3+</sup>:Glas 471  
   Nd<sup>3+</sup>:Quarzglas 470  
 Viertelwellenretarder 157  
   kaskadierte 158  
 Viertelwellenschicht 191  
 Vierwellenmischung 760, 778, 789, 924  
   entartete 780, 781  
 V-Lambda-Kurve 603  
 Voigtprofil 438  
 Volumenhologramm 110, 111  
 Volumenholographie 110  
 Volumenplasmonpolariton 238  
 Vorverstärker 926  
   optischer 469
- W**
- Walk-Off-Effekt 839, 898  
 Wanderfeldresonator 325  
 Wandler  
   inkohärent-kohärent 736  
   Wellenlänge 903  
 Wandlungsgewinn 956  
 Wasserstoff  
   Energieniveaus 414, 415  
   Ionisierungsenergie 418  
 wechselseitige Intensität 356, 365  
   normierte 356  
 wechselseitige Kohärenzfunktion 355  
 Wechselwirkung  
   nichtparametrische 760  
   parametrische 760, 767, 768  
 Weglänge, optische 4  
 weiche Gläser 316  
 Welle  
   außerordentliche 167  
   Dipolwelle in nichtdispersiven Medien 126  
   Drehimpuls einer elektromagnetischen 120  
   ebene 32  
   ebene in nichtdispersiven Medien 126  
   elektromagnetische im Vakuum 118–121  
   elektromagnetische in Dielektrikum 121–130  
   elektromagnetische in dispersivem Medium 125  
   elektromagnetische in inhomogenem Medium 125  
   evaneszente 86, 104, 160, 227, 231, 270, 282  
   evaneszente in Wellenleiter 270  
   geführte 261–287, 293  
   gepulste ebene 51  
   Impuls einer elektromagnetischen 120  
   Impuls einer lokalisierten 383  
   Intensität einer elektromagnetischen 125  
   komplexe Amplitude 31  
   komplexe Darstellung 31, 49  
   komplexe Einhüllende 32

- komplexe Wellenfunktion 31, 50  
komplexes analytisches Signal 50  
konjugierte 53, 107  
Kugel- 33  
Kugelwelle in nichtdispersiven Medien 126  
Leistung einer elektromagnetischen 125  
monochromatische 31–35, 124–130  
nichtbeugende 97  
ordentliche 167  
Parabol- 34, 58  
paraxiale 34  
partiell kohärente ebene 358  
partiell kohärente Kugel- 358  
polychromatische 50  
quasimonochromatische 50  
solitäre 843  
stochastische 349  
Superpositionsprinzip für monochromatische 42  
Träger- 34  
transversale elektromagnetische (TEM) 126  
Vektor- 117  
Zeitabhängigkeit der Intensität einer polychromatischen 52  
Zylinder- 53  
Wellenfläche *siehe* Wellenfront  
Wellenfront 32  
  Gaußstrahl 61  
  Kugelwelle 33  
  monochromatische Welle 32  
  paraxiale Welle 34  
Wellenfunktion 30, 414  
  komplexe 31, 50  
  komplexe einer monochromatischen Welle 32  
  komplexe, einer gepulsten ebenen Welle 51  
  monochromatische Welle 32  
  paraxiale Welle 34  
Wellengleichung 30, 31, 118  
  homogenes isotropes Medium 124  
  inhomogenes Medium 122  
  nichtlineare 762  
  verallgemeinerte paraxiale 837  
Wellenlänge  
  Beziehung zur Energie 380  
  ebene Welle 33  
  Infrarot 29  
  monochromatische Welle 33  
  Röntgenstrahlung 29  
  sichtbares Licht 29  
  ultraviolett 29  
Wellenlängenbereichsschalter 870  
Wellenlängenkanalwechsel 902  
Wellenlängenmultiplexer 882  
Wellenlängenmultiplexing 870, 931, 948, 949  
Wellenlängenmultiplexnetz 961  
  Broadcast-and-Select 961  
  Multi-Hop 961  
Wellenlängenrouting 962  
Wellenlängenwandler 903, 904  
Wellenleiter 186, 261  
  3-dB-Koppler 279  
  asymmetrisch ebener 273  
  Ausbreitungskonstante 263, 269  
  Braggitter 282  
  Dämpfungskoeffizient 270  
  Dispersionsrelation 265, 271  
  ebene dielektrische 267–273  
  aus ebenen Spiegeln 262–267  
  Einkopplung 276  
  Einmoden- 265, 269  
  Einschlussfaktor 271  
  evaneszente Welle 270  
  Extinktionskoeffizient 270  
  Feldverteilung 264, 270  
  GaAs/AlGaAs 275  
  gekoppelte 277–279  
  Glas- 276  
  Goos-Hänchen-Effekt 273  
  Grenzfrequenz 269  
  Gruppengeschwindigkeit 265, 266, 271  
  Gruppengeschwindigkeitsdispersion 272  
  Kanal- 274  
  Kopplung 276–281  
  Kopplungslänge 279  
  Metall/Isolator/Metall-Schichtstruktur 284  
  Metallschicht 285  
  Moden 262, 268  
  Modendispersion 272  
  numerische Apertur 269  
  periodische 281, 282  
  photonischer Kristall 282, 283  
  plasmonische 283–285  
  Polymer- 276  
  rechteckige Spiegel- 273  
  rechteckiger dielektrischer 274  
  Rippen- 511  
  Schalter 279  
  Schicht- 282  
  Selbstkonsistenzbedingung 268  
  Silicium-auf-Isolator 275  
  Theorie der gekoppelten Moden 278  
  Ti:LiNbO<sub>3</sub> 275  
  TM-Moden 266  
  Verstärker 617  
  Vielmoden- 272  
  Zahl der Moden 265, 269, 270  
  zweidimensionale 273  
Wellenleiterarrays 281  
Wellenleiterdispersion 816, 922  
  Faser 310, 313  
Wellenleiter-Gitterrouter 884  
Wellenleiteroptik 261–287  
Wellenmischung  
  Kohärenzlänge 772  
  Quasi-Phasenanpassung 773  
  Typ-I 769  
  Typ-II 769  
Wellenoptik 3, 29–54, 117  
  Postulate 30, 31  
  und Strahlenoptik 35, 36  
Wellentransfermatrix 187  
  Beziehung zur Streumatrix 188  
  periodisches Medium 203  
Wellenvektor 32  
  ebene Welle 32  
Wellenwiederherstellung 782  
Wellenzahl 32  
  monochromatische Welle 33  
Wendemontage *siehe* Flip-Chip-Technik  
Wiener-Khinchin-Theorem 353, 373  
wiensches Gesetz 453  
Wiggler 520, 521  
Wigglerfeld 520  
Wignerverteilung 862  
Winkeldispersion 816  
  Koeffizient 817  
Wirbel, optischer 73  
Wirkungsquerschnitt 432, 433, 435, 436  
  spontane Emission 430  
Wolfgleichungen 356  
Wurtzitgitter 548
- Y**  
Yablonovit 216  
Yb<sup>3+</sup>:YAG-Laser 420  
Younginterferometer 362, 363, 385  
youngsches Experiment 362, 384, 385  
Yttriumeisengranat 174, 180

1050 | *Stichwortverzeichnis***Z**

- Zahlzustand 399  
Zeemanaufspaltung 441  
Zeemaneffekt 418  
Zeiger 31  
Zeigerdiagramm 47  
Zeitbereichsschalter 870  
Zeitfensterwechsler 904  
zeitlich variierendes Spektrum 805  
Zeitmultiplexing 905  
Zeit-Raum-Mapping 821  
Zeitvorgabe 938  
Zinkblendestruktur 426, 548  
Zirkulardichroismus 183  
zirkulare Polarisation 151, 153  
Zirkulator 180, 872, 873, 876  
Zusatzrauschfaktor 682, 685, 686  
Zustandsdichte  
  optische Halbleiterverstärker 615  
  Quantenschichtstruktur 567  
  Volumenhalbleiter 567  
zweiachsiger Kristall 165  
Zweiphotonenabsorption 449, 450, 511  
Zweiphotonenlicht 400  
  Erzeugung und Anwendung 401  
Zweiphotonenmikroskopie 449  
Zweiphotonenoptik 401, 402  
  Anwendung 403  
Zweiwellenmischung 752, 767  
Zwillingsstrahllicht 401  
Zwischenfrequenz 953  
Zwischenverstärker 469, 919, 926, 927  
Zylinderlinse 12, 16, 84  
Zylinderwelle 53  
zylindrische Fokussierung 255