

## Sachwortverzeichnis

### *Symbole*

2DEG 240, 244

21,1 cm-Strahlung 208

### **A**

Acetylen 154

Adenosintriphosphat 35, 38

Adiabatische Kompression 146

Adiabatisches Gesetz 147

A-D-Wandler 238

Äthylen 154

Ätzprozess 169

AFM 148, 183, 189, 242

– Aufbau von Strukturen 191

– Molekülzusammenbauer 189

– Tausendfüßler 190

AgBr-Nanokristall 161

Aktinfilament 38

Akzeptor 60, 119, 124

Amperesches Gesetz 24, 63

Anthrazen 155

Antibindender Zustand 98

Antiferromagnetismus 162

Atomar genaue Herstellung 302

Atomarer Maßstab 3

Atom-für-Atom-Aufbau 297

Atom-für-Atom-Methode 191, 194

ATP 35, 38, 39, 107

Aufdampfen 171

Aufenthaltswahrscheinlichkeit 66

Austauschmagnetfeld 204

Austrittsarbeit 32, 109

Avogadro-Zahl 3, 191

### **B**

Bändermodell 113

Bahndrehimpuls 85, 205

Bahndrehimpulsquantenzahl 85

Ballistisches Elektron 112

Ballistisches Teilchen 239

Bandlücke 60, 114

– direkte 131

– indirekte 120

BCS-Theorie 230

Benzol 154

Bernoulli, Gesetz von 27

Beschleunigungssensor 15

Besetzungsinversion 132

Besetzungswahrscheinlichkeit 126

Biologie

– Selbstorganisation 47

– und Nanotechnologie 2

Biologische Moleküle

– Modifizierung 151

Biotechnologie 167

Bipolartransistor 254

Bistabiles Molekül 54, 266

Blauverschiebung 12

Bohrscher Radius 83, 124

Bohrsches Atommodell 58, 60, 83

Bohrsches Magneton 88, 137, 206

Boltzmann-Konstante 4

Bose-Einstein-Verteilung 91

Bose-Kondensation 95

Boson 90, 95, 228

Bragg-Reflexion 117

Bragg-Streuung 116

Brownsche Bewegung 26

Buckyball 52, , *siehe auch* C60

### **C**

C60 52, 152, 155, 298

Cantilever 22, 184

Cantilever-Chip *siehe* Tausendfüßler

Carnot-Kreisprozess 35

Casimir-Kraft 103, 175

Chemische Gasphasenabscheidung 172, 247

CIP-Spin-Ventil-Sensor 217

CMOS 180, 253  
 Computerchip 8  
 Confinement-Energie 12  
 Cooper-Paar 229  
 Coulomb-Abstoßung 34  
 Coulomb-Blockade 245, 261  
 Coulomb-Energie 261  
 Coulomb-Konstante 59, 63  
 Coulomb-Kraft 58, 60, 98  
 CPP 218  
 Crosstalk 291  
 Curie-Gesetz 89

**D**

De-Broglie-Beziehung 68  
 De-Broglie-Wellenlänge 60  
 Debye 248  
 Dehnung 141  
 Dekohärenz 260  
 Delokalisierte Zustand 118  
 Deuterium 143  
 Diamagnetismus 230  
 Diamantstruktur 119  
 Dielektrische Konstante 11  
 Dielektrizitätskonstante 4, 124, 249  
 Diffusionslänge 27  
 Dipol  
 – induzierter 101  
 Dipol-Dipol-Kraft 100  
 Dipol-Dipol-Wechselwirkung 207  
 Dipolmoment 45, 73, 100, 248  
 Dipol-Wechselwirkungsenergie 46  
 Dispersion 210  
 Dispersionsrelation 21  
 DNA 2, 107  
 DNA-Strang  
 – komplementärer 52  
 Domäne 135, 213  
 Donator 60, 119, 124  
 Doppelbindung 154  
 Doppelhelix 108  
 Dotierung 171  
 Drain 170  
 DRAM 9, 209, 223  
 Drehimpuls  
 – Quantisierung 59  
 Dreischichtmethode 238  
 Driftgeschwindigkeit 112

**E**

Effektive Masse 60, 79, 120, 124, 126  
 Eindringtiefe 230  
 Einzelelektronenatom 59, 83, 205

Einzelelektronentransistor *siehe* SET  
 Einzelladungsqubit 269  
 Einzelmodenlaser 132  
 Elastizitätsmodul 20  
 Elektrode  
 – Graphen 284  
 Elektron 32  
 – Wellenlänge 32  
 – Wellenverhalten 239  
 Elektronenbeugung 61, 69  
 Elektronenenergie 59  
 Elektroneninterferenz 240  
 Elektronenladung 11, 32  
 Elektronenpaar 229, 270  
 Elektronenschale 93  
 Elektronenspin 192, 201, 205, 232  
 Elektronenspin-Qubit 206  
 Elektronenspinresonanz 264, 265  
 Elektronenstrahlithografie 174, 261, 263  
 Elektronenstrahlverdampfung 171  
 Elektronenstreuung 214  
 Elektronenwelle 57  
 Elektron-Loch-Paar 79  
 Elektroplattieren 48  
 Elementarladung 32  
 Emission  
 – stimulierte 131  
 Energieband 79, 114, 121  
 Entarteter Halbleiter 125, 128  
 Epitaxie 161  
 Erwartungswert 72  
 Ethan 153  
 Exziton 60, 79, 89

**F**

Fabry-Pérot-Interferenz 245  
 Fabry-Pérot-Interferometer 253  
 Fabry-Pérot-Mode 131, 134  
 Faraday'sches Gesetz 64, 236  
 Federkonstante 19, 81, 251  
 Federmotor, linearer 33  
 Feldeffekttransistor 170, 177  
 Feldionisation 144  
 Fermi 125  
 Fermi-Dirac-Verteilung 91  
 Fermi-Energie 78, 110  
 Fermi-Niveau 139  
 Fermi-Oberfläche 228  
 Fermion 86, 90, 95, 118  
 Ferroelektrikum 140  
 Ferroelektrizität 142  
 Ferromagnet  
 – elektrische Leitfähigkeit 215

- Ferromagnetische Materialien  
 – Tabelle 139  
 Ferromagnetismus 14, 89, 99, 135, 204, 212  
 Festkörpereigenschaften  
 – Tabelle 22  
 Festplatte 8, 13, 218  
 Feynman, Richard 3  
 FinFET 177, 179  
 Flagellum 33, 35  
 Flash-Speicher 290  
 Flüstergewölbe-Mode 195  
 Fotografie 18, 161  
 Fotolack 169  
 Fotolithografie 168, 239  
 Fotolumineszenz 81  
 Fusionsreaktion 144
- G**
- Gangunterschied 60, 116  
 Gasphasenabscheidung 169  
 Gate 171  
 Gaußsche Funktion 83  
 Gaußsche Verteilung 69  
 Gaußsches Gesetz 63  
 Gentechnik 303  
 Gleichrichterdiode 10  
 GMR 13, 113, 214  
 GMR-Sensor 15  
 GMR-Spinventil 216  
 Grafit 28, 155  
 Graphen 155  
 – Chemische Gasphasenabscheidung 282  
 – Direkte Synthese 283  
 – Dotierung 286  
 – Durchlässigkeit 280  
 – Eigenschaften 279  
 – Elektroden 284  
 – Siliziumtechnologie 289  
 Größenskala 6  
 – Ende 7  
 Gruppengeschwindigkeit 69  
 Gütefaktor 132, 195  
 Gyromagnetisches Verhältnis 88, 207
- H**
- Hafniumoxid 57  
 Halbleiter 60, 118  
 Halbleitereigenschaften  
 – Tabelle 120, 122  
 Halbleiterindustrie 10  
 Halbleitertechnologie 203  
 – Bauelemente 152  
 Hall-Effekt 112, 222
- Hamaker-Konstante 102, 251  
 Harmonische Schwingung 19  
 Harmonischer Oszillator 23, 71, 80, 132  
 Harter Ferromagnet 213  
 Hauptquantenzahl 93  
 Heisenberg'sche Unschärferelation 68, 104  
 Heißes Elektron 253  
 HEMT 265  
 Hochtemperatursupraleiter 172, 181, 230  
 Hybridbauelement 222  
 Hybridisierung 153  
 Hyperfeinaufspaltung 211  
 Hyperfeinwechselwirkung 207  
 Hysterese 220  
 Hysteresekurve 213
- I**
- Ideales Gasgesetz 147  
 Informationsdichte 7  
 Interferenz 60  
 Interferenzfilter 253  
 International Technology Roadmap for Silicon 177  
 Ionenfalle 271  
 Ionenimplantation 171, 173  
 Ionenkanal 2, 33, 41  
 – Ca<sup>2+</sup>-aktivierter 41  
 – spannungsaktivierter 42  
 Ionischer Festkörper 94  
 Isotopentrennung 152
- J**
- Johnson-Silbbee-Effekt 223  
 Josephson-Effekt 95, 232  
 Josephson-Kontakt 181, 235, 272  
 Josephson-Supraström 232
- K**
- Kapazität 24  
 Kavitation 141  
 Kernmagneton 206  
 Kernspin 203  
 Kernspinresonanz 203, 206  
 Kinesin 33, 35  
 Klassische Größenskala 9  
 Klassische Physik 5, 58  
 Klassische Skala 6  
 Klassische Skalierung 57  
 Koerzitivfeld 135, 163, 213  
 Kohärenz 208  
 Kohärenzzeit 203, 209, 258, 268  
 Kohlenstoffatom 152  
 Kohlenstoffcomputer 246

- Kohlenstoff-Nanoröhrchen 53, 80, 155, 156, 244  
 – Arten 157  
 – Feldeffekttransistor 54  
 – FET 157, 158, 266  
 – Leitfähigkeit 156  
 – RAM 249  
 – Sensor 247  
 – SET 261  
 – Spininjektion 225  
 – thermische Leitfähigkeit 157  
 Komplexe Zahl 62  
 Konformation 35, 153, 266  
 Kopplungsenergie 232  
 Kovalente Bindung 96, 98, 119  
 Kritische Stromdichte 132  
 Kronig-Penney-Modell 114, 117  
 Kugelkoordinaten 83
- L**
- Ladungs-Qubits 125, 212, 255, 257, 259, 264  
 – Kopplung 270  
 – Supraleitung 270  
 – zwei Potentialtöpfe/Potenzialtöpfe 267  
 Ladungsträgerdichte 113  
 Länge  
 – typische 3  
 Langevin-Gleichung 26  
 Laser 131, 160  
 Laserablation 159, 172  
 Laserdiode 131  
 LC-Schwingkreis 24  
 Lebensdauer 123  
 Leitungsband 120  
 Lesekopf 13  
 Licht  
 – Teilchennatur 31, 61  
 Lichtgeschwindigkeit 65, 70  
 Linearkombination 72  
 Lipidmembran 38, 41, 42  
 Lithografie 48  
 Loch 79, 120, 125
- M**
- Magnetfeld 14  
 Magnetische Permeabilität 89  
 Magnetische Quantenzahl 85  
 Magnetische Suszeptibilität 88  
 Magnetischer Tunnelwiderstand *siehe* TMR  
 Magnetisches Logikgatter 225  
 Magnetisches Moment 87, 206  
 Magnetisierung 14, 88, 99, 136, 163, 212  
 Magnetit 162  
 Magnetotaktisches Bakterium 138, 162  
 Magnetowiderstand 113, 216  
 Magnetresonanz 202  
 Magnetresonanz-AFM 192  
 Magnetresonanztomographie *siehe* MRI  
 Majoritätsspin 212  
 Maske 168  
 Massenwirkungsgesetz 129  
 Material  
 – Herstellung 280  
 Maxwellsche Gleichungen 63, 65  
 Maxwellsche Wellengleichung 64, 69  
 Maxwellscher Verschiebungsstrom 64  
 Mechanische Eigenschaften  
 – Graphen 280  
 Mehrheitsfunktion 226  
 Meißner-Effekt 230, 233  
 MEMS 7, 48, 175  
 Metall 118  
 Methan 153  
 Mikro-elektromechanisches System 7  
 Mikrometer 3  
 Mikroskopische Eigenschaft 6  
 Mikrotechnologie 1  
 Millimeter 3  
 Millipede 25  
 Miniatur-Massenspektrometer 275  
 Minoritätsladungsträger 128  
 Minoritätsspin 212  
 Mittlere freie Weglänge 112, 114, 240  
 Molekül  
 – Schwingungen 152  
 – zweiatomiges 94  
 Molekülsensoren 195  
 Molekülzusammenbauer 168, 191, 194, 299, 301  
 Molekularstrahlepitaxie 160, 172, 240, 254  
 Mooresches Gesetz 8, 57, 174, 178, 247, 287  
 MOSFET 178  
 MRAM 220, 226  
 MRI 206, 208  
 Multiqubit-Computer 210  
 MWNT 156  
 Myosin 33, 35, 41
- N**
- Nachmenschliche Zukunft 308  
 Nanodraht 4, 133, 233, 298  
 – CdS 133  
 – InP 80  
 – Laser 134  
 – Si 159  
 Nanoelektronik 239

- Nanokristall 12  
 – AgBr 161  
 Nanolithografie 189  
 Nanometer 3  
 Nanometermaßstab 17  
 Nanomotor 33  
 Nanophotonik 195  
 Nanophysik 1, 6  
 – Oberflächeneffekte 187  
 – und klassische Physik 2  
 Nanoplasmonik 195  
 Nanoporöser Filter 17  
 Nanoröhrchen 28  
 – Hybridstruktur 247  
 Nanoröhrchen-Wellenleiter 246  
 Nanosäule 39  
 Nanostreifen-Transistor 287  
 Nanostruktur  
 – diamantartig 296  
 Nanotechnologie 1  
 – Grenzen 10  
 Naphthalin 155  
 Nassätzen 170  
 NEMS 41, 175  
 Newtonsche Gesetze 16, 19, 25  
 Normalisierung 72  
 Nulldimensional 4  
 Nullpunktenergie 82, 104
- O**
- Oktan 153  
 Opferschicht 175  
 Optische Falle 51  
 Optische Faser 67  
 Optische Lithografie 173  
 Optische Pinzette 50
- P**
- Parallelplattenkondensator 24, 105  
 Paramagnetismus 137  
 Pauli-Prinzip 86, 90, 108, 118  
 Pentiumchip 9  
 Periode 19  
 Periodensystem der Elemente 93  
 Periodisches Potenzial 109, 114, 123  
 Permalloy 213, 219  
 Permeabilität 219  
 Petaflop-Computer 180  
 Phasenschlupfprozess 233  
 Photoelektron 32  
 Photon 31, 95  
 Piezoelektrikum 140  
 Piezoelektrizität 146
- Piezo-Konstante 141  
 Planck'sches Wirkungsquantum 59, 61, 126  
 Plasmafrequenz 197  
 Plasmonenresonanz 197  
 pn-Übergang 124, 129, 160, 286  
 Polarisation 89  
 Polarisierbarkeit 100  
 Positron 90  
 Positronium 89  
 Potenzialstufe  
 – Reflexion 73  
 – Tunneln 73  
 Potenzialtopf 76, 115  
 – eindimensionaler 71  
 – zweidimensionaler 77  
 Protonenpumpe 38  
 Punktkontakt-Gate 241  
 Pyroelektrikum 140  
 Pyroelektrizität 142  
 PZT-Material 141
- Q**
- Quantencomputer 202, 207, 257, 259  
 – Vorteile 202  
 Quantendraht 80  
 Quanteninterferenzeffekt 244  
 Quantenkohärenz 255  
 Quantenmechanik 1, 7, 59  
 Quantenpunkt 4, 11, 60, 77, 79, 132, 295  
 – CdSe 11  
 – InAs 160  
 – selbstorganisierender 161  
 Quantentempeln 275  
 Quantentopf  
 – doppelter 267  
 – zweidimensionaler 79  
 Quantentopfstruktur 161  
 Quantentunneldiode 10  
 Quantenwellenleiter 243  
 Quantenzahl 58, 71, 73, 85  
 Quantenzellularautomat 225  
 Quantisierung 57  
 – Drehimpuls 59  
 Qubit 202  
 – Auslesen 258, 264  
 – Donatorqubit 259  
 – Lesen 203  
 – makroskopisches 209  
 – Siliziumbasis 259  
 – Spin 206, 208
- R**
- RAM 222, 249  
 Rasterkraftmikroskop *siehe* AFM

- Rastersondenmikroskopie 168
- Raster-Tunnelmikroskop *siehe* STM
- Reaktives Ionenätzen 44
- Rechenbrett 8
- Reflektivität 133
- Reflexionskoeffizient 131
- Reflexionswahrscheinlichkeit 74
- Reibungskräfte 27
- Rekombination 12, 130
  - strahlende 131
- Remanenz 135, 213
- Replikationsgabel 300
- Resonanzfrequenz 19, 22
- Resonanztunneliode 253, 264
- Resonator 131
- Reynolds-Zahl 26
- RFSET 260, 264
- Robotertechnologie 303
- Röntgenlithografie 173
- Rolle-zu-Rolle-Verfahren 285
- RSFQ 178
- RSFQ-Elektronik 235
- RSFQ-Logik 237
  
- S**
- Sättigungsmagnetisierung 136
- Schallgeschwindigkeit 20
- Schlüssel-Schloss-Prinzip 300
- Schnelle Einzelflussquanten *siehe* RSFQ
- Schottky-Barriere 138
- Schottky-Kontakt 286
- Schrödingergleichung 60, 66, 69, 81
  - dreidimensionale 77
  - eindimensionale 70
  - Kugelkoordinaten 83
  - Wasserstoffatom 83
  - zeitabhängige 70
  - zeitunabhängige 70
- Schwache Kopplung 233
- Schwingung 23
  - lineare Atomkette 21
- Selbstorganisation 151
  - Biologie 151
- Selbstreplizierende Maschine 2
- Selbstreproduktion 301
- Sensor
  - biologischer 2
- Serverfarm 181
- SET 260, 263, 264, 267
- Silizium-auf-Isolator-Technologie 177
- Siliziumnanodraht 5, 80
- Siliziumtechnologie 8, 15, 168
- Si-Nanodraht 159
- Singulett 85, 96
- Skalierung 4, 23
- Skalierungsbeziehung 23, 24
- SMFQ 231
- Sonolumineszenz 147
- Source 170
- Spasmonem 33
- Speicherdichte 14, 190
- Speicherplatz
  - Größe 9
- Spektrallinie 59
- Sperrschicht 121, 139
- Spezifischer Widerstand 112, 122
- Spin 205
- Spinartung 119
- Spininjektion 223, 225
- Spinpolarisation 223
- Spinquantenzahl 85
- Spinrelaxationszeit 210
- Spinventil 213, 216
- Sputtern 170, 171
- SQUID 232
- Stern-Gerlach-Versuch 201, 205
- Stielmotor 34
- STM 45, 183, 211
  - als Molekülzusammenbauer 184
  - atomare Auflösung 183
  - Bewegung von Atomen 184
  - Molekülzusammenbau 297
  - Verschieben von Atomen 46
  - Zusammenbau organischer Moleküle 188
- Stokes, Gesetz von 26
- Stokes, Satz von 32
- Strahlungseffizienz 132
- Strukturierung 168
- Supernova 151
- Superparamagnetismus 137, 190
- Superpositionsprinzip 208
- Supraleitende Quanteninterferenzeinheit
  - siehe* SQUID
- Supraleitendes magnetisches Flussquantum
  - siehe* SMFQ
- Supraleiter
  - Typ I 230
  - Typ II 230
- Supraleitung 204, 228
- SWNT 54, 156, 244, 251
- SWNT-FET 244
- SWNT-Netzwerk 248
- Synthetische Biologie 306
- Synthetische Chemie 151

**T**

Tausendfüßler 175, 190  
 Teilchen  
 – Welleneigenschaften 57  
 – Wellennatur 61  
 Teilchenaustausch 94  
 Teilchen-Welle-Dualismus 60  
 Thermische Leitfähigkeit 148  
 Thermische Zeitkonstante 25  
 Thermistor 130  
 Thiol 164  
 TMR 113, 218  
 Totalreflexion 67  
 Transmissionswahrscheinlichkeit 74  
 Transversale Schwingung 5  
 Triplett 85, 96  
 TRM 222  
 Trockenätzen 170  
 Tunneldiode 57, 120, 253  
 Tunneleffekt 10, 75  
 Tunnel-FET 288  
 Tunnelkontakt 232  
 Tunneln 73  
 Tunneltransistor 253  
 Tunnelventil 213  
 Tunnelwahrscheinlichkeit 76  
 Typische Länge 3

**U**

Übersprechen 291  
 Ultraschallgenerator 141  
 Unelastische Streuzeit 231  
 Unschärferelation 68  
 USB-Stick 290

**V**

Vakuum-Triode 4  
 Valenzband 119, 120  
 Van-der-Waals-Bindung 53  
 Van-der-Waals-Kraft 29, 100, 252, 299  
 Van-der-Waals-Wechselwirkung 101  
 Varaktor 130  
 Vektorpotenzial 229

Verarmungszone 11  
 Verdichtungsverhältnis 35, 147  
 Vergrabene Oxidschicht 177  
 Vergrabene Schicht 173  
 Verkleinerung  
 – Grenzen 31, 43  
 – Methoden 44, 48  
 Virusteilchen 196  
 Viskosität 25  
 Von-Klitzing-Widerstand 261

**W**

Wärmeabfuhr 178  
 Wärmefluss 25  
 Wärmekapazität 152  
 Wahrscheinlichkeitsdichte 61, 82  
 Wahrscheinlichkeitsverteilung 72, 94  
 Wasserstoffatom 83  
 Wasserstoffbrückenbindung 107  
 Wasserstoffmolekül 96, 98, 257  
 Weicher Magnet 213  
 Wellenausbreitung  
 – im freien Raum 64  
 Wellenfunktion 61, 62, 67  
 – antisymmetrische 94  
 – Linearkombination 72, 87  
 – Normalisierung 62  
 – symmetrische 94  
 – Vielteilchen 62  
 – zwei Teilchen 73  
 Wellenleiter 65, 240  
 Wellenleitermode 63, 65  
 Wellenoptik 239  
 Welle-Teilchen-Dualismus 99  
 WKB-Tunneltheorie 281

**X**

Xylofon 5

**Z**

Zähigkeit 25  
 Zustandsdichte 111, 125, 212  
 Zweidimensionales Elektronengas 125