

# HANSER



Stichwortverzeichnis

Frank Gustrau

Hochfrequenztechnik

Grundlagen der mobilen Kommunikationstechnik

ISBN (Buch): 978-3-446-43245-1

ISBN (E-Book): 978-3-446-43399-1

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-43245-1>

sowie im Buchhandel.

# Index

- $\lambda/2$ -Resonator, 183, 203  
 $\lambda/2$ -Transformator, 88  
 $\lambda/4$ -Resonator, 184  
 $\lambda/4$ -Transformator, 88, 94, 189, 220  
1-dB-Kompressionspunkt, 230  
3D-EM-Simulation, 232
- Abfallzeit, 108  
Absoluter Pegel, 314  
Absorption, 245, 284  
Adjunkte, 164  
Admittanzmatrix, 151  
ADS, 6, 197, 199, 234  
Aktive HF-Schaltungen, 226  
Aluminium, 33  
Amperesches Gesetz, 39  
Anisotrope Materialien, 29  
Anpassschaltung, 88, 95, 171, 186, 231  
Anpassung, 77, 82, 87, 91, 97, 156, 314  
Anpassungsfaktor, 87  
Anstiegszeit, 108  
Antenne, 238  
Antennenhöhe, 295  
Antennenwirkfläche, 245  
Antennenwirkungsgrad, 246  
Arbeit, 26  
Asymmetrische Spannung, 145  
Augendiagramm, 109  
Ausbreitungskonstante, 70  
Autotransformation, 89, 299
- Balun*, 173, 224  
Bandbreite, 156, 189, 200, 247, 258  
Bandpass, 193, 200  
Bandsperre, 193  
Basisstationsantenne, 274  
*Beamforming*, 278  
Bessel-Filter, 194  
Beugung, 284  
Bezugswiderstand, 152
- Bikonische Antenne, 249  
Binomialbelegung, 278  
*Branchline*-Koppler, 216, 267  
*Break point*-Entfernung, 295  
Brechung, 58, 283  
Brechungsindex, 58  
Brewster-Winkel, 60  
*Butterfly stubs*, 192  
Butterworth-Filter, 194
- Cauer-Filter, 194  
*Clutter Factor*-Modell, 303  
*Combiner*, 216, 222  
*Common mode*, 145, 174  
Coulomb-Kraft, 25  
*Crosstalk*, 148  
*Cut-off*-Frequenz, 115, 120, 126, 128
- Dämpfung, 292  
Dämpfungskonstante, 71, 81, 118  
Dachkapazität, 258  
dB, 313  
dBi, 242  
dBm, 314  
Dekade, 291  
*Device Under Test*, 172  
Dielektrikum, 28  
Dielektrische Verschiebungsdichte, 30  
Dielektrischer Plattenleiter, 126  
Dielektrizitätskonstante, 25  
*Differential mode*, 145, 174  
Differentialoperator, 310  
Differentialquotient, 69  
Differenzenquotient, 69  
Diffusionsgleichung, 47  
Diplexer, 227  
Dipol, 248
  - Basisstationsantenne, 274
  - Halbwellendipol, 255
  - Hertzscher Dipol, 250

- Planarer Dipol, 267
- Dispersion, 42, 126
- Divergenz, 36, 310
- Diversity*, 281
- Dolph-Tschebyscheff-Belegung, 278
- Dopplereffekt, 288
- Downtilt*, 276
- Drahtantenne, 255
- Dreileitersystem, 143
- Dreitor, 160
- Durchflutungsgesetz, 39, 66, 68, 116, 178
- DUT, 172
- E*-Ebene, 242, 251
- E*-Welle, 133
- Edge-coupled-line*-Filter, 203
- Effektive relative Dielektrizitätszahl, 123
- Eindringtiefe, 47
- Einfügedämpfung, 155, 193
- Einfallsebene, 58
- Eingangsimpedanz
  - Antenne, 246
  - Verlustbehaftete Leitung, 77
  - Verlustlose Leitung, 80
- Einheitsmatrix, 159
- Einheitsvektor, 310–312
- Einpolige Darstellung, 154
- Einzelstrahlercharakteristik, 269
- EIRP, 246
- Electrical* *downtilt*, 276
- Elektrische Energiedichte, 30
- Elektrische Feldstärke, 25
- Elektrische Flussdichte, 30
- Elektrische Stromdichte, 32
- Elektrische Wand, 257
- Elektrischer Fluss, 30
- Elementarladung, 25
- Elliptische Polarisation, 54
- EM-Simulation, 232
- Empfangsantenne, 238
- Empire, 6, 234
- Empirische Modelle, 302
- EMPro, 6, 136, 234
- Energie, 31, 35
- Energiedichte
  - Elektrische, 30
  - Magnetische, 35
- Energiegeschwindigkeit, 134
- Entartete Moden, 136
- Ersatzschaltbild, 179
  - einer Leitung, 68
- Ersatzserienwiderstand, 179
- Eulersche Formel, 79
- Evaneszente Welle, 61
- Even-mode*, 146, 204, 223
- Eye diagram*, 109
- Fading*, 301
- Faltdipol, 249
- Faradaysches Gesetz, 40
- Fast fading*, 301
- Feldlinienbild, 26
- Feldsimulation, 232
- Feldstärke
  - Elektrische, 25
  - Magnetische, 34
- Feldwellenwiderstand, 52, 56
- Fernfeld, 63, 239
- Fernfeldbedingung, 240
- Filter, 193
- Filterordnung, 193
- Fluss
  - Elektrischer, 30
  - Magnetischer, 34
- Flussdichte
  - Elektrische, 30
  - Magnetische, 34
- Freiraumausbreitung, 290
- Frequenzweiche, 227
- Fresnel-Ellipsoid, 296
- Friis-Gleichung, 290
- Fußpunktimpedanz, 246
- Funkfelddämpfung, 314
- Funkwellen, 283
- Güte, 180, 182
- Galliumarsenid, 123
- Gaußsches Gesetz
  - des elektrischen Feldes, 40
  - des magnetischen Feldes, 41
- Gebäudedämpfung, 306
- Gegentaktmode, 145, 174
- Gehäuseresonanz, 209
- Geschichtetes Medium, 298

- Geschirmte Paralleldrahtleitung, 143  
 Geschwindigkeit, 134  
 Gewinn, 246  
 Gitterdiagramm, 103  
 Gleichtaktmode, 145, 174  
 Gold, 33, 49  
 Gradient, 27, 310  
 Greensche Funktion, 240  
 Grenzfrequenz, 120  
 Grenzwinkel der Totalreflexion, 61  
 Grundübertragungsdämpfung, 290  
 Grundwelle im Hohlleiter, 133  
 Gruppenantenne, 269  
 Gruppenfaktor, 269  
 Gruppengeschwindigkeit, 134  
 Gruppenlaufzeit, 193  
  
*H*-Ebene, 242  
*H*-Welle, 133  
*H*<sub>10</sub>-Welle, 130  
*Hairpin*-Filter, 207  
 Halbwellendipol, 255  
 Halbwellenlängentransformator, 88  
 Halbwertsbreite, 244  
 Hauptkeule, 242  
 Hauptstrahlrichtung, 242  
 Helixantenne, 258  
 Hertzscher Dipol, 250  
 Hochpass, 187, 193, 198  
 Höhere Wellentypen, 120, 136  
 Hohlleiterwellenlänge, 133  
 Hohlleitungsfilter, 210  
 Hohlraumresonator, 139, 209  
 Homogene ebene Welle, 50, 66, 130, 283  
 – Lokale, 64  
 Homogenität, 42  
 Horizontale Polarisation, 54  
 Hornantenne, 250  
 Huygensches Prinzip, 273, 284  
 Hybridmatrix, 151  
 Hybridschaltungen, 123, 228  
 Hyperbolische Funktionen, 79  
  
 Idealer elektrischer Leiter, 33  
 IFA, 249  
 Impedanzbandbreite, 156  
 Impedanzmatrix, 150  
  
 Impuls, 106  
 Induktionsgesetz, 40  
 Induktivität, 35, 83, 101  
 Induktivitätsbelag, 69, 116  
*Insertion loss*, 155  
*Inset*-Speisung, 262  
 Interferenz, 293  
 Intermodulationspunkt 3. Ordnung, 230  
*Inverted-F*-Antenne, 249, 258, 267  
 Isotrope Funkfelddämpfung, 290  
 Isotroper Kugelstrahler, 240  
 Isotropie, 42, 159  
  
 Kalibrierung, 172  
 Kapazität, 31, 83, 101  
 Kapazitätsbelag, 69  
 Kartesisches Koordinatensystem, 310  
 Kettenmatrix, 151  
 Kirchhoffsche Regeln, 69  
*Knife-Edge*-Beugung, 296  
 Knotenregel, 70  
 Koaxialleitung, 113, 115  
 Kondensator, 179  
 Konversionsverlust, 230  
 Koordinatensysteme, 309  
 Koplanarleitung, 115  
 Kopplungsfaktor, 147  
 Kraft  
 – Coulomb, 25  
 – Lorentz, 35  
 Kreisfrequenz, 51  
 Kugelkoordinatensystem, 312  
 Kugelwelle, 63, 240  
 Kupfer, 33, 49  
 Kurzschluss, 100  
  
 Ladung, 24  
 Laplace-Operator, 310  
 Leerlauf, 100  
 Leistung, 155  
 Leistungsteiler, 213  
 Leitung, 67, 163  
 – Elektrisch kurze, 20, 78  
 – Schwache Verluste, 80  
 Leitungsbeläge, 69  
 Leitungsfilter, 202  
 Leitungskenngröße, 73, 74

- Leistungsstromdichte, 37  
Leitungstheorie, 67  
Leitungswellenwiderstand, 73, 124, 135
  - Koaxialleitung, 118
  - Verlustlose Leitung, 78Leitwertbelag, 69, 119  
Leitwertform, 94  
Lichtgeschwindigkeit, 51  
Lineare Polarisation, 54  
Linearität, 42  
Litzenleiter, 143  
Logarithmisch-periodische Dipolantenne, 249  
Lorentz-Kraft, 35  
Lorenz-Eichung, 251  
LOS-Verbindung, 301  
*Low Noise Amplifier*, 227  
LPDA, 249
- Magnetische Energiedichte, 35  
Magnetische Feldstärke, 34  
Magnetische Flussdichte, 34  
Magnetische Induktion, 34  
Magnetischer Fluss, 34  
Magnetisches Vektorpotential, 34, 251  
Makrozelle, 306  
Maschenregel, 69  
Mason-Regel, 166  
Masselfläche, 122  
Materialgleichungen, 41  
Maxwellsche Gleichungen, 37  
Mehrantennensystem, 281  
Mehrwegeausbreitung, 301  
*Microstrip*, 122  
Mikrostreifenleitung, 115, 122, 202  
mil, 123  
MIMO, 281  
Mischer, 228  
MMIC, 123  
Mobilfunk-Basisstationsantenne, 274  
Modenkonversion, 146, 174  
*Monolithic Microwave Integrated Circuit*, 123, 227  
Monopol, 249, 257  
*Multilayer Board*, 129  
Multiplikatives Gesetz, 269  
Muschelantenne, 250
- Nabla-Operator, 36, 310  
Nahfeld, 239  
Nebenkeule, 242  
Nebenzipfeldämpfung, 243  
Neper, 71, 313  
Netzwerkanalysator, 171  
NLOS-Verbindung, 301  
Normierungswiderstand, 152  
Nullphasenwinkel, 72  
Oberflächenladungsdichte, 45  
Oberflächenstromdichte, 45  
*Odd-mode*, 146, 204, 223  
Öffnungswinkel, 244, 251  
Oktave, 291  
Okumura-Hata-Modell, 304  
Optische Wellenleiter, 115  
Ordnung eines Filters, 193  
Oszillatator, 231
- Parabolantenne, 250  
Paralleldrahtleitung, 67, 114, 141  
Parasitärer Durchlassbereich, 207  
Pascalsches Dreieck, 278  
*Patch*-Antenne, 259, 269  
PEC, 33  
Pegel, 314  
Pegelplan, 314  
Periodendauer, 51, 73  
Permeabilitätskonstante, 34  
Pfadverlust, 283  
Pfadverlustexponent, 305  
Phase, 193  
Phasengeschwindigkeit, 72  
Phasengesteuerte Antenne, 273  
Phasenkonstante, 71  
Phasenzentrum, 240  
Phasor, 39, 68, 71  
Planare Antenne, 259  
Planare Filter, 202  
Plattenkondensator, 26, 28, 45  
Polarisation, 28, 50, 242
  - Elliptische, 54
  - Lineare, 53
  - Zirkulare, 54Potential, 27  
*Power amplifier*, 226  
Poynting-Vektor, 52, 63, 253

- Quasi-TEM-Welle, 123  
 Quasistatische Felder, 45  
 Quellendichte, 36  
 Quellenfeld, 26
- Radar, 287  
*Radial stubs*, 192  
*Rat-Race-Koppler*, 221  
 Raumladungsdichte, 25  
*Ray tracing*, 303  
 Reaktanz, 83  
 Rechte-Hand-Regel, 116  
 Rechteckfunktion, 106  
 Rechteckhohlleiter, 115, 129  
 Rechtssystem, 310  
 Reflexion, 283  
 Reflexionsdämpfung, 155  
 Reflexionsfaktor, 89, 153
  - Ebene Welle, 56
  - S-Parameter Berechnung, 161
  - Schräger Einfall, 58
 Relative Bandbreite, 200  
 Relative Dielektrizitätszahl, 29  
 Relative Permeabilitätszahl, 34  
 Relativer Pegel, 314  
 Resonanz, 209  
 Resonanzfrequenz, 180, 261  
 Resonator, 183  
*Return loss*, 155  
 Reziprozität, 158, 238, 244  
 Richtcharakteristik, 241, 253  
 Richtfaktor, 244  
 Richtfunk, 296  
 Richtfunktion, 244  
 Richtkoppler, 222  
 Ringverstärkung, 170  
 Rotation, 36, 310  
 Rückkopplungsregel, 166  
 Rückstreuquerschnitt, 288  
 Rückwärtskoppler, 223  
 Rückwirkungsfreie Schaltung, 160
- Sauerstoff-Resonanz, 293  
 Schaltungssimulation, 232  
 Schräger Einfall, 58  
 Seitengekoppelte Filter, 203  
 Sektorantenne, 274
- Semi-empirische Modelle, 302  
 Sende-Empfangsweiche, 212, 227  
 Sendeantenne, 238  
 Senkrechter Einfall, 56  
 Signalflussdiagramm, 166  
 Signalflussmethode, 166  
 Silber, 33  
 Simulation, 232  
 Skalarfeld, 27  
 Skineffekt, 46, 66, 119  
 Skintiefe, 47, 119, 178  
*Slow fading*, 301  
*Smart antenna*, 281  
 SMD, 124, 177, 228  
 Smith-Chart, 92, 186, 187  
 Snelliussches Brechungsgesetz, 58  
 Spannung, 27, 101  
 Spannungswelle, 74, 82  
 Sprungfunktion, 97  
 Spule, 35, 181  
 Statische Felder, 45  
 Stehende Welle, 85  
 Stehwellenverhältnis, 87  
*Stepped-impedance*-Filter, 208  
 Sternvierer, 114  
 Stetigkeitsbedingungen, 43  
 Stichleitung, 192  
 Strahlformung, 278  
 Strahlungsdiagramm, 241  
 Strahlungsleistungsdichte, 240  
 Strahlungswiderstand, 254  
 Streifenleitung, 115  
 Streumatrix, 153  
 Streuparameter, 150
  - Berechnung, 161
 Streuung, 286  
*Stripline*, 115, 127  
 Strom, 103  
 Stromdichte, 32, 37  
 Stromstärke, 31  
 Stromverdrängung, 46  
 Stromwelle, 82  
 Substrat, 123, 259  
*Surface-Mounted-Device*, 124  
 Symmetrie, 159  
 Symmetrierglied, 173, 224, 267  
 Symmetrische Leitung, 143

- Systemimpedanz, 152  
TE-Welle, 133  
TE<sub>11</sub>-Mode, 121  
Telegraphengleichung, 70  
TEM-Welle, 53, 67, 120, 127, 298  
Tiefpass, 187, 193  
TM-Welle, 133  
Toleranzschema, 193  
Torbedingung, 150  
Torwiderstand, 152  
Totalreflexion, 61  
*Touchstone-SnP*-Datenformat, 173  
Transiente Signale, 97  
Transmissionsfaktor, 153  
– Ebene Welle, 56  
– S-Parameter Berechnung, 161  
– Schräger Einfall, 58  
*Triplate*, 115, 127  
Tschebyscheff-Filter, 194  
*Twisted Pair*, 114, 142  
*TX-Line*, 124  
  
Übertrager, 224  
Übertragungssymmetrie, 158  
Umnormierung, 164  
Unilaterale Schaltung, 160  
Unitaritätsbedingung, 159  
Unsymmetrische Leitung, 143  
Unsymmetrische Spannung, 145  
  
Vakuum, 29  
Vektorfeld, 26, 32  
Vektorpotential, 34  
Verlustfaktor, 30, 43, 119, 123, 180, 182  
Verlustfreiheit, 159  
Verlustleistung, 32  
Verlustlosigkeit, 78  
Verschiebungsstromdichte, 37  
Verstärker, 230  
  
Vertikale Polarisation, 54  
Verzerrung, 193  
*Via*, 129  
Viertelwellenlängentransformator, 88  
VNA, 171  
*Voltage Standing Wave Ratio*, 87, 91  
Vorwärtsverstärkung, 170  
VSWR, 87, 91  
  
Wahre Stromdichte, 37  
Walfish-Ikegami-Modell, 302  
Wechselstromrechnung, 38  
Wellenausbreitung, 46  
Wellenausbreitungseffekte, 283  
Wellenfahrplan, 103  
Wellengleichung, 50, 71  
Wellengrößen, 151  
Wellenlänge, 51, 73, 134  
Wellenzahl, 50, 134  
Wellenzahlvektor, 51  
Welligkeit, 87  
Widerstand, 32, 177  
– Gleichstrom/HF, 48  
Widerstandsbelag, 69, 119  
Wilkinson-Leistungsteiler, 213  
Wirbeldichte, 37  
Wirbelfeld, 33  
Wirkleistung, 155  
Wirkungsgrad, 246  
  
Yagi-Uda-Antenne, 249  
  
Zeitinvarianz, 42  
Zeitsignale auf Leitungen, 97  
Zirkulare Polarisation, 54, 267  
Zirkulator, 211, 227  
Zweidrahtleitung, 141  
Zweitor, 150  
Zweiwegeausbreitungsmodell, 293  
Zylinderkoordinatensystem, 311