

# AMATEURFUNK BETRIEBSTECHNIK

*Ing. Michael Zwingl (OE3MZC)*

Offiziell empfohlene Prüfungsvorbereitung des Österreichischen Versuchssenderverbands ÖVSV



**ÖVSV**

**ÖSTERREICHISCHER VERSUCHSSENDERVERBAND**



## Impressum

Herausgeber: Österreichischer Versuchssenderverband (ÖVSV)

Verlag: omnинum KG, 2540 Bad Vöslau

Lektorat: Anne Saskia Mrasek

Grafik/Satz: florianschiller.at; Stefan Schmutterer; Michael Lenhart; Christian Bendl; Klaudia Rauscher

Herstellung: Druckerei Seitz

© 2014 Österreichischer Versuchssenderverband

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet die Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie.

Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-99031-002-1

[www.oevsv.at](http://www.oevsv.at)

2. Ausgabe, September 2014

# INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort .....	7
Die Prüfungsfragen zur Betriebstechnik .....	9
1. Was verstehen Sie unter UTC (GMT) – Zusammenhang zu Lokalzeit, Sommerzeit? .....	9
2. Buchstabieren Sie Ihren Vornamen, Zuname und Adresse bzw. den folgenden Text nach dem internationalen Buchstabieralphabet.....	10
3. Welche Frequenzbereiche werden im Amateurfunk verwendet?.....	10
4. Nennen Sie die konkreten Frequenzbereiche, die dem Amateurfunkdienst in den jeweiligen Frequenzbändern zugewiesen sind (jeweils fünf Beispiele) .....	11
5. Wie wird ein Funkrufzeichen bzw. ein Amateurfunkrufzeichen aufgebaut – nach welcher Vorschrift?.....	11
6. Nennen Sie Beispiele österreichischer Amateurfunkrufzeichen mit Zusätzen (/m, /p, /am; /mm; /1) .....	12
7. Nennen Sie die Landeskennner der Nachbarländer und von fünf weiteren Ländern .....	12
8. Was bedeuten die Ziffern im österreichischen Amateurfunkrufzeichen, welche Rufzeichenzusätze sind zulässig? .....	13
9. Wie eröffnen Sie einen Funkverkehr in Phonie, wie in Telegraphie? .....	13
10. Sie wollen in einen bestehenden Funkverkehr einsteigen – wie führen Sie das durch? ...	14
11. Was ist das gebräuchliche Minimum einer Amateurfunkverbindung? .....	14
12. Welche Bedeutung haben die Q-Gruppen im Allgemeinen? .....	15
13. Wie teilen Sie der Gegenstation Ihren Standort mit?.....	19
14. Was verstehen Sie unter einem Notverkehr und wie wird er angekündigt? .....	19
15. Sie empfangen einen Notruf – woran erkennen Sie diesen und wie haben Sie sich zu verhalten?.....	20
16. Auf welchen Bändern könnten Sie einen Notruf empfangen? .....	20
17. Was verstehen Sie unter den Begriffen <i>mayday</i> , <i>securitee</i> , <i>silence mayday</i> und <i>mayday relais</i> ? .....	21
18. Müssen Sie ein Funktagebuch führen und welche Angaben muss es enthalten?.....	21
19. Was bedeuten die folgenden Abkürzungen? .....	22
20. Wie breitet sich eine Funkwelle (elektromagnetische Welle) aus?.....	23
21. Erklären Sie die Begriffe Fresnelzone und Geländeschnitt.....	24
22. Welchen Einfluss hat die Wahl des Standortes für die UKW-Ausbreitung?.....	24
23. Beschreiben Sie das typische Ausbreitungsverhalten in den Frequenzbändern 6 m, 2 m und 70 cm .....	25
24. Erklären Sie die Begriffe Relaisfunkstelle, Transponder, Bakensender und welche betrieblichen Besonderheiten sind zu beachten?.....	25
25. Erklären Sie die Betriebsabwicklung bei Relaisbetrieb.....	26
26. Was ist bei Überreichweitenbedingungen zu beachten? .....	27
27. Wie gehen Sie bei der Planung einer Amateurfunkverbindung zu einem bestimmten Ort vor? .....	28
28. Welche Betriebsverfahren werden bei Scatter-Verbindungen verwendet? .....	28
29. Was versteht man unter EME-Verbindungen – welches Betriebsverfahren wird angewendet?.....	29

30. Welche Betriebsverfahren werden bei Meteorscatter-Verbindungen angewendet?.....	29
31. Was verstehen Sie unter Packet Radio – welches Betriebsverfahren wird angewendet?... ..	30
32. Was verstehen Sie unter den Begriffen Mailbox, Digipeater, Netzknoten und welche betrieblichen Besonderheiten sind zu beachten?.....	31
33. Erklären Sie die Betriebsabwicklung bei ATV-Betrieb.....	32
34. Erklären Sie das Betriebsverfahren SSTV.....	32
35. Was ist ein Contest – wie verhalten Sie sich richtig?.....	33
36. Was ist ein <i>pile-up</i> – wie verhalten Sie sich richtig? .....	33
37. Was bedeuten die Hinweise <i>5 up</i> bzw. <i>10 down</i> ? .....	33
38. Wie beurteilen Sie die Aussendung Ihrer Gegenstelle und wie wird diese Beurteilung der Gegenstelle mitgeteilt? .....	34
39. Nennen Sie Einflüsse, die die Lesbarkeit einer Funkverbindung verschlechtern .....	35
40. Was ist bei der Abstimmung des Leistungsverstärkers einer Amateurfunkstelle zu beachten? .....	35
41. Welche Maßnahmen ergreifen Sie, wenn Sie darauf aufmerksam gemacht werden, dass Ihre Aussendung „splattert“? .....	36
42. Was verstehen Sie im Telegraphiebetrieb (CW) unter BK-Verkehr? .....	36
43. Was ist hinsichtlich der Herstellung oder Veränderung von Amateurfunkgeräten zu beachten? .....	36
44. Welche Mess- und Kontrollgeräte sind bei einer Amateurfunkstelle vorgeschrieben? ....	37
45. Was ist beim Betrieb an den Bandgrenzen zu beachten? .....	37
46. Wie arbeiten Sie mit ausländischen Amateurfunkstationen zusammen, die einen anderen/erweiterten Bandbereich benutzen (z. B. 40 m, 80 m)?.....	38
47. Was versteht man unter Sonnenaktivität, unter der Sonnenfleckenrelativzahl, unter dem Solar-Flux – welchen Einfluss haben diese Effekte auf die Kurzwellenausbreitung? ..	38
48. Welchen Einfluss hat die Ionosphäre auf die Ausbreitung von Funkwellen über 30 MHz? .....	39
49. Welche Sendearten sind im Kurzwellenbereich zulässig? .....	39
50. Ausbreitung von Funkwellen – Ausbreitungsmerkmale in den verschiedenen Amateurfunk-Frequenzbereichen .....	40
51. Beschreiben Sie den Aufbau der Ionosphäre und welche betrieblichen Konsequenzen ergeben sich aus diesem? .....	41
52. Wie verhalten sich die Ionosphärenschichten im Tages- und Jahresverlauf?.....	42
53. Welchen Einfluss hat die geographische Breite auf die Kurzwellenausbreitung? .....	42
54. Welchen Zyklen unterliegen die Ausbreitungsbedingungen auf Kurzwelle?.....	43
55. Welche betrieblichen Auswirkungen haben die besonderen Ausbreitungsbedingungen auf Kurzwelle? .....	43
56. Welche betriebliche Auswirkung hat die Bodenwellen-Ausbreitung? .....	44
57. Welche betriebliche Auswirkung hat die Raumwellen-Ausbreitung und in welchem Frequenzbereich ist sie von Bedeutung? .....	44
58. Welche betriebliche Bedeutung hat die Kritische Frequenz?.....	44
59. Welche betriebliche Bedeutung haben die Begriffe MUF und LUF? .....	45
60. Was ist die Tote Zone, was ein <i>skip</i> ?.....	45
61. Wovon hängt die maximal erzielbare Reichweite auf Kurzwelle ab? .....	46
62. Was verstehen Sie unter kurzem, was unter langem Weg? .....	46

63. Was verstehen Sie unter dem Dämmerungseffekt? .....	47
64. Was verstehen Sie unter der <i>grey line</i> , welche Besonderheiten in der Funkausbreitung können auftreten?.....	47
65. Beschreiben Sie das charakteristische Ausbreitungsverhalten in den dem Amateurfunkdienst zugewiesenen Frequenzbändern unter 30 MHz .....	48
66. Was versteht man unter dem Mögel-Dellinger-Effekt und welche betrieblichen Auswirkungen hat er? .....	49
67. Was versteht man unter Fading oder Schwund auf Kurzwelle und wie reagieren Sie, um den Funkverkehr aufrechtzuerhalten?.....	50
68. Welche Auswirkungen haben Polarlicht und Aurora-Erscheinungen auf die Kurzwellenausbreitung?.....	50
69. Welche Faktoren können den Funkbetrieb auf Kurzwelle beeinflussen?.....	51
70. Wie wirkt sich die Tageszeit auf die Ausbreitung in den Kurzwellenbändern bis 40 m aus? .....	51
71. Was verstehen Sie unter Sporadic-E-Verbindungen? .....	52
72. Was verstehen Sie unter short skips?.....	52
Zusammenfassung Kurzwelle .....	53
Anhang .....	54



# VORWORT

**Funkamateure und Amateurfunker sind nicht das Gleiche: Ein Funkamateure hat die amtliche Prüfung abgelegt, ein Amateurfunker funkt eventuell ohne Lizenz.**

Funkamateure bilden eine weltweite Gemeinschaft, unterstützen sich gegenseitig und üben nicht nur gemeinsam ein Hobby aus, dessen Fangemeinde sich um den ganzen Globus erstreckt, sondern sind legitimierte Teilnehmer am internationalen Amateurfunkdienst. Wenn Sie sich mit dieser Lernunterlage auf die Prüfung vorbereiten, haben Sie eine gute Entscheidung getroffen!

Was jetzt in Ihren Händen liegt, wurde für angehende Funkamateure entwickelt. Die vorliegende Prüfungsvorbereitung orientiert sich am amtlichen österreichischen Fragenkatalog und jenen Fakten, nach denen Prüfer gerne fragen. Viele erfahrene Ausbildner haben ihre Erfahrungen in dieses Skriptum einfließen lassen. Wenn Sie sich mit dem Stoff auseinandersetzen, wird Ihnen die Prüfung keine Schwierigkeiten bereiten.

## Konventionen in dieser Prüfungsvorbereitung

Diese Lernunterlage ist nicht nach Kapiteln, sondern nach den amtlichen Prüfungsfragen aufgebaut. So kommen Sie so rasch wie möglich ans Ziel! Wo angebracht, wurden die Fragen stilistisch aufgepeppt. Inhaltlich entsprechen sie zur Gänze dem behördlichen Fragenkatalog – es liest ohnehin kein Prüfer die Fragen vom Blatt.

**Englische Fachbegriffe** sind im Allgemeinen klein und kursiv geschrieben (z. B. *man made noise*), außer sie sind Teil des allgemeinen deutschen Sprachgebrauchs (z. B. Receiver).

**Funkverkehr**, ob in Phonie oder in Morsezeichen, ist in der Regel *kursiv* gesetzt. Das gilt nicht für allgemeine Erläuterungen von Codes.

Zur besseren Orientierung wurden wichtige **Schlüsselwörter** hervorgehoben.

## Sieben Lerntipps

1. Lernen Sie auf jeden Fall den allerersten Absatz jedes Kapitels, aber belassen Sie es nicht dabei.
2. Wer beim Lernen alle Sinne aktiviert, macht schneller Fortschritte. Verschlingen Sie nicht einfach Informationen – stellen Sie sich den Stoff bildlich vor, gehen Sie Sachverhalte in Gedanken Schritt für Schritt durch, bewegen Sie sich dabei, vielleicht kommen Ihnen dabei auch Gerüche, Töne oder ein Geschmack in den Sinn. Zeichnen Sie das Gelernte nach, z. B. als Mindmap.
3. Lernen Sie nicht alles auf einmal. Nehmen Sie sich lieber kleinere Lerneinheiten vor, nehmen Sie dafür diese Unterlage öfter zur Hand.
4. Wenn Ihnen ein Sachverhalt schwerfällt, überspringen Sie ihn einfach. Lernen Sie stattdessen andere Prüfungsfragen und kehren Sie später zum anspruchsvollerem Stoff zurück. Oft klären sich die Fragen dann von allein.
5. Nähern Sie sich dem Stoff von allen Seiten. Blättern Sie gelegentlich durch den Index im Anhang. Lesen Sie das Skriptum auch „quer“ oder von hinten nach vorne.
6. Zwingen Sie sich nicht zum Lernen, wenn Sie nicht fit sind. In diesem Zustand würden Sie sich ohnehin nichts merken. Pausieren Sie stattdessen und kehren Sie später zum Stoff zurück.
7. Suchen Sie sich einen Buddy und stellen Sie sich wechselseitig Prüfungsfragen.

## Grundregeln im Funkverkehr

- Erst hören, dann senden!
- Störe die Sendung eines anderen nicht!
- Keine Sendung ohne Rufzeichen!

## Der Ehrenkodex eines guten Funkamateurs (*ham spirit*)

Der gute Funkamateur ist primär an der Erforschung der Wellenausbreitung und an Experimenten mit drahtloser Technik interessiert. Dabei spielen Politik, Religion, Nationalität oder gesellschaftlicher Stand keine Rolle. Über diese weltanschaulichen Themen wird auf den Amateurfunkfrequenzen auch nicht gesprochen.

Wichtig ist das gemeinsame verbindende Interesse an der Funktechnik. Auch bei Wettbewerben sollten immer Fairness und Höflichkeit gegenüber anderen Funkpartnern vorherrschen und nur dann eine Aussendung stattfinden, wenn sicher niemand gestört wird.

Der gute Funkamateur hört zuerst ausreichend lange auf einer Frequenz zu, bevor er sendet. Er verwendet nur so viel Leistung wie unbedingt nötig und hält sein Signal so schmalbandig wie möglich. Die Gesprächsform soll besonders höflich sein, da es über Sprachbarrieren hinweg leicht zu Missverständnissen kommen könnte.

Dabei ist es selbstverständlich, anderen Funkamateuren auf einen CQ-Ruf zu antworten und bei Versuchen und beim Antennenbau zu helfen. Die eigene Funkstation wird auf dem letzten technischen Stand gehalten und Funkfreundschaften münden oft in persönliche Treffen und Gastfreundschaft auch gegenüber ausländischen Funkamateuren.

Die QSL-Karte ist dabei eine verlässlich zugeschickte Visitenkarte, die ebenfalls frei von politisch unkorrekten oder gar anstößigen Inhalten (Bildern) bleibt, da sie die Brücke zu anderen Kulturen und Weltanschauungen bildet und den Empfänger nicht in Schwierigkeiten bringen soll.

Eine Mitgliedschaft im nationalen Amateurfunkverband und damit in der IARU (International Amateur Radio Union) als Interessensvertretung der Anliegen des Amateurfunkdienstes ist anzustreben, bildet sie doch die Basis für die Durchsetzung und den Erhalt unserer Privilegien und Frequenzansprüche.

Und jetzt alles Gute und viel Erfolg bei der bevorstehenden Amateurfunkprüfung!

**Ing. Michael Zwingl, OE3MZC  
Präsident des ÖVSV**

# DIE PRÜFUNGSFRAGEN ZUR BETRIEBSTECHNIK

## Was verstehen Sie unter UTC (GMT) – Zusammenhang zu Lokalzeit, Sommerzeit?

1

**Unter UTC versteht man die Weltzeit. Es ist die Zeit am nullten Längengrad (England). Sie wird als einheitliche Zeitangabe für Verabredungen unter Funkamateuren, aber auch im Flug- und Seefunk verwendet.**

Da eine Funkverbindung häufig über Zeitzonen, ja sogar die Datumsgrenze hinweg reichen kann, benötigt der Funkamateur eine einheitliche Zeitangabe, um z. B. ein Treffen oder die Beginnzeit eines Wettbewerbes vereinbaren zu können.

Unter UTC (*Universal Time Coordinated*) versteht man eine international koordinierte Weltzeit bezogen auf den Nullmeridian; das ist der Längenkreis durch Greenwich in England (daher auch die frühere Bezeichnung: *Greenwich Mean Time, GMT*).

### Beispiel

13.00 Uhr österreichische Lokalzeit = 12.00 Uhr UTC.

15.00 Uhr österreichische Sommerzeit = 13.00 Uhr UTC.

Der Funk-Wettbewerb CQ-Worldwide Contest findet vom 30. Okt. 0:00 UTC bis 31. Okt. 23:59 UTC statt.

Die Zeit in UTC/GMT ergibt sich, wenn man je 15 Längengrade Abstand vom Nullmeridian eine Stunde zur Lokalzeit dazurechnet (westliche Breite) bzw. eine Stunde abzieht (östliche Breite). Bei Verwendung der Sommerzeit erhöht sich der Unterschied zwischen UTC/GMT und Lokalzeit um zwei Stunden je 15 Längengrade. Für Österreich gilt daher:

UTC = Lokalzeit -1 h

bzw. lokale Sommerzeit minus zwei Stunden.



Abbildung 1: Zeitzonen (Quelle: Wikipedia, TimeZonesBoy)

## Buchstabieren Sie Ihren Vornamen, Zuname und Adresse bzw. den folgenden Text nach dem internationalen Buchstabier-Alphabet

**TIPP**



### Für das Prüfungstraining:

Geben Sie sich selbst Worte vor, buchstabieren Sie einige Zeilen aus einer Zeitung. Die Vorgaben bei der Prüfung variieren.

Wichtige Informationen wie Rufzeichen oder Standort werden im Sprechfunk grundsätzlich im internationalen Alphabet buchstabiert. Dies erleichtert es, Sprachbarrieren und Funkstörungen zu überbrücken.

Leider haben sich im Amateurfunk „Phantasie-Alphabete“ eingebürgert, die vorrangig auf Länder- oder Ortsnamen basieren (etwa Amerika für A, Espania für E). Darüber hinaus wird fälschlicherweise im „regionalen Funkverkehr“ das nationale Buchstabier-Alphabet verwendet (Anton für A, Berta für B). Machen Sie sich von Anfang an mit dem internationalen Alphabet vertraut. Verwenden Sie grundsätzlich kein anderes!

Tabelle 1: Internationale Buchstabiertafel

<b>Alfa</b>	<b>Juliett</b>	<b>Sierra</b>
<b>Bravo</b>	<b>Kilo</b>	<b>Tango</b>
<b>Charlie</b>	<b>Lima</b>	<b>Uniform</b>
<b>Delta</b>	<b>Mike</b>	<b>Viktor</b>
<b>Echo</b>	<b>November</b>	<b>Whiskey</b>
<b>Foxtrott</b>	<b>Oskar</b>	<b>X-ray</b>
<b>Golf</b>	<b>Papa</b>	<b>Yankee</b>
<b>Hotel</b>	<b>Quebec</b>	<b>Zulu</b>
<b>India</b>	<b>Romeo</b>	

## Welche Frequenzbereiche werden im Amateurfunk verwendet?

### Beispiel

Mittels Weltempfänger können auf Kurzwelle Rundfunksender aus der ganzen Welt direkt empfangen werden (z. B. BBC). Eine ca. 10m lange Drahtantenne hilft, die Signale zu verstärken. Ein Autoradio wird hingegen meist auf UKW betrieben und empfängt bei einer Frequenz von ca. 100MHz nur das Programm aus der nächstgelegenen Stadt. Als Antenne genügt ein 70cm langer Stab.

Der Amateurfunkdienst wird nur auf den zugewiesenen Frequenzbereichen durchgeführt. Dabei gibt es Amateurfunkbänder in verschiedenen Wellenlängen, z. B. Langwelle, Mittelwelle, Kurzwelle, Ultrakurzwelle und Mikrowelle. Diese haben verschiedene Ausbreitungsmechanismen und Reichweiten und werden daher entsprechend unterschiedlich genutzt.

Prinzipiell dürfen nur jene Frequenzbereiche verwendet werden, die dem Amateurfunk zugewiesen sind.

Im Sprachgebrauch werden sie als Bänder bezeichnet. Dabei wird die ungefähre Wellenlänge vorangestellt (20 Meter-Band = 14,0 MHz bis 14,35 MHz). Der Zusammenhang zwischen Wellenlänge und Frequenz ergibt sich aus der Lichtgeschwindigkeit.

Tabelle 2: Dem Amateurfunk zugewiesene Frequenzbereiche

Bezeichnung	Frequenzbereich	Wellenlänge	engl. Bezeichnung
Langwelle	137 kHz	2,2 km	
Mittelwelle	500 – 2000 kHz	160 m	
Kurzwelle	2 – 30 MHz	80 m bis 10 m	HF
Ultrakurzwelle	30 – 1000 MHz	6 m bis 0,7 m	VHF, UHF
Mikrowelle	über 1 GHz	cm und mm	SHF, EHF

Jeder Frequenzbereich zeichnet sich durch andere Ausbreitungsbedingungen und Reichweiten aus. Auf **Kurzwelle** werden große Reichweiten (weltweit) mittels Reflexion der Welle an der Ionosphäre erreicht. **UKW** dient meist der lokalen Kommunikation, z. B. mit mobilen Funkstellen oder Handfunkgeräten, aber auch der Verbindung via Satelliten. **Mikrowelle** wird vorwiegend für Richtfunk und Videoübertragung verwendet.

4

## Nennen Sie die konkreten Frequenzbereiche, die dem Amateurfunkdienst in den jeweiligen Frequenzbändern zugewiesen sind (jeweils fünf Beispiele)

Tabelle 3: Beispiele für Amateurfunkfrequenzen in Österreich

Band	Frequenz
80 m	3,5 – 3,8 MHz
40 m	7 – 7,2 MHz
20 m	14 – 14,35 MHz
15 m	21 – 21,45 MHz
10 m	28 – 29,7 MHz
6 m	50 – 52 MHz
2 m	144 – 146 MHz
70 cm	430 – 440 MHz

Siehe auch Tabelle im Anhang zur geltenden Amateurfunkverordnung (AFV).

5

## Wie wird ein Funkrufzeichen bzw. ein Amateurfunkrufzeichen aufgebaut – nach welcher Vorschrift?

Ein Funkrufzeichen besteht aus dem Landeskenner, einer Ziffer für die Region und einem oder mehreren Buchstaben.

Um Funkstellen international einheitlich identifizieren zu können, wird von der Fernmeldebehörde ein individuelles Rufzeichen (*call sign*) zugewiesen. Der Aufbau eines Funkrufzeichens wird in der ITU geregelt, d. h., jedes Land hat bestimmte Buchstaben/Ziffern als Rufzeichenblock international

## Beispiel

Funkrufzeichen: OE3AKW,  
KH6UGR, JA1SDL, DL6MAA,  
J28DE, 9A1PH, 5N0YL.

vorgegeben. In Österreich gibt die Vollzugsordnung für den Funkdienst (VO-Funk) die nationale Umsetzung vor.

Jedes Funkrufzeichen beginnt mit dem Landeskenner (Prefix), dem Ziffern und/oder Buchstaben oder eine Kombination daraus folgen. Amateurfunkrufzeichen bestehen aus dem Landeskenner (größere Länder verfügen meist über mehrere), einer Ziffer und ein bis drei Buchstaben. Rufzeichen, die mit Q-Gruppen oder Notzeichen verwechselt werden könnten, werden nicht vergeben.

## 6

### Nennen Sie Beispiele österreichischer Amateurfunkrufzeichen mit Zusätzen (/m, /p, /am; /mm; /1)

Österreichische Amateurfunkrufzeichen sind z. B. OE9NAI/m, OE3MZC/mm, OE5YCB/1 oder OE7AAI/p.

Alle österreichischen Amateurfunkrufzeichen beginnen mit dem Landeskenner OE, dem eine Ziffer (Bundeslandkennung) und ein bis drei weitere Buchstaben folgen, z. B.: OE1YA, OE3WMB, OE4NMA, OE9IMV, OE4A.

Das Rufzeichen wird international auch *call* oder *call sign* genannt. Das Rufzeichen ist jeweils am Beginn, am Ende und in regelmäßigen Abständen (5–10 Minuten) während der Aussendung zu senden.

Als Zusätze sind generell zu verwenden:

	für Betrieb an Bord
/am	eines im Flug befindlichen Luftfahrzeuges ( <i>air mobile</i> )
/mm	eines in Fahrt befindlichen Schiffes außerhalb der Drei-Meilen-Zone ( <i>maritime mobile</i> )

Darüber hinaus kann die Fernmeldebehörde auf Grund besonderer Anlässe die Verwendung von Zusätzen gestatten (z. B. OE5DI/500 anlässlich „500 Jahre Linz“). Alle Zusätze werden vom Rufzeichen durch einen Schrägstrich getrennt.

Die Ziffern **1–9** werden bei vorübergehendem Betrieb an einem anderen Standort (in Abhängigkeit vom Bundesland) dem Rufzeichen angefügt. Zulässig sind auch die Zusätze **/p** (Strich portabel) und **/m** (Strich mobil) für bewegliche Funkstellen.

## 7

### Nennen Sie die Landeskenner der Nachbarländer und von fünf weiteren Ländern

OK – Tschechien, OM – Slowakei, HA – Ungarn, S5 – Slowenien, I – Italien (IK, IZ, IN, ...), HB9 – Schweiz, HB0 – Liechtenstein, DL – Deutschland (DA, DC, ...), A – Amerika (K, W), F – Frankreich, JA – Japan, G – England (GB, M), SM – Schweden, PA – Holland, ON – Belgien, OH – Finnland, 4X – Israel, SV – Griechenland, SP – Polen, UA – Russland, 9A – Kroatien, EA – Spanien.

Siehe auch Länderliste im Anhang.

## Was bedeuten die Ziffern im österreichischen Amateurfunkrufzeichen, welche Rufzeichenzusätze sind zulässig?

Die **Ziffern** geben das Bundesland des Standortes der Amateurfunkstelle an, und zwar:

1–Wien, 2–Salzburg, 3–Niederösterreich, 4–Burgenland, 5–Oberösterreich, 6–Steiermark, 7–Tirol, 8–Kärnten, 9–Vorarlberg.

Die Ziffer 0 wird für genehmigte Amateurfunkstellen auf ausrüstungspflichtigen Schiffen und in internationalem Gebiet (z. B. Antarktis) oder für Raumfahrzeuge vergeben.

Als **Rufzeichenzusätze** sind m, p, am, mm, die Ziffern 1–9 sowie Buchstaben und Ziffern oder Kombinationen daraus für besondere Anlässe (jedoch nur auf ausdrückliche Genehmigung) zulässig.

Tabelle 4: Rufzeichenzusätze

<b>Zusatz</b>	<b>Bedeutung</b>
/m	mobil
/p	portabel
/am	<i>air mobile</i> (Luftfahrzeug)
/mm	<i>maritime mobile</i> (Schiff)
/1	beweglich in Wien
/2	beweglich in Salzburg
/3	beweglich in Niederösterreich
/4	beweglich im Burgenland
/5	beweglich in Oberösterreich
/6	beweglich in der Steiermark
/7	beweglich in Tirol
/8	beweglich in Kärnten
/9	beweglich in Vorarlberg

## Wie eröffnen Sie einen Funkverkehr in Phonie, wie in Telegraphie?

Zuerst hören, ob Frequenz frei ist, gegebenenfalls nachfragen, dann rufen: **CQ CQ CQ this is [3 x eigenes Rufzeichen]** und noch zweimal wiederholen.

Unabhängig von der Betriebsart sollten Sie zuerst durch Hineinhören überprüfen, ob bereits Funkbetrieb auf der Frequenz stattfindet. Da es auf Kurzwelle durch die Tote Zone passieren kann, dass eine Gegenstation nicht gehört wird, ist es üblich, sich in Phonie mit

- (a) *Is this frequency in use?* bzw.
- (b) *in CW mit QRL?* (*Wird diese Frequenz benutzt?*)

zu überzeugen, ob die aufgesuchte Frequenz tatsächlich frei ist.

Auf den Hinweis

- (a) *This frequency is in use!* bzw.
- (b) *QRL* (*bei CW*)

antwortet man gar nicht oder kurz mit *Sorry!* bzw. in CW mit *SRI* und sucht eine andere, unbenutzte Frequenz.

Ist die Frequenz hingegen tatsächlich frei, wird entweder mit einem allgemeinen Anruf

- (a) CQ, CQ, CQ – *this is ...* bzw.
- (b) CQ CQ CQ DE [Rufzeichen 3x] PSE K oder gezielt nach einer bestimmten Station gerufen (bei CW).

Bei einem **Funkwettbewerb** (Contest) wird mit

- (a) CQ CONTEST [3x], *this is ...* bzw.
- (b) CQ TEST [1–3 x] bei CW gerufen.

## 10

### Sie wollen in einen bestehenden Funkverkehr einsteigen – wie führen Sie das durch?

Zuerst ist der Funkverkehr zu beobachten! In einer Sendepause kann mit dem Wort *break* (in Telegraphie *BK*) zwischengerufen werden. Häufig wird aber auch nur kurz das eigene Rufzeichen genannt.

Eine der arbeitenden Stationen wird dann mit *Please standby!* (in Telegraphie *PSE STBY?*) den Hinweis geben, dass man warten soll. *Your call please* (Telegraphie *PSE CALL?*) ist die Aufforderung, das Rufzeichen zu nennen. Ist die Aufnahme in die laufende Verbindung nicht erwünscht, kommt *No breaker please!* (in Telegraphie *NNN*).

**Grundregel im Funkverkehr:** Erst hören, dann (1) denken, (2) drücken, (3) sprechen.

## 11

### Was ist das gebräuchliche Minimum einer Amateurfunkverbindung?

#### Beispiel

**UKW-Contest:** OK2KIX de OE5VRL you are 59, ur number is 001 in JN77tx, QSL.

**CW-QSO auf Kurzwelle:**  
K4BKL de OE3XKW, gm ur RST is 599,599,5nn, my name is Joe, Joe, Joe, my QTH is nr Vienna Vienna Vienna - my trx homemade 10 watt - antenna dipole - hw cpy? K4BKL de OE3XKW k.

In einer Funkverbindung sollten zumindest Rufzeichen, Rapport, Vorname und Standort sowie evtl. eine Stationsbeschreibung gesendet werden. Eine kurze, höfliche Begrüßung ist üblich.

Der Nachrichteninhalt ist nicht bindend vorgeschrieben.

Bei **Contestverbindungen** beschränkt sich der Nachrichteninhalt auf das *call*, den Rapport und eine in den Contest-Regeln festgelegte weitere Information, meist die fortlaufende Zahl der getätigten Verbindungen.

## Welche Bedeutung haben die Q-Gruppen im Allgemeinen?

**Q-Gruppen sind Abkürzungen aus drei Buchstaben. Sie beginnen mit „Q“ und dienen der rascheren Verkehrsabwicklung.**

Diese Kurzzeichen stehen für bestimmte Mitteilungen oder Aufforderungen. Anfangs wurden sie in der Betriebsart Telegraphie, später auch im Fernschreibverkehr bei den kommerziellen Funkdiensten (Seefunk, Flugfunk etc.) verwendet.

Im Amateurfunkdienst wurden im Laufe der Jahre zahlreiche Q-Gruppen in den Sprechfunk übernommen. Zum Teil wurde dabei ihre Bedeutung abgewandelt und dem Amateurfunkzweck angepasst.

Tabelle 5: Die wichtigsten Q-Gruppen

<b>Q-Gruppe</b>	<b>Lernhilfe</b>	<b>Bedeutung</b>
QSO		<i>Ich habe Verbindung mit...</i> Im Amateurgebrauch auch Bezeichnung für eine Funkverbindung.
QRO	grOOOß	<i>Erhöhen Sie die Sendeleistung</i>
QRP	reduce power	<i>Reduzieren Sie die Sendeleistung</i>
QSP		<i>Ich werde an ... weiter übermitteln.</i>
QSY		<i>Wechseln Sie auf die Frequenz ... kHz! (Im Amateurgebrauch statt einer Frequenz oft das Amateurband)</i>
QSL		<i>Ich werde Ihnen eine Empfangsbestätigung geben. (Amateurgebrauch)</i> Allgemeiner Hinweis, dass eine Meldung verstanden wurde und Bezeichnung für die Funkbestätigungskarte/QSL-Karte.
QTR	time read	<i>Es ist ... Uhr GMT(UTC).</i>
QRS	reduce speed	<i>Geben Sie langsamer!</i> Eventuell gefolgt von der erwünschten Anzahl der Wörter pro Minute (WPM).
QRX	recall	<i>Ich werde Sie um ... Uhr auf ... kHz wieder rufen.</i> Im Amateurgebrauch als allgemeiner Hinweis, dass der Empfänger später gerufen wird, derzeit aber warten soll.
QRV		<i>Ich bin betriebsbereit.</i>
QRG	Genau	<i>Ihre genaue Frequenz ist ... kHz.</i>
QRT	Radio Tod	<i>Stellen Sie die Aussendung(en) ein!</i> Im Amateurgebrauch auch für: <i>Ich stelle den Funkbetrieb ein.</i>

### Beispiel

Sie wollen, dass ihre Gegenstation die Sendeleistung vermindert. Welche Q-Gruppe verwenden Sie? Lösung: QRP

Sie wollen wissen, ob die Gegenstelle Ihre Nachricht verstanden hat. Welche Q-Gruppe senden Sie? Lösung: QSL

Sie wollen der Gegenstation Ihren Standort mitteilen. Welche Q-Gruppe findet Verwendung? Lösung: *My QTH is Vienna.*

<i>Q-Gruppe</i>	<i>Lernhilfe</i>	<i>Bedeutung</i>
QRU		<i>Ich habe nichts für Sie vorliegen.</i> Im Amateurgebrauch die Mitteilung, dass alle Informationen übermittelt wurden; wird am Ende eines QSOs verwendet.
QRM	<i>man made</i>	<i>Ich werde gestört.</i> Durch Menschen verursachte Fremdstörungen ( <i>man made noise</i> ).
QRN	<i>nature</i>	<i>Ich habe atmosphärische Störungen.</i> 1 = keine, 2 = schwach, 3 = mäßige, 4 = starke, 5 = sehr starke. Natürliche Ursache der Störung, z. B. Gewitter.
QRB		<i>Die Entfernung zwischen unseren beiden Stationen ist ... km.</i>
QTH	<i>headquarters</i>	<i>Mein Standort ist ...</i>
QSB	<i>schwankt</i>	<i>Das Signal weist Fading auf.</i> <i>Die Empfangsfeldstärke schwankt.</i>

Tabelle 6: Q-Gruppen im Amateurfunk

<i>Q-Gruppe</i>	<i>ITU/VO-Funk Bedeutung</i>	<i>Amateurfunkanwendung</i>
QRG	<i>Ihre exakte Frequenz ist ... kHz.</i>	Gleich.
QRK	<i>Die Lesbarkeit Ihrer Zeichen ist ...</i> 1=schlecht 2=gerade brauchbar 3=ausreichend 4=gut 5=ausgezeichnet	Gleich, jedoch kaum verwendet (siehe RST-System).
QRL	<i>Ich bin beschäftigt, bitte nicht stören!</i>	Gleich, aber auch als „QRL?“ auf einer freien Frequenz, um festzustellen, ob diese von jemandem benutzt wird. Als QRL wird auch der Beruf verstanden, das QRL ist dann der Arbeitsplatz ( <i>Ich fahre jetzt in das QRL</i> ).
QRM	<i>Ich werde gestört.</i> 1=nicht, 2=gering, 3=mäßig, 4=stark, 5=extrem	Gleiche Verwendung. Unter QRM sind Fremdstörungen durch andere Aussendungen oder andere künstliche Störquellen gemeint.

<b>Q-Gruppe</b>	<b>ITU/VO-Funk Bedeutung</b>	<b>Amateurfunkanwendung</b>
QRN	<i>Ich werde durch statische Entladungen gestört.</i> Stärkedefinition analog QRM.	Es sind „natürliche“ Störursachen wie z. B. Gewitter gemeint.
QRO	<i>Erhöhen Sie die Sendeleistung!</i>	Gleich. Auch Bezeichnung für eine Sendestation mit hoher/höchstzulässiger Leistung.
QRP	<i>Verringern Sie die Sendeleistung!</i>	Gleich. Als QRP werden Sendestationen mit geringer Sendeleistung bezeichnet (üblicherweise $QRP \leq 10\text{ W}$ und $QRPP < 1\text{ W}$ ).
QRQ	<i>Senden Sie schneller!</i> Ergänzt durch ... WPM.	Gleich.
QRS	<i>Senden Sie langsamer</i> Ergänzt durch ... WPM.	Gleich.
QRT	<i>Stellen Sie die Aussendung ein!</i>	Gleich. Auch als Hinweis, etwas zu beenden (Ich mache jetzt QRT = ich stelle den Betrieb ein).
QRU	<i>Ich habe nichts für Sie.</i>	Gleich.
QRV	<i>Ich bin bereit.</i>	Gleich.
QRW	<i>Bitte informieren Sie ..., dass ich ihn rufe.</i>	Gleich, jedoch kaum verwendet.
QRX	<i>Ich rufe Sie wieder ...</i> Kann ergänzt werden durch ... UTC aus ... kHz.	Gleich. Auch als Anweisung ( <i>Warten Sie bitte!</i> ) und QRX mit einer Zahl ( <i>Ich rufe Sie wieder in ... Minuten</i> ).
QRZ	<i>Sie werden von ... gerufen</i> Kann ergänzt werden: auf ... kHz.	Gleich. Sehr häufig als allgemeine Frage (QRZ? = <i>Wer ruft mich?</i> ).
QSA	<i>Die Signalstärke Ihrer Aussendung ist ...</i> 1=kaum wahrnehmbar 2=leise 3=ausreichend 4=gut, 5=sehr gut	Gleich, jedoch kaum verwendet.
QSB	<i>Ihre Signalfeldstärke schwankt.</i>	Gleich.

<b>Q-Gruppe</b>	<b>ITU/VO-Funk Bedeutung</b>	<b>Amateurfunkanwendung</b>
QSD	<i>Ihr Geben ist fehlerhaft.</i>	Gleich, jedoch kaum verwendet.
QSK	<i>Ich kann Sie zwischen meinen Aussendungen hören, rufen Sie bei Bedarf dazwischen.</i>	BK-Betrieb
QSL	<i>Ich bestätige den Empfang.</i>	Gleich; auch als <i>Ich habe verstanden</i> und als QSL-Karte für die Funkbestätigungskarte.
QSO	<i>Ich kann mit ... direkt verkehren (oder über ... als Relaisstation).</i>	Gleich; auch als allgemeine Bezeichnung für einen Amateurfunkverkehr („ein QSO fahren“).
QST	<i>Es folgen Informationen/ Nachrichten für Funkamateure.</i>	Gleich; eigentlich eine „inoffizielle“ Q-Gruppe.
QSV	<i>Senden Sie eine Reihe „V“ auf dieser Frequenz bzw. auf ... kHz!</i>	Gleich; allerdings im Zeitalter der Synthesizer kaum mehr verwendet.
QSY	<i>Senden Sie auf einer anderen Frequenz/ auf ... kHz!</i>	Gleich; meist als allgemeine Aufforderung, die Sendefrequenz zu ändern ( <i>Machen Sie QSY!</i> ).
QSX	<i>Ich höre für ... auf ... kHz.</i>	Gleich; typisch für Splitbetrieb.
QTF	<i>Geben Sie mir die Peilung!</i>	Antennenrichtung in Grad zur Gegenstelle.
QTC	<i>Ich habe ... Telegramme für Sie (oder für ...).</i>	Gleich.
QTH	<i>Mein Standort ist... Breite... Länge (oder jede andere geographische Ortsangabe).</i>	Gleich; in der Regel wird ein Ortsname zur Standortangabe verwendet.
QTR	<i>Die korrekte Uhrzeit ist ... UTC.</i>	Gleich.
QRB	<i>Die Entfernung unserer Funkstellen beträgt ungefähr ...</i>	Die Entfernung wird nur im UKW-Bereich verwendet.

Obwohl die Q-Gruppen grundsätzlich nur für den Telegraphieverkehr erdacht wurden, werden sie als eine Art „Amateurfunk-Dialekt“ häufig im Sprechfunk mit der angeführten Amateurfunkbedeutung verwendet.

Neben den hier angeführten Q-Gruppen gibt es noch eine Vielzahl, die früher vor allem in der See- und Luftfahrt verwendet wurden (heute noch fallweise im Navigationsbereich). Ebenfalls kaum oder nicht mehr in Verwendung sind Z-Gruppen für die Schnelltelegraphie.

13

## Wie teilen Sie der Gegenstation ihren Standort mit?

Die Mitteilung des Standortes (verwendete Q-Gruppe QTH) kann durch Angabe eines Ortsnamens und der geographischen Koordinaten (geographische Breite und Länge) erfolgen.

Darüber hinaus ist der QRA-Locator gebräuchlich. Dazu wird die Erde wie ein Stadtplan in Groß- und Kleinfelder unterteilt und so der jeweils eigene Standort übermittelt (GPS – Maidenhead-Locator).

### Beispiel

Wien JN88ee.

Graz JN77se.

Mein QTH ist in JN88ce, in Purkersdorf bei Wien.

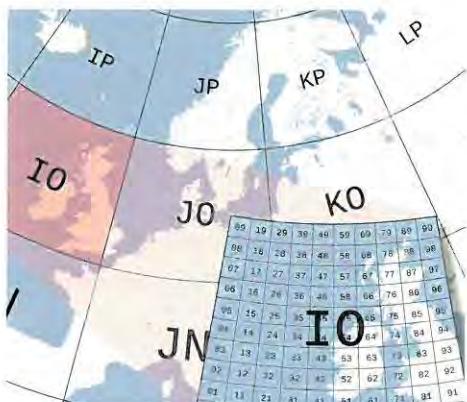


Abbildung 2: Maidenhead-Locator (Quelle: Wikipedia, mysid)

14

## Was verstehen Sie unter einem Notverkehr und wie wird er angekündigt?

Unter einem Notverkehr versteht man jeden Funkverkehr, der der Rettung menschlichen Lebens und/oder von Gütern hohen Wertes dient. Der Notverkehr hat Vorrang gegenüber allen anderen Funkverkehren. Bei Notverkehr ist jeder andere Funkbetrieb sofort einzustellen.

Der Notverkehr wird durch das internationale Notzeichen angekündigt. Im Sprechfunk ist dies das Wort *mayday* (3x gesprochen), in Telegraphie die Buchstabenkombination *SOS* (als zusammenhängendes Wort).

Die in Not befindliche Station ist dabei immer Leitfunkstelle, es sei denn, dass diese Funktion an eine andere am Notverkehr teilnehmende Station abgegeben wurde.

Mit der Ankündigung *mayday relais* wird auf die Übermittlung eines Notrufes oder einer Notmeldung hingewiesen. Dieser Funkverkehr ist wie der Notruf selbst zu handhaben.

Der Notanruf enthält das Notzeichen (3x), das Rufzeichen (3x), die Uhrzeit, den Standort und die eigentliche Notmeldung und wird mit *mayday*, Rufzeichen und dem Wort *over* abgeschlossen.

Jeder weitere Funkverkehr im Zusammenhang mit dem Notverkehr beginnt/endet immer mit dem Notzeichen. Stellen andere Funkstellen den Verkehr nicht ein, können sie mit dem Hinweis *silence mayday* zur Einstellung des Betriebes aufgefordert werden.

## 15

### Sie empfangen einen Notruf – woran erkennen Sie diesen und wie haben Sie sich zu verhalten?

#### Beispiel

Antwortet die notrufende Station auf Ihren Anruf nicht und setzt den Notruf weiter fort, dann können Sie mit dem Anruf *mayday re-lais* andere Stationen auf den Notruf aufmerksam machen. Das muss jedoch auf einer anderen Frequenz erfolgen. Dabei ist mitzuteilen, welche Station auf welcher Frequenz (Kanal) den Notruf aussendet. Die Aussendung eines Notrufs auf UKW durch einen Funkamateuren, der sich selbst nicht in Not befindet (typisches Beispiel: schwerer Auto- oder Bergunfall – kein Handy verfügbar), sollte mit der Einleitung „Achtung Notruf“ erfolgen.

An dem Notzeichen *mayday* oder *SOS* erkennt man einen Notruf. Die eigene Aussendung ist sofort einzustellen und auf der Frequenz weiter zuzuhören und mitzuschreiben.

Wenn sich keine andere Station meldet, ist mit der notrufenden Funkstelle Kontakt aufzunehmen, die Art des Notfalles und der gewünschten Hilfe bzw. der Standort zu erfragen und die Behörden zu informieren.

Ein Notverkehr ist durch die Verwendung des Notzeichens zu erkennen. Der eigene Funkverkehr ist sofort einzustellen und die Frequenz zu beobachten. Antwortet keine andere Station auf den Notruf, ist mit der notrufenden Station Funkverkehr aufzunehmen und der Empfang der Notmeldung zu bestätigen.

Auf Grund der Standortmeldung (Position) werden zuerst Stationen antworten, die unmittelbar Hilfe leisten können. Wegen der Eigentümlichkeiten der Funkausbreitung auf Kurzwellen (Tote Zone) kann es durchaus sein, dass nur entferntere Stationen den Notruf aufnehmen können. Der Notverkehr ist unbedingt (vor allem die wichtigen Daten) mitzuschreiben oder gegebenenfalls aufzuzeichnen.

Beantwortet man den Notanruf, dann ist die in Not befindliche Station nach der Art der erwünschten Hilfe zu befragen. Kann diese sichergestellt werden (z. B. durch Alarmierung des Seenotrettungsdienstes, der Rettung, Feuerwehr ...), ist dies der in Not befindlichen Station mitzuteilen.

In jedem Fall sollte die nächstgelegene Dienststelle der Funküberwachung so rasch wie möglich verständigt und vom Notruf in Kenntnis gesetzt werden. Den Anweisungen dieser Dienststelle ist Folge zu leisten.

## 16

### Auf welchen Bändern könnten Sie einen Notruf empfangen?

**TIPP**



Wenn Sie selbst einen Notruf absetzen müssen, dann ist es sinnvoll, auf einer Frequenz zu rufen, auf der Sie schon andere Funkstellen hören können. Die Wahrscheinlichkeit gehört zu werden, ist dort am größten.

Grundsätzlich kann ein Notruf auf jeder Frequenz abgesetzt werden. Kein Amateurfunkband ist für Notrufe bevorzugt.

Die Wahrscheinlichkeit einen Notruf zu empfangen, der nicht von einer Amateurfunkstelle ausgesendet wird, ist auf „gemischten“ Bändern am größten. Vor allem im 160 m-, 80 m- und 30 m-Band sind andere mobile Funkdienste (z. B. Seefunkdienst, Flugfunkdienst) angesiedelt.

Die vorgeschriebene Notfunkausrüstung und die modernen und zuverlässigen Verfahren machen es eher unwahrscheinlich, dass Funkamateure direkt mit einem Notverkehr befasst werden. Wahrscheinlicher sind Notrufe, die von Funkamateuren im Zusammenhang mit Unwetterkatastrophen (Hochwasser, Erdbeben, Wirbelstürme) ausgesendet werden, weil andere Kommunikationsmittel nicht mehr verfügbar sind.

## Was verstehen Sie unter den Begriffen *mayday*, *securitee*, *silence mayday* und *mayday relais*?

Grundsätzlich dürfen diese Begriffe nur im Zusammenhang mit einem Notruf/Notverkehr oder einem Sicherheitsfunkverkehr verwendet werden. Sie sind daher ein Hinweis auf einen stattfindenden Notverkehr bzw. Sicherheitsfunkverkehr!

Ein Notruf wird durch das Notzeichen *mayday* (im Sprechfunk) und *SOS* (in Telegraphie) gekennzeichnet.

Ein Sicherheitsfunkverkehr wird durch das Sicherheitszeichen *securitee* gekennzeichnet.

Mit *silence mayday* werden alle nicht am Notfunkverkehr teilnehmenden Funkstellen zur Einhaltung einer Funkstille verbindlich aufgefordert (*silence*, Stille).

Mit *mayday relais* wird die Übermittlung eines Notrufes durch eine andere, nicht in Not befindliche Funkstelle gekennzeichnet oder es wird dieser an alle nicht am Notverkehr beteiligten Funkstellen gerichtet. Die Ankündigung *mayday relais* ist die Ankündigung der Übermittlung eines Notrufes für eine in Not befindliche Station.

## Müssen Sie ein Funktagebuch führen und welche Angaben muss es enthalten?

Unter einem **Funktagebuch (Logbuch)** versteht man die Aufzeichnung der wesentlichen betrieblichen Daten eines Funkverkehrs. Sie erfolgen freiwillig. Nur wenn die Fernmeldebehörde es anordnet, ist ein Funktagebuch verpflichtend zu führen, und zwar für einen festgelegten Zeitraum.

Die Eintragungen sind fortlaufend zu nummerieren und vom Betreiber der Funkstation zu unterzeichnen. Wird das Funktagebuch elektronisch geführt (Computer), sind der Fernmeldebehörde Ausdrucke vorzulegen. Die wesentlichen Daten sind: Datum, Uhrzeit (Beginn/Ende des Funkverkehrs/der Aussendungen), Rufzeichen der Gegenstation oder die Tatsache einer Testaussendung, Betriebsart und Sendefrequenz.

Im eigenen Interesse empfiehlt sich die Führung eines vereinfachten Funktagebuchs, etwa für die QSL-Abwicklung.

Logbook page (D:												
NUM	CALL	NAME	QTH	FREQ	MODE	DXCC	QSL via	QSO DATE	TIME ON	TIME OFF	RST S	RST R
3574 EP4SP	Shahryer		14193 SSB	Iran				30. Mar 06	1557	1558	59	59
3575 PY1KO	Alexandre		18082 CW	Brazil				03. Apr 06	1107	1107	599	599
3576 JSUOW	Simone		18075 CW	Guinea-Bissau	IK2LH			04. Apr 06	1422	1422	599	599
3577 D2DX	Janne		24895 CW	Angola	CH2BAD			06. Apr 06	0938	0938	599	599
3578 JU1DM			16843 CW	Guatemala	DL2ZB			08. Apr 06	0953	0953	599	599

Abbildung 3: Logbuch

## Was bedeuten die folgenden Abkürzungen?

### Beispiel

Funkverbindung in Fernschreiben oder Morsetelegraphie:

*F6IPHG de OE3MZC. rrr mni  
tnx QSO, pse QSL via bu-  
reau, cuagn vy 73 de Mike.  
F6IPH de OE3MZC sk CL.*

Für die rasche Abwicklung des Telegraphieverkehrs (CW), aber auch für digitale textgebundene Betriebsarten (z.B. RTTY, PSK31) sind noch eine weit größere Zahl an Abkürzungen in Verwendung als für die Amateurfunkprüfung gefordert werden (siehe Tabelle).

Meist sind es Abkürzungen für englische Worte (*repeat, RPT; broadcasting interference, BCI*).

Tabelle 7: Die wichtigsten Abkürzungen

Abkürzung	Lernhilfe	Bedeutung
BK	<i>break</i>	Aufforderung zur Unterbrechung
CQ	<i>seek you</i>	an alle (Funkstellen)
CW	<i>continuous wave</i>	Telegraphie
DE	<i>de (frz.)</i>	von
K	<i>come</i>	kommen
PSE	<i>please</i>	bitte
RST	<i>readability, signal strength; tone quality</i>	Rapport, d.h. Lesbarkeit, Lautstärke, Signalqualität (nur für CW)
R	<i>roger</i>	verstanden
N	<i>no</i>	nein
UR	<i>your</i>	dein, deine
FB	<i>faible</i>	gut
DX	<i>distance exchange</i>	Weitverbindung
RPT	<i>repeat</i>	wiederholen
HW	<i>how</i>	wie?
CL	<i>close</i>	Ich schließe die Funkstelle.

Tabelle 8: Wichtige technische Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
BCI	Störungen im Radio
TVI	Störungen im Fernseher
BFO	Hilfsoszillatator
TRX	Transceiver (Sender und Empfänger)
SWR	Stehwellenverhältnis der Antenne
VCO	voltage controlled oscillator (spannungsgesteuert)
PTT	Sendetaste Push to Talk

## Wie breitet sich eine Funkwelle (elektromagnetische Welle) aus?

Eine Funkwelle breitet sich immer geradlinig und mit Lichtgeschwindigkeit aus. Auf Kurzwelle (von 2 bis 30 MHz) findet die Reflexion der Raumwelle an der Ionosphäre statt und ermöglicht interkontinentale Reichweiten. Im UKW-Bereich (50 MHz, 145 MHz, 433 MHz und höher) bestimmt der Standort die Reichweite der direkten Welle.

Grundsätzlich breiten sich Funkwellen mit Lichtgeschwindigkeit als (1) Raumwellen, (2) Bodenwellen und (3) direkte Wellen aus.

In den Frequenzbereichen unter 30 MHz (Kurzwelle) ist die **Raumwellenausbreitung** über die Ionosphäre von vorrangiger Bedeutung (weltweiter Funkverkehr möglich). Die von der Antenne abgestrahlte hochfrequente Energie wird von reflektierenden Luftsichten in großer Höhe zur Erde zurückgeworfen und überwindet so die Erdkrümmung.

In diesen Frequenzbereichen treten auch **Bodenwellen** auf. Sie wandern an der Erdoberfläche und verschwinden mit zunehmender Entfernung. Im 160 m-Band sind sie auch noch 100–200 km auszumachen. Ihre Reichweite hängt von der Leitfähigkeit des Bodens ab (Nässe, Meer) und nimmt mit zunehmender Frequenz rasch ab.

Oberhalb von 30 MHz (UKW) nehmen die Funkwellen zunehmend „**optisches Verhalten**“ an: Ihre Ausbreitung erfolgt quasi-optisch. Es treten keine Bodenwellen mehr auf; von vorrangiger Bedeutung sind die sogenannten direkten Wellen. Dazu zählen auch die an Hochhäusern oder Felswänden reflektierten Wellen. Das Ausbreitungsverhalten von direkten Wellen wird maßgeblich durch die Wetterverhältnisse und den Standort (Berg, hoher Funkturm) bestimmt. **Ausnahme:** Gelegentlich können Raumwellen durch Reflexion an sporadischen E-Schichten der Ionosphäre bis im 2 m-Band auftreten.

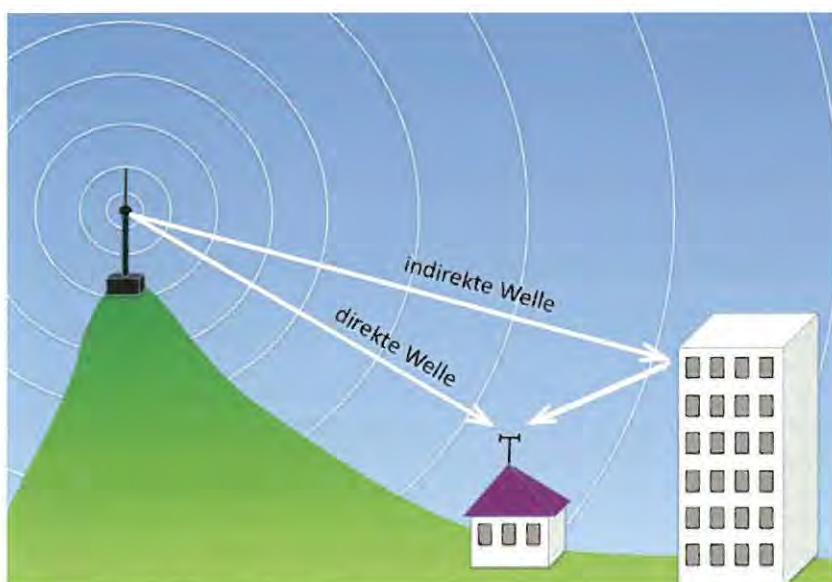


Abbildung 4: Direkte/Indirekte Welle

## 21

### Erklären Sie die Begriffe Fresnelzone und Geländeschnitt

Das Profil der Erdoberfläche zwischen Sende- und Empfangsstandort lässt sich elliptisch darstellen. Dieser Geländeschnitt wird als Fresnelzone bezeichnet.

Für die auftretende Streckendämpfung ist nicht nur die direkte Sichtverbindung maßgeblich. Auch Hindernisse, die in den ellipsenförmigen Bereich hineinragen oder sich knapp hinter der Antenne befinden, beeinträchtigen die Reichweite.

Sowohl Sender und Empfänger befinden sich in einem Brennpunkt dieser Ellipse.

Grundregel: je höher die Frequenz, desto kleiner die Fresnelzone.

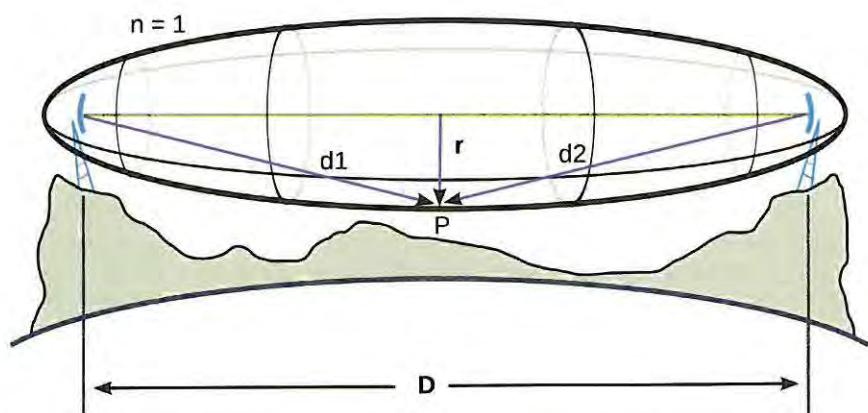


Abbildung 5: Fresnelzone und Geländeschnitt (Quelle: Wikipedia, Averse)

## 22

### Welchen Einfluss hat die Wahl des Standortes für die UKW-Ausbreitung?

Die Ausbreitung auf Frequenzen über 100 MHz erfolgt „quasi-optisch“.

Das quasi-optische Verhalten der direkten Welle nimmt mit steigender Frequenz weiter zu.

Die maximale Reichweite vom jeweiligen Standort wird als **Funkhorizont** bezeichnet. Je höher der eigene Sendestandort, desto größer die Reichweite, d. h., desto weiter liegt der Funkhorizont.

Da Funkstrahlen an größeren Hindernissen (Berge, große Gebäude) reflektiert werden, kann es hinter diesen Hindernissen zu einem **Funkschatten** kommen, der eine Funkverbindung verhindert.

Neben der Lage (Höhe) des Standortes spielt daher die Hindernisfreiheit zwischen Sende- und Empfangsort eine wichtige Rolle. Der optimale UKW-Standort ist unter normalen Ausbreitungsbedingungen ein Berggipfel.

## Beschreiben Sie das typische Ausbreitungsverhalten in den Frequenzbändern 6 m, 2 m und 70 cm

Auf UKW bestimmt das quasi-optische Verhalten der direkten Wellenausbreitung die Reichweite, d. h., der hohe Standort ist wichtig. Im 6 m-Band gibt es Überreichweiten mittels der sporadisch auftretenden E-Schicht der Ionosphäre. Im 2 m- oder 70 cm-Band bewirken Inversionswetterlagen Überreichweiten.

Über 30 MHz kommt es in aller Regel zu keiner Reflexion an der Ionosphäre. Aus diesem Grund ist in erster Linie die direkte Welle maßgeblich.

Mit steigender Frequenz tritt bei der Funkausbreitung ein quasi-optisches Verhalten auf, d. h., die Funkausbreitung lässt sich in guter Näherung durch Funkstrahlen darstellen, die wie Lichtstrahlen der Dämpfung, Brechung, Streuung, Reflexion und Beugung unterworfen sind. Für diese Funkstrahlen ist innerhalb des Radiohorizonts (ca. 1/3 größer als der optische Horizont) bei annähernder Hindernisfreiheit ungestörte Funkausbreitung gegeben. Man nennt diese Funkausbreitung auch **Standardausbreitung**. Treten allerdings Anomalien in der Atmosphäre auf, dann reagieren die drei angeführten Frequenzbänder verschieden.

Auf dem **6 m-Band (50 MHz)** herrscht meist die direkte Welle vor und der optische Horizont bestimmt die Reichweite. An wenigen Tagen im Jahr kommt es zur Reflexion an der Ionosphäre, zumeist an der Sporadic-E-Schicht, manchmal auch an der höher gelegenen F-Schicht. Interkontinentale Verbindungen sind dann möglich. Höhere Entfernung können auch mittels Reflexion an Meteoriten erzielt werden. Weniger stark hingegen reagiert das 6 m-Band auf troposphärische Anomalien (großflächige Temperaturinversionen). Diese müssen sehr stark ausgeprägt sein, dass es zu nennenswerten Überreichweiten kommt. Vor allem im Spätsommer und Herbst kommen diese Anomalien häufig vor.

Die Funkausbreitung im **2 m- und 70 cm-Band** ist vorwiegend auf den optischen Horizont beschränkt.

### Beispiel

Überreichweiten treten bevorzugt bei großflächigen Temperaturinversionen auf, wobei Reichweiten über 1000 km keine Seltenheit sind. Extreme Reichweiten hängen mit der Ausbildung von atmosphärischen Wellenleitern zusammen. Diese ducts treten auch über dem ruhigen und warmen Meer auf.

Beim Funkverkehr innerhalb des Radiohorizontes, aber bei hoher und gut reflektierender Hindernisdichte (z. B. Hausfassaden in der Großstadt; nicht Wald!), ist die Funkausbreitung durch die auftretenden Mehrfachreflexionen im 70 cm-Band besser als im 2 m-Band. Auch die extremen Reichweiten sind eher auf dem 70 cm-Band zu erzielen.

## Erklären Sie die Begriffe Relaisfunkstelle, Transponder, Bakensender und welche betrieblichen Besonderheiten sind zu beachten?

Alle drei Begriffe bezeichnen automatische, unbemannte Funkstellen. Ein Relais verwendet zwei unterschiedliche Frequenzen für Eingabe und Ausgabe und dient der Reichweitenerhöhung bei Mobilbetrieb. Ein Transponder wird meist im Satellitenfunk eingesetzt. Eine Bake dient der Beobachtung der Ausbreitungsbedingungen.

Unter einer **Relaisfunkstelle** versteht man eine automatische, unbemannte Funkstelle, die zur Erzielung einer größeren Reichweite (Funkhorizont!) verwendet wird. Die Relaisfunkstelle wird über die Eingabefrequenz angesprochen und setzt ohne Verzögerung und automatisch die Information auf der Ausgabefrequenz ab. Die Relaisfunkstelle kann nur dann benutzt werden, wenn Eingabe- und Ausgabefrequenz am Funkgerät (Transceiver) richtig eingestellt wurden. Im Betrieb sind die Durchgänge kurz zu halten und immer wieder Sprechpausen (Loslassen der Sprechtaste!) einzuhalten, um das Relais für allfällige Notrufe, aber auch für andere anrufende Stationen freizumachen. Beim Betrieb wird das gleiche Amateurfunkband benutzt.

## 25

### Erklären Sie die Betriebsabwicklung bei Relaisbetrieb

#### TIPP



Bei Überreichweiten kann eine Mehrfachöffnung auftreten, d.h., mehrere Relaisfunkstellen mit dem gleichen Frequenzpaar aufgetastet werden. Da sich die Ausbreitungsbedingungen im UKW-Bereich oft sehr rasch ändern, sollten Aussendungen bei Überreichweiten kurz gehalten werden.

Am Funkgerät die Frequenzablage (*shift*) einstellen. Kurz sprechen und Umschaltpausen einhalten. Der Relaisbetrieb dient der Erhöhung der Reichweite und ist in erster Linie zur Unterstützung des mobilen Funkverkehrs gedacht.

Der Relaisbetrieb wird über ein Frequenzpaar abgewickelt, das für jede Relaisfunkstelle aus Eingabe- und Ausgabefrequenz besteht. Die Frequenzablage (Relaisablage) ist dabei genormt.

Die Betriebsabwicklung erfolgt wie jeder andere Amateurfunkverkehr auch, d.h., sie beginnt mit der Beobachtung der Ausgabefrequenz. Ist der Relaiskanal nicht belegt, kann ein Anruf erfolgen. Nach dem Loslassen der Sprechtaste und während längerer Aussendungen sollte wiederholt eine kurze Pause ohne Aussendungen eingelegt werden. Dadurch kann das Relais „abfallen“, d.h. auf Empfangsbetrieb umschalten. Damit soll die Möglichkeit eines Notanrufes oder auch eines normalen Anrufes sichergestellt werden.

#### Beispiel

Die Sende Frequenz des mobilen Benutzers muss in Österreich auf 2 m um 600 kHz niedriger sein als die eingestellte Empfangsfrequenz. Man nennt das Relaisablage (Frequenzablage) oder *shift*. Das Mobilgerät wird auf 145.700 kHz eingestellt und im Sende betrieb wechselt es automatisch auf 145.100 kHz FM.

Tabelle 9: Unterschied zwischen Sende-/Empfangsfrequenz bei Relais in OE

Band	Unterschied
10 m-Band	-100 kHz
6 m-Band	-600 kHz
<b>2 m-Band</b>	<b>-600 kHz</b>
<b>70 cm-Band</b>	<b>-7,6 MHz (-7.600 kHz)</b>
23 cm-Band	-28 MHz

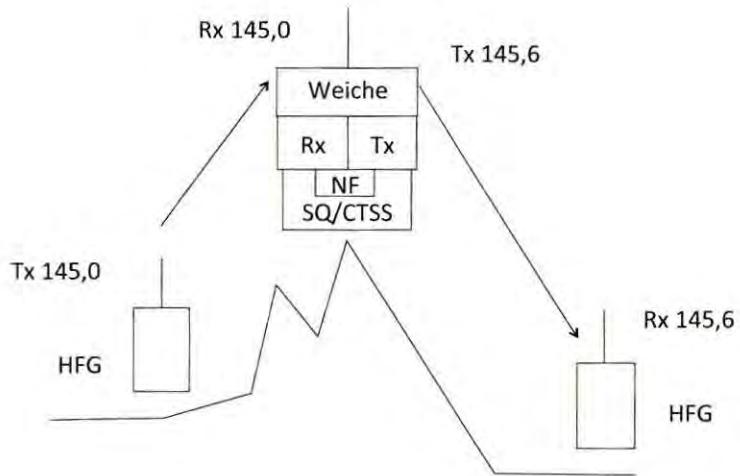


Abbildung 6: Relaisbetrieb

26

## Was ist bei Überreichweitenbedingungen zu beachten?

**Bei Überreichweiten sind Aussendungen kurz halten und die wesentlichen Informationen (Call und Locator) rasch zu übermitteln.**

Als Überreichweiten wird eine Funkausbreitung bezeichnet, bei der Reichweiten deutlich über den normalen Radiohorizont einer Station hinaus auftreten. Dadurch können bei gleichbleibenden technischen Voraussetzungen große Reichweiten erzielt werden.

Grundsätzlich ist bei Überreichweiten zu beachten, dass diese Bedingungen mit wenigen Ausnahmen kurzlebig sind und rasch wechselnde Bedingungen auftreten. Daher sind die Aussendungen relativ kurz zu halten!

Wenn Sendeleistung und Empfindlichkeit der Empfangsanlage nicht annähernd gleiche Reichweiten erwarten lassen, dann ist die Station nicht ausgewogen. Die Folge: Bei Überreichweiten können andere Stationen im Funkbetrieb gestört werden, weil dieser nicht empfangen werden kann und daher ein vermeintlich freier Frequenzbereich verfügbar ist.

**27**

## Wie gehen Sie bei der Planung einer Amateurfunkverbindung zu einem bestimmten Ort vor?

**Ausgangspunkt ist die verfügbare technische Ausrüstung (Frequenzband, Sendeleistung, Betriebsarten, Antennen).**

Aus der Entfernung zur Gegenstation ergibt sich eine grobe Festlegung, ob diese innerhalb des Radiohorizontes liegt und direkt erreicht werden kann. Liegt die Station deutlich außerhalb des Radiohorizontes, ist zu prüfen, ob mittels natürlicher Hilfen (Beugungseffekte) oder durch Verwendung von Relaisfunkstellen oder Digipeatern die Gegenstation erreicht werden kann.

Ist das nicht möglich, kann mittels Nutzung eines Amateurfunksatelliten die Verbindung geplant oder auf ausreichende Überreichweiten gewartet werden. Diese können – wenn sie troposphärisch verursacht werden – einige wenige Tage durch Nutzung von Wettervorhersagen vorgeplant werden.

**28**

## Welche Betriebsverfahren werden bei Scatter-Verbindungen verwendet?

**TIPP**



Die Ausbreitungsbedingungen ändern sich also rasch. Deshalb sind die einzelnen Sendedurchgänge kurz zu halten. Hilfreich ist die Beobachtung von Baken.

**Scatter beruht auf Streuung der Funkwellen an Wolken, Regenwänden, Flugzeugen oder Meteoriten und hat meist auf UKW Bedeutung. Da sich die Signale stark ändern, verwendet man höhere Sendeleistungen und CW oder digitale Betriebsarten.**

Scatter-Verbindungen sind Funkverbindungen, die auf Streueffekten während der Funkausbreitung beruhen. Bei den Streueffekten unterscheidet man – je nach der Hauptrichtung der Funkausbreitung – in (1) Vorwärtsstreuung, (2) Rückwärtsstreuung und (3) Seitenstreuung.

In jedem Fall werden für Streuverbindungen Richtantennen mit hohem Gewinn und hohen Sendeleistungen benötigt.

Da sich das Streuvolumen rasch ändert und der Signal-Stör-Abstand gering ist, werden bevorzugt Telegraphie oder digitale Verfahren verwendet. Einfachere Streuerscheinungen (etwa Niederschlagsstreuung, Regen-Scatter) lassen Sprechfunkverbindungen zu.

## Was versteht man unter EME-Verbindungen – welches Betriebsverfahren wird angewendet?

**EME-Verbindungen sind Reflexionsverbindungen, wobei der Mond als Reflektor verwendet wird (Erde – Mond – Erde).**

Der Stationsaufwand bei EME-Verbindungen ist hoch: drehbare und nachführbare Richtantennen mit hohem Gewinn; rauscharme, hochempfindliche Vorverstärker; Mindestsendeleistung.

Die Empfangsfeldstärken sind in aller Regel gering. Deshalb werden bevorzugt Telegraphie, digitale Verfahren (WSJT) oder andere Schmalbandbetriebsarten verwendet. Im Sprechfunk sind EME-Verbindungen selten.



Abbildung 7: Richtantenne (Quelle: Wikipedia, EA6VQ)

## Welche Betriebsverfahren werden bei Meteorscatter-Verbindungen angewendet?

**Auf Grund der geringen Feldstärken werden bei Meteorscatter-Verbindungen bevorzugt Hochgeschwindigkeitstelegraphie bzw. digitale Übertragungsverfahren (WSJT) verwendet.**

Meteorscatter-Verbindungen werden durch Reflexionen an lokalen Elektronenwolken entlang der Flugbahn ermöglicht, die beim Verglühen von Meteoriten in der oberen Erdatmosphäre kurzzeitig auftreten. Diese kosmischen Objekte befinden sich auf einer Umlaufbahn um die Sonne. Einige dieser Objekte kreuzen die Erdbahn. Ihre Größe reicht von Bruchteilen eines Millimeters bis zu vielen Metern. Wenn sie beim Eintritt in die Erdatmosphäre nicht verglühen (Sternschnuppe), erreichen Sie die Erde (Meteorit).

Da die Ionenwolken der Meteoriten kurzlebig und die Feldstärken gering sind, werden bevorzugt Hochgeschwindigkeitstelegraphie bzw. digitale Übertragungsverfahren (Software: WSJT) verwendet. Die Verbindungen selbst dauern meist nur wenige Sekunden, im günstigsten Fall wenige Minuten.

Je niedriger die Betriebsfrequenz, desto länger kann die Ionisation genutzt werden (6 m-Band). Bei ausgeprägten Meteorschauern (z. B. den

Perseiden im August) kann auch Sprechfunk (SSB) zum Einsatz kommen. Die dabei erzielbaren Reichweiten liegen bei ca. 2000 km.

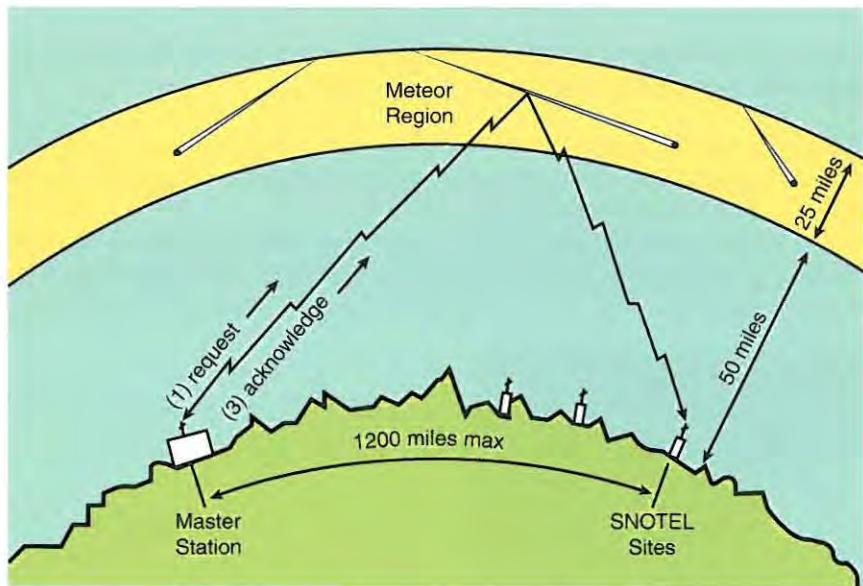


Abbildung 8: Kommunikation via Meteorscatter (Quelle: Wikipedia, NRCS)

## 31

### Was verstehen Sie unter Packet Radio – welches Betriebsverfahren wird angewendet?

**Packet Radio bezeichnet die Datenübertragung nach dem AX25-Protokoll. Es wird ein Computer, ein Modem und ein Funkgerät benötigt.**

Packet Radio (PR) zählt zu den Maschinenbetriebsarten, d. h., es ist neben der Grundausrüstung (Antenne, Sender, Empfänger/Transceiver ...) eine Maschine (PC) erforderlich.

Bei der Betriebsart PR wird die Information durch eine entsprechende Software in Daten-Pakete zerlegt und mit Adresse sowie zusätzlichen Informationen zur Sicherung der Übertragung versehen. Dadurch ist es möglich, dass mehrere Stationen gleichzeitig denselben Übertragungskanal nutzen können. Jedes Datenpaket „weiß“, wo es hin muss bzw. die Empfangssoftware nimmt sich nur die für sie bestimmten Datenpakete. Zusätzlich wird ein Modem als Schnittstelle zwischen Funkstelle und PC benötigt.

Die Kommunikation kann dann zwischen zwei PR-Stationen direkt oder wie bei einer Relaisfunkstelle (PR-Knoten) geführt werden, wobei diese europaweit vernetzt sind. Damit lässt sich der Radiohorizont „überlisten“. Zur Abwicklung des PR-Verkehrs wird meist das AX25-Protokoll verwendet.

Nach Herstellung der Verbindung PC–Modem–Sender/Transceiver wird eine Frequenz eingestellt, und über einen Lautsprecher (akustisch) oder visuell (Bildschirm) kann bereits laufender Funkverkehr mitgelesen werden. Unabhängig vom laufenden Verkehr kann entweder ein eigener

Anruf gestartet (CQ-Ruf oder bestimmte Station) oder eine der mitgelesenen Stationen angerufen werden.

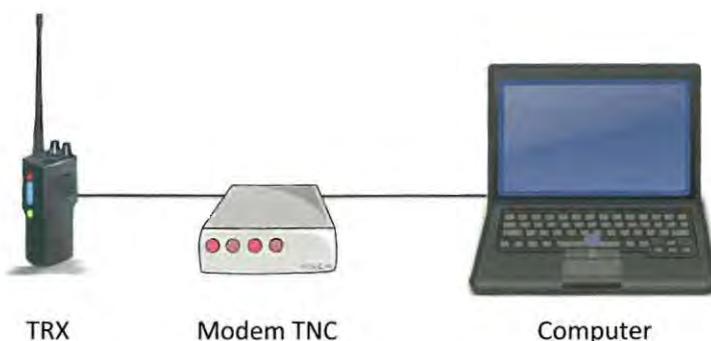


Abbildung 9: Packet Radio

32

### Was verstehen Sie unter den Begriffen Mailbox, Digipeater, Netzknöten und welche betrieblichen Besonderheiten sind zu beachten?

Eine **Mailbox** ist ein „elektronischer Briefkasten“, in dem Nachrichten an alle oder für bestimmte Stationen hinterlegt werden können. Je nach aufgerufener Mailbox können die erforderlichen Befehle zur Benutzung der Mailbox variieren, sie werden in Kurzform oder ausführlich angezeigt.

Ein **Digipeater** ist eine Relaisfunkstelle für digitale Betriebsarten. Mit der geeigneten Ausrüstung und Software kann jeder Digipeater angesprochen werden.

Ein **Netzknöten** hat grundsätzlich die gleiche Funktion wie ein Digipeater. Er dient jedoch vorrangig der Vernetzung von Digipeatern untereinander, sodass in der Regel nur der Netzbetreiber (sysop, Systemoperator) auf den Netzknöten Zugriff hat.

Für den Nutzer, der eine bestimmte Funkstrecke überbrücken will, wird praktisch automatisch über Netzknöten „durchverbunden“, wenn der Zielpunkt dem Netzknöten bekannt ist.

## Erklären Sie die Betriebsabwicklung bei ATV-Betrieb

Unter ATV versteht man Amateurfunk-Fernsehübertragungen (*amateur television*). Dazu sind neben der Standardfunkausrüstung eine Videokamera und ein ATV-Konverter erforderlich.

Für den Empfang ist ein Bildschirm erforderlich. Die Übertragung kann analog, aber auch digital erfolgen. Die Betriebsabwicklung erfolgt auf vereinbarten oder vorgeschrivenen Frequenzen (70 cm-Band).

Die maximal zulässige Bandbreite ist zu beachten (oberhalb von 1 GHz sind 20 MHz Bandbreite zulässig). Das gesamte Signal muss innerhalb des Amateurfunkbandes bleiben.

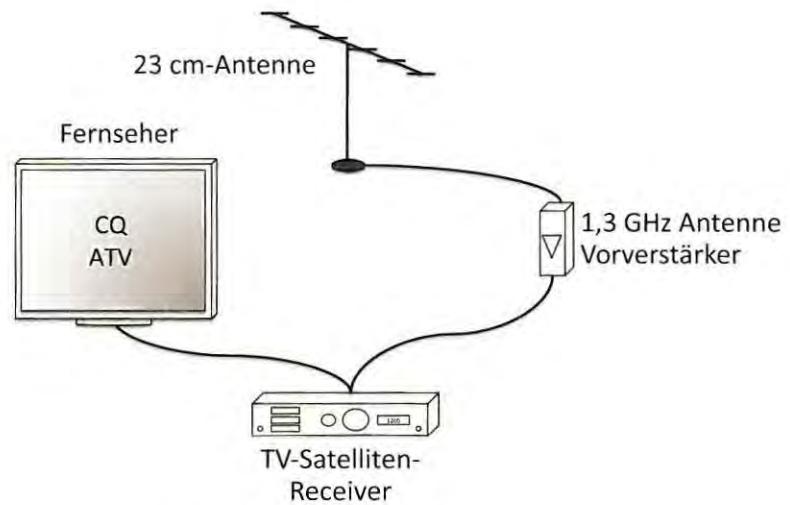


Abbildung 10: Einfaches 1,3 GHz-Empfangssystem

## Erklären Sie das Betriebsverfahren SSTV

SSTV (*slow scan television*) ist die Übertragung nicht bewegter Bilder (*Standbilder*). Dabei wird ein Bildinhalt abgetastet und schmalbandig übertragen.

Die erforderliche Übertragungsbandbreite beträgt nur 2–3 kHz. Damit eignet sich SSTV auch für Kurzwellen-Übertragung.

Benötigt wird neben der Kamera ein SSTV-Konverter oder Computer. Die Übertragung erfolgt analog in der Betriebsart SSB, d.h., es ist ein SSB-tauglicher Transceiver erforderlich.

Für SSTV-Übertragungen werden vereinbarte Frequenzen und Übertragungsgeschwindigkeiten benutzt.

## Was ist ein Contest – wie verhalten Sie sich richtig?

Unter einem Contest versteht man einen Funkwettbewerb, bei dem möglichst viele Stationen in einer bestimmten Zeit kontaktiert werden sollen.

Für einen Contest gibt der jeweilige Veranstalter Contest-Regeln heraus, an die man sich bei Teilnahme auch halten sollte. Wenn Sie nicht am Contest teilnehmen, sollten Sie ein anderes Frequenzband bzw. ein contestfreies Frequenzsegment wählen.

## Was ist ein *pile-up* – wie verhalten Sie sich richtig?

Wenn viele anrufende Stationen den Kontakt zu einer seltenen Station (z. B. Insel) suchen, sind besondere Betriebsverfahren (z. B. Split-Betrieb) nötig, um die Menge abzuarbeiten und die Funkdisziplin zu erhalten.

Rufen viele Funkstationen gleichzeitig eine meist sehr seltene DX-Station (wenig bekanntes Land, Insel, ...), kann es durch die gehäuften Aufrufe (*to pile up*, sich anhäufen) zu hohen Störpegeln kommen. Der *pile-up* wird meist durch mangelhafte Funkdisziplin (Dazwischenrufen, Abstimmen) ausgelöst und erschwert in aller Regel einen raschen und geordneten Betrieb auf den betroffenen Frequenzen.

Wenn Sie auf ein *pile-up* stoßen, dann sollten Sie zuerst hören und herausfinden, wie die Betriebsabwicklung von der Leitstation erwünscht ist (Split-Betrieb, Listen etc.). Beachten Sie, ob nach bestimmten Regeln gearbeitet wird (Aufrufen bestimmter Länder, Ziffern im Rufzeichen) und halten Sie sich an diese Regeln!

### TIPP



Wenn Sie selbst die Ursache für *pile-up* sind, dann legen Sie Regeln fest. Teilen Sie diese den Anrufern wiederholts mit und bestehen Sie unbedingt auf deren Einhaltung, da sonst in kürzester Zeit die Betriebsabwicklung nahezu unmöglich wird.

## Was bedeuten die Hinweise *5 up* bzw. *10 down*?

Grundsätzlich sagen diese Hinweise, dass ein Teil des Betriebes (Senden oder Empfang) 5 kHz höher (*up*) bzw. 10 kHz tiefer (*down*; in CW: *DWN*) erfolgen soll. Dieses Verfahren wird vor allem von Stationen mit großem Betriebsaufkommen im *pile-up* angewendet und heißt Split-Betrieb.

Wenn eine Funkstation von einer seltenen Insel oder aus einem selten hörbaren Land Betrieb macht, kommt es oft zu einem großen Andrang von anrufenden Stationen.

Viele versuchen eine Verbindung ins Log zu bekommen und rufen wild durcheinander, da sie sich aufgrund der Toten Zone oft gegenseitig nicht hören. Diese Situation hat den Namen *pile-up* und erfordert besondere Betriebstechnik.

Um die Anweisungen der sogenannten DX-Station von der Insel besser hören zu können, wird das Split-Verfahren angewendet. Dabei sendet die Inselstation weiterhin auf der ursprünglichen Anruffrequenz, fordert aber die anderen anrufenden Stationen dazu auf, die Sendefrequenz

### Beispiel

In CW hört man oft die Anweisung *up*, denn es genügen aufgrund geringer Bandbreite und schmaler Filter nur wenige 100 Hz, um die Stationen zu trennen.

geringfügig nach oben oder unten zu ändern (*5 up*, 5 kHz höher bzw. *10 down*, 10 kHz tiefer).

Dadurch wird das *pile-up* etwas auseinandergezogen. Es wird für die DX-Station leichter, einzelne Rufzeichen herauszufiltern. Gleichzeitig bleibt die DX-Station ungestört hörbar und kann viele erfolgreiche Verbindungen pro Minute abwickeln. Jedes Kurzwellenfunkgerät besitzt eine Taste für Split-Betrieb.

In SSB (Sprechfunk) wird oft ein Bereich angegeben: *5 to 10kc up*. Oder man hört am 20 m-Band von den Malediven: *CQ 8Q7MZ listening 208 to 212* (die DX-Station empfängt also zwischen 14.208 bis 14.212 KHz).

## Wie beurteilen Sie die Aussendung Ihrer Gegenstelle und wie wird diese Beurteilung der Gegenstelle mitgeteilt?

**Die Aussendung der Gegenstelle wird nach dem RST-System beurteilt, z. B.: R1=nicht lesbar, R5=gut lesbar; S1=kaum hörbar, S9=sehr stark hörbar.**

Im „normalen“ Funkverkehr innerhalb des Funkhorizontes und über Relaisfunkstellen sowie beim Contest-Betrieb ist es üblich, die RS(T)-Beurteilung anzuwenden: R steht für Lesbarkeit (*readability*), S für Lautstärke (*strength*) und T für Tonqualität (*tone*). Die Tonqualität wird nur bei Telegraphieaussendungen (CW) beurteilt.

Die angeführte Beurteilung ist relativ. Für die Lautstärke S wird das sogenannte S-Meter (Feldstärkeanzeige) herangezogen.

Bei DX-Verbindungen oder bei besonderen Ausbreitungsbedingungen wird die Signalstärke häufig auch als Signalstärke in dB über dem Rauschen angegeben.

Beispiele: beim Morsen: *ur RST is 599*

Im Sprechfunk: *Ich höre Sie sehr gut, Ihr Signal ist fünf neun (5\_9)*

Tabelle 10: RST-System

R-System	Bedeutung	S-System	Bedeutung	T-System	Bedeutung
R 1	nicht lesbar	S 1	kaum hörbar	T 1	äußerst roher Ton
R 2	zeitweise lesbar	S 2	sehr schwach	T 2	sehr roher unmusikalischer Ton
R 3	schwer lesbar	S 3	schwach	T 3	roher Ton, leicht unmusikalisch
R 4	gut lesbar	S 4	mittelmäßig	T 4	leicht roher Ton, mittelmäßig musikalisch
R 5	ausgezeichnet lesbar	S 5	ziemlich gut	T 5	musikalisch modulierter Ton
		S 6	gut	T 6	modulierter Ton, leichter Triller
		S 7	mäßig stark	T 7	unstabiler Ton
		S 8	stark	T 8	gefilterter Ton mit z. B. etwas Brummen
		S 9	sehr stark hörbar	T 9	reiner Ton

## Nennen Sie Einflüsse, die die Lesbarkeit einer Funkverbindung verschlechtern

39

Die Qualität einer Funkverbindung kann durch natürliche, d.h. durch die Ausbreitungsbedingungen verursachte Einflüsse und durch Fremd-Störungen (QRM) beeinträchtigt werden.

Bei Standardbedingungen und innerhalb des Radiohorizontes beeinträchtigen sehr starke **Niederschläge** (dann Signaldämpfung) und **Fading**-Erscheinungen (QSB) bei mobilen Gegenstationen den Funkverkehr.

Andere Ursachen sind ein geringer **Frequenzabstand** zu anderen Stationen und vor allem **Splattern** (falsch abgestimmte oder übersteuerte Endstufen). Beides kann die Verbindungsqualität drastisch verschlechtern.

### Beispiel

Bei troposphärischen Überreichweiten und vor allem bei Scatter-Verbindungen ändern sich die Ausbreitungsbedingungen häufig innerhalb von Sekunden bis wenigen Minuten. Dadurch kann die Qualität der Funkverbindung rasch abnehmen oder Funkverbindungen werden abrupt unterbrochen.

## Was ist bei der Abstimmung des Leistungsverstärkers einer Amateurfunkstelle zu beachten?

40

Der Leistungsverstärker eines Senders ist immer ausstrahlungsfrei abzustimmen.

Das wird durch die Verwendung einer geeigneten „Kunstantenne“ (*dummy load*) sichergestellt, die so aufgebaut ist, dass von ihr keine störende Abstrahlung erfolgt. Die Sendeleistung wird in Wärme gewandelt. Die

Aussendung zum Nachstimmen/Anpassen an die Betriebsantenne ist auf ein Minimum zu beschränken. Sie darf erst erfolgen, nachdem man sich davon überzeugt hat, dass auf der gewählten Frequenz kein Funkverkehr stattfindet.



Abbildung 11: Spectrum-Split-Betrieb

41

## Welche Maßnahmen ergreifen Sie, wenn Sie darauf aufmerksam gemacht werden, dass Ihre Aussendung „splattert“?

Splatter ist ein übersteuertes Sendesignal, bei dem eine zu große Bandbreite (und damit eine Störung im Nachbarkanal) und Nebenaussendungen auftreten.

Meist liegt das Problem an der Aussteuerung der Senderendstufe oder eines Leistungsverstärkers. Die Reduktion der Sendeleistung und Neuabstimmen der Senderendstufe schaffen meist Abhilfe.

Bleiben diese Maßnahmen ohne Erfolg, muss die gesamte Signalaufbereitung des Senders überprüft werden.

42

## Was verstehen Sie im Telegraphiebetrieb (CW) unter BK-Verkehr?

Unter einem BK-Verkehr versteht man eine Betriebstechnik, bei der zwischen den eigenen Aussendungen empfangen werden kann.

Der Funkverkehr kann daher mit der Betriebsabkürzung BK (*Break! – Unterbrechen Sie!*) sofort unterbrochen werden. BK-Verkehr setzt entsprechende technische Ausrüstung (schnelle Sende-/Empfangsumschaltung) der Funkanlage voraus.

43

## Was ist hinsichtlich der Herstellung oder Veränderung von Amateurfunkgeräten zu beachten?

### Beispiel

Lizenzinhaber der nationalen Klasse 3 oder 4 dürfen Antennen, Empfänger und Stationszubehör modifizieren, nicht jedoch Sender oder Senderendstufen.

Funkamateure der Klasse CEPT-1 dürfen ihre Geräte selbst bauen oder verändern.

Funkamateure der Lizenzklasse CEPT-1 sind berechtigt, Sendeanlagen selbst zu errichten, d. h. im Eigenbau herzustellen bzw. kommerzielle Sendeanlagen für Zwecke des Amateurfunks zu modifizieren. Dabei ist zu beachten, dass diese Eigenbaugeräte oder die modifizierten Geräte den

technischen Bestimmungen betreffend Art und Bandbreite der Aussen-  
dungen, Neben- und Oberwellenfreiheit sowie der zulässigen maximal  
abgegebenen Sendeleistung entsprechen.

Verfügt die Sendeanlage über keine geeignete Frequenzanzeige (quarz-  
gesteuerte Geräte ausgenommen), ist ein entsprechendes Frequenzmess-  
gerät zur Kontrolle der Sendefrequenz erforderlich. Ein Strom- und Span-  
nungsmessgerät ist dann Pflicht, wenn Spannungen über 50 V verwendet  
werden. Es wird kein CE-Kennzeichen benötigt.

44

## Welche Mess- und Kontrollgeräte sind bei einer Amateurfunkstelle vorgeschrieben?

**Grundsätzlich sind keine Mess- und Kontrollgeräte vorgeschrieben.** Anders bei selbstgebauten oder veränderten Geräten: Hier ist ein Frequenzzähler Pflicht; treten Spannungen über 50 Volt auf, muss ein Spannungsmessgerät vorhanden sein. Bei Sendern, die mehr Ausgangsleitung produzieren können als in der Lizenzklasse zugelassen, muss ein Leistungsmessgerät zur Verfügung stehen.

Bei selbstgebauten oder kommerziell gefertigten, aber veränderten Sende- oder Empfangsanlagen, muss zur Kontrolle der Einhaltung der Frequenz und der Bandgrenzen ein **Frequenzmessgerät** fest eingebaut oder mit der Sende- oder Empfangsanlage zur Feststellung der Frequenz verbunden sein.

Werden Sendeanlagen verwendet, die den Betrieb einer höheren Sendeleistung ermöglichen, als dies der bewilligten Leistungsstufe entspricht (typisch bei Verwendung von Leistungsverstärkern), dann ist während des Sendebetriebes ständig ein Messgerät zu verwenden (**Leistungsmessgerät**), mit dem die Einhaltung des Grenzwertes überwacht werden kann.

TIPP



Für den Großteil der heute ver-  
wendeten Amateurfunkgeräte  
aus kommerzieller Fertigung mit  
eingebauter Frequenzanzeige und  
definierter Sendeleistung sind  
keine Mess- und Kontrollgeräte  
verbindlich vorgeschrieben.

45

## Was ist beim Betrieb an den Bandgrenzen zu beachten?

**Beim Betrieb an den Bandgrenzen ist zu beachten, dass die Aussen-  
dung im gesamten Umfang die Bandgrenze nicht überschreitet. Das ist  
abhängig von der Betriebsart (Modulationsart). Dabei ist die Toleranz  
der verfügbaren Messmöglichkeiten/Messgeräte zu berücksichtigen.**

Die Bandbreite ist abhängig von der Betriebsart. Je mehr Information pro Zeit übertragen werden soll, desto mehr Spektrum wird benötigt. Wird Sprache in SSB übertragen, so ist ein 2,5 KHz breiter Übertragungskanal nötig, während ein in CW getasteter Text mit nur 200 Hz (also 0,2 KHz) auskommt. Die größte Bandbreite benötigt die Übertragung von Videos (bis 20 MHz Bandbreite, daher nur im Mikrowellenbereich zulässig).

Auch die Modulationsart spielt eine wesentliche Rolle. Frequenzmodulation (FM) ist breiter als SSB (Einseitenband mit unterdrücktem Träger).

TIPP



An der Bandgrenze ist auch die Wahl  
des Seitenbandes relevant, denn  
die Anzeige am Funkgerät zeigt die  
Frequenz des unterdrückten Trägers  
an. Verwendet man das obere Sei-  
tenband (USB), so belegt man ein  
Spektrum das noch 2,5 KHz ober-  
halb der angezeigten Frequenz liegt.  
Bei USB ist also besonderer Abstand  
zur oberen Bandgrenze zu halten,  
beim unteren Seitenband (LSB)  
entsprechend zur unteren Grenze.

**46**

## Wie arbeiten Sie mit ausländischen Amateurfunkstationen zusammen, die einen anderen/erweiterten Bandbereich benutzen (z. B. 40 m, 80 m)?

### Beispiel

OE4NAC ruft/sendet auf 7095 kHz  
(*CQ state side de  
OE4NAC QSX7288 pse k*) und hört auf 7288 kHz die Antwort von N2CD aus New York (in Amerika ist der Bereich von 7000 bis 7300 kHz dem 40 m Amateurfunkband zugewiesen).

Man nennt den Betrieb mit unterschiedlicher Sende- und Empfangsfrequenz Split-Betrieb (*to split*, aufteilen). Dabei darf unter keinen Umständen der eigene zulässige Sendefrequenzbereich überschritten werden.

Wer in Telegraphie auf einer anderen Frequenz hört, informiert darüber mit der Q-Gruppe QSX ... (kHz).

**47**

## Was versteht man unter Sonnenaktivität, unter der Sonnenfleckenrelativzahl, unter dem Solar-Flux – welchen Einfluss haben diese Effekte auf die Kurzwellenausbreitung?

**Je höher die Sonnenaktivität, desto besser ist die Ausbreitung auf Kurzwelle. Das Ausmaß der Sonnenaktivität geht aus den Kennwerten Sonnenfleckenrelativzahl und Solar-Flux hervor.**

Unter der **Sonnenaktivität** versteht man die Gesamtheit der auf der Sonne stattfindenden Vorgänge, die sich in Richtung Erde in Form von Strahlung und eines Materiestromes (zusammenfassend als Sonnenwind bezeichnet) auswirken. Während die Strahlung durch die Ionisation der hohen Atmosphäre und damit Ausbildung der Ionosphäre einen direkten Einfluss auf die Kurzwellenausbreitung hat, wirkt sich der Materiestrom vorrangig auf das Erdmagnetfeld und damit nur indirekt auf den Funkverkehr aus.

Neben der ruhigen Sonne mit einer annähernd konstanten Strahlung und konstantem Materiestrom kommt es fallweise zu gewaltigen Energieausbrüchen, die zum Auftreten verstärkten Polarlichtes mit Aurora-Effekten und damit zur Beeinflussung der Funkausbreitung auf polaren Strecken führen.

Die Sonnenaktivität wird durch die sogenannte **Sonnenfleckenrelativzahl** ausgedrückt, die sich aus der Zahl der sichtbaren Sonnenflecken und Fleckengruppen ergibt.

Unter dem **Solar-Flux** (solarer Energiestrom) versteht man die Intensität der gemessenen Sonnenstrahlung bei ca. 10 cm Wellenlänge (3 GHz).

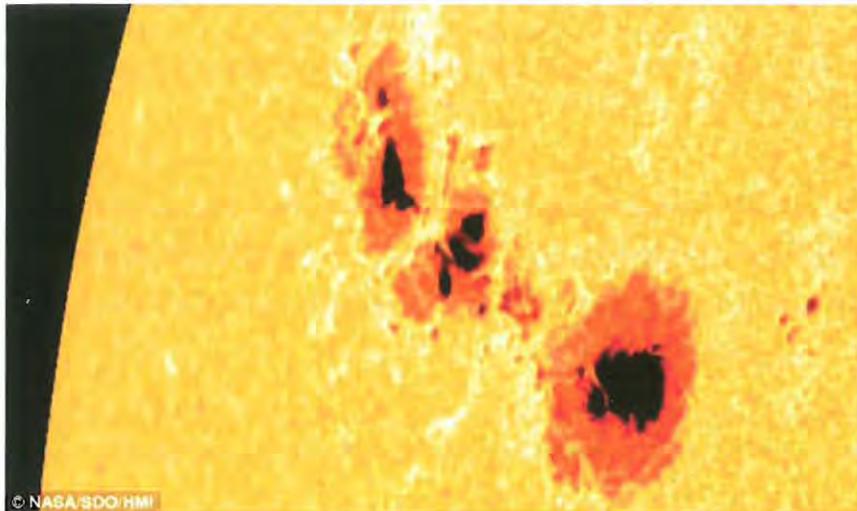


Abbildung 12: Sonnenflecken (Quelle: Wikipedia/NASA)

48

## Welchen Einfluss hat die Ionosphäre auf die Ausbreitung von Funkwellen über 30 MHz?

Auf Frequenzen über 30 MHz (UKW) hat die Ionosphäre im Allgemeinen nur mehr eine ablenkende Wirkung.

In aller Regel tritt keine Reflexion zur Erde auf. Zudem beobachtet man eine Polarisationsdrehung (Faraday-Drehung bei EME).

An besonders stark ionisierten Bereichen (sporadische E-Schichten) kann dennoch Reflexion und damit Überreichweite auftreten – aber nur kurzfristig.

49

## Welche Sendearten sind im Kurzwellenbereich zulässig?

Bei Kurzwelle sind alle Betriebsarten mit weniger als 6 kHz Bandbreite zulässig, wobei Einschränkungen im 160 m- und 30 m-Band zu beachten sind.

Auf Kurzwelle, d. h. im Frequenzbereich zwischen 3–30 MHz, sind gemäß VO-Funk alle Sendearten zulässig, die eine Bandbreite von höchstens 7 kHz haben. Für den Amateurfunkdienst wurde diese Regelung auf das 160 m-Band erweitert sowie im Bereich über 29 MHz auch die Sendeart Schmalband-FM zugelassen. Damit sind auf Kurzwelle die Sendearten Telegraphie, Sprechfunk (SSB; AM wird nicht mehr verwendet), Datenübertragung und SSTV zulässig.

TIPP



In der Praxis werden selten Bandbreiten von mehr als 2,5 kHz verwendet, denn: je schmäler das Signal, desto größer die Reichweite.

Bei der Datenübertragung sind nur offene Verfahren, die nicht verschlüsselt sind und deren Code offengelegt ist (z. B. RTTY, PACTOR, PSK31 etc.) gestattet. Auch dürfen nur Übertragungsgeschwindigkeiten gewählt werden, die die Einhaltung der maximal zulässigen Bandbreite garantieren. Es gibt Frequenzbereiche, die dem Amateurfunkdienst nur auf sekundärer Basis zugewiesen sind und daher Einschränkungen der Betriebsarten vorsehen (160 m, 30 m).

## Ausbreitung von Funkwellen – Ausbreitungsmerkmale in den verschiedenen Amateurfunk-Frequenzbereichen

Grundsätzlich breiten sich Funkwellen geradlinig mit Lichtgeschwindigkeit als (1) Bodenwellen, (2) direkte Wellen und (3) Raumwellen aus.

Auf **Kurzwelle** ist die Raumwellenausbreitung über die Ionosphäre von vorrangiger Bedeutung und ermöglicht weltweite Verbindungen. Die gleichzeitig auftretende Bodenwelle reicht nur 100–200 km und nimmt mit zunehmender Frequenz rasch ab.

Auf **UKW** nehmen die Funkwellen zunehmend optisches Verhalten an, d. h., ihre Ausbreitung erfolgt geradlinig. Der Standort und die örtliche Topographie entscheiden über die Reichweite. Vgl. Frage 21.

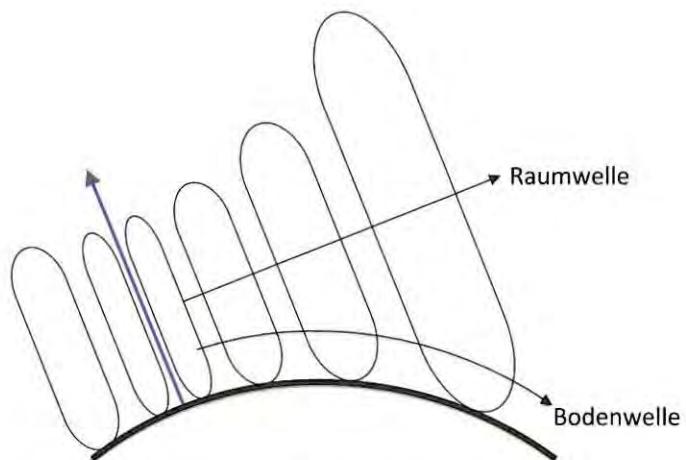


Abbildung 13: Ausbreitung von Funkwellen

## Beschreiben Sie den Aufbau der Ionosphäre und welche betrieblichen Konsequenzen ergeben sich aus diesem?

Die Ionosphäre besteht aus der D-Schicht und den E-, F1- und F2-Schichten. Die D-Schicht dämpft tagsüber das Signal. Für die weltweite Ausbreitung der Raumwellen sind die E- und F-Schichten verantwortlich.

Die Ionosphäre besteht aus mehreren Schichten mit erhöhter Ionen- bzw. Elektronenkonzentration, wobei für die Funkausbreitung die Elektronenkonzentration (Dichte) von vorrangiger Bedeutung ist.

**Während des Tages** und bei **Dämmerung** treten vier Schichten auf: D-, E-, F1- und F2-Schicht. Mit Sonnenuntergang verschwinden die D- und E-Schicht nahezu vollständig. **In den Nachtstunden** tritt nur eine F-Schicht auf.

Weitgehend unabhängig von der Tageszeit kann es zusätzlich zum Auftreten von **sporadischen E-Schichten** ( $E_s$ ) kommen, die kleinräumig (wolkenartig) sind und mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht direkt mit der Sonneneinstrahlung im Zusammenhang stehen. Sie treten etwa in der Höhe der regulären E-Schicht auf.

Für **Kurzwelle** ist die D-Schicht zu wenig ionisiert, um eine Reflexion zu verursachen. Sie dämpft die Funkausbreitung, wobei die Dämpfung mit steigender Frequenz abnimmt. Das führt betrieblich dazu, dass während des Tages auf dem 160 m-, 80 m- und 40 m-Band keine Raumwellenausbreitung auftritt. Erst mit Eintritt der Dämmerung (Dämmerungseffekt) tritt auch auf diesen Bändern Raumwellenausbreitung auf.

### Beispiel

Auf der Tagseite der Erde herrscht Ionisation, auf der Nachtseite Rekombination (Rückbildung) vor. Damit treten drei typische Ausbreitungsregime für die Raumwellen auf: (1) Tagesbedingungen, (2) Dämmerungsbedingungen und (3) Nachtbedingungen mit den zugehörigen typischen nutzbaren Bändern. Als grobe Regel gilt, dass die Nachtfrequenzen deutlich tiefer liegen als die Tagfrequenzen.

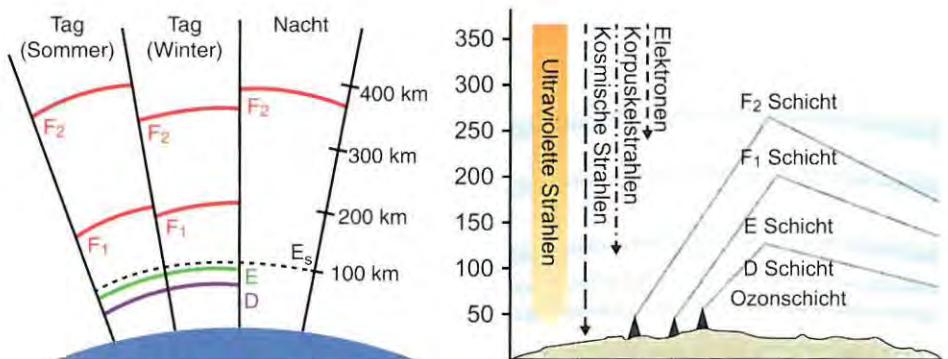


Abbildung 14: Ionosphäre

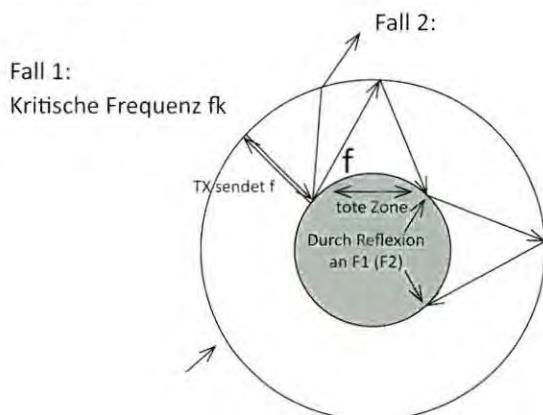


Abbildung 15: Kritische Frequenz

## Wie verhalten sich die Ionosphärenschichten im Tages- und Jahresverlauf?

Die Ionisierung folgt der Sonneneinstrahlung, d.h., auf der Sommerhalbkugel ist die Ionosphäre stärker ausgeprägt als auf der Winterseite und tagsüber stärker als nachts. Daraus resultiert, dass man bei Tagessicht im Sommer besser höhere Kurzwellenfrequenzen verwenden kann und nachts oder im Winter tendenziell niedrigere Frequenzen, da die dämpfende D-Schicht nachts nicht vorhanden ist.

Hauptursache für die **Ionisation** ist der „harte“ Anteil der Sonneneinstrahlung (hochenergetischer Bereich des Spektrums – UV-, Gamma- und Röntgenstrahlen). Die Ionosphären-Schichten folgen daher in erster Linie dem Tagesverlauf der Sonneneinstrahlung.

Bei **Dämmerungsbeginn** bilden sich in den unteren Luftschichten (70–120 km) zuerst die D-, dann die E-Schicht. Die D-Schicht ist auf Grund der bereits stark abgeschwächten Sonneneinstrahlung nur gering ionisiert. Funkwellen werden daher in erster Linie gedämpft, aber nicht reflektiert.

Während des **Tages** kann die E-Schicht so stark ausgeprägt sein, dass sie bereits reflektiert. Oberhalb der E-Schicht spaltet sich die ständig vorhandene F-Schicht mit weiter zunehmender Sonneneinstrahlung in eine F1- und eine F2-Schicht auf. Für die Raumwellenausbreitung sind das die maßgeblichen Schichten.

Zu **Mittag** wird das Maximum an freien Elektronen erreicht. Mit abnehmender Einstrahlung nimmt die Elektronendichte ab, in der Dämmerung schließlich verschwinden D- und anschließend E-Schicht fast zur Gänze und die F1- und F2-Schichten wachsen zur F-Schicht zusammen.

Im **Jahresverlauf** (Jahreszeiten, Änderung des Einfallswinkels der Sonnenstrahlung durch Neigung der Erdachse) ist das Verhalten der D- und E-Schicht kaum beeinflusst, während die F-Schicht(en) eine starke Abhängigkeit von der Jahreszeit aufweist, insbesondere was die Schichthöhe (Skip-Entfernung) und die Elektronendichte betrifft. Letztere weist im Sommer ein Maximum, im Winter ein Minimum auf.

## Welchen Einfluss hat die geographische Breite auf die Kurzwellenausbreitung?

### Beispiel

Beiderseits des magnetischen Äquators kommt es zu einer Anomalie in der Ionosphäre, die zur sogenannten TEP (*transequatorial propagation*) führt, deren Ursachen noch nicht restlos erforscht sind.

Die geographische Breite hat primär einen Einfluss auf den Einfallswinkel der Sonnenstrahlung. Daher ist die Ionisation am Äquator am stärksten.

Während die Dämmerung in tropischen Breiten nur wenige Minuten dauert, kann sie in den polaren Regionen bis zu einem halben Jahr dauern (Polarnacht). Dementsprechend herrschen dann in hohen nördlichen Breiten für ein halbes Jahr quasi Nacht- bzw. Dämmerungsverhältnisse, für das andere Halbjahr hingegen Tagesverhältnisse.

## Welchen Zyklen unterliegen die Ausbreitungsbedingungen auf Kurzwelle?

Die Ausbreitungsbedingungen auf Kurzwelle unterliegen Zyklen von 24 Stunden, 27 Tagen, einem Jahr und über elf Jahren.

Die Ausbreitungsbedingungen auf Kurzwelle sind weitgehend auf den Einfluss der Sonne und die Eigenbewegung der Erde zurückzuführen.

Daraus ergeben sich vier Zyklen, und zwar zu **24 Stunden** (Erdrotation), **27 Tagen** (mittlere Umlaufzeit der Sonne in jenem Bereich, in dem Sonnenflecken beobachtet werden), **365 Tagen** (Jahreszeiten, Neigung der Erdachse) sowie etwa **11,2 Jahren** (Sonnenfleckencyklus).

**TIPP**



Verwenden Sie tagsüber und in Richtung Sonne grundsätzlich hohe KW-Frequenzen (14–30MHz) und nachts und im Winter niedrige Frequenzen (1,8–10MHz).

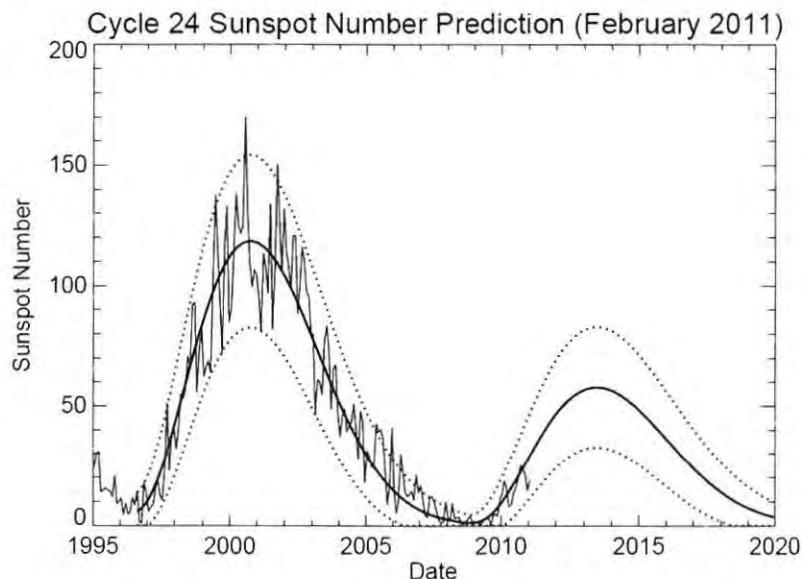


Abbildung 16: Sonnenzyklus-Vorhersage (Quelle: Wikipedia/NASA)

Der 11-Jahres-Zyklus kann erheblich abweichen, ohne dass es dafür bis heute eine plausible physikalische Erklärung gibt.

## Welche betrieblichen Auswirkungen haben die besonderen Ausbreitungsbedingungen auf Kurzwelle?

Bei der Funkausbreitung auf Kurzwelle treten typischerweise zwei Ausbreitungsformen auf, und zwar **Bodenwellen** (entlang des Erdbodens/Meeresoberfläche) und **Raumwellen** (Reflexion an der Ionosphäre, deshalb auch häufig als ionosphärische Wellen bezeichnet).

Die Reichweite der Bodenwelle nimmt mit steigender Frequenz rasch ab und ist in erster Linie von der Bodenfeuchtigkeit abhängig (ideal über Salzwasser).

Mittels Raumwellen hingegen kann weltweiter Funkverkehr bei geeigneter Frequenzwahl (Bandwahl) durchgeführt werden. Zwischen der noch erzielbaren Reichweite der Bodenwelle und dem ersten Auftreffen der Raumwelle tritt die sogenannte Tote Zone auf.

**56**

## Welche betriebliche Auswirkung hat die Bodenwellen-Ausbreitung?

**TIPP**

Die Reichweite hängt sehr stark von der Arbeitsfrequenz und dem Band ab. Während auf dem 160–40 m-Band Bodenwellenreichweiten über 100–200 km erzielt werden können, nimmt die Reichweite mit steigender Frequenz rasch ab. Auf dem 10m-Band beträgt sie oft nur mehr 20–30 km.

Unter einer Bodenwelle versteht man die Ausbreitung eines elektromagnetischen Feldes entlang des Erdbodens bzw. des Meeres. Dabei tritt das Feld in Wechselwirkung mit dem Erdboden und es kommt mit zunehmender Entfernung von der Sendeantenne zu einer Dämpfung, die in erster Linie von den elektrischen Eigenschaften des Bodens abhängig ist.

Der Bodenleitfähigkeit (Erdwiderstand) kommt eine maßgebliche Rolle zu. Je „elektrisch schlechter“ der Boden, desto geringer die erzielbaren Reichweiten.

Über dem Meer werden auf Grund der sehr guten Leitfähigkeit größere Reichweiten erzielt als über Land, wobei für die gute Leitfähigkeit der Salzgehalt maßgeblich ist. Die erzielbaren Reichweiten hängen von der verwendeten Sendeleistung (im Amateurfunk relativ enge Grenzen) und von der Art und dem Wirkungsgrad der Antenne ab.

Für die Auslösung von Bodenwellen sind Vertikalantennen oder Antennen mit einem vertikalen Strahlungsanteil (z. B. abgewinkelter Horizontaldipol, *inverted vee*) erforderlich.

**57**

## Welche betriebliche Auswirkung hat die Raumwellen-Ausbreitung und in welchem Frequenzbereich ist sie von Bedeutung?

Unter einer Raumwelle versteht man die Ausbreitung von Funkwellen über eine (oder mehrere) Reflexionen an der Ionosphäre.

Sie ist die maßgebliche Ausbreitungsform im Bereich der Kurzwellen, ist aber auch für die Mittel- und Grenzwellenausbreitung (1,5–3,0 MHz) bei Nacht sowie unter bestimmten Voraussetzungen (sehr stark ausgeprägte Ionosphäre, sporadische E-Schichten) bis in den Bereich des 2 m-Bandes von Bedeutung.

**58**

## Welche betriebliche Bedeutung hat die Kritische Frequenz?

Unter der Kritischen Frequenz versteht man die obere Grenzfrequenz, bei der gerade noch Reflexion in der Ionosphäre bei einer Senkrechtlotung auftritt (d.h., wenn eine Funkwelle senkrecht nach oben abgestrahlt wird). Sie wird auch als  $f_0$  bezeichnet (sprich: f-null) und ist abhängig von der Dichte der freien Elektronen in der Ionosphäre.

Senkrechte Funkwellen mit Frequenzen höher als die kritische Frequenz werden an der Ionosphäre nicht mehr reflektiert, sondern durchdringen die Ionosphäre in Richtung Weltraum.

Die Kritische Frequenz ist ein Maß für die zu erwartenden Funkausbreitungsbedingungen mittels Raumwellen. Je höher die Kritische Frequenz, desto höherfrequente Amateurfunkbänder können benutzt werden.

$f_0$  liegt zwischen MUF und LUF. (siehe Frage 59)

## Welche betriebliche Bedeutung haben die Begriffe MUF und LUF?

MUF ist die maximal (höchste) nutzbare Frequenz, die von der F-Schicht noch zur Erde reflektiert wird. LUF ist die niedrigste nutzbare Frequenz, die von der D-Schicht noch durchgelassen wird. Der optimale Arbeitsbereich auf Kurzwelle liegt zwischen MUF und LUF.

Unter der **MUF** (*maximal usable frequency*) versteht man die höchste noch nutzbare Frequenz auf einer vorgegebenen Übertragungsstrecke. Sie ist abhängig von der Kritischen Frequenz, d. h. der vorhandenen Elektronendichte in der Ionosphäre und vom Abstrahlwinkel der Antenne und damit dem Einfallswinkel in die Ionosphäre.

Wird die MUF überschritten, dann werden die Funkwellen in der Ionosphäre nicht mehr reflektiert. Sie werden auf ihrer weiteren Ausbreitung in der Richtung abgelenkt, verlassen aber die Atmosphäre in Richtung Weltraum.

Die **LUF** (*lowest usable frequency*) ist die tiefste gerade noch nutzbare Frequenz auf einer Übertragungsstrecke. Wird sie unterschritten, dann tritt totale Dämpfung der Signale beim zweimaligen Durchdringen der D-Schicht auf.

Der Frequenzbereich zwischen LUF und MUF ist daher der für eine Übertragung nutzbare Bereich.

### Beispiel

Unter bestimmten Bedingungen (Nacht und Sonnenfleckeminimum) kann die MUF die LUF unterschreiten. In diesem Fall ist ein Funkverkehr über Raumwellen nicht möglich.

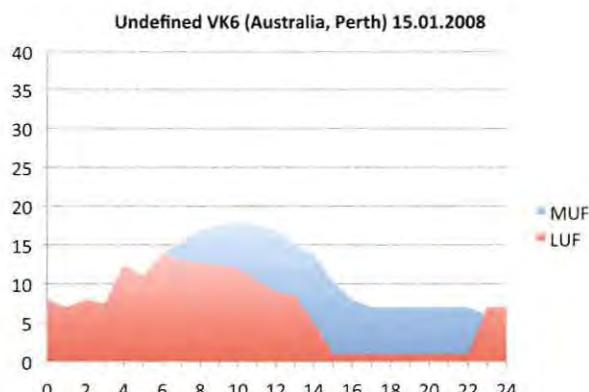


Abbildung 17: MUF und LUF

## Was ist die Tote Zone, was ein skip?

Die **Tote Zone** ist der Bereich zwischen dem Ende der Bodenwelle und dem Auftreffen der reflektierten Raumwelle.

Unter der **Toten Zone** versteht man den Bereich zwischen der nutzbaren Reichweite der Bodenwelle (dem „Ende“ der Bodenwelle) und dem ersten Auftreffen der Raumwelle. Dieser Bereich kann mehrere 100 bis zu über 1000 km betragen. Bei Verwendung üblicher Antennenformen und Frequenzen ist ein Funkverkehr in die Tote Zone hinein nicht möglich. Mit besonderen Antennenformen (Steilstrahlern) und Frequenzen unter der Kritischen Frequenz ( $f_0$ ) kann die Tote Zone deutlich eingeschränkt, jedoch auch dann nicht völlig überbrückt werden.

## Beispiel

Als zweiten Skip versteht man dann analog das Auftreffen der Raumwelle nach einer weiteren Reflexion an der Ionosphäre (d.h. Sender – 1. Reflexion Ionosphäre – Erde [= 1. Skip] – Reflexion – 2. Reflexion Ionosphäre – Erde [= 2. Skip]).

Unter einem **skip** (*hop*) versteht man das Auftreffen der Raumwelle nach der ersten Reflexion an der Ionosphäre. Als Skipdistanz wird dann die Entfernung zwischen Senderstandort und dem Skip verstanden.

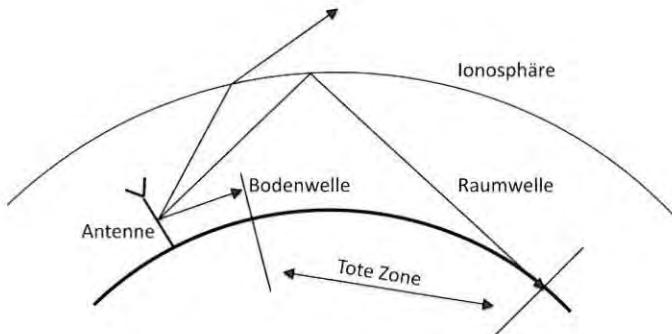


Abbildung 18: Tote Zone

## 61

### Wovon hängt die maximal erzielbare Reichweite auf Kurzwelle ab?

Die maximale Reichweite wird immer durch Raumwellen erzielt. Dabei hängt die Reichweite in erster Linie vom Zustand der Ionosphäre (Dichte an freien Elektronen), vom Abstrahlwinkel der Antenne und von der Höhe der reflektierenden Schicht ab.

Auch die Leitfähigkeit an den Bodenreflexionspunkten spielt eine Rolle. Reflexionen am Meer sind stärker als auf Land.

Der Einfluss der Sendeleistung bei Raumwellenausbreitung wird meist überschätzt. Er kommt nur dann zum Tragen (einschließlich des Antennengewinnes), wenn gleichzeitig viele Stationen rufen bzw. ein höherer Störpegel vorliegt. Die Sendeleistung hat auf die erzielbare Reichweite praktisch keinen Einfluss, wohl aber – leider – auf das Zustandekommen einer Funkverbindung.

## 62

### Was verstehen Sie unter kurzem, was unter langem Weg?

**TIPP**



Häufig weicht die Raumwellen- ausbreitung von der Richtung zur Gegenstation ab, in extremen Fällen bis zu 90°!

Da die Erde eine Kugel ist, kann jeder beliebige Zielpunkt theoretisch auf zwei geraden Wegen erreicht werden: (1) am kurzen Weg oder (2) in der entgegengesetzten Richtung (langer Weg).

Welche Richtung beim Funk bevorzugt wird, hängt von den herrschenden Ausbreitungsbedingungen und der Betriebsfrequenz (Band) ab.

Oft ist nur auf einem der beiden Wege Funkverkehr möglich. Gelegentlich stehen beide Wege offen, allerdings mit deutlich unterschiedlichen Feldstärken. Eher selten und im Bereich der Antipoden (Gebiete, die genau

auf der gegenüberliegenden Erdhälfte liegen) sind beide Signale fast gleich stark. Dabei kann es zu erheblichem Fading kommen.

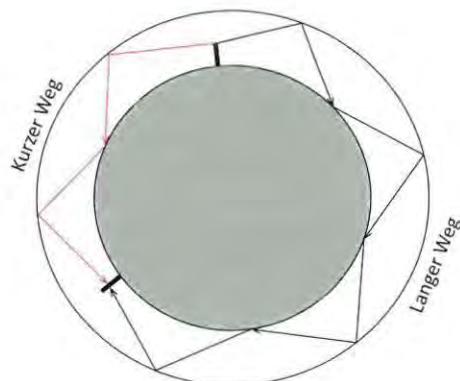


Abbildung 19: Langer Weg – Kurzer Weg

63

## Was verstehen Sie unter dem Dämmerungseffekt?

Unter dem Dämmerungseffekt, der während des Sonnenauf- und des Sonnenuntergangs auftritt, versteht man verbesserte Ausbreitungsbedingungen auf Frequenzen unter 10 MHz. Bei ihnen steigen die Feldstärken stark an, um nach Ende der Dämmerung teilweise schlagartig zusammenzubrechen.

Unter der *grey line* versteht man die Dämmerungszone, in der es häufig zu extremen Reichweiten bei hohen Signalfeldstärken kommen kann. Durch die sich ändernden Dichteverhältnisse der Elektronenverteilung in der D- und E-Schicht kann es bei relativ steilem Einfall von Funkstrahlen zu sehr flachen Austrittswinkeln kommen. Dadurch können sehr große Entfernungsmöglichkeiten mit wenigen – teilweise sogar ohne – Erdreflexionen überbrückt werden. Die Signalfeldstärken am Empfangsort sind dann unüblich hoch.

In dieser Übergangszeit verschmelzen die F1- und F2-Schicht zu einer F-Schicht. Der Einfluss dieser Ausbreitung ist besonders auf den unteren KW-Bändern ausgeprägt.

64

## Was verstehen Sie unter der *grey line*, welche Besonderheiten in der Funkausbreitung können auftreten?

Als *grey line* oder **Dämmerungseffekt** bezeichnet man die erhöhten Reichweiten entlang der Dämmerungslinie auf Frequenzen unter 10 MHz.

Kurzzeitig sind sehr große Entferungen mit guten Feldstärken überbrückbar.



Abbildung 20: Dämmerungseffekt (Quelle: Wikipedia)

65

### Beschreiben Sie das charakteristische Ausbreitungsverhalten in den dem Amateurfunkdienst zugewiesenen Frequenzbändern unter 30 MHz

Das **160 m-Band** wird dem sogenannten Grenzwellenbereich (1,5–3 MHz) zugeordnet, in dem noch teilweises Mittelwellenverhalten auftritt, d. h., gute Bodenwellenausbildung mit Reichweiten bis 200 km während des Tages. Die Raumwellenausbildung wird während des Tages durch die Dämpfung in der D-Schicht verhindert. In der Dämmerungszone gibt es dann gleichzeitig Raum- und Bodenwellen. Während der Nachtstunden kommt es zu einer guten Raumwellenausbildung über die F-Schicht, wobei zur Erzielung von Interkontinentalreichweiten ein relativ hoher Antennenaufwand betrieben werden muss. Sehr empfindlich gegen atmosphärische Störungen!

Das **80 m-Band** zeigt tagsüber reine Bodenwellenausbreitung und in der Nacht vorrangig Raumwellenausbreitung. Während der Dämmerung sind selbst mit einfachen und niedrig hängenden Drahtantennen DX-Reichweiten möglich. Mit Raumwellen ist Funkausbreitung nur über die Nacht-Halbkugel möglich.

Das **40 m-Band** zeigt Bodenwellenausbreitung tagsüber mit zusätzlicher Raumwellenausbreitung für mittlere Entfernungen und einen ausgeprägten Dämmerungseffekt. Mit relativ geringem Antennenaufwand ist während der Nacht weltweite Raumwellenausbreitung in der Schattenzone möglich. Selbst während des Sonnenflecken-Minimums ist auf diesem Band weltweiter DX-Verkehr möglich.

Das **30 m-Band** ist praktisch 24 Stunden für weltweiten Funkverkehr offen. Tagsüber ist gleichzeitig Nah- und Fernverkehr möglich.

Das **20 m-Band** ist das klassische Weitverkehrsband über Raumwellenausbreitung. Die Bodenwellenausbreitung ist auf deutlich unter 100 km, meist unter 50 km begrenzt und hat für den Amateurfunk praktisch keine Bedeutung. Dadurch kommt es zu einer ausgeprägten Toten Zone von 800–1000 km. Die Raumwellenausbreitung erfolgt vorrangig über die F-Schicht, fallweise auch via E-Schicht. In Jahren hoher Sonnenaktivität (hoher Solar-Flux) ist dieses Band Tag und Nacht nutzbar, im Sonnenfleckeminimum hingegen nur tagsüber und in den ersten Nachtstunden. Oft ist es nur stundenweise während des Tages offen.

Das **15 m-Band** folgt sehr ausgeprägt dem Sonnenfleckenzzyklus. Es gibt praktisch keine nutzbare Bodenwellenausbreitung, im Fleckenmaximum ist selbst bei geringem Leistungs- und Antennenaufwand weltweiter Funkverkehr möglich. Mitunter ist das Band mehrere aufeinander folgende Tage nur für wenige Stunden offen.

Das **10 m-Band** stellt den Übergangsbereich zur Ultrakurzwelle dar. Die Bodenwellenreichweite ist mit wenigen Kilometern gering, die Tote Zone ist bereits ausgeprägt. Bei ausreichend hoher MUF ist weltweiter Funkverkehr mit geringstem Aufwand möglich. Das 10 m-Band folgt mit großer Ausprägung dem 11-Jahreszyklus. Im Minimum der solaren Aktivität ist es oft für Wochen nicht nutzbar. Beim Auftreten sporadischer E-Schichten (*Es*), die nicht unmittelbar mit der Sonnenaktivität zusammenhängen, treten hohe Feldstärken und gleichzeitig *short skips* (d. h. Nahverbindungen in die sonst Tote Zone) und Weitverkehr auf.

Die **17 m- und 12 m-Bänder** sind den vorstehend zitierten Bändern im Verhalten sehr ähnlich und können in Abhängigkeit der MUF gerade noch offen sein, während das folgende in der Frequenz höher liegende Band nicht mehr nutzbar ist.

Bei den **30 m-, 17 m- und 12 m-Bändern**, die seit der Weltfunkkonferenz 1979 nutzbar sind, lässt sich der Funkbetrieb den jeweils aktuellen Ausbreitungsbedingungen (MUF) besser anpassen.

## Was versteht man unter dem Mögel-Dellinger-Effekt und welche betrieblichen Auswirkungen hat er?

66

Der Mögel-Dellinger-Effekt führt zu einem kurzzeitigen Totalausfall der Kurzwelle. Ursache sind Sonneneruptionen.

Durch Vorgänge auf der Sonne kann es zu gewaltigen und plötzlich auftretenden Energieausbrüchen kommen. Diese Strahlungsausbrüche können von gewaltigen Materieausstößen begleitet sein. Da die Strahlung schon acht Minuten später die Erde erreicht (Lichtgeschwindigkeit), gibt es keine Vorwarnung.

Dabei steigt durch die erhöhte Ionisation in der D-Schicht die Dämpfung deutlich an. Schließlich kann sie so stark werden, dass der Funkverkehr zusammenbricht.

Der Mögel-Dellinger-Effekt kann nur wenige Minuten, bei ausgeprägter Sonnentätigkeit aber auch einige Stunden dauern. Mit abklingender Dämpfung in der D-Schicht, erholen sich die Frequenzbereiche wieder.

## Was versteht man unter Fading oder Schwund auf Kurzwelle und wie reagieren Sie, um den Funkverkehr aufrechtzuerhalten?

### Beispiel

Bei Telegraphie wird der Empfang erschwert. Ist der Störpegel nicht allzu hoch, lässt sich die Empfangsfeldstärke noch auswerten.

Die Drehung der Polarisationsebene wird durch ständige Schwankungen in der Ionosphäre (Elektronendichte) verursacht.

**Fading und Schwund** sind Signalschwankungen durch Mehrwegausbreitung oder Drehung der Polarisationsebene der Wellenfront. Die gesendeten Informationen müssen erneut gesendet werden.

Unter **Schwund** (Fading) versteht man allgemein ein Schwanken der Empfangsfeldstärke (Q-Gruppe QSB = die Empfangsfeldstärke schwankt). Dabei können diese Schwankungen rasch erfolgen (schnelles Fading) oder – was häufiger vorkommt – es handelt sich um allmählich erfolgende Schwankungen (langsam Fading).

Zwei Ursachen sind für das Zustandekommen von Kurzwellenfading maßgeblich.

Durch **Mehrwegausbreitung** kommt es am Empfangsort zur Überlagerung (Interferenz) von Funkwellen mit unterschiedlicher Phasenlage, die im Extremfall zu einem starken Ansteigen der Feldstärke bzw. zu einer fast gänzlichen Auslöschung des Empfangssignals führen kann. Das Signal lässt sich nicht mehr auswerten.

Durch **Drehung der Polarisationsebene** der Funkwellen bei vorgegebener, starr montierter Empfangsantenne kommt es ebenfalls zu Feldstärkeschwankungen (Polarisationsfading), die besonders dann vorkommen, wenn die Empfangsantenne nur eine ausgeprägte Polarisation aufweist. Bei allen Antennen mit mehr oder minder ausgeprägter Mischpolarisation ist dieses Fading schwächer.

Fading kann den Empfang für Sprechfunk fehlerhaft oder unmöglich machen. Um den Funkverkehr aufrechtzuerhalten, wird die Information wiederholt gesendet (*My QTH is VIENNA, VIENNA, VIENNA ...*). Man kann auch die Sendeleistung erhöhen oder auf eine andere Antenne umschalten.

## Welche Auswirkungen haben Polarlicht und Aurora-Erscheinungen auf die Kurzwellenausbreitung?

**Aurora (Polarlicht)** erschwert die Kurzwellenausbreitung durch zusätzliche Dämpfung.

Von der Sonne ausgestoßene Materiepartikel werden beim Auftreffen auf das Erdmagnetfeld abgelenkt. Sie können im Bereich der magnetischen Pole in das Erdmagnetfeld eindringen. Diese Teilchen folgen den Feldlinien und gelangen so in tiefer gelegene Atmosphärenschichten.

Dabei stoßen die Partikel mit Luftmolekülen zusammen und verursachen eine Stoßionisation. Als Folge werden Ausbreitungswege durch diese Zone gedämpft. Funkverbindungen können dadurch unmöglich werden. Man nennt diesen Effekt **Aurora** oder **Polarlicht**. An den dabei entstehenden Ladungsschichten aus freien Elektronen kann es zu starken Reflexionen auf UKW kommen. Durch rasch ablaufende Schwankungen der Elektronenkonzentration kommt es zu schnellem Fading und Nachhalteffekten. Die Signale sind dann selbst bei hoher Empfangsfeldstärke verzerrt und fast unlesbar.

## Welche Faktoren können den Funkbetrieb auf Kurzwelle beeinflussen?

69

**Rauschen (QRM), durch elektrische Geräte verursachte Störungen sowie Schwankungen in der Ionosphäre beeinflussen den Funkbetrieb auf Kurzwelle.**

Die Lesbarkeit eines Funksignals ist eine Frage des Signal-Rausch-Abstandes (*signal to noise ratio, S/N*). In Abhängigkeit von der Betriebsart ist ein Mindestsignal-Rauschabstand erforderlich, wobei die geringsten Anforderungen in der Betriebsart Telegraphie oder PSK31 (0 dB) gestellt werden. Für Sprechfunk (SSB) ist bereits ein S/N-Abstand von +10 dB erforderlich.

Meist treten aber neben dem Rauschen noch andere Störungen auf, sodass man voranstehende Überlegungen auf den **Signal-Stör-Abstand** bezieht.

Störungen auf Kurzwelle mit natürlicher Ursache sind auf Gewitter (QRN), d. h. atmosphärische Entladungen zurückzuführen. Sind Antennen nicht geerdet, dann gesellen sich bei Niederschlägen statische Entladungen dazu.

Schließlich kann ein Sender in unmittelbarer Nähe der eigenen Arbeitsfrequenz stören, vor allem wenn durch schlechte Modulation und/oder Übersteuerung einer Endstufe Splattern auftritt. Zu diesen Störungen kommen noch Anomalien in der Funkausbreitung, die ein Fading (Schwankung der Signalfeldstärke) und/oder Nachhalleffekte (Aurora) verursachen.

### Beispiel

Häufig treten Störungen auf, die durch elektrische Maschinen, Zündfunken bei Benzinmotoren und Powerline-Netzwerken (Datenübertragung über Stromnetze) verursacht werden. Sie kommen vor allem in Städten und Industriegebieten vor.

## Wie wirkt sich die Tageszeit auf die Ausbreitung in den Kurzwellenbändern bis 40 m aus?

70

**Die 160 m-, 80 m-, 40 m-Bänder sind in der Regel nur nachts für Raumwellen verwendbar, tagsüber ist die Reichweite auf die Bodenwellen beschränkt.**

Während des Tages (vollausgeprägte D-Schicht) liegt die LUF (vgl. Frage 59) häufig oberhalb 5–7 MHz (40 m-Band), sodass im 160 m- und 80 m-Band keine Reflexionen an der Ionosphäre auftreten. Das 40 m-Band kann davon gerade noch betroffen sein. Die Dämpfung durch die D-Schicht ist tagsüber auf diesen Frequenzbändern so stark, dass Informationen nicht mehr übertragen werden können.

160 m- und 80 m-Bänder sind aufgrund der Sonneneinstrahlung tagsüber nur für Bodenwellenausbreitung nutzbar. Gelegentlich trifft das auch auf das 40 m-Band zu. Mit Beginn der Dämmerung und während der Nacht ist Raumwellenausbreitung gegeben, solange dabei die LUF nicht unterschritten wird (Sonnenfleckenminimum!).

## Was verstehen Sie unter Sporadic-E-Verbindungen?

Unter **Sporadic-E-Verbindungen** (*Es*-Verbindungen) versteht man Funkverbindungen über Raumwellen, die durch Reflexionen an sporadischen E-Schichten verursacht werden. Sie treten selten auf Frequenzbereichen unter 20 MHz auf und sind eine typische Erscheinungsform auf den 10 m- und 6 m-Bändern (selten auch auf dem 2 m-Band).

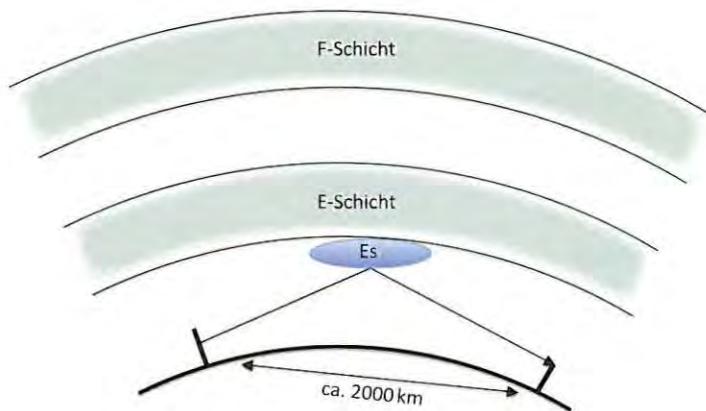


Abbildung 21: Sporadic-E-Verbindung

## Was verstehen Sie unter short skips?

Unter *short skips* versteht man Ausbreitungsbedingungen, bei denen Funkverkehr in die sonst Tote Zone hinein möglich ist. Ursache dafür kann eine intensive (oft nur sporadische) E-Schicht sein, die die darüberliegenden F-Schicht(en) abschaltet. Da die Reflexion in niedriger Höhe stattfindet, ist die Entfernung pro Sprung (*skip*) gering. Typisch treten dann auf 20 m keine Weitverkehrsbedingungen auf.

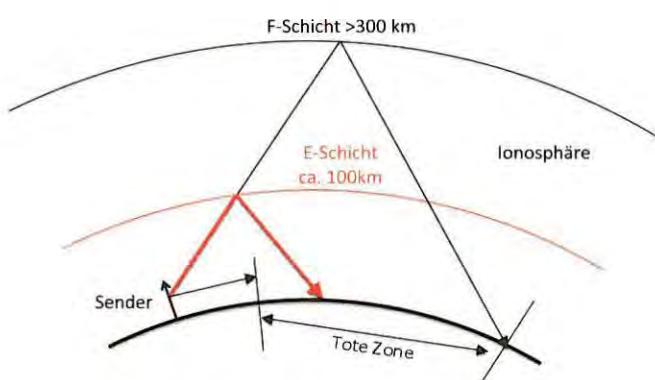


Abbildung 22: Short skips

## Zusammenfassung Kurzwelle

Frequenzen zwischen 1,8 MHz bis 30 MHz werden an der Ionosphäre zur Erde zurückreflektiert und überwinden so die Erdkrümmung. Dadurch sind weltweite Funkverbindungen möglich. Die Ionosphäre besteht aus mehreren Schichten, der D-, E-, F1- und F2-Schicht. Die Reflexionseigenschaften der als Ionosphäre bezeichneten hohen Luftsichten (80–400 km Höhe) sind aber nicht konstant. Sie ändern sich abhängig von der Sonneneinstrahlung. Der Einfluss der Sonne ändert sich im Rhythmus des 11 Jahre dauernden Sonnenfleckencyklus, im Laufe der Jahreszeiten, und im Tagesverlauf (Tag/Nacht).

Um die Radio-Eigenschaften der Ionosphäre zu beschreiben, verwendet man die Begriffe:

- **MUF (maximal usable frequency)**: die höchste noch reflektierte Frequenz bei flachem Winkel
- **LUF (lowest usable frequency)**: die niedrigste verwendbare Frequenz, die von der D-Schicht noch nicht völlig gedämpft wird, und
- **$f_0$  (fnull)**: die Kritische Frequenz, d. i. die höchste Frequenz, die bei senkrechtem Winkel gerade noch reflektiert wird.

Um ein bestimmtes Zielgebiet auf Kurzwelle zu erreichen, ist die Wahl des passenden Frequenzbandes zur entsprechenden Zeit ausschlaggebend. Vereinfacht bedeutet das: Tagsüber eine hohe Frequenz wählen (20 m- bis 10 m-Band), nachts eine niedrige Frequenz verwenden (160 m, 80 m, 40 m, 30 m).

Bei interkontinentalen Verbindungen ist nicht nur die Tageszeit am Ort des „Absenders“ wichtig, sondern die Sonnenbestrahlung des gesamten Ausbreitungsweges (*path*), d. h., ob die Ausbreitungsleitung der Funkwelle auf der größtenteils sonnenbeschienenen Seite der Erde verläuft oder in der Nachtzone.

### Als Extremverhalten der ionosphärischen Ausbreitung gelten:

**sporadic E**: Kurzzeitiger hoher Anstieg der MUF auf über 30 MHz bis auf UKW (144 MHz), wolkenartige Reflexionschichten in Höhe der E-Schicht.

**grey line**: Ausbreitung auf niedrigen Frequenzen entlang der Tag/Nacht-Grenzlinie mit relativ hohen Feldstärken über interkontinentale Entfernung.

**Mögel-Dellinger-Effekt**: Totalausfall der Kurzwellenausbreitung wegen zu hoher Dämpfung nach Sonneneruption.

### Beispiel

OE3MZC möchte nachmittags Funkbetrieb auf Kurzwelle durchführen. Um die USA zu erreichen, stellt er die Antenne nach Westen und verwendet das 20m-Band oder 15m-Band. Um über den Äquator nach Südamerika zu funkeln verwendet er noch höhere Frequenzen auf 15m-, 12m- oder gar 10m-Band. Die Sonne steht ja im Westen und der Atlantik ist im Tageslicht (hohe MUF).

Um zur gleichen Zeit einen Funkfreund in Japan zu erreichen, müsste man das 40m- oder 30m-Band nach Osten verwenden. Der Großteil des Ausbreitungswege liegt ja in der Nachthälfte (niedrige MUF). Noch niedrigere Frequenzen werden aber nachmittags noch durch die D-Schicht in Europa gedämpft (LUF).

# ANHANG

Was zwar nicht geprüft wird, man aber dennoch wissen sollte ...

## Rundsprüche; Runden und Netze

**Rundsprüche** werden bevorzugt an Wochenenden von Vereinen oder anderen Interessensgruppen abgestrahlt. Dabei kann man interessante und meist auch aktuelle Nachrichten hören (etwa DX-Berichte etc.), es wird aber auch viel „Lokalratsch“ verbreitet.

Bei vielen Rundsprüchen (Dauer 30–60 Minuten) folgt nach Beendigung ein so genannter „Bestätigungsverkehr“. Dabei wird der Rundspruchempfang bestätigt und eine Aussage über die technische Qualität (manchmal aber auch über den Inhalt!) getätigt, was vor allem die Rundspruchersteller freut und ihnen einen Hinweis auf Reichweite und Interesse gibt.

Durch eine Reihe anderer und meist wesentlich aktuellerer Informationsquellen (etwa Packet Radio oder Internet) hat die Informationsbedeutung der Rundsprüche etwas abgenommen.

**Runden:** Bevorzugt an Wochenenden, fallweise aber auch an Wochentagen treffen sich Funkamateure auf bestimmten Frequenzen, um einfach nur miteinander zu plaudern, Informationen und Neuigkeiten auszutauschen oder aber – leider immer seltener – über technische Dinge zu reden/schreiben. Wenn Sie sich an einer solchen Runde beteiligen, sollten Sie bitte immer an die Grenzen des zulässigen Nachrichteninhaltes denken!).

Während Sie in fast allen Runden mit oft recht großer Herzlichkeit aufgenommen werden, gibt es vereinzelt „geschlossene Zirkel“, die sich durch rüdes Benehmen, unangenehme Bemerkungen und typischerweise durch Nichtnennen der Rufzeichen hervortun. Lassen Sie sich dadurch nicht den Spaß verderben – Funkverkehr und Straßenverkehr haben leider gelegentlich Gemeinsamkeiten hinsichtlich des Benehmens!

**Netze:** Netze sind auch eine Art Runden, allerdings sind sie manchmal bis zu 24 Stunden am Tag aktiviert und typischerweise von einer Leitfunkstation (*net control*) geführt. Obwohl man bei vielen Netzen mitten im laufenden Betrieb einsteigen kann, sollte man doch vorher ein wenig zuhören, da oft ein Einstieg erst nach Aufforderung (typ.: *anybody wants to check in?*) erwünscht ist. Da gehört – wie so oft im Funkverkehr – ein wenig Geduld und aufmerksames Zuhören dazu.

Die große Zahl der Netze lässt sich in drei Gruppen einteilen:

- **Not- und Welfare-Netze (engl. *emergency and welfare nets*).** Auf diesen Netzen wird Not- und Katastrophenfunkverkehr abgewickelt, dem häufig ein *welfare traffic* folgt, vor allem dann, wenn sonst zugängliche, öffentliche Kommunikationsverbindungen zerstört oder hilflos überlastet sind (Erdbebenkatastrophe). Bei uns selten, sind sie in der „Wirbelsturmzone“ recht häufig und bei guten Ausbreitungsbedingungen dann auch bei uns hörbar. Man sollte in Not-Katfunk und Welfare-Netze nur dann einsteigen, wenn man wirklich helfen kann! Neugierde und Wichtigerei ist hier absolut fehl am Platz. Fallweise, bevorzugt jedoch auf den UKW-Bändern, trifft man auf eine Notfunkübung, die meist jedoch auf nur wenige Stunden beschränkt ist. Notfunkübungen sind in OE nur mit der Genehmigung der Fernmeldebehörde zulässig.
- **DX-Netze (engl. *DX-nets*)** sind nur auf KW üblich und sollen das leichtere Arbeiten von seltenen und/oder DX-Stationen ermöglichen. Die Betonung liegt auf „sollen“, denn leider bewirken sie gerade das Gegenteil, vor allem wenn der „Zeremonienmeister“ nicht sehr talentiert ist ... Gängige Praxis ist, dass „Listen“ erstellt und dann die in diese Listen aufgenommenen Stationen vom Net-Control aufgerufen werden (z.B. *OE 1 YA make your call please!*). Ungeduldige und Sonstige rufen leider oft dazwischen und das verzögert die Betriebsabwicklung beachtlich. Für viele Funkamateure ist diese Art des DX-Verkehrs auch nicht besonders erstrebenswert, aber gelegentlich einfach unumgänglich. Dabei hat sich die Unsitten eingebürgert, nur die beiden letzten Buchstaben des Rufzeichens zu nennen, was den effektiven Stationsdurchsatz nicht immer fördert – aber einmal eingebürgerte Unsitten sind eben kaum mehr wegzubekommen. Typischerweise beschränkt sich der Funkverkehr in solchen DX-Netzen auf den Rapportaustausch und da kann man dann oft recht abenteuerliche Dinge miterleben.

- **Spezielle Netze** sind für ganz bestimmte Zwecke/Gruppen gedacht, die sich nicht den voranstehenden Netzen zuordnen lassen. Dazu gehört etwa das IOTA NET (Insel-Netz) als Treffpunkt von Stationen auf Inseln, das SEANET (South East Asia Net) oder das Maritime Mobile Net, der Treffpunkt für .../mm Stationen. Gerade dieses Netz hat fallweise schon eine lebensrettende Funktion ausgeübt, bewegt sich aber auch oft in der Grauzone des zulässigen Amateurfunkverkehrs, was aber wegen des sicher nicht kommerziellen Zweckes geduldet wird. Zu diesen speziellen Netzen zählen auch reine Informationsnetze, wie etwa das VHF-UHF-NET auf KW, das für den Austausch von Ausbreitungsbedingungen auf UKW benutzt wird (Überreichweiten!).

Durch die Möglichkeiten des PC verlagert sich ein Teil der Informations-Übermittlung vom Sprechfunk weg.

## Funkwettbewerbe (Conteste)

In ihrer ursprünglichen Form dienten Conteste der Bandaktivierung innerhalb vorgegebener Zeiten.

- Heute ist die Aufgabenstellung für Conteste, innerhalb einer bestimmten Zeit möglichst viele Stationen zu arbeiten. Für jeden der zahlreichen Conteste gibt es eine strikte Betriebsregelung (engl. *contest rule*), die vom Organisator ausgegeben und bei der Auswertung der Ergebnisse auch strikt beachtet wird. Zum Unterschied von regulären Amateurfunkverbindungen beschränkt sich der Nachrichteninhalt bei Contesten auf das Rufzeichen, den Report und eine oder mehrere weitere vorgeschriebene Information(en), meist zumindest die fortlaufenden Nummer der getätigten Verbindungen.

Die Regeln schreiben weiter vor, ob die gesamte Contestzeit durchgearbeitet oder Mindestpausen eingelegt werden dürfen, die zulässigen Frequenzbereiche innerhalb der Amateurfunkbänder sowie die Auswertung/Punktezählung. In der Regel werden neben der Anzahl der mitarbeitenden Stationen noch „Multiplikatoren“ verwendet (etwa mitarbeitende Länder, Inseln etc.).

Die Regeln schreiben auch vor, ob der Contest nur im Einmannbetrieb, im Mehrmannbetrieb und nur einem Sender, Mehrmannbetrieb und mehreren Sendern etc. durchgeführt werden kann. Es ist Ehrensache, dabei nicht zu schwindeln.

Obwohl meist nicht gerne gehört, haben die Conteste damit auch einen funksportlichen Aspekt und dementsprechend ist das „Gerangel“ manchmal recht heftig. Man kann die Conteste etwa wie folgt grob einteilen:

- **Nationale Conteste** beschränken sich auf ein Land; Anrufe aus anderen Ländern sind nicht erwünscht.
- **Regionale Conteste** beschränken sich auf Ländergruppen.
- **Weltweite Conteste**, bei denen weltweit nur ein Land gearbeitet wird oder bei denen weltweit alle Amateurfunkstationen gearbeitet werden können.

Oft sind als Anreiz zur Teilnahme erleichterte Möglichkeiten zum Erhalt von Amateurfunkdiplomen verbunden.

Der oft erhebliche technische und logistische Aufwand sowie die Herausforderung, durch Stunden hochkonzentriert Funkverkehr abzuwickeln, haben dazu geführt, dass eine Reihe von Funkamateuren nur an Contesten teilnimmt, man diese sonst aber kaum zu hören bekommt.

Die große Zahl von Contesten hat vor allem auf den Kurzwellenbändern dazu geführt, dass es nur mehr wenige „Contest-freie“ Wochenenden gibt und es daher schwierig werden kann, Skeds (vereinbarte Funkverbindungen) oder freien Amateurfunkverkehr abzuwickeln.

## Amateurfunkdiplome (Awards)

Als Anreiz und zur Würdigung besonderer funkerischer Leistungen gibt es eine große Zahl von Amateurfunkdiplomen, die entweder von den nationalen Amateurfunkverbänden, Interessengruppen (etwa die FIRAC, das sind die „funkenden Eisenbahner“), lokalen Vereinen („Orts- und

Städtediplome“) und sogar von Einzelpersonen verliehen werden. Für jedes dieser Diplome gibt es ganz bestimmte Regeln, wie die erforderlichen Voraussetzungen erbracht werden müssen und ob als Bestätigung dafür nur ein entsprechender Auszug aus dem Funktagebuch, eine zusätzliche Bestätigung durch andere Funkamateure oder einen Vereinsfunktionär notwendig ist. Für viele Diplome ist es auch erforderlich, die QSL-Karten dem Diplomherausgeber zuzusenden. Es gibt eine Reihe von „Prestige-Diplomen“, wie etwa das DXCC (mindest 100 gearbeitete Länder) mit diversen Steigerungsmöglichkeiten bis zur sogenannten „Honour Roll“, das IOTA-Award (mindest 100 gearbeitete Inseln) etc.

Viele Funkamateure schmücken mit diesen schön gestalteten Diplomen ihre Amateurfunkstation und sind auf die Diplome stolz. Das oft zu Recht, sind doch viele Diplome nur mit großem Zeitaufwand und Einsatz zu erarbeiten.

Für bestimmte Anlässe werden „Kurzzeitdiplome“ ausgegeben, etwa für das Jahr 2000, oft aber auch nur für ein Wochenende bei einem bestimmten Jubiläum. Früher eine oft mühsame Angelegenheit, ist heute durch die Möglichkeit der Logbuchführung mittels PC das „Heraussuchen“ der erforderlichen Verbindungen für ein bestimmtes Diplom sehr einfach geworden.

## QSL-Karten – Funkbestätigungs-karten

Funkbestätigungs-karten dienen der Bestätigung einer getätigten Funkverbindung oder als „SWL-Karten“ der Bestätigung dafür, dass ein durchgeführter Funkverkehr richtig beobachtet wurde.

QSL-Karten sind die Visitenkarten der Funkamateure und dementsprechend auch individuell gestaltet. Da sie weltweit ausgetauscht werden, sollten sie ein bestimmtes Maß (Postkartenformat) NICHT überschreiten, nicht zu dick (= zu schwer sein), aber auch nicht zu klein ausfallen, weil sie dann leicht verloren gehen könnten. Sie sollten, damit sie als QSL-Karten verwendet werden können (etwa für Diplome [siehe Amateurfunkdiplome]), eine Mindestinformation über die getätigte/bestätigte Funkverbindung enthalten. Das sind: das eigene Rufzeichen und der Standort der Station, Name, Datum und Uhrzeit des QSOs (UTC), Frequenz/Band, Betriebsart und Rapport. Schon während der Funkverbindung sollten Sie eine QSL-Karte nur dann zusagen, wenn Sie auch wirklich bereit sind, dem QSO-Partner eine zukommen zu lassen. Das kann auf vielfältige Weise geschehen:

- über eine **QSL-Vermittlung des nationalen Amateurfunkverbandes**, einer Institution oder Interessensgruppe (wobei die anfallenden Kosten dann meist über den Mitgliedsbeitrag entrichtet werden),
- über eine **individuelle QSL-Vermittlung** (engl. *QSL-Manager*), dem die Karten über eine andere QSL-Vermittlung oder direkt zuzusenden sind oder
- durch **direktes Zusenden** (per Post), die kostenaufwendigste Form.

Während der Funkverbindung oder bei raren DX-Stationen aus sonstigen Informationsquellen erfahren Sie, wie an eine QSL-Karte heranzukommen ist.

Zur Unkostendeckung und Verringerung der Arbeit verlangen vor allem seltene Stationen, dass ein bereits adressiertes Retourkuvert (SASE) und IRCs (internationale Postantwortscheine) oder ein Mindestgeldbetrag (in US\$) beizulegen sind.

Das kann dann mitunter auch einen schlechten Beigeschmack bekommen – aber Sie entscheiden ja selbst. Werden alle QSL-Karten beantwortet? Leider nein. Wenn Sie über 70–80% bekommen, gehören Sie schon zu den Glücklichen. Aber – man muss mit gutem Beispiel vorangehen und die einmal versprochene Karte auch wirklich schicken. Bei exotischeren Ländern kann der Kartenaustausch, wenn nicht direkt zugesandt, manchmal lange dauern. Umso mehr freut man sich dann über die schon als „abgeschrieben“ erachtete QSL-Karte(n). Und manchmal sitzt man wegen der einen oder anderen Karte auch auf Nadeln, vor allem, wenn diese für ein Diplom benötigt wird ...

# Gebräuchliche Abkürzungen im Amateurfunk

Tabelle 11: Gebräuchliche Abkürzungen im Amateurfunk

a	Anode	gn	Gute Nacht!	mci	danke (frz)
abt	ungefähr	gnd	Erde	rprt	Rapport/Bericht
ac	Wechselstrom	gt	Guten Tag! (dt)	rpt	wiederholen
adr	Adresse	gud	gut	rx	Empfänger
aer	Antenne	ham	Sendeamateur	sigs	Zeichen
af	Niederfrequenz	handle	Name	sk	Schluss der Sendung
agn	wieder	hf	Hochfrequenz	sked	Verabredung
am	Vormittag	hi	Ich	sri	Entschuldigung
ant	Antenne	hi	Ich lache	stal	Kristall
ar	Schlusszeichen (+)	hpe	hoffe	stn	Station
as/eb	warten	hr	hier	svp	bitte (frz)
aud	Hörbarkeit	hrd	gehört	swl	Höramateur
avc	automatic volume control	hrx	glücklich (frz)	tcf	Funkverkehr
awh	Auf Wiederhören!	hv	habe(n)	test	Versuch
bci	Rundfunkstörung	hvnt	habe(n) nicht	tks	danke
bcp	viel (frz)	hw?	Wie hören Sie mich?	tmw	morgen
bd	schlecht	hwsat	Wie ist/wäre das?	tnx	danke
bfo	Hilfsszillator	i	ich	trcvr	Transceiver
bjr	Guten Tag	ibr	lieber (dt)	tvı	TV-Störung
bk	unterbrechen	inpt	Input	tx	Sender
bj	Guten Tag (frz)	ltr	Brief	u	du/Sie
bn	Gute Nacht! (frz)	k	kommen	ufb	ganz fabelhaft
bsr	Guten Abend! (frz)	ka	ich beginne	ur	dein/Ihr
btr	besser	kc	Kilohertz	ve	verstanden (dt)
call	Rufzeichen	kn	k für gerufene stn	vfo	durchstimmb. Oszill.
cc	kristallgesteuert	kw	niedrig, gering	vhf	UKW
cl	Schließen der Station	ky	Taste	vl	viel (dt)
cld	gerufen	lf	Niederfrequenz	vol	Lautstärke
clg	ruft	lis	lizenziert	vy	sehr/viel(e)
conds	Bedingungen	mc	Megahertz	wdh	Auf Wiederhören! (dt)
cq	allgemeiner Anruf	mike	Mikrofon	wds	Auf Wiederhören! (dt)
crd	(QSL-) Karte	mni	viel/e/n	wid	gearbeitet (mit)
cuagn	Auf Wiederhören	msg	Nachricht	wkg	arbeitet (mit)
cul	See you later	mtr	Meter	wl	Wellenlänge
cw	ungedämpfte Welle	my	mein	wl	ich will/werde
cx	Kristall	nd	nichts zu tun	wpm	Wörter pro Minute
db	Dezibel	net	Runde	wrk	arbeiten
dc	Gleichstrom	ng	nicht gut	wx	Wetter
de	von	nil	nichts	xcus	Entschuldige(n Sie)
dr	lieber	nm	nicht(s) mehr	xcvr	Transceiver
dx	große Entfernung	nw	jetzt	xmas	Weihnachten
ere	hier	ob	alter Junge	xmtr	Sender
es	und	om	Funkfreund	xyl	Frau
fb	ausgezeichnet	op	Operator	yday	Gestern
fd	Frequenzverdoppler	pa	Leistungsverstärker	yl	Fräulein
fer/fr/4	für	pm	Nachmittag	z	Zulu (GMT/UTC)
fm	Frequenzmodulation	port	portabel	2	zu
fone	Telefonie	psd	erfreut	2nite	heute nacht
ga	go ahead	pse	bitte	33	freundliche Grüße (YLS)
ga	Guten Nachmittag	pwr	Energie	4	für
gb	good bye	r	empfangen, richtig	55	Viel Erfolg! (dt)
gd	Guten Tag!/gut	rcd	empfangen	73	Beste Grüße!
ge	Guten Abend!	rcvr	Empfänger	88	Liebe und Küsse! (YLS)
gm	Guten Morgen!	rf	Hochfrequenz	99	Verschwinde!
		rig	Station		

# Internationale Funkrufzeichen

Afghanistan (Islamic State of)	T5A-T6Z	Ecuador	HCA-HD2	Lesotho (Kingdom of)	7PA-7P2	Saudi Arabia (Kingdom of)	HZA-HZZ
Afghanistan (Islamic State of)	YAA-YAZ	Egypt (Arab Republic of)	SSA-SSM	Liberia (Republic of)	A8A-A8Z	Saudi Arabia (Kingdom of)	ZZA-ZZZ
Albania (Republic of)	ZAA-ZAZ	Egypt (Arab Republic of)	SUA-SUZ	Liberia (Republic of)	DSA-D5Z	Saudi Arabia (Kingdom of)	8ZA-BZZ
Algeria (People's Democratic Republic of)	7RA-7RZ	Egypt (Arab Republic of)	6AA-6BZ	Liberia (Republic of)	E1A-E1Z	Senegal (Republic of)	6VA-6WZ
Algeria (People's Democratic Republic of)	7TA-7VZ	El Salvador (Republic of)	HUA-HUZ	Liberia (Republic of)	5LA-5M2	Serbia & Montenegro	YTA-YUZ
Andorra (Principality of)	C3A-C3Z	El Salvador (Republic of)	YSA-YSZ	Liberia (Republic of)	6ZA-6Z2	Serbia & Montenegro	5TA-S7Z
Angola (Republic of)	D2A-D3Z	Equatorial Guinea (Republic of)	3CA-3CZ	Libya (Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya)	5AA-5AZ	Serbia & Montenegro	4NA-4OZ
Antigua and Barbuda	V2A-V2Z	Eritrea	E3A-E3Z	Lithuania (Republic of)	LVA-LY2	Seychelles (Republic of)	9LA-9LZ
Argentine Republic	AYA-AZZ	Estonia (Republic of)	ESA-ESZ	Luxembourg	LXA-LXZ	Sierra Leone	S6A-S6Z
Argentine Republic	LOA-LWZ	Ethiopia (Federal Democratic Republic of)	ETA-ETZ	Macedonia (Republic of) Former Yugoslav	Z3A-Z3Z	Singapore (Republic of)	9VA-9VZ
Argentine Republic	L2A-L9Z	Ethiopia (Federal Democratic Republic of)	9EA-9FZ	Madagascar (Republic of)	SRA-S5Z	Singapore (Republic of)	OMA-OMZ
Armenia (Republic of)	EKA-EKZ	Fiji (Republic of)	3DN-3DZ	Madagascar (Republic of)	6XA-6XZ	Slovak Republic	SSA-SSZ
Australia	AXA-AXZ	Finland	OFA-OJZ	Malawi	7QA-7QZ	Slovenia (Republic of)	H4A-H4Z
Australia	VHA-VNZ	France	FAA-FZZ	Malaysia	9MA-9MZ	Solomon Islands	TSA-T5Z
Australia	VZA-VZZ	France	HWA-HYZ	Malaysia	9WA-9WZ	Somali Democratic Republic	6OA-6OZ
Austria	OEA-OEZ	France	THA-THZ	Maldives (Republic of)	8QA-8QZ	Somali Democratic Republic	5BA-SBZ
Azerbaijani Republic	4JA-4KZ	France	TKA-TKZ	Mali (Republic of)	T2A-T2Z	South Africa (Republic of)	ZRA-ZUZ
Bahamas (Commonwealth of the)	C6A-C6Z	France	TMA-TMZ	Malta	9HA-9HZ	South Africa (Republic of)	AMA-AOZ
Bahrain (State of)	A9A-A9Z	France	TOA-TOZ	Marshall Islands (Republic of the)	V7A-V7Z	Spain	EAA-EHZ
Bangladesh (People's Republic of)	S2A-S3Z	France	TVA-TX2	Mauritania (Islamic Republic of)	5TA-5T2	Sri Lanka (Democratic Socialist Republic of)	4PA-4S2
Barbados	8PA-8PZ	Gabonese Republic	TRA-TRZ	Mauritius (Republic of)	3BA-3BZ	Sudan (Republic of the)	SSN-STZ
Belarus (Republic of)	EUA-EWZ	Gambia (Republic of the)	C5A-C5Z	Mexico	XAA-X1Z	Sudan (Republic of the)	6TA-6UZ
Belgium	ONA-OTZ	Georgia (Republic of)	4LA-4LZ	Mexico	4AA-4CZ	Suriname (Republic of)	PZA-PZZ
Belize	V3A-V3Z	Germany	Y2A-Y9Z	Micronesia (Federated States of)	6DA-6LZ	Swaziland (Kingdom of)	3DA-3DM
Benin (Republic of)	TYA-TY2	Germany (Federal Republic of)	DAA-DRZ	Moldova (Republic of)	V5A-V6Z	Sweden	SAA-SMZ
Bhutan (Kingdom of)	A5A-A5Z	Ghana	9GA-9GZ	Monaco (Principality of)	ERA-ERZ	Sweden	7SA-7S2
Bolivia (Republic of)	CPA-CPZ	Greece	J4A-J4Z	Mongolia	3AA-3AZ	Sweden	85A-85Z
Bosnia and Herzegovina (Republic of)	T9A-T9Z	Greece	SVA-SZZ	Morocco (Kingdom of)	JTA-JV2	Switzerland (Confederation of)	HBA-HBZ
Botswana (Republic of)	A2A-A2Z	Grenada	J3A-J3Z	Morocco (Kingdom of)	5CA-SGZ	Switzerland (Confederation of)	HEA-HEZ
Botswana (Republic of)	80A-80Z	Guatemala (Republic of)	TDA-TDZ	Mozambique (Republic of)	C8A-C9Z	Syrian Arab Republic	YKA-YKZ
Brazil (Federative Republic of)	PPA-PY2	Guatemala (Republic of)	TGA-TGZ	Myanmar (Union of)	XYA-X2Z	Syrian Arab Republic	5CA-6CZ
Brazil (Federative Republic of)	ZVA-ZZZ	Guinea (Republic of)	3XA-3XZ	Namibia (Republic of)	V5A-V5Z	Tajikistan (Republic of)	EVA-EYZ
Brunei Darussalam	V8A-V8Z	Guinea-Bissau (Republic of)	J5A-J5Z	Nauru (Republic of)	C2A-C2Z	Tanzania (United Republic of)	5HA-5I2
Bulgaria (Republic of)	L2A-L2Z	Guyana	8RA-8RZ	Nepal	9NA-9NZ	Thailand	E2A-E2Z
Burkina Faso	XTA-XTZ	Haiti (Republic of)	HHA-HHZ	Netherlands (Kingdom of the)	PAA-P1Z	Thailand	HSA-HSZ
Burundi (Republic of)	9UA-9UZ	Haiti (Republic of)	4VA-4VZ	Netherlands (Kingdom of the) - Aruba	P4A-P4Z	Timor - Leste	4WA-4WZ
Cambodia (Kingdom of)	XUA-XUZ	Honduras (Republic of)	HOA-HRZ	Netherlands (Kingdom of the) - Netherlands Antilles	PJA-P1Z	Togo (Republic of)	SVA-SVZ
Cameroon (Republic of)	TJA-TIZ	Hong Kong - Special Administrative Region of China	VRA-VRZ	HAA-HAZ	ZKA-ZM2	Tonga (Kingdom of)	A3A-A3Z
Canada	CFA-CKZ	Hungary (Republic of)	HAA-HAZ	New Zealand	HTA-HTZ	Trinidad and Tobago	9VA-9Z2
Canada	CYA-CZZ	Hungary (Republic of)	HGA-HGZ	Nicaragua	H6A-H7Z	Tunisia	TSA-TSZ
Canada	VAA-VGZ	Iceland	TKA-TFZ	Nicaragua	YNA-YNZ	Tunisia	3VA-3VZ
Canada	VOA-VOZ	India (Republic of)	ATA-AWZ	Nicaragua	5UA-SUZ	Turkey	TAAC-TCZ
Canada	VXA-VYZ	India (Republic of)	VTA-VWZ	Niger (Republic of)	5NA-SOZ	Turkey	YMA-YMZ
Canada	XJA-XOZ	India (Republic of)	8TA-8Y2	Nigeria (Federal Republic of)	JWA-JXZ	Turkmenistan	EZA-EZZ
Cape Verde (Republic of)	D4A-D4Z	Indonesia (Republic of)	IZA-JZZ	Norway	LAA-LNZ	Tuvalu	T2A-T2Z
Central African Republic	TLA-TLZ	Indonesia (Republic of)	PKA-POZ	Norway	3YA-3Y2	Uganda (Republic of)	5XA-5XZ
Chad (Republic of)	TTA-TTZ	Indonesia (Republic of)	YBA-YHZ	Oman (Sultanate of)	A4A-A4Z	Ukraine	EMA-EOZ
Chile	CAA-CEZ	Indonesia (Republic of)	7AA-7I2	Pakistan (Islamic Republic of)	APA-ASZ	Ukraine	URA-UZZ
Chile	XQA-XRZ	Indonesia (Republic of)	8AA-8I2	Pakistan (Islamic Republic of)	6PA-6S2	United Arab Emirates	A6A-A6Z
Chile	3GA-3GZ	International Civil Aviation Organization	4VA-4VZ	Pakistan (Islamic Republic of)	T8A-T8Z	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	GAA-GZZ
China (People's Republic of)	BAA-BZZ	Iran (Islamic Republic of)	EPA-EQZ	Palau (Republic of)	E4A-E4Z	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	MAA-MZZ
China (People's Republic of)	XSA-XS2	Iran (Islamic Republic of)	98A-9DZ	Palestinian Authority	HOA-HP2	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	VPA-VQZ
China (People's Republic of)	3HA-3UZ	Iraq (Republic of)	HNA-HNZ	Panama (Republic of)	H3A-H3Z	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	VSA-V5Z
Colombia (Republic of)	HJA-HKZ	Iraq (Republic of)	YIA-YIZ	Panama (Republic of)	H8A-H9Z	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	ZBA-ZJZ
Colombia (Republic of)	SJA-SKZ	Ireland	EIA-EIJZ	Panama (Republic of)	3EA-3FZ	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	ZNA-ZOZ
Comoros (Islamic Federal Republic of the)	D6A-D6Z	Israel (State of)	4XA-4XZ	Panama (Republic of)	P2A-P2Z	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	ZOA-ZOZ
Congo (Democratic Republic of)	9OA-9T2	Israel (State of)	42A-4Z2	Papua New Guinea	ZPA-ZP2	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	2AA-2ZZ
Congo (Democratic Republic of)	TNA-TNZ	Italy	IAA-IZZ	Paraguay (Republic of)	OAA-OCZ	United Nations	4UA-4UZ
Cook Islands	ESA-ESZ	Jamaica	6YA-6Y2	Peru	4TA-4T2	United States of America	AAA-ALZ
Costa Rica	TEA-TEZ	Japan	JAA-JS2	Peru	DUA-D2Z	United States of America	NAA-NZZ
Costa Rica	TIA-TIZ	Japan	JAA-JS2	Philippines (Republic of the)	4DA-4I2	United States of America	WAA-WZZ
Côte d'Ivoire (Republic of)	TUA-TUZ	Japan	8JA-8N2	Philippines (Republic of the)	HFA-HFZ	United States of America	KAA-KZZ
Croatia (Republic of)	9AA-9AZ	Jordan (Hashemite Kingdom of)	JYA-JY2	Poland (Republic of)	SNA-SRZ	Uruguay (Eastern Republic of)	CVA-CXZ
Cuba	CLA-CMZ	Kazakhstan (Republic of)	UNA-UQZ	Poland (Republic of)	3ZA-3Z2	Uzbekistan (Republic of)	UJA-UMZ
Cuba	COA-COZ	Kenya (Republic of)	5YA-5Z2	Portugal	CQA-CUZ	Vanuatu (Republic of)	YJA-YIZ
Cuba	T4A-T4Z	Kiribati (Republic of)	T3A-T3Z	Qatar (State of)	A7A-A7Z	Vatican City State	HVA-HVZ
Cyprus (Republic of)	C4A-C4Z	Korea (Democratic People's Republic of)	HMA-HMZ	Romania	YOA-YRZ	Venezuela	YVA-YYY
Cyprus (Republic of)	H2A-H2Z	Korea (Democratic People's Republic of)	PSA-P9Z	Russian Federation	RAA-RZ2	Venezuela (Republic of)	4MA-4MZ
Cyprus (Republic of)	P3A-P3Z	Korea (Republic of)	DSA-DT2	Russian Federation	UAA-UUZ	Viet Nam (Socialist Republic of)	XVA-XVZ
Cyprus (Republic of)	SBA-SBZ	Korea (Republic of)	D7A-D9Z	Russian Federation	9XA-9XZ	Viet Nam (Socialist Republic of)	3VA-3WZ
Czech Republic	OKA-OLZ	Korea (Republic of)	HLA-HLZ	Rwandese Republic	V4A-V4Z	World Meteorological Organization	C7A-C7Z
Denmark	OLA-OZZ	Korea (Republic of)	6KA-6NZ	Saint Kitts and Nevis	I6A-I6Z	Yemen (Republic of)	70A-70Z
Denmark	XPA-XPZ	Kuwait (State of)	9KA-9K2	Saint Lucia	J8A-J8Z	Zambia (Republic of)	9JA-9JZ
Denmark	SPA-SQZ	Kyrgyz Republic	EXA-EXZ	Saint Vincent and the Grenadines	5WA-5WZ	Zimbabwe (Republic of)	Z2A-ZZZ
Djibouti (Republic of)	J2A-J2Z	Laos (People's Democratic Republic)	XWA-XWZ	Samoa (Independent State of)	T7A-T7Z		
Dominica (Commonwealth of)	J7A-J7Z	Latvia (Republic of)	YLA-YLZ	San Marino (Republic of)	S9A-S9Z		
Dominican Republic	HIA-HIZ	Lebanon	ODA-ODZ	Sao Tome and Principe (Democratic Republic of)			

## Weiterführende Literatur

Die nachstehenden Bücher orientieren sich zwar an der Ausbildung in Deutschland, sind jedoch für den technischen und betrieblichen Bereich sehr gute Lernunterlagen.

**Moltrecht, Eckart K. W. (2009):** Amateurfunk-Lehrgang für das Amateurfunkzeugnis Klasse E, Baunatal.

**Moltrecht, Eckart K. W. (2008):** Amateurfunk-Lehrgang: Betriebstechnik und Vorschriften für das Amateurfunkzeugnis.

**Moltrecht, Eckart K. W. (2010):** Amateurfunk-Lehrgang Technik für das Amateurfunkzeugnis Klasse 1 und 2.

**Pietsch, Hans-Joachim (1996):** Kurzwellen-Amateurfunktechnik, Baunatal.

Wer sich für Antennen interessiert, wird das folgende Buch schätzen, das praktisch alle nur denkbaren Amateurfunkantennen praxisbezogen behandelt:

**Krischke, Alois (2002):** Rothammels Antennenbuch, Baunatal.

## Notizen

## Notizen

## Notizen

## Notizen

Notizen

## Notizen

