

# Inhalt

Materialien zum Buch .....	21
Vorwort .....	23
Geleitwort des DARC e. V.: Eine faszinierende Welt – der Amateurfunk .....	27

## 1 Erlebnis Amateurfunk

	29
<b>1.1 Amateurfunk, Freenet, PMR und CB-Funk .....</b>	29
<b>1.2 Funken? .....</b>	30
<b>1.3 Funkern zugehört .....</b>	31
1.3.1 Buchstabieren .....	32
1.3.2 Q-Gruppen .....	34
1.3.3 Weitere betriebliche Abkürzungen .....	38
1.3.4 Rufzeichen .....	39
1.3.5 Was hört man? .....	39
<b>1.4 Funkübertragung .....</b>	40
<b>1.5 Amateurfunk mithören .....</b>	44
1.5.1 SDR-Empfang per Internet .....	44
1.5.2 SDR-Empfänger am PC .....	49
1.5.3 Klassische Empfangsgeräte .....	50
1.5.4 Bausätze .....	51
1.5.5 Antennen für den Empfang .....	51
<b>1.6 Funkamateure persönlich kennenlernen .....</b>	54
<b>1.7 Technik als Erlebnis .....</b>	56

## TEIL I Amateurfunktechnik

## 2 Fachrechnen

	59
<b>2.1 Basisgrößen des SI-Einheitensystems .....</b>	59
<b>2.2 Dezibelrechnung für Verstärkung und Dämpfung (Leistung) .....</b>	66
2.2.1 Berechnung des Leistungs- oder Dämpfungsfaktors .....	68
2.2.2 Berechnung der Verstärkung in dB aus dem Leistungsfaktor .....	69
2.2.3 Wichtige dB- und Leistungsfaktorwerte .....	69

<b>2.3</b>	<b>Rechnen mit Dezibelwerten .....</b>	70
<b>2.4</b>	<b>Dezibelrechnung für Verstärkung und Dämpfung (Spannung) .....</b>	71
2.4.1	Wichtige dB- und Spannungsfaktorwerte .....	71
<b>2.5</b>	<b>Dezibelrechnung: Leistungspegel .....</b>	73
2.5.1	Wichtige Leistungspegel .....	73
<b>2.6</b>	<b>Dezibelrechnung: Spannungspegel .....</b>	74
<b>2.7</b>	<b>S-Meter und dB .....</b>	75
<b>2.8</b>	<b>Zahlensysteme .....</b>	78
2.8.1	Umrechnen von Dualzahlen .....	78
2.8.2	Umrechnen von Hexadezimalzahlen .....	80

---

### **3 Bauteilkunde**

---

<b>4</b>	<b>Physikalische Grundlagen</b>	89
<b>4.1</b>	<b>Der Stromkreis .....</b>	89
4.1.1	Schaltelelemente und Schaltzeichen im Stromkreis .....	90
4.1.2	Schalter und Taster .....	91
4.1.3	Relais .....	93
4.1.4	Der Kurzschluss – Supergau im Stromkreis .....	94
4.1.5	Die Sicherungen .....	95
<b>4.2</b>	<b>Spannung als Ursache .....</b>	99
<b>4.3</b>	<b>Strom .....</b>	102
<b>4.4</b>	<b>Ladungsmenge .....</b>	104
<b>4.5</b>	<b>Stromleitverhalten verschiedener Stoffe .....</b>	105
4.5.1	Leiter .....	105
4.5.2	Halbleiter .....	106
4.5.3	Nichtleiter, Isolatoren .....	109
4.5.4	Zusammenfassung .....	110
<b>4.6</b>	<b>Spezifischer Widerstand und Leitfähigkeit .....</b>	112

<b>5</b>	<b>Die Welt der Widerstände</b>	115
5.1	Schaltzeichen .....	116
5.2	Widerstände als Bauelement .....	117
5.2.1	Bauausführungen von Widerständen .....	117
5.2.2	Wertangaben für SMD-Widerstände .....	120
5.2.3	Manuell veränderbare Widerstände .....	123
5.2.4	Widerstandsreihen .....	125
5.3	Berechnung von Widerständen, Spannung, Strom, Leistung .....	126
5.3.1	Widerstandsberechnungen im Detail (Strom und Spannung) .....	127
5.3.2	Widerstandsberechnungen und Leistung .....	128
5.4	Innenwiderstand von Strom- und Spannungsquellen .....	131
5.5	Leistungsanpassung .....	132
5.6	Serienschaltung (Reihenschaltung) von Widerständen, Spannungsteiler .....	132
5.7	Parallelschaltung von Widerständen (verzweigter Stromkreis) .....	134
5.8	Gemischte Schaltung von Widerständen .....	137
5.8.1	Berechnungen mit variablen Widerständen .....	139
5.8.2	Gemischte Schaltung: Symmetrisches Dämpfungsglied .....	140
5.9	Experimentieren und simulieren .....	142
5.9.1	Steckplatine .....	143
5.9.2	Aufbau des Stromkreises und Experimente mit Widerständen .....	143
5.9.3	Simulation am Rechner .....	147
<b>6</b>	<b>Elektrische Leistung</b>	151
6.1	Wirkungsgrad .....	152
6.2	Elektrische Arbeit .....	153
<b>7</b>	<b>Wechselstrom/Signale</b>	155
7.1	Schwingungsformen .....	160
7.2	Berechnung der Frequenz .....	162

<b>7.3</b>	<b>Berechnung der Periodendauer</b>	162
<b>7.4</b>	<b>Berechnung der Frequenz aus der Periodendauer</b>	163
<b>7.5</b>	<b>Berechnung der Wellenlänge</b>	164
<b>7.6</b>	<b>Berechnung des Effektivwerts</b>	166
<b>7.7</b>	<b>Spannungsmessung mit dem Oszilloskop</b>	167
<b>7.8</b>	<b>Zeigerdarstellung sinusförmiger Signale</b>	167
<b>7.9</b>	<b>Phasendifferenzen</b>	168
<b>7.10</b>	<b>Nichtsinusförmige Signale</b>	169

---

## **8 Das elektrische Feld (elektrostatische Feld)**

---

<b>8.1</b>	<b>Das elektrische Feld als Bauelement: Der Kondensator</b>	180
8.1.1	Vom Dielektrikum zum Bauelement	180
8.1.2	Zusammenschaltung von Kondensatoren	191
8.1.3	Ladung und Entladung eines Kondensators im Gleichspannungskreis	194

---

## **9 Magnetisches Feld und Induktivitäten**

---

<b>9.1</b>	<b>Das magnetische Feld</b>	197
9.1.1	Der Skin-Effekt und Wirbelströme	198
<b>9.2</b>	<b>Induktivität (Spulen und Transformatoren)</b>	199
<b>9.3</b>	<b>Schaltzeichen für Induktivitäten</b>	200
<b>9.4</b>	<b>Induktivitäten selbst bauen</b>	200
<b>9.5</b>	<b>Induktivitäten (Bauelemente)</b>	201
<b>9.6</b>	<b>Grundlagen der Induktivität</b>	206
<b>9.7</b>	<b>Eigenschaften von Induktivitäten</b>	207
9.7.1	Experimente	207
<b>9.8</b>	<b>Vertiefung mit Berechnungen</b>	208
9.8.1	Spulenberechnungen	208
9.8.2	Die magnetische Feldstärke	211
9.8.3	Magnetische Flussdichte	213

<b>9.9</b>	<b>Zusammenschaltung von Induktivitäten</b>	214
<b>9.10</b>	<b>Die Spule im Gleichstromkreis</b>	214
<b>9.11</b>	<b>Transformatoren und Übertrager</b>	216
9.11.1	Allgemeines zu Transformatoren und Übertragern	217
9.11.2	Verhältnis von Spannungen zu Windungszahlen	221
9.11.3	Verhältnis von Strömen zu Windungszahlen	222
9.11.4	Stromdichte bei Transformatorenwicklungen	223
9.11.5	Übertrager, Impedanzen und die Übersetzung von Widerstandsverhältnissen	224
9.11.6	Balun – balanced-unbalanced	226

---

<b>10</b>	<b>R, C und L im Wechselstromkreis</b>	229
<b>10.1</b>	<b>Ohmscher Widerstand</b>	229
<b>10.2</b>	<b>Kondensator im Wechselstromkreis</b>	230
10.2.1	Kondensatorverluste, Verlustwiderstand, Auswahl des Dielektrikums	232
<b>10.3</b>	<b>Induktivität einer Spule</b>	233
10.3.1	Spulenverluste, Güte	235
10.3.2	Induktivitäten in Schaltungen und Geräten	235
<b>10.4</b>	<b>Zusammenfassung</b>	235
10.4.1	Experimente	236
<b>10.5</b>	<b>Reihenschaltung von Kondensator und Widerstand</b>	237
<b>10.6</b>	<b>Reihenschaltung von Spule und Widerstand</b>	237
<b>10.7</b>	<b>Tief- und Hochpassfilter für den Audiobereich</b>	237
10.7.1	Tief- und Hochpassfilter aus R und C oder L berechnen	238
10.7.2	Ermitteln der Spannungsverhältnisse	240
<b>10.8</b>	<b>Schwingkreise mit Spulen und Kondensatoren</b>	240
10.8.1	Schwingung im LC-Kreis	241
10.8.2	Schwingungsarten	242
10.8.3	Der Reihenschwingkreis	243
10.8.4	Parallelschwingkreis	246
10.8.5	Die Resonanzfrequenz von Schwingkreisen	247
10.8.6	Frequenzändernde Eingriffe am Schwingkreis	249
10.8.7	Bandbreite und Güte von Schwingkreisen	250

<b>10.9 Bandfilter</b> .....	257
10.9.1 Schwingquarze als Bandfilter .....	260
10.9.2 Hoch- und Tiefpassfilter mit Spule und Kondensator .....	261
<b>10.10 Probleme in Hochfrequenzschaltungen</b> .....	265
10.10.1 Experimente .....	265

---

## **11 Die Halbleiterdiode** 267

<b>11.1 Schaltzeichen</b> .....	267
<b>11.2 Dioden (Bauelemente)</b> .....	267
<b>11.3 Diodentypen und Eigenschaften</b> .....	270
<b>11.4 Spannungsabfall an Dioden</b> .....	272
11.4.1 Experiment: Messung des Spannungsabfalls an einer Siliziumdiode 1N4001 .....	272
<b>11.5 Dioden in Schaltungen</b> .....	274
11.5.1 LED mit Vorschaltwiderstand .....	274
11.5.2 Z-Diode zur Spannungsstabilisierung .....	275
11.5.3 Kapazitätsdiode .....	277
11.5.4 Spannungsbegrenzer mit antiparallelen Dioden .....	277
11.5.5 Entkopplung von Spannungsquellen .....	278

---

## **12 Der Transistor und seine Grundschaltungen** 281

<b>12.1 Schaltzeichen</b> .....	281
<b>12.2 Transistoren (Bauelemente)</b> .....	282
12.2.1 Aufbau und Funktion von bipolaren Transistoren .....	283
12.2.2 Aufbau und Funktion von Feldeffekttransistoren .....	300
<b>12.3 Integrierte Schaltkreise</b> .....	306
12.3.1 Analoge ICs: Der Operationsverstärker .....	307
12.3.2 Monolithic Microwave Integrated Circuit (MMIC) .....	312
12.3.3 Digitale ICs: Logische Schaltungen .....	312

## 14 Schaltungskunde: Stromversorgung

14.1 Schaltnetzteil vs. klassische Längsregelung .....	323
14.2 Berechnung einfacher Versorgungsschaltungen .....	323
14.3 Gleichrichtung .....	324
14.4 Gleichspannungsrückgewinnung bzw. Spannungsvervielfacher .....	329
14.5 Spannungsglättung .....	331
14.6 Spannungsregelung .....	333
14.7 Spannungsregelung mit Festspannungsreglern .....	335
14.8 Die Funktionsweise von Schaltnetzteilen .....	337
14.9 Rückwirkungen in das Stromnetz, Störungen .....	338
14.10 Hochspannungsgleichrichter .....	338
14.11 Fernspeisung, BIAS-T .....	339

## 15 Grundlagen der elektronischen Schwingungserzeugung

15.1 Oszillator (Schwingungserzeuger) .....	341
15.1.1 Rückkopplung als Grundlage der Schwingungserzeugung .....	342
15.1.2 Der richtige Messpunkt an Oszillatoren .....	347
15.1.3 Zusammenfassung zu Oszillatoren .....	347
15.2 Phasenregelkreise (PLL) .....	348
15.2.1 Der Phasenvergleicher ? .....	349
15.2.2 Der Teiler .....	350
15.2.3 Der VCO .....	350
15.2.4 Der Tiefpassfilter .....	351
15.3 Direkte digitale Synthese (DDS) .....	351

## 16 Sende- und Empfangstechnik

353

<b>16.1 Sendearten, Modulation</b> .....	353
16.1.1 Sendearten und deren Kennzeichnung .....	354
16.1.2 Eigenschaften verschiedener Modulationsarten .....	355
16.1.3 Intermodulation und Kreuzmodulation .....	366
16.1.4 Vertiefung zu Modulationsarten .....	367
16.1.5 Praktische Darstellung von modulierten Signalen .....	368
16.1.6 Morsetelegrafie (CW) .....	369
<b>16.2 Betriebsarten</b> .....	370
16.2.1 Richtungsangaben in der Kommunikation .....	370
16.2.2 Übersicht der Betriebsarten im Amateurfunk .....	371
<b>16.3 Modulator und Demodulator</b> .....	380
16.3.1 Amplitudenmodulation (AM) .....	380
16.3.2 Einseitenband, Single Sideband (SSB) .....	384
16.3.3 Frequenzmodulation (FM) .....	388
16.3.4 Phasenmodulator .....	393
<b>16.4 Die Arbeit mit Blockschaltbildern</b> .....	394
<b>16.5 Die Arbeitsweise von Empfängern</b> .....	396
16.5.1 Digitale Signalverarbeitung in Empfängern und Sendern .....	414
16.5.2 Die Bedienung von Empfängern, Sendern und Funkgeräten .....	415
<b>16.6 Sendetechnik</b> .....	424
16.6.1 Einzelne Senderbaugruppen .....	424
16.6.2 Transverter (»Nachsetzer«) .....	430
16.6.3 (Leistungs-)Verstärker in Sendern .....	431
16.6.4 Details zum SSB-Sender .....	436
16.6.5 Details zum VHF-FM-Sender .....	439
16.6.6 Senderschaltungen mit Transistoren .....	439
16.6.7 Senderschaltungen mit Röhren .....	442
16.6.8 Leistungsmessung .....	444
16.6.9 Leistungsangaben .....	444
<b>16.7 Unerwünschte Aussendungen vermindern</b> .....	445

## 17 Digitale Sende- und Empfangstechnik

449

<b>17.1 Die digitale Darstellung von Signalen</b> .....	449
17.1.1 Digitalisierung analoger Signale .....	449
17.1.2 Analog-Digital-Wandlung .....	452

17.1.3	Digital-Analog-Wandlung .....	454
17.1.4	Über- und Unterabtastung .....	455
<b>17.2</b>	<b>Digitale Signalverarbeitung .....</b>	<b>455</b>
17.2.1	Signale im Zeit- und Frequenzbereich, Spektrum und Wasserfalldiagramm .....	455
17.2.2	Elemente digitaler Signalverarbeitung .....	458
<b>17.3</b>	<b>Die Codierung digitaler Signale (Quellencodierung) .....</b>	<b>462</b>
<b>17.4</b>	<b>Funkübertragung digitaler Signale .....</b>	<b>464</b>
17.4.1	Funkkanäle, Kanalkapazität .....	465
17.4.2	Kanalcodierung .....	468
<b>17.5</b>	<b>Digitale Funkübertragungsverfahren .....</b>	<b>474</b>
17.5.1	Digitale Modulationsverfahren .....	474
17.5.2	Digitale Sendertechnik .....	479
17.5.3	Empfang digitaler Signale .....	480
<b>17.6</b>	<b>Software Defined Radio (SDR) .....</b>	<b>481</b>
<b>17.7</b>	<b>Kanalzugriffsverfahren .....</b>	<b>483</b>
<b>17.8</b>	<b>Glossar zur Digitaltechnik .....</b>	<b>484</b>

---

<b>18</b>	<b>Antennen .....</b>	<b>487</b>
<b>18.1</b>	<b>Antennenformen .....</b>	<b>487</b>
<b>18.2</b>	<b>Der Korrekturfaktor (Verkürzungsfaktor) .....</b>	<b>490</b>
<b>18.3</b>	<b>Der Dipol und seine Varianten .....</b>	<b>491</b>
18.3.1	Horizontales und vertikales Strahlungsdiagramm .....	492
18.3.2	Strom- und Spannungsverteilung beim Halbwellendipol .....	493
18.3.3	Außermittig gespeiste Halbwellenantennen .....	495
<b>18.4</b>	<b>Dipol-Weiterentwicklungen: Trapantennen und W3DZZ .....</b>	<b>499</b>
18.4.1	Die W3DZZ-Antenne .....	499
18.4.2	Trapantennen allgemein .....	500
<b>18.5</b>	<b>Die G5RV-Antenne .....</b>	<b>501</b>
<b>18.6</b>	<b>Der Faltdipol .....</b>	<b>502</b>
<b>18.7</b>	<b>Die Delta-Loop (Dreiecksschleife) .....</b>	<b>502</b>
<b>18.8</b>	<b>Die Quadantennte .....</b>	<b>503</b>
<b>18.9</b>	<b>Praxis: Drahtantennen bauen .....</b>	<b>503</b>

<b>18.10 Richtantennen .....</b>	504
18.10.1 Aufbau von Yagi-Antennen .....	505
18.10.2 Details zu Yagi- und Richtantennen .....	505
<b>18.11 Vertikalantennen und Rundstrahlantennen .....</b>	510
<b>18.12 Praxis: Besondere Antennenformen .....</b>	515
18.12.1 Magnetische Ringantennen .....	515
18.12.2 Aperiodische Antenne: die T2FD (Tilted Terminated Folded Dipole) .....	519
<b>18.13 Verkürzung von Antennen .....</b>	520
<b>18.14 Polarisation von Antennen .....</b>	521
<b>18.15 Installation von Sendeantennen .....</b>	523

---

## **19 Übertragungsleitungen**

---

<b>19.1 Allgemeines zu Übertragungsleitungen .....</b>	525
<b>19.2 Paralleldrahtleitung .....</b>	526
<b>19.3 Koaxialkabel .....</b>	528
19.3.1 Der Aufbau von Koaxialkabeln .....	528
19.3.2 Berechnung des Wellenwiderstands $Z$ .....	528
19.3.3 Verminderte Ausbreitungsgeschwindigkeit .....	529
19.3.4 Der Verkürzungsfaktor $k$ .....	530
19.3.5 Kabeldämpfung .....	531
<b>19.4 Übersicht über Koaxialkabel .....</b>	534
<b>19.5 Steckverbinder für Koaxialkabel .....</b>	535

---

## **20 Stehwellen und Leistungsrückfluss**

---

---

## **21 Mantelwellen**

---

## **22 Anpassung, Transformation und Symmetrierung** 547

---

<b>22.1</b>	<b>Die <math>\lambda/4</math>-Leitung</b>	547
<b>22.2</b>	<b>Die <math>\lambda/2</math>-Leitung</b>	550
<b>22.3</b>	<b>Symmetrierung</b>	551
<b>22.4</b>	<b>Grundschaltungen von Antennenanpassgeräten</b>	553

## **23 Das elektromagnetische Feld** 557

---

<b>23.1</b>	<b>Polarisation von Antennen</b>	557
<b>23.2</b>	<b>»Von der Antenne in den Äther«</b>	558
<b>23.3</b>	<b>Die Wellenausbreitung der Kurzwelle</b>	561
23.3.1	Bodenwellenausbreitung	562
23.3.2	Vorgänge in der Ionosphäre	562
23.3.3	Sonnenfleckentätigkeit und Ionosphäre	563
23.3.4	Partikelstrom, Sonnenwind	564
23.3.5	Schichten der Ionosphäre (Übersicht)	564
23.3.6	MUF und Co. im Detail	566
<b>23.4</b>	<b>UKW-Ausbreitung</b>	569
23.4.1	Normales Ausbreitungsverhalten	569
23.4.2	Troposphärische Überreichweiten	570
23.4.3	Sporadic-E	571
23.4.4	Aurora	571
23.4.5	Meteorscatter	572
23.4.6	Rainscatter	572
23.4.7	Aircraft-Scatter	572

## **24 Leistung und Feldstärke** 573

---

<b>24.1</b>	<b>Effektiv abgestrahlte Leistung am Dipol (ERP) und am isotropen Strahler (EIRP)</b>	573
<b>24.2</b>	<b>Errechnung der EIRP aus Sendeleistung und Antennengewinn dBi</b>	575
<b>24.3</b>	<b>EIRP/ERP des Rückverhältnisses bei Richtantennen</b>	575
<b>24.4</b>	<b>Feldstärkeberechnungen</b>	576
<b>24.5</b>	<b>Personenschutz, Berechnung von Schutzabständen</b>	577

## 25 Messungen und Messgeräte

---

583

<b>25.1 Arten der Messwerke</b> .....	584
25.1.1 Drehspulmesswerke .....	585
25.1.2 Dreheisenmesswerke .....	586
25.1.3 Einbaulagen analoger Messinstrumente .....	587
25.1.4 Digitale Messinstrumente .....	588
<b>25.2 Messbereichserweiterungen</b> .....	589
<b>25.3 Arbeiten mit dem Multimeter/Vielfachmessgerät</b> .....	590
<b>25.4 Widerstandsmessung</b> .....	595
<b>25.5 Empfindlichkeit und Innenwiderstand von Messinstrumenten für Strom- und Spannungsmessungen</b> .....	596
<b>25.6 Die Genauigkeit von Messinstrumenten</b> .....	597
<b>25.7 Details zu Strom- und Spannungsmessungen</b> .....	599
25.7.1 Bestimmung der Eingangsleistung .....	599
<b>25.8 Berücksichtigung des Innenwiderstands der Messgeräte bei Messungen</b> .....	600
<b>25.9 Hilfsschaltungen für Messaufgaben</b> .....	602
25.9.1 Künstliche Antenne (Dummy Load) .....	602
25.9.2 HF-Tastkopf .....	603
25.9.3 Leistungsmesskopf .....	604
<b>25.10 Der Absorptionsfrequenzmesser</b> .....	606
<b>25.11 (Einfacher) Feldstärkeanzeiger</b> .....	607
<b>25.12 Das Dipmeter</b> .....	607
<b>25.13 Das Stehwellenmessgerät (SWR-Meter)</b> .....	610
<b>25.14 Das Oszilloskop</b> .....	613
<b>25.15 Der Frequenzzähler</b> .....	618
25.15.1 Antennen mit dem vektoriellen Netzwerkanalysator (VNA) messen .....	619

## 26 Störungen und andere Probleme

---

621

<b>26.1 Störungen des Empfangs</b> .....	621
<b>26.2 Einströmungen</b> .....	623

<b>26.3</b>	<b>Einstrahlungen in Geräte</b>	625
<b>26.4</b>	<b>Empfangsstörungen durch Korrosion an Antennenanschlüssen</b>	626
<b>26.5</b>	<b>Einstreuungen in das Stromnetz</b>	626
<b>26.6</b>	<b>Störungen beim Sendebetrieb vermeiden</b>	627
<b>26.7</b>	<b>Vorgehensweise im Störungsfall</b>	628
26.7.1	Vorbereitung	628
26.7.2	Vorgehen beim Nachbarn	628
26.7.3	Zusammenarbeit und ein gutes Verhältnis sind entscheidend	629

---

## **27 Sicherheit** 631

<b>27.1</b>	<b>Gefahren durch Stromschlag</b>	631
<b>27.2</b>	<b>Gefahren durch Hochfrequenzeinwirkung</b>	632
<b>27.3</b>	<b>Im Notfall</b>	632
<b>27.4</b>	<b>Unfallverhütung für Funkamateure</b>	633
<b>27.5</b>	<b>Adernkennfarben</b>	636
<b>27.6</b>	<b>Die Sicherheit von Antennen</b>	637
<b>27.7</b>	<b>Sicherer Amateurfunk im Kraftfahrzeug</b>	640

# **TEIL II Praxis und Projekte**

---

## **28 SDR-Empfang mit dem SDRplay RSP2pro** 645

---

## **29 Die Amateurfunkprüfung** 653

<b>29.1</b>	<b>Wo wird eine Amateurfunkprüfung abgelegt?</b>	653
<b>29.2</b>	<b>Anmeldung zu einer Amateurfunkprüfung</b>	653
<b>29.3</b>	<b>Der Ablauf der Amateurfunkprüfung</b>	653

## 30 Nach bestandener Prüfung – Stationsaufbau 655

---

<b>30.1</b>	<b>Funkgeräte – Typenkunde</b>	655
30.1.1	Handfunkssprechgeräte	655
30.1.2	Portabelfunkgeräte	658
30.1.3	Mobilgerät, im Kraftwagen, portabel und als Feststation	661
30.1.4	Geräte für den stationären Einsatz	662
30.1.5	Zusammenfassung	663
30.1.6	Wichtiges Zubehör: Das Netzteil	663
<b>30.2</b>	<b>Aufbewahrung und Funkmöbel</b>	665
<b>30.3</b>	<b>Die Antennenwahl</b>	667
30.3.1	Wenn gar nichts geht ...	667
30.3.2	Was nehmen?	667
30.3.3	Zuleitungen	670
<b>30.4</b>	<b>Musteraufbau – die BEMV-Erklärung</b>	670

## 31 Antennenbau für Einsteiger 685

---

<b>31.1</b>	<b>Projekt: Ein Dipol für das 10-m-Band</b>	685
31.1.1	Bauteile	685
31.1.2	Berechnung	688
31.1.3	Zurichten der Teile	688
31.1.4	Erster Aufbau	689
31.1.5	Abgleich	689
<b>31.2</b>	<b>Drahtantennen richtig spannen</b>	692
<b>31.3</b>	<b>Die »magnetische Antenne« – eine Sonderform unter den Antennen</b>	693
31.3.1	Materialbedarf	693
31.3.2	Maße und Material für den Rahmen	693
31.3.3	Abstimmbox (Gehäuse und Kondensator)	694
31.3.4	Fernabstimmung	696
31.3.5	Koppelschleife	699
31.3.6	Aufgebaut!	700
<b>31.4</b>	<b>Aufbau von industriell hergestellten Antennen</b>	703
<b>31.5</b>	<b>Von Masten und Rotoren</b>	704

## 32 Funkbetrieb außerhalb der eigenen vier Wände

705

---

<b>32.1 Stromversorgung</b> .....	706
32.1.1 Kabelverbindungen .....	706
32.1.2 Energiequellen .....	708
32.1.3 »Strom verpackt« .....	711
32.1.4 Spannungs- und Strommessgerät im Eigenbau .....	715
32.1.5 Laderegler .....	722
32.1.6 Quellen für den Ladestrom .....	724
<b>32.2 Funkkoffer</b> .....	727
<b>32.3 Antennen für den Portabileinsatz</b> .....	728

## 33 Amateurfunk digital

735

---

<b>33.1 Textbasierte Verfahren</b> .....	736
33.1.1 Funkfern schreiben .....	736
33.1.2 »Weak-Signal«-Modes .....	738
<b>33.2 Digitale Sprachübertragung</b> .....	742
33.2.1 DMR, BrandMeister-Netz, DMR+ .....	744
33.2.2 D-STAR .....	748
33.2.3 C4FM .....	748
33.2.4 FreeDV .....	748
33.2.5 M17 .....	750
<b>33.3 Datenfunk</b> .....	750
33.3.1 Packet Radio .....	750
33.3.2 Das HAMNET .....	751
<b>33.4 Digitale Bild- und Fernsehübertragung</b> .....	752
33.4.1 Digitale Bildübertragung .....	752
33.4.2 Digitales Amateurfunk-Fernsehen .....	752
<b>33.5 Funkgerät und PC verbinden</b> .....	753
33.5.1 Programmierung des Funkgeräts .....	753
33.5.2 Steuerung des Funkgeräts .....	753
33.5.3 Digitaler Funkverkehr mit PC und Funkgerät .....	754

---

<b>34 Remote-Funkbetrieb</b>	759
34.1 Verbindung der Funkanlage mit dem Netzwerk .....	759
34.2 Remote-Funkbetrieb innerhalb der eigenen Grundstücksgrenze .....	760
34.3 Remote-Funkbetrieb weltweit .....	761
<b>35 Morsen</b>	763
35.1 Morsezeichen .....	764
35.2 Ablauf einer Morseverbindung .....	766
35.3 Welche Taste? .....	769
35.4 Morsen lernen .....	771
Index .....	773