edv-buchversand.de

Amateurfunk

Das umfassende Handbuch

» Hier geht's direkt zum Buch

DIE LESEPROBE

Diese Leseprobe wird Ihnen von www.edv-buchversand.de zur Verfügung gestellt.

Kapitel 1
Erlebnis Amateurfunk

Hören, Sprechen, Morsen, Schreiben, Löten – das ist die große Welt des Amateurfunks. In diesem Kapitel finden Sie in erster Linie einen sehr kompakten Überblick über den Funkbetrieb. Falls Sie noch keinerlei Berührung mit dem Amateurfunk haben, so hilft dieses Kapitel Ihnen, beim Empfang von Amateurfunkstationen das Gehörte oder zu Lesende zu verstehen. Sollten Sie schon einige Kenntnisse besitzen, überspringen Sie dieses einführende Kapitel einfach.

Die jeweiligen Fernmeldebehörden halten auf ihren Internetseiten weitere Informationen zu gesetzlichen Bestimmungen und gegebenenfalls auch zu Prüfungsinhalten für die Amateurfunkprüfung bereit:

- **Deutschland**: Bundesnetzagentur, *https://www.bundesnetzagentur.de*
- **Österreich**: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), *https://www.bmvit.gv.at*
- **Schweiz**: Bundesamt für Kommunikation BAKOM, *https://www.bakom.admin.ch*

Auch die Amateurfunkvereinigungen DARC (Deutschland), ÖVSV (Österreich) und USKA (Schweiz) informieren interessierte Einsteiger und Einsteigerinnen und helfen ihnen auf dem Weg zum Funkamateur.

Amateurfunklizenz

Für eine aktive Teilnahme am Amateurfunkdienst benötigen Sie in jedem Fall eine amtliche Genehmigung, die *Amateurfunklizenz*.

1.1 Amateurfunk, Freenet, PMR und CB-Funk

Oftmals werden die vier Bereiche Amateurfunk, Freenet, PMR und CB-Funk oberflächlich als »Hobbyfunk« bezeichnet. Doch es gibt erhebliche Unterschiede (siehe Tabelle 1.1). Funkamateure dürfen ihre Geräte selbst bauen oder Industriegeräte entsprechend ihren Wünschen modifizieren. Für die Einhaltung der technischen Vorschriften sind sie selbst verantwortlich, sie sind dazu aber auch in der Lage. Alle anderen »Hobbyfunker« dürfen drauflosfunken, aber keinesfalls ein Gerät verändern, da sonst dessen Zulassung verfällt.

Bereich	Hinweise
Amateurfunk	»Richtiger« Funkdienst (wie auch Seefunk, Flugfunk usw.) im Sinne international gültiger Vorschriften. Zur aktiven Teilnahme (Sendebetrieb) werden das Bestehen des Amateurfunkzeugnisses und die Zuteilung eines weltweit einmaligen Rufzeichens vorausgesetzt. Mithören hingegen darf jeder. Amateurfunksendungen sind »an alle« gerichtet. Funkamateure unterstützen oftmals in Katastrophenfällen die Hilfsorganisationen.
Freenet	Analoger und digitaler Sprechfunk für jedermann nahe 150 MHz. Nur in Deutschland zugelassen. Geräte müssen ein Prüfzeichen tragen, Gebühren fallen nicht an.
PMR	Analoger und digitaler Sprechfunk um 446 MHz für jedermann. Mehr oder weniger europaweit zugelassen, in Deutschland gebührenfrei, Geräte müssen ein Prüfzeichen tragen.
CB-Funk	Analoger Sprechfunk (AM, FM, SSB) sowie digitale Übertragung von Daten im 27-MHz-Bereich für jedermann. Europaweit zugelassen, in Deutschland gebührenfrei, Geräte müssen ein Prüfzeichen tragen.

Tabelle 1.1 Übersicht der Funkmöglichkeiten

1.2 Funken?

»Es blitzt doch gar nicht ...« Zumindest in der heutigen Zeit nicht mehr. Der Begriff stammt aus der Urzeit der Funktechnik, in der man aus kräftigen Funken noch die gewünschte Frequenz herausgefiltert und an die Antenne gegeben hatte.

Heutzutage wird die Information (Sprache, Bilder, Daten ...) mit einem hochfrequenten Signal gemischt. Das Mischsignal wird verstärkt und über die Antenne abgestrahlt. Beim Empfang wird das Trägersignal aus dem Mischsignal wieder entfernt, und übrig bleibt die Information (siehe Abbildung 1.1).

Sie können dieses Prinzip mit dem klassischen Brief vergleichen. Das Briefblatt als solches können Sie nicht versenden, sondern Sie stecken es in einen Briefumschlag. Der Briefumschlag transportiert die Information. Der Empfänger entnimmt das Blatt aus dem Umschlag und kann die Information nun lesen.

Sprache, digitale Informationen, Bilder usw. werden in Form eines *niederfrequenten* Signals (»Tonsignal«) dem Sender zugeführt. Damit wird ein *hochfrequentes* Signal geformt. Diesen Vorgang nennt man *Modulation*.

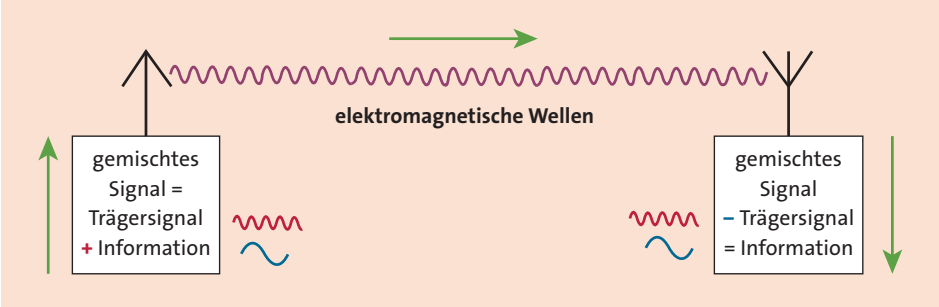

Abbildung 1.1 Das Prinzip der Funkübertragung

Aus der Modulation ergibt sich die Sendeart. Bekannt sind die *Amplitudenmodulation* (AM) für die (noch verbliebenen) Rundfunksender auf Lang-, Mittel- und Kurzwelle und für den Flugfunk. Die Funkamateure verwenden die *Einseitenbandmodulation* (SSB, *Single Sideband*), die für Sprechfunk sehr effektiv ist. Die *Frequenzmodulation* (FM) kennen Sie sicher vom UKW-Radio. Funkamateure verwenden diese gerne für den Nahbereich.

Die Sendearten der digitalen Informationsübertragung ermöglichen weitgehend störungsfreie Übertragungen, auch bei schlechten Ausbreitungsverhältnissen und Störungen.

Das hochfrequente Mischprodukt wird gegebenenfalls noch vervielfacht oder mit einem weiteren Hochfrequenzträger gemischt, bis es die für die Übertragung notwendige *Frequenz* aufweist. Die Frequenz wird in Hertz (Hz, nach Heinrich Hertz) bzw. einem Vielfachen davon (Kilohertz, Megahertz, Gigahertz) angegeben. Eine vollständige Schwingung in einer Sekunde ist ein Hertz!

Abhängig von der Frequenz ist auch die *Wellenlänge*. Diese ist umso kürzer, je höher die Frequenz ist.

Von der Wellenlänge hängen die Baumaße einer Antenne und auch die Ausbreitungsmöglichkeiten der Funkwellen ab. Die Frequenzbereiche werden als *Bänder* bezeichnet. Dabei kann sowohl die Angabe einer Frequenz als auch die Wellenlänge verwendet werden.

Beispiel: Mit »40-m-Band« oder »7-MHz-Band« ist jeweils der gleiche Bereich angesprochen.

1.3 Funkern zugehört

Gleich vorneweg: Jedermann darf den Funkamateuren zuhören, auch ohne Amateurfunklizenz. Die Funker wickeln ihren Funkverkehr in offener Sprache ab. Das ist eine der gesetzlichen Bedingungen, die mehr oder weniger weltweit erfüllt werden müs-

sen. Mit *offener Sprache* ist gemeint, dass die Sprache als solche nicht verschlüsselt wird und der Inhalt der Nachrichten keine geheimen Informationen enthält. Das Gleiche gilt für die Morsetelegrafie und die digitalen Übertragungsverfahren. Letztere können und dürfen ebenso »mitgelesen« werden.

Wenn Sie den Funkamateuren zuhören, gehören Sie damit bereits zur Amateurfunkgemeinde. Sie sind dann ein(e) SWL (*Short Wave Listener*). Damit werden seit vielen Jahrzehnten die »Höramateure« bezeichnet.

Hört man das erste Mal einem Gespräch zwischen Funkern zu, vernimmt man neben den jeweils weltweit einmaligen *Rufzeichen* der Beteiligten geheimnisvoll klingende Abkürzungen. Diese stammen noch aus der Zeit, als es gar keinen oder sehr wenig Sprechfunk gab. Sie wurden aber, da sie international verbindlich und verständlich sind, auch abseits der Morsetelegrafie übernommen. Und so sprechen Funker nicht von einem Funkkontakt, sondern von einem *QSO*. Ein Funker hat einen Standort, den oder das *QTH*. Die Qualität des Empfangs wird der jeweiligen Gegenstelle mittels zwei oder drei Ziffern mitgeteilt (*Rapport*).

1.3.1 Buchstabieren

Besonders für Rufzeichen ist die Verwendung des in den *Radio Regulations* (RR, vormals *VO Funk*) definierten Buchstabieralphabets verbindlich. Dies gilt nicht nur für den Amateurfunkdienst, sondern auch für den Flug- und Seefunk. Tabelle 1.2 zeigt Ihnen das jeweilige Zeichenwort und dessen Aussprache. Damit wird beim Sprechfunk eine internationale Verständigung leichter.

Zeichen	Zeichenwort	Aussprache/Betonung
A	Alfa	AL fah
B	Bravo	BRA vo
C	Charlie	TSCHAR li
D	Delta	DEL ta
E	Echo	ECK o
F	Foxtrott	FOX trott
G	Golf	GOLF

Tabelle 1.2 Das internationale Buchstabieralphabet

Zeichen	Zeichenwort	Aussprache/Betonung
H	Hotel	ho TELL
I	India	IN di ah
J	Juliett	DSCHUH li ETT
K	Kilo	KI lo
L	Lima	LI ma
M	Mike	MEIK
N	November	no WEMM ber
O	Oscar	OSS kar
P	Papa	pa PAH
Q	Quebec	KI beck
R	Romeo	RO mio
S	Sierra	ssi ER rah
T	Tango	TAN go
U	Uniform	JU ni form
V	Victor	WICK tor
W	Whiskey	WISS ki
X	X-Ray	EX reh
Y	Yankee	JENG ki
Z	Zulu	SUH luh

Tabelle 1.2 Das internationale Buchstabieralphabet (Forts.)

Das internationale Buchstabieralphabet verwendet dabei Wörter mit eindeutigem Klangbild, sodass Fehler oder Verwechslungen kaum möglich sind. Trotzdem kommen diese in der Praxis natürlich vor.

1.3.2 Q-Gruppen

Die *Q-Gruppen* (siehe Tabelle 1.3) sind für die »sprachlosen« Sendearten vorgesehen: von der klassischen Morsetelegrafie bis hin zu diversen digitalen Textübertragungen. Für den Sprechfunk *sollen* sie nicht zum Einsatz kommen, in der Praxis werden sie jedoch hin und wieder zu hören sein. Manchmal helfen sie, dass die beteiligten Funker sich bei Sprachproblemen besser verständigen können.

Für den Amateurfunkdienst sind die Q-Gruppen QRA bis QUZ vorgesehen. Sie sind in den Radio Regulations (RR, vormals VO Funk) verbindlich festgeschrieben. Eine Q-Gruppe kann eine Aussage oder, zusammen mit einem Fragezeichen, eine Frage einleiten.

Q-Gruppe	Bedeutung	Q-Gruppe?	Bedeutung
QRA	Der Name meiner Funkstelle ist ...	QRA?	Wie ist der Name Ihrer Funkstelle?
QRB	Die Entfernung zwischen unseren Funkstellen beträgt ca. Kilometer/Meilen/Seemeilen.	QRB?	Wie weit ist Ihre Funkstelle von meiner entfernt?
QRG	Ihre genaue Frequenz/die genaue Frequenz von ... ist kHz bzw. MHz.	QRG?	Bitte teilen Sie mir meine genaue Frequenz/die genaue Frequenz von ... mit.
QRH	Ihre Frequenz schwankt.	QRH?	Schwankt meine Frequenz?
QRI	Der Ton Ihrer Aussendung ist: 1 gut 2 veränderlich 3 schlecht	QRI?	Wie ist der Ton meiner Aussendung?
QRK	Die Verständlichkeit Ihrer Zeichen/der Zeichen von ... ist: 1 schlecht 2 mangelhaft 3 ausreichend 4 gut 5 ausgezeichnet	QRK?	Wie ist die Verständlichkeit meiner Zeichen/der Zeichen von ...?
QRL	Ich bin beschäftigt, bitte nicht stören.	QRL?	Sind Sie beschäftigt?

Tabelle 1.3 Q-Gruppen

Q-Gruppe	Bedeutung	Q-Gruppe?	Bedeutung
QRM	Ich werde gestört/ich werde 1 nicht 2 schwach 3 mäßig 4 stark 5 sehr stark gestört.	QRM?	Werden Sie gestört?
QRN	Ich werde durch atmosphärische Störungen beeinträchtigt/ich werde 1 nicht 2 schwach 3 mäßig 4 stark 5 sehr stark durch atmosphärische Störungen beeinträchtigt.	QRN?	Werden Sie durch atmosphärische Störungen beeinträchtigt?
QRO	Erhöhen Sie die Sendeleistung.	QRO?	Soll ich die Sendeleistung erhöhen?
QRP	Vermindern Sie Ihre Sendeleistung.	QRP?	Soll ich die Sendeleistung vermindern?
QRS	Geben Sie langsamer (... Wörter je Minute).	QRS?	Soll ich langsamer geben?
QRT	Stellen Sie die Übermittlung ein!	QRT?	Soll ich die Übermittlung einstellen?
QRU	Ich habe nichts für Sie (vorliegen).	QRU?	Haben Sie etwas für mich (vorliegen)?
QRV	Ich bin bereit.	QRV?	Sind Sie bereit?
QRX	Ich werde Sie um ... Uhr (auf Frequenz in kHz/MHz) wieder rufen.	QRX?	Wann werden Sie mich wieder rufen?
QRZ	Sie werden von ... (auf ... kHz oder MHz) gerufen.	QRZ?	Von wem werde ich gerufen?

Tabelle 1.3 Q-Gruppen (Forts.)

Q-Gruppe	Bedeutung	Q-Gruppe?	Bedeutung
QSA	Ihre Zeichen/die Zeichen von ... sind 1 kaum 2 schwach 3 ziemlich gut 4 gut 5 sehr gut hörbar.	QSA?	Wie ist die Stärke meiner Zeichen?
QSB	Die Stärke Ihrer Zeichen schwankt.	QSB?	Schwankt die Stärke meiner Zeichen?
QSD	Ihre Zeichen sind verstümmelt!	QSD?	Sind meine Zeichen verstümmelt?
QSK	Ich kann zwischen meinen Zeichen hören, Sie dürfen mich während meiner Übermittlung unterbrechen.	QSK?	Können Sie mich zwischen Ihren Zeichen hören? Wenn ja, darf ich Sie unterbrechen?
QSL	Ich gebe Ihnen Empfangsbestätigung.	QSL?	Können Sie mir Empfangsbestätigung geben?
QSO	Ich kann mit ... unmittelbar (oder durch Vermittlung von ...) verkehren.	QSO?	Können Sie mit ... unmittelbar (oder durch Vermittlung von ....) verkehren?
QSP	Ich werde an ... vermitteln.	QSP?	Wollen Sie an ... vermitteln?
QSV	Senden Sie eine Reihe V auf dieser Frequenz (oder auf ... kHz/MHz).	QSV?	Soll ich eine Reihe V auf dieser Frequenz (oder auf ... kHz/MHz) senden?
QSX	Ich höre ... (Name/Rufzeichen) auf (Frequenz/Kanal/Band).	QSX?	Wollen Sie (Name/Rufzeichen) auf (Frequenz/Kanal/Band) hören?
QSY	Gehen Sie zum Senden auf eine andere Frequenz über (oder auf ... kHz/MHz).	QSY?	Soll ich zum Senden auf eine andere Frequenz übergehen?

Tabelle 1.3 Q-Gruppen (Forts.)

Q-Gruppe	Bedeutung	Q-Gruppe?	Bedeutung
QTC	Ich habe ... Meldungen für Sie/für ...	QTC?	Wie viele Meldungen haben Sie für mich?
QTF	Ihre Position war nach den Peilungen meiner Funkstellen ... (Lage/evtl. mit Uhrzeit).	QTF?	Wollen Sie mir meine Position nach den Peilungen Ihrer Funkstellen angeben?
QTH	Mein Standort ist ... (Ort/Locator/Breite + Länge)	QTH?	Welches ist Ihr Standort (Ort/Locator/Breite + Länge)?
QTR	Es ist genau ... Uhr (Zeitzone).	QTR?	Welches ist die genaue Uhrzeit?

Tabelle 1.3 Q-Gruppen (Forts.)

Q-Gruppen im Alltag

Einige Q-Gruppen werden, obwohl sie eigentlich der Morsetelegrafie und weiteren diversen analogen und digitalen Textübertragungen vorbehalten sind, im Sprechfunk und ganz allgemein auch in persönlichen Gesprächen verwendet:

- **QSL**: Hier wird oft auf die QSL-Karte Bezug genommen, mit der eine Funkverbindung schriftlich oder elektronisch bestätigt wird.
- **QRP**: Wird im Zusammenhang mit Funkgeräten verwendet, die mit 5 Watt Senderausgangsleistung in Telegrafie oder 10 Watt in SSB oder weniger senden. Hier tummeln sich Selbstbauer, Funker mit tragbaren Geräten auf Bergen oder auf hoher See sowie Minimalisten.
- **QRL**: Hier wird, oft in Morsezeichen, gefragt, ob eine vermeintlich freie Frequenz wirklich auch frei ist, bevor man mit einem (allgemeinen) Anruf beginnt. Gilt aber auch als Synonym für den Arbeitsplatz.
- **QSY**: Selten wird hier eine vollständige Frequenzangabe verwendet, gebräuchlich ist bei schwierigen Situationen die Angabe (meist in kHz) der Abweichung von der aktuellen Arbeitsfrequenz, z. B. »QSY 20 up«.

Einige Q-Gruppen sind notwendig, um Sende- und Empfangssituationen besser beurteilen zu können oder zu verbessern:

- **QSD**: Für Selbstbauer und Restaurateure von historischen Funkgeräten ist diese Frage oder der Hinweis darauf von Bedeutung. Schließlich soll der Sender ein möglichst kristallklares, unzerhacktes Signal liefern.

- **QSB**: Schwankt das Signal, kann es notwendig sein, die Funkverbindung noch »anständig und geregelt« fertig abzuwickeln. Schwankende Signale treten auf Kurzwelle durch verschiedene physikalische Phänomene oft auf, aber beispielsweise auch beim Funkbetrieb von Fahrzeugen aus.
- **QSV**: Eine Reihe »V«, die per Morsetelegrafie gegeben wird, hilft dem Gegenüber, seinen Empfänger besser abzustimmen oder gegebenenfalls eine Richtantenne passend auszurichten. Beim Senden kann man die Arbeitsweise des Funkgeräts und der Antenne samt Zubehör damit überprüfen.

1.3.3 Weitere betriebliche Abkürzungen

Es gibt noch eine große Anzahl betrieblicher Abkürzungen außerhalb der Q-Gruppen. Diese entstanden in der Zeit, in der die Morsetelegrafie (nun Weltkulturerbe!) noch die vorherrschende Art der Kommunikation war. Tabelle 1.4 zeigt einige gebräuchliche Abkürzungen, wie sie z. B. auch bei der Gerätebedienung auftauchen können.

Abkürzung	Bedeutung
ANT	Antenne
RX	Empfänger, Empfang
TX	Sender, Sendung
TRX	Transceiver, Sendeempfänger, Funkgerät
PWR	Power, Leistung
AF	Audiofrequenz (meist Lautstärkeregler)
RF	Radiofrequenz (Verstärker, regelt die Hochfrequenzverstärkung eines Empfängers.)
ATT	Attenuator, Abschwächer (Der Empfänger wird unempfindlicher, Störungen durch zu viele starke Signale gehen zurück.)
GND	Erdung
PSE	Bitte
TNX	Danke

Tabelle 1.4 Auswahl von Abkürzungen

1.3.4 Rufzeichen

Anhand des Rufzeichens erkennen Sie das Heimatland der Amateurfunkstation. Die Rufzeichen gliedern sich in den *Landeskenner*, gefolgt von mindestens einer Zahl und dem Suffix. Die Landeskenner sind weltweit festgeschrieben. Für Deutschland beginnen die Rufzeichen mit DA, DB, DC, DD, DF, DG, DH, DJ, DK, DL, DM, DN und DO. DP steht für exterritoriale Stationen, z. B. Forschungseinrichtungen in der Antarktis.

Die Nachbarländer im Uhrzeigersinn:

- HB9: Schweiz
- F: Frankreich
- LX: Luxemburg
- ON: Belgien
- PA: Niederlande
- OZ: Dänemark
- SP: Polen
- OK: Tschechien
- OE: Österreich

1.3.5 Was hört man?

Begegnen sich zwei »fremde« Stationsbetreiber auf einem Funkband, tauschen diese zumindest ihre Vornamen, Standorte, Empfangsrapporte, Hinweise auf die verwendete Station und Antenne und Vereinszugehörigkeit aus. Natürlich kann daraus auch hier ein längeres Gespräch mit Allerweltsthemen entstehen, wie es zwischen Funkern, die sich (persönlich) kennen, oder in den »Klönrunden« geschieht. In diesen Runden treffen sich meist die gleichen Menschen, um sich auszutauschen. Einige davon setzen auf Gemeinsamkeiten der Teilnehmer: Camper, Bergsteiger, Segler, Mitarbeiter von Großunternehmen oder sogar Geistliche.

Empfangen Sie die Teilnehmer eines Funkwettbewerbs, hören Sie recht knappe, hektisch ablaufende Verbindungen. Rufzeichen, Rapport und Punkte, vielleicht noch den Namen oder ein weiteres, im jeweiligen *Contest* gefordertes Detail werden übermittelt – und schon wird wieder die nächste Station gerufen. In diesen Wettbewerben kommt es meist darauf an, so viele Stationen wie möglich zu erreichen. Welche Gegenstellen interessant sind, regelt die jeweilige Contestausschreibung. Mal geht es um Stationen mit geringer Sendeleistung (*QRP*), mal um Leuchttürme, Inseln, Berge, Regionen, Städte, Jubiläen oder andere Anlässe. Jedenfalls sind Contests eine gute Übung für Ausdauer, Genauigkeit und vor allem für Notfunksituationen.

Funkamateure kommunizieren aber auch mit modernster Digitaltechnik. Sie beherrschen Übertragungsverfahren mittels schwächster Signale, die man selbst aus dem

Rauschen nicht mehr wahrnimmt, wohl aber der Computer. Zudem führen verschiedene Arten digitaler Sprachübertragung zu neuen Verbindungsmöglichkeiten.

1.4 Funkübertragung

Vor dem ersten Empfangserlebnis benötigen Sie Informationen darüber, wo Sie im ganzen Wellensalat die Aussendungen der Funkamateure finden.

Die Amateurfunkbereiche sind international zugewiesen. Zudem gibt es verschiedene Übertragungsverfahren (Sendeart, *Mode*) für Sprache und Daten. Auch dies müssen Sie bei Ihren Empfangsversuchen berücksichtigen. Tabelle 1.5 zeigt Ihnen eine Auswahl der am meisten verwendeten analogen Sendearten.

Sendeart	Hinweise
Sprechfunk: AM	*Amplitudenmodulation*, im Amateurfunk nicht mehr gebräuchlich
Sprechfunk: FM	*Frequenzmodulation*, ab dem 10-m-Band
Sprechfunk: SSB/LSB/USB	Einseitenbandmodulation (*Single Sideband/Lower Sideband/Upper Sideband*), effektive Sendeart, auf fast allen Bändern eingesetzt
Morsen: CW	Morsetelegrafie (*Continuous Wave*), ein Weltkulturerbe

Tabelle 1.5 Einige im Amateurfunkdienst verwendete analoge Sendearten

Die Modulationsart *AM* wird noch vom Flug- und CB-Funk sowie den Rundfunksendern (Lang-, Mittel- und Kurzwelle) verwendet.

Bei *FM* ist hier die Schmalbandversion gemeint. Breitbandiges FM senden die UKW-Rundfunksender. Für den Sprechfunk aber werden keine Stereokanäle benötigt. Im Gegensatz zu AM wird bei FM der Frequenzversatz des Signals durch die Sprache bestimmt. Der Empfänger benötigt einen entsprechenden Demodulator. FM wird im Sprechfunk auch vom Betriebsfunk, (immer noch) von Rettungsdiensten und »Organisationen mit Sicherheitsaufgaben« genutzt. Auch der CB-Funk und die anderen lizenzfreien Anwendungen (Freenet, PMR und LPD) verwenden FM.

Bei *SSB* (*Single Sideband*) wird dem AM-Signal der Träger und ein Seitenband genommen. Dies bedeutet bei gleicher Sendeleistung die (rechnerisch) vierfache Reichweite. Das dadurch schmalbandigere Signal ist damit auch über große Entfernungen meist noch gut hörbar. Beim Senden wird erheblich an Energie eingespart. Die Stromaufnahme ist direkt von der Sprache oder dem anderen eingespeisten Signal abhängig.

Bis 10 MHz wird das untere Seitenband (*Lower Sideband*, *LSB*), bei Frequenzen darüber das obere (*Upper Sideband*, *USB*) abgestrahlt. Wenn Sie das erste Mal diese Signale hören, werden Sie vielleicht durch die »Micky-Maus-Stimmen« irritiert sein. Stimmen Sie in ganz feinen Schritten ab, bis die Stimme natürlich klingt.

CW (Morsetelegrafie) gehört mittlerweile zum Weltkulturerbe. Seit 2003 ist die Pflicht zur Morseprüfung im Amateurfunk entfallen. Viele Funkamateure benutzen diese technisch sehr einfache Sendeart weiterhin; auch für diverse militärische Dienste wird sie verwendet. CW hat den Vorteil, auch bei sehr geringen Sendeleistungen eine brauchbare Reichweite zu erzielen. Zudem lassen sich die Sendungen auch bei einer Vielzahl atmosphärischer und technischer Empfangsstörungen immer noch mitschreiben.

Für die Wiedergabe von digitalen Aussendungen der Funkamateure benötigen Sie zusätzlich zum Empfänger einen PC (Linux, macOS, Windows) mit einem entsprechenden Programm, wie z. B. dem Paket WSJT. Damit nehmen Sie dann auch Stationen wahr, die für das menschliche Ohr bereits »unter der Grasnarbe« liegen. Allerdings bedeutet dies für Sie zunächst zusätzliche Einarbeitung in die Bedienung und auch in die betrieblichen Abkürzungen, um das Gelesene zu verstehen. Darüber hinaus lassen sich auch die Faxsendungen und klassisches Funkfernschreiben der Funkamateure mit digitalen Hilfsmitteln mitlesen.

Grundbegriffe der Übertragungstechnik

Modulationsart: Beschreibt die Art und Beschaffenheit des gesendeten Signals; Beispiel: Amplitudenmodulation (AM), bei der die Amplitude des Trägersignals entsprechend der Information variiert wird.

Sendeart: Bezeichnung gemäß den Radio Regulations, ein internationales Abkommen, das die Verwendung des Funkspektrums regelt; Beispiel: A1A für Morsetelegrafie

Betriebsart: Bezeichnet eine Funkanwendung; Beispiel: Morsetelegrafie (CW), digitale Zeichenübertragung (FT8, PSK31 ...), jede Betriebsart hat spezifische Regeln und Verfahren für die Kommunikation

Die Sendearten werden gemäß *APPENDIX 1 (REV.WRC-19), Classification of emissions and necessary bandwitdths*, der Radio Regulations mit einem Code gekennzeichnet. Die ersten vier der neun Stellen beschreiben die Bandbreite, die nächsten drei Stellen kennzeichnen die Sendeart als solche, und die restlichen Stellen definieren weitere Einzelheiten des Signals.

Für den Amateurfunk genügen die Stellen 5 bis 7.

Tabelle 1.6 zeigt Ihnen den Aufbau des Sendearten-Schlüssels.

Modulationsart	Code	Signalart für Modulation des Hauptträgers	Code	Übertragene Informationen, Betriebsart	Code
unmodulierter Träger	N	kein moduliertes Signal	0	keine Information	N
Zweiseitenband-Amplitudenmodulation	A	ein Kanal mit quantigitalisierter Information ohne modulierten Hilfsträger	1	Morsetelegrafie (CW)	A
Restseitenband	C	ein Kanal mit quantisierter oder digitaler Information mit moduliertem Hilfsträger	2	Funkfernschreiben (RTTY)	B
Einseitenband (SSB)	J	ein Kanal mit analoger Information	3	Faksimile (FAX)	C
Frequenzmodulation	F			Datenübertragung, auch Fernsteuerung	D
Pulsmodulation	P			Sprechfunk	E
				Fernseh- und Videoübertragung	F

Tabelle 1.6 Bezeichnung von Aussendungen, Sendearten

Der Bandbreitenbedarf steigt in der Regel auch mit der Menge der übertragenen Information. Tabelle 1.7 gibt Ihnen einen Überblick über die wichtigsten Betriebsarten und die typischen Bandbreiten.

Betriebsart	Sendeart	Typ. Bandbreite
CW (Morsen)	A1A	bis 500 Hz
SSB-Sprechfunk	J3E	2.400 Hz
FM-Sprechfunk	F3E	12 kHz

Tabelle 1.7 Bandbreitenbedarf ausgewählter Betriebsarten

Betriebsart	Sendeart	Typ. Bandbreite
FT-8-Datenübertragung	J3D	50 Hz
AM-Sprechfunk	A3E	5 kHz

Tabelle 1.7 Bandbreitenbedarf ausgewählter Betriebsarten (Forts.)

Für die Bandpläne, die von den Dachverbänden der Amateurfunkvereinigungen aufgestellt werden, werden einige Betriebsarten unter dem Begriff *MGM* (*Machine Generated Mode*) zusammengefasst (siehe Tabelle 1.8).

Betriebsartkürzel	Betriebsart
SSTV	Slow Scan Television (Standbildübertragung)
AMTOR	Amateur Teleprinting over Radio
PACTOR	Packet Teleprinting over Radio
PSK	Phase Shift Keying
RTTY	Radio Teletyping

Tabelle 1.8 Einige MGM-Betriebsarten

Die dem Amateurfunkdienst international zugewiesenen Frequenzabschnitte (Bänder) sind in verschiedene Nutzungsbereiche unterteilt. Die jeweilige Bandbreite der Sendeart ist dabei das Kriterium. So liegt am unteren Bereich stets der Telegrafiebereich (CW), gefolgt von anderen Sendearten, die keine Sprache übertragen. Anschließend folgt bei fast allen Bändern SSB, beim 10-m-Band gibt es am oberen Ende noch einen Bereich für FM. Alle Bänder im UKW- und UHF-Bereich unterliegen der gleichen Systematik.

Die Amateurfunkbänder verfügen über unterschiedliche Ausbreitungsbedingungen. Wellenlänge, Sonnentätigkeit, Wetter und auch die Tageszeit entscheiden bei einigen Bereichen darüber, ob es hier etwas zu hören gibt.

In Tabelle 1.9 finden Sie einige Frequenzbereiche des Amateurfunks aufgelistet. Dabei handelt es sich um Bereiche, auf denen unabhängig von den Ausbreitungsbedingungen immer mit Empfang zu rechnen ist.

Band	Frequenzbereich	Hörbarkeit
80 m	3,500–3,800 MHz	überwiegend nachts, Europa, zum Teil weltweit
40 m	7,000–7,200 MHz	ganztägig, Europa und weltweit
20 m	14,000–14,350 MHz	fast ganztägig, Europa und weltweit
2 m	144,000–146,000 MHz	ganztägig, Deutschland, gegebenenfalls Nachbarländer
70 cm	430,000–440,000 MHz	ganztägig, Deutschland, gegebenenfalls Nachbarländer

Tabelle 1.9 Frequenzbereiche im Amateurfunk

1.5 Amateurfunk mithören

In die Welt des Amateurfunks können Sie einfach durch Mithören des Funkverkehrs hineinschnuppern. Anschließend können Sie vielleicht einige Funker in Ihrem Umkreis kennenlernen, um dann irgendwann zu entscheiden, ob Sie vielleicht auch einmal senden möchten.

1.5.1 SDR-Empfang per Internet

So einfach mal »reinhören« funktioniert auch über das Internet. Moderne digitale Empfänger (*Software Defined Radio*, *SDR*) lassen sich auch an IP-Netzwerke anschließen und darüber fernsteuern. Eine entsprechende Abfrage bei der Internet-Suchmaschine Ihrer Wahl wird Ihnen viele Ergebnisse bringen. Auch *http://www.websdr.org/* ist eine gute Anlaufadresse zu diesem Thema.

Einen bekannten Vertreter hiervon finden Sie unter *http://websdr.ewi.utwente.nl:8901* (für mobile Geräte unter *http://websdr.ewi.utwente.nl:8901/m.html*). Diese Empfangseinrichtung wird vom Verein der *Experimentele Telecommunicatie Groep Drienerlo* (ETGD) betrieben. Die Mitglieder kommen aus der Studentenschaft und den Mitarbeitern der Universität Twente und beschäftigen sich mit Elektronik und Amateurfunk. Mehr darüber finden Sie unter *http://www.etgd.utwente.nl/*.

Um das Webinterface des Empfängers bedienen zu können, benötigen Sie anfangs ein klein wenig Grundwissen.

Die Oberfläche ist trotz aller Funktionalität nur mit den notwendigsten Schaltflächen und Anzeigen ausgestattet. In Abbildung 1.2 ist schon der gesamte Bildschirm dargestellt.

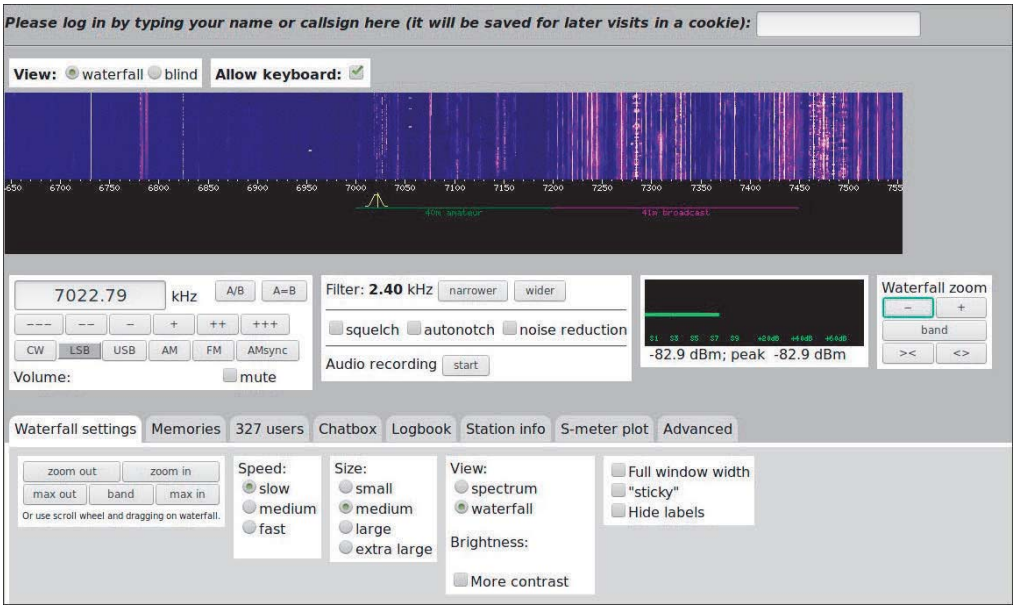

Abbildung 1.2 Die Bedienoberfläche des Web-SDR der Universität Twente

Wenn Sie im oberen Maskenbereich den Haken bei ALLOW KEYBOARD setzen, können Sie die Oberfläche auch bequem per Tastatur bedienen. Die einzelnen Tastaturbefehle finden Sie in Tabelle 1.10.

Funktion	Taste(n)
Frequenz abstimmen, ab/auf Schrittweite 0,1 kHz	j / k oder ← / →
Frequenz abstimmen, ab/auf Schrittweite 0,5 kHz	⇧ + ← / ⇧ + → oder ⇧ + j / ⇧ + k
Frequenz abstimmen, ab/auf Schrittweite 2,5 kHz	Strg + ← / Strg + → oder Strg + j / Strg + k
Sendeart: USB, LSB, CW, AM, FM	u, l, c, ⇧, f
Filterbandbreite weiter/schmaler	W / w
Wasserfallanzeige ein- und auszoomen	z / Z
Wasserfallanzeige zentrieren	Strg + z
Frequenz manuell eingeben	g

Tabelle 1.10 Tastaturbefehle für die Bedienoberfläche des Web-SDR der Uni Twente

Funktion	Taste(n)
Stummschalten	m
Lautstärke mehr/weniger	V / v

Tabelle 1.10 Tastaturbefehle für die Bedienoberfläche des Web-SDR der Uni Twente (Forts.)

Klicken Sie in das Wasserfalldiagramm, und setzen Sie damit die Empfangsfrequenz. Mit dem Mausrad können Sie nun abstimmen. Alternativ geben Sie zunächst eine Frequenz manuell ein, die in einem von Ihnen gewünschten Bereich liegt. Dazu klicken Sie in das Feld mit der Frequenzangabe und geben den Wert in Kilohertz (kHz) ein, z. B. 7100 kHz. Zudem können Sie, wenn wie vorhin beschrieben der Haken gesetzt wurde, mit der Tastatur abstimmen. Für das Beispiel wählen Sie unter der Frequenzeingabe LSB für die Sendeart.

Abbildung 1.3 zeigt den entsprechenden Funktionsblock der Maske im Detail.

Abbildung 1.3 Einstellungen von Frequenz und Sendeart

Das Wasserfalldiagramm (siehe Abbildung 1.4) zeigt Ihnen die Belegung des dargestellten Frequenzraums. Mehr oder weniger breite Balken stellen die Signale dar. Morsefunk erkennen Sie dabei mit bloßem Auge: Punkte und Striche ziehen in einer Linie von unten nach oben. Der gelbe »Bügel« unterhalb der Frequenzleiste zeigt Ihnen, was der Empfänger aktuell wiedergibt. Zusätzlich werden Amateurfunkbänder durch eine grüne Linie, Rundfunkbänder durch eine violette Linie gekennzeichnet.

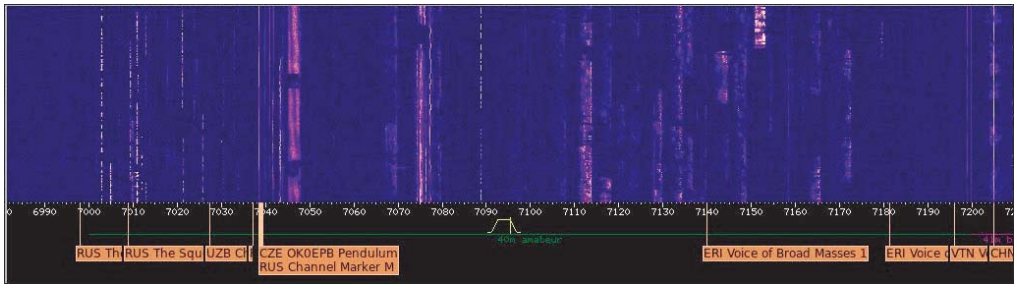

Abbildung 1.4 Wasserfalldiagramm mit Labels. Beachten Sie das Morsesignal am linken Rand!

Der Funktionsblock WATERFALL ZOOM bietet verschiedene Justiermöglichkeiten für die Darstellung. Der Zoomfaktor lässt sich in Stufen mit der Schaltfläche + vergrößern und mit – verkleinern. Wenn Sie auf BAND klicken, ist die Darstellung auf das jeweilige Amateur- oder Rundfunkband begrenzt, in dem sich die aktuelle Empfangsfrequenz befindet. Den kompletten, vom Empfänger nutzbaren Frequenzbereich erhalten Sie durch Klick auf ><. Die Umschaltung auf die feinstmögliche Auflösung funktioniert mit der Schaltfläche <>.

Abbildung 1.5 zeigt den Funktionsblock im Detail.

Abbildung 1.5 Einstellungen für das Wasserfalldiagramm (Darstellungsgrenzen)

Im unteren Bildbereich (siehe Abbildung 1.6) können Sie diese Einstellung ebenso vornehmen. Darüber hinaus können Sie hier die Laufgeschwindigkeit des Wasserfalldiagramms und dessen Größe festlegen sowie die Darstellung umstellen.

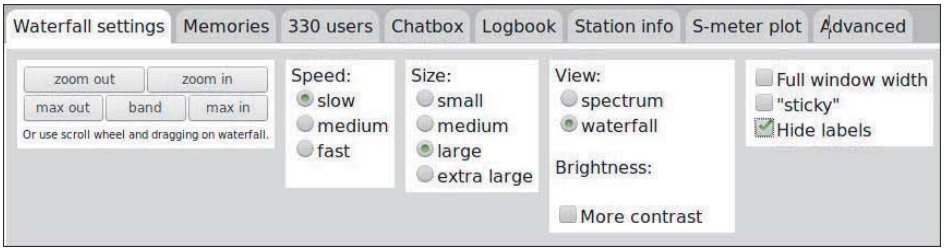

Abbildung 1.6 Weitere Einstellmöglichkeiten

Als Alternative können Sie sich den Frequenzbereich in der Spektrumansicht anzeigen lassen. Hier erkennen Sie leichter schwache und starke Signale (siehe Abbildung 1.7).

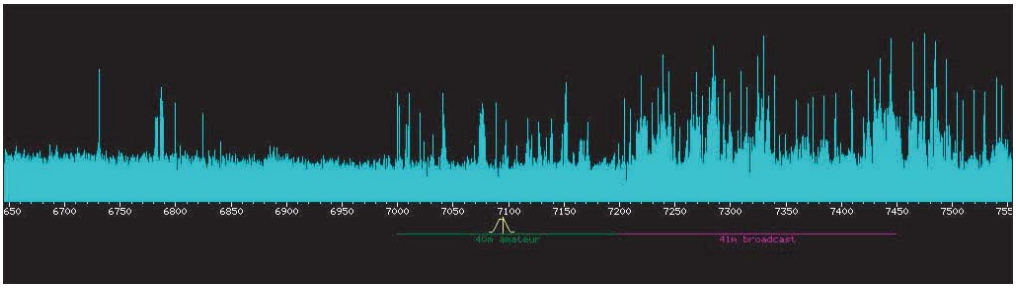

Abbildung 1.7 Spektrumanzeige anstelle des Wasserfalldiagramms

Rechts finden Sie außerdem die Funktion HIDE LABELS. Ist die Darstellung fein genug, werden bekannte Stationen mit ihrem Namen eingeblendet. Stört dies, setzen Sie dort den Haken.

Bei starker Bandbelegung kommt es zu Störungen des Empfangs. Im Filterblock der Bedienoberfläche des Web-SDRs können Sie den Filter schmaler oder breiter setzen. Außerdem können Sie eine Rauschsperre ein- und ausschalten, Pfeifgeräusche unterdrücken und das Rauschen reduzieren. Darüber hinaus ist hier der Audiorecorder für Mitschnitte untergebracht. In Abbildung 1.8 finden Sie diese Bedienelemente dargestellt.

Abbildung 1.8 Einstellungen für Bandbreite und Störungsausblendung

Die Feldstärke der empfangenen Stationen wird am S-Meter angezeigt. Dieses hier verfügt über einen quasianalogen Laufbalken. Sie sehen außerdem den aktuellen und den Spitzenwert in dBm angegeben. Abbildung 1.9 zeigt Ihnen diese Feldstärkeanzeige.

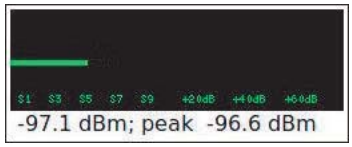

Abbildung 1.9 S-Meter

Für die Nutzung mit Smartphones gibt es eine abgespeckte Mobilversion. Diese enthält alles, was für den Empfangsbetrieb auf kleinen Displays notwendig ist. Die Frequenz stellen Sie dadurch ein, dass Sie das Wasserfalldiagramm unter dem gelben Filtersymbol verschieben. Die Frequenz können Sie auch in das dafür vorgesehene Feld eingeben. Die Sendeart wählen Sie im danebenliegenden Dropdown-Menü. In Abbildung 1.10 sehen Sie die gesamte Oberfläche.

Unter *http://www.websdr.org/* finden Sie weitere, über die ganze Welt verteilte Web-SDR-Empfänger.

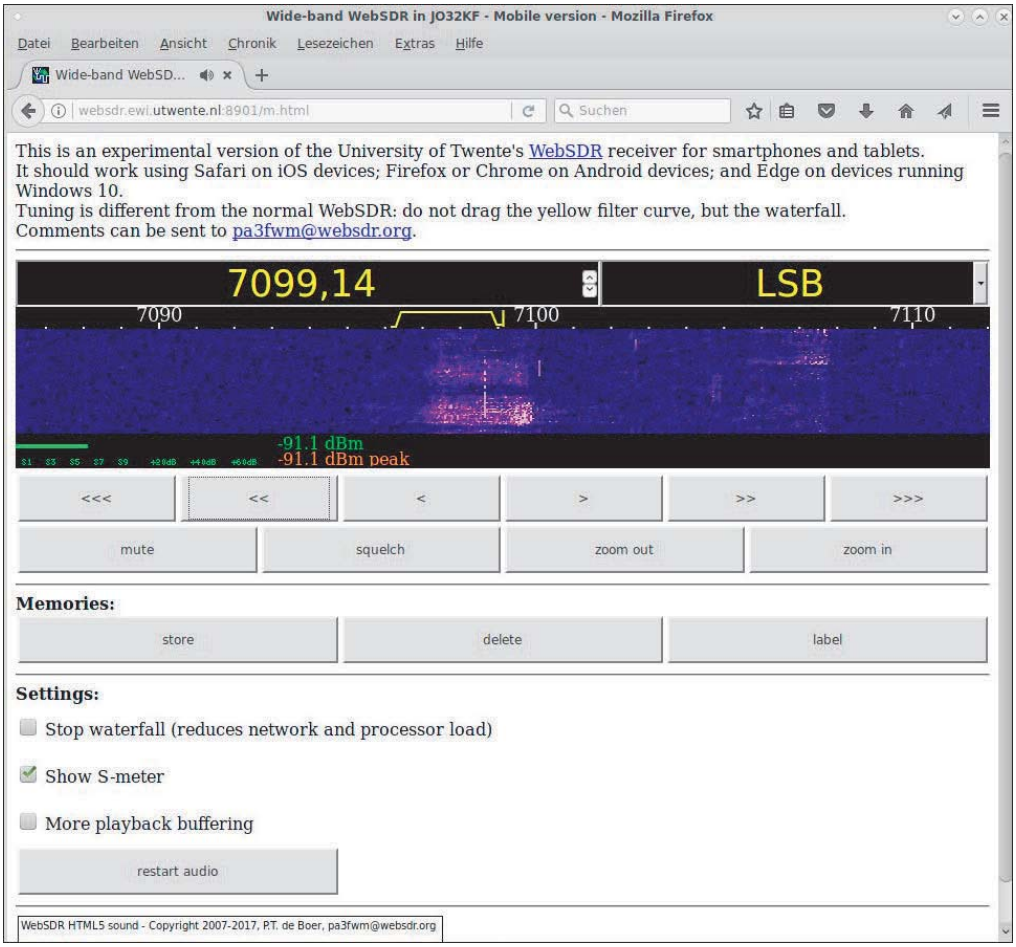

Abbildung 1.10 Vereinfachte Web-SDR-Oberfläche für mobile Geräte

1.5.2 SDR-Empfänger am PC

Die meisten SDR-Empfänger gibt es als USB-Geräte. Achten Sie beim Kauf darauf, dass das Betriebssystem Ihres Rechners diesen entsprechend unterstützt. Sie erhalten kleine USB-Sticks, meist mit dem RTL-Chipsatz. Diese werden von allen Betriebssystemen erkannt, und es gibt viele Programme für den Amateurfunkempfang.

Im mittleren Preissegment finden Sie z. B. die Geräte von SDRPlay. Diese verfügen über einen größeren Frequenzbereich, eine höhere Empfindlichkeit, und Sie können bei manchen Modellen mehrere Antennenanschlüsse nutzen.

Programme für den SDR-Empfang liegen solchen Geräte bei, bzw. Sie finden sie im Internet.

Und wenn der Amateurfunkempfang einmal keinen Spaß macht, können Sie damit UKW- oder DAB+-Radio hören!

Es gibt verschiedene SDR-Programme. Abbildung 1.11 zeigt den Arbeitsbildschirm von *Gqrx*. Eingestellt ist das 70-cm-Amateurfunkband. Die Bedienung ähnelt der eines Web-SDRs.

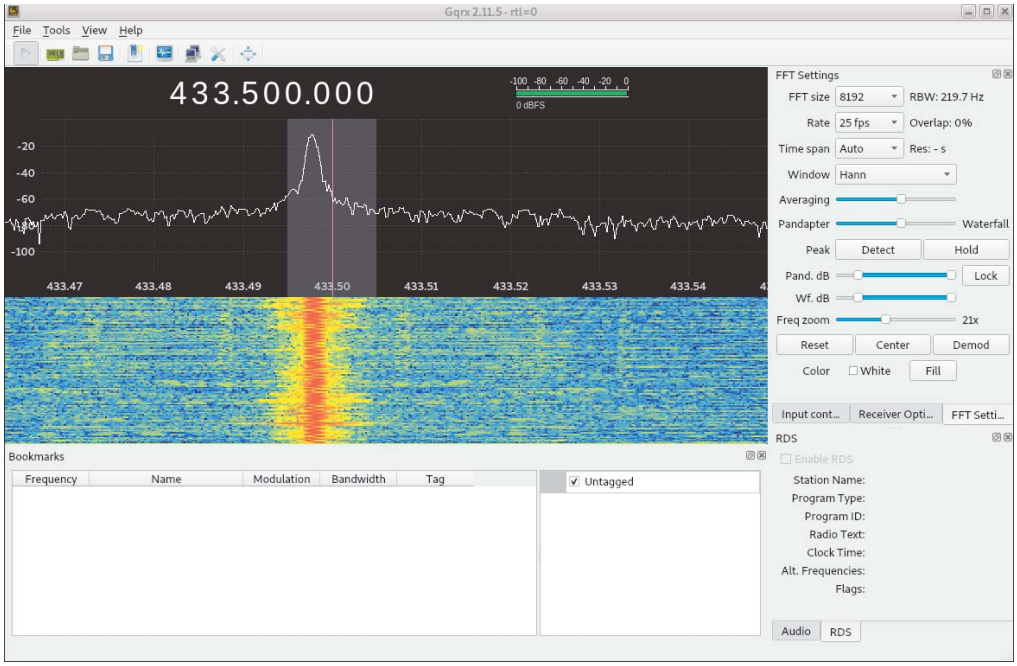

Abbildung 1.11 Das SDR-Programm Gqrx

1.5.3 Klassische Empfangsgeräte

Reine Empfangsgeräte sind in verschiedenen Bauformen sowohl neu als auch gebraucht erhältlich.

Im Vergleich zu der PC-gekoppelten SDR-Lösung haben Sie ein Gerät mit Schaltern und Knöpfen, das Sie nach kurzer Zeit intuitiv bedienen können.

Im Format von Handfunkgeräten erhalten Sie Empfänger, die oftmals als *Funkscanner* bezeichnet werden. Sie arbeiten meist mit vorher einstellbaren Festfrequenzen. Sie empfangen damit die höherfrequenten Amateurfunkbänder ab 144 MHz. Die »Kanäle« programmieren Sie mit den Frequenzen der Relaisfunkstellen und auch Frequenzen für den Direktbetrieb, auf denen Funkamateure miteinander kommunizieren können, ohne ein Relais zu nutzen. Teurere Modelle ermöglichen auch einen Empfang des Kurzwellenbereichs, wenngleich man hier nicht zu große Ansprüche an die Empfangsqualität stellen sollte.

Auf Flohmärkten finden Sie oft Kurzwellenempfangsgeräte, die in den letzten 25 Jahren produziert wurden (die Hersteller sind meist Yaesu, JRC, Kenwood oder Icom). Wenn diese Geräte in gutem Zustand sind, steht einem Kauf nichts im Wege. Natürlich erhalten Sie Kurzwellenempfänger auch als Neuware.

Geräte im Kofferradioformat ermöglichen auch die gute Wiedergabe von UKW- und DAB+-Sendungen. Allerdings gewährleisten hier nur die auch preislich höher liegenden Modelle brauchbaren Kurzwellenempfang, z. B. das TECSUN S-8800.

Tipp: Gehen Sie zusammen mit einem erfahrenen Funkamateur auf Einkaufstour. So vermeiden Sie Fehlkäufe und Enttäuschungen.

1.5.4 Bausätze

Sie können Ihren Empfänger auch selbst aufbauen. Dabei lernen Sie Funktechnik hautnah kennen. Allerdings müssen Sie teilweise Einschränkungen hinsichtlich der Ausstattung und der Empfangsleistungen hinnehmen, da im Normalfall keine aufwendigen Messmittel zur Verfügung stehen und die wenigsten Bausätze die Qualitäten hochpreisiger Geräte erreichen. Allerdings gibt es mit den SDR-Empfänger-Bausätzen hier auch Ausnahmen.

Die Zeitschrift *Funkamateur* betreibt einen kleinen Onlineshop mit Funkartikeln (http://*www.funkamateur.de*). Hier finden Sie unter anderem die vom Schweizer Entwickler Heinz Stampfl geschaffenen Bausätze *Junior 1* und *Junior 1D*.

Ersterer umfasst den Frequenzbereich von 5,9 MHz bis 8,1 MHz (das 49-m- und das 40-m-Rundfunkband sowie das dazwischen liegende 40-m-Amateurfunkband) mit den Sendearten AM und SSB.

Die Ausführung Junior 1D deckt den Bereich von 1 MHz bis 30 MHz in AM und SSB ab. SSB ist dabei als Doppelseitenempfang umgesetzt. Der Empfänger verfügt über eine digitale Frequenzanzeige und einen regelbaren Vorabstimmkreis (Preselektor), was den Empfang entscheidend verbessert.

Es werden verschiedene Bausätze von SDR-Empfängern angeboten. In der Regel sind diese relativ preiswert und bieten gute Empfangsleistungen.

1.5.5 Antennen für den Empfang

Wenn Sie einen eigenen Empfänger besitzen, benötigen Sie eine Antenne für den Empfang. Für den Anfang reicht eine einfache Wurfantenne, also ein Stück Draht. Ein Stück isolierter Schaltdraht, zwischen 2 und 20 m lang, genügt schon für den Empfang des Kurzwellenbereichs. Robuster ist eine isolierte Antennenlitze.

Einige moderne SDR-Empfänger verfügen über eine zusätzliche Langdraht-Klemme, verwenden aber sonst stets SMA-Anschlüsse. Für die Nutzung der Langdraht-

Klemme entfernen Sie nur ein Stück der Isolierung und stecken den Antennendraht ein – fertig. Die SMA-Stecker jedoch sind normalerweise nur lötbar, was mit einiger Übung auch gelingt. Möchten Sie anfangs dieser Arbeit aus dem Weg gehen, können Sie einfach einen Adapter *SO-259-Buchse auf SMA-Stecker* (siehe Abbildung 1.12 und Abbildung 1.13) dafür einsetzen.

Abbildung 1.12 Adapter SO-259 auf SMA: die Seite der SO-Buchse

Abbildung 1.13 Adapter SO-259 auf SMA: die Seite des SMA-Steckers

Um den Antennendraht daran anzustecken, benötigen Sie noch einen Bananenstecker (siehe Abbildung 1.14).

Möchten Sie den Funkamateuren auf dem 2-m- und 70-cm-Band lauschen, reicht eine kleine Antenne aus. Sie können hier ebenso eine kurze Wurfantenne mit 50 cm Länge verwenden. Einen besseren Empfang erzielen Sie mit einer kleinen Mobilantenne mit Magnetfuß (siehe Abbildung 1.15) oder Ähnlichem am Balkon oder Fensterbrett.

Abbildung 1.14 Bananenstecker

Den notwendigen Adapter für den Anschluss an Ihren Empfänger kaufen Sie zusammen mit der Antenne. Eventuell erhalten Sie so eine Antenne auch mit dem passenden Stecker.

Abbildung 1.15 Mobilantenne für das 2-m- und 70-cm-Band

1.6 Funkamateure persönlich kennenlernen

In Deutschland sind die allermeisten Funkamateure im »Deutschen Amateur-Radioclub e. V.« (*DARC*) organisiert.

Derzeit hat der Verein rund 34.000 Mitglieder. Er ist in Distrikte unterteilt, in denen sich wiederum die Ortsverbände mit den Mitgliedern befinden. Jeder Ortsverband verfügt über ein Kennzeichen, den Distrikts-Ortsverbands-Kenner (*DOK*). Dieser besteht im Regelfall aus dem Buchstaben, der den Distrikt kennzeichnet, und aus einer zweistelligen Zahl, z. B. B32 für den Ortsverband Pegnitz, der wiederum zum Distrikt Franken (B) gehört.

Das Vereinsleben findet in diesen Ortsverbänden (*OV*) auf unterschiedliche Art und Weise statt. So gibt es OVs, deren einzige Aktivität aus dem einmal im Vierteljahr stattfindenden OV-Abend besteht. Andere organisieren Lizenzkurse, Vorträge, Feste und Feiern aller Art, Exkursionen und wöchentliche Treffen. All dies hängt stets von den einzelnen Personen vor Ort ab.

Speziell für Pendler und andere, meist aus beruflichen Gründen »unsesshafte« Personen bietet sich der Ortsverband D22 »Soziale Medien« an. Hier tauschen sich die bundesweit verstreut lebenden Mitglieder mittels sozialer Medien aus. Ansonsten handelt es sich um einen gewöhnlichen Ortsverband, nur eben ohne regelmäßige lokale Treffen.

Bei Interesse besuchen Sie die Internetpräsenz des DARC unter *https://www.darc.de/home*. Klicken Sie dort auf Einsteiger.

Der DARC hat zudem die Ausbildungsplattform *50ohm.de* geschaffen. Aktuell, also im Frühjahr 2024, ist hier noch vieles im Aufbau begriffen. Aber: So leicht wie mithilfe dieser Plattform konnte man bisher nicht zu einer Amateurfunklizenz kommen: Selbstlerner können Online-Kurse belegen, Trainingsapps machen fit für die Prüfung, man erfährt, wo und wann (Teil-)Präsenzkurse abgehalten werden, und wo es im Umkreis helfende Lernpaten gibt. Kursleiter erhalten Kurspläne, Materialien und weitere Unterstützung. Unter *https://www.50ohm.de*/finden Sie all diese Informationen. Schauen Sie einfach mal rein!

Wenn Sie lieber den direkten Kontakt pflegen wollen, besuchen Sie einfach einen oder mehrere Ortsverbände in Ihrem Umkreis. Man wird Sie sicher in Ihrem Vorhaben, Funkamateur zu werden, unterstützen.

Es gibt weltweit und in Deutschland noch weitere Vereinigungen, die sich mit dem Amateurfunk beschäftigen. Dabei handelt es sich um Vereine mit spezielleren Zielen, z. B. Satellitenfunk, museale Erhaltung von Funktechnik oder Fördervereine an Hochschulen. Auch hier können Sie zu den Vereinstreffen stoßen und Ihre ersten Kontakte mit den Menschen hinter den Mikrofonen und Tasten knüpfen.

Wer sich ausschließlich auf das Hören des Funkgeschehens konzentrieren möchte, ist ebenso gut bei den vorgenannten Vereinen aufgehoben. Allerdings gibt es auch Funkfreunde, die sich ausschließlich dem Empfang verschrieben haben. Die Arbeitsgemeinschaft DX e. V., kurz *AGDX*, ist der Dachverband deutschsprachiger Kurzwellenhörervereine. Hier treffen sich Menschen, die sich auch dem Empfang weltweit hörbarer Rundfunkstationen widmen. Weiteres hierzu finden Sie unter *http://www.agdx.de*.

Funkamateure finden Sie auf vielen größeren Messen und Ausstellungen, wo sie sich und den Amateurfunk vorstellen. Hier können Sie Menschen und Technik direkt erleben und kennenlernen.

Eine Veranstaltung für Funkamateure ist die *HAM RADIO* in Friedrichshafen (*http://www.hamradio-friedrichshafen.de*). Sie findet jährlich im Zeitraum Juni/Juli statt. Hier treffen Funk- und Elektronikinteressierte zusammen. Das Programm ist sehr vielfältig. Es gibt Fachvorträge über neueste technische Entwicklungen, und Sie können am Stand der Bundesnetzagentur sogar die Amateurfunkprüfung ablegen. Internationale Aussteller zeigen ihre neuesten Produkte rund um den Amateurfunk. Vereine aus aller Welt stellen sich dar. Persönliche Kontakte mit Menschen aus aller Welt werden dort geknüpft. Die Planung mancher Urlaubsreise nimmt dort ihren Ursprung. Die inländischen Vereine geben über alle Fragen rund um den Amateurfunk Auskunft.

Vielleicht lernen Sie dort sogar Ihren persönlichen Ansprechpartner für den Einstieg kennen, zumindest erfahren Sie aber, wer in Ihrer Nähe Ihnen weiterhilft. Es treffen sich dort viele QSO-Partner und Jugendgruppen – der persönliche Kontakt ist hier das Wichtigste. Sie sehen und finden auf der HAM RADIO wirklich alles, was den Amateurfunk betrifft. Sollten Sie Ihre Zeit nicht nur auf dem Messegelände, sondern auch in Friedrichshafen verbringen, fallen Ihnen die dort herumflanierenden Funkfreunde mit ihren T-Shirts und Kappen sicher auf. Meist wird auf diese Kleidungsstücke das persönliche Rufzeichen gestickt.

Eine kleinere, aber deshalb nicht uninteressante Veranstaltung ist der *FUNK.TAG Kassel*. Dieser findet jeweils im Frühjahr statt und löste die nicht mehr stattfindende Interradio Hannover ab. Hier stellen sich ebenfalls Funkamateure mit ihrer Arbeit vor. Zudem gibt es gewerbliche Aussteller und einen Flohmarkt.

Weitere Informationen über das jeweilige aktuelle Programm und die Aussteller finden Sie auf der Webseite des Deutschen Amateur-Radioclubs e. V.

Alle zwei Jahre findet die *Amateurfunktagung München* statt. Sie wird in der Hochschule München veranstaltet und besteht aus einer Reihe von Vorträgen mit überwiegend funktechnischen Themen (*http://www.amateurfunktagung.de/*)

Neben den schon erwähnten OV-Abenden halten viele der Ortsverbände der Amateurfunkvereinigungen einmal im Jahr einen sogenannten *Fieldday* ab. Hierbei wird

eine Funkstation außerhalb bewohnter und erschlossener Gegend errichtet. Natürlich dienen diese Veranstaltungen dem gemütlichen Beisammensein. Gleichzeitig trainiert man aber auch, wie man im Notfall abseits der Netzstromversorgung und mit behelfsmäßig aufgebauten Antennen einen Funkbetrieb durchführt. Auch hierzu sind Einsteiger willkommen.

In Deutschland verfügen einige Funkamateure über ein Ausbildungsrufzeichen. Das ermöglicht es Ihnen, unter Aufsicht Ihre ersten QSOs zu tätigen, ähnlich einer »Fahrschule«. Wenn sich Ihnen eine derartige Möglichkeit bietet, nutzen Sie diese unbedingt. Sie erhalten schon mal ein Gefühl, wie es ist, teilweise weltweit über den Äther Kontakte zu knüpfen.

Auch die Amateurfunkvereinigungen von Österreich (ÖVSV) und der Schweiz (USKA) sind regional vor Ort mit ihren Untergliederungen aktiv. Die Aktivitäten sind die gleichen wie hier für den bundesdeutschen Raum beschrieben.

1.7 Technik als Erlebnis

Mit den eigenen Händen etwas schaffen, das können Sie auch im Amateurfunk erleben. Dazu müssen Sie nicht gleich ein Funkgerät selbst entwerfen und bauen, das machen wohl die wenigsten Funkamateure. Es bleiben aber genügend andere Betätigungsfelder, beispielsweise:

- Stecker an Antennenkabel löten oder crimpen
- Antennen berechnen und bauen
- Aufbau einer Stationsantenne
- mobile Stromversorgungen schaffen
- Messungen durchführen
- Zusatzgeräte wie Mikrofon, Morsetaste oder Rechner mit dem Funkgerät verkabeln
- Funkkoffer für unterwegs oder Notfunkeinsätze planen und bauen
- Stationstisch aufbauen
- Bausätze für Funk- und Messgeräte zusammenbauen (Das spart Zeit und Geld gegenüber kompletten Eigenentwicklungen.)
- Bewahrung technischer Denkmäler (historische Fernmeldetürme, Schiffe, Seefunkstellen, Sendeanlagen)
- Bewahrung und Pflege des Weltkulturerbes Morsetelegrafie

Und vieles andere mehr! Funkamateure helfen sich untereinander. Da hilft die junge Lötkünstlerin eben dem alten Antennenfuchs, und der Informatikstudent erklärt am OV-Abend seinen Vereinskollegen, was man mit dem Raspberry Pi so alles im Amateurfunk anstellen kann.

19.3 Koaxialkabel

Koaxialkabel zählen zu den asymmetrischen, also unsymmetrischen Leitungen in der Funktechnik, denn die beiden Leiter sind unterschiedlich geformt.

19.3.1 Der Aufbau von Koaxialkabeln

Abbildung 19.2 zeigt Ihnen den Aufbau von Koaxialkabeln.

Kabel für kurze Strecken und Frequenzen unterhalb 30 MHz verfügen über den Innenleiter (*Seele*) und das Abschirmgeflecht. Hochwertige Kabel, auch für hohe Frequenzen, sind mit einem zusätzlichen Schirm aus Metallfolie ausgestattet. Damit wird ein sehr hohes Schirmungsmaß erzielt.

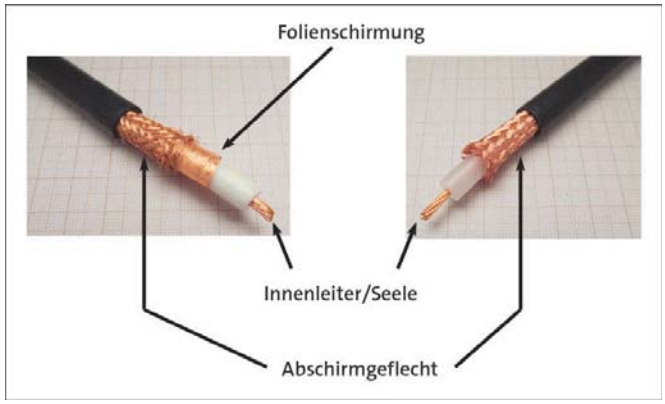

Abbildung 19.2 Aufbau von Koaxialkabeln

Hochwertige Koaxialkabel verhindern unerwünschte Abstrahlungen bei der Übertragung hochfrequenter Signale. Gleiches gilt beim Empfang. Störungen aller Art gelangen nicht über die Antennenzuleitung an den Empfänger.

Nachteilig sind oftmals die mechanischen Eigenschaften dieser Kabel. Besonders jene Ausführungen mit Folienschirm sind relativ starr und damit schwer bei engen Radien zu biegen. Auch das Gewicht kann z. B. bei Mittenspeisung von Drahtantennen von Bedeutung sein.

19.3.2 Berechnung des Wellenwiderstands Z

Um den Wellenwiderstand Z berechnen zu können, benötigen Sie diese Angaben:

- die relative Dielektrizitätszahl ε_r der Isolierung des Innenleiters (siehe Tabelle 19.1)
- den Innendurchmesser der Abschirmung bzw. des Folienschirms D
- den Durchmesser des Innenleiters d

Zur Berechnung selbst wenden Sie diese Formel an:

$$Z = \frac{60\ \Omega}{\sqrt{\varepsilon_r}} \times \ln\frac{D}{d}$$

Übung

Berechnen Sie ein Kabel, über das Sie folgende Daten haben:

- Material der Isolierung: Voll-PE
- Durchmesser des Innenleiters: 0,7 mm
- Durchmesser der Isolierung: 4,4 mm
- Außendurchmesser des Kabels: 7,4 mm

Gesucht ist der Wellenwiderstand *Z*.

Lösung:

Der Außendurchmesser des Kabels ist für die Berechnung nicht notwendig!

Die relative Dielektrizitätszahl für Voll-PE beträgt 2,29. Setzen Sie diese Werte in die Formel

$$Z = \frac{60\ \Omega}{\sqrt{2{,}29}} \times \ln\frac{4{,}4}{0{,}7}$$

ein und berechnen Sie sie mit dem Taschenrechner. (Beachten Sie, dass sich nach Eingabe der [ln]-Taste gegebenenfalls eine Klammer öffnet!)

- 60 [÷] [√] 2,29 [=] [×] [ln] 4,4 [÷] 0,7 [)] [=]

  Alternative Eingabe:

- 4,4 [÷] 0,7 [=] [ln] [×] 60 [÷] 2,29 [√] [=]

Abgelesen und gerundet: 72,9

Z beträgt also rund 75 Ω.

Koaxialkabel

Im Amateurfunk verwendete Koaxialkabel haben meist einen Wellenwiderstand von 50 Ω, seltener auch von 60 Ω oder 75 Ω.

19.3.3 Verminderte Ausbreitungsgeschwindigkeit

Die hochfrequenten Signale werden in Koaxialkabeln ausgebremst. Sie sind aufgrund der kapazitiven Belastung mit deutlich weniger als der Lichtgeschwindigkeit wie im Freiraum unterwegs. Daher sind, wenn frequenzabhängige Kabelzuschnitte angefertigt werden müssen, diese nach der herkömmlichen Berechnungsmethode

zu lang. Sie können aber sowohl die verringerte Ausbreitungsgeschwindigkeit v als auch einen Verkürzungsfaktor k berechnen.

Zur Berechnung der Ausbreitungsgeschwindigkeit können Sie mit der Formel

$$v = \frac{1}{\sqrt{L' \times C'}}\,(\mathrm{km/s})$$

arbeiten, wenn Sie C' in pF/m und L' in pH/m einsetzen.

Übung

Bekannte Werte eines Koaxialkabels sind:

- Induktivität (L') = 1,2 µH/m
- Kapazität (C') = 15 pF/m

Gesucht ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit v.

Lösung:

Gleichen Sie die SI-Präfixe (hier pH) an: 1,2 µH/m → 1.200.000 pH/m, und setzen Sie die Werte in die Formel ein:

$$v = \frac{1}{\sqrt{1200000 \times 15}}\,(\mathrm{km/s})$$

Berechnen Sie dann mit dem Taschenrechner:

- 1 [÷] [√] [(] 1200000 [×] 15 [)] [=]

Alternative Eingabe:

- 1 [÷] [(] 1200000 [×] 15 [)] [=] [√]

Abgelesenes Zwischenergebnis: $2{,}3570 \times 10^4$

Berücksichtigen Sie, dass die Induktivität in µH vorliegt, aber in pH eingegeben wurde. Multiplizieren Sie das Ergebnis im Taschenrechner mit 10^9, damit Sie die Ausbreitungsgeschwindigkeit von 236.000 km/s erhalten.

19.3.4 Der Verkürzungsfaktor k

Der Verkürzungsfaktor ergibt sich aus dem Umstand, dass für gewöhnlich die Berechnung der Wellenlänge mit der angenommenen Freiraumausbreitung und damit der höheren Ausbreitungsgeschwindigkeit (knapp 300.000 km/s) erfolgt. Diese ist aber tatsächlich im Kabel geringer. Anstatt für jedes Kabel die korrekte Ausbreitungsgeschwindigkeit zu bestimmen, berechnet man einen Verkürzungsfaktor k. Sie benötigen k z. B. für die Berechnung und Anfertigung von Anpassleitungen.

Bei der Berechnung des Verkürzungsfaktors zieht man die relative Dielektrizitätszahl ε_r heran. Sie finden einige Beispiele in Tabelle 19.1.

Material Dielektrikum/Isolierung	ε_r	k
Luft	1,00059	1,0
Polyethylen-(PE-)Vollmaterial	2,29	0,66
Polyethylen-(PE-)Schaum	1,3–1,5	0,82–0,85
Teflon (PTFE)	2,0	0,7

Tabelle 19.1 Relative Dielektrizitätszahlen

Den Verkürzungsfaktor k berechnen Sie so:

$$k = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_r}}$$

Übung

Ermitteln Sie den Verkürzungsfaktor für Kabel mit Voll-PE-Isolierung.

Lösung:

Setzen Sie die Werte in die Formel ein, und rechnen Sie mit dem Taschenrechner:

$$k = \frac{1}{\sqrt{2{,}29}}$$

▸ 1 [÷] [√■] 2,29 [=]

Alternative Eingabe:

▸ 1 [÷] 2,29 [√] [=]

Gerundetes Ergebnis: 0,66

Diesen Faktor können Sie bei den meisten handelsüblichen Koaxialkabeln anwenden!

19.3.5 Kabeldämpfung

Koaxialkabel haben durchweg eine höhere Dämpfung als Paralleldrahtleitungen. Je höher der Durchmesser des Kabels und je größer der Luftanteil im Dielektrikum ist, desto geringer fällt die Dämpfung aus. Die Dämpfung steigt mit der Frequenz und Kabellänge.

Die Hersteller geben die Dämpfung a_0 in dB je 100 m an.

Um die Dämpfung eines Kabels in Abhängigkeit von dessen Länge und der benutzten Frequenz zu ermitteln, gehen Sie wie folgt vor:

- Schritt 1: Ermitteln Sie die Grunddämpfung je 100 m »Ihres« Kabels aus den Herstellerangaben. Die Angaben hierfür sollten wenigstens in der Abstufung 10 MHz, 100 MHz, 400 MHz oder 500 MHz und gegebenenfalls 1 GHz vorliegen, je nachdem, welchen Bereich Sie nutzen möchten. Wählen Sie die Angaben für die nächsthöhere Frequenz in den Herstellerangaben. Sollte ein Dämpfungsdiagramm des Herstellers für das Kabel vorliegen, können Sie einen genaueren Wert ermitteln.
- Schritt 2: Rechnen Sie das Verhältnis Ihrer Kabellänge zu 100 m aus.
- Schritt 3: Multiplizieren Sie das Verhältnis mit dem dB-Wert für 100 m.

Übung

Ermitteln Sie die Kabeldämpfung für 15 m des RG58U bei 10 MHz.

Lösung:

- Schritt 1: Ermitteln Sie die Grunddämpfung des Kabels. Auf einem Infoblatt des Herstellers finden Sie die Dämpfung mit 5 dB je 100 m bei 10 MHz angegeben.
- Schritt 2: Berechnen Sie die gegebene Kabellänge mit dieser Formel:

$$a = \frac{\text{tatsächliche Länge (m)}}{100\ \text{m}} \times \text{Dämpfung(dB)}$$

- Schritt 3: Geben Sie die Werte in den Taschenrechner ein:

  15 [÷] 100 [×] 5 [=]

  Lesen Sie nun das Ergebnis ab: 0,75 dB beträgt die gesuchte Dämpfung.

Einige Hersteller geben die Werte nicht für die Amateurfunkbänder passend, sondern z. B. für 10 MHz, 100 MHz, 500 MHz usw. an, da die Kabel ja für alle möglichen Funkdienste angeboten werden. Sie müssen die Werte dann für Ihren genutzten Frequenzbereich umrechnen.

Dazu setzen Sie die beiden Frequenzen in ein Verhältnis und ziehen daraus die Wurzel. Sie erhalten dann den Faktor, mit dem der niedrigere Wert multipliziert wird:

$$\text{Faktor} = \sqrt{\frac{f_{\text{hoch}}}{f_{\text{niedrig}}}}$$

Übung

Ihr Kabel verfügt bei 10 MHz über 2 dB Dämpfung je 100 m. Sie möchten es für 50 MHz einsetzen, haben aber keine Herstellerangabe für diese Frequenz. Zudem muss es 8 m lang sein. Wie hoch wird die Dämpfung ausfallen?

Lösung:

- Schritt 1: Ermitteln Sie den Faktor zur Umrechnung mit dem Taschenrechner:
  - [√■] [(] 50 [÷] 10 [)] [=]

  Alternative Eingabe:
  - 50 [÷] 10 [=] [√]

  Faktor abgelesen und gerundet: 2,24
- Schritt 2: Berechnen Sie die Dämpfung für 100 m Kabel bei 50 MHz:

  2 dB [×] 2,24 [=] 4,48 dB je 100 m bei 50 MHz
- Schritt 3: Berechnen Sie die Dämpfung für die tatsächliche Kabellänge mit dem Taschenrechner:

  8 [÷] 100 [×] 4,48 [=]

  Ergebnis: 0,36 dB Dämpfung

Koaxialkabel

- Koaxialkabel sind asymmetrisch aufgebaut. Sie bestehen aus dem Innenleiter und der Abschirmung, die als Drahtgeflecht aufgebaut ist. Zusätzlich kann eine Metallfolie die Schirmung verstärken (siehe Abbildung 19.2).
- Hochwertige Koaxialkabel verhindern unerwünschte Abstrahlungen von Sendeenergie, aber auch das Einstreuen von unerwünschten Signalen aus dem Nahfeld beim Empfang.
- Koaxialkabel benötigen oft einen größeren Biegeradius und sind daher manchmal schwer zu verlegen.
- Im Amateurfunk werden Koaxialkabel mit 50 Ω, aber auch mit 60 Ω oder 75 Ω verwendet.
- Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Funkwellen ist im Koaxialkabel niedriger gegenüber jener im Freiraum.
- Daraus ergibt sich auch der Verkürzungsfaktor, da die Berechnung der Wellenlänge üblicherweise mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit im Freiraum vorgenommen wird. Der Verkürzungsfaktor wird mittels der relativen Dielektrizitätszahl ε_r berechnet.
- Die Dämpfungswerte von Koaxialkabeln sind höher als jene der Paralleldrahtleitungen.
- Die Dämpfungswerte werden bestimmt durch Leitungsdicke, Frequenz und Dielektrikum (sehr gut: Luft; gut: PE-Schaum; üblich: PE-Vollmaterial).

19.4 Übersicht über Koaxialkabel

Auf dem Markt finden Sie eine Vielzahl von Koaxialkabeln (siehe Abbildung 19.3), von denen ich Ihnen eine Auswahl vorstellen möchte.

Abbildung 19.3 Koaxialkabel

Die Koaxialkabel unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Dicke, Biegsamkeit und Dämpfung. Dünne Kabel verwenden Sie für kurze Strecken: Meist schließen Sie Handfunksprechgeräte an Außenantennen an. Dies wird vor allem durch den hierfür hauptsächlich verwendeten SMA-Stecker vorgegeben.

Lange Strecken im Gebäude und an Masten benötigen Kabel mit geringer Dämpfung. Diese haben Luft- oder Schaumisolierung, sind aber wenig flexibel. Kabeltrassen müssen entsprechende Biegeradien vorsehen, auch für Mauer- und Mastdurchlässe.

Tabelle 19.2 stellt Ihnen einige Kabeltypen vor. Alle weisen einen Wellenwiderstand von 50 Ω auf. Die Werte wurden verschiedenen Listen und Herstellerunterlagen entnommen.

Außen-durchmesser	Typ	Dielek-trikum	Dämpfung je 100 m			Verk.-Faktor
			10 MHz	100 MHz	400 MHz	
2,8 mm	RG 174 AU	PE	9,5 dB	25,8 dB	54,9 dB	0,66
5 mm	RG 58 CU	PE	4,1 dB	13,9 dB	30 dB	0,66
5,4 mm	H 155	PE + Luft	3,0 dB	9,1 dB	18 dB	0,80

Tabelle 19.2 50-Ω-Koaxialkabel (Auswahl)

Außen-durchmesser	Typ	Dielek-trikum	Dämpfung je 100 m			Verk.-Faktor
			10 MHz	100 MHz	400 MHz	
7,3 mm	Aircell 7	PE + Gas	2,2 dB	6,3 dB	13 dB	0,83
7,3 mm	H 2007	PE-Schaum	2,2 dB	6,3 dB	13 dB	0,83
7,3 mm	HIGHFLEXX 7 (Ultraflex 7)	PE-Schaum	1,9 dB	5,8 dB	11,8 dB	0,83
10,3 mm	RG 213 U	PE	1,8 dB	6,4 dB	13,7 dB	0,66
10,3 mm	H 2000 Flex	PE-Schaum	1,0 dB	3,9 dB	8 dB	0,83
10,3 mm	H 2010 (Ultraflex 10)	PE-Schaum	1,13 dB	3,99 dB	8,35 dB	0,83
10,3 mm	Hyperflex 10	PE-Schaum	1,34 dB	3,95 dB	8,3 dB	0,87
13 mm	Hyperflex 13	PE-Schaum	0,85 dB	2,88 dB	6,19 dB	0,86

Tabelle 19.2 50-Ω-Koaxialkabel (Auswahl) (Forts.)

19.5 Steckverbinder für Koaxialkabel

Der *UHF-(»PL«-)Stecker* (siehe Abbildung 19.4) wird seinem Namen nicht gerecht. Tatsächlich war diese Norm einmal vor 60 Jahren oder noch früher für UHF-Leitungen gedacht. Auch heute noch sind z. B. Mobilfunkgeräte, die auch das 70-cm-Band abdecken, mit derartigen Anschlüssen ausgestattet. Es gibt aber Besseres!

Abbildung 19.4 UHF-Buchse und Stecker (bzw. »PL« für »Plug«)

Der *BNC-Stecker* (siehe Abbildung 19.5) ist hier schon eher geeignet, aber hohe Leistungen verkraftet er weniger. Charakteristisch für ihn ist die Verriegelung der Verbindung mittels eines federnden Bajonettverschlusses anstelle der sonst üblichen Verschraubungen. Im Bild sind Stecker und Buchse richtig bezeichnet: Der Stecker verfügt über den Bajonett-Überwurf, was ihn eigentlich wie eine Buchse aussehen lässt!

Abbildung 19.5 BNC-Stecker (links) und BNC-Buchse (rechts)

Exzellent, aber eher für Handfunkgeräte oder Messtechnik geeignet, ist die *SMA-Norm*. Abbildung 19.6 zeigt eine SMA-Buchse, Abbildung 19.7 den SMA-Stecker eines Koaxialadapters.

Abbildung 19.6 SMA-Buchse

Kommen sehr hohe Frequenzen und hohe Leistungen zusammen, verwenden Sie Stecker, Kupplungen und Buchsen der N-Norm (siehe Abbildung 19.8). Bei ihnen wird die Verbindung klassisch mittels Überwurfverschraubung gesichert.

Abbildung 19.7 SMA-Steckerseite eines Adapters

Abbildung 19.8 N-Buchse und N-Stecker

Falsch oder fehlerhaft mit dem Koaxialkabel verbundene Steckverbinder können das Empfangs- und Sendevergnügen nachhaltig trüben.

Wenn Sie bisher noch nicht Koaxialstecker an die entsprechenden Kabel montiert haben, besuchen Sie am besten einen versierten Funkamateur. Unter seiner Aufsicht und mit seiner Hilfe führen Sie Ihre ersten Montagen durch.

Steht Ihnen dieser »Königsweg« nicht zur Verfügung, sollten Sie sich diverse Videos im Internet hierzu ansehen. In den meisten dieser Anleitungen erhalten Sie ebenso gute Erklärungen und arbeiten Schritt für Schritt mit. Auch Elektronik- und Funkhändler bieten oftmals bebilderte Anleitungen zur Steckermontage an.

Kapitel 35
Morsen

Sie dürfen hierzulande ohne amtliche Prüfung Morsetelegrafie im Amateurfunk verwenden. Eine freiwillige Prüfung ist dann notwendig, wenn Sie vorhaben, vom Ausland aus den Betrieb aufzunehmen und das Gastland noch auf einer amtlichen Morseprüfung für den Zugang zur Kurzwelle besteht. Morsetelegrafie hat einige Vorteile gegenüber dem Sprechfunk:

- Der Betrieb ist mit einfachsten Geräten möglich.
- Eine Verständigung ist ohne tiefgehende Fremdsprachenkenntnisse möglich, da Amateurfunkabkürzungen international verwendet werden und überall die gleiche Bedeutung haben.
- Die geringen Sendeleistungen reichen für weltumspannenden Verkehr aus, daher ist Morsetelegrafie besonders bei Akkubetrieb ohne Zugang zum öffentlichen Stromnetz interessant.
- Im Störnebel oder bei dichter Bandbelegung hört man immer noch »seine« Station heraus. Dabei wird das Morsen nur von wenigen digitalen Verfahren, wie beispielsweise FT8, übertroffen.
- Wie die meisten digitalen Verfahren auch ist Morsetelegrafie eine »leise« Kommunikation: Kopfhörerbetrieb und das leise Klicken der Morsetaste stören keine Mitbewohner, wenn Sie in der Nacht Ihre Verbindungen haben.

Irgendwann fühlen Sie sich sicher genug, in Morsetelegrafie auf Sendung zu gehen. Die Aufregung wird sich mit der Zeit und der Routine legen. Damit der Start klappt, beherzigen Sie bitte die Ratschläge im Kasten.

Morsen – einige Spielregeln

- Betrachten Sie die Morsezeichen weder als »Punkt« und »Strich« noch als »Kurz« oder »Lang« sondern als »DIT« und »DAH«. So arbeiten Sie stets mit dem Klangbild und prägen sich keine optischen Muster ein, die Sie besonders bei der Gehöraufnahme stören werden.
- Geben Sie nur so schnell, dass Sie dabei auch saubere Zeichen hervorbringen!
- Verwenden Sie die Morsetaste, deren Handhabung Ihnen liegt!

- Stellen Sie Ihre Gebegeschwindigkeit auf Ihr Gegenüber ein. Damit vermeiden Sie Rückfragen, und Ihr QSO-Partner wird Sie als höflich und rücksichtsvoll empfinden.
- Überlassen Sie das Hören nicht dem Computer oder der App. Das geht nur so lange gut, wie die empfangene Station eine elektronische Morsetaste benutzt und keinerlei Störungen vorliegen. Die Morsetelegrafie ist kein Ersatz für die digitalen Sendearten oder das Fernschreiben!
- Nehmen Sie eine bequeme Haltung ein, damit Sie nicht schnell ermüden. Bei der Verwendung einer Handtaste sollte der Unterarm nicht aufliegen; stellen Sie die Taste dabei fast an den vorderen Tischrand. Der Tastenteller/-knopf wird mit mehreren Fingern gehalten, auch der Daumen ist einbezogen. Wenn Sie eine automatische Taste (*Bug*, *Squeeze*) nehmen, sollte der Unterarm aufliegen. Sie vollführen hierbei mehr Finger- als Handbewegungen.

35.1 Morsezeichen

Der Morsecode ist ein nach seinem Erfinder Samuel Morse benannter Code zur telegrafischen Übermittlung von Buchstaben, Ziffern und weiteren Zeichen. Das Morsealphabet beinhaltet die Buchstaben des Alphabets, es gibt aber noch weitere Zeichen, wie beispielsweise spezielle Betriebszeichen, die für eine vollständige Kommunikation zwischen zwei oder mehreren Kommunikationspartnern notwendig sind. Tabelle 35.1 bis Tabelle 35.4 zeigen die gängigsten Zeichen.

Zeichen	Aufbau	Klangbild	Zeichen	Aufbau	Klangbild
A	. -	di dah	Ä	. - . -	di da di dah
B	- . . .	da di di dit	C	- . - .	da di da dit
CH	- - - -	da da da dah	D	- . .	da di dit
E	.	dit	F	. . - .	di di da dit
G	- - .	da da dit	H	. . . .	di di di dit
I	. .	di dit	J	. - - -	di da da dah
K	- . -	da di dah	L	. - . .	di da di dit
M	- -	da dah	N	- .	da dit
O	- - -	da da dah	Ö	- - - .	da da da dit

Tabelle 35.1 Buchstaben

Zeichen	Aufbau	Klangbild	Zeichen	Aufbau	Klangbild
P	. - - .	di da da dit	Q	- - . -	da da di dah
R	. - .	di da dit	S	. . .	di di dit
T	-	dah	U	. . -	di di dah
Ü	. . - -	di di da dah	V	. . . -	di di di dah
W	. - -	di da dah	X	- . . -	da di di dah
Y	- . - -	da di da dah	Z	- - . .	da da di dit

Tabelle 35.1 Buchstaben (Forts.)

Zeichen	Aufbau	Klangbild
1	. - - - -	di da da da dah
2	. . - - -	di di da da dah
3	. . . - -	di di di da dah
4	. . . . -	di di di di dah
5	. . . . .	di di di di dit
6	-	da di di di dit
7	- - . . .	da da di di dit
8	- - - . .	da da da di dit
9	- - - - .	da da da da dit
0	- - - - -	da da da da dah

Tabelle 35.2 Zahlen

Zeichen	Aufbau	Klangbild	Bedeutung
(k)	- . -	da di dah	Kommen
(r)	. - .	di da dit	Richtig

Tabelle 35.3 Betriebszeichen

Zeichen	Aufbau	Klangbild	Bedeutung
(ka)	- . - . -	da di da di dah	Spruchanfang
(ar)	. - . - .	di da di da dit	Spruchende [+]
(sk)	. . . - . -	di di di da di dah	Verkehrsende
(eb)	. - . . .	di da di di dit	Warten
(ve)	. . . - .	di di di da dit	Verstanden
8 dit	. . . . .	di di di di di di di dit	Irrung
(ii)	. . . .	di dit di dit	Gruppenwiederholung

Tabelle 35.3 Betriebszeichen (Forts.)

Weitere spezielle Morsezeichen sind noch für Rechenzeichen oder neuere Buchstaben, wie das @ für die Übermittlung einer E-Mail-Adresse, definiert. Sie sehen also: Morsezeichen leben und entwickeln sich ständig weiter.

Zeichen	Aufbau	Klangbild
@	. - - . - .	di da da di da dit
/	- . . - .	da di di da dit
:	- - - . . .	da da da di di dit
.	. - . - . -	di da di da di dah

Tabelle 35.4 Spezielle Zeichen für Internet- und E-Mail-Adressen

35.2 Ablauf einer Morseverbindung

Die Kürzel »QSO« und »Sked« werden für Kommunikationsverbindungen beim Morsen verwendet:

- »Sked« bedeutet »Verabredung/Schedule« und bezeichnet einen vorher vereinbarten Kommunikationsaustausch zwischen zwei Amateurfunkern.
- Ein QSO ist nicht verabredet, also eine zufällige Begegnung auf dem Band.

Wenn Sie diesem Ablauf zum ersten Mal zuhören, wird Ihnen diese Kommunikation ziemlich undurchsichtig erscheinen. Sie folgt aber mehr oder weniger festen Regeln; es gibt Informationen, die erwartet werden, und Informationen, die optional sind.

Mit der Zeit bekommt man Erfahrung, und mit zunehmender Betriebspraxis wird solch ein Austausch zur Routine und zum Vergnügen.

Nachfolgend finden Sie Kochrezept für den Einstieg, wie ein Anruf und auch eine Antwort auf einen Anruf aussehen kann.

Nehmen wir an, die beiden Funkamateure Harald DL6RAL und Jörg DJ4WD treffen sich auf dem Band. Harald befindet sich mit seiner Amateurfunkstation in der Nähe von Berlin, Jörg befindet sich in der Nähe von Frankfurt. (Die ganz genauen Wohnorte sind bei der ersten Funkverbindung nicht notwendig. Es geht weniger um den genauen Wohnort, sondern eher um eine Einschätzung der Wellenausbreitung. Meist wird dafür auch noch der Locator übermittelt. Nehmen Sie also die nächste größere Stadt, die auch auf einer Landkarte zu finden ist.)

Schauen wir uns dazu ein Beispiel an: Jörg DJ4WD hört auf dem Band einen allgemeinen Anruf von DL6RAL:

```
cq cq cq de dl6ral dl6ral ar k
```

Jörg kann den Anruf klar und gut verstehen und beschließt zu antworten:

```
dl6ral de dj4wd ar k
```

Harald hört wiederum die Antwort auf seinen Anruf von DJ4WD klar und deutlich und beschließt mit ihm ein QSO zu haben:

```
dj4wd de dl6ral

ge dr om

tks fer call

rst 599 5nn

name harald harald

qth berlin berlin

wx is cloudy temp 15 c

rig ts590 pwr 50 watts

ant dipole

loc jo62nh

hw? dj4wd de dl6ral kn
```

Jörg hat dies alles gehört und die wichtigsten Angaben, wie Name, Rufzeichen, Wohnort, Locator und vielleicht auch die Stationsausstattung notiert. Einige Angaben davon wird er später in sein Logbuch übernehmen.

Er sendet nun seine Antwort und orientiert sich an der Menge der Informationen und der Reihenfolge in etwa an seinem Funkpartner. Manche Amateurfunker senden mehr, manche weniger; dies ist oft abhängig von der Routine und Übung, die man

hat. Auch mit der CW-Geschwindigkeit passt sich der Antwortende immer dem Anrufenden an!

dl6ral de dj4wd

ge lbr om harald

tks fer fb rprt

rst 599 5nn

name joerg joerg

qth nr frankfurt

wx is cloudy temp 12 c

rig orion pwr 100 watts

ant vertical

loc jn49mr

hw? dl6ral de dj4wd kn

Damit ist der erste Durchgang abgeschlossen, und alle notwendigen Informationen für eine erfolgreiche Verbindung sind übertragen. Ab diesem Punkt darf die Funkverbindung in das Logbuch eingetragen werden.

Nun folgt der zweite Durchgang, der ein Dankeschön und die Verabschiedung beinhaltet. Harald ist wieder an der Reihe:

dj4wd de dl6ral

all ok dr om joerg

tnx fr fb rprt

pse ur qsl my qsl sure via buro

tnx fer nice qso

hpe cuagn 73 es gl tu

dj4wd de dl6ral sk

Harald hat am Ende seines zweiten Durchgangs ein »sk« gegeben, was »Verkehrsende« bedeutet. Jörg weiß nun, dass nach seiner Übermittlung keine weitere Antwort von Harald kommen wird. Seine Antwort wird also alles beinhalten müssen, was nun noch wichtig sein könnte. Falls er im ersten Durchgang etwas vergessen hat, wird er es hier noch unterbringen müssen:

dl6ral de dj4wd

all gd lbr harald

tnx fr ur rprt

```
qsl sure

tnx fer nice qso

hpe cuagn 73 es gl tu

dl6ral de dj4wd sk
```

Wie Sie sehen, wird ein CW-QSO nicht in Klartext geführt. Es würde zu lang werden und Ewigkeiten dauern – länger, als manchmal die Ausbreitungsbedingungen eine stabile Kommunikation zulassen. Aus diesem Grund hält man sich kurz und übermittelt so zügig wie möglich alle notwendigen Informationen, damit die Verbindung erfolgreich ins Logbuch übernommen werden kann.

In dem Beispiel konnten Sie nun einige der gängigsten Amateurfunkkürzel sehen. Deren Bedeutung muss den Funkpartnern bekannt sein und sie müssen Ihnen flüssig »von der Hand gehen«, damit die Funkverbindung Spaß macht und effizient ist. Auch beinhaltet dieses Beispiel-QSO einige Dinge, die die gebräuchliche Praxis darstellen, beispielsweise die Übermittlung des Rufzeichens des Funkpartners und des eigenen Rufzeichens am Anfang und am Ende der jeweiligen Übermittlung. Auch haben Funkverbindungen in einem Contest andere Regeln als ein normales CW-QSO am Abend.

Warum dies alles so gemacht wird und welche weiteren wichtigen Regeln für die Betriebspraxis und erfolgreiche QSOs nötig sind, bringt Ihnen ein Morsefreund bei. Besorgen Sie sich eine Morsezeichen-Kurzreferenz, wenn Sie mit dieser Betriebsart beginnen möchten, um alle nötigen Abkürzungen übersetzen und lernen zu können.

35.3 Welche Taste?

Zum Lernen, aber auch zur Teilnahme am Funkbetrieb eignet sich natürlich die klassische Handtaste, wie in Abbildung 35.1 gezeigt. Dieses Modell stammt, wie unschwer zu erkennen ist, aus einer militärischen Vornutzung und ist auch für Einsätze im Gelände robust genug. Im Inneren derartiger Tasten finden Sie Einstellmöglichkeiten für den Tastenhub und manchmal auch für die Gängigkeit. Handtasten werden auch heute noch produziert, zum Teil als hochpräzise Einzelstücke.

Einen Vorteil der Handtasten möchte ich noch erwähnen: Sie können während der Verbindung ohne einen weiteren Handgriff Ihre Geschwindigkeit erhöhen oder senken, ganz wie Ihr Funkpartner es benötigt.

Sehr verbreitet sind die automatischen Morsetasten mit Squeeze-Technik. Hierbei drücken Sie mit Daumen und Zeigefinger auf die *Paddles*. Jeweils eines steht für Punkt, das andere für Strich. Drücken Sie beide gleichzeitig, so werden so lange abwechselnd ein Punkt und ein Strich gegeben, bis Sie die Tasten loslassen.