

Rothammels Antennenbuch – Inhaltsverzeichnis

1. Begriffe, Felder, Wellen 27

- 1.1 Begriffe 27
 - 1.1.1 Einführung 27
 - 1.1.2 Allgemeine Begriffe 27
 - 1.1.3 Mathematische Begriffe 29
 - 1.1.4 Physikalische Begriffe 30
 - 1.1.5 Koordinatensysteme 31
 - 1.1.6 Maxwellsche Gleichungen 31
 - 1.1.7 Poyntingscher Vektor 32
 - 1.1.8 Reziprozitätstheorem 32
 - 1.1.9 Babinetsches Prinzip 32
- 1.2 Felder 33
 - 1.2.1 Elektrisches Feld 33
 - 1.2.1.1 Elektrische Feldstärke 33
 - 1.2.1.2 Elektrische Flußdichte 34
 - 1.2.1.3 Permittivität 34
 - 1.2.2 Magnetisches Feld 34
 - 1.2.2.1 Magnetische Feldstärke 34
 - 1.2.2.2 Magnetische Flußdichte 35
 - 1.2.2.3 Permeabilität 35
 - 1.2.3 Elektromagnetisches Feld 3 35
- 1.3 Elektromagnetische Wellen 36
 - 1.3.1 Wellenformung und -ablösung 37
 - 1.3.2 Feldwellenwiderstand 38
 - 1.3.3 Antennenfeldzonen 39
 - 1.3.3.1 Nahfeld 40
 - 1.3.3.2 Fernfeld 40
 - 1.3.4 Polarisierung 41
 - 1.3.4.1 Lineare Polarisierung 41
 - 1.3.4.2 Zirkulare Polarisierung 41

2 Ausbreitung elektromagnetischer Wellen 43

- 2.1 Einführung 43
- 2.2 Erdatmosphäre 44
 - 2.2.1 Troposphäre 44
 - 2.2.2 Stratosphäre 44
 - 2.2.3 Ionosphäre 44
 - 2.2.3.1 D-Schicht 44
 - 2.2.3.2 E-Schicht 45
 - 2.2.3.3 F-Schichten 45
- 2.3 Sonne 46
 - 2.3.1 Elektromagnetische Strahlung 46
 - 2.3.2 Kosmische Strahlung 47
 - 2.3.3 Sonnenflecken 48

- 2.4 Ionosphärische Störungen 49
 - 2.4.1 Mögel-Dellinger-Effekt 50
 - 2.4.2 Ionosphärensturm / Magnetsturm 50
 - 2.4.3 Polarkappenabsorbtion 51
- 2.5 Ausbreitungsarten 51
 - 2.5.1 Bodenwelle 51
 - 2.5.2 Troposphärenwelle 52
 - 2.5.3 Raumwelle 52
 - 2.5.3.1 MUF / LUF 54
- 2.6 VLF-Ausbreitung 55
- 2.7 LF / MF Ausbreitung 56
- 2.8 HF-Ausbreitung 56
- 2.9 VHF-SHF-Ausbreitung 59
 - 2.9.1 Quasioptische Ausbreitung 59
 - 2.9.1.1 Sichthorizont 59
 - 2.9.1.2 Radiohorizont 59
 - 2.9.2 Spiegelung (Reflexion) 60
 - 2.9.3 Streuung (Scattering) 60
 - 2.9.4 Brechung (Refraktion) 60
 - 2.9.5 Temperaturumkehr (Inversion) 61
 - 2.9.6 Führung (Ducting) 61
 - 2.9.7 Beugung (Diffraktion) 62
 - 2.9.8 Schwächung (Extinktion) 62

3 Antennenformen 65

- 3.1 Strahlerelemente 66
 - 3.1.1 Elementarstrahler 66
 - 3.1.2 Linearantennen 67
 - 3.1.3 Formantennen 67
 - 3.1.4 Schleifenantennen 67
 - 3.1.5 Schlitzantennen 67
 - 3.1.6 Aktivantennen 67
- 3.2 Strahlergruppen 67
 - 3.2.1 Lineare Gruppen 68
 - 3.2.2 Ebene Gruppen 68
 - 3.2.3 Räumliche Gruppen 68
 - 3.2.4 Netzwerkgespeiste Gruppen 69
- 3.3 Strahlerstrukturen 69
 - 3.3.1 Ebene Strukturen 69
 - 3.3.2 Räumliche Strukturen 69
- 3.4 Strahleraperturen 70
 - 3.4.1 Reflektorantennen 70
 - 3.4.2 Hornantennen 70
 - 3.4.3 Linsenantennen 70
 - 3.4.4 Dielektrische Antennen 71
 - 3.4.5 Leckwellenantennen 71

4 Antennenkenngrößen 72

- 4.1 Eingangsimpedanz 72
- 4.2 Strahlungswiderstand 73
 - 4.2.1 Strahlungskopplung 74
- 4.3 Wellenwiderstand 74
- 4.4 Verlustwiderstände 75
- 4.5 Wirkungsgrad 77
- 4.6 Richtfaktor 77
- 4.7 Gewinn 78
 - 4.7.1 Strahlungsleistungen 83
- 4.8 Wirkfläche 83
- 4.9 Wirksame Länge 84
- 4.10 Verkürzungsfaktor 85
- 4.11 Güte und Bandbreite 86
- 4.12 Richtcharakteristik 88
- 4.13 Richtdiagramm 89
 - 4.13.1 Polar- und Kartesisches Diagramm 89
 - 4.13.2 Horizontal- und Azimutaldiagramm 91
 - 4.13.3 Vertikal- und Elevationsdiagramm 92
 - 4.13.4 E- und H-Ebenen-Diagramm 93
 - 4.13.5 Öffnungswinkel (Halbwertsbreite) 93
 - 4.13.6 Nebenzipfeldämpfung 95
 - 4.13.7 Vor-Rück-Verhältnis 95
- 4.14 Antennenfaktor 96
- 4.15 Antennenrauschtemperatur 97
- 4.16 Kenngrößen von aktiven Antennen 97

5 Leitungen 100

- 5.1 Einführung 100
- 5.2 Leitungseigenschaften 100
 - 5.2.1 Wellenwiderstand 100
 - 5.2.2 Leitermaterial 101
 - 5.2.3 Isolationsmaterial 102
 - 5.2.4 Verkürzungsfaktor 102
 - 5.2.5 Dämpfung 102
- 5.3 Koaxialkabel 103
 - 5.3.1 Technik 104
- 5.4 Eindrahtleitung 106
- 5.5 Zweidrahtleitungen 107
- 5.6 Mehrdrahtleitungen 111
- 5.7 Streifenleitungen 112
- 5.8. Vorgänge auf Leitungen 112
 - 5.8.1 Grundlagen 112
 - 5.8.2. Zusatzverluste durch Fehlanpassung 116
 - 5.8.3 Leitungen als Abstimmelement 119

- 5.9 Messungen an Leitungen 121
- 5.9.2 Ermittlung des Verkürzungsfaktors 123
- 5.9.1 Ermittlung des Wellenwiderstandes 121

6 Anpassungs- und Transformationsglieder 126

- 6.1 Einführung 126
- 6.2 Antennenanpassungen 126
 - 6.2.1 Delta-Anpassung 126
 - 6.2.2 T-Anpassung 127
 - 6.2.3 Gamma-Anpassung 128
 - 6.2.5 Parallel-Anpassung 129
 - 6.2.6 Serien-Anpassung 130
- 6.3 Anpassung mit 2 Reaktanzen 131
 - 6.3.1 L-Glied 131
- 6.4 Anpassung mit 3 Reaktanzen 133
 - 6.4.1 Pi-Glied 133
 - 6.4.2 T-Glied 134
 - 6.4.3 Teilkopplungsanpassung 134
- 6.5 Anpassung mit 4 Reaktanzen 134
 - 6.5.1 Boucherot-Brücke 134
- 6.6 Leitungstransformationen 135
 - 6.6.1 Viertelwellen-Transformator 135
 - 6.6.2 Exponential-Transformator 136
 - 6.6.3 Anpaßleitungen (Stichleitungen) 137
- 6.7 Breitbandübertrager 141

7 Symmetrier- und Sperrglieder 143

- 7.1 Einführung 143
- 7.2 Grundlagen 143
- 7.3 Symmetrierglieder 145
 - 7.3.1 Übertrager 146
 - 7.3.1.1 Resonanz-Balun 146
 - 7.3.1.2 Resonanz-Tuner 146
 - 7.3.1.3 Leitungsübertrager 146
 - 7.3.1.4 Breitbandübertrager 147
 - 7.3.2 Umwegleitungen 148
 - 7.3.2.1 Halbwellen-Umwegleitung 148
 - 7.3.2.2 Reaktiv-Balun 149
 - 7.3.2.3 Phasentransformator 150
 - 7.3.2.4 Carter-Umwegleitung 150
 - 7.3.2.5 Hybrid-Ringe 150
 - 7.3.3 Symmetrierschleifen 150
 - 7.3.3.1 EMI-Schleife 150
 - 7.3.3.2 Pawsey-Schleife 151
 - 7.3.3.3 Breitbandsymmetrierschleife 151
 - 7.3.3.4 Potentialtransformator 151

- 7.3.3.5 Rahmen-Balun 152
- 7.3.3.6 Schlitz-Balun 152
- 7.3.3.7 Offene Symmetrierschleife 152
- 7.3.3.8 Halbschalen-Balun 152
- 7.3.3.9 DJ9HO-Balun 152
- 7.3.3.10 ST-Leitung 153
- 7.3.4 Symmetrierbrücken 153
- 7.3.4.1 Boucherot-Brücke 153
- 7.3.4.2 Alford-Netzwerk 154
- 7.3.5 Symmetriertöpfe 154
- 7.3.5.1 Halbwellen-Symmetriertopf 154
- 7.3.5.2 Gefalteter Balun 154
- 7.3.5.3 Kompensierter Balun 154
- 7.4 Sperrglieder 155
- 7.4.1 Resonanzsperrn 155
- 7.4.1.1 Radials 155
- 7.4.1.2 Viertelwellen-Sperrtopf 155
- 7.4.1.3 Abgestimmter Kreis 156
- 7.4.1.4 Integral-Balun 156
- 7.4.1.5 Offener Sperrtopf 157
- 7.4.2 Breitbandsperrn 157
- 7.4.2.1 Bifilare Spule 157
- 7.4.2.2 Kabeldrossel 157
- 7.4.2.3 Ferritkerndrosseln 158
- 7.4.3 Absorber 159
- 7.4.3.1 Ferritabsorber 159
- 7.4.3.2 Widerstandsabsorber 160
- 7.4.3.3 Stahlwolleabsorber 160
- 7.5 Sonderformen 161
- 7.5.1 Widerstands-Symmetrierung 161
- 7.5.2 X/2-Schaltung 161
- 7.5.3 Feldraum-Symmetrierung 161
- 7.5.4 Resonator-Symmetrierung 161
- 7.5.5 Topfkreis-Symmetrierung 161
- 7.5.6 Tapered Baluns 161
- 7.5.7 Koppler-Balun 161
- 7.5.8 Halbwellen-Sperre 162
- 7.5.9 Faltdipol-Baluns 162
- 7.5.10 Gamma-Anpassung 162
- 7.5.11 Omega-Anpassung 163
- 7.5.12 L-Anpassung 163
- 7.5.13 Kapazitäts-Balun 163

8 Ankopplungen und Anpaßgeräte 166

- 8.1 Ankopplungen 166
- 8.1.1 Allgemeines 166

- 8.1.2 Kapazitive und induktive Kopplung 166
- 8.1.3 Ankopplung angepaßter Speiseleitungen 167
- 8.1.4 Ankopplung abgestimmter Speiseleitungen 169
- 8.1.5 Erdleitungs-Koppler 171
- 8.2 Anpaßgeräte 172
 - 8.2.1 Allgemeines 172
 - 8.2.2 Unsymmetrische Antennenkoppler 172
 - 8.2.2.1 Parallelkreis-Tuner 172
 - 8.2.2.2 Serienkreis-Tuner 173
 - 8.2.2.3 L-Tuner 173
 - 8.2.2.4 Pi-Tuner 175
 - 8.2.2.5 T-Tuner 175
 - 8.2.2.6 Ultimate Transmatch 176
 - 8.2.2.7 SPC-Transmatch 177
 - 8.2.2.8 X-Match 177
 - 8.2.2.9 Z-Match 177
 - 8.2.2.10 Freematch 178
 - 8.2.3 Symmetrische Antennenkoppler 178
 - 8.2.3.1 Symmetrische Resonanz-Tuner 178
 - 8.2.3.2 Symmetrische LC-Tuner 179
 - 8.2.3.3 Unsymmetrische LC-Tuner mit Symmetrierung 180
 - 8.2.4 Automatik-Tuner 181
 - 8.2.4.1 Allgemeines 181
 - 8.2.4.2 Prinzip 181
 - 8.2.4.3 Meßglied 182

9 Horizontale HF-Monobandantennen 185

- 9.1 Halbwellenantennen 185
 - 9.1.1 Halbwellendipol 185
 - 9.1.2 Endgespeiste Halbwellenantennen 192
 - 9.1.2.1 Zeppelin-Antenne 192
 - 9.1.2.2 Fuchs-Antenne 192
 - 9.1.3 Asymmetrisch gespeiste Halbwellenantenne 194
 - 9.1.3.1 Windom-Antenne 194
- 9.2 Mehrwellen-Antennen 195
 - 9.2.1 Ganzwellendipol (I-Dipol) 195
 - 9.2.2 Ganzwellenantenne (I-Antenne) 196
 - 9.2.3 Verlängerter Doppel-Zepp (1,28 I-Dipol) 197
 - 9.2.4 1,5 I-Dipol (3I/2-Dipol) 198
 - 9.2.5 1,5 I-Antenne (3I/2-Antenne) 199
- 9.3 Inverted-V-Dipole 199
 - 9.3.1 Inverted-V-Halbwellen-Dipol 200
- 9.4 Winkeldipole 200
 - 9.4.1 Halbwellen-Winkeldipole 201
 - 9.4.2 Ganzwellen-Winkeldipol 201
- 9.5 Gefaltete Dipole 201

- 9.5.1 Faltdipol 201
- 9.5.2 Doppelfaltdipol 204
- 9.5.3 Mehrfach gefaltete Dipole 205
- 9.6 Schrägantennen (Sloper) 205
 - 9.6.1 Halbwellen-Sloper (Voll-Sloper) 205
 - 9.6.2 Viertelwellen-Sloper (Halb-Sloper) 206
- 9.7 Kurzdipole 206
 - 9.7.1 Verlängerung durch Induktivitäten 207
 - 9.7.2 Verlängerung durch Endkapazitäten 207
 - 9.7.3 Kombinierte Verlängerung 208
- 9.8 Dipol- Sonderformen 208
 - 9.8.1 Landstorfer-Dipol 208
 - 9.8.2 Extended Dipol 208
 - 9.8.3 Extended Schleifendipol 208
 - 9.8.4 Zickzack-Dipol 209
 - 9.8.5 Mäander-Dipol 209
- 9.9 Dipolabstimmung 209

10 Horizontale HF-Multibandantennen 212

- 10.1 L-Antennen 212
 - 10.1.1 Resonante L-Antennen 212
 - 10.1.2 Nichtresonante L-Antennen 212
- 10.2 Symmetrisch gespeiste Multiband-Antennen 213
 - 10.2.1 Resonante Multiband-Dipolantennen 213
 - 10.2.1.1 Multiband-Dipol (Doppel-Zepp) 214
 - 10.2.1.2 Multiband-Winkeldipole 215
 - 10.2.1.3 Angepaßter Multiband-Dipol 216
 - 10.2.2 Nichtresonante Multiband-Dipole 217
 - 10.2.2.1 G5RV-Multibandantenne 217
 - 10.2.2.2 Verlängerter Multiband-Doppelzepp 219
 - 10.2.2.3 $l/3$ -Dipol 220
 - 10.2.2.4 Weitere Multiband-Dipole 220
- 10.3 Asymmetrisch gespeiste Multiband-Antennen 221
 - 10.3.1 Eindrahtgespeiste Multiband-Window 221
 - 10.3.1.1 VS1AA-Antenne 221
 - 10.3.2 Zweidrahtgespeiste Multiband-Window 222
 - 10.3.3 Koaxialgespeiste Multiband-Window 222
 - 10.3.3.1 FD-Antennen 222
 - 10.3.3.2 Doppel-Window 223
 - 10.3.4 Window-Varianten 225
 - 10.3.4.1 Zweifach-Window 225
 - 10.3.4.2 Smithdom-Antennen 226
 - 10.3.5 Stromsummenantenne 227
- 10.4 Endgespeiste Multiband-Antennen 228
 - 10.4.1 Mehrband-Zepp 228
 - 10.4.2 DL7AB-Antenne 228

- 10.5 Mehrfachdipole 229
 - 10.5.1 Offene Mehrfachdipole 229
 - 10.5.2 Gefaltete Mehrbanddipole 231
- 10.6 Sperrkreis-Dipole 232
 - 10.6.1 Sperrkreise 232
 - 10.6.2 Besondere Sperrkreis-Dipole 234
 - 10.6.2.1 W3DZZ-Antenne 234
 - 10.6.2.2 HA5DM-Antenne 237
 - 10.6.2.3 K2GU-Antenne 237
 - 10.6.2.4 W8NX-Antennen 237
 - 10.6.3 Allgemeine Sperrkreis-Dipole 238
 - 10.6.4 Stub-Dipole 239
- 10.7 Mehrbandkurzdipole 241
- 10.8 Mehrband-Slopers 242

11 Langdrahtantennen 246

- 11.1 Resonante Langdrahtantennen 246
 - 11.1.1 Langdrahtantenne 247
 - 11.1.2 V-Antenne 248
 - 11.1.3 Gestockte V-Antenne 249
 - 11.1.4 V-Stern 249
 - 11.1.5 Stumpfwinklige V-Antenne 250
 - 11.1.6 Offene Rhombusantenne 251
 - 11.1.7 Echelon-Antenne 251
 - 11.1.8 K4EF-Antennen 252
- 11.2 Aperiodische Langdrahtantennen 253
 - 11.2.1 Abgeschlossene Langdrahtantenne 254
 - 11.2.2 Beverage-Antenne 255
 - 11.2.3 Abgeschlossene V-Antenne 257
 - 11.2.4 Gestockter V-Beam 258
 - 11.2.5 Abgeschlossene Inverted-V-Antenne 258
 - 11.2.6 Rhombusantenne 259
 - 11.2.7 Sonderformen der Rhombusantenne 262

12 Breitbandantennen 264

- 12.1 Bedämpfte Antennen 264
 - 12.1.1 Dummy Load Antenne 264
 - 12.1.2 TFD- und T2FD-Antenne 265
 - 12.1.3 Bedämpfte Horizontalantennen 267
 - 12.1.4 Bedämpfte Vertikalantennen 268
 - 12.1.5 Belastete kleine Schleifenantenne 269
- 12.2 Formbedingte Breitbandantennen 270
 - 12.2.1 Breitbanddipol 271
 - 12.2.2 Fächerdipol 272
 - 12.2.3 Doppelkegel-Antenne 273
 - 12.2.4 Flächendipol 274

- 12.2.5 Batwing-Antenne 276
- 12.2.6 Herz-Antenne 277
- 12.2.7 Breitbandmonopol 277
- 12.2.8 Reusenantenne 278
- 12.2.9 Diskon-Antenne 278
- 12.2.10 Scimitar-Antenne 281
- 12.3 Schaltungsbedingte Breitbandantennen 282
- 12.3.2 Breitband-Dipole nach W8TV 284

13 Querstrahler 293

- 13.1 Dipollinie (Kollineare Dipole) 2 293
- 13.1.1 Franklin-Antenne 296
- 13.2 Dipolzeile (Parallele Dipole) 296
- 13.2.1 Shirley-Antenne 298
- 13.3 Kombinierte Querstrahler 298
- 13.3.1 Tannenbaumantenne 299
- 13.3.3 Chireix-Mesny-Antenne 299
- 13.3.6 Bisquare-Strahler 301
- 13.3.7 "Lazy-H" (Fauler Heinrich) 302

14 Längsstrahler 307

- 14.1 Bidirektionale Längsstrahler 307
- 14.1.1 Zweielement Paralleldipol 307
- 14.1.2 W8JK-Antenne 308
- 14.1.3 "Lazy Quad" (Faule Quad) 311
- 14.1.4 Mäanderförmige Antenne (von Bell) 311
- 14.2 Unidirektionale Längsstrahler 311
- 14.2.1 ZL-Spezial-Antenne 312
- 14.2.2 HB9CV-Antenne 314
- 14.2.3 Fischgrätenantenne 316
- 14.2.4 Mäanderförmige Antenne (von Standard) 316
- 14.2.5 Mäanderförmige Antenne (von Marconi) 317

15 Große Schleifenantennen (Loops) 318

- 15.1 Resonante Schleifen 318
- 15.1.1 Halbwellenschleife 318
- 15.1.2 Ganzwellenschleifen 318
- 15.2 Horizontale Schleifen 320
- 15.3 Vertikale Schleifen 321
- 15.3.1 Quadrat-Schleife (Quad-Loop) 322
- 15.3.2 Rechteck-Schleife (Oblong) 323
- 15.3.3 Dreieck-Schleife (Delta-Loop) 324
- 15.4 Verkürzte Schleifen 328
- 15.4.1 HB 9-Multiband-Delta-Loop 328

16 Magnetische Antennen 332

- 16.1 Wirkungsweise 332
- 16.2 Praktischer Aufbau 334
- 16.3 Strahlungseigenschaften 338
- 16.4 Vorteile / Nachteile 340
- 16.5 Halbe Magnetische Antenne 340
- 16.6 Magnetische Antennen für VHF 342

17 Aktive Antennen 345

- 17.1 Einführung 345
- 17.2 Grundlagen 345
- 17.3 Anwendungen 347
- 17.4 Bauanleitungen 349
- 17.5 Zusammenfassung 350

18 Mehrelement-HF-Richtantennen (Beams) 352

- 18.1 Yagi-Uda-Antennen 352
 - 18.1.1 Geschichte der Yagi-Uda-Antenne 352
 - 18.1.2 Monoband-Yagis 353
 - 18.1.2.1 Wirkungsweise der Yagi 353
 - 18.1.2.2 Dimensionierung und Optimierung der Yagi 356
 - 18.1.2.3 Aufbau und Speisung der Yagi 358
 - 18.1.3 Multiband-Yagis 359
 - 18.1.3.1 Sperrkreis-Yagis 359
 - 18.1.3.1.1 W3DZZ-Beam 360
 - 18.1.3.1.2 Fritzel-Beam 362
 - 18.1.3.1.3 KLM-Beam 363
 - 18.1.3.2 Multibandkreis-Yagis 364
 - 18.1.3.2.1 G4ZU-Beam 364
 - 18.1.3.2.2 VK2AOU-Beam 367
 - 18.1.3.2.3 DL1FK-Beam 369
 - 18.1.3.2.4 VK2AOU/DJ2UT-Beam 371
 - 18.1.3.2.5 DJ2UT-Beam 372
 - 18.1.3.3 Verschachtelte Yagis 372
 - 18.1.3.3.1 KH6OR-Zweiband-Yagi 372
 - 18.1.3.3.2 W8FYR-Zweiband-Yagi 373
 - 18.1.3.3.3 W4KFC-Zweiband-Yagi 374
 - 18.1.4 Miniatur-Yagis 374
 - 18.1.4.1 VK2ABQ-Beam 374
 - 18.1.4.2 X-Beam 376
 - 18.1.4.3 G3LDO-Beam 377
 - 18.1.4.4 Fritzel-Miniaturbeam 378
 - 18.1.4.5 Sigma-Beam 378
 - 18.1.4.6 Z-Beam 378
 - 18.1.5 Minibeams 379
 - 18.1.5.1 Minibeam 379
 - 18.1.5.2 Butterfly-Beam 380

- 18.1.5.3 VK2ABQ-Minibeam 381
- 18.1.5.4 W1PLH-Minibeam 381
- 18.1.5.5 VK2AOU-Minibeam 382
- 18.1.5.6 Helix-Beam 383
- 18.1.5.7 W8YIN-Minibeam 384
- 18.1.5.8 K6FZ-Minibeam 385
- 18.2 Cubical Quad 385
 - 18.2.1 Geschichte der Cubical-Quad 386
 - 18.2.2 Bauformen der Cubical-Quad 387
 - 18.2.3 Dimensionierung der Cubical-Quad 388
 - 18.2.4 Monoband-Cubical-Quads 390
 - 18.2.4.1 Bird-Cage 390
 - 18.2.4.2 Swiss-Quad 392
 - 18.2.4.3 German-Quad 395
 - 18.2.4.4. UA3IAR-Quad 395
 - 18.2.5 Multiband-Cubical-Quads 396
 - 18.2.5.1 Dreiband-Quads (3-Elemente) 396
 - 18.2.5.1.1 VK2AOU-Quad 396
 - 18.2.5.1.2 W4NNQ-Quad 400
 - 18.2.5.1.3 CQ-PA-Quad 402
 - 18.2.5.1.4 DJ4VM-Quad 405
 - 18.2.5.1.5 DK4NA-Quad 408
 - 18.2.5.1.6 Low-Base-Quad 409
 - 18.2.5.1.7 Verspannte Dreiband-Quad 410
 - 18.2.5.2 Mehrband-Quads (n Elemente) 412
 - 18.2.5.2.1 Dreiband-Quad (4 Elemente) 412
 - 18.2.5.2.2 Dreiband-Quad (3-5 Elemente) 413
 - 18.2.5.2.3 Fünfband-Quad (2 Elemente) 414
 - 18.2.6 Mini-Quads 415
 - 18.2.6.1 G3YDX-Mini-Quad 416
- 18.3 Delta-Loop-Beam 417
 - 18.3.1 Monoband-Delta-Loop 417
 - 18.3.2 Multiband-Delta-Loop 421
 - 18.3.3 Mini-Delta-Loop 422
- 18.4 Ringbeam 423
 - 18.4.1 2-Element-Ringbeam 423
 - 18.4.2 3-Element-Ringbeam 424

19 Vertikale HF-Monobandantennen 428

- 19.1 Allgemeines 428
- 19.2 Strahlungsdiagramme 434
 - 19.2.1 Horizontaldiagramm 435
 - 19.2.2 Vertikaldiagramm 435
 - 19.2.3 Halbwertsbreite 436
- 19.3 HF-Erde 436
 - 19.3.1 Erdboden 436

- 19.3.2 Erdnetz 438
- 19.3.3 Gegengewicht 440
- 19.4 Viertelwellenantennen 441
 - 19.4.1 Marconi-Antenne 441
 - 19.4.2 Koaxial-Monopol 442
 - 19.4.3 Groundplane-Antennen 443
 - 19.4.3.1 Bemessung, Anpassung, Abgleich 444
 - 19.4.3.2 Geerdete Groundplane 446
 - 19.4.3.3 Triple-Leg-Antenne 447
 - 19.4.3.4 Verkürzte Groundplane 447
 - 19.4.3.5 Verlängerte Groundplane 449
 - 19.4.3.6 Mehrleiter-Groundplane 451
- 19.5 Vertikale Halbwellenantennen 452
 - 19.5.1 Vertikaler Halbwellendipol 452
 - 19.5.2 Koaxialantennen 453
 - 19.5.3 Endgespeister vertikaler Halbwellendipol 454
 - 19.5.4 J-Antenne 455
 - 19.5.5 Vertikaler Winkeldipol 456
- 19.6 5l/8-Vertikalantenne 457
- 19.7 Andere Vertikalantennen 458
 - 19.7.1 Geerdete Vertikalantennen 458
 - 19.7.2 Gefaltete Vertikalantennen 459
 - 19.7.3 Gewendelte Vertikalantennen 461
- 19.8 Vertikal polarisierte L- und T-Antennen 461

20 Vertikale HF-Multibandantennen 467

- 20.1 Mehrband-l/4-Antennen 467
 - 20.1.1 Allband-Groundplane 467
 - 20.1.2 Mehrelement-Groundplane 468
 - 20.1.3 Sperrkreis-Groundplane 469
 - 20.1.4 Multibandkreis-Groundplane 470
- 20.2 Mehrband-l/2-Antennen 474
 - 20.2.1 Allband-Vertikaldipol 474
 - 20.2.2 Sperrkreis-Vertikaldipol (endgespeist) 474
- 20.3 Mehrband- Vertikalantennen 475
 - 20.3.1 Dreiband-Vertikalantenne 475
 - 20.3.2 Dreiband-Vertikalantenne nach WB1FSB 476
 - 20.3.3 Dreiband-Vertikalantenne nach LA1EI 477
 - 20.3.4 Dreiband-Vertikalantenne nach OD5CG 477
 - 20.3.5 Vierband-Vertikalantenne nach SP3PK 478
- 20.4 Stub-Monopole 479
- 20.5 Allbandreuse 481
- 20.6 Mehrband-T-Antennen 481
 - 20.6.1 Multee-Antenne 481
 - 20.6.2 Vierband-T-Antenne nach DL2EO 482

21 Vertikale Richtantennen 484

- 21.1 Phasengespeiste Vertikalantennen 484
 - 21.1.1 Allgemeines 484
 - 21.1.2 LF- und MF-Bereich 485
 - 21.1.3 HF-Bereich 486
 - 21.1.4 VHF- und UHF-Bereich 487
- 21.2 Strahlungsgekoppelte Vertikalantennen 488
 - 21.2.1 Allgemeines 488
 - 21.2.2 HF-Bereich 489
 - 21.2.3 VHF- und UHF-Bereich 491
- 21.3 Rechteckantennen 492

22 Sonderformen bei HF 495

- 22.1 CCD-Antenne 495
- 22.2 DDDR-Antennen 496
- 22.3 Drahtpyramide 499
- 22.4 GAP-Antenne 501
- 22.5 Hentenna 502
- 22.6 ISOTRON-Antenne 503
- 22.7 DL7PE-MicroVert 504
- 22.8 Ministrahler 505
- 22.9 Wendeldipol 506

23 Rundstrahlantennen für VHF und UHF 509

- 23.1 Vertikal-polarisierte VHF/UHF-Antennen 509
 - 23.1.1 $l/4$ -Antennen 509
 - 23.1.1.1 Groundplane 509
 - 23.1.2 $l/2$ -Antennen 510
 - 23.1.2.1 Endgespeiste $l/2$ -Antennen 511
 - 23.1.2.1.1 J-Antenne 511
 - 23.1.2.1.2 $l/2$ -Antennen mit Anpaßgliedern 513
 - 23.1.2.2 Mittengespeiste $l/2$ -Antennen 514
 - 23.1.2.2.1 Sperrtopfantenne 514
 - 23.1.2.2.2 $l/2$ -Antennen mit Sperrgliedentkopplung 516
 - 23.1.3 $5l/8$ -Antenne 517
 - 23.1.4 Kollineare Antennen 518
 - 23.1.5 Wendelantennen 519
- 23.2 Horizontal-polarisierte VHF/UHF-Antennen 521
 - 23.2.1 Dipolanordnungen 521
 - 23.2.1.1 Winkeldipol (V-Antenne) 521
 - 23.2.1.2 Knickdipol (U-Antenne) 522
 - 23.2.1.3 Ringdipol (Halo-Antenne) 522
 - 23.2.1.4 Quadratdipol (Squalo-Antenne) 524
 - 23.2.1.5 Dipoldreieck 524
 - 23.2.1.6 Dipolquadrat 524
 - 23.2.1.7 Alford-Loop 525

- 23.2.1.8 Kreuzdipol (Turnstile) 526
- 23.2.2 Schleifenanordnungen 527
 - 23.2.2.1 Ringschleife 528
 - 23.2.2.2 Schleifendreieck 529
 - 23.2.2.3 Schleifenquadrat 529
 - 23.2.2.4 Kleeblattantenne (Cloverleaf) 529
 - 23.2.2.5 Big-Wheel-Antenne 529
 - 23.2.2.6 Malteserkreuzantenne 532
 - 23.2.2.7 Eggbeater-Antenne 533
 - 23.2.2.8 Doppelquad-Rundstrahler 533
- 23.2.3 Schlitzanordnungen 535
 - 23.2.3.1 Rohrschlitzantenne 535
 - 23.2.3.2 Superturnstile-Antenne 537
- 23.3 Zirkular-polarisierte VHF/UHF-Antennen 537
 - 23.3.1 Lindenblad-Antenne 538

24 Richtantennen für VHF und UHF 542

- 24.1 Yagi-Uda-Antennen für VHF / UHF 542
 - 24.1.1 Wirkungsweise und Gewinn von Yagi-Antennen 542
 - 24.1.2 Hinweise zum Selbstbau 545
 - 24.1.3 2-Element-Antenne 549
- 24.2 Kurz-/Lang-Yagi-Antennen 550
 - 24.2.1 Kurz-Yagi-Antennen für 2 m 550
 - 24.2.1.1 3-Element-Yagi-Antennen 551
 - 24.2.1.2 6-Element-Yagi-Antenne 551
 - 24.2.1.3 9-Element-Yagi-Antenne 552
 - 24.2.2 Kurz-Yagi-Antennen für 70 cm 552
 - 24.2.2.1 4-Element-Yagi-Antenne 553
 - 24.2.2.2 6-Element-Yagi-Antenne 553
 - 24.2.3 Lang-Yagi-Antennen für 2 m 553
 - 24.2.3.1 6-Element-Lang-Yagi-Antenne (DL2RSX) 554
 - 24.2.3.2 10-Element-Lang-Yagi-Antenne (OK1DE) 557
 - 24.2.3.3 Lang-Yagi-Serie von DL6WU 558
 - 24.2.3.4 Lang-Yagi-Serie von DK7ZB 560
 - 24.2.4 Lang-Yagi-Antennen für 70 cm 561
 - 24.2.4.1 Lang-Yagi-Serie von DL6WU 562
 - 24.2.4.2 18-Element-Breitband-Lang-Yagi 563
 - 24.2.4.3 Lang-Yagi-Serie von DK7ZB 564
- 24.3 Kreuz-Yagi-Antennen 566
- 24.4 Logarithmisch-periodische Antennen für VHF/UHF 571
- 24.5 HB9CV-Antennen für VHF/UHF 577
 - 24.5.1 HB9CV-Antenne für 2 m 577
 - 24.5.2 HB9CV-Antenne für 70 cm 578
 - 24.5.3 HB9CV-Antenne für 2 m und 70 cm 579
- 24.6 Quad-Antennen für VHF/UHF 580
 - 24.6.1 Mehrelement-Quad-Antennen 580

- 24.6.2 Quagi-Antenne 580
- 24.6.3 X-Quad 581
- 24.7 Delta-Loop-Antennen für VHF/UHF 582
- 24.8 Loop-Yagi-Antennen für VHF/UHF 582
- 24.9 Wendelantennen für VHF/UHF 583
- 24.10 Rhombusantennen für VHF/UHF 587
- 24.10.1 Rhombusantenne für VHF 587
- 24.10.2 Rhombusantenne für UHF 589

25 Gruppenantennen und gestockte Antennen für VHF und UHF 594

- 25.1 Gruppenantennen 594
 - 25.1.1 Speisung von Gruppenantennen 595
 - 25.1.2 Gruppenantennen mit Reflektoren 599
 - 25.1.3 Gruppenantennen mit Reflektorwänden 599
 - 25.1.4 Praxis der Gruppenantennen 600
 - 25.1.4.1 12-Element-Gruppenantenne 600
 - 25.1.4.2 16-Element-Gruppenantenne 601
 - 25.1.4.3 12-Element-Gruppenantenne für 70 cm 603
 - 25.1.4.4 HB9CV-Gruppenantenne 604
 - 25.2 Gestockte Yagi-Antennen 606
 - 25.2.1 Prinzip der Superposition 606
 - 25.2.2 Gruppenbildung mit optimalen Abständen 607
 - 25.2.3 Erregung von Yagi-Gruppen 609
 - 25.2.4 Praxis der Yagi-Gruppenantennen 610
 - 25.2.4.1 Gruppenanordnungen mit der 6-Element-Lang-Yagi nach DL2RSX 610
 - 25.2.4.2 Lang-Yagi-Gruppen für 70 cm 614
 - 25.2.5 Sonderformen gestockter Yagi-Antennen 614
 - 25.2.5.1 Gestockte Yagi-Antenne 6 über 6 nach OH2EW 614
 - 25.2.5.2 Gestockte Kurz-Yagi 4 über 4 615
 - 25.2.5.3 DL7KM-Beam für 2 m 615
 - 25.2.5.4 DL7KM-Beam für 70 cm 618
 - 25.3 Gestockte Quadantenne 618
 - 25.3.1 Cubical Quad für VHF 618
 - 25.3.2 Gestockte Cubical Quad 619
 - 25.3.3 Quad-Gruppe für 2-m 620
 - 25.3.4.1 Hybrid-Doppelquad für 2 m 621
 - 25.3.4.2 Hybrid-Doppelquad für 70 cm 623
 - 25.3.5 Vierfach-Quad nach DH9HO 623
 - 25.3.5.1 DJ9HO-Doppelacht für 2 m 624
 - 25.3.5.2 DJ9HO-Doppelacht für 70 cm 624
 - 25.3.6 4-Quad-Serie 624
 - 25.3.7 Vorhang-Quad-Antenne 625

26 Sonderformen bei VHF- und UHF-Antennen 628

- 26.1 DDDR-Antenne 628
- 26.2 Doppeltgefalteter Monopol 628

- 26.3 Duo-Band-Fensterquad 629
- 26.4 Helikon-Antenne 630
- 26.5 ISOPOLE-Antenne 630
- 25.6 Quagi 631
- 26.7 Ringo Ranger Antenne 631
- 26.8 Yagi-Sonderformen 632
- 26.8.1 Backfire-Antenne 632
- 26.8.2 Short-Backfire-Antenne 633

27 Logarithmisch periodische Antennen 635

- 27.1 Einführung 635
- 27.2 Theoretische Grundlagen der log.-per. Antennen 636
- 27.3 Logarithmisch-periodische Strukturen 638
- 27.4 Logarithmisch-periodische Dipolantenne (LPDA) 640
- 27.5 Logarithmisch-periodische V-Antenne (LPVA) 646
- 27.6 Logarithmisch-periodische Yagi-Antenne (LPYA) 648
- 27.7 Logarithmisch-periodische Monopolantenne (LPMA) 648

28 Amateurfunk-Antennen für den beweglichen Einsatz 652

- 28.1 Mobilantennen 652
- 28.1.1 HF-Mobilantennen 652
- 28.1.1.1 Mechanische Ausführung verkürzter Vertikalantennen 652
- 28.1.1.2 Elektrische Eigenschaften verkürzter Vertikalantennen 653
- 28.1.1.3 Verlängerungsspule für verkürzte Vertikalantennen 655
- 28.1.1.4 Anpassung verkürzter Vertikalantennen 656
- 28.1.1.5 Bemessungsangaben für verkürzte Vertikalantennen 658
- 28.1.1.6 Verkürzte Vertikalantennen mit verteilter Induktivität 659
- 28.1.2 VHF/UHF-Mobilantennen 661
- 28.2 Portabelantennen 662
- 28.2.1 HF-Portabelantennen 662
- 28.2.2 VHF/UHF-Portabelantennen 664
- 28.3 Fuchsjagdantennen 665
- 28.3.1 Peilantennen für 80 m 665
- 28.3.2 Peilantennen für 2 m 668
- 28.4 Marineantennen 670
- 28.4.1 Einführung 670
- 28.4.2 Boots-Antennen 671

29 Antennen für den Hörfunk- und Fernsehempfang 674

- 29.1 Wellenausbreitung in den Bereichen des AM-Hörfunks 674
- 29.1.1 Ausbreitungseigenschaften der Langwellen 674
- 29.1.2 Ausbreitungseigenschaften der Mittelwellen 675
- 29.1.3 Ausbreitungseigenschaften der Kurzwellen 675
- 29.2 Empfangsantennen für Lang-, Mittel- und Kurzwelle 675
- 29.2.1 AM-LMK-Antenne 675
- 29.2.2 Mittel- und Langwellen-Empfangsantennen 676

- 29.2.2.1 L- und T-Antennen 676
- 29.2.2.2 Langdrahtantenne 677
- 29.2.2.3 Ferritstabantenne 678
- 29.2.3 Kurzwellen-Empfangsantennen 678
 - 29.2.3.1 SWL-Fächerantennen 679
 - 29.2.3.2 Breitband-Empfangsantennen 679
 - 29.2.3.3 SWL-Sperrkreisantennen 680
 - 29.2.3.4 SWL- Sloperantennen 681
 - 29.2.3.5 SWL-Window-Antenne 681
 - 29.2.3.6 SWL-Spezialdipol 681
- 29.3 UKW-Empfangsantennen 682
 - 29.3.1 FM-Rundempfangsantennen 682
 - 29.3.2 FM-Richtempfangs-Antennen 682
 - 29.3.2.1 1-Element-Antenne 682
 - 29.3.2.2 2-Element-Antenne 683
 - 29.3.2.3 3-Element-Yagi-Antenne 683
- 29.4 VHF-Fernseh-Empfangsantennen 683
 - 29.4.1 VHF-Fernseh-Yagi-Antennen 684
 - 29.4.1.1 4-Element-Yagi-Antenne 684
 - 29.4.1.2 6-Element-Yagi-Antenne 685
 - 29.4.1.3 8-Element-Yagi-Antenne 685
 - 29.4.1.4 9-Element-Yagi-Antenne 686
 - 29.4.2 VHF-Fernseh-Gruppenantennen 686
 - 29.4.3 Gestockte VHF-Fernseh-Yagi-Antennen 688
- 29.5 UHF-Fernseh-Empfangsantennen 690
 - 29.5.1 UHF-Fernseh-Yagi-Antennen 690
 - 29.5.2 UHF-Fernseh-Reflektorwand-Antenne 690
 - 29.5.3 UHF-Fernseh-Winkelreflektorantenne 692
 - 29.5.4 Logarithmisch-periodische UHF-Fernsehantenne 692
- 29.6 Sonstige Bauformen von Empfangsantennen 693
 - 29.6.1 Autoradio-Antennen 693
 - 29.6.2 Mobilantennen 694
 - 29.6.3 Zimmerantennen 695
- 29.7 Satelliten-Empfangsantennen 695
 - 29.7.1 Einführung 695
 - 29.7.2 Satelliten 696
 - 29.7.3 Antennen 698
 - 29.7.3.1 Antennentypen 698
 - 29.7.4 Ausrichtung der Satellitenantenne 700
 - 29.7.5 Zusatz 701

30 Antenneninformationen 703

- 30.1 HF-Antennen 703
 - 30.1.1 Übersicht über HF-Antennen 703
 - 30.1.2 Die beste Antenne für DX 705
 - 30.1.3 Aussagekraft von Gewinnangaben bei HF-Antennen 706

- 30.1.4 Betrachtungen zu HF- Drehrichtrahlern 707
- 30.1.5 Kurzwellen-Ausbreitung 709
- 30.1.6 HF-Antennen und ihre Umgebung 713
- 30.1.7 Bezugsantennen für HF 714
- 30.2 VHF/UHF-Antennen 714
- 30.2.1 Polarisation der VHF/UHF-Antennen 715
- 30.2.2 Hinweise für den Aufbau und Einsatz von VHF/UHF-Antennen 716
- 30.2.3 Zweckmäßige Auswahl einer VHF/UHF-Antenne 716
- 30.2.4 Die Wahrheit über VHF/UHF-Antennen 717
- 30.2.5 VHF/UHF-Antennen und ihre Umgebung 718
- 30.2.6 Bezugsantennen für VHF/UHF 719

31 Antennenmeßgeräte, Messungen, Meßzubehör 723

- 31.1 Antennenmeßgeräte 723
- 31.1.1 Strommesser 723
- 31.1.2 Spannungsmesser 725
- 31.1.3 Leistungsmesser 726
- 31.1.3.1 Abschlußleistungsmesser 726
- 31.1.3.2 Endleistungsmesser 727
- 31.1.3.3 Durchgangsleistungsmesser 727
- 31.1.4 Resonanzprüfer (Dip-Meter) 727
- 31.1.4.1 Einröhrenschaltungen 728
- 31.1.4.2 Grid-Dip-Meter für VHF/UHF 730
- 31.1.4.3 Kombinierte Grid-Dip-Meter 730
- 31.1.4.4 Transistor-/FET-Dip-Meter 732
- 31.1.5 Stehwellenmesser 732
- 31.1.5.1 Reflektometer 733
- 31.1.5.2 Reflektometer-Ausführungen 735
- 31.1.5.3 Twin-Lamp-Indikator 737
- 31.1.5.4 VSWR-Brücken 738
- 31.1.6 Impedanzmesser 741
- 31.1.6.1 Antennenmeßbrücken 741
- 31.1.6.2 Rauschbrücken 743
- 31.1.7 Meßleitung 745
- 31.1.8 Analysatoren 746
- 31.1.9 Feldstärkemesser 746
- 31.2 Messungen 748
- 31.2.1 Resonanzmessung 748
- 31.2.2 Anpassungsmessung 749
- 31.2.3 Eingangswiderstandsmessung 750
- 31.2.4 Leitungsmessung 752
- 31.2.5 Gewinnmessung 753
- 31.2.5.1 Vergleichsgewinn-Messung 754
- 31.2.5.2 Absolutgewinn-Messung 754
- 31.2.6 Modellmessung 756
- 31.3 Meßzubehör 757

- 31.3.1 Dämpfungsglieder (Eichleitungen) 757
- 31.3.2 Anpaßglieder 760
- 31.3.3 Signalverteiler / Signalsummierer 761
 - 31.3.3.1 Resistive Verteiler 761
 - 31.3.3.2 Reaktive Verteiler 762

32 Symbolische Methode und Kreisdiagramme 768

- 32.1 Komplexe Darstellung von Wechselgrößen 768
 - 32.1.1 Zeitlicher Verlauf einer harmonischen Wechselgröße 768
 - 32.1.2 Komplexe Zahlen 768
 - 32.1.2.1 Gaußsche Zahlenebene 769
 - 32.1.2.2 Darstellung komplexer Zahlen 769
 - 32.1.3 Komplexe Darstellung sinusförmiger Wechselgrößen 770
 - 32.1.4 Komplexer Widerstand 771
- 32.2 Ortskurven 772
- 32.3 Kreisdiagramme 772
 - 32.3.1 Buschbeck-Diagramm 773
 - 32.3.2 Smith-Diagramm 774
 - 32.3.3 Carter-Diagramm 775
- 32.4 Arbeiten mit dem Smith-Diagramm 776
 - 32.4.1 Normierung und Dehnung 776
 - 32.4.2 Umwandlung von Widerständen in Leitwerte 777
 - 32.4.3 Widerstandstransformationen 779
 - 32.4.3.1 Reihenschaltung von Widerständen 779
 - 32.4.3.2 Parallelschaltung von Widerständen 780
 - 32.4.3.3 Reihen-/Parallelschaltung von Widerständen 782
 - 32.4.4 Leitungstransformation 783
 - 32.4.4.1 Reflexionsfaktor und Welligkeit 783
 - 32.4.4.2 Eingangswiderstand einer Leitung 785

33 Praktischer Antennenbau 787

- 33.1 Werkstoffe 787
- 33.2 Korrosion 788
 - 33.2.1 Allgemein 788
 - 33.2.2 Korrosionsschutz 789
- 33.3 Antennenmaterial 789
 - 33.3.1 Antennenleiter 789
 - 33.3.1.1 Antennendrähte/-litzen 789
 - 33.3.1.2 Antennenrohre 791
 - 33.3.2 Abspannseile 791
 - 33.3.2.1 Drahtseile 791
 - 33.3.2.2 Kunststoffseile 791
 - 33.3.3 Belastbarkeit 793
 - 33.3.4 Abspannzubehör 793
- 33.5 Rotoren 795
- 33.6 Verbindungen 795

- 33.6.1 Verbinder 795
- 33.6.2 Koaxial-Steckverbinder 796
 - 33.6.2.1 Allgemein 796
 - 33.6.2.2 Steckertypen 797
- 33.7 Antennenaufbau 798
- 33.8. Antennenvorschriften 799
- 33.9. Errichtung von Antennen 801
 - 33.9.1. Genehmigungen 801
 - 33.9.2 Antrag zur Errichtung einer Außenantenne 803
 - 33.9.3 Antennenvertrag 804
 - 33.9.4 Versicherung 805

34 Blitzschutz, Erdung und Überspannungsschutz 810

- 34.1 Einführung 810
- 34.2 Begriffe 811
 - 34.2.1 Begriffe - Blitz 811
 - 34.2.2 Begriffe - Erdung / Korrosion 811
 - 34.2.3 Begriffe - Ableiter / Überspannung 813
- 34.3 Grundlagen 814
 - 34.3.1 Blitz 814
 - 34.3.1.1 Entstehung 814
 - 34.3.1.2 Wirkungen und Schäden 814
 - 34.3.2 Erdung 815
 - 34.3.2.1 Werkstoffe 815
 - 34.3.2.2 Korrosion 815
 - 34.3.2.3 Erdungsmessung 816
 - 34.3.3 Ableiter 819
 - 34.3.3.1 Funkenstrecken 819
 - 34.3.3.2 Gasentladungsableiter 819
 - 34.3.3.3 Varistoren 820
 - 34.3.3.4 Dioden 820
- 34.4 Anwendungen 821
 - 34.4.1 Blitz- und Überspannungsschutz bei Antennenanlagen 821
- 34.5 Bestimmungen 823

35 Sonderantennen 827

- 35.1 Stationäre Sonderantennen 827
 - 35.1.1 Rundfunk-Sendebereiche 827
 - 35.1.1.1 LW- und MW-Sendeantennen 827
 - 35.1.1.2 Kurzwellen-Sendeantennen 828
 - 35.1.1.3 UKW- und TV-Sendeantennen 830
 - 35.1.2 Mobilfunk-Basisstationsantennen 832
 - 35.1.3 Richtfunkantennen 834
 - 35.1.4 Radarantennen 837
- 35.2. Mobile Sonderantennen 838
 - 35.2.1 Mobilfunk 838

- 35.2.1.1 Auto-Funkantennen 840
- 35.2.2 Seefunk 842
- 35.2.2.1 Schiffs-Kommunikationsantennen 842
- 35.2.3 Flugfunk 844
- 35.2.3.1 Flug-Kommunikationsantennen 845
- 35.2.3.2 Flug-Navigationsantennen 845
- 35.2.3.3 Flug-Identifikationsantennen 846

36 Mikrowellen-Antennen 848

- 36.1 Yagi-Antennen 848
- 36.1.1 2-Element-Yagis für 23 und 13 cm 848
- 36.1.2 4-Element-Yagi für 23 cm 848
- 36.2 Loop-Yagis 849
- 36.2.1 Loop-Yagi für 23 cm 849
- 36.2.2 Loop-Yagi für 13 cm 850
- 36.3 Quadantennen 850
- 36.3.1 Doppelquad 850
- 36.3.1.1 DJ9HO-Doppelquad für 23 cm 850
- 36.3.1.2 DJ9HO-Doppelquad für 13 cm 851
- 36.3.2 Vierfachquad 851
- 36.3.2.1 DJ9HO-Doppelacht für 23 cm 851
- 36.3.2.2 DJ9HO-Doppelacht für 13 cm 851
- 36.4 Gruppenantennen 851
- 36.4.1 6-Element-Gruppe für 23 cm 852
- 36.4.2 6-Element-Gruppe für 13 cm 852
- 36.4.3 40-Element-Gruppe für 23 cm 852
- 36.5 Wendelantennen 853
- 36.5.1 Wendelantenne für 23 cm 853
- 36.5.2 Quadrifilar-Helixantenne 854
- 36.6.1 Ebener Reflektor 855
- 36.6.2 Reflektorwand-Antenne 857
- 36.6.3 Winkelreflektor-Antenne 858
- 36.6.4 Parabolantenne 859
- 36.6.5 Erreger 860
- 36.7 Schlitzantennen 861
- 36.7.1 Ebene Schlitzantenne 861
- 36.7.2 Rohrschlitzantenne 861
- 36.7.3 Skelettschlitzantenne 862

37 Antennenzubehör 865

- 37.1 Abschlußwiderstände 865
- 37.1.1 Lampen 865
- 37.1.2 Widerstände 865
- 37.2 Antennenschalter 866
- 37.2.1 Koaxialschalter 866
- 37.2.2 Koaxialrelais 866

- 37.2.3 Halbleiterschalter 867
- 37.3 Antennenvorverstärker 868
 - 37.3.1 Einleitung 868
 - 37.3.2 Begriffe 868
 - 37.3.2.1 Rauschen 868
 - 37.3.2.2 Intermodulation 869
 - 37.3.2.3 Intercept-Punkt 870
 - 37.3.2.4 1-dB-Kompressionspunkt 871
 - 37.3.2.5 Dynamikbereich 871
 - 37.3.3 Systemdaten von Empfangsanlagen 871
 - 37.3.3.1 KW-Anlage 872
 - 37.3.3.2 UKW-Anlage 872
 - 37.3.4 Bauanleitung 873
- 37.4 Antennenweichen 874
 - 37.4.1 Frequenzweichen 874
 - 37.4.1.1 Diplexer 874
 - 37.4.2 Kanalweichen 875
 - 37.4.2.1 Duplexer 875

38 EMV 878

- 38.1 Begriffsdefinitionen 878
- 38.2 Kopplung und Messung 879
- 38.3 EMV-Antennen 880
- 38.4 EMV-Vorschriften 880
- 38.5 Störungen 884
- 38.6 Filter 885
 - 38.6.1 Tiefpaß 885
 - 38.6.2 Hochpaß 886
 - 38.6.3 Bandpaß 887
 - 38.6.4 Bandsperre 887
- 38.7 Entstörmittel für Amateursender 888
 - 38.7.1 Tiefpaßfilter für QRP-Sender 889
 - 38.7.2 Zweifachtiefpaßfilter 889
 - 38.7.3 Dreifachtiefpaßfilter 890
 - 38.7.4 Mantelwellensperre 891
 - 38.7.5 Tiefpaßfilter für VHF-Sender 891
- 38.8 Entstörmittel für Geräte der Unterhaltungselektronik 894
 - 38.8.1 Tiefpaßfilter (LW/MW) 894
 - 38.8.2 Hochpaßfilter 894
 - 38.8.3 RF-Trenntransformator 895
 - 38.8.4 RF-Stichleitung 896
 - 38.8.5 RF-Notchfilter 897
 - 38.8.6 Andere Entstörmittel 897
 - 38.8.6.1 Netzdrossel 898
 - 38.8.6.2 Lautsprecherdrossel 898
 - 38.8.6.3 Entstörglieder 898

38.8.7 Ferrite 899

39 EMVU 901

- 39.1 Elektromagnetische Strahlung 901
 - 39.1.1 Einführung 901
 - 39.1.2 Begriffe 902
 - 39.1.4 Grenzwerte und Mindestabstände 905
 - 39.1.5 Zusammenfassung 907
- 39.2 Messung der elektromagnetischen Strahlung 908
 - 39.2.1 Fernfeldmessung 908
 - 39.2.1.1 Feldstärkemesser 909
 - 39.2.1.2 Meßantennen 910
 - 39.2.2 Nahfeldmessung 910
 - 39.2.2.1 Nahfeldstärkemesser 911
 - 39.2.3 Strahlungsmesser 912
- 39.3 Hinweise für Messung und Berechnung 913
 - 39.3.1 Praktische Hinweise für die Messung 913
 - 39.3.2 Praktische Hinweise für die Berechnung 913
 - 39.3.2.1 EIRP-Berechnung 914
 - 39.3.2.2 Feldstärkegrenzwerte 914
 - 39.3.2.3 Ermittlung des Sicherheitsabstandes 915
 - 39.3.2.4 Berücksichtigung der Betriebsarten 916
 - 39.3.2.5 Berücksichtigung der Winkeldämpfung 917
 - 39.4 Normung 918
 - 39.4.1 Organisationen 918
 - 39.4.2 Vorschriften 918

40 Programme (Software) 922

- 40.1 Allgemeines 922
- 40.2 Antennenprogramme 923
 - 40.2.1 CCIR-Antennenprogramme 923
 - 40.2.2 MININEC-Antennenprogramme 924
 - 40.2.3 Andere Antennenprogramme 930
- 40.3 Ausbreitungsprogramme 933
- 40.4 EMVU-Programme 938

41 Literaturverzeichnis 943

- 41.1 Allgemeines 943
- 41.2 Antennenbücher 943
- 41.3 Antennenberichte 951
- 41.4 Fachzeitschriften 954
- 41.5 Klubzeitschriften (Amateurfunk) 957

42 Anhang 958

- 42.1 Frequenzübersicht 958

42.2	Kanalübersicht	961
42.3	Antennenlängen	964
42.4	Koaxialkabel	966
42.5	Einheiten	968
42.6	Umrechnungen	970
42.7	Diagramme	976
42.8	UK-/US-Tabellen	981
42.9	Abkürzungen	984

Schlagwortverzeichnis 985