



AMATEURFUNK-Lizenz

Prüfungsvorbereitungskurs Graz

Basierend auf dem Amateurfunk-Prüfungsfragenkatalog des BMK

Technik

Amateurfunk-Prüfungsfragen des BMK

**TECHNIK
Bewilligungsklasse 1**

**mit eingearbeiteten Antworten, Grundwissen und
vertiefenden Erläuterungen.**

Grundwissen

- Was ist elektrischer Strom? (G1)
- Was ist Spannung? (G2)
- Wie entsteht Spannung? (G3)
- Stromquellen (Kenngrößen) (T6)
- Gleich- Wechselspannung – Kenngrößen (T9)
- Stromkreis. Was ist Widerstand? (G4)
- Was ist Leistung? Verbraucher (G5)
- Bruchteile und Vielfache von Kenngrößen (G6)
- Begriff elektrisches und magnetisches Feld, Abschirmmaßnahmen für das elektrische bzw. magnetische Feld (T86)
- Elektromagnetismus, Induktion, Mikrofon, Lautsprecher (G7)
- Der Begriff Linearität (G8)



Was ist elektrischer Strom?

Strom als Begriff bezeichnet immer eine gerichtete Transportgröße, also wieviel von etwas in einer Zeiteinheit (Sekunde, Stunde, ...) von A nach B transportiert wird, z.B. Verkehrsstrom, Warenstrom, Menschenstrom, Wasserstrom (Fluss), Luftstrom (Windstärke), ...

Elektrischer Strom	bezeichnet den Transport von elektrischen Ladungsträgern.
Ladungsträger	tragen positive oder negative elektrische Ladungen. Gleichnamige Ladungen stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an.
Elektrische Stromstärke	gibt an, wieviel Ladung pro Sekunde von einem Pol (Quelle) zum anderen Pol (Senke) transportiert wird.
Maßzahl Ampere (A)	Die elektrische Stromstärke wird in Ampere (A) gemessen.
Symbol I	Das Symbol (Kürzel) für den Strom ist I .
Technische Stromrichtung	Aus historischen Gründen nannte man die Quelle den + Pol, die Senke den – Pol. Die technische Stromrichtung ist von + nach –. Das ist verwirrend, weil die physikalische Stromrichtung entgegengesetzt ist.
Physikalische Stromrichtung	Da die häufigsten beweglichen Ladungsträger, die Elektronen, negativ geladen sind, fließt der Elektronenstrom von – nach +.



Was ist Spannung?

Strom kann nur fließen, wenn ein Unterschied (Gefälle) zwischen zwei Niveaus vorhanden ist. Das kann ein Druckunterschied sein, dann kann z.B. Wind wehen. Das kann ein Höhenunterschied sein, dann kann Wasser in die Turbine fließen oder Sand aus dem Kipper. In der Physik verwendet man für das Niveau den Begriff Potential.

Spannung	bezeichnet das elektrische Potentialgefälle zwischen zwei Polen. Das ist die Voraussetzung dafür, dass zwischen den Polen (z.B. Batterieklemmen) Strom fließen kann.
Maßzahl Volt (V)	Die elektrische Spannung wird in Volt (V) gemessen.
Symbol U	Das Symbol (Kürzel) für die elektrische Spannung ist U.
Niederspannung	bezeichnet ungefährliche Spannungen bis ca. 50V, wie sie in der Elektronik, KFZ- und Fernmeldetechnik vorkommen.
Hochspannung	ab ca. 1000 V
Gefahren	In Amateurfunkgeräten und an Antennen können sowohl Niederspannung als auch lebensgefährliche Hochspannungen auftreten.



Wie entsteht Spannung?

Normalerweise sind in jedem Material gleich viele + und - Ladungsträger vorhanden. Deren Ladungen kompensieren sich und das Material erscheint nach außen elektrisch neutral. Werden ungleichnamige Ladungen unter Aufwendung von Energie (Überwindung der Anziehung) getrennt, entsteht Spannung.

Ladungstrennung

bezeichnet einen Vorgang, bei dem positive und negative Ladungen räumlich getrennt werden. Das erfordert Energie. Dort, wo + Ladungen überwiegen, spricht man von + Pol, dort, wo – Ladungen überwiegen, spricht man von – Pol.

Physikalische Ladungstrennung

Reibung zwischen verschiedenen Materialien (Reibungselektrizität).

Induktion:

Ein Leiter befindet sich in einem Magnetfeld, das sich mit der Zeit ändert, z.B. durch Bewegung. Grundlage der Stromerzeugung in Generatoren. Grundlage der elektromagnetischen Wellen (siehe G7).

Piezoeffekt:

Ladungstrennung durch Verformung eines geeigneten Materials. Grundlage von Mikrofonen und vielen Messfühlern (Sensoren).

Chemische Ladungstrennung

Grundlage von Batterien und Akkumulatoren.



Stromquellen (Kenngrößen)

Primärbatterien	Durch einen chem. Prozess wird eine elektrische Spannung zwischen zwei Polen erzeugt, Strom kann entnommen werden (Entladung). Die Entladung ist nicht umkehrbar.
Sekundärbatterien	Durch einen chem. Prozess wird eine el. Spannung zwischen zwei Polen erzeugt, Strom kann entnommen werden (Entladung). Die Entladung ist umkehrbar (Ladevorgang).
Kenngrößen	Spannung Strombelastbarkeit Kapazität (Fassungsvermögen) in Ah .
Schaltsymbol	Für Primär- und Sekundärbatterien. Die punktierte Linie deutet die Serienschaltung von mehreren Elementen an.
Beispiele	   
	Bleiakku, Nickel-Cadmium -, Nickel-Metallhydrid -, Lithium-Ionen Akku, Solarzellen, Piezo-Elemente, ...
230V Steckdose	liefert im Gegensatz zu den Batterien nicht Gleichstrom, sondern 50 Hz Wechselstrom (s. Frage T9).



Gleichspannung

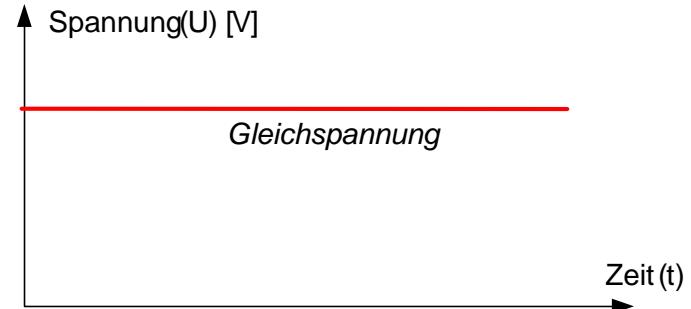
Die Spannung ist konstant,
die Polarität verändert sich nicht.

Kürzel

DC (direct current)

Kenngrößen

Spannung
Strombelastbarkeit der Quelle
Kapazität in Ah (Batterien u. Akkus).



Wechselspannung

Spannung und Polarität ändern sich laufend
der zeitliche Verlauf kann als Kurve dargestellt werden.

Kürzel

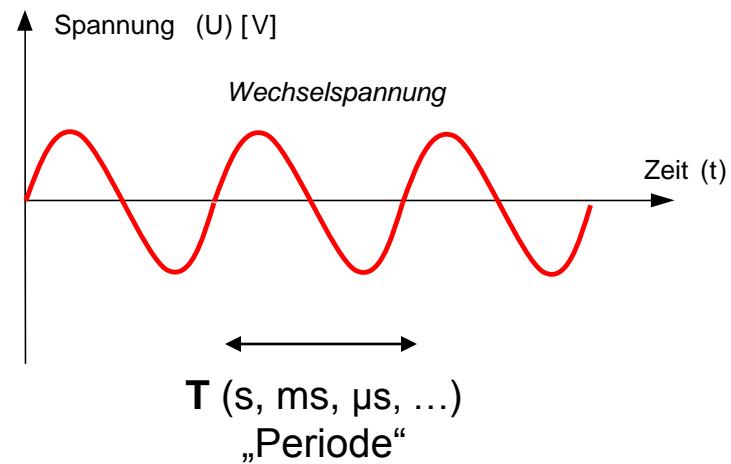
AC (alternating current)

Kenngrößen

Spannung (Amplitude),
Frequenz
Kurvenform (Signalform)
Strombelastbarkeit der Quell

Frequenz

Anzahl der Perioden pro Sekunde
Formelzeichen: $f = 1/T$
Einheit Hertz (**Hz**, **kHz**, **MHz**, ...)





Vertiefung

Effektivwert

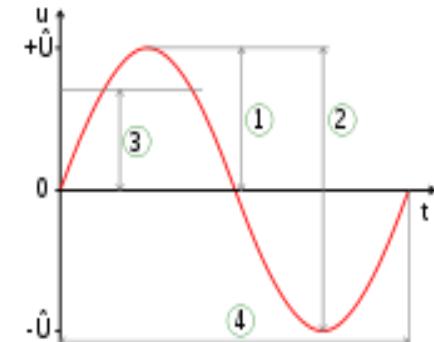
Der quadratische Mittelwert eines zeitlich veränderlichen Signals (U, I). Der Effektivwert ($U_{\text{eff}}, I_{\text{eff}}$) gibt denjenigen Wert einer Gleichgröße an, die an einem ohmschen Verbraucher in einer vorgegebenen Zeit die selbe Leistung umsetzt. Der Effektivwert hängt sowohl vom Scheitelwert (Amplitude) als auch von der Kurvenform ab. (Abkürzung **RMS** englisch: root mean square, s. auch G5).

Scheitelwert

Der größte Betrag \hat{u} der Augenblickswerte eines Wechsel-Signals; Bei sinusförmigen Wechselsignalen wird der Scheitelwert auch als **Amplitude** bezeichnet.

Spitze-Spitze-Wert

Die Höhe der Auslenkung vom niedrigsten Wert bis zum höchsten Wert.
Bei symmetrischen Wechselgrößen entspricht der Spitze-Spitze-Wert ($U_{ss} = 2 \cdot \hat{u}$) dem doppelten Scheitelwert (doppelte Amplitude). Der Spitze-Spitze-Wert kann mit dem Oszilloskop gemessen werden (siehe Frage T34).



- 1 = \hat{u} Scheitelwert, Amplitude
- 2 = U_{ss} Spitze-Spitze-Wert
- 3 = U_{eff} Effektivwert
- 4 = T Periodendauer



Stromkreis, was ist Widerstand?

Stromkreis

Damit Strom fließen kann, müssen zwei Bedingungen erfüllt sein:

- 1) Zwischen zwei Polen muss eine Spannung vorliegen. Je höher die Spannung, um so mehr Strom kann fließen.
- 2) Zwischen den Polen muss eine leitende Verbindung vorhanden sein. Je besser die Verbindung leitet, desto mehr Strom kann fließen.

Geschlossener Stromkreis

Wenn beide oben genannten Bedingungen erfüllt sind, spricht man auch von einem geschlossenen Stromkreis. Strom kann nur in einem geschlossenen Stromkreis fließen.

Widerstand

Wenn der Widerstand des Verbrauchers **0** wird, spricht man von Kurzschluss. Dann kann so viel Strom fließen, dass die Leitungen oder die Stromquelle Schaden nehmen (Brandgefahr). Sicherungen trennen bei Kurzschlägen den Stromkreis von der Stromquelle (Schmelzsicherungen, Sicherungsautomaten).

Kurzschluss

Wenn der Widerstand des Verbrauchers **0** wird, spricht man von Kurzschluss. Dann kann so viel Strom fließen, dass die Leitungen oder die Stromquelle Schaden nehmen (Brandgefahr). Sicherungen trennen bei Kurzschlägen den Stromkreis von der Stromquelle (Schmelzsicherungen, Sicherungsautomaten).

Strombelastbarkeit

für Kupferleitungen 5 – 20 A/mm², je nach Wärmeabfuhr (Verlegeart)

Maßzahl Ohm (Ω)

Fließt bei einer Spannung von 1 V ein Strom von 1 A, so beträgt der Widerstand des Stromkreises 1 Ohm = 1 Ω .

Symbol R

Das Symbol (Kürzel) für den elektrischen Widerstand ist **R** (resistor).



Was ist Leistung? Verbraucher

Die zur Ladungstrennung (Spannungserzeugung) aufgewendete Arbeit kann in einem geschlossenen Stromkreis wieder freigesetzt werden, in Form von Wärme, Bewegung, Schall oder elektromagnetischer Strahlung (Licht, Funkwellen).

Maßzahl Watt (W) Die elektrische Leistung wird in Watt (W) gemessen.

Symbol P Das Symbol (Kürzel) für die elektrische Leistung ist P (power).
Je höher die Spannung (U), umso höher die abgegebene Leistung (P).
Je höher der Strom (I), umso höher die abgegebene Leistung (P).

Gesetz $P = U * I$

Verbraucher bezeichnet allgemein den Gegenstand (Widerstand, Glühlampe, Motor, elektronisches Gerät), der den Leitungskreis schließt und der die Leistung in Form von Wärme, Licht, Bewegung, Schall oder Strahlung abgibt.

Nutzleistung ist die durch die Konstruktion beabsichtigte abgegebene Leistung.

Verlustleistung ist unerwünschte, unbeabsichtigte, unvermeidbar abgegebene Leistung.



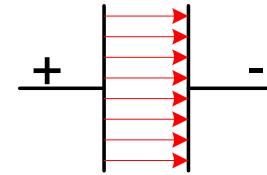
Bruchteile und Vielfache von Kenngrößen

Faktor	Potenz	Kürzel	Symbol	Alltag, Technik	Elektronik-Beispiele
0,000.000.000.001	10^{-12}	Pico	p		pF (Picofarad)
0,000.000.001	10^{-9}	Nano	n	nm (Nanometer)	nF (Nanofarad)
0,000.001	10^{-6}	Mikro	μ	μm (Mikrometer)	μF (MikroFarad) μA (MikroAmpere)
0,001	10^{-3}	Milli	m	mm (Millimeter)	mH (MilliHenry), mV (MilliVolt)
0,01	10^{-2}	Centi	c	cm (Zentimeter)	
0,1	10^{-1}	Dezi	d	Dm (Dezimeter)	
1	10^0				
10	10^1	Deka	da	dag (Dekagramm)	
100	10^2	Hekto	h	hl (Hektoliter)	
1.000	10^3	Kilo	k	km (Kilometer)	k (Kilohm), kW (KiloWatt)
1.000.000	10^6	Mega	M	MB (Megabyte)	M (Megohm), MHz (Megahertz)
1.000.000.000	10^9	Giga	G	GB (Gigabyte)	GHz (Gigahertz)



Elektrisches Feld

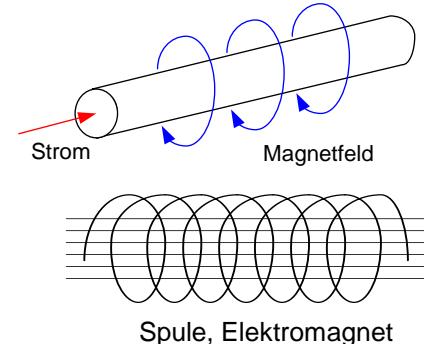
bildet sich zwischen den Platten eines Kondensators aus, wenn Spannung angelegt wird (s. *Frage T3*).
Elektrische Feldstärke (V/m).



Messgröße

Magnetisches Feld

bildet sich um einen stromdurchflossenen Leiter aus.
Magnetische Flussdichte (Tesla).



Messgröße

Abschirmmaßnahmen

Elektrische Felder können durch „Abschirmung“ am Eindringen bzw. Austreten gehindert werden („Faradayscher Käfig“).
Kenngroße: Schirmfaktor.

Magnetische Gleichfelder können nur unvollständig durch ferromagnetische Stoffe (Kenngroße Permeabilität, s. *Frage T10*) abgeschirmt werden.

Magnetische Wechselfelder können durch leitende Materialien (z.B. Kupferblech) abgeschirmt werden. Beachte: Eine geschlossene Abschirmung ist eine Kurschlusswicklung (Transformator). Selbst wenn das vermieden wird, entstehen Wirbelstromverluste, s. *G7*.

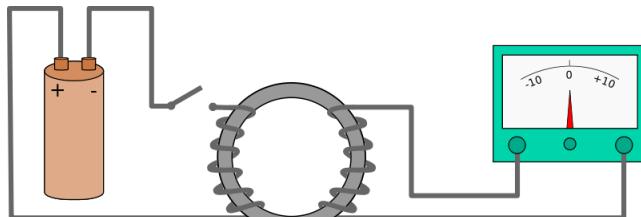


Elektromagnetismus, Induktion

Eine von Gleichstrom durchflossene Spule erzeugt ein zeitlich konstantes Magnetfeld, dessen Stärke sich erhöhen lässt durch einen in die Spule eingebrachten Eisenkern (s. T86).

Faraday legte 1831 einen Grundstein der Wechselstrom-, HF- und Funktechnik mit der Frage:

„Kann ein Magnetfeld zu einem Strom in einem geschlossenen Stromkreis führen?“



Quelle: Wikipedia (CC0 1.0)

Er benützte die abgebildete Versuchsanordnung, in der ein Stromkreis ein Magnetfeld erzeugt.

In einem zweiten Stromkreis, der vom selben Magnetfeld durchsetzt war, beobachtete er, dass nur dann kurzzeitig ein Strom auftrat, wenn er den ersten Stromkreis schloss oder öffnete, und zwar jeweils in entgegengesetzter Richtung.

Da Strom nur fließt, wenn auch eine Spannung vorhanden ist (s. G4), muss gefolgert werden:

Induktionsgesetz

Jede Änderung eines Magnetfeldes induziert in einem Leiter, der sich in einem Magnetfeld befindet, eine Induktionsspannung, die um so höher ist, je rascher sich das Magnetfeld ändert. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Änderung des Magnetfeldes z.B. durch einen Wechselstrom verursacht wird, oder durch einen Magneten, der sich bezüglich des Leiters bewegt!



Elektromagnetismus, Induktion: Selbstinduktion, Lenzsche Regel

Wir betrachten nun lediglich den ersten Stromkreis des Faraday'schen Versuchs (siehe Vorseite)

Selbstinduktion In jedem geschlossenen Stromkreis wird beim Ein- oder Abschalten ein Magnetfeld auf- oder abgebaut. Diese Änderungen des Magnetfeldes rufen ihrerseits auch im verursachenden Stromkreis selbst eine Induktionsspannung hervor. Dieser Vorgang heißt Selbstinduktion.

Lenzsche Regel Jede Induktionsspannung ist so gepolt, dass der durch sie mögliche Induktionsstrom so gerichtet ist, dass die Ursache geschwächt wird.

Beachte: Die Lenzsche Regel ist nichts anderes als eine Form des Energiesatzes, der festhält, dass ein Perpetuum Mobile unmöglich ist (volkstümlich: „Von Nichts kommt Nichts“). Sie erklärt, dass Selbstinduktion nicht zu einem lawinenartigen Anstieg der magnetischen Feldstärke, der Induktionsspannung und des Induktionsstromes führen kann.

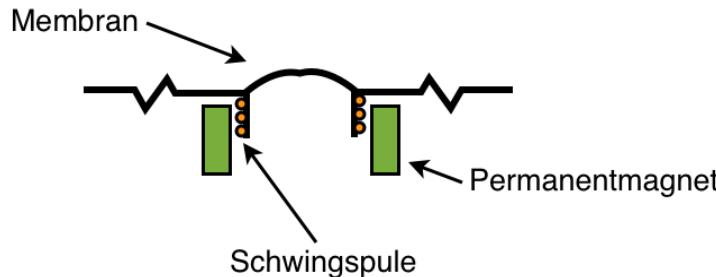
Wirbelströme Ein magnetisches Wechselfeld induziert in einem Leiter (z.B. Kupferblech) Kreisströme, die auch Wirbelströme genannt werden und die Feldenergie in Wärme umsetzen (Wirbelstromverluste). Wirbelströme sind die Ursache für den Skin-Effekt (s. Frage T8). Sie werden technisch genutzt in Tachometern, Stromzählern und in Wirbelstrombremsen.



Elektromagnetismus, Induktion: praktische Anwendungen

Dynamisches Mikrofon

Eine Membran ist mit einer beweglichen Spule (Schwingspule) verbunden. Diese taucht in das Magnetfeld eines Dauermagneten ein. Wenn sich durch Schallwellen die Membran und mit ihr die Spule bewegt, wird in der Spule ein Wechselspannungssignal induziert.



Quelle: Wikipedia (gemeinfrei)

Kopfhörer, Lautsprecher

Eine Membran ist mit einer beweglichen Spule (Schwingspule) verbunden. Diese taucht in das Magnetfeld eines Dauermagneten ein. Wenn in der Spule ein Wechselstrom fließt, bewegt sich die Spule und mit ihr die Membran im Rhythmus der Stromes. Die Bewegung der Membran erzeugt Schallwellen.

Jeder Lautsprecher oder jede dynamische Hörkapsel (Telefonhörer) funktioniert auch als dynamisches Mikrofon. Jedes dynamische Mikrofon kann Schallwellen erzeugen.



Der Begriff Linearität

Linearität ist ein zentraler Begriff in der Elektronik, insbesondere der elektronischen Signalverarbeitung, der Nachrichtentechnik und somit auch der Funktechnik.

Linearität bezeichnet die Eigenschaft eines Systems, auf die Änderung einer Größe stets mit einer dazu proportionalen Änderung einer anderen Größe zu reagieren, z.B.

System	Größe 1	Größe 2
Stromkreis	Spannung (U)	Strom (I)
	Verdoppelung führt zu	Verdoppelung
	Verdreifachung führt zu	Verdreifachung
	Verzehnfachung führt zu	Verzehnfachung

Das Beispiel beschreibt den linearen Zusammenhang zwischen Spannung und Strom in einem Stromkreis (*siehe Frage T1, Ohmsches Gesetz*).

Ein anderes Beispiel ist ein Audio Verstärker, der in weiten Bereichen auf die Änderung der Eingangsgröße (z.B. Mikrofonspannung) mit einer proportionalen Änderung der Ausgangsgröße (z.B. Lautsprecherspannung) reagiert. Dies ist mit realen Verstärkern nicht unbegrenzt möglich.

Abweichungen vom linearen Verhalten („Nichtlinearitäten“) machen sich bei Verstärkern als Verzerrungen des Ausgangssignales bemerkbar. Im Audio-Bereich sind sie hörbar, im HF-Bereich sind sie messbar und führen zu unerwünschten Nebenaussendungen oder schädlichen Störungen.

Elektronik

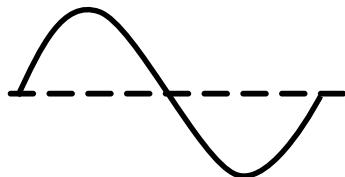
Gleich- und Wechselstromtechnik, passive Bauelemente

- Sinus- und nicht sinusförmige Signale (T7)
- Ohmsches und Kirchhoffsches Gesetz (T1)
- Widerstände als Bauelemente, Kenngrößen (G9)
- Begriff Leiter, Halbleiter, Nichtleiter (T2)
- Wärmeverhalten von elektrischen Bauelementen (T5)
- Was verstehen Sie unter dem Begriff Skin-Effekt? (T8)
- Kondensator, Begriff Kapazität, Einheiten – Verhalten bei Gleich- und Wechselspannung (T3)
- Was verstehen Sie unter dem Begriff Dielektrikum? (T12)
- Spule, Begriff Induktivität, Einheiten – Verhalten bei Gleich- und Wechselspannung (T4)
- Was verstehen Sie unter dem Begriff Permeabilität? (T10)
- Begriff elektrischer Widerstand (Schein-, Wirk-, und Blindwiderstand), Leitwert (T14)
- Berechnen Sie den kapazitiven Blindwiderstand eines Kondensators von 500 pF bei 10 MHz (Werte sind variabel) (T16)
- Berechnen Sie den induktiven Blindwiderstand einer Spule mit 30 µH bei 7 MHz (Werte sind variabel) (T15)
- Serien- und Parallelschaltung von R, L, C (T11)
- Wirk-, Blind-, und Scheinleistung bei Wechselstrom (T13)
- Der Transformator - Prinzip und Anwendung (T17)
- Mikrofonarten – Wirkungsweise (T44)



Signal als Begriff bezeichnet allgemein eine wahrnehmbare oder messbare Veränderung einer elektrischen (aber auch akustischen, optischen, oder sonstigen physikalischen Größe). Mit Hilfe von Signalen können Nachrichten übertragen werden.

Sinusförmige Signale



haben einen zeitlichen Verlauf, der exakt einer mathematischen Sinusfunktion entspricht, z.B. die Spannung des Wechselstromnetzes. Nur sinusförmige Signale sind frei von Oberwellen (s.u.).

Nicht sinusförmige Signale

Wechselspannungen mit beliebigem Kurvenverlauf, z.B. Dreiecksignal, Rechtecksignal, Trapezsignal, Sägezahnsignal, Rauschsignal (s. *Frage T40*). Alle diese Signalformen setzen sich aus mehreren Sinussignalen zusammen und weisen daher einen erheblichen Anteil an Oberwellen auf (siehe *Folgeseite*).

Beachte

Für periodische Signale haben sich (nicht ganz zutreffend) auch die Begriffe „Wellen“ oder „Schwingungen“ eingebürgert.

Kenngrößen

Im Gegensatz zur Gleichspannung, die nur eine Kenngröße benötigt, (Spannung), müssen für eine Wechselspannung mindestens drei Kenngrößen angegeben werden (s. *Kapitel Grundwissen, Frage T9*):

Kurvenform

Scheitelspannung (V)

Frequenz (Hz)



Beispiele

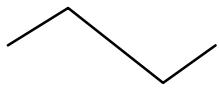


Sinusspannung, häufigste Form (z.B. Netzspannung 230V)



Rechteckspannung, weist nur zwei Spannungswerte auf.

Weit verbreitete Anwendung als digitales Signal in der Digitaltechnik,
Erzeugung und Verarbeitung durch digitale Bauelemente (*siehe Frage T30*)



Dreieckspannung, selten, Anwendung in der Messtechnik.

Oberwellen

Jedes Signal, das von der reinen Sinusform abweicht, weist Oberwellen auf.
Darunter versteht man (rein sinusförmige) Signale mit der 2-fachen, 3-fachen usw,
Frequenz der „Grundschwingung“ und mit unterschiedlicher Amplitude.

Spektrum

Die Gesamtheit von Grundschwingung und Oberwellen wird „Spektrum“ genannt.
Oberwellen entstehen immer, wenn nicht-sinusförmige Signale gewünscht sind.
Oberwellen entstehen aber auch, wenn die signalverarbeitende Elektronik nicht linear
arbeitet (Verzerrungen, *siehe auch G8*). Gründe dafür können Defekte,
Konstruktionsmängel oder Fehlbedienung („Übersteuerung“) sein. Nachweis mittels
Spektrumanalysator (Analyse = „Zerlegung“, *siehe T35*).

Signalsynthese

Die Tatsache, dass nicht-sinusförmige Signale ein Spektrum von Grund- und
Oberwellen aufweisen (Beispiel: Musikinstrumente) bedeutet umgekehrt, dass man
jedes beliebige Signal aus Sinussignalen unterschiedlicher Frequenz und Amplitude
zusammensetzen (= „synthesieren“) kann, *siehe auch Frage T54 (DDS)*.



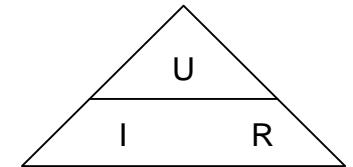
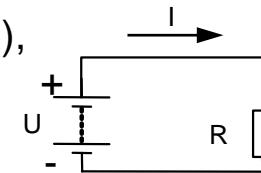
Ohmsches Gesetz gibt den Zusammenhang zwischen einem Widerstand (R), der anliegenden Spannung (U) und dem durch den Widerstand fließenden Strom (I) wieder.

$$U = I \cdot R$$

$$I = U / R$$

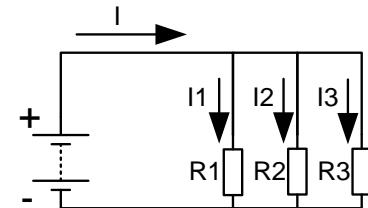
$$R = U / I$$

Merkdreieck



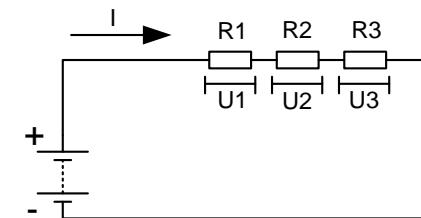
1. Kirchhoffsches Gesetz

Werden Widerstände parallel geschaltet, so ist der Gesamtstrom gleich der Summe der Teilströme.



2. Kirchhoffsches Gesetz

Werden Widerstände in Reihe geschaltet, so ist die Gesamtspannung gleich der Summe der Teilspannungen.



Siehe auch Frage T31.



Ergänzung, Vertiefung

Zusammenhang zwischen Spannung (U), Strom (I) und Leistung (P) :

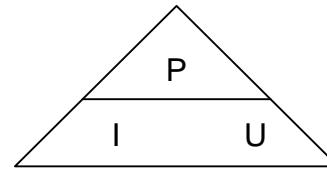
Es gelten die Beziehungen

$$P = I \cdot U$$

$$I = P / U$$

$$U = P / I$$

Merkdreieck



Unter Berücksichtigung des Ohmschen Gesetzes (s.o.)

$$U = I \cdot R \text{ bzw } I = U / R$$

erhält man durch Einsetzen für U bzw I folgende Beziehungen
für die an einem Widerstand R (Verbraucher) anfallende Leistung.

$$P = I^2 \cdot R \text{ bzw } P = U^2 / R$$

Je nach Art des Verbrauchers wird diese Leistung abgegeben, in Form von

- Wärme (Widerstand, Heizung),
- Strahlung (Antenne, Scheinwerfer),
- Schall (Lautsprecher) oder
- Bewegung (Elektromotor).

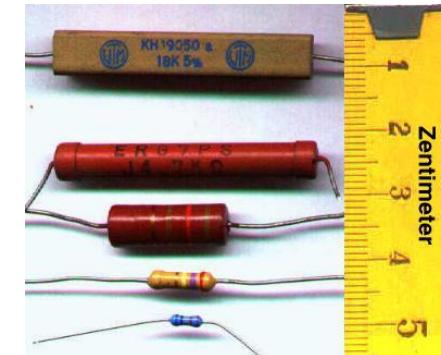


Widerstände als Bauelemente, Kenngrößen

Widerstände gehören zu den häufigsten Bauelementen in der Elektronik.

Kenngrößen

- Widerstandswert
- Toleranz der Widerstandswertes (in %)
- Belastbarkeit (in W)
- Widerstandsmaterial



Bauformen

- Widerstände aus Vollmaterial
- Schichtwiderstände
- gewickelte Widerstände
- axiale Drahtanschlüsse

Miniaturformen zur Oberflächenmontage
(SMD, surface mounted device)



Variable Widerstände (Potentiometer)



Quelle: Wikipedia



Leiter

Materialien, die den elektrischen Strom sehr gut leiten.

Beispiele: Alle Metalle, Kohle, Säuren, ...

Sehr gute Leiter sind, in der Reihenfolge abnehmender Leitfähigkeit,
Silber, Kupfer, Aluminium, Gold, Messing

Halbleiter

Materialien, die ihre Leitfähigkeit aufgrund physikalischer oder elektrischer Einflüsse verändern können, wie Silizium, Germanium, ...

Nichtleiter

Materialien, die den elektrischen Strom sehr schlecht leiten (Isolatoren).

Beispiele: Keramik, Kunststoff, trockenes Holz, ...

Gute Isolatoren sind:

Glas, Keramik, Kunststoff, Pertinax, Glasfaser-Harz, Teflon, Gummi usw.



Alle Metalle und die meisten guten Leiter erhöhen mit steigender Temperatur ihren Widerstand.

Die meisten Halbleiter verringern mit steigender Temperatur ihren Widerstand.

Kenngroße

Temperaturkoeffizient

gibt an, um wieviel Ohm der Widerstand sich ändert, wenn die Temperatur um 1 Grad erhöht wird.

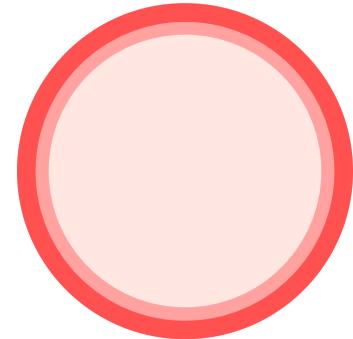
Einheit: Ohm/Grad.

PTC (positive temperature coefficient): Der Widerstand nimmt mit steigender Temperatur zu (Metalle).

NTC (negative temperature coefficient): Der Widerstand nimmt mit steigender Temperatur ab (Halbleiter).



Bei zunehmenden Frequenzen wird der Stromfluss in einem Leiter immer mehr zum Rand hin gedrängt. Der Strom fließt praktisch nur mehr auf der Außenhaut des Leiters (Skin = Haut). Dadurch steigt der Widerstand an, was zu Leistungsverlusten führen kann, die bei Gleichstrom nicht auftreten würden. Deshalb können dicke HF-Leiter (z.B. Spulen in Leistungsverstärkern) auch als Rohre ausgeführt werden.



Abhilfe

- HF-Litze (viele dünne Adern vergrößern die Oberfläche)
- dickere Drähte (wegen der größeren Oberfläche)
- Versilbern der Leiteroberflächen.

Größenordnungen für die Eindringtiefe des Stroms:

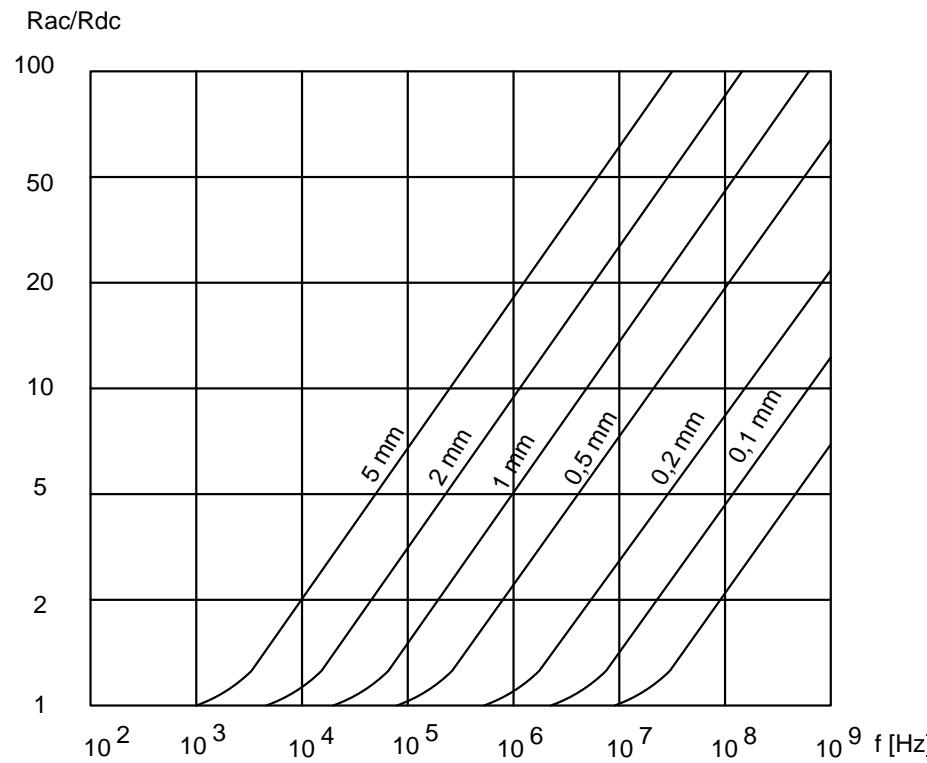
- 9,38 mm bei 50Hz,
- 70 µm bei 1 MHz, also das Doppelte der Kupfer-Beschichtung auf Leiterplatten
- 7 µm bei 100 MHz, also ein Zehntel davon!

Vertiefung

Ursache

Bei wechselnder Polarität des Stromflusses verändert sich auch das Magnetfeld und induziert im Leitermaterial Wirbelströme, deren Stärke mit der Frequenz steigt. Sie wirken dem Erzeugerstrom entgegen (Lenzsche Regel, siehe G7) und schwächen ihn in der Mittelachse des Leiters.

Diagramm





Ein Kondensator ist ein Ladungsspeicher und besteht aus zwei elektrisch leitenden Materialien, die voneinander durch einen Isolator getrennt sind.

Gleichspannung

An Gleichspannung verhält sich ein Kondensator wie ein Speicher, das heißt, er lädt sich auf und kann später die Ladung wieder an einen Verbraucher abgeben. Es fließt jedoch kein Gleichstrom durch den Kondensator.

Wechselspannung

An Wechselspannung kommt es durch die laufende Umladung, bedingt durch die Polaritätswechsel, zu einem Stromfluss im Leitungskreis (Umladungsstrom), der mit steigender Frequenz zunimmt.

Blindwiderstand

Ein Kondensator verhält sich also gegenüber Gleichspannung wie ein Isolator, gegenüber Wechselspannung wie ein Widerstand, der mit steigender Frequenz abnimmt. Dieser Widerstand wird in Ohm angegeben und als kapazitiver Blindwiderstand (X_C) bezeichnet, z.B. $X_C = 900 \text{ Ohm}$.

Einheit F

Farad (**F**) für die Kapazität (Speichervermögen)

Kleinere Einheiten: Mikrofarad, Nanofarad, Picofarad.

$$0,000001 \text{ F} = 1 \mu\text{F} = 1000 \text{ nF} = 1\,000\,000 \text{ pF} \quad 1 \text{ nF} = 1000 \text{ pF}$$

Kürzel C

Das Symbol (Kürzel) für die Kapazität ist **C**, z.B. $C = 1 \mu\text{F}$



Schaltzeichen

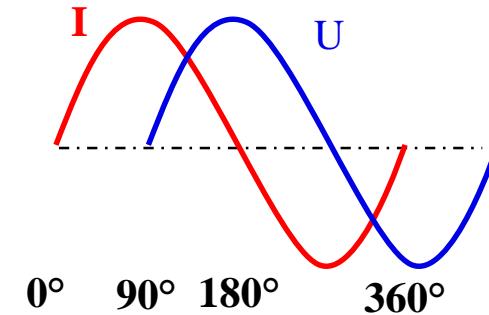


Vertiefung

Bei Wechselspannung fließt zuerst ein Strom, der den Kondensator auflädt, beim Polwechsel wechselt auch der Strom die Richtung.

Dadurch entsteht eine „90° Phasenverschiebung“ zwischen Strom und Spannung (Strom vor Spannung).

Die gleiche Phase (z.B. Scheitelwert, z.B. Nulldurchgang) tritt beim Strom um eine Viertelperiode (Vollperiode 360°) vor der Spannung ein.



Merkwort „Kapstrovor“ (Kapazität Strom voraus)

Wenn ein Techniker von „Kapazität“ spricht, kann gemeint sein:

- die Kapazität eines Kondensators als Maßzahl
- ein Kondensator in einer elektronischen Schaltung
- die Kapazität einer Batterie als Maßzahl

Phase

ist ein Begriff aus der Wellenlehre und setzt den Zeitpunkt, zu dem ein bestimmter Momentanwert (= Schwingungszustand, z.B. Maximum oder Minimum) eines periodischen (= regelmäßig wiederkehrenden) Signals erfasst wird, ins Verhältnis zur Vollperiode (= Periodendauer), *siehe auch T9*.

Beachte: Eine Vollperiode wird häufig mit 360° gleich gesetzt (wegen des Zusammenhangs periodischer Signale mit der Kreisbewegung). Beispiel: Bei einer sinusförmigen Wechselspannung treten während einer Periode zwei „Nulldurchgänge“ auf, der erste zu Beginn der Periode (0°), der zweite nach Ablauf einer halben Periode (180°).



Das Dielektrikum ist die isolierende Schicht zwischen den beiden Platten eines Kondensators. Z.B. Keramik, Kunststoff, Teflon, Aluminiumoxyd etc.

Kenngröße

(relative) Dielektrizitätskonstante

Materialkonstante, die angibt, um wie viel höher die Kapazität gegenüber (= relativ zu) Vakuum ist, wenn dieses Material zwischen den Kondensatorplatten angeordnet wird.

Beispiele

Luft: 1

Aluminiumoxid (Keramik): 7

Papier: 1-4

Teflon: 2

Tantalpentoxid: 27 (!)

Wasser: 80 (destilliertes Wasser ist ein Isolator!)



Vertiefung

Formelzeichen ϵ (Dielektrizitätskonstante)

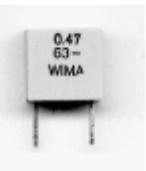
Die wichtigsten Forderungen an ein Dielektrikum :

- Hohe Dielektrizitätskonstante
- Hohe Spannungsfestigkeit
- Geringe Dicke

Bauformen von Kondensatoren



Keramikkondensator



Blockkondensator



Elektrolytkondensator



Luftkondensator als Trimmer
ausgeführt



Drehkondensator (Luft), Rotor, Stator



Drehkondensator (Folie)



Eine Spule besteht aus einer oder mehreren Windungen eines Leiters, die ggf. auf einem magnetisch leitenden Kern aufgebracht werden. Sie wird auch als Induktivität bezeichnet.

Gleichspannung Es fließt Gleichstrom, der in der Spule ein Magnetfeld aufbaut, in dem magnetische Feldenergie gespeichert wird.

Wechselspannung Es fließt Wechselstrom. Bedingt durch die Richtungswechsel des Stromes kommt es zu Richtungswechseln des Magnetfeldes. Diese Wechsel induzieren im Leiter wiederum einen Strom (Induktionsgesetz, Selbstinduktion), der dem verursachenden Strom entgegengerichtet ist (Lenzsche Regel) und ihn um so mehr verringert, je rascher sich das Magnetfeld ändert.

Blindwiderstand Eine Spule (Induktivität) verhält sich also gegenüber Gleichspannung wie ein (ohmscher) Widerstand, gegenüber Wechselspannung wie ein Widerstand, der mit steigender Frequenz zunimmt. Dieser Widerstand wird in Ohm angegeben und als induktiver Blindwiderstand (X_L) bezeichnet, z.B. $X_L = 900 \text{ Ohm}$.

Einheit Henry (**H**) für die Induktivität, Kleinere Einheiten: Millihenry, Mikrohenry.
 $0,001 \text{ H} = 1 \text{ mH} = 1000 \mu\text{H}$

Formelzeichen Induktivität: **L**, z.B. $L = 1 \mu\text{H}$



oder



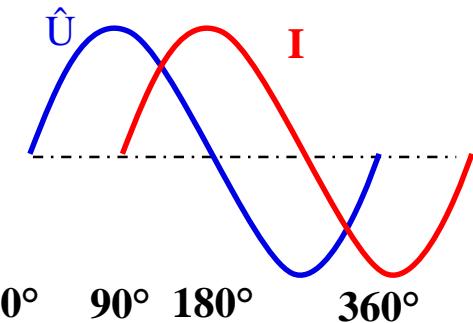
Vertiefung

Bei Wechselspannung wird durch die Ummagnetisierung ein Strom erzeugt, der dem äußeren Strom entgegenwirkt.

Dadurch entsteht eine 90° Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung (Spannung vor Strom).

Phase als Begriff bezeichnet den momentanen Schwingungszustand.

Die gleiche Phase (z.B. Scheitelwert, z.B. Nulldurchgang) tritt beim Strom um eine Viertelperiode (Vollperiode 360°) nach der Spannung ein.



Merksatz Induktivität, Strom zu spät.

Wenn ein Techniker von „Induktivität“ spricht, kann gemeint sein:

- die Induktivität einer Spule als Maßzahl
- eine Spule in einer elektronischen Schaltung



Wird ein Material in eine Spule eingebracht, erhöht dies die Induktivität der Spule. Die Permeabilität gibt ein Maß für die Veränderung der Induktivität gegenüber Vakuum. Das in die Spule eingebrachte Material wird auch als „Kern“ bezeichnet.

Permeabilität Materialkonstante, die angibt, um wie viel höher die Induktivität gegenüber Vakuum ist, wenn dieses Material als Kern in eine Spule eingebracht wird.

Beispiele
Luft: 1
Al: 250
Ni: 600
Fe: 5000
Mu Metall: 100.000

Formelzeichen μ (mü)



Vertiefung

Bauformen von Spulen je nach Kernmaterial und -ausführung



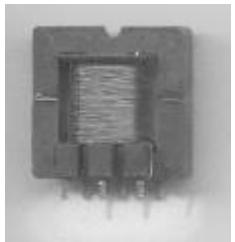
Luftspule



Spule mit variabler Induktivität
durch eindrehbaren Eisenkern



Ringkernspule



Mehrlagig gewickelte Spule mit Kern aus
geschichteten Eisenlamellen



Die Gleichstromtechnik kennt nur Ohmsche Widerstände.

Ohmscher Widerstand R Zwischen Spannung und Strom besteht keine Phasenverschiebung.
Man spricht von Wirkwiderstand.

Leitwert G Der Leitwert ist der Kehrwert des Ohmschen Widerstandes.
 $G = 1 / R$ Einheit S (Siemens)

In der Wechselstromtechnik (also auch Hochfrequenztechnik) ist zwischen Ohmschem Widerstand (Wirkwiderstand, s.o.), Blindwiderstand und Scheinwiderstand zu unterscheiden.

Blindwiderstand X_c bzw X_L Reaktanz Kondensatoren (C) und Induktivitäten (L) bewirken eine Phasenverschiebung des Stromes gegenüber der Spannung von $+90^\circ$ (C) bzw. -90° (L). Der frequenzabhängige Blindwiderstand (Einheit: Ohm) wird auch als Reaktanz bezeichnet.

Scheinwiderstand Z Impedanz Schaltungen mit RC- oder RL-Kombinationen ergeben Phasenverschiebungen im Bereich von 0 bis 90 Grad. Der resultierende frequenzabhängige Gesamtwiderstand bei RC- oder RL- Kombinationen wird auch als Scheinwiderstand oder Impedanz (Einheit: Ohm) bezeichnet.



Formel

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$
 wobei f in Hz, C in F

Berechnung

$$C = 500 \text{ pF} = 500 / 1.000.000.000.000 \text{ F}$$

$$f = 10 \text{ MHz} = 10 * 1.000.000 \text{ Hz} = 10.000.000 \text{ Hz}$$

$$X_C = 1 / (2 * 3,14 * f * C) = 1 / (6,28 * 10.000.000 * 500 / 1.000.000.000.000) = \\ = \underline{31,84 \text{ Ohm}}$$

Anmerkung

$$1 \text{ pF (pikoFarad)} = 10^{-12} \text{ F} = 0,000.000.000.001 \text{ F}$$

$$10 \text{ MHz (Megahertz)} = 10 * 10^6 \text{ Hz} = 10^7 \text{ HZ} = 10.000.000 \text{ Hz}$$



Formel

$$X_L = 2 * \pi * f * L \quad \text{wobei } f \text{ in Hz, } L \text{ in H}$$

Berechnung

$$L = 30 \mu\text{H} = 30 / 1.000.000 \text{ H}$$

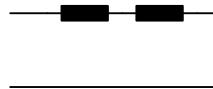
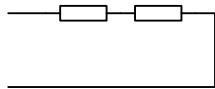
$$f = 7 \text{ MHz} = 7 * 1.000.000 \text{ Hz} = 7.000.000 \text{ Hz}$$

$$\begin{aligned} X_L &= 2 * 3,14 * f * L = 6,28 * 7.000.000 * 30 / 1.000.000 = \\ &= \underline{1318 \text{ Ohm}} = \underline{1,3 \text{ kOhm}} \text{ (gerundet)} \end{aligned}$$

Anmerkung

$$1 \mu\text{H} (\text{mikroHenry}) = 10^{-12} \text{ F} = 0,000.000.000.001 \text{ F}$$

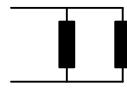
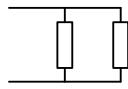
$$7 \text{ MHz} (\text{MegaHertz}) = 7 * 10^6 \text{ Hz} = 7.000.000 \text{ Hz}$$



Serienschaltung von Widerständen und Induktivitäten

Der Gesamtwert des Widerstandes (der Induktivität) ist größer als der größte Einzelwert.

$$R_{\text{ges}} = R_1 + R_2 \quad L_{\text{ges}} = L_1 + L_2$$



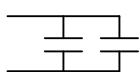
Parallelschaltung von Widerständen und Induktivitäten

Der Gesamtwert des Widerstandes (der Induktivität) ist kleiner als der kleinste Einzelwert.

$$\frac{1}{R_{\text{ges}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1+R_2}{R_1 \cdot R_2}$$

$$\frac{1}{L_{\text{ges}}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} = \frac{L_1+L_2}{L_1 \cdot L_2}$$

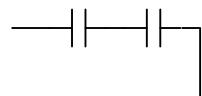
hingegen



Parallelschaltung von Kapazitäten

Der Gesamtwert der Kapazität ist größer als der größte Einzelwert.

$$C_{\text{ges}} = C_1 + C_2$$



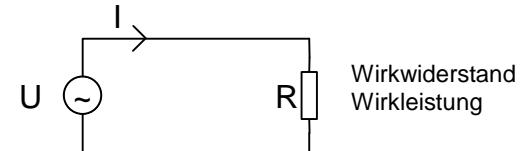
Serienschaltung von Kapazitäten

Der Gesamtwert der Kapazität ist kleiner als der kleinste Einzelwert.

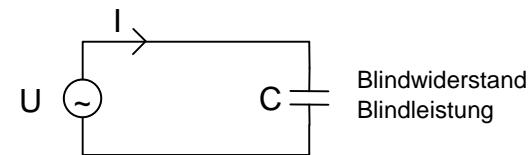
$$\frac{1}{C_{\text{ges}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{C_1+C_2}{C_1 \cdot C_2}$$

Wirkleistung

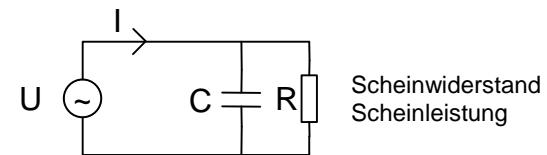
tritt auf, wenn im Stromkreis nur rein ohmsche Widerstände vorhanden sind.

**Blindleistung**

tritt auf, wenn nur rein kapazitive oder induktive Blindwiderstände im Stromkreis vorhanden sind.

**Scheinleistung**

tritt auf, wenn im Stromkreis sowohl ohmsche als auch kapazitive oder induktive Widerstände vorhanden sind, deren Kombination als Scheinwiderstand (Impedanz) auftritt.

**Beachte**

Wirkleistung und Blindleistung können nicht einfach arithmetisch addiert werden, um zur Scheinleistung zu kommen. Das liegt daran, dass Wirkströme und Blindströme nicht gleichphasig sind.



Prinzip

Auf einem gemeinsamen Eisenkern befinden sich zwei Wicklungen (Spulen). Fließt Wechselstrom in einer Spule (Primärspule), so induziert das dadurch erzeugte wechselnde Magnetfeld in der anderen Spule (Sekundärspule) eine Wechselspannung.

Die Wechselspannungen an den Wicklungen verhalten sich proportional zum Verhältnis der Windungszahlen (Windungsverhältnis, Übersetzungsverhältnis).

Anwendung

Auf- oder Abwärtstransformation von Wechselspannungen in der Stromversorgungs-, Niederfrequenz- (NF-) und Hochfrequenz- (HF-) Technik.

Übertrager

Transformatoren werden auch als Übertrager bezeichnet, da sie Signale übertragen.

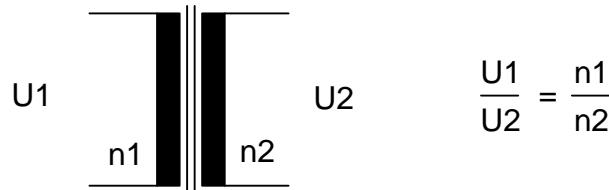
Kenndaten

Primär- und Sekundärspannung
Windungszahlen
Übersetzungsverhältnis
maximal übertragbare Leistung
Impedanz



Vertiefung

Schaltsymbol



U_1, U_2 Spannung an der Primär- bzw. Sekundärwicklung
 n_1, n_2 Windungszahl der Primär- bzw. Sekundärwicklung

Eingangs- und Ausgangsspannung des Transformators verhalten sich proportional zu den Windungsverhältnissen.

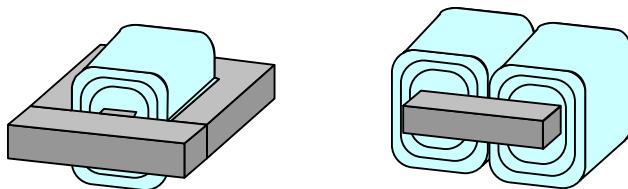
Eingangs- und Ausgangsstrom verhalten sich umgekehrt proportional zu den Windungsverhältnissen.

Eingangs- und Ausgangsimpedanz werden im Quadrat des Windungsverhältnisses transformiert.

allgemeiner Begriff für „Wandlung“ (z.B. Spannungstransformation, Impedanztransformation)

Transformation

Bauformen



Eisenkerne werden zumeist als Stapel aus einzelnen Blechen gefertigt, um Wirbelstromverluste (s. G7) zu minimieren.



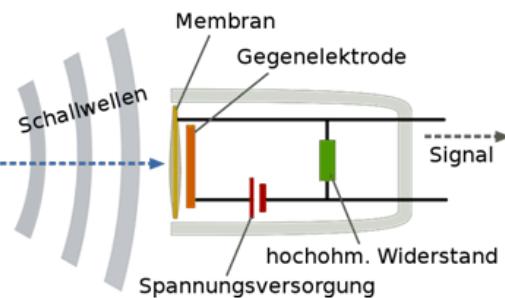
Jedes Mikrofon dient der Umwandlung von Schall in ein elektrisches Signal.

Kohlemikrofon



Eine Membran presst eine Schicht aus Kohlekörnchen zusammen. Beim Besprechen ändert sich dieser Druck und somit der elektrische Widerstand der Kohleschicht im Rhythmus der Schallwellen. Zur Versorgung ist eine Stromquelle nötig. Veraltet, früher in Telefonen verwendet.

Kondensatormikrofon



Eine wenige Mikrometer dicke, elektrisch leitfähige Membran ist dicht vor einer Metallplatte isoliert angebracht und bildet mit dieser einen Kondensator, an den eine Gleichspannung angelegt wird. Schall bringt die Membran zum Schwingen, und verändert den Abstand der Kondensatorplatten und somit die Kapazität. Die Kapazitätsschwankungen führen zu Umladungsströmen, die an einem Widerstand Spannungsschwankungen (das elektrische Signal) hervorrufen. Zur Spannungsversorgung ist eine Stromquelle nötig. Hochwertige Mikrofone in der Studiotechnik sind oft Kondensatormikrofone. Teuer.



Elektret-Mikrofon



Ähnlich dem Kondensatormikrofon, allerdings ist hier die Polarisationsspannung in einer Kunststofffolie („Elektret“) „eingefroren“. Um Störungen auf der Mikrofonleitung zu minimieren, muss direkt an der Kapsel ein Verstärker angeordnet sein, der eine Stromversorgung benötigt. Diese Versorgung erfolgt in der Regel vom angeschlossenen Verstärker über das Mikrofonkabel. Andernfalls befindet eine 1,5 V Batterie im Mikrofongehäuse. Hochwertig, klein und preiswert.

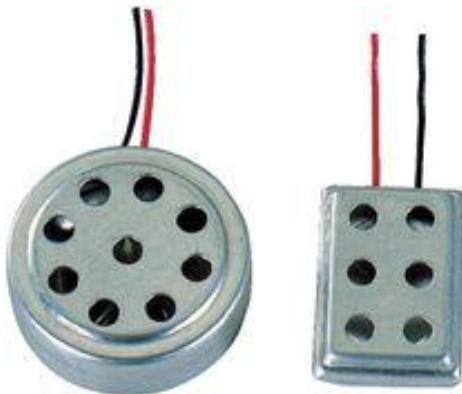
Dynamisches Mikrofon



Eine Membran ist mit einer beweglichen Spule verbunden. Diese taucht in das Magnetfeld eines Dauermagneten ein. Wenn sich durch das Besprechen die Spule bewegt, wird darin ein Wechselspannungssignal induziert. Jeder Lautsprecher oder jede dynamische Hörkapsel (Telefonhörer) funktioniert auch als Mikrofon. Hochwertig, gutes Preis / Leistungsverhältnis.



Kristallmikrofon



Kristalle aus Turmalin und bestimmte Keramiken haben die Eigenschaft, bei mechanischer Verformung eine kleine elektrische Spannung abzugeben (Piezo-Effekt). Eine Membran wird mit dem Kristall verbunden. Beim Besprechen gibt dieser ein Spannungssignal ab.

Zusammenfassung

Kohlemikrofone, Kondensator- und Elektretmikrofone benötigen eine externe Stromversorgung.

Dynamische Mikrofone und Kristallmikrofone erzeugen das elektrische Signal selbsttätig und benötigen keine externe Stromversorgung.

Elektronik

Hochfrequenz- (HF-) schaltkreise

- Der Resonanzschwingkreis - Kenngrößen (T18)
- Der Resonanzschwingkreis - Anwendungen in der Funktechnik (T19)
- Berechnen Sie die Resonanzfrequenz eines Schwingkreise mit folgenden Werten:
 $L = 15 \mu\text{H}$, $C = 30 \text{ pF}$ (Werte sind variabel) (T20)
- Filter - Arten, Aufbau, Verwendung und Wirkungsweise (T21)



Ein Resonanzschwingkreis (Schwingkreis) ist eine Zusammenschaltung von Kondensator und Spule. Die Zusammenschaltung weist also einen frequenzabhängigen Scheinwiderstand (Impedanz) Z auf.

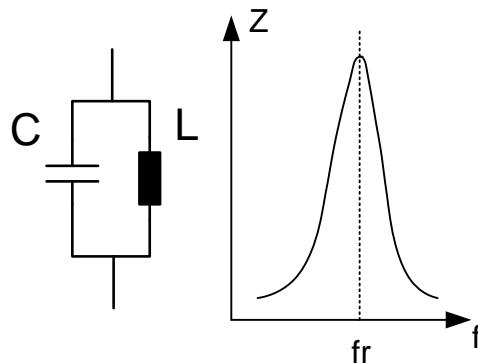
Jedes Element für sich hat einen frequenzabhängigen Blindwiderstand X_C bzw X_L .
 X_C nimmt mit der Frequenz ab, X_L nimmt mit der Frequenz zu.

Es gibt allerdings eine Frequenz, für die die beiden Blindwiderstände X_C und X_L gleich sind. In diesem Fall heben sich die von C bzw. L verursachten Phasenverschiebungen auf, sodass die Impedanz Z einen rein ohmschen Widerstandswert aufweist.

Kenngrößen

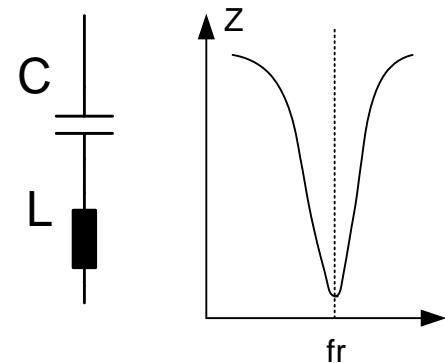
Resonanzfrequenz, das ist die Frequenz f_r , für die die Blindwiderstände von C und L eines Schwingkreises gleich sind und die Impedanz Z ohmsch wird.
Bandbreite, Güte (Q) (s. Vertiefung).

Parallelschwingkreis



C und L sind parallel geschaltet.
 Z weist bei Resonanz ein Maximum auf.

Serienschwingkreis



C und L sind in Serie geschaltet.
 Z weist bei Resonanz ein Minimum auf.



Vertiefung

Resonanzfrequenz Formel zur Berechnung

$$X_C = 1 / (2 * \pi * f * C) = 2 * \pi * f * L = X_L \quad (f \text{ in Hz, } C \text{ in F})$$

durch Umformung erhält man die Resonanzfrequenz

$$f = 1 / 2 \pi \sqrt{L*C} \quad \text{Thomsonsche Formel, wobei } f \text{ in Hz, } L \text{ in H, } C \text{ in F}$$

Technikerfomel Diese Formel ist praktischer in der Handhabung

$$f = \frac{159}{\sqrt{L*C}} \quad (f \text{ in MHz, } C \text{ in pF, } L \text{ in uH})$$

Vertiefung

Kenngröße

Die **Bandbreite** B ist ein Maß für die Form („Schärfe“) der Resonanzkurve.
 Definition: $B = f_2 - f_1$ (70% Punkte)

Kenngröße

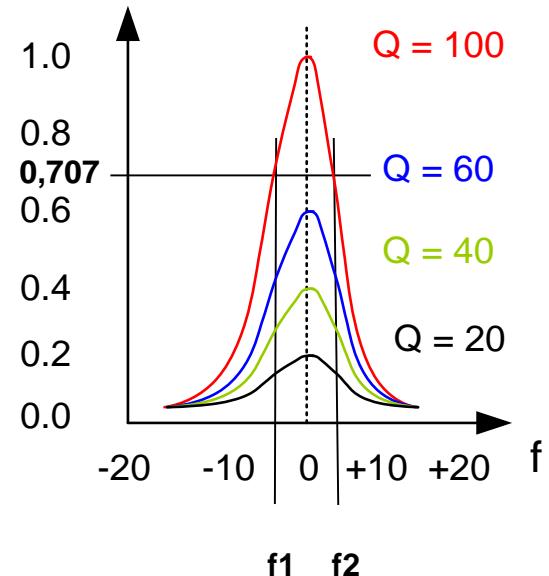
Die **Güte** Q ist eine Maßzahl für die Verluste im Schwingkreis.
 Hohe Güte: geringe Verluste!

Zusammenhang

$Q = f / B$
 Hohe Güte bedeutet:
 geringe Bandbreite
 schmale Resonanzkurve
 hohes Maximum von Z (Parallelkreis)
 tiefes Minimum von Z (Serienkreis)

Zahlenbeispiel

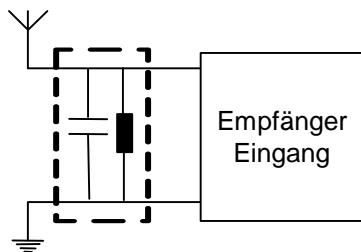
$B = f_2 - f_1$ (70% Punkte)
 $Q = f / B$
 $f = 10.000 \text{ kHz} = 10 \text{ MHz}$
 $B = 100 \text{ kHz}$
 $Q = 10.000 / 100 = 100$ („guter“ Wert in der Praxis)



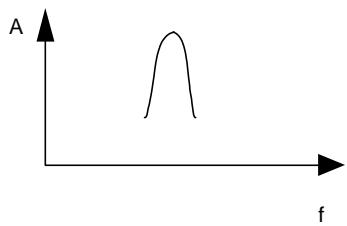


Der Resonanzschwingkreis wird in der Funktechnik als Selektionsmittel (Filter) eingesetzt, um Signale einer bestimmten Frequenz hervorzuheben oder zu unterdrücken. Er findet Anwendung in Eingangsschaltungen von Empfängern, in HF Verstärkern und Oszillatoren.

Parallelschwingkreis

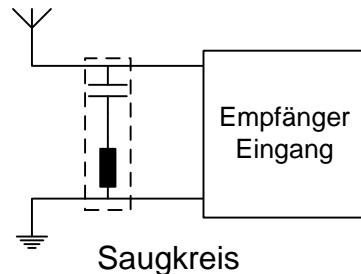


Man nutzt die hohe Impedanz im Resonanzfall.

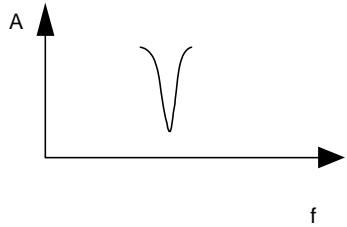


Nur Signale einer erwünschten Frequenz gelangen in den Empfängereingang, alle anderen werden „kurzgeschlossen“. (A: Signalamplitude, f: Frequenz)

Serienschwingkreis



Man nutzt die niedrige Impedanz im Resonanzfall.



Nur Signale einer unerwünschten Frequenz werden „kurzgeschlossen“, alle anderen gelangen in den Empfängereingang. (A: Signalamplitude, f: Frequenz)



Wir verwenden die Technikerformel (siehe Vertiefung von Frage T18).

$$f = \frac{159}{\sqrt{L \cdot C}}$$

Achtung Werte: L in µH, C in pF, f in MHz!

Berechnung

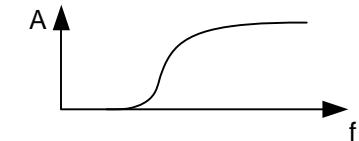
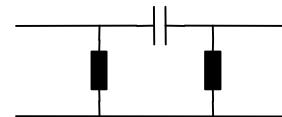
$$f = 159 / \sqrt{L \cdot C} = 159 / \sqrt{15 \cdot 30} = 159 / 21,213 = \underline{\underline{7,495 \text{ MHz}}}$$



Jeder Resonanzschwingkreis kann als einfaches Filter verwendet werden, um Signale auf der Resonanzfrequenz durchzulassen oder zu unterdrücken (s. *Frage T19*). Darüber hinaus kann man durch Kombination von R, L, und C Filter mit speziellen Eigenschaften herstellen.

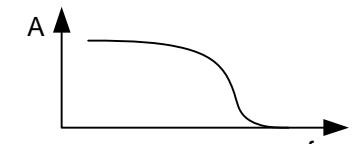
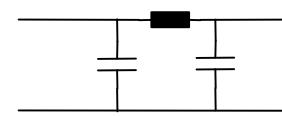
Hochpassfilter

Lässt hohe Frequenzen passieren und sperrt tiefe Frequenzen.



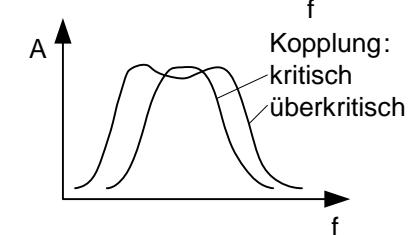
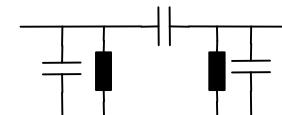
Tiefpassfilter

Lässt tiefe Frequenzen passieren und sperrt hohe Frequenzen.



Bandpassfilter

Größere Bandbreite als ein einfacher Resonanzschwingkreis



Anwendung

Bandpassfilter am Eingang von Empfängern
Oberwellenfilter am Ausgang von Sendeverstärkern

Kenngrößen

Grenzfrequenz (untere G. beim Hochpass, obere G. beim Tiefpass)

Bandbreite (beim Bandpass)

Durchlassdämpfung abhängig von der Güte der Bauteile (s. *Frage T20*)

Flankensteilheit abhängig von der Anzahl der Filterstufen

Welligkeit Durchlassdämpfung nicht gleich für alle Frequenzen (s. o. *Bandpass*)



Vertiefung

Quarzfilter

Eine Quarzscheibe (piezoelektrisches Material) zwischen zwei Kontaktflächen verhält sich wie ein Resonanzschwingkreis extrem hoher Güte.

Durch Zusammenschaltung mehrerer Quarze lassen sich Bandpassfilter mit kleiner Bandbreite, geringer Durchlassdämpfung, geringer Welligkeit und hoher Flankensteilheit herstellen. Quarzfilter zur Aufbereitung hochfrequenter Signale findet man in Empfängern und Sendern.

Aktive Filter

Filter im NF-Bereich mit Operationsverstärkern. Verwendung zur Aufbereitung von Audio Signalen.

Alle bisher genannten Filter verwenden diskrete Bauteile (Hardware) und wirken direkt auf analoge Signale (Analogfilter).

Digitale Filter

Mit digitalen Signalprozessoren (*DSP*, s. Frage T55) können Filter erzeugt werden, deren Kenngrößen Analogfiltern ebenbürtig oder überlegen sind. Sie können über die Software schnell verändert werden und bieten die Zusatzvorteile hoher zeitlicher und thermischer Stabilität und Reproduzierbarkeit.

Elektronik

Halbleiter und aktive Bauelemente

- Was sind Halbleiter? (T22)
- Die Diode – Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung (T23)
- Der Transistor – Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung (T24)
- Die Elektronenröhre – Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung (T25)



Als Halbleiter bezeichnet man

Materialien, deren Leitfähigkeit durch physikalische Einflüsse gesteuert werden können. Ausgangsmaterialien sind kristallines Silizium (Si) oder Germanium (Ge), versehen mit winzigen Verunreinigungen (Dotierung). Die Dotierungsatome nehmen die selben Kristallgitterplätze ein wie die Atome des Grundmaterials. Je nach Dotierungsmaterial entstehen sog. P-Leiter (positive Ladungsträger) oder sog. N-Leiter (negative Ladungsträger). S. a. *Vertiefung (Folgeseiten)*.

Beachte

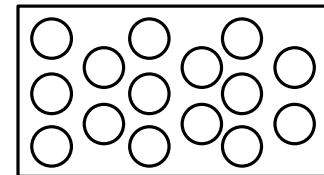
Bauelemente (Dioden, Transistoren etc.), die aus Halbleitern bestehen (s. *Fragen T23, T24*), werden ungenau, aber häufig, ebenfalls als Halbleiter bezeichnet.



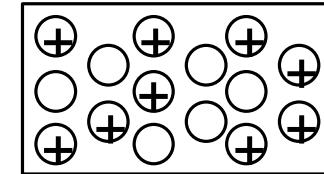
Vertiefung

Wie kommen P-Leiter und N-Leiter zustande?

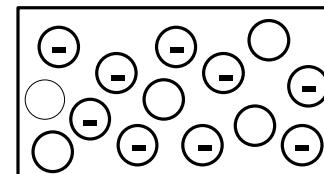
Grundlage Im 4-wertigen Grundmaterial (z.B. Si) dienen alle 4 äußeren Elektronen der Atome der Stabilisierung des Kristallgitters und stehen nicht als freie Ladungsträger zur Verfügung.



P-Leiter Durch Dotierung mit 3-wertigen Stoffen entsteht Elektronen-Mangel im Gitter des Grundmaterials. Diese „Löcher“ sind positive Ladungsträger.



N-Leiter Durch Dotierung mit 5-wertigen Stoffen entsteht Elektronen-Überschuss im Gitter des Grundmaterials. Elektronen sind negative Ladungsträger.





Vertiefung

Die für Halbleiterbauelemente (Dioden, Transistoren etc.) wichtigen Eigenschaften kommen erst dann zustande, wenn P-Leiter und N-Leiter zusammengebracht werden.

Zwei Vorgänge an der Grenzschicht sind dabei von entscheidender Bedeutung.

1 Diffusion

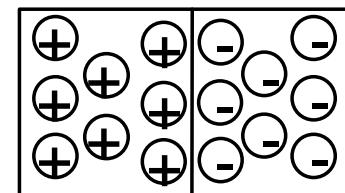
bezeichnet einen durch Wärme unterstützten Vorgang, bei dem Teilchen von einem Gebiet hoher Konzentration (oder hohen Druckes) in ein Gebiet niedriger Konzentration wandern (also aufgrund eines Gefälles), sofern die Grenze zwischen den Gebieten durchlässig ist. Beispiel: Zucker in Wasser (ohne Rühren).

2 Rekombination

bezeichnet einen Vorgang, bei dem + und – Ladungsträger sich verbinden, sodass deren Ladung neutralisiert wird.

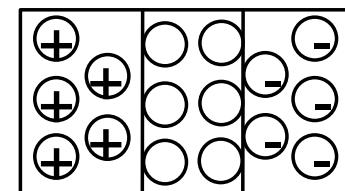
P-N Übergang

Werden p- und n-dotiertes Material zusammengebracht, entsteht ein p-n-Übergang.



Sperrsicht

An der Grenzschicht entsteht durch Diffusion und Rekombination eine ladungsträgerfreie Schicht, die Sperrsicht. Die Sperrsicht isoliert.





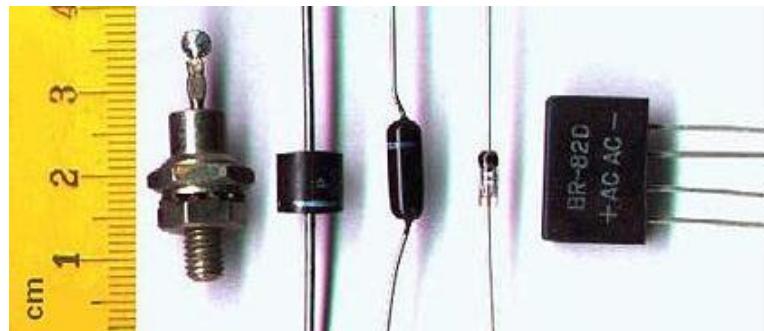
Aufbau

Eine Diode ist ein Halbleiterbauelement mit einem P-N Übergang (s. Frage T22). Die P-Schicht bildet die Anode (s.u.), die N-Schicht bildet die Kathode (s.u.).

Anwendung

Als Gleichrichter, da Strom nur in einer Richtung fließen kann.

Schaltsymbol



Durchlassrichtung

+ Pol der Stromquelle an der Anode (bei Si Dioden mindestens 0,7V)

Sperrrichtung

+ Pol der Stromquelle an der Kathode (gekennzeichnet durch einen Ring)

Kenngrößen

Maximale Sperrspannung

Strombelastbarkeit

Die Kenngrößen sind aus dem Datenblatt zu entnehmen.

Bauformen

Schraubbefestigung zur besseren Kühlung

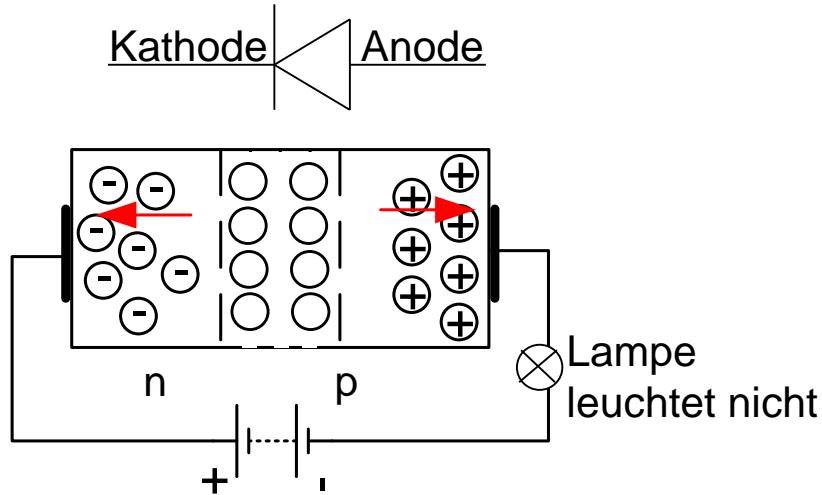
Kunststoffgehäuse

Glasgehäuse

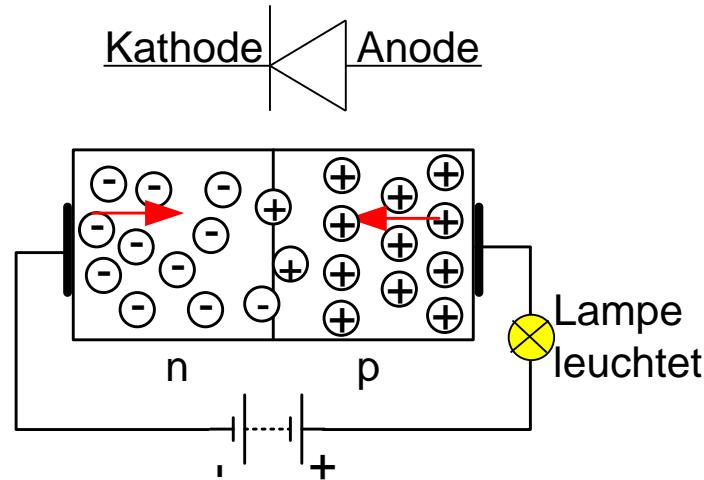
Mehrfachdioden in einem Gehäuse



Vertiefung



Diode in Sperrrichtung



Diode in Durchlassrichtung

Vakuumdioden

Vakuumdioden sind Elektronenröhren (s. *Frage T25*).

Zenerdiode

Sonderform, dient zur Spannungsstabilisierung.

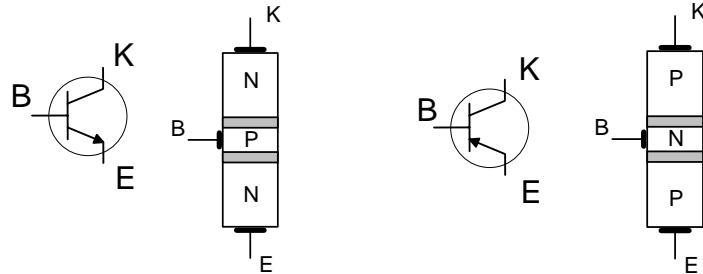
Kapazitätsdiode

Die Sperrsicht (s. *Frage T22*) stellt einen Kondensator dar. Wird eine Spannung in Sperrrichtung (s.o. *links*) angelegt, so wird die Sperrsicht breiter, die Kapazität geringer. Die Kapazität lässt sich also durch die Spannung beeinflussen. Anwendung als Abstimmelement in Schwingkreisen.

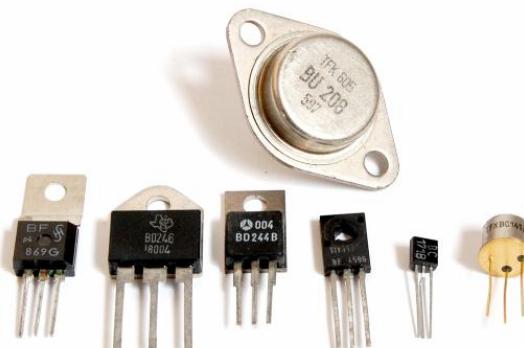


Aufbau Ein Transistor ist ein Halbleiterbauelement, bestehend aus zwei N-Leitern, zwischen denen eine dünne Schicht eines P-Leiters liegt (NPN-Typ, es gibt auch den PNP-Typ). Die mittlere Schicht heißt **Basis**, die äußeren Schichten heißen **Emitter** und **Kollektor**. Jede Schicht trägt einen Anschluss, somit hat ein Transistor 3 Anschlüsse. In digitalen Schaltkreisen werden eine Vielzahl von Transistoren auf einer gemeinsamen Unterlage (Substrat) aufgebracht.

Schaltsymbol und Schichtaufbau NPN, PNP



Bauformen



Kenndaten

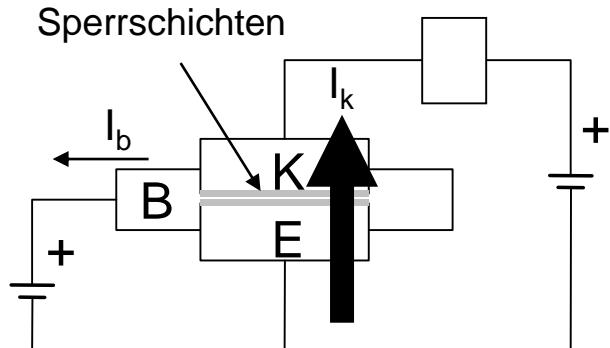
Typ (NPN oder PNP)
Stromverstärkung
maximale Kollektorspannung
maximaler Kollektorstrom
Grenzfrequenz



Vertiefung

Der bipolare Transistor

Zwischen Basis (B) und Emitter (E) bzw. Basis und Kollektor (K) bilden sich zwei Sperrsichten (s. *Frage T22*). Weil die Basis sehr dünn und schwach dotiert ist, können die Elektronen bei fließendem Basisstrom I_b auch die B-K-Sperrsicht überwinden und über den Kollektor-Anschluss abfließen.



Damit kann der Kollektorstrom I_k durch einen im Verhältnis dazu kleinen Basisstrom gesteuert werden.

Der Transistor verhält sich wie ein elektrisch gesteuerter, veränderlicher Widerstand zwischen E und K.

Strom zwischen Emitter und Kollektor fließt erst, wenn Basisstrom fließt, d.h. wenn die Spannung zwischen Basis und Emitter mindestens +0,7 V (für Si-Transistoren) beträgt (s. *Frage T23*).

Beachte: Die Pfeile geben die physikalische Stromrichtung an!

Beachte: Das Vorhandensein von Sperrsichten setzt die Beteiligung von + (Löchern) und - (Elektronen) Ladungsträgern voraus. Deher die Bezeichnung „bipolarer Transistor“.

Der unipolare Transistor

Diese Form benutzt nur eine Art von Ladungsträger, der Strom wird durch ein elektrisches Feld (fast leistunglos) gesteuert. Beispiel: Feldeffekttransistor (FET).

Anwendung von Transistoren

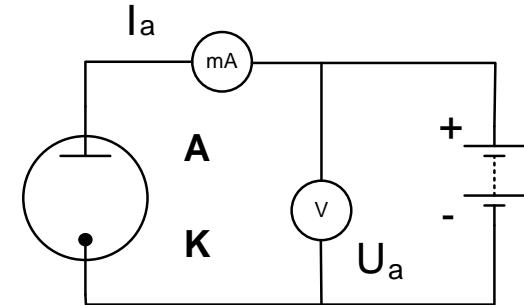
Verstärker für NF und HF, Oszillatoren, Signalerzeugung, Schalter, Regelkreise.



Aufbau und Wirkungsweise

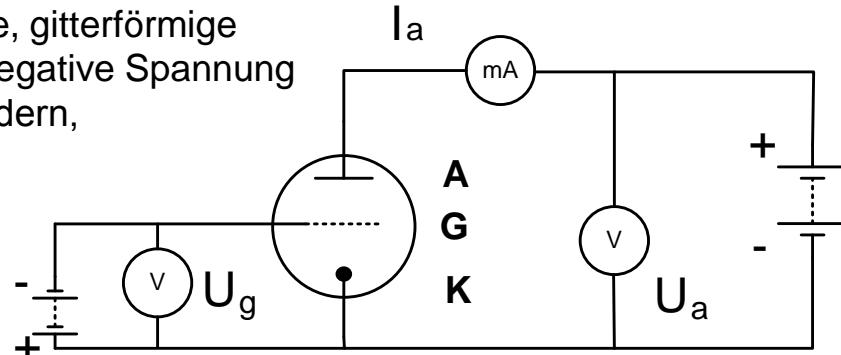
Diode

In einem luftleeren Glaskolben befinden sich 2 oder mehr Elektroden. Eine davon, die Kathode (K), wird durch einen Heizfaden zum Glühen gebracht und entlässt dadurch freie Elektronen. Die gegenüberliegende Elektrode heißt Anode (A), sie ist kalt, wird auf eine + Spannung (U_a) gelegt und saugt die Elektronen ab. Strom (I_a) kann daher nur von der Kathode zur Anode fließen.



Triode

Zwischen Kathode und Anode wird eine dritte, gitterförmige Elektrode (G) eingebracht. An ihr wird eine negative Spannung („Gittervorspannung“) angelegt um zu verhindern, dass Elektronen über das Gitter abfließen. Mit einer kleinen Spannungsänderung zwischen Gitter und Kathode (U_g) kann eine große Änderung des Anodenstroms (I_a) bewirkt werden.



Anwendung

Dioden als Gleichrichter
Trioden als Verstärker
In der Funktechnik werden Elektronenröhren fast nur noch für HF-Leistungsverstärker (PA, power amplifier) verwendet.

Anmerkungen

Der Glühfaden wird bei der Zählung der Elektroden nicht mitgerechnet.
Fügt man noch „Schirmgitter“ und „Bremsgitter“ hinzu, entsteht die **Pentode**.



Vertiefung

Leistungslose Steuerung des Anodenstroms

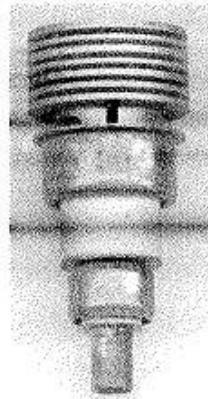
Da die Gitterspannung in der Regel negativ ist, fließt kein Gitterstrom. Daher muss bei Elektronenröhren keine Leistung zur Steuerung aufgebracht werden, im Gegensatz zu Transistoren, bei denen ein Basisstrom fließen muss.

Einige Bauformen

Röhren:



EC 8020
Vorstufenröhre



2 C 39 BA
Sendetriode Metall-Keramik



Elektronik

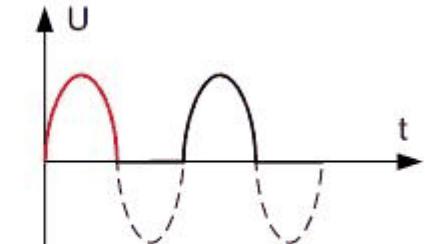
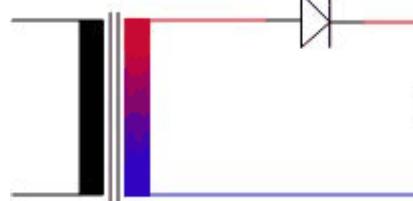
Stromversorgung

- Arten von Gleichrichterschaltungen – Wirkungsweise (T26)
- Stabilisatorschaltungen (T27)
- Hochspannungsnetzteil – Aufbau, Dimensionierung und Schutzmaßnahmen (T28)

Gleichrichterschaltungen erzeugen aus Wechselspannung Gleichspannung. Die Wirkungsweise beruht darauf, dass Dioden den elektrischen Strom nur in einer Richtung leiten.

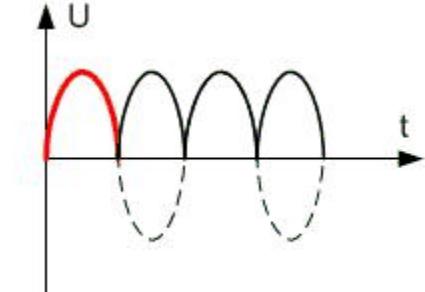
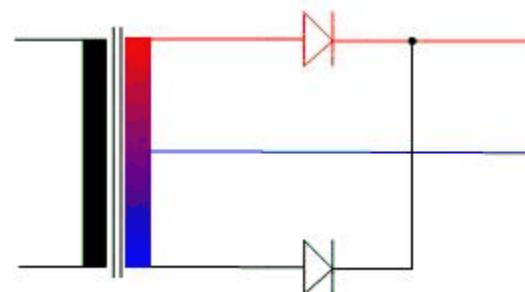
Einweg Gleichrichter

Nur eine Halbwelle der Wechselspannung wird verwendet.
Hohe Restwelligkeit, 50Hz



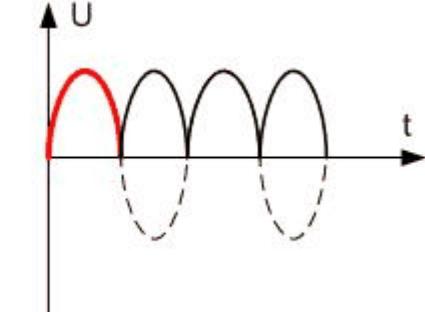
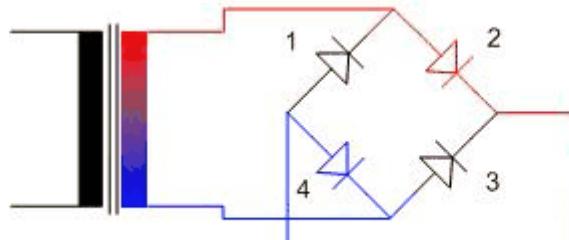
Doppelweg Gleichrichter

Beide Halbwellen der Wechselspannung werden verwendet.
„Mittelanzapfung“ beim Trafo nötig!
Geringere 100Hz Restwelligkeit.



Vollweg- oder Brückengleichrichter

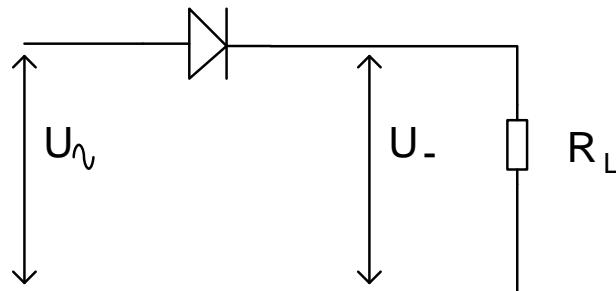
Beide Halbwellen werden verwendet,
Nur eine Trafowicklung ist notwendig.
Geringere 100Hz Restwelligkeit.



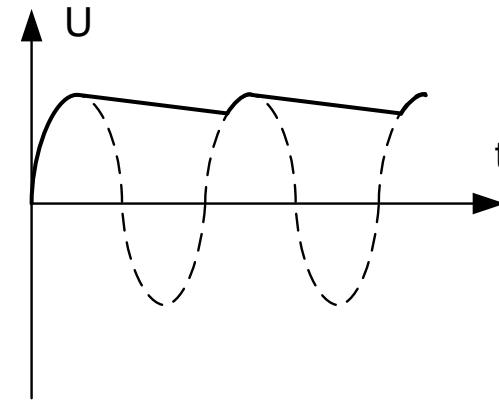
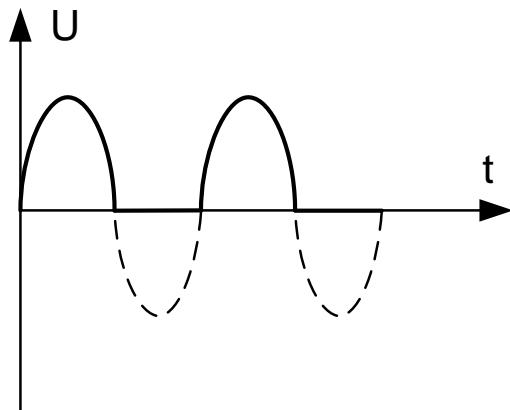
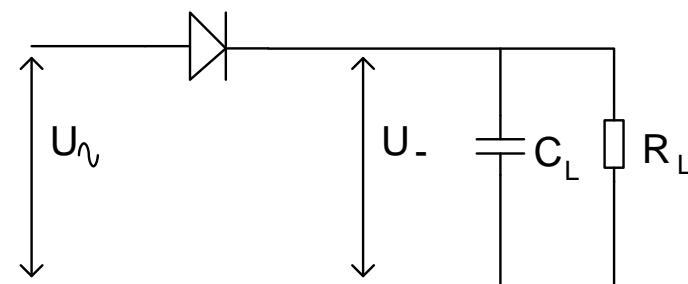
Vertiefung

Glättung der Ausgangsspannung am Beispiel des Einweggleichrichters mit Lastwiderstand R_L

ohne Ladekondensator



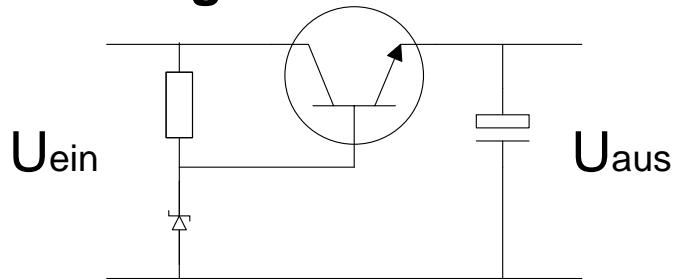
mit Ladekondensator C_L



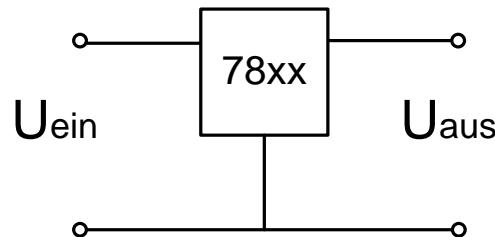


Stabilisatorschaltungen findet man sowohl in freistehenden Stromversorgungsgeräten wie auch in Funkgeräten, Verstärkern und Messgeräten. Sie werden eingesetzt, um Spannungsschwankungen auszugleichen, wie sie aufgrund wechselnder Lastwiderstände auf Grund des immer vorhandenen Innenwiderstandes (s. auch G13) entstehen können. Das geschieht mit Hilfe eines Regelkreises, der den Innenwiderstand der Spannungsquelle verändert, so dass die Klemmenspannung konstant bleibt (s. G13).

Vertiefung



Mit einer Zenerdiode (Referenzspannung) und einem Transistor als steuerbaren (Innen-) Widerstand (Längstransistor) kann ein einfacher Spannungsregelkreis aufgebaut werden. Die Ausgangsspannung ist um die B-E-Spannung kleiner als die Nennspannung der Zenerdiode.



Festspannungsregler sind als integrierte Schaltkreise fertig erhältlich.



Hochspannungsnetzteile werden zur Erzielung hoher Spannungen (500V und mehr) verwendet. Ihr Anwendungsgebiet in der Funktechnik beschränkt sich auf die Versorgung von Leistungsverstärkern, in denen Elektronenröhren eingesetzt sind.

Schaltungstechnik

Sie entspricht der anderer Netzteile (Transformatoren, Gleichrichter und Stabilisierungsschaltungen).

Dimensionierung

Hochspannungsnetzteilen erfordern sorgfältig dimensionierte (spannungsfeste) Bauteile (Transformatoren, Gleichrichter, Kondensatoren, Stecker).

Schutzmaßnahmen

- Gleichspannungen im Bereich von 500 Volt und mehr sind absolut lebensgefährlich!
- Bereits ab 50 V sind Schutzmaßnahmen erforderlich. Deshalb ist bei Hochspannung perfekter Berührungsschutz zwingend vorgeschrieben. Dieser wird erreicht durch geschlossenen Hochspannungskäfig mit Deckelschalter und Entladewiderständen an den Elektrolytkondensatoren.
- Vor jedem Eingriff in ein Hochspannungsnetzteil ist der Netzstecker zu ziehen und einige Minuten zum Entladen der Kondensatoren abzuwarten.
- Siehe auch Fragen T103, T104.

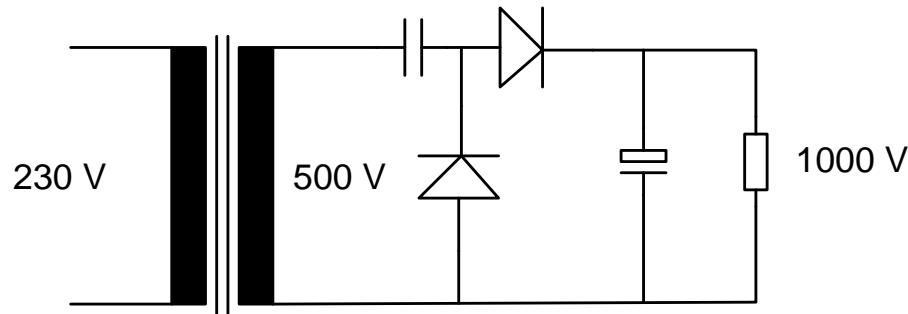
Vertiefung

Spannungsverdoppelung

Wird oft zur Erzielung hoher Spannungen bei der Gleichrichtung verwendet.

Vorteil

Der Transformator braucht nur für die halbe Ausgangsspannung (allerdings für doppelten Strom) dimensioniert werden.



Elektronik

Digitaltechnik

- Was bedeuten die Begriffe „analog“ „und digital“? (G10)
- Welche Arten von digitalen Bauelementen kennen Sie? – Wirkungsweise (T29)
- Was sind elektronische Gatter? – Wirkungsweise (T30)



Was bedeuten die Begriffe „analog“ „und digital“?

Siehe auch „Der Begriff Linearität“ (G8) und „Sinus- und nicht sinusförmige Signale“ (T7).

Analog Ein analoges Signal kann zwischen den Spitzenwerten jeden beliebigen Zwischenwert annehmen. Die getreue Verarbeitung und Wiedergabe analoger Signale setzt Linearität voraus.

Beispiel: Schallwellen oder die von Mikrofonen erzeugten Signale. Auch Lautsprecher bzw. Kopfhörer benötigen analoge Signale.

Analoge Signale sind störanfällig. Wenn Störsignale in den Linearitätsbereich der verarbeitenden Elektronik fallen, werden sie so wie die Nutzsignale verarbeitet.

Digital Digitale Signale weisen nur zwei („binäre“) Spannungszustände auf (logische Zustände 0 oder 1) und keine Zwischenwerte.

Beispiel: Lichtschalter („an“ oder „aus“).

Zur Verarbeitung ist Linearität nicht erforderlich. Nichtlinearität ist sogar von Vorteil: Störungen, sofern sie zwischen die binären Zustände 0 oder 1 fallen, werden nicht verarbeitet und spielen daher keine Rolle.

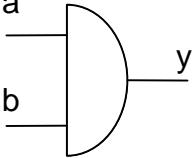
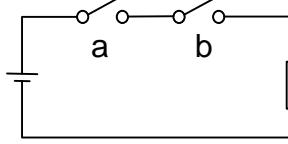
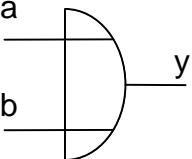
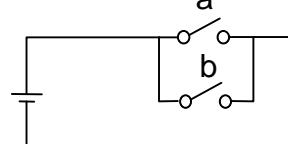


Digitale Bauelemente dienen der Erzeugung und Verarbeitung von digitalen Signalen (*Rechtecksignale, siehe Frage T7*). Digitale Signale weisen nur zwei („binäre“) Spannungszustände auf (logische Zustände 0 oder 1). Digitale Bauelemente werden heute mehrheitlich als integrierte Schaltkreise in großen Stückzahlen hergestellt.

Wirkungsweise	Digitale Bauelemente sind eingangs- wie ausgangsseitig auf die Verarbeitung von digitalen Signalen (s.o.) zugeschnitten. Sie arbeiten daher grundsätzlich „nichtlinear“ als Schalter und können folglich keine Zwischenwerte verarbeiten. Dadurch unterscheiden sie sich grundlegend von „linearen“ Verstärkern.
Vorteile	Die Möglichkeit logischer Verknüpfung digitaler Signale erlaubt Rechenoperationen im binären Zahlenraum. Das Fehlen von Zwischenwerten bringt Vorteile hinsichtlich der Störsicherheit mit sich.
Gatter	Bauelemente zur logischen Verknüpfung (z.B. UND, ODER)
Kippstufen	Bauelemente, die fremdgesteuert (getriggert) oder eigenständig (periodisch) zwischen zwei Zuständen hin- und herschalten, z.B. Blinklichtsteuerung.
Puffer	Bauelemente, die binäre Signalfolgen speichern und wieder ausgeben können.
Zähler	Bauelemente, die die Zahl von Impulsen innerhalb einer vorgebbaren Zeit ermitteln können.
Anzeigen	Bauelemente, die Zahlen und/oder Buchstaben und Symbole grafisch sichtbar machen können (Displays).

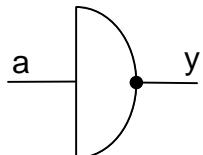


Elektronische Gatter (Tore, Gates) sind die einfachste Form digitaler Bauelemente. Sie verknüpfen zwei oder mehr digitale Eingangssignale mit einem digitalen Ausgangssignal. Gatter kennen nur 2 Zustände, z.B. low oder high, aktiv oder passiv, 0 oder 1.

Name	Symbol	Ersatzschaltbild	Beschreibung
UND (AND)	 a b y		Nur wenn beide Eingänge „1“ sind, ist der Ausgang „1“.
ODER (OR)	 a b y		Wenn mindestens ein Eingang „1“ ist, ist der Ausgang „1“.

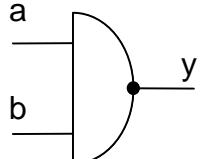
Vertiefung

NOT



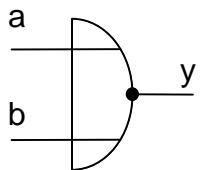
Der Ausgang ist immer „invertiert“ im Vergleich zum Eingang

NAND



Wenn beide Eingänge „1“ sind,
ist der Ausgang „0“ (also „invertiert“ im Vergleich zu AND).

NOR



Wenn mindestens ein Eingang „1“ ist,
ist der Ausgang „0“ (also „invertiert“ im Vergleich zu NOR).

Fachleute verwenden aussagekräftigere Schaltsymbole und sog. „Wahrheitstabellen“, um die Funktionsweise der unterschiedlichen Typen kompakt darzustellen.

Diese Darstellungen gehen auch auf weitere Typen von Gattern ein,
z.B. XAND, XOR.

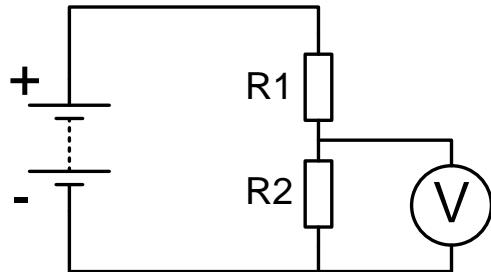
Elektronik

Messtechnik

- Messung von Spannung und Strom am Beispiel eines vorgegebenen Stromkreises (T31)
- Erklären Sie die prinzipielle Funktion eines Griddipmeters (T32)
- Erklären Sie die Funktionsweise eines HF-Wattmeters (T33)
- Erklären Sie die Funktionsweise eines Oszilloskopen (Oszilloskop) (T34)
- Erklären Sie die Funktionsweise eines Spektrumanalysators (T35)
- Was bedeutet der Begriff "Dezibel"? (G11)



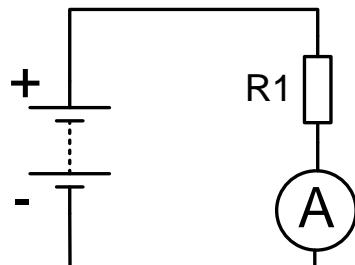
Spannung wird mit einem Voltmeter parallel zum interessierenden Schaltungsteil gemessen.



Das Voltmeter V misst den Spannungsabfall an R_2 .

Der Innenwiderstand des Voltmeters soll möglichst hoch sein, um den Messwert nicht zu verfälschen!

Strom wird durch Auftrennen des Stromkreises mit einem Amperemeter in Reihe gemessen.



Das Amperemeter A misst den Strom durch R_1 .

Der Innenwiderstand des Amperemeters soll möglichst gering sein, um den Messwert nicht zu verfälschen!



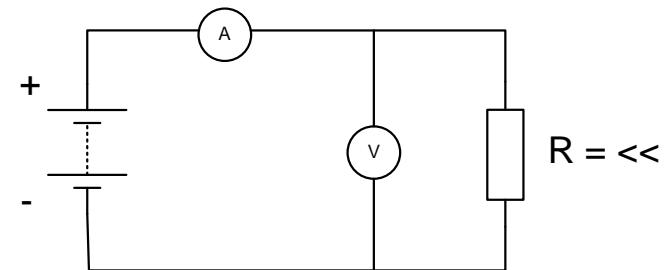
Vertiefung

Was ist zu beachten, wenn in einem Stromkreis Spannung und Strom gleichzeitig gemessen werden sollen?

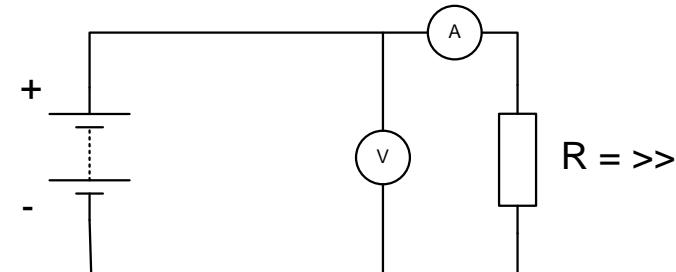
Wenn der Lastwiderstand klein ist,
fließt ein hoher Strom.

Amperemeter vor dem Voltmeter!

Dadurch bleibt der Messfehler durch den Strom, der durch das Spannungsmessgerät fließt, klein.



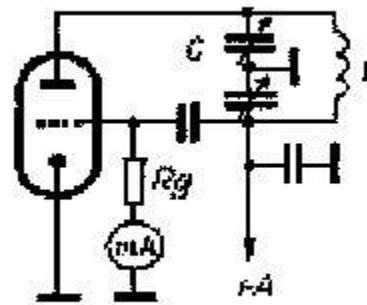
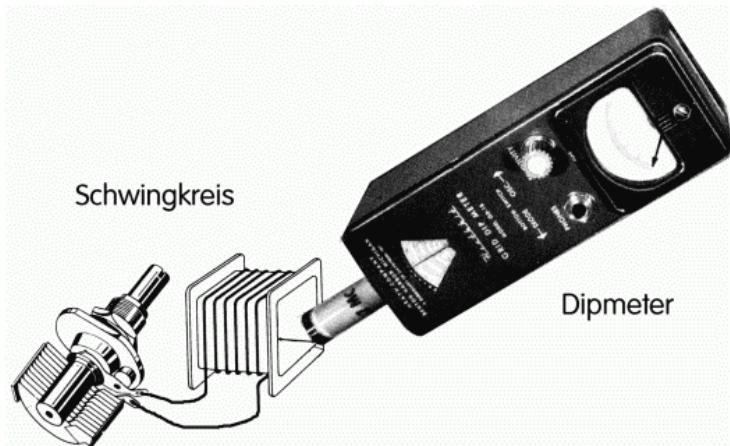
Wenn der Lastwiderstand groß ist,
fließt ein geringer Strom.
Amperemeter nach dem Voltmeter!
Dadurch bleibt der Messfehler durch den Spannungsabfall am Strommessgerät klein.





Der Schwingkreis eines Transistor- oder Röhrenoszillators (Griddipmeter) mit veränderlicher Frequenz wird einem unbekannten Schwingkreis genähert.

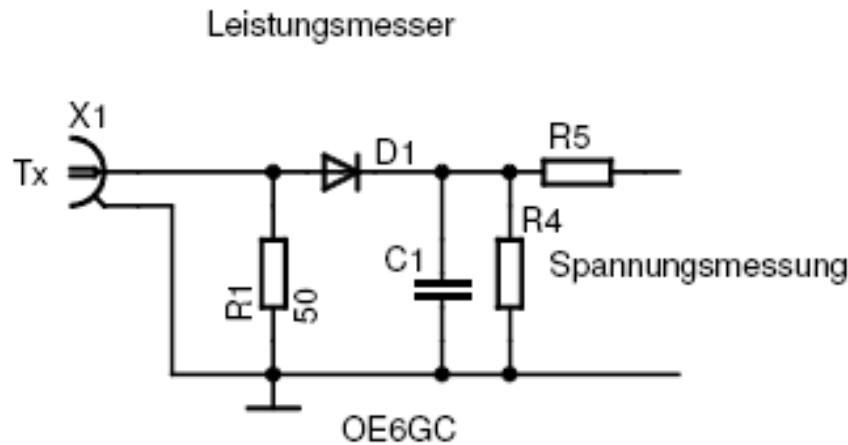
Wenn die beiden Resonanzfrequenzen übereinstimmen, wird dem Oszillator im Griddipmeter Energie entzogen. Das kann an einem Messinstrument (Rückgang des Gitterstroms) abgelesen werden. Somit kann die Frequenz festgestellt werden.



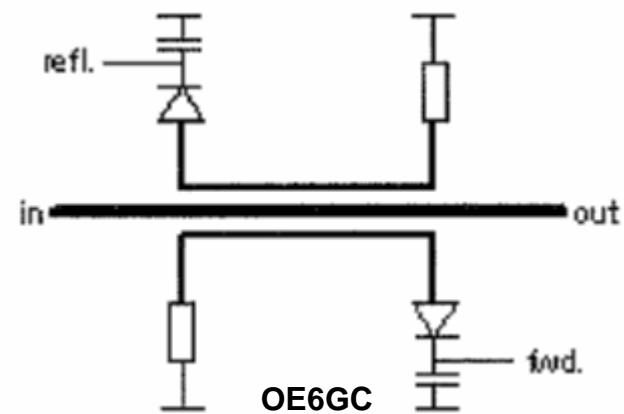
Beispiel eines älteren Griddip-Meters. Da moderne Geräte keine Röhren, somit auch kein Gitter haben spricht man jetzt einfach von einem Dipmeter.



Das hochfrequente Signal wird entweder direkt oder über einen Richtkoppler einem Diodengleichrichter zugeführt. Damit wird praktisch eine Spannungsmessung vorgenommen. Bei konstantem, bekanntem und ausreichend belastbarem Abschlusswiderstand kann die Skala des Messwerks direkt in Watt kalibriert werden.



Auch sog. „Richtkoppler“ (SWR-Meter, Schaltung rechts), enthalten immer Leistungsmesser auf der Basis von Diodengleichrichtern, getrennt für fwd (hinlaufende) u. refl (rücklaufende) Welle.

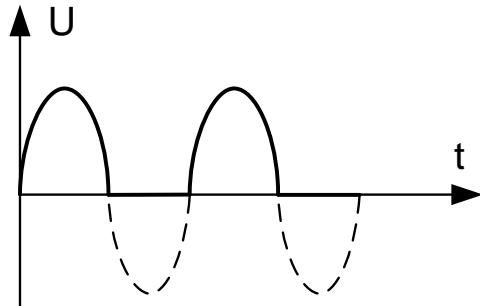




Mittels eines Oszillografen kann der zeitliche Verlauf sinusförmiger oder nichtsinusförmiger Signale (s. T7) dargestellt und gemessen werden (horizontale Achse: Zeit; vertikale Achse: Spannung/Strom).

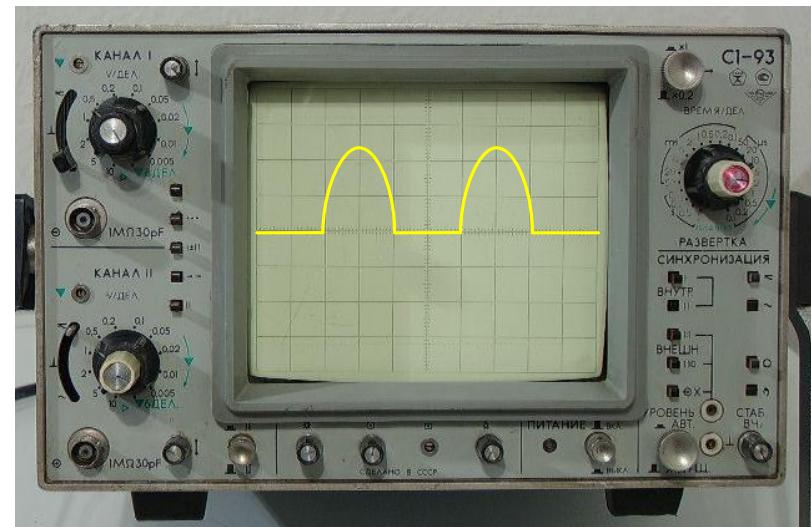
In einer Kathodenstrahlröhre treffen gebündelte Elektronen (Kathodenstrahlen sind Elektronen, s. T25) auf einen Bildschirm und bringen ihn am Auftreffpunkt zum Leuchten. Bei einem Oszillografen wird der Kathodenstrahl immer wieder von einer Seite zur anderen horizontal abgelenkt, dann unterdrückt (abgedunkelt) und sehr viel schneller wieder an die Startposition zurückgeführt.

Die Ablenkfrequenz kann eingestellt und an die Frequenz des darzustellenden Signals angepasst werden. Das zu messende Signal (Eingangssignal) wird verstärkt und lenkt den Kathodenstrahl in senkrechter Richtung ab. Somit kann der zeitliche Verlauf der Eingangsspannung als Leuchtspur dargestellt werden.



Spannungsverlauf eines Einweggleichrichters (s. T26).

- Vertikal ist die Spannung (U) ablesbar.
- Horizontal ist die Periodendauer ablesbar (und daraus die Frequenz zu ermitteln).

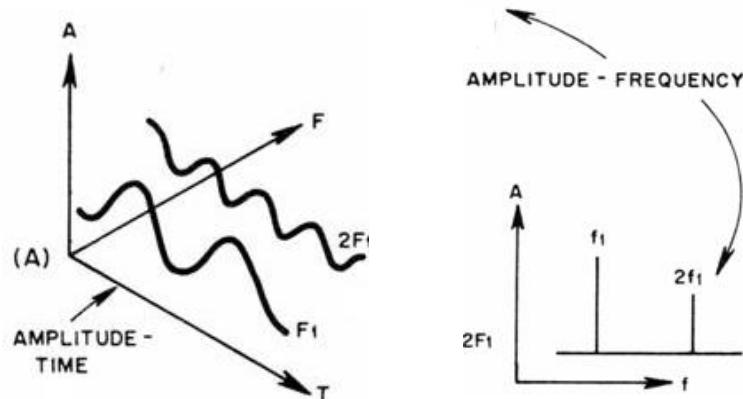




Mittels eines Spektrumanalysators können mehrere Signale mit verschiedenen Frequenzen gleichzeitig in einem wählbaren Frequenzbereich dargestellt werden.

Zur Anzeige dient ein Bildschirm (ähnlich einem Oszilloskop, s. *Frage T34*), allerdings zeigt die horizontale Achse die Frequenz. Die vertikale Achse bringt die Amplitude zur Anzeige. Auf dem Bildschirm ist also ein bestimmter Frequenzbereich zu sehen. Ist in diesem Frequenzbereich ein Signal vorhanden, wird dies durch eine der Amplitude entsprechende vertikale Auslenkung des Strahls sichtbar gemacht.

Damit lassen sich ein Frequenzbereich, das Nutzsignal und ev. unerwünschte Aussendungen (s. *Frage T94*) sowie deren Stärke messtechnisch erfassen.



Quelle: DJ4UF





Was bedeutet der Begriff „Dezibel“?

Der Begriff „Dezibel“ ist in Messtechnik und Antennentechnik unverzichtbar (s. auch *Frage T75*).

- Definition** Dezibel (dB) ist ein logarithmisches Maß für das Verhältnis von zwei gleichartigen Leistungsgrößen P_1 und P_2 bzw. Spannungsgrößen U_1 und U_2
 $L = 10\lg(P_2/P_1)$ dB = $20\lg(U_2/U_1)$ dB
- Erinnerung** Logarithmus bedeutet Hochzahl (Exponent), z.B. $\lg 1000 = \lg 10^3 = 3$
- Beispiel** Ein Verstärker wird mit 100 Watt angesteuert (P_1) und liefert 400 W (P_2), also beträgt der Verstärkungsfaktor der Leistung 4. Wieviel dB sind das?
 $L = 10\lg(400/100) =$
 $= 10\lg(4 \cdot 10^2 / 10^2) = 10\lg(4 \cdot 10^0) = 10\lg(4 \cdot 1) = 10 \cdot 0,6 = \underline{6 \text{ dB}}$
- Vorteil** Erleichterung beim Rechnen mit Zehnerpotenzen, da man nur die dB Werte addieren bzw. subtrahieren muss.
- Beispiel** Zwei Verstärker liegen hintereinander. Der erste verstärkt die Leistung um den Faktor 2 (3dB), der zweite um den Faktor 4 (6dB). Wie groß ist die Gesamtverstärkung? Antwort: $3 + 6 = \underline{9 \text{ dB}}$.
- Beispiel** Was bedeutet -20 dB für einen Spannungspegel?
Antwort: $-20 = 20\lg X$, $\Rightarrow \lg X = -1$, $\Rightarrow \underline{X = 0,1}$ (weil $10^{-1} = 0,1$)
Die Spannung wird auf ein Zehntel verringert.
- Merkhilfen** Siehe nächste Seite.



Was bedeutet der Begriff „Dezibel“? Merkhilfen

Merke:

3dB	doppelte Leistung
6dB	vierfache Leistung
10dB	10 fache Leistung
13dB	20 fache Leistung
20dB	100 fache Leistung

Merke: dB kann auch Spannungsverhältnisse beschreiben!

6dB	doppelte Spannung
12dB	vierfache Spannung
20dB	10 fache Spannung

Merke:

positives Vorzeichen	bedeutet Verstärkung
negatives Vorzeichen	bedeutet Abschwächung
6dB	vierfache Leistung, doppelte Spannung
-6dB	ein Viertel der Leistung, halbe Spannung

Umrechnung: Beispiele		
Leistungs-verhältnis	Spannungs-verhältnis	L
10000	100	40 dB
100	10	20 dB
10	≈ 3,16	10 dB
≈ 4	≈ 2	6 dB
≈ 2	≈ 1,41	3 dB
≈ 1,26	≈ 1,12	1 dB
1	1	0 dB
≈ 0,79	≈ 0,89	-1 dB
≈ 0,5	≈ 0,71	-3 dB
≈ 0,25	≈ 0,5	-6 dB
0,1	≈ 0,32	-10 dB
0,01	0,1	-20 dB
0,0001	0,01	-40 dB



Funktechnik

Nachrichtentechnische Grundbegriffe

- Prinzipieller Aufbau eines Kommunikationssystems.
Grundausrüstung einer Amateurfunkstelle. (G12)



Prinzipieller Aufbau eines Kommunikationssystems. Grundausrüstung einer Amateurfunkstelle.

Prinzipieller Aufbau

- Signal-Eingabegerät (z.B. Mikrofon, Tastatur, TV Kamera)
- Sender
- Antennenanpassgerät
- Antenne
- Empfänger
- Signal-Ausgabegerät (z.B. Kopfhörer, Drucker, Bildschirm).

Grundausrüstung einer Amateurfunkstelle

Die Grundausrüstung wird im wesentlichen von der gewählten Betriebsart bestimmt.

Beispiele:

- Sprechfunk
- Packet Radio (und andere digitale Betriebsarten)
- ATV (amateur television)
- Satellitenfunk

Details in Tabellenform auf der nächsten Seite.



Grundausrüstung einer Amateurfunkstelle.

Ausrüstungsgegenstand	Sprechfunk	Telegrafie	Packet Radio 1)	ATV	Satellitenfunk
Mikrofon	x				x
Taste		x			
PC mit Soundkarte	2)	2)	x		3)
Modem/Controller			x		
TV Kamera				x	
Sender/Empfänger	x	x	x	x	x
Leistungsverstärker	4)	4)	4)	4)	4)
Antennentuner	5)	5)			
Senden-/Empfangsanenne	x	x	x	x	6)
Lautsprecher, Kopfhörer	x	x			x
TV Monitor				x	
Mess- und Kontrollgeräte Blitzschutz	7)	7)	7)	7)	7)

- 1) sinngemäß auch für andere Betriebsarten (RTTY, PSK31, Pactor, Winmor etc)
- 2) wahlweise zur Logbuchführung, zur Steuerung der Funkanlage, oder als Bestandteil des Senders/Empfängers (SDR, software defined radio)
- 3) zur Bahndatenberechnung und Steuerung der Frequenz (Kompensation des Dopplereffektes, *siehe auch G14*)
- 4) wahlweise im Rahmen der geltenden Vorschriften
- 5) wahlweise nach Maßgabe der technischen Erfordernisse, vornehmlich auf Kurzwelle
- 6) zirkular polarisiert, gegebenenfalls für zwei Bänder (Crossband-Betrieb), *siehe auch T85 und G14*.
- 7) obligatorisch, nach Maßgabe der geltenden Vorschriften.

Funktechnik

Modulationstechnik

- Erklären Sie den Begriff Modulation (analoge und digitale Verfahren) (T51)
- Prinzip und Kenngrößen der Frequenzmodulation (T49)
- Prinzip und Kenngrößen der Amplitudenmodulation (T50)
- Prinzip, Arten und Kenngrößen der Einseitenbandmodulation (T45)
- Prinzip, Arten und Kenngrößen der Pulsmodulation (T46)
- Erklären Sie die wichtigsten Anwendungen der digitalen Modulationsverfahren (T47)
- Erklären Sie die Begriffe CRC, FEC (T48)



Modulation ist ein zentraler Begriff jeder technischen Form von Nachrichtenübertragung.

Man muss unterscheiden zwischen dem „Träger“, der dauernd ausgesandt wird (z.B. Elektromagnetische Strahlung, Schallwellen) und dem eigentlichen Signal, das mittels des Trägers übertragen werden soll.

Modulation bezeichnet den Vorgang, bei dem einem hochfrequenten „Träger“ ein niederfrequentes Signal aufgeprägt wird.

Analoge Verfahren Wenn das niederfrequente Signal jeden Zwischenwert zwischen höchster und niedrigster Signalstärke (Pegel) annehmen kann (z.B. Sprache, Musik, auch Bildinformation), spricht man von analoger Modulation, und zwar unabhängig davon, ob das analoge Signal auf analogem oder digitalem Wege erzeugt wird.

Digitale Verfahren Wenn das niederfrequente Signal nur 2 Zustände (Ein/Aus, 0/1, zwei Frequenzen) einnimmt, spricht man von digitaler Modulation (Telegrafie, Fernschreiben, Martinshorn), und zwar unabhängig davon, ob das digitale Signal auf analogem oder digitalem Wege erzeugt wird. Nicht zu verwechseln mit analogen Verfahren (s.o.), die mittels Digitaltechnik verwirklicht werden.



Vertiefung

Es gibt zwei Möglichkeiten, mehrere Signale miteinander zu verknüpfen, nämlich Addition (Superposition) und Multiplikation (Mischung).

Addition

ist ein „linearer“ Vorgang.
Die ursprünglichen Frequenzen der Ausgangssignale bleiben erhalten.
Es entstehen keine neuen Signale.

Multiplikation (Mischung)

ist ein „nichtlinearer“ Vorgang.
Es entstehen neue Signale mit neuen Frequenzen, die in den Ausgangssignalen nicht enthalten sind („Mischprodukte“).

Mischprodukte

Im Falle der Modulation handelt es sich um „Seitenbänder“, die absichtlich erzeugt werden (s. T45).

Im Falle nichtlinearer Verstärker (z.B. Übersteuerung) handelt es sich um unerwünschte Ausgangssignale (s. Frage T94).

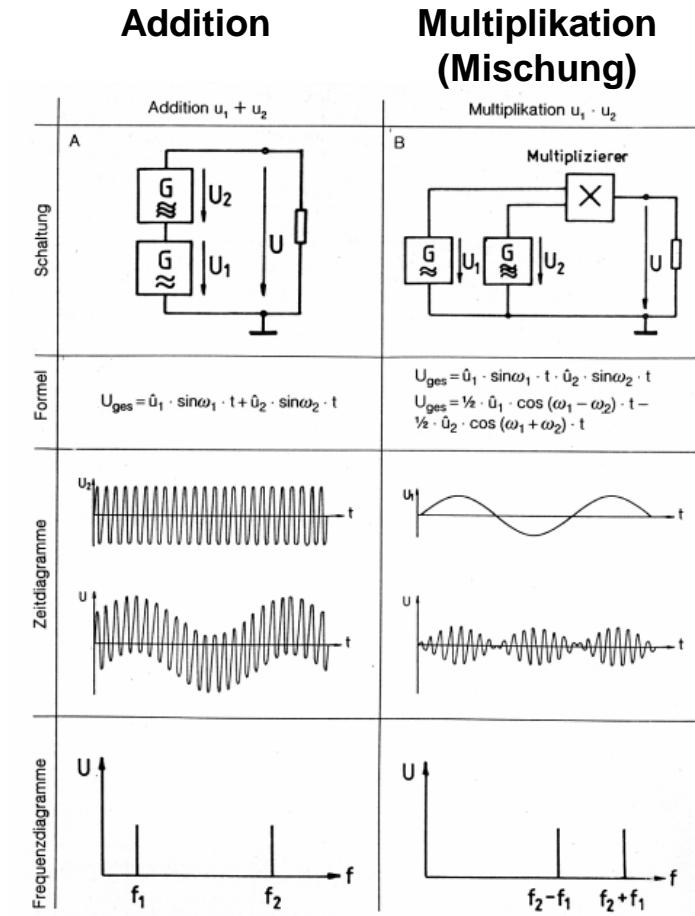


Abb. 3: Addition und Multiplikation von zwei Frequenzen



Das niederfrequente Modulationssignal verändert die Grundfrequenz, nicht aber die Amplitude des hochfrequenten Trägersignals. Die Amplitude des Modulationssignals bestimmt den Betrag der Ablenkung von der Trägerfrequenz und damit die Lautstärke.

Kenngrößen

Frequenzhub die maximale Ablenkung der Trägerfrequenz von der Grundfrequenz in kHz, im Amateurfunk: 5 kHz.

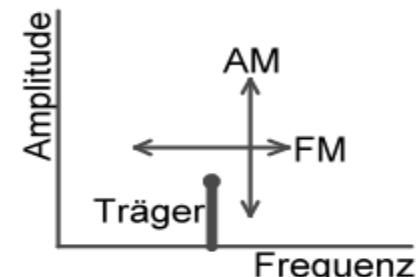
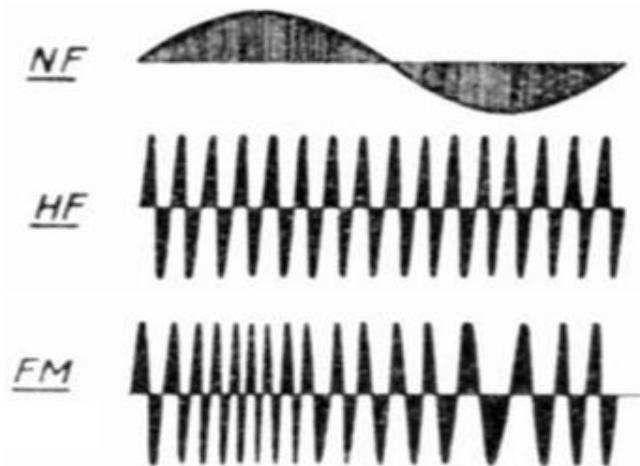
Modulationsindex = $\frac{\text{Frequenzhub (kHz)}}{\text{Modulationsfrequenz (kHz)}}$

Im Amateurfunk wird Frequenzmodulation (FM) auf den 2m und 70cm Bändern benutzt.

Der Frequenzhub beträgt in der Regel 5 kHz.

Die Modulationsfrequenz betrage 3 kHz.

Daraus folgt ein Modulationsindex von $5/3 = 1,7$



Q: OE6AAD



Das niederfrequente Modulationssignal verändert die hochfrequente Ausgangsleistung und damit die Lautstärke des Senders (Amplitude). Die Frequenz des Modulationssignals bestimmt die Bandbreite des ausgesandten Signals. Wird der Modulationsgrad von 100% überschritten (übermoduliert), dann kommt es zu Verzerrungen des ausgesandten Signals.

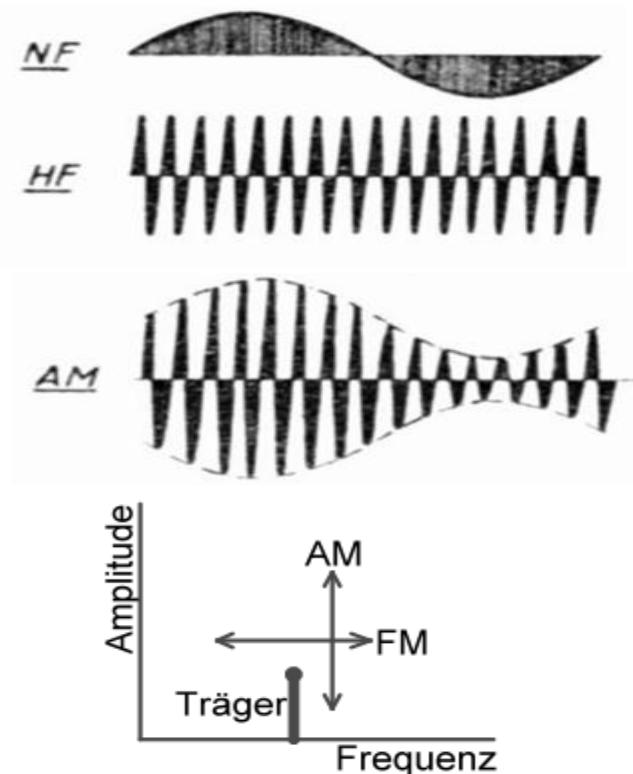
Kenngrößen

Modulationsgrad = $\frac{\text{NF-Amplitude}}{\text{HF-Amplitude}} \times 100 \text{ (%)}$

Bandbreite = $2 f_m$, wobei f_m die maximale zu übertragende Frequenz des Modulationssignales ist.

Im Amateurfunk wird Amplitudenmodulation (AM) auf den Kurzwellenbändern benutzt, allerdings in Form der Einseitenbandmodulation (SSB, siehe T45).

(Zur Vertiefung s. Vertiefung der Frage T51.)



Q: OE6AAD



Ausgehend von einem amplitudenmodulierten Signal (AM) werden der Träger und ein Seitenband unterdrückt. Das Ergebnis ist ein Einseitenbandsignal (SSB, single side band).

Der Vorteil liegt a) in der weit günstigeren Leistungsausbeute und b) der halben Bandbreite. Beides ergibt eine geringere Störanfälligkeit der Signalübertragung.

Kenngrößen

LSB, USB gibt an, welches Seitenband in Bezug auf die Trägerfrequenz verwendet wird (Lower Side Band, Upper Side Band)

Trägerunterdrückung wird angegeben in dB (*Begriff s. Frage T75*)

Seitenbandunterdrückung wird angegeben in dB (*Begriff s. Frage T75*)

Spitzenausgangsleistung PEP (peak envelope power) wird angegeben in Watt
(*Begriff s. Frage T99*)

Im Amateurfunk wird SSB auf allen dafür zugelassenen Frequenzbändern (Kurzwelle und UKW) benutzt. Einer Gepflogenheit folgend: LSB unter 10MHz, USB oberhalb 10 MHz.

Vertiefung

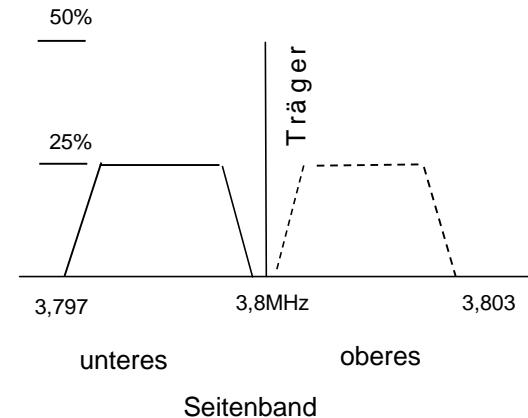
Veranschaulichung

Die % Angaben betreffen die Ausgangsleistung bezogen auf AM:

Unmoduliertes Trägersignal: max 50%, kein Informationsgehalt.

Pro Seitenband je 25%, jeweils gleicher Informationsgehalt.

„oberes“, „unteres“ beschreibt die Lage des
Seitenbandes bezogen auf die Trägerfrequenz.



Erzeugung

Es gibt 2 Methoden, SSB zu erzeugen, beide sind mit analoger Schaltungstechnik oder digital mit digitalen Signalprozessoren (DSP, s. *Frage T55*) realisierbar.

Filtermethode Mittels eines Filters wird nur ein Seitenband durchgelassen.

Phasenmethode Mittels eines Phasenschieber-Netzwerkes wird ein Seitenband unterdrückt, man nützt aus, dass die Seitenbänder zueinander 90° phasenverschoben sind (*Begriff Phase: s. Vertiefung zu Frage T3*).



Bei der Pulsmodulation werden einzelne Impulse (Pulse) gesendet. Die Information liegt in der Art, wie die Amplitude, der Takt oder die Abfolge der Impulse verändert wird.

Diese Modulationsarten werden, mit Ausnahme der Morsetelegrafie, nur auf sehr hohen Frequenzen, über dem 70cm Band, angewendet!

Der Vorteil liegt in der hohen erzielbaren Übertragungssicherheit.

Arten PAM = Pulsamplitudenmodulation

PDM = Pulsdauermodulation, z.B. Morsetelegrafie, letztere kombiniert mit PCM (s.u.)

PFM = Pulsfrequenzmodulation (Takt wird entsprechend der Amplitude des Modulationssignals beschleunigt oder verlangsamt)

PPM = Pulphasenmodulation (Puls wird entsprechend der Amplitude des Modulationssignals mehr oder weniger verzögert gesendet)

PCM = Pulscodemodulation: der zu übertragende Wert der Niederfrequenz (Amplitude) wird digital codiert als binäre Zahl gesendet.

Kenngrößen Pulsamplitude

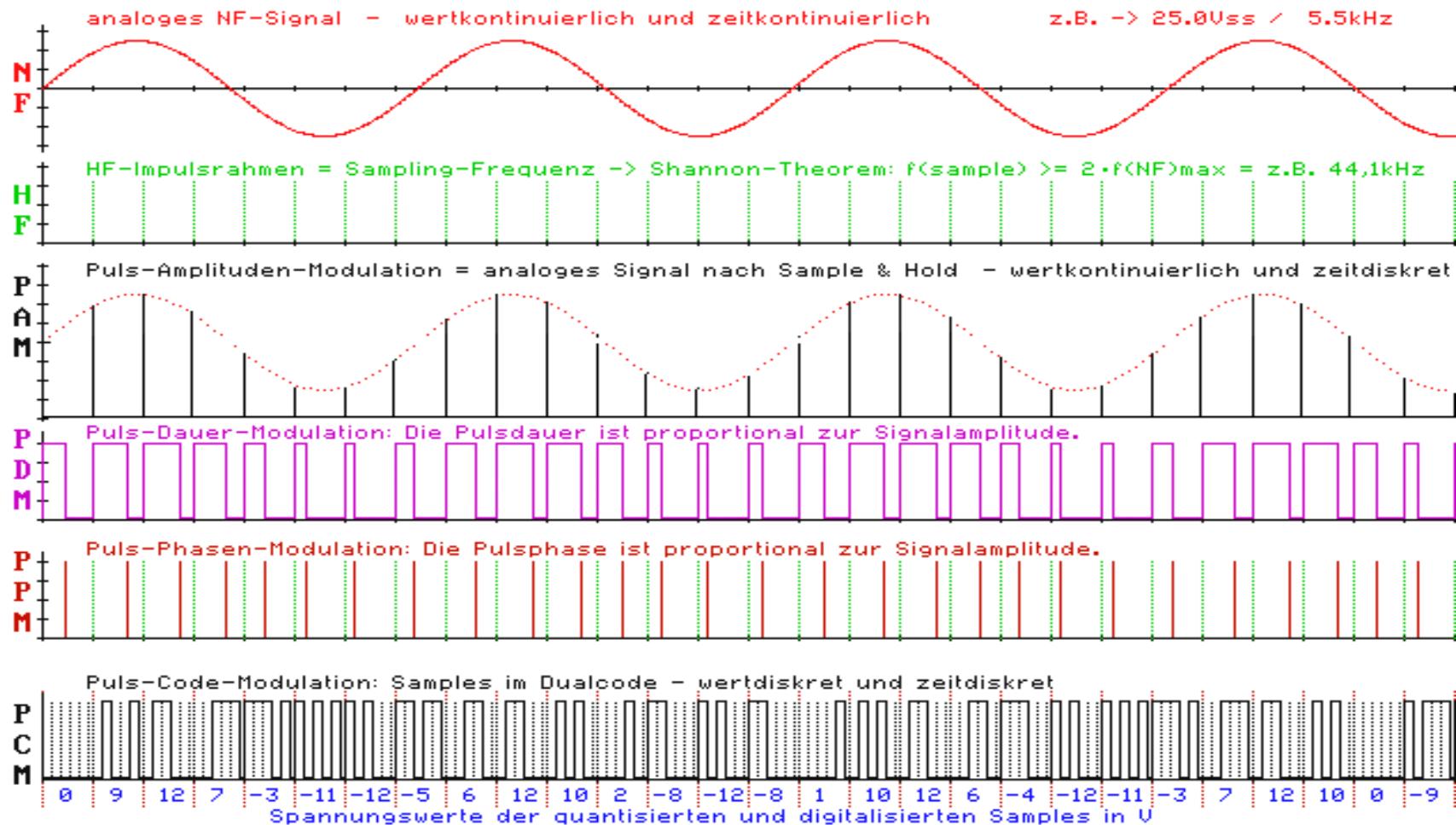
Pulsdauer

Pulsfrequenzhub: Betrag der maximalen Abweichung des Taktes

Pulphasenhub: Betrag der maximalen Voreilung bzw. Verzögerung

Codierung: eindeutige Regel, was jede Pulsfolge zu bedeuten hat, z.B. Morsetelegrafie.

Vertiefung bzw. Veranschaulichung



Quelle: <http://www.didactic.de/>



- CW Morsetelegrafie: kombiniert digitale Modulation (ein/aus) mit Pulsdauermodulation (PDM) und Pulscodierung und erlaubt weitgehend störungsfreien Funkverkehr mit kleinsten Leistungen und geringstem technischen Aufwand.
- FSK Frequenzumtastung (frequency shift keying): z.B. für RTTY (Funkfernenschreiben), Packet Radio. Eine Art der Frequenzmodulation. Der Träger wird zwischen 2 fix definierten Frequenzen hin und her getastet, in Kombination mit Codierung.
- PSK Phasenumtastung (phase shift keying) mit 2 oder 4 möglichen Zuständen: Der Träger wird um 45 oder 90 Grad in der Phase verschoben. Dadurch können in einer HF-Schwingung 2 oder 4 digitale Zustände ausgedrückt werden, z.B. für PSK 31, in Kombination mit Codierung. Erlaubt in Verbindung mit FEC (s. T48) weitgehend automatischen und störungsfreien Verbindungsauflauf, wenn höchste Übertragungssicherheit gefordert ist (Schiffsfunk, Notfunk).
- QAM Quadratur – Amplitudenmodulation: Eine Kombination von Amplituden- und Phasenmodulation, z.B. für digitales Fernsehen, Datenübertragung. Dabei wird der Träger sowohl in der Amplitude, als auch in der Phase moduliert. So können noch mehr Informationen pro HF-Schwingung übertragen werden, in Kombination mit Codierung.

*Bezüglich digitaler Modulationsverfahren s. auch Frage T51.
Bezüglich Impulsmodulation s. Frage T46.*



CRC und FEC sind Begriffe, mit denen in der Nachrichtentechnik sogenannte „Fehlerkorrigierende Verfahren“ bezeichnet werden.

CRC Cyclic Redundancy Check. In einer Digitalaussendung wird eine binäre Prüfsumme für die Daten errechnet und mitgesendet. Im Empfänger wird diese aus den empfangenen Daten neu errechnet und mit der empfangenen Prüfsumme verglichen. Stimmen beide nicht überein, fordert der Empfänger automatisch eine Wiederholung des Datenpaketes an, solange bis die Prüfsummen übereinstimmen (ARQ – automatic repeat request).

Beispiele aus dem Amateurfunk: Amtor, Pactor, Winmor, V4Chat.

FEC Forward Error Correction. Bereits bei der Aussendung werden redundante (streng genommen überflüssige) Informationen mitgesendet, die die Korrektur von Übertragungsfehlern beim Empfänger ermöglichen und somit die Fehleranfälligkeit der Decodierung verringern.

Beispiele: unaufgeforderte Wiederholung von Worten, Buchstabieralphabet.

Funktechnik

Empfängertechnik (RX-Technik)

- Erklären Sie den Begriff Demodulation (T36)
- Zeichnen Sie das Blockschaltbild eines Überlagerungsempfängers (T37)
- Mischer in Empfängern – Funktionsweise und mögliche technische Probleme (T41)
- Was verstehen Sie unter Spiegelfrequenz und Zwischenfrequenz? (T38)
- Erklären Sie den Begriff des Rauschens – Auswirkungen auf den Empfang (T40)
- Erklären Sie die Kenngrößen eines Empfängers – Empfindlichkeit, intermodulationsfreier Bereich, Eigenrauschen (T39)
- Nichtlineare Verzerrungen – Ursachen und Auswirkungen (T42)
- Empfängerstörstrahlung – Ursachen und Auswirkungen (T43)



Bei der Demodulation wird das niederfrequente Modulationssignal (Sprache oder Daten) aus dem modulierten Hochfrequenzsignal zurückgewonnen.

Demodulator

bezeichnet eine Baugruppe, die der Wiedergewinnung des Modulationssignals (s. *Frage T51*) aus dem empfangenen hochfrequenten Signal dient.

Je nach verwendeter Modulationsart (s. *Fragen T49, T50, T45*) ist der Demodulator unterschiedlich aufgebaut und trägt unterschiedliche Bezeichnungen (*siehe auch Vertiefung*).

FM

Ratiendetektor

AM

Diodendetektor (Gleichrichter)

SSB

Produktdetektor



Vertiefung

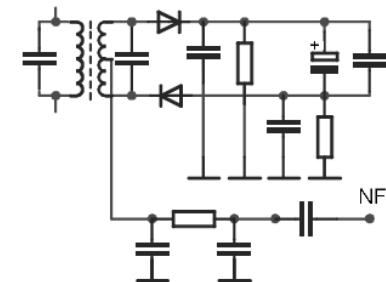
Modulationsart

Freuenzmodulation (FM)

Detektor

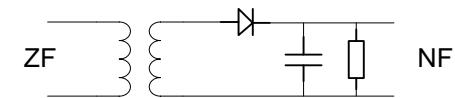
Ratiendetektor

Schaltung



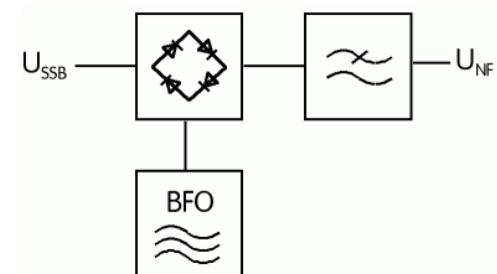
Amplitudenmodulation (AM)

Diodendetektor
(Gleichrichter)



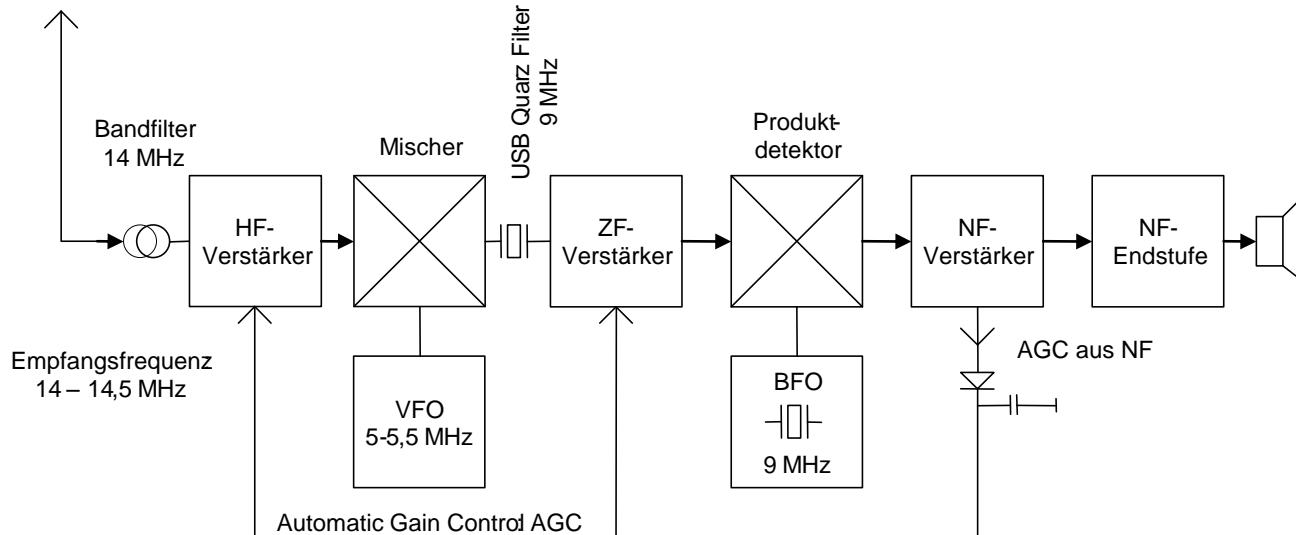
Einseitenband Modulation (SSB)

Produktdetektor
Die Bezeichnung deutet bereits darauf hin, dass es sich um einen Mischer handelt:
Mischen = Multiplikation
Ergebnis = Produkt
(s. Frage T51, Vertiefung)





Der Überlagerungsempfänger verdankt seinen Namen dem Begriff „Überlagerung“, mit dem früher der Vorgang der Mischung zweier Signale bezeichnet wurde.



Von der Antenne gelangen alle Empfangsfrequenzen zu einem **Bandfilter**, das das gewünschte Frequenzband durchlässt. Nach Verstärkung im **HF-Verstärker** werden die Empfangssignale im **Mischer** mit dem Signal eines **VFO** (variable frequency oscillator) gemischt. Aus den Mischprodukten (*Summen- und Differenzfrequenz*, s. Fragen T38, T41) wird durch ein **Filter** (im Bild ein Quarz-Filter) die gewünschte Zwischenfrequenz (ZF) herausgefiltert und im **ZF-Verstärker** verstärkt. Im **Produktdetektor** erfolgt eine weitere Mischung mit dem Signal des **BFO** (beat frequency oscillator). Dieses Signal hat die Frequenz des im ersten Mischer auf die Zwischenfrequenzebene gebrachten Trägersignals. Aus den dabei entstehenden neuen Mischprodukten wird nur das niederfrequente Signal weiter verarbeitet. Es wird über den **NF-Verstärker** und die **NF-Endstufe** dem Lautsprecher zugeführt.

Mehr...

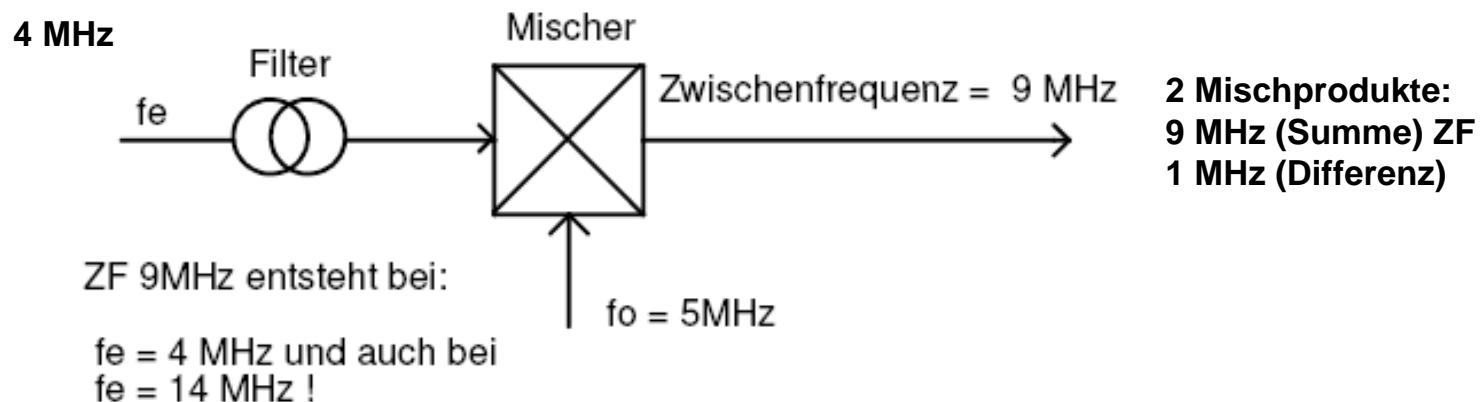


Mehr:

- AGC** (automatic gain control) bezeichnet eine Methode, mit der die Lautstärke des niederfrequenten Ausgangssignals eines Empfängers konstant gehalten wird. Das ist notwendig, da die Amplituden der von der Antenne kommenden Empfangssignale einen Bereich von bis zu 1:1.000.000 (120db) überstreichen können.
- Aus dem NF-Signal wird die Regelspannung (variable Gleichspannung) erzeugt und den HF- und ZF-Verstärkern zugeführt. Damit wird die Verstärkung dieser Stufen an die Stärke des Empfangssignals angepasst (kleines Signal – hohe Verstärkung und umgekehrt). Die Höhe dieser Gleichspannung ist damit proportional der Eingangssignalstärke und wird als Empfangsfeldstärke (S-Wert) am Empfangsgerät angezeigt.
- AFC** (automatic frequency control, in FM Empfängern): Aus dem FM-Demodulator wird eine „Nachstimmspannung“ gewonnen, die zur Nachstimmung der Oszillator-Frequenz (mittels eines VCO, s. *Frage T53*) genutzt wird. Damit werden Schwankungen der Empfangsfrequenz (Doppler-Effekte, s. *Frage T85*), thermische Einflüsse, ausgeglichen.
- Squelch** Rauschsperre: unterdrückt das Rauschen bei FM-Empfängern, wenn kein HF-Signal empfangen wird. Der NF-Verstärker wird „stumm“ geschaltet, wenn das Eingangssignal unter einer gewissen Schwelle (einstellbar am Gerät) liegt.



Der Mischer mischt die Empfangsfrequenz mit einem im Gerät befindlichen Oszillatoren (VFO, s. auch Frage T37). Dadurch entstehen Mischprodukte mit der Summe und der Differenz der beiden Frequenzen. Falls die unerwünschte Spiegelfrequenz (s. auch Frage T38) nicht schon am Eingang ausgefiltert (unterdrückt) wird, besteht die Gefahr des Spiegelfrequenzempfanges.



Daher darf Filter vor dem Mischer nur das Nutzsignal durchlassen!
Die zweite Frequenz ist unerwünscht (Spiegelfrequenz!)

Quelle: OE6GC

Genaueres zum Begriff des Mischens (Multiplikation, Mischprodukte):
Siehe Vertiefung der Frage T51.



Zwischenfrequenz

Wenn man zwei hochfrequente Signale mischt (s. *Fragen T37, T41, s. Vertiefung der Frage T51*), entstehen immer zwei neue Signale, deren Frequenzen sich aus der Summe und der Differenz der Ausgangsfrequenzen ergibt (sog. „Mischprodukte“). Eines der beiden Mischprodukte kann ausgewählt werden (Filter) und weiter verarbeitet als „Zwischenfrequenz“ (ZF) in Überlagerungsempfängern (s. *Fragen T37, T38*).

Spiegelfrequenz

Angenommen, die Zwischenfrequenz (ZF) solle 9 MHz betragen. Zum Mischen soll eine Oszillatorkennfrequenz von 5 MHz verwendet werden. Dann führen zwei Signalfrequenzen zur selben Zwischenfrequenz:

Signal 1	14 MHz	nach Mischung entsteht ZF = 14 – 5 = 9 MHz
Oszillatorkennfrequenz	5 MHz	
Signal 2	4 MHz	nach Mischung entsteht ZF = 4 + 5 = 9 MHz

Signal 1 und Signal 2 liegen also „spiegelbildlich“ um 5 MHz über bzw. unter der Zwischenfrequenz. Signal 1 wird als „Spiegelfrequenz“ zu Signal 2 bezeichnet, und umgekehrt.

Diese „Spiegelfrequenz“ kann nur durch ein entsprechendes Bandfilter (s. *Frage T37*) im Eingang unterdrückt werden, welches nur die gewünschte Empfangsfrequenz ungehindert durch lässt.

Andernfalls würden beide Signale empfangen (Spiegelfrequenzempfang, s. auch *Frage T41*). Bei extrem starken Signalen kann es trotz Bandfilter zu Spiegelfrequenzempfang kommen.



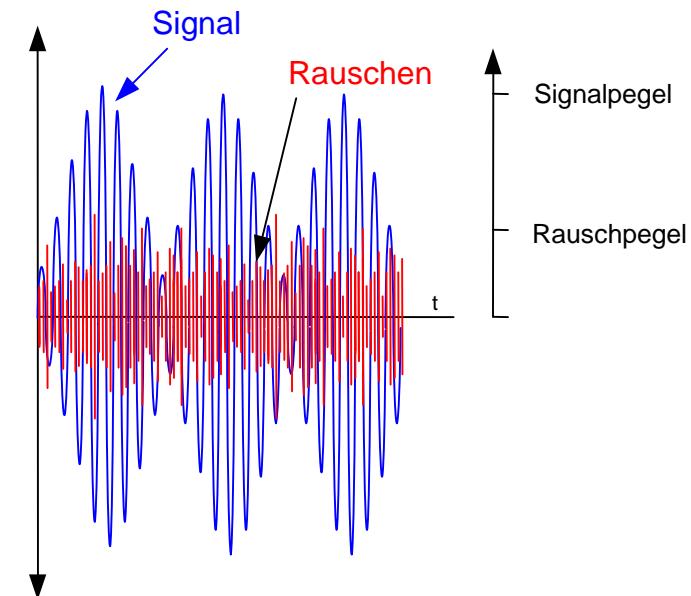
Unregelmäßige thermische Elektronenbewegungen erzeugen in jedem Bauteil unregelmäßige Stromschwankungen, die als Rauschen (Noise) bezeichnet werden. Je geringer das Rauschen, desto schwächere Signale können noch empfangen werden. Je geringer die Bandbreite, desto niedriger der Rauschpegel.

Eigenrauschen

Alle auf Gerätebauteile zurückzuführenden Rauschquellen ergeben das „Eigenrauschen“, das nur durch Verwendung rauscharmer Bauteile oder Kühlung verringert werden kann.

Äußeres Rauschen

Dazu kommt das „äußere Rauschen“, das sich aus dem atmosphärischen Rauschen, dem galaktischen Rauschen und dem sog. „man made noise“ (technische Rauschquellen) zusammensetzt. Das äußere Rauschen ist frequenz- und standortabhängig.



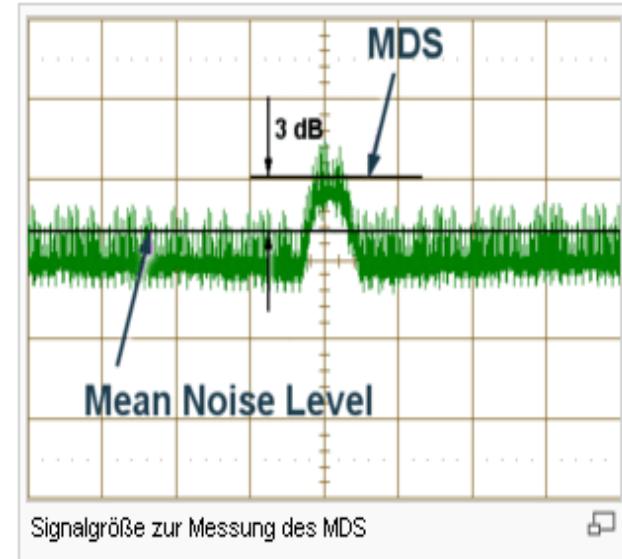
S/N Verhältnis (Signal to Noise Ratio)

Das Zahlenverhältnis von Signalpegel zu Rauschpegel. S/N wird in dB (s. G11) angegeben und auch zur Messung der Grenzempfindlichkeit von Empfängern benutzt (s. Frage T39). z.B. bedeutet ein S/N von 3 dB, dass die Signalamplitude 1,4 mal größer als die Rauschamplitude ist.



Empfindlichkeit

der kleinste Signalpegel, der noch empfangen werden kann. Genauer: Man spricht vom MDS (minimal detectable signal), definiert als das Signal, das mit einem S/N Wert von 3 dB feststellbar ist (s. Abbildung, s. auch Frage T40). In der Praxis bedeutet das einen Signalpegel von ca. $0,2\mu\text{V}$.



Intermodulationsfreier Bereich

ist ein Maß dafür, wie stark zwei gleich starke benachbarte Signale, bezogen auf das Eigenrauschen, sein können, ohne dass es zu Übersteuerung und nichtlinearen Verzerrungen kommt (s. G8, T51, T42). Gute Werte > 90db.

Eigenrauschen

ist ein Maß für das Rauschsignal (noise level), das von allen innerhalb des Empfängers zusammenwirkenden Rauschquellen erzeugt wird, wenn kein Eingangssignal vorhanden ist (s. Abbildung: „Mean Noise Level“).



In Empfängern

Falls durch starke Signale im Empfangszweig eine Stufe in den nichtlinearen Arbeitsbereich ausgesteuert (übersteuert) wird, entstehen durch Mischungsvorgänge Empfangssignale, die am Empfängereingang und im gewünschten Empfangsbereich gar nicht vorhanden sind (Geistersignale). Solche unerwünschten Mischvorgänge aufgrund nichtlinearer Verzerrungen nennt man Intermodulation bzw. Kreuzmodulation. In den meisten Fällen geschieht das im HF-Verstärker (s. *Frage T37*) des Empfängers.

Abhilfe Einschaltung eines „Abschwächers“ (absichtliche Verringerung der Empfindlichkeit).

Abschwächer zwischen Antenne und Empfänger, in manchen Geräten eingebaut und zuschaltbar.



In Sendern

Nichtlineare Verzerrungen und Intermodulation sind auch sehr häufig an Sendern zu beobachten und eine der häufigsten Ursachen von unerwünschten Nebenaussendungen und übermäßigen Bandbreiten. Sie sind fast immer auf unsachgemäße Bedienung (Übersteuerung) des Gerätes zurückzuführen. Seltener sind Konstruktionsmängel oder Defekte.

Abhilfe kann nur der Verursacher (korrekte Bedienung, Reparatur) schaffen (s. auch *Fragen T94, T95, T100*).



Jeder Empfänger enthält einen oder mehr Oszillatoren (VFO, BFO, s. auch *Blockschaltbild zu Frage T37*). Jeder Oszillator ist ein Sender kleiner Leistung und kann störend strahlen.

Abstrahlung über die Empfangsantenne

Der Oszillator muss vom Antenneneingang des Empfängers so gut entkoppelt werden, dass das Oszillatorsignal auf keinen Fall den Weg zum Antenneneingang findet.

Diese Entkopplung erfolgt durch den HF-Vorverstärker und durch Bandfilter (s. auch *Frage T37*), die nur das gewünschte Empfangssignal durchlassen, das Oszillatorsignal jedoch unterdrücken. Die Messung erfolgt mit einem Hilfsempfänger oder Spektrumanalysator (s. *Frage T35*) am Antenneneingang.

Direktabstrahlung

Die Direktabstrahlung kann durch geeignete Abschirmung des Oszillators unterbunden werden. Die Messung bzw. die Lokalisierung des Strahlungsaustritts erfolgt mit einer Hilfsantenne oder einer kleinen Einkoppelschleife (Spule) am Eingang des Hilfsempfängers oder Spektrumanalysators.

Funktechnik

Sendertechnik (TX-Technik)

- Oszillatoren – Grundprinzip, Arten (T52)
- Erklären Sie den Begriff VCO (T53)
- Erklären Sie den Begriff PLL (T54)
- Erklären Sie den Begriff DSP (T55)
- Erklären Sie die Begriffe sampling, anti aliasing filter, ADC / DAC (T56)
- Merkmale, Komponenten, Baugruppen eines Senders (T57)
- Zweck von Puffer- und Vervielfacherstufen, Aufbau (T58)
- Aufbau einer Senderendstufe, Leistungsauskopplung (T59)



Ein Oszillator erzeugt ein Wechselspannungssignal („Schwingung“) gewünschter Frequenz und Kurvenform (hier hochfrequent und sinusförmig, s. auch *Fragen T9, T7*).

Grundprinzip

Jeder Oszillator ist ein Verstärker, bei dem ein Teil des Ausgangssignals wieder an den Eingang zurückgeführt wird („Rückkopplung“). Dadurch kommt es zur „Selbsterregung“ (Beispiel: akustische Rückkopplung). Befindet sich im Rückkopplungsweg ein frequenzbestimmendes Bauteil (als Filter), meist ein Schwingkreis (oder ein Quarz), so kann Selbsterregung nur auf dessen Resonanzfrequenz stattfinden.

Arten

VFO (variable frequency oscillator): Variable Frequenz durch einen abstimmbaren Schwingkreis.

X(C)O (xtal (crystal) oscillator): Quarzoszillator: Fixfrequenz, nur in geringem Umfang veränderbar. Ein Quarz weist eine wesentlich höheren Güte und Temperaturstabilität auf als ein Schwingkreis (s. auch *Frage T18*), somit lassen sich wesentlich stabilere Oszillatorketten erzielen.

VCO (voltage controlled oscillator): Spannungsgesteuerter Oszillator (s. *Frage T53*).

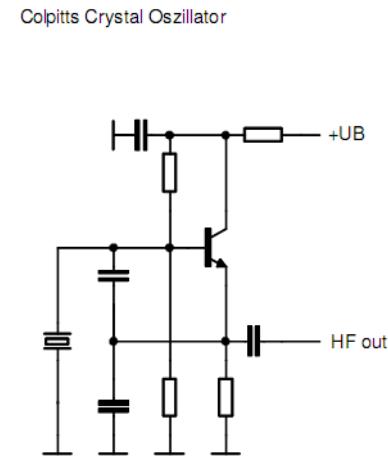
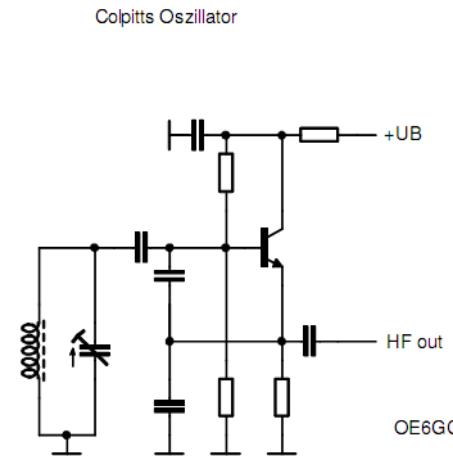
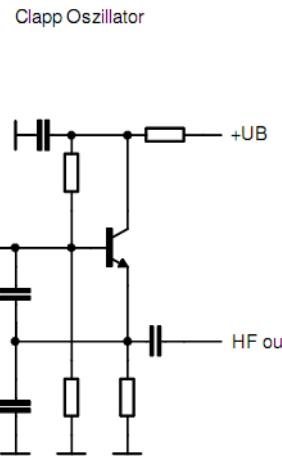
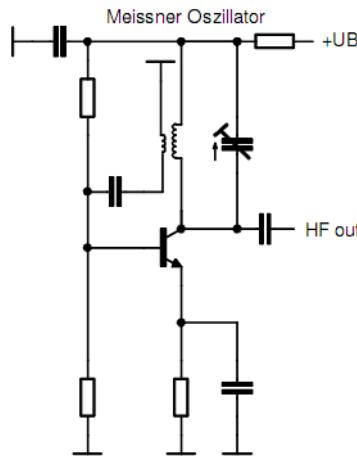


Vertiefung

Schaltungsvarianten

wurden nach ihren Entwicklern benannt,
z.B. Meißner, Clapp, Hartley, Colpitts, Huth-Kühn, Butler, ...
jeweils mit Schwingkreis oder Quarz ausführbar.

Schaltungbeispiele



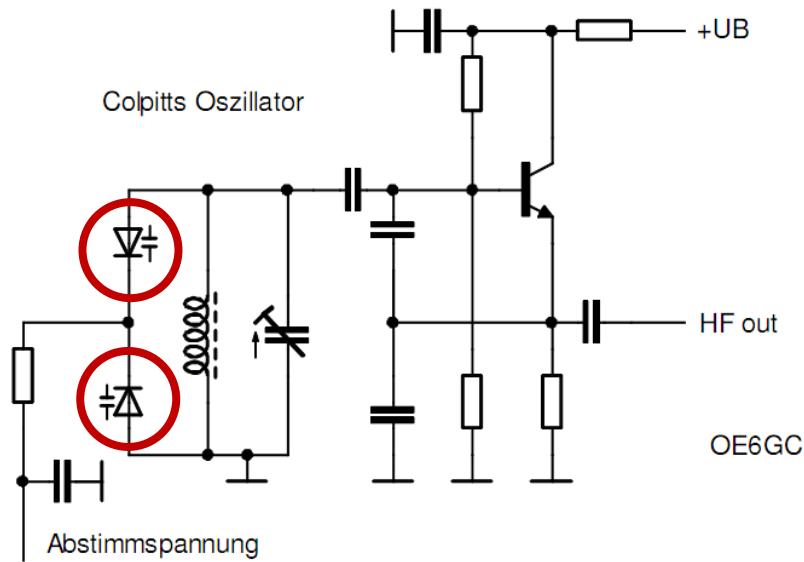


Der Begriff VCO (voltage controlled oscillator) bezeichnet einen spannungsgesteuerten Oszillator. Dem frequenzbestimmenden Resonanzschwingkreis eines Oszillators wird eine Kapazitätsdiode (s. *Frage T23*) parallel geschaltet. An diese Diode wird eine variable Gleichspannung angeschlossen, mit der die Oszillatofrequenz beeinflusst werden kann.

Genauer

Die Sperrsicht einer Diode stellt einen Kondensator dar (s. *Frage T22*).

Wird eine Spannung in Sperrrichtung angelegt, so wird die Sperrsicht breiter, die Kapazität geringer. Die Kapazität lässt sich also durch die Spannung beeinflussen und auch die Oszillatofrequenz wird entsprechend verändert.





Der Begriff PLL (phase locked loop) bedeutet „phasenverriegelte Schleife“ und bezeichnet ein Verfahren, das mittels eines geschlossenen Regelkreises (loop) und einem Ist–Soll Vergleich die Frequenz eines Oszillators stets auf einen einstellbaren Sollwert nachstellt.

Vorteil

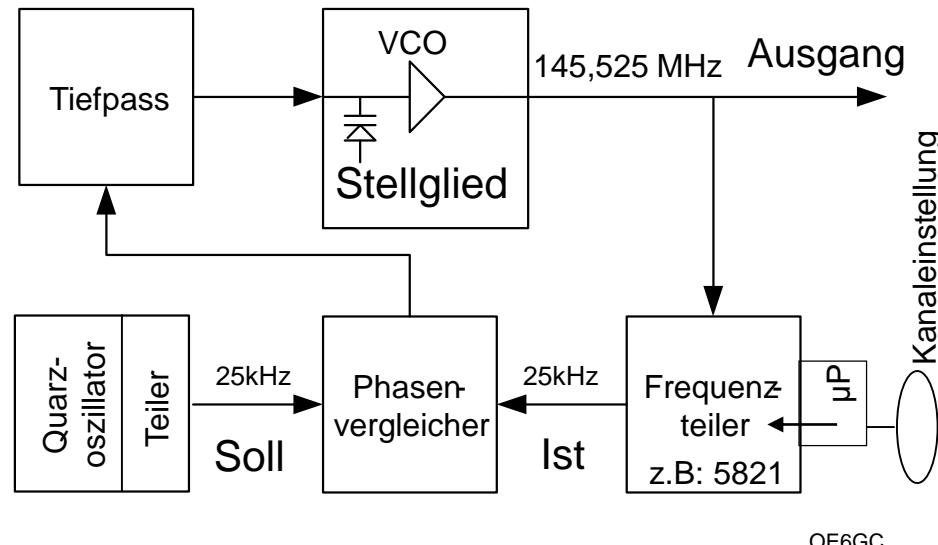
Man bekommt man ein quarzstabiles Signal auch auf wesentlich höheren Frequenzen als es mit herkömmlichen Quarzoszillatoren möglich ist.

Vertiefung

Ist-Wert: Die Ausgangsfrequenz eines VCO (s. Frage T53) wird über einen einstellbaren Frequenzteiler einem Phasenvergleicher zugeführt.

Soll-Wert (Referenzfrequenz): wird von einem Quarzoszillator mit nachgeschaltetem Teiler geliefert.

Ist-Soll Vergleich: Am Ausgang des Vergleichers steht eine veränderliche Gleichspannung zur Verfügung, die die Kapazitätsdiode (Stellglied) des VCO steuert. Somit entsteht ein geschlossener Regelkreis, der die Oszillatorkreisfrequenz stets auf den Sollwert nachstellt.



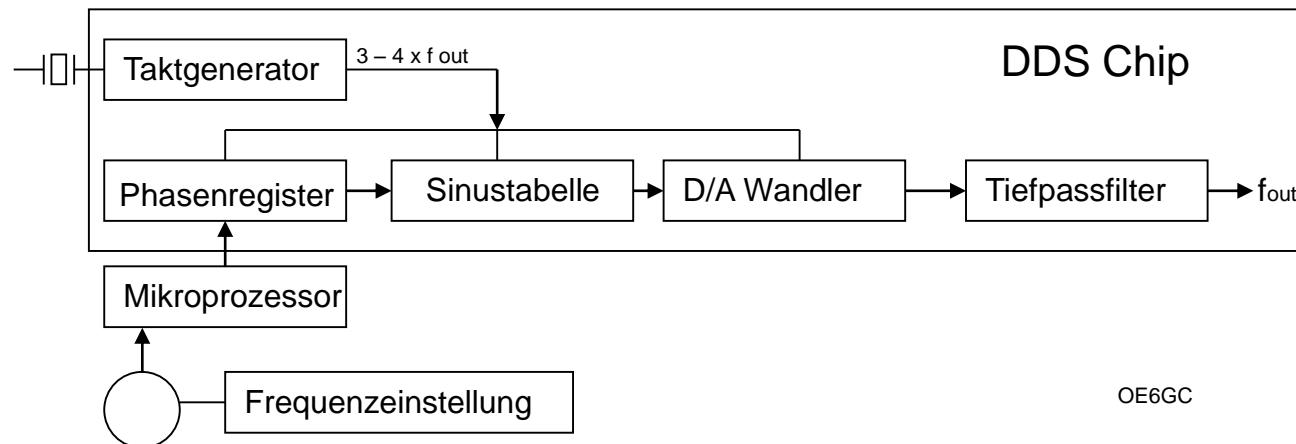


Vertiefung (Neuere Entwicklungen: DDS statt PLL)

Die PLL wird immer häufiger durch eine DDS-Oszillatortaufbereitung (Direct Digital Synthesis) abgelöst, welche die Sinusschwingung auf der erforderlichen Frequenz mit praktisch beliebig feiner Frequenzauflösung in einem einzigen Integrierten Schaltkreis (Chip) erzeugt.

Die Steuerung erfolgt über einen Mikroprozessor (μ P).

Die sehr hohe Qualität des Ausgangssignals hängt im Wesentlichen von der Qualität des Taktgenerators und der Genauigkeit des Digital-Analog-Umsetzers ab.





DSP (Digital Signal Processing) bedeutet „Digitale Signalverarbeitung“. Das geschieht mit Hilfe der Mikroprozessortechnik. Damit können viele Aufgaben in Sendern und Empfängern, wie Modulation und Demodulation, Verstärkung, Filterung, Rauschunterdrückung u.a.m., digital erfüllt werden. Das kann in der HF-, ZF- oder NF-Ebene erfolgen.

Beispiel: DSP zur besseren SSB Wiedergabe



Nach diesem DSP Prinzip existieren bereits komplette HF Transceiver, bei denen A/D und D/A hochfrequente Signale verarbeiten (HPSDR, high performance software defined radio).

Zu den Begriffen A/D, Anti aliasing Filter, D/A s. Frage T56.

ZF-DSP eines Selbstbautransceivers
(Picastar, © G3XJP)

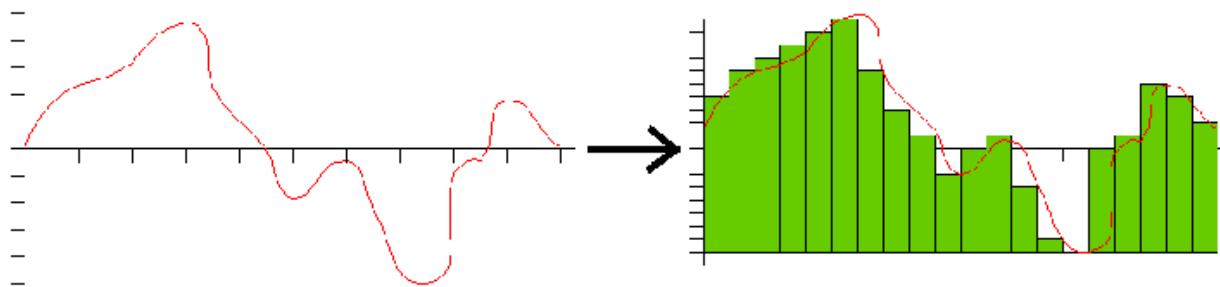
Foto: OE6ZH





Sampling

das analoge Signal wird in regelmäßigen Zeitabständen abgetastet (sampling) und die Momentanwerte einem ADC zugeführt. Die Abtastfrequenz muss mindestens das Doppelte der höchsten im Signalspektrum (s. auch T7) enthaltenen Frequenz betragen (Nyquist-Shannonsches Abtasttheorem). Andernfalls treten nicht mehr korrigierbare Fehler auf, die langsame Signalanteile vortäuschen, welche in Wirklichkeit gar nicht vorhanden sind (Aliasing).



Aliasing

bezeichnet den Vorgang, der zu den Fehlern bei zu langsamer Abtastung führt.

ADC

(Analog/Digital Converter, A/D) die Signalwerte werden in Zahlen verwandelt (digitalisiert) und als Zahlenfolge an den DSP (s. Frage T55) weitergegeben.

Anti aliasing Filter

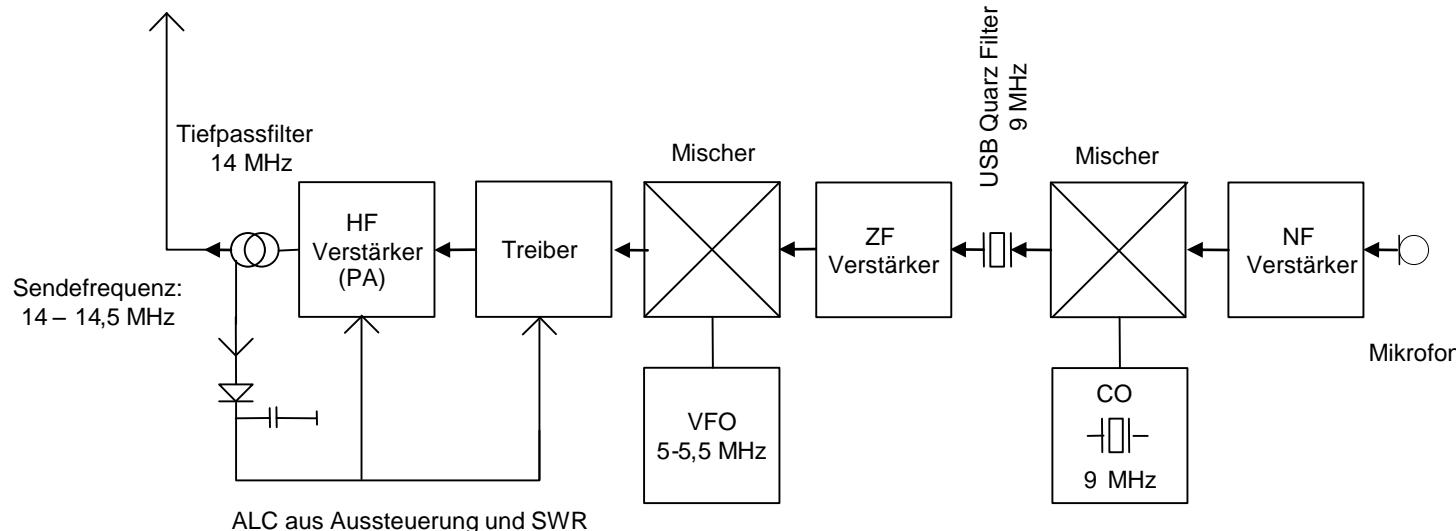
Tiefpassfilter, hält alle Signalanteile, die zu schnell sind, von der Abtastung fern.

DAC

(Digital Analog Converter, D/A) macht aus dem Ergebnis des DSP wieder ein analoges Signal. Zu schnelle Signalanteile („umgekehrte aliasing Produkte“) aus dem D/A müssen ebenfalls wieder mit einem Tiefpassfilter entfernt werden.



Moderne Sender arbeiten nicht mehr nach dem Vervielfacherprinzip (s. Frage T58) sondern meist nach dem Überlagerungsprinzip und haben Verwandtschaft mit Überlagerungsempfängern (s. Frage T37). Allerdings verläuft der Signalweg in umgekehrter Richtung. Da viele Baugruppen (Oszillatoren, Mischer, Filter) für Senden und Empfang nutzbar sind, ist dieses ökonomische Konzept weit verbreitet in Sendeempfängern (Transceiver).



Das Signal des Quarzoszillators wird im Balancemodulator mit dem NF-Signal gemischt zu einer ZF. Mit dem Quarzfilter wird ein Seitenband ausgefiltert. Das SSB-Signal wird mittels Mischer und VFO auf die Sendefrequenz gebracht und über Treiber, Endstufe und Ausgangsfilter zur Antenne geleitet.

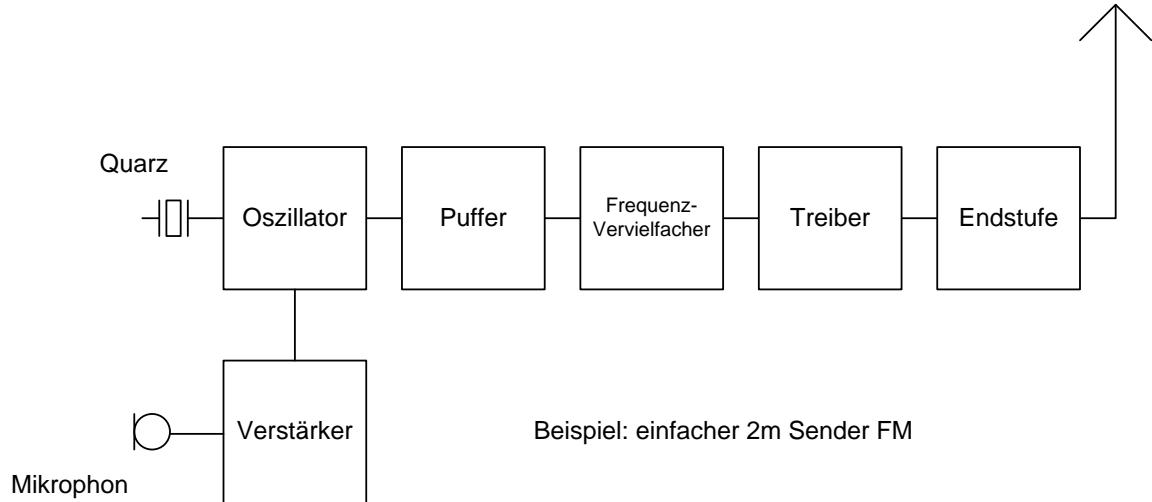
ALC Aus dem HF Signal wird eine Regelspannung gewonnen, die eine Übersteuerung der Endstufe vermeidet. Bei zu hohem SWR (s. Frage T72) wird die Ausgangsleistung reduziert.



Ein einfacher Sender besteht aus:

Oszillator (CO oder VFO), Modulator, Pufferstufe, Frequenzvervielfacher, Treiber, Endstufe.

Das **Oszillatorm**signal kann auch frequenzmoduliert werden. Die **Pufferstufe** entkoppelt den Oszillator vom nachfolgenden **Frequenzvervielfacher**, der die gewünschte Sendefrequenz erzeugt, die über den **Treiber** und die **Endstufe** verstärkt und zur Antenne geleitet wird.



Dieses Bauprinzip ist heute nur noch in einfacheren UKW-FM Sendern und in KW Sendern kleiner Leistung (QRP) für Morsetelegrafie (CW) anzutreffen!

Genaueres auf der Folgeseite!



Genauer

Pufferstufe

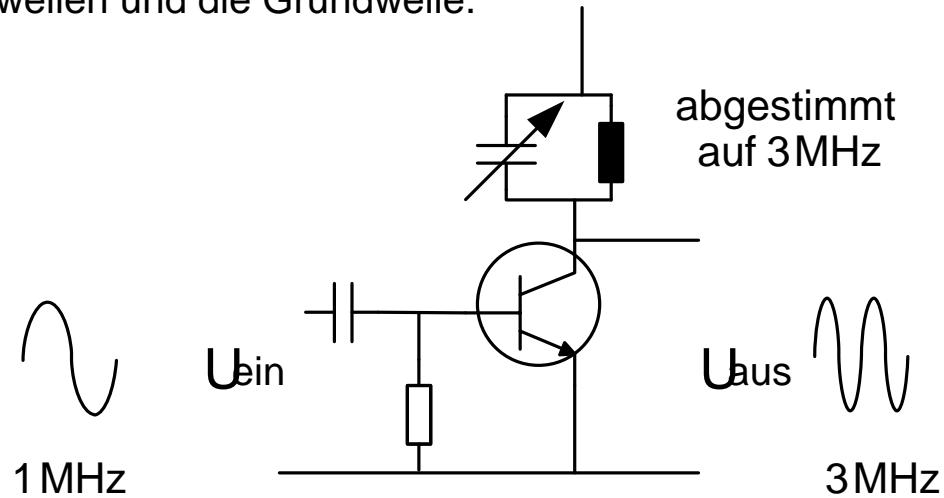
Entkopplung des Oszillators von den nachfolgenden Stufen. Meist als sehr schwach (mit geringer Kapazität) angekoppelter Verstärker aufgebaut. Dadurch werden Rückwirkungen minimiert und ein Stabilitätsgewinn des Oszillatorsignals erzielt.

Vervielfacher

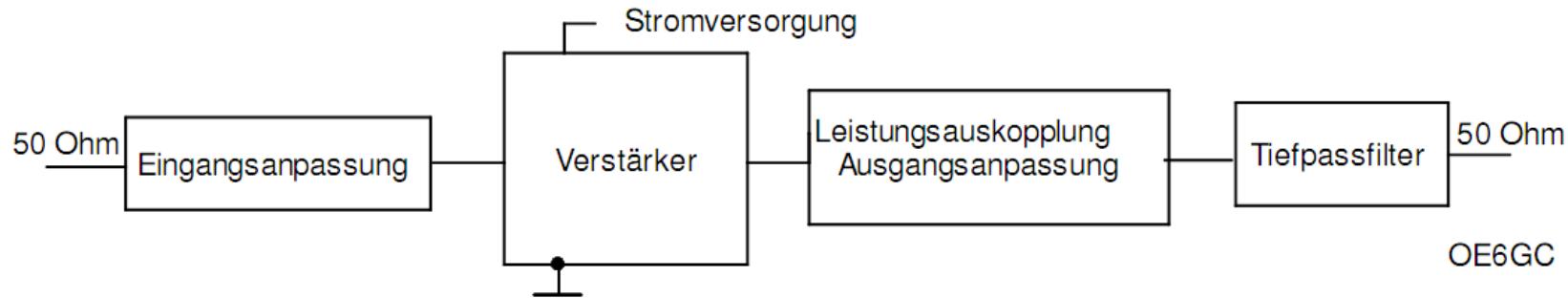
Im Gegensatz zur Pufferstufe wird eine Verstärkerstufe stark übersteuert und erzeugt dadurch viele Oberwellen. Am Ausgang filtert ein Resonanzkreis die gewünschte Oberwelle aus und unterdrückt die unerwünschten Oberwellen und die Grundwelle.

Beispiel

Verdreifacher



Die Senderendstufe (PA, power amplifier) verstärkt das Signal auf die geforderte Sendeausgangsleistung. Die verstärkenden Elemente sind Elektronenröhren oder Transistoren, die einzeln, parallel oder in Gegentakt betrieben werden können.



Mit Hilfe der Leistungsauskopplung wird die Impedanz der verstärkenden Elemente auf die der Senderschnittstelle transformiert - heute typisch 50 Ohm (Normwiderstand) - damit eine optimale Leistungsabgabe an Koaxialkabel (siehe T74) sichergestellt wird.

Das Tiefpassfilter dient der Oberwellenunterdrückung.

Kenngrößen

Eingangsleistung	(Input Power) Die von der Stromversorgung abgegebene Leistung
Steuerleistung	(Driving Power) Die dem Verstärker zugeführte HF-Leistung
Ausgangsleistung	(Output Power) Die vom Verstärker abgegebene HF-Leistung
Wirkungsgrad	= Ausgangsleistung/Eingangsleistung (in %, typisch sind 50%)
Verstärkung	= Ausgangsleistung/Steuerleistung (in dB, typisch sind 10-20dB)

Funktechnik

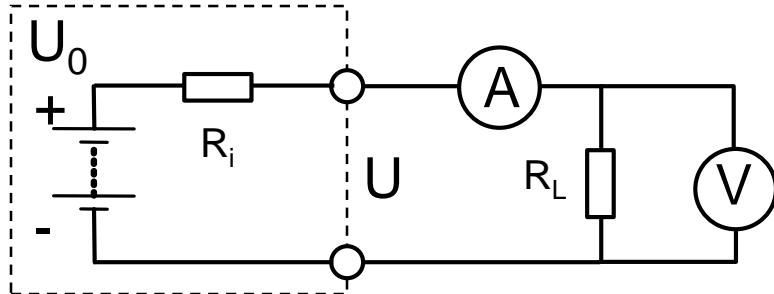
HF-Leistungsübertragung

- Was bedeuten die Begriffe "Anpassung" und "Fehlanpassung"? (G13)
- Anpassung eines Senderausganges an eine symmetrische oder unsymmetrische Antennenspeiseleitung (T60)
- Erklären Sie den Begriff Balun. Aufbau, Verwendung und Wirkungsweise (T63)
- Der Antennentuner, Wirkungsweise, 2 typische Beispiele (Skizze) (T61)
- Antennenzuleitungen – Aufbau, Kenngrößen (T62)
- Erklären Sie den Begriff Wellenwiderstand (T71)
- Aufbau und Kenngrößen eines Koaxialkabels (T74)
- Stehwellen und Wanderwellen, Ursachen und Auswirkungen (T72)
- Was versteht man unter einem Hohlraumresonator, Anwendung (T90)



Was bedeuten die Begriffe "Anpassung" und "Fehlanpassung"?

Jede Spannungsquelle hat einen sog. „Innenwiderstand“ (R_i), den man sich zwischen der eigentlichen (als ideal gedachten) Spannungsquelle und den Anschlussklemmen vorstellen muss (s. Abbildung).



U_0 Leerlaufspannung
 U Klemmenspannung
 R_i Innenwiderstand
 R_L Lastwiderstand (Außenwiderstand)

Hinsichtlich des Lastwiderstandes R_L (Außenwiderstand) sind drei Sonderfälle zu unterscheiden:

Stromanpassung

Im Stromkreis soll der maximal mögliche Strom fließen:

Die Bedingung dafür lautet: $R_L = 0$ (Kurzschluss), $I = U_0 / R_i$, $U = 0$

Spannungsanpassung

An R_L soll die maximal mögliche Spannung anliegen:

Die Bedingung dafür lautet: $R_L \Rightarrow \infty$ (Stromkreis offen), $U = U_0$, $I = 0$

Leistungsanpassung

An R_L soll die maximal mögliche Leistung abgegeben werden:

Die Bedingung dafür lautet: $R_L = R_i$, dann gilt: $U = U_0 / 2$

Uns interessiert die Leistung an R_L , wegen $P = U^2 / R_L$ erhalten wir:

$P = U_0^2 / 4 R_L$ (Mit „Anpassung“ ist i.d.R. Leistungsanpassung gemeint.)

Fehlanpassung

liegt vor, wenn die betreffende Anpassungsbedingung (s.o.) nicht erfüllt ist.



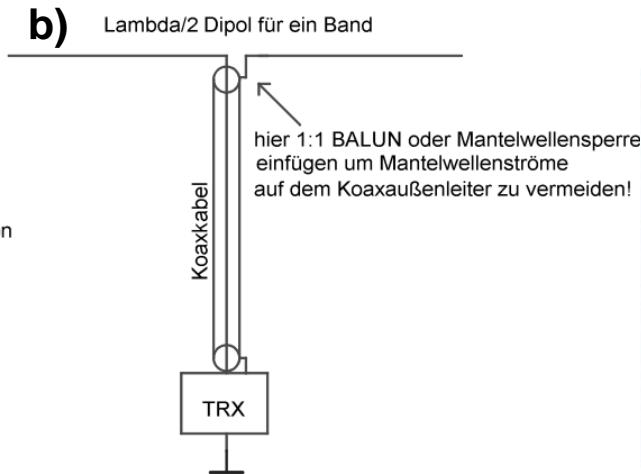
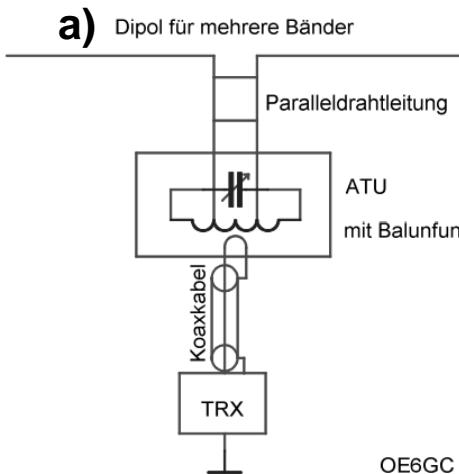
Die Mehrzahl aller Leistungsverstärker für Funkzwecke ist ausgelegt für den Anschluss von Koaxialkabeln (s. *Frage T74*) und weist daher einen unsymmetrischen Ausgang mit einer Impedanz von 50 Ohm auf. Soll eine symmetrische Antennenspeiseleitung (s. *Frage T62*) verwendet werden, so muss in jedem Fall „symmetriert“ werden. In den meisten Fällen wird auch eine Impedanzanpassung (mittels Antennentuner, s. *Frage T61*) notwendig sein.

Begründung

Ohne Symmetrierung treten am Koaxialkabel „Mantelwellen“ auf. Dadurch geht die Schirmwirkung des Koaxialkabels teilweise oder gänzlich verloren und das Kabel wirkt selbst als Antenne. Besonders bei Kabelführung in Gebäuden kann dies Störungen (TVI, BCI, s. *Frage T92*) verursachen.

Optionen

- a) symmetrischer Antennentuner, b) Balun (s. *Frage T63*) oder
- c) Mantelwellensperre.

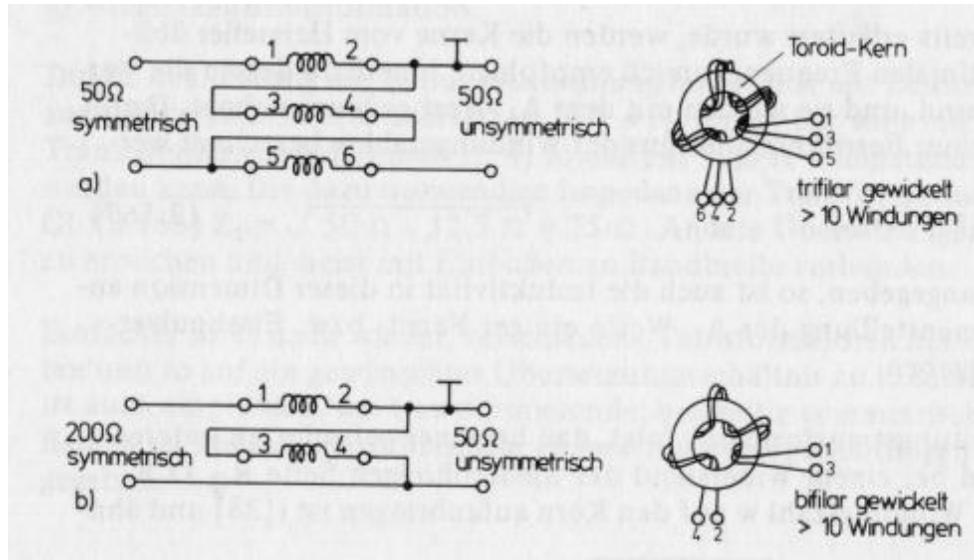


Ein Balun oder eine Mantelwellensperre ist auch dann erforderlich, wenn ein Lambda/2 Dipol im verbauten Gebiet nicht vollkommen frei und symmetrisch errichtet werden kann, oder das Koax nicht senkrecht nach unten weggeführt werden kann!



Balun ist ein Kunstwort aus dem Englischen: balanced to unbalanced. Ein Balun kann eine symmetrische Last an eine unsymmetrische Last anpassen und umgekehrt.

Aufbau



Verwendung

an der Schnittstelle einer unsymmetrischen Antennenleitung (Koaxialkabel) und symmetrischen Antennenformen (z.B. Dipol, s. *Frage T60*). Zur Impedanztransformation nur zu empfehlen, wenn sichergestellt ist, dass nur reelle (ohmsche) Impedanzwerte auftreten.

Wirkungsweise

unsymmetrische Ströme, die die Ursache von Mantelwellen (strahlende Speiseleitungen) sind, werden unterdrückt.



Der „echte“ Antennentuner (Anpassung) sitzt idealerweise unmittelbar an der Antennenschnittstelle und dient der Transformation der Kabelimpedanz auf die Impedanz des Antennenspeisepunktes (gegebenenfalls auch der Symmetrierung, s. *Frage T60*).

Meist wird jedoch ein Anpassgerät an der Schnittstelle Senderausgang – Antennenkabel verwendet, um dem Sender die geforderte Nennimpedanz (heute meistens 50 Ohm) anzubieten. Das ist die Voraussetzung für die Leistungsanpassung des Senders (s. G13).

Viele Geräte haben ein automatisch arbeitendes Anpassgerät (ATU, automatic Tuner) eingebaut, das häufig (ungenau) als Antennentuner bezeichnet wird.

Bei Fehlanpassung regelt die Schutzschaltung moderner Sender die Sendeleistung zurück!

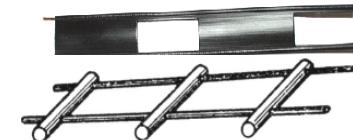
Beispiele





Symmetrische Speiseleitungen

Zweidrahtleitungen (Bandkabel und Paralleldrahtleitung)
2 Leiter werden durch isolierende Abstandshalter
geführt.



Unsymmetrische Speiseleitungen

Koaxialkabel
Konzentrische Anordnung von Innenleiter, Dielektrikum,
Außenleitergeflecht, Außenisolation



Hohlleiter

Im GHz Bereich eingesetzt, Verwandtschaft
mit Lichtleitern durch das Prinzip der Totalreflexion.
Rechteckige oder runde Rohre ohne Innenleiter. Der Querschnitt hängt von
der Wellenlänge ab. Material: Kupfer, Aluminium, versilberte Werkstoffe.

Elektrische Kenngrößen

- Impedanz (Wellenwiderstand; Kabelkennwert, unabhängig von Länge und Frequenz),
- Dämpfung (frequenzabhängig, längenabhängig),
- Verkürzungsfaktor (Kabelkennwert, unabhängig von Länge und Frequenz),
- Belastbarkeit (Kabelkennwert, unabhängig von Länge und Frequenz)

Mechanische Kenngrößen

- Durchmesser
- Gewicht
- Krümmungsradius (für einfach geschirmte Koaxialkabel gilt der 5-fache Kabeldurchmesser, bei doppelt geschirmten der 10-fache als kleinster Krümmungsradius)
- Zugfestigkeit
- etc.



Der Wellenwiderstand (Impedanz, Z_0 , in Ohm) ist eine charakteristische Kenngröße von HF-Speiseleitungen. Er gibt an, mit welchem Ohmschen Widerstand eine Leitung abgeschlossen werden muss (an beiden Enden), damit Leistungsanpassung (s. G13) über einen großen Frequenzbereich herrscht.

Erläuterung

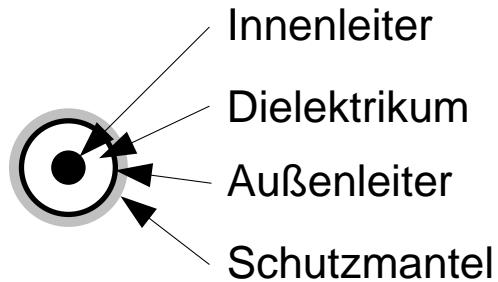
Eine HF-Speiseleitung kann man sich als eine fortgesetzte Kombination von Parallelkapazitäten und Reiheninduktivitäten vorstellen. Wäre diese Leitung unendlich lang, ergäbe sich dadurch ein charakteristischer Wert des Wellenwiderstandes. Eine reale Leitung endlicher Länge muss mit diesem Wert abgeschlossen werden, um Leitungsverluste durch Fehlanpassung zu verhindern.

Praktische Werte

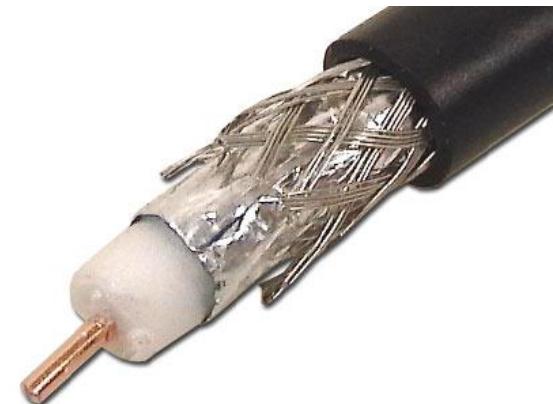
- Koaxialkabel: je nach Modell 50, 75 oder 93 Ohm, am häufigsten: 50 Ohm
- Zweidrahtspeiseleitungen: 70 bis 800 Ohm, je nach Modell, je größer der Leiterabstand im Verhältnis zum Leiterdurchmesser, um so höher die Impedanz.



Aufbau



Innenleiter	Kupfer, Stahl verkupfert od. versilbert
Dielektrikum	Luft, Kunststoff, od. PTFE
Außenleiter	Kupfergeflecht, Folie od. massiv
Schutzmantel	Kunststoff



Elektrische Kenngrößen

- Wellenwiderstand (Impedanz) Z_0 (in Ohm), s.auch T71
- Dämpfung (in dB/100m; frequenzabhängig)
- Schirmungsfaktor
- Spannungsfestigkeit
- Leistungsbelastbarkeit

Mechanische Kenngrößen

- kleinster zulässiger Biegeradius (für einfach geschirmte Koaxialkabel gilt der 5-fache Kabeldurchmesser, bei doppelt geschirmten der 10-fache als kleinster Krümmungsradius)
- Zugfestigkeit
- etc.



Wanderwellen

Ist eine HF-Speiseleitung beidseitig (z.B. an Senderausgang und Antennenspeisepunkt) impedanzrichtig abgeschlossen, treten auf der Leitung nur Wanderwellen auf und der Leistungstransport erfolgt nur in einer Richtung, zum Verbraucher (Antenne).

Stehwellen

Bei Fehlanpassung wird ein Teil der Leistung am fehlangepassten fernen Ende reflektiert, läuft zurück und wird am nahen Ende teilweise reflektiert (weil dieses, vom fernen Ende her gesehen, ebenfalls fehlangepasst ist!), läuft wieder zum fernen Ende, wird dort teilweise reflektiert, läuft zurück, wird wieder teilweise am nahen Ende reflektiert, usw. usw.*
Die Überlagerung von hin- und rücklaufenden Wellen führt zu Stehwellen (stehende Wellen, Spannungs- bzw. Strommaxima in Abständen von $\lambda/2$).

Kenngroße

Stehwellenverhältnis (SWR), gemessen mit einem SWR Meter.

Auswirkungen

Durch Fehlanpassung kommt es

- 1) zu einer Überlastung der Endstufe (mangelhafte Leistungsanpassung, *siehe G13*) und
- 2) zu einem zusätzlichen Leistungsverlust auf der fehlangepassten Leitung**.

* ** Siehe Vertiefung auf der Folgeseite.



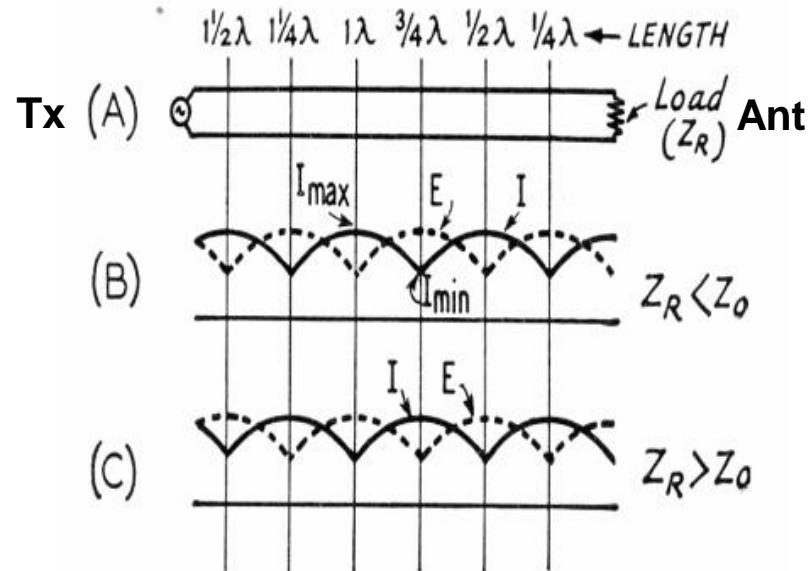
Vertiefung

* Die Mehrfachreflexion an beiden Enden, selbst wenn das nahe (senderseitige) Ende impedanzrichtig angeschlossen ist, ist nur zu verstehen, wenn man weiß, dass HF-Leitungen, ähnlich Transformatoren, auch Impedanzen zwischen dem einen und dem anderen Ende transformieren.

Eine Fehlanpassung an einem Ende bedeutet deshalb in der Regel auch Fehlanpassung und teilweise Reflexion am anderen Ende!

Die HF durchläuft deshalb die Leitungslänge mehrmals! Dadurch treten Verluste auf, die ein Vielfaches der Verluste betragen, die im reflexionsfreien (angepassten) Fall aufträten!

** Die „Reflexionsverluste“ (wie sie oft unzutreffend bezeichnet werden) bei hohem SWR sind also in Wahrheit Verluste auf realen Leitungen! Mit verlustfreien Leitungen gäbe es selbst bei hohem SWR keine „Reflexionsverluste“! Allerdings hätte man es nach wie vor mit Verlusten durch mangelhafte Leistungsanpassung der Endstufe (siehe G13) zu tun.





Ein Hohlraumresonator ist ein rechteckiger oder runder Hohlzylinder mit einer geeigneten HF-Ankopplung. Durch die Abmessungen ergibt sich Resonanz im GHz-Bereich und er kann als Schwingkreis oder Filter verwendet werden.

Da das Einbringen von Leitern oder Nichtleitern die Resonanzfrequenz eines derartigen Gebildes verändern kann, werden zur Feinabstimmung oft Schrauben verwendet, die mehr oder weniger weit in den Hohlraum hineinragen.

Beispiel

Mikrowellenherd

Vergleichsbeispiele aus der Akustik

- Blasinstrumente
- Orgelpfeifen
- „Heulen“ von Kaminen bei Sturmwind.

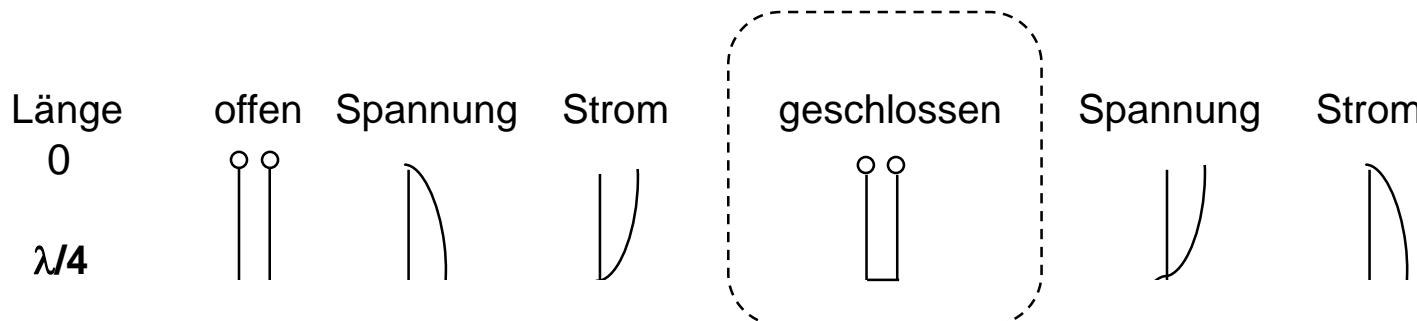
Verständnisgrundlage

Stehende Wellen in HF Leitungen (*siehe vertiefende Folgeseite*).



Vertiefung

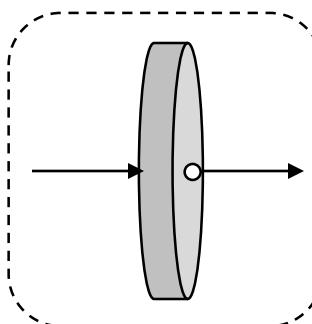
Als Verständnisgrundlage betrachten wir Stehwellen auf einer HF-Leitung der Länge $\lambda/4$ und Spannung bzw. Strom (je horizontale Achse) entlang der Leitung (vertikale Achse).



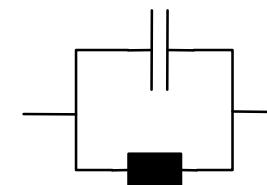
Eine geschlossene $\lambda/4$ Leitung verhält sich wie eine Unterbrechung! Am offenen Ende fließt kein Strom, die geschlossene $\lambda/4$ Leitung gleicht einem Parallelschwingkreis.

Nun lassen wir die Leitung um eine horizontale Achse rotieren, die durch das offene Ende geht. Es entsteht ein zylindrischer Hohlkörper aus Metall (Dose) mit den Eigenschaften eines Parallelschwingkreises.

Dieser Hohlraumresonator mit dem Radius $\lambda/4$ bildet für HF der Frequenz $f = c / \lambda$ einen Sperrkreis mit sehr hoher Impedanz in Pfeilrichtung.



Ersatzschaltbild





Antennentechnik

- Erklären Sie den Begriff elektromagnetisches Feld, Kenngrößen (T85)
- Abstrahlung, Ausbreitung, Hindernisse, bewegte Funkstationen (G14)
- Erklären Sie den Begriff Dezibel am Beispiel der Anwendung in der Antennentechnik (T75)
- Der Dipol – Aufbau, Kenngrößen und Eigenschaften (T64)
- Dimensionieren Sie einen Halbwellendipol für $f = 3.6 \text{ MHz}$; $V = 0.97$ (Werte sind variabel) (T78)
- Erklären Sie den Begriff Trap, Aufbau und Wirkungsweise (T89)
- Verkürzte Antennen, Mobilantennen (G15)
- Langdrahtantennen – Aufbau, Kenngrößen und Eigenschaften (T81)
- Welche Kenngrößen von Antennen kennen Sie und wie können sie gemessen werden? (T77)
- Strahlungsdiagramm einer Antenne (T67)
- Die Vertikalantenne – Aufbau, Kenngrößen und Eigenschaften (T65)
- Zweck von Radials / Erdnetz bei Vertikalantennen – Dimensionierung (T82)
- Was versteht man unter Richtantennen – Anwendungsmöglichkeiten (T76)
- Die Yagi Antenne – Aufbau, Kenngrößen und Eigenschaften (T68)
- Gekoppelte Antennen – Aufbau, Kenngrößen und Eigenschaften (T66)
- Die Parabolantenne – Aufbau, Kenngrößen und Eigenschaften (T70)
- Breitbandantennen – Aufbau, Kenngrößen und Eigenschaften (T69)
- Prinzipieller Aufbau einer Relaisfunkstelle und einer Bakenfunkstelle (T97)



Die Entstehung des elektromagnetischen Feldes und seine Fortpflanzung von Ort zu Ort mit Lichtgeschwindigkeit beruht auf folgender Gesetzmäßigkeit (Maxwellsche Gesetze):

Wenn sich ein elektrisches Feld ändert, wird ein magnetisches Feld erzeugt.
Wenn sich ein magnetisches Feld ändert, wird ein elektrisches Feld erzeugt.

Je nach Antennenform wird dabei zuerst die elektrische oder die magnetische Komponente des Feldes angeregt bzw. ausgenutzt.

Beachte: Die Maxwellschen Gesetze setzen voraus, dass ein Wechselstromkreis existiert!
Folglich muss man jede Antenne als geschlossenen Stromkreis betrachten!

Das elektromagnetische Feld wird per Definition durch das Verhalten der elektrischen Feldkomponente charakterisiert (s. auch *Frage T86*).

Kenngrößen

- Ausbreitungsgeschwindigkeit $c = 300.000 \text{ km/sec}$
- Ausbreitungsrichtung
- Wellenlänge ($\lambda [\text{m}]$), gibt an, wie weit die Welle nach einer Schwingungsperiode gekommen ist
- Polarisierung (Schwingungsebene des elektrischen Feldanteils, bezogen auf die Erdoberfläche (vertikal, horizontal, zirkular (drehend))
- Feldstärke (V/m)

Zusammenhang

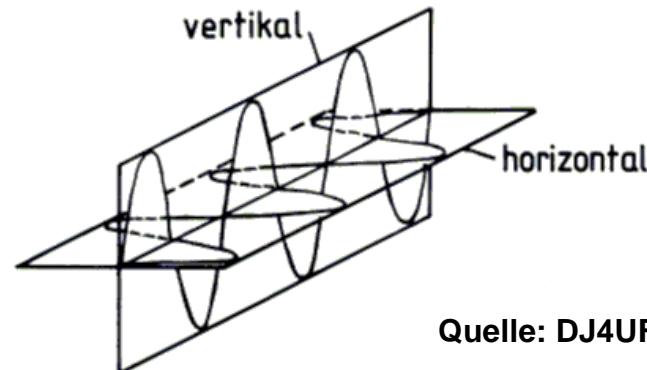
$$\lambda = c/f \quad (f \text{ Frequenz, } c \text{ Ausbreitungsgeschwindigkeit s.o.})$$



Vertiefung

Polarisation

Bei der Wellenausbreitung spricht man von horizontaler und vertikaler Polarisation. Hierbei wird die Richtung des elektrischen Feldes (E-Feld) als Bezug genommen (Erdoberfläche = horizontal).



Quelle: DJ4UF

Die Polarisationsebene bleibt bei feststehender Sendeantenne nur bei Freiraumstrahlung immer und überall gleich.

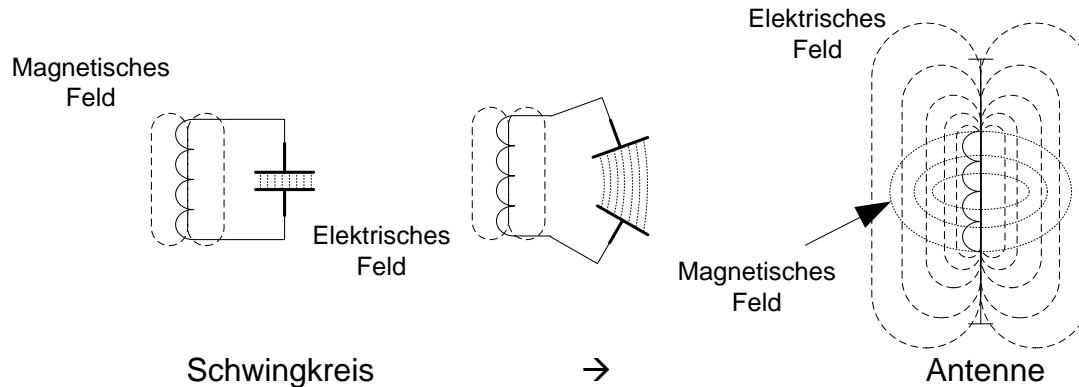
In der Praxis findet an allen Hindernissen eine Drehung der Polarisationsebene statt, insbesondere an den E- und F-Schichten, die den Kurzwellen-Weitverkehr möglich machen.

Eine Drehung der Polarisationsebene findet ebenfalls statt, wenn die Antenne auf einem Satelliten montiert ist, der nicht geostationär und lagestabilisiert ist.

Der Drehung der Polarisationsebene kann man mit zirkular polarisierten Antennen Rechnung tragen.

Abstrahlung, Ausbreitung, Hindernisse, bewegte Funkstationen

Abstrahlung



Ausbreitung erfolgt immer geradlinig, mit Lichtgeschwindigkeit (300.000 km/sec).

Freiraumstrahlung liegt vor, wenn zwischen den Funkstationen Sichtverbindung besteht.

Hindernisse Objekte, die die geradlinige Ausbreitung behindern, durch Schwächung (Absorption, Dämpfung, z.B. D-Schicht) oder durch Reflexion (Erdboden, Gebäude, E-, F-Schichten). Siehe auch *Betriebstechnik*.

Bewegte Funkstationen sind anzutreffen in Kraftfahrzeugen, Schiffen, Flugzeugen, Satelliten.

Dopplershift Scheinbare Frequenzänderung, wenn sich Funkstationen gegeneinander bewegen. Bedeutung für den Satellitenfunk (Änderungen bis zu +/- 10 kHz).

Polarisationsdrehung entsteht durch Reflexion oder sich drehende Antennen (Satellitenfunk).



Siehe auch Kapitel Messtechnik „Was bedeutet der Begriff Dezibel“? (s. G11)

Die dimensionslose Größe Dezibel beschreibt immer das Verhältnis zweier Leistungen (oder Spannungen) und wird in der Antennentechnik bei Vergleichen angewandt.

Beispiel

Eine Antenne mit 6 dB (=3+3dB) Gewinn über Dipol strahlt in ihrer Hauptstrahlrichtung die 4-fache Leistung als ein $\lambda/2$ -Dipol in seiner Hauptstrahlrichtung ab. Bei 13dB (=10+3dB) Gewinn die 20-fache Leistung!

Isotroper Strahler

Ein idealisierter Strahler ohne Vorzugsrichtung (Punktquelle), dient als Bezugsantenne.

dBi

Der Gewinn einer Antenne (in Hauptstrahlrichtung) gegenüber einem isotropen Strahler. Ein isotroper Strahler hat definitionsgemäß einen Gewinn von 0 dBi.

dBd

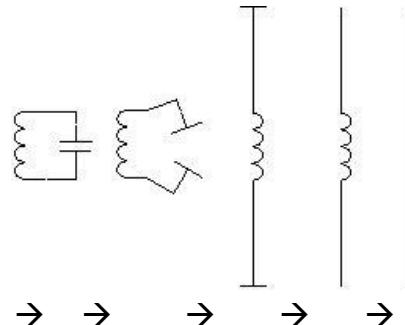
Der Gewinn einer Antenne in Hauptstrahlrichtung gegenüber einem $\lambda/2$ -Dipol in Hauptstrahlrichtung. Im obigen Beispiel ist von dBd die Rede! Ein $\lambda/2$ -Dipol hat einen Gewinn von 2,15 dBi oder definitionsgemäß 0 dBd. 2,15 dBi bedeutet: 1,64 fache Leistung.

Zusammenhang dBi und dBd

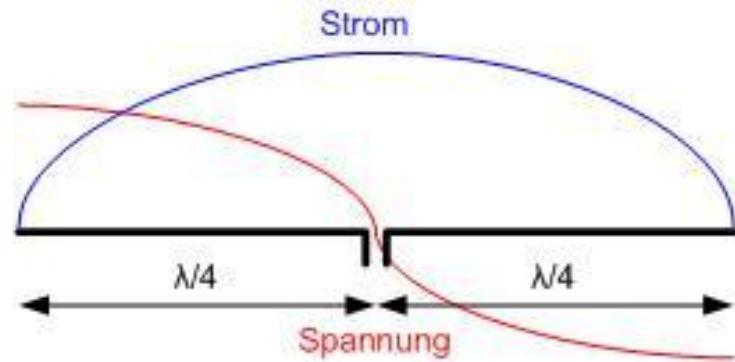
Angaben in dBi sind also um 2,15 dB zu verringern, um zu dBd zu kommen. Gewinnangaben in dB (z.B. in Prospekten) ohne Angabe der Bezugsantenne haben keine Aussagekraft!



Unter einem Dipol versteht man eine aus zwei gleich langen Leiterhälften bestehende Antenne, die in der Mitte (Strombauch) gespeist wird. Bei einer elektrischen Gesamtlänge von einer halben Wellenlänge spricht man von einem Halbwelldipol oder $\lambda/2$ -Dipol.



Entwicklungsschritte vom Schwingkreis zum Dipol



Strom- und Spannungsverteilung an einem $\lambda/2$ -Dipol
In der Mitte befindet sich ein „Strombauch“ und ein „Spannungsknoten“. An den Enden befinden sich „Spannungsbäuche“ und „Stromknoten“. Bauch = Maximum, Knoten = Minimum.

Kenngrößen und Eigenschaften

Wellenwiderstand im Speisepunkt :

ca. 50 Ohm, Speisung mit Kaoaxialkabel und Balun (s. *Frage T63*) .

Strahlungsdiagramm: (s. *Frage T67*),

hat die Form einer Acht, d.h. Strahlungsmaxima quer zur Antennenachse, axiale Minima.

Gewinn: 2,15 dBi in Hauptstrahlrichtung.

Im Amateurfunk häufig verwendet: gestreckte Dipole und abgewinkelte Dipole („Inverted Vee“).



Aus dem Zusammenhang (s. *Frage T85*)

$$\lambda = c / f$$

λ (Lambda) ist das Symbol für die Wellenlänge,
 c ist die Lichtgeschwindigkeit (300.000 km/sec)
 $f = 3,6 \text{ MHz}$

erhält man unter Verwendung handlicher Maßeinheiten (l [m], f [MHz]) die Praktikerformel

$$\lambda [\text{m}] = 300 / f [\text{MHz}]$$

Die Antennenlänge l soll $\lambda / 2$ betragen, der Verkürzungsfaktors $V = 0,97$ (s.u.) :

$$l = V * 300 / (2 * f) = V * 150 / f = 0,97 * 150 / 3,6 = \underline{40,41 \text{ m}}$$

Beachte: Der Verkürzungsfaktor V hängt von der Drahtstärke ab (je dicker desto kleiner) und vom etwaig verwendeten Isoliermantel (kleiner).

Die Tabelle enthält Anhaltswerte:
 $\lambda/2$ Dipole für die KW-Amateurfunkbänder,
Längen in m.

Frequenz	Band	$\lambda/2$ -Dipol
1,9 MHz	160m Band	83 m
3,5 MHz	80m Band	41 m
7 MHz	40m Band	20 m
14 MHz	20m Band	10 m
21 MHz	15m Band	7 m
28 MHz	10m Band	5 m



Trap heißt „Falle“. Ein Dipol kann mit Traps zu einer Mehrbandantenne gemacht werden.

Aufbau

Ein Trap ist ein Parallelschwingkreis (s. *Frage T18*).

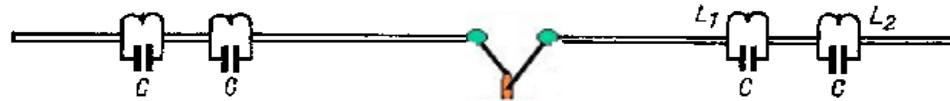
Wirkungsweise

Traps werden als Sperrkreise eingesetzt, um einen Ast der Antenne für die Resonanzfrequenz des Sperrkreises „abzutrennen“. Für tiefere Frequenzen dominiert die Induktivität, der Trap wirkt als Verlängerung. Für höhere dominiert die Kapazität, er wirkt als Verkürzung des betreffenden Antennenastes.



Anwendung

Mehrbandantennen (Elemente mit mehreren Traps, Prinzip s.u.), z.B.



- W3DZZ Antenne (Dipol)
- Mehrband Yagi Antennen verschiedener Hersteller (es gibt allerdings auch Ausführungen mit voller Elementlänge („full size Antennen“))

Vorteile

gleiche Impedanz im Speisepunkt (für Koaxialkabel geeignet) auf allen Bändern

Nachteile

Verluste in den Sperrkreisen, Alterung der Bauteile durch Witterungseinflüsse



Verkürzte Antennen, Mobilantennen

Verkürzte Antennen

Das Prinzip der Verkürzung einer Antenne lässt sich am Besten zeigen, wenn man die Entwicklungsschritte des Dipols aus dem Schwingkreis (s. *Frage T64*) zurückverfolgt, vom Dipol zum Schwingkreis, unter Berücksichtigung der wahren Größenverhältnisse.

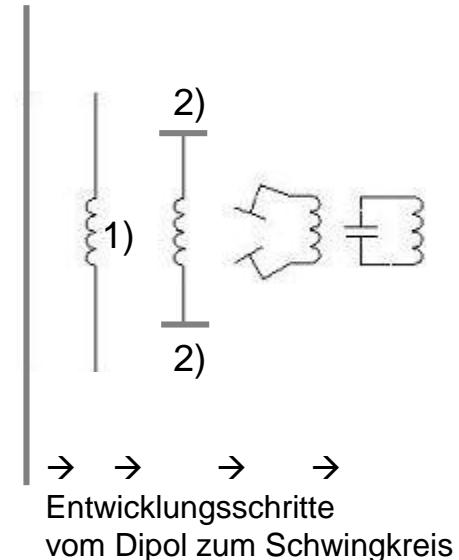
Es zeigt sich, dass die Verkürzung der Strahlerlänge auf zwei Arten kompensiert werden kann so, dass die Resonanzfrequenz gleich bleibt:

- 1) durch eine Induktivität („Verlängerungsspule“)
an Stellen mit hohem Strom, s. *Frage T64*.
- 2) durch Kapazitäten an Stellen mit hoher Spannung („Endkapazitäten“)
in Form von Drahtkreuzen oder Metallscheiben
an Stellen mit hoher Spannung, s. *Frage T64*.

Generell sinkt der Wirkungsgrad bei Verkürzung, wobei die kapazitive Verlängerung günstiger ist, aus konstruktiven Gründen (Windlast) wird jedoch meist die induktive Verlängerung gewählt.

Mobilantennen

Mobilantennen bestehen in der Regel (s. *Vertikalantenne, T65*) nur aus einer Dipolhälfte, die fehlende Hälfte wird durch die Fahrzeugkarosserie ersetzt (Gegengewicht). Im UKW Bereich ist die Verlängerung nicht nötig, im KW Bereich findet man vorwiegend induktiv verlängerte Antennen.





Langdrahtantennen sind lineare Antennenformen (z.B. Drahtantenne), die länger als eine Wellenlänge sind. Mit der Länge steigt der Gewinn gegenüber einem Halbwellendipol allmählich an und das Strahlungsdiagramm zeigt zunehmend Vorzugsrichtungen, die sich immer mehr der Antennenachse nähern.

Kenngrößen

- Länge
- resonant (nicht unbedingt nötig) oder nichtresonant
- Ausrichtung (horizontale Spannrichtung, vertikal eher selten)
- Art der Einspeisung, z.B. am Ende (Zeppelin-Antenne) oder in der Mitte

Zeppelin-Antenne

Unsymmetrische Form, sie entsteht, wenn man einen Halbwellendipol am Ende (hohe Impedanz) mit einer Zweidrahtspeiseleitung versieht. Diese Leitung ist mit einem Leiter an das Ende des Strahlers angeschlossen, das andere Ende bleibt frei.

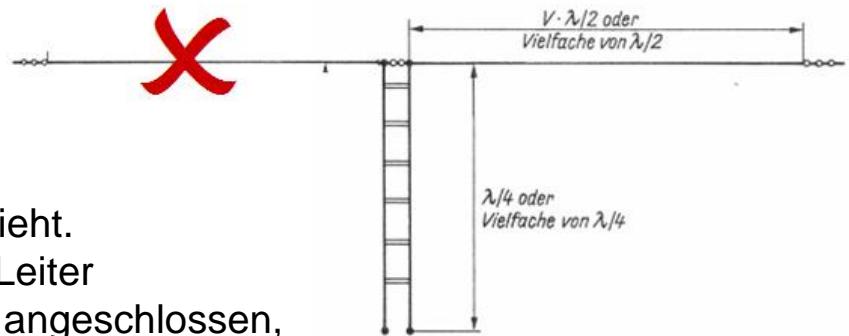


Bild 10.6
Die Zeppelin-Antenne

Gestreckter Dipol

Symmetrische Form, beide Äste sind gleich lang („Doppelzepp“ durch Hinzufügen eines zweiten Astes), Speisung über eine offene Speiseleitung in einem Strom- oder Spannungsbauch.

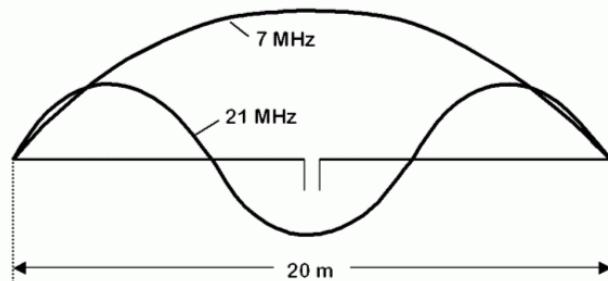
Beide Formen erfordern einen Antennentuner (s. Frage T61).



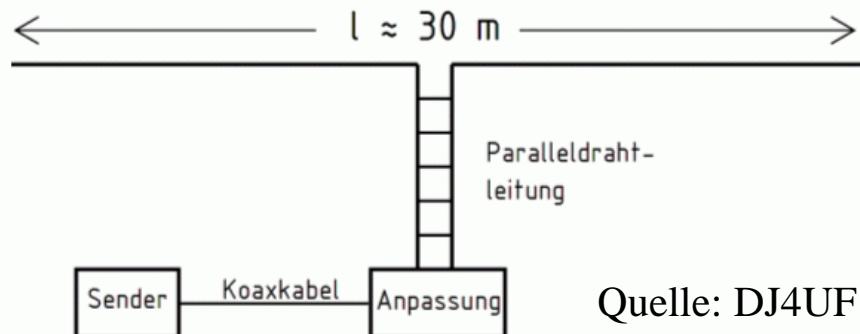
Vertiefung

Merke

Ein Antennendraht darf grundsätzlich beliebig lang sein und muss nicht in Resonanz sein. Soll die Antenne allerdings ohne Zusatzanpassung mit einem Koaxialkabel gespeist werden, kommen nur bestimmte Längen in Bezug auf die Wellenlänge in Frage (weil die Speisung in einem „Strombauch“ mit niedriger Impedanz von ca. 50 Ohm erfolgen muss). Der Halbwelldipol mit Mitteleinspeisung ist nur in solchen Fällen die optimale Lösung.



Stromverteilung auf einem für 7 MHz bemessenen $\lambda/2$ Dipol bei 7 und bei 21 MHz. Strombauch im Einspeisepunkt bei 7 MHz und bei 21 MHz!



Quelle: DJ4UF

Universaldipol mit z.B. 30m Länge (Doublet).
Beispiel einer nichtresonanten Antenne.

Merke

Am „freien“ Ende einer Antenne liegt immer ein Spannungsbauch. Der Abstand zum nächsten Strombauch beträgt $\lambda/4$, zum nächsten Spannungsbauch $\lambda/2$. Das gilt auch entlang einer Speiseleitung. Damit lässt sich schnell angeben, ob am senderseitigen Ende der Speiseleitung „Spannungsanpassung“ oder „Stromanpassung“ erforderlich ist.



Die wichtigsten Kenngrößen sollten den Datenblättern der Hersteller zu entnehmen sein.
Über Ihre Messung bzw. Herkunft (für den Selbstbau) gibt die folgende Tabelle Aufschluss.

Kenngröße	Messung bzw. Herkunft	Meßgröße	Hinweis
Resonanzfrequenz	Dipmeter	MHz	s. Frage T32.
Fußpunktwiderstand	Impedanzmessbrücke	Ohm	
Gewinn und Strahlungsdiagramm	Messsender, Pegelmessgerät, Referenzantenne	dBd dBi	s. G11, s. Fragen T75 und T67. Heute findet man häufig nur Computer-Simulationen, da diese Messungen sehr aufwendig sind!
Bandbreite	Stehwellenmessgerät (SWR-Meter)	kHz	s. Fragen T18 und T33.
Maximal zulässige Leistung	Stärke und Material der Elemente und Bauteile	Watt	Datenblätter der Hersteller

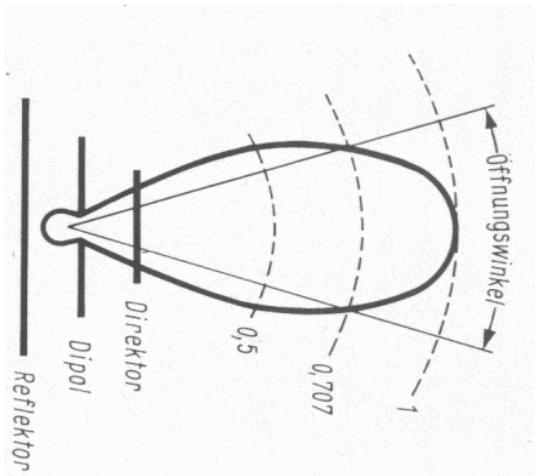


Das Strahlungsdiagramm einer Antenne zeigt die räumliche Verteilung des abgestrahlten Feldes um die Antenne. Beim terrestrischen Funk stellt die Erdoberfläche die Bezugsfläche dar. Das räumliche Diagramm kann meist ausreichend durch das „Horizontaldiagramm“ (Strahlungsverteilung parallel zur Erdoberfläche, „Azimuth“) und das „Vertikaldiagramm“ (Strahlungsverteilung senkrecht zur Erdoberfläche, „Elevation“) charakterisiert werden.

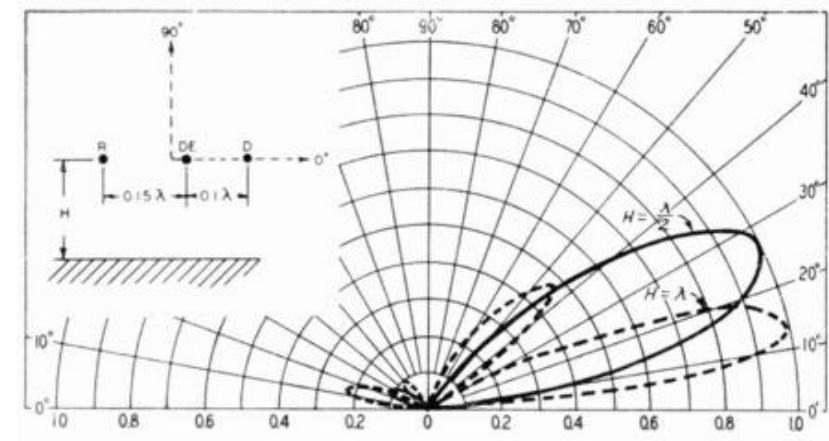
Kenngrößen

- horizontaler Öffnungswinkel (Grad)
- vertikaler Erhebung-/Abstrahlwinkel (Grad)
- „3 dB-Winkel“ oder „Öffnungswinkel“ (horizontal, Grad)
- Hauptkeule(n), Nebenkeulen
- Vor-Rückwärtsverhältnis (dB).

Horizontaldiagramm



Vertikaldiagramm





Vertikalantennen sind senkrecht zur Erdoberfläche angeordnete Antennen, deren Strahlung vertikal polarisiert ist. Das ist im einfachsten Fall ein vertikal errichteter $\lambda/2$ -Dipol (s. T64).

Aufbau

Sehr verbreitet (aus mechanischen Gründen) sind „Viertelwellenstrahler“, die aus einem Element („Monopol“) bestehen. Die zum Dipol fehlende Hälfte muss durch ein Erdnetz oder sog. „Radials“ (s. T82) ersetzt werden („Gegengewicht“).

Eigenschaften

Im Resonanzfall zeigen Viertelwellenstrahler einen Fußpunktwiderstand von etwa 30 Ohm. Das horizontale Strahlungsdiagramm (s. Frage T67) zeigt die Charakteristik eines Rundstrahlers, die vertikale Charakteristik ist stark von den umgebenden Untergrundeigenschaften abhängig.

Verwendung

als Mobilantennen („Peitschenantennen“). Das Fahrzeug stellt das erforderliche Gegengewicht dar (s. auch G15).

Kenngrößen

Frequenz, Gewinn, vertik. Abstrahlwinkel, Bandbreite, Bauhöhe, Gegengewicht

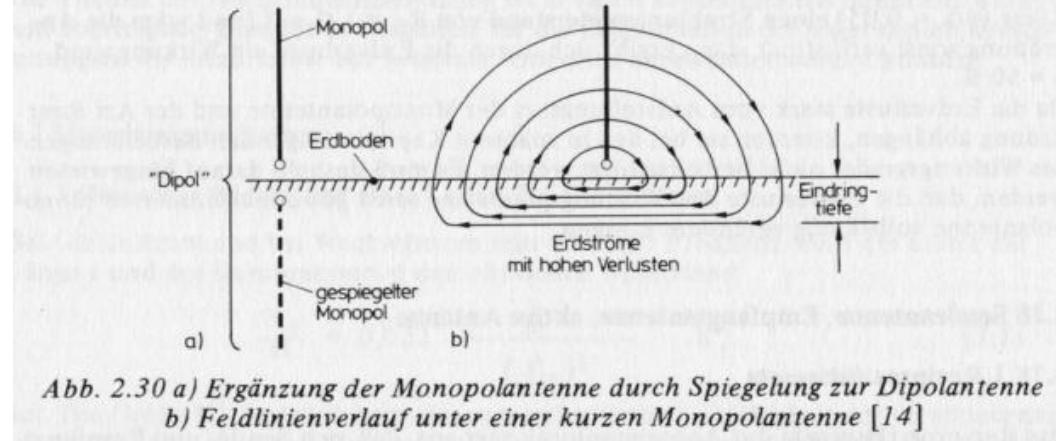
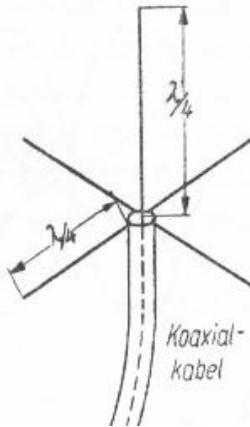


Abb. 2.30 a) Ergänzung der Monopolantenne durch Spiegelung zur Dipolantenne
b) Feldlinienverlauf unter einer kurzen Monopolantenne [14]



Zweck von Radials ist, bei Vertikalantennen eine fehlende Dipolhälfte zu ersetzen. Das ist notwendig, damit jede Antenne zum geschlossenen Stromkreis wird (s. *Frage T85, T65*).

Als Ersatz kann man statt eines metallischen Leiters einen möglichst gut leitenden Untergrund (Salzwasser, Erdboden) oder eine Kombination Untergrund/Leiter heranziehen.

Erdnetz, Radials	Dazu werden im Boden eine Vielzahl radial verlaufender (sternförmig verlegte) Drähte eingegraben, die im Zentrum verbunden sind und an einen Pol der Speiseleitung angeschlossen werden. Der andere Pol wird an einen (in der Regel) vertikalen Viertelwellenstrahler („Monopol“, s. <i>Frage T65</i>) angeschlossen, der direkt am Erdboden aufsitzt.
Dimensionierung	Anzahl der Radials: je mehr, desto besser, bis zu 20 oder mehr, Länge ca $\lambda/4$
Vorteile	Vertikalantennen dieser Art zeichnen sich durch besonders flache Abstrahlwinkel aus, sofern sie über Salzwasser aufgebaut und auch weiträumig von Salzwasser umgeben sind. Über normalem Erdboden sind sie dem horizontalen Dipol im KW Weitverkehr unter Umständen und nur dann überlegen, wenn der Dipol in geringer Höhe ($< \lambda/2$) errichtet wurde.
Nachteile	Da der Stromkreis über den schlecht leitenden Untergrund geschlossen wird, kommt es zu Widerstandverlusten, die durch eine hohe Zahl von Radials nur gemindert werden können. Aufwendiges Erdnetz, Platzbedarf.



Unter Richtantennen versteht man Antennen, die eine oder mehrere Vorzugsrichtungen (horizontal oder vertikal) im Strahlungsdiagramm (s. *Frage T67*) aufweisen.

Anwendung

- Zur gezielten Bündelung der abgestrahlten Leistung in eine gewünschte Richtung. Die Bündelung führt zu einem Gewinn in dieser Richtung.
- Im Empfang zur Anhebung der Signale aus einer erwünschten Richtung und zur gleichzeitigen Schwächung unerwünschter Signale/Störungen aus anderen Richtungen.
- Richtantennen können fix oder drehbar aufgebaut werden. Im Amateurfunkdienst dominieren drehbare Richtantennen.

Bauformen und Kenngrößen: s. *Vertiefung*



Vertiefung

Bauformen

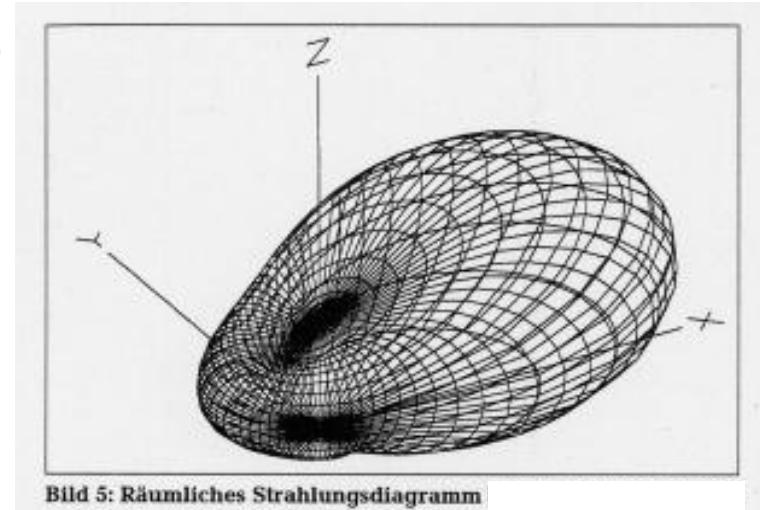
- Yagiantenne (s. auch Frage 68, s. Abbildung auf nächster Seite)
- Quad Antenne (s. Abbildung auf nächster Seite)
- Dipolzeilen, Dipolflächen (Arrays, Gruppenantennen, s. auch Frage T66)
- Logarithmisch periodische (LP) Antennen
- Langdrahtantennen (s. auch Frage T81)
- V-Antennen, Rhombic Antennen

Kenngrößen

- Strahlungsdiagramm (s. Abbildung und Frage T67)
- Frequenz(bereich)
- Gewinn in dBd oder dBi (s. T75)
- (3 dB) Öffnungswinkel
- Rückdämpfung
- Seitendämpfung
- Nebenkeulen
- vertikaler Abstrahlwinkel

Abstrahlwinkel

Generell gilt: Je höher, umso flacher. Höhe ist durch nichts zu ersetzen.



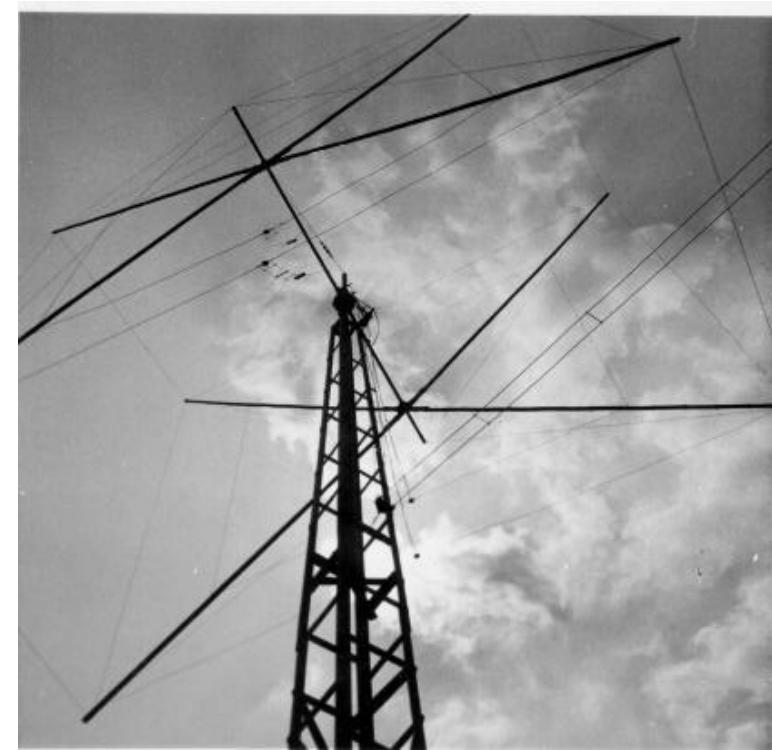


Vertiefung

Mehrband 3-Element Yagi
mit Traps



Quad-Antenne
Ganzwellenschleife mit Reflektor



Fotos: OE6MY



Die Yagi Antenne ist eine weitverbreitete Form der Richtantenne im KW und UKW Bereich.

Aufbau

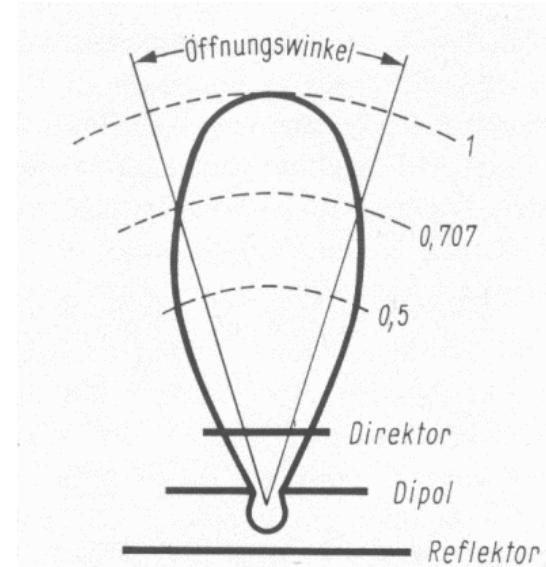
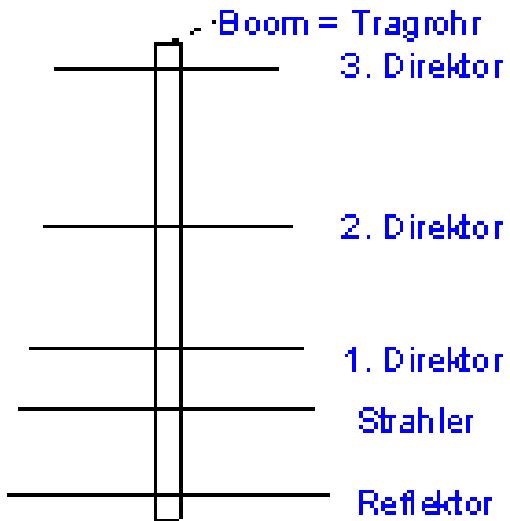
Ein resonanter Halbwellendipol („Strahler“) wird durch zwei oder mehrere Elemente ähnlicher Länge ergänzt (s. *Abbildungen*). Das geringfügig längere Element wird als „Reflektor“ bezeichnet, das kürzere als „Direktor“. Neben einem Reflektor kann man keinen, einen oder mehrere Direktoren verwenden. Es gibt auch Bauformen ohne Reflektor, mit einem Direktor.

Eigenschaften

Die Yagi Antenne zeigt eine einseitige Richtwirkung. Die Bündelung erfolgt in Richtung der kürzeren Elemente. Je mehr Direktoren, desto größer die Richtwirkung, sie ist jedoch nicht unbegrenzt steigerbar.

Kenngrößen

- Frequenz(bereich)
- (Fußpunkt-) Impedanz
- Strahlungsdiagramm (s. *Frage T67*)
- Gewinn (in dBd oder dBi, s. *Frage T75*)
- Vor/Rückverhältnis (in dB)





Gekoppelte Antennen (auch „Gruppenantennen“) gehören zu den Richtantennen, die im Amateurfunk vor allem im UKW Bereich, seltener im KW Bereich anzutreffen sind.

Aufbau

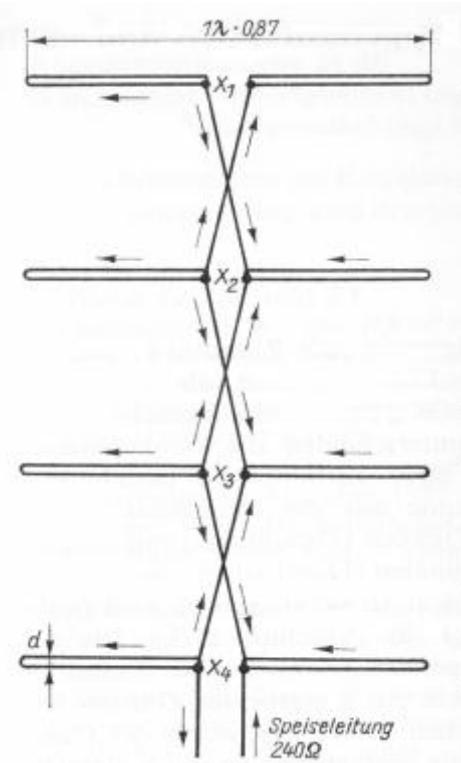
Mehrere Ganzwellendipole übereinander werden über Koppelleitungen so verbunden, dass alle mit gleicher Phase (im jeweils gleichen Schwingungszustand) abstrahlen. Dadurch entsteht die sog. „Gruppenantenne“ (s. Abb.).

Eigenschaften

Leistungsfähige Antenne mit ausgeprägter Richtwirkung und hohem Gewinn. Der Gewinn verdoppelt sich (+3dB) mit jeder Verdoppelung der Dipolanzahl. Ein Reflektor hinter dieser Gruppenantenne erhöht den Gewinn weiter. Abmessungen und mechanische Anforderungen machen die Konstruktion sehr anspruchsvoll, im KW Bereich nur für Rundfunksender realistisch.

Kenngrößen

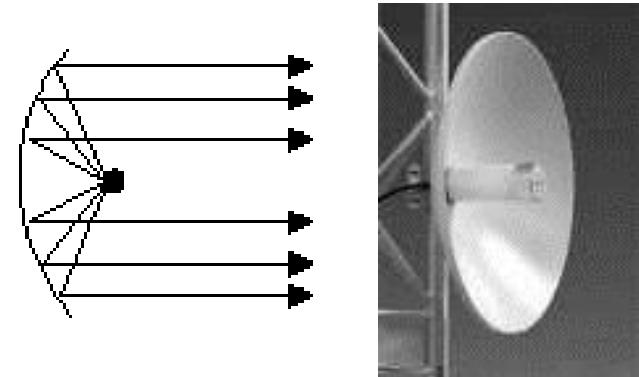
Neben den mechanischen Kenngrößen (Abmessungen, Windlast etc.) sind die Kenngrößen die gleichen, die für alle Richtantennen (s. Frage T76) anzugeben sind.





Die Parabolantenne benützt als Reflektor einen Hohlspiegel. Das Prinzip ist das eines Scheinwerfers. Die Verwendung beschränkt sich auf den UKW- und UHF Bereich.

Aufbau Hinter einem Strahler ist ein Parabolspiegel aus Metall oder Metallnetz (feinmaschig gegenüber der Wellenlänge) angebracht. Der Durchmesser des Spiegels muß gegenüber der Wellenlänge groß sein. Der Strahler wird im Brennpunkt des Spiegels angebracht. Oft ist der Strahler selbst eine Richtantenne, die auf den Spiegel zeigt und ihn „ausleuchtet“.



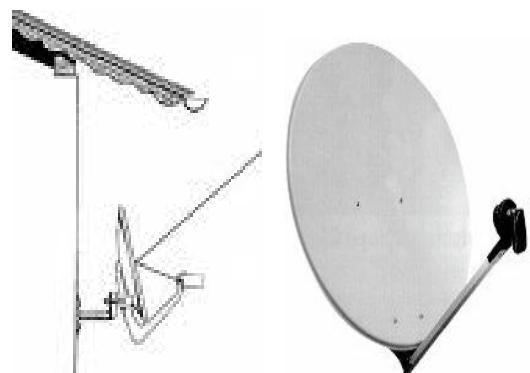
Eigenschaften Die Parabolantenne zeigt eine sehr ausgeprägte Richtwirkung. Die Strahlungskeule ist oft nur ein Winkelgrad oder sogar viel weniger breit, daher muss die Ausrichtung auf die Gegenstelle sehr präzise sein, evtl. mit automatischer Nachführung.

Kenngrößen

Die Kenngrößen sind die gleichen, die für alle Richtantennen (s. Frage T76) anzugeben sind. Gewinnwerte liegen über 30dBi.

Beispiel SAT Antenne

Bei SAT-Antennen wird vorzugsweise eine asymmetrische Anordnung verwendet (Offset)!





Breitbandantennen sind dadurch gekennzeichnet, dass sich innerhalb eines definierten Frequenzbereiches die Antenneneigenschaften nicht wesentlich ändern.

Aufbau

Das breitbandige Verhalten wird realisiert durch:

- dicke Antennenelemente in Rohr- oder Reusenform (mechanische Grenzen!),
- „Bedämpfung“ der Antennen durch Widerstände
- ausgeklügelte Kopplung unterschiedlich langer Elemente, z.B. logarithmisch-periodische Richtantennen“ (LP, Log Periodic).

Eigenschaften

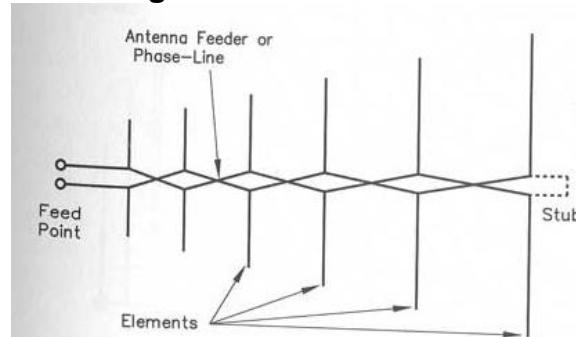
Im Vordergrund steht der Fußpunktwiderstand (Impedanz im Speisepunkt).

- Je nach Bauformen und Aufwand sind Bandbreiten von 1:2 bis über 1:10 bei gleichbleibendem Fußpunktwiderstand erzielbar.
- Verluste bis 50 % (Gewinneinbußen) zu Gunsten der Breitbandigkeit.

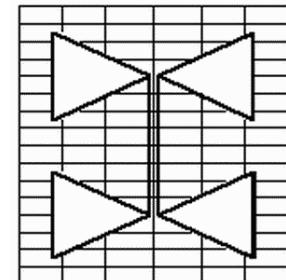
Kenngrößen

Die Kenngrößen sind die gleichen, die für alle Antennen (s. Frage T76, T77) anzugeben sind.

Log Periodic Antenne



Breitbandantenne
vor Reflektorwand

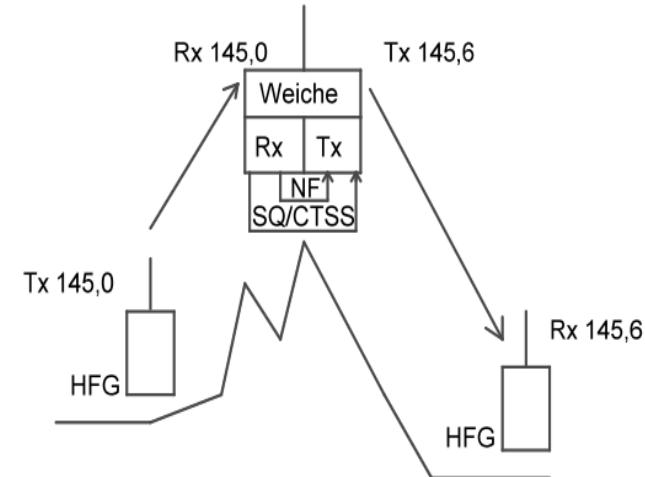




Relaisfunkstelle

Sender und Empfänger arbeiten auf zwei unterschiedlichen Frequenzen, meist an einer gemeinsamen Antenne an einem hochgelegenen Standort. Das Empfangssignal moduliert den Sender. So kann auch der UKW-Amateur große Reichweiten erzielen. Senderauftastung durch Squelch oder einen tiefen Pilotton (CTCSS, Continuous Tone Coded Subaudio Squelch oder Continuous Tone Coded Squelch System).

s. Abbildung rechts (HFG = Handfunkgerät)



Bakenfunkstelle

Sender an einem hochgelegenen Standort mit Rundstrahlantennen, automatischem Rufzeichengeber in CW und festgelegten Sendeintervallen. Dient zur Beobachtung der Ausbreitungsverhältnisse.

Weltweites DX Bakennetz (20, 17, 15, 12, 10m):

<http://www.ncdx.org/beacons.html>

s. Abbildung rechts: Antenne der Bake VE8AT des DX-Bakennetzes.





Elektromagnetische Verträglichkeit

- Strahlungsfeld einer Antenne, Gefahren (T73)
- Definieren Sie den Begriff Sendeleistung (T98)
- Definieren Sie den Begriff Spitzenleistung (T99)
- Was bedeutet der Begriff „Strahlungsleistung“? (G16)
- Bestimmen Sie die effektive Strahlungsleistung bei folgenden Gegebenheiten: Sendeleistung: 200 Watt; Dämpfung der Antennenleitung: 6 dB/100 m; Kabellänge: 50 m; Gewinn 10 dB (Werte sind variabel) (T79)
- Bestimmen Sie die effektive Strahlungsleistung bei folgenden Gegebenheiten: Sendeleistung: 100 Watt; Dämpfung der Antennenleitung: 12 dB/100 m; Kabellänge: 25 m; Rundstrahlantenne mit einem Gesamtwirkungsgrad von 50% (Werte sind variabel) (T80)
- Erklären Sie den Begriff EMVU und deren Bedeutung im Amateurfunk (T88)
- Erklären Sie den Begriff EMV und deren Bedeutung im Amateurfunk (T87)
- Funkentstörmaßnahmen bei Beeinflussung durch hochfrequente Ströme und Felder (T92)
- Funkentstörmaßnahmen im Bereich Stromversorgung der Amateurfunkstelle (T91)
- Definieren Sie den Begriff Interferenz in elektronischen Anlagen, beschreiben Sie Ursachen und Gegenmaßnahmen (T101)



Gefahrenpotential durch elektromagnetische Felder besteht insbesondere im Strahlungsfeld einer Sendeantenne.

Funkamateure sind zur Beachtung der einschlägigen Vorschriften der Europäischen Union und der darauf bezugnehmenden nationalen Normen und Rechtsvorschriften insbesondere der OVE-Richtlinie R23-1 (vormals ÖVE/ÖNORM E 8850) verpflichtet, welche die Grenzwerte für die Exposition der Bevölkerung durch elektromagnetische Felder (EMF) festlegen.

Kenngröße Elektrische Feldstärke E [V/m], ist abhängig von Strahlungsleistung und Abstand

Exposition wird durch das Zusammenwirken mehrerer Faktoren bestimmt:

- Feldstärke
- durchschnittliche Einschaltdauer des Senders
- durchschnittliche Verweildauer im Strahlungsfeld

Sicherheitsabstand kann an Hand der Grenzwerte und der Strahlungsleistung berechnet werden, Richtwert s. *Frage T88* (EMVU)

Technische Grundlagen

Zur Einschätzung des Gefahrenpotentials und der Wirksamkeit geeigneter Maßnahmen unter Berücksichtigung von Grenzwerten bedarf es einiger technischer Grundlagen. Sie werden in den folgenden Fragen ausführlich und an Hand von Beispielen behandelt:

- Begriff Sendeleistung (s. *Frage T98*)
- Begriff Spitzenleistung (s. *Frage T99*)
- Begriff Strahlungsleistung (enthält den Antennengewinn! Siehe G16)
- Beispiele (s. *Fragen T79, T80*, siehe auch Vertiefung zu *Frage T88*)



Gemäß Amateurfunkverordnung – AFV §1

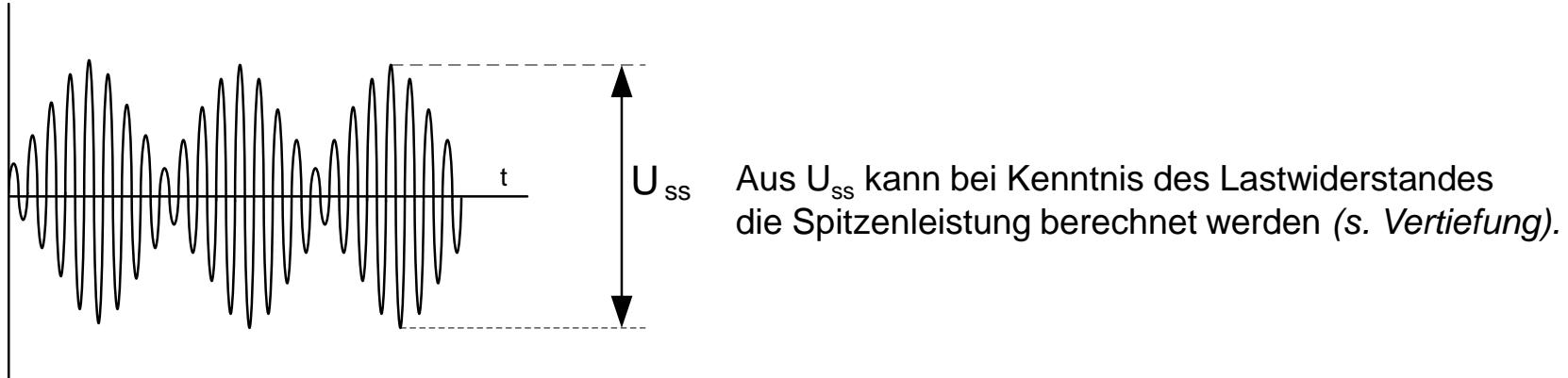
Sendeleistung ist die der Antennenspeiseleitung zugeführte Leistung.

Messgröße ist Watt (W).



Die Spitzenleistung ist die Effektivleistung, die ein Sender während einer Periode der Hochfrequenzschwingung während der höchsten Spitze der Modulationshüllkurve unverzerrt der Antennenspeiseleitung zuführt.

Diese Spitzenleistung ist identisch mit dem Begriff PEP (peak envelope power) .





Vertiefung

Beispiel

Bei einem SSB-Sender wurde bei Zweitonaussteuerung ein Spitze-Spitze-Wert der Hüllkurve (s. Abb. auf der Vorseite) von $U_{ss} = 283$ V an einem $50\text{-}\Omega$ -Lastwiderstand gemessen. Wie groß ist die PEP-Leistung?

Es wird zunächst der Effektivwert der Spannung am höchsten Punkt der Hüllkurve berechnet.

Der Spitzenwert \hat{U} (Scheitelwert) ist die Hälfte von 283 V (s. Frage T9).

$$\hat{U} = U_{max} = 283 / 2 = 141,5 \text{ V}$$

Der Effektivwert der Spannung ist $U = 0,707 \times \hat{U} = 0,707 \times 141,5 \text{ V} = 100 \text{ V}$.

Daraus ergibt sich an $50\text{-}\Omega$ die Leistung $PEP = U^2 / R = 100^2 / 50 = 200 \text{ Watt}$ (s. Vertiefung zu T1).

Dies entspricht Lizenzklasse B.

Formel

$$PEP = (0,707 \times U_{ss}/2)^2 / R_0 \quad (\text{siehe G5, T1; } R_0 \text{ Ausgangsimpedanz (ohmsch)})$$

ERP

Die Effektive Strahlungsleistung (ERP, auch effektiv abgestrahlte Leistung, engl. effective radiated power, in Watt) ergibt sich aus der in eine Sendeantenne eingespeisten Leistung, vermehrt um den Antennengewinn (gegenüber einem Halbwellendipol).

Beachte

- ERP bezieht sich per Definition auf einen Halbwellendipol, also ist der Antennengewinn in dBd zu berücksichtigen (*s. Frage T75*).
- Wenn keine Richtung angegeben wird, gilt der Wert für die Hauptstrahlrichtung der Sendeantenne, in der gleichzeitig ihr Antennengewinn am größten ist. Insbesondere bei UKW Richtantennen mit hohem Gewinn kann es zu Strahlungsleistungen kommen, die die Sendeleistung (*s. Frage T98*) weit übersteigen!
- Zur Ermittlung der in die Sendeantenne eingespeisten Leistung muss die Sendeleistung (*s. Frage T98*) um die Kabelverluste vermindert werden.

EIRP

Bezieht man den Antennengewinn auf den Isotropstrahler (*s. Frage T75*), so spricht man von EIRP (in Watt). Es gilt: $\text{EIRP} = \text{ERP} \times 1,64$



Vertiefung

Beispiel

Sendeleistung: 10 W

Kabelverlust: -3db, das entspricht einem Leistungsverhältnis von 0,5 (siehe G11)

Antennengewinn: 6 dBd, das entspricht einem Leistungsverhältnis von 4,0 (siehe G11)

Da der Antennengewinn in dBd angegeben ist, berechnen wir ERP.

$$\text{ERP} = 10 \text{ W} - 3 + 6 \text{ dB} = 10 \times 0,5 \times 4,0 = 20 \text{ W}$$

oder $10\text{W} + 3\text{dB}$ entspricht $10 \times 2,0 = 20 \text{ W}$

Die Strahlungsleistung beträgt also $\text{ERP} = 20 \text{ Watt}$.

EIRP kann nun ebenfalls berechnet werden:

$$\text{EIRP} = 20 \times 1,64 = 32,8 \text{ Watt.}$$



Sendeleistung: 200 Watt

Dämpfung der Antennenleitung: - 6 dB/100m

Kabellänge: 50 m

Antennengewinn: 10 dBd

Da der Gewinn in dBd angegeben ist, berechnen wir ERP (*siehe G16*).

Die Kabeldämpfung nach 50m ist $-6 * (50 / 100) = -3 \text{ dB}$,

das ist ein Leistungsfaktor von 0,5 (*siehe G11*)

also wird an der Antenne die halbe Leistung $= 200 / 2 = 100 \text{ Watt}$ ankommen.

Der Antennengewinn ist 10 dB, das ist ein Leistungsfaktor von 10 (*siehe G11*)

Damit ergibt eine effektive Strahlungsleistung von ERP = $100 \times 10 = 1000 \text{ Watt}$.

Für EIRP ergibt sich EIRP = 1640 Watt.



Sendeleistung: 100 Watt

Dämpfung der Antennenleitung: - 12 dB/100m

Kabellänge: 25 m

Antennenwirkungsgrad: 50%

Da nicht angegeben wurde, ob der Wirkungsgrad sich auf einen isotropen Strahler oder einen Dipol bezieht, nehmen wir an, er beziehe sich auf einen isotropen Strahler. Dann ist also EIRP (siehe G16) zu berechnen. Gegenüber einem Dipol wird dieser Wert zu hoch ausfallen, was wir aus Sicherheitsgründen akzeptieren.

Die Kabeldämpfung nach 25m ist $-12 * (25 / 100) = -3 \text{ dB}$,
das ist ein Leistungsfaktor von 0,5 (siehe G11),
also wird an der Antenne die halbe Leistung $= 100 / 2 = 50 \text{ Watt}$ ankommen.

Der Antennenwirkungsgrad ist 50%, das ist ein Leistungsfaktor von 0,5.

Damit ergibt eine effektive Strahlungsleistung von EIRP = $50 \times 0,5 = 25 \text{ Watt}$.

Für ERP ergäbe sich $\text{ERP} = 25 / 1,64 = 15,2 \text{ Watt}$.



EMVU steht für „Elektromagnetische Umweltverträglichkeit“

Darunter versteht man das Verhalten biologischen Gewebes gegenüber elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern, wobei die mögliche Gefährdung des Menschen im Vordergrund steht.

Grundsätzlich erwärmt sich biologisches Gewebe durch Absorption der Feldenergie (kontrollierte medizinische Anwendung: Diathermiegeräte in eigens zugewiesenen Frequenzbereichen, kontrollierte Anwendung im Haushalt: Mikrowellenherde), wobei es in Abhängigkeit von der Frequenz von Wechselfeldern sogar zu Resonanzeffekten kommen kann (bildgebende Magnetresonanzgeräte in der med. Diagnostik). Die Erwärmung von Gewebe durch hohe Feldstärken im Nahfeld von Mobiltelefonen ist nachweisbar.

Bedeutung im Amateurfunk

- Exposition im Strahlungsfeld von Sendeantennen (*siehe auch Frage T73*).

Kritische Kenngrößen

- Abstand zur Strahlungsquelle (sinkt mit λ , Richtwert 2,5 m bei $\lambda = 10 \text{ m}$ und 100W)
- Strahlungsleistung (s. G16)
- Frequenz

Maßnahmen zur Minderung der Exposition

- Vergrößerung des Abstandes zur Antenne (Anordnung der Antennen)
- Absenkung oder Vermeidung der Emission (z.B. Leistungsreduktion; Abschalten)
- Beschränkung der Aufenthalts-/ Expositions dauer



Unter der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) versteht man das Verhalten eines elektrischen/elektronischen Gerätes gegenüber elektromagnetischen Feldern.

Bedeutung im Amateurfunk

- Beeinflussung anderer Kommunikationsanlagen, z.B.
 - Telefonanlagen (Tonstörungen, Fehlfunktionen)
 - Signalanlagen (Fehlfunktionen der Steuerungs- und Überwachungselektronik)
 - Betriebsfunkanlagen (Signalstörungen)
 - Behördensfunkanlagen (Signalstörungen)
- Beeinflussung von elektrischen und elektronischen Geräten und Anlagen, z.B.
 - Türmelder und Klingelanlagen (Fehlfunktionen)
 - Audio Verstärker (Tonstörungen)
 - Lautsprecheranlagen (Tonstörungen)
 - Fernsehgeräte (Ton- und/oder Bildstörungen)
 - Rundfunkgeräte (Tonstörungen)
 - KFZ-Elektronik (Fehlfunktionen der Steuerungs- und Überwachungselektronik)

Eine Beeinflussung wird meist als störend bewertet, da sie die bestimmungsgemäße Funktion der beeinflussten Anlagen bzw. Geräte beeinträchtigt.



Entstörmaßnahmen bei Beeinflussung durch hochfrequente Ströme und Felder müssen situationsgerecht erfolgen. Nur dann sind sie erfolgversprechend. Voraussetzung dafür ist eine differenzierte Kenntnis der Ursachen und Wege der Beeinflussung.

Ursachen und Wege der Beeinflussung

Einstrahlung bzw. Einströmung

Selbst bei nebenwellenfreier Aussendung (*siehe Frage T94*) können störende Beeinflussungen auftreten, die nur am beeinflussten Gerät zu beheben sind. Genaueres s. *nächste Seiten*.

Stromnetz

Wenn Netzteile und andere mit dem Stromnetz verbundene Komponenten nicht fachgerecht gegen das Austreten oder Eindringen von Hochfrequenz geschützt sind, kann Hochfrequenz über das Stromnetz in benachbarten Geräten Störungen aller Art verursachen. Abhilfe schafft man durch korrekte Verdrosselung und Abblockung der Netzeitungen (Line-Filter), s. auch *Frage T91*.

Antennen und –speiseleitungen

Wenn im erzeugten Sendesignal auch unerwünschte Oberwellen oder Nebenwellen enthalten sind, so gelangen sie auch zur Abstrahlung und können benachbarte Funkdienste oder Rundfunkempfänger empfindlich stören. Diese Störungen sind nur durch korrekten Aufbau des Senders und / oder Anwendung eines Tiefpassfilters in den Speiseleitungen abzustellen.



Einstrahlung

Die Störsignale finden ihren Weg direkt in die elektronischen Komponenten des gestörten Gerätes



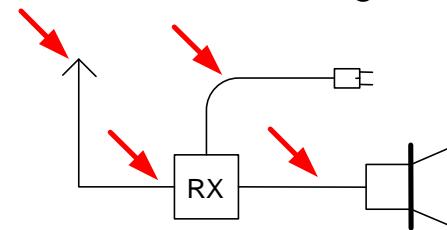
Entstörmaßnahmen

- Einbau des beeinflussten Gerätes in ein Abschirmgehäuse.

Einströmung

Die Störsignale finden ihren Weg in das gestörte Gerät über dessen Verkabelung:

- Antennenkabel
- Lautsprecherkabel
- Verbindungskabel zwischen Geräten
- Stromversorgungskabel



Entstörmaßnahmen

- Entkopplung der Antennen,
- Einbau von Hochpass- oder Tiefpass-Filtern,
- Verhinderung von HF-Einströmung in Lautsprecher- und NF-Leitungen durch Ferritdrosseln

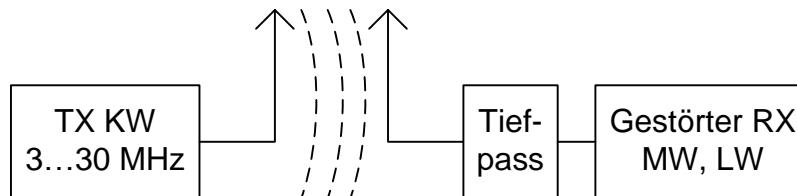
Beispiele *siehe nächste Seiten!*



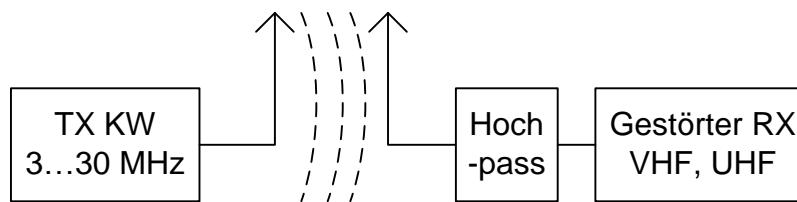
Einströmung bei nebenwellenfreier (s. Frage T94) Ausstrahlung

Beseitigung von störenden Beeinflussungen bei Einströmung über die Antennenzuleitung.

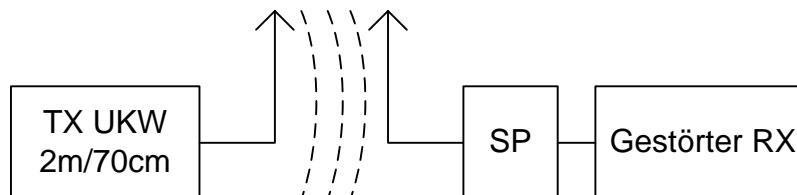
Tiefpassfilter



Hochpassfilter



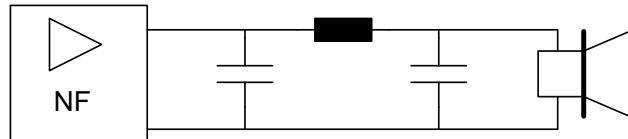
Bandspur (SP)



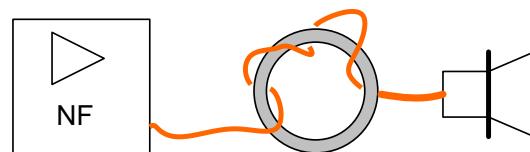
Einströmung bei nebenwellenfreier (s. Frage T94) Ausstrahlung

Beseitigung von störenden Beeinflussungen bei Einströmung über Lautsprecherleitungen.

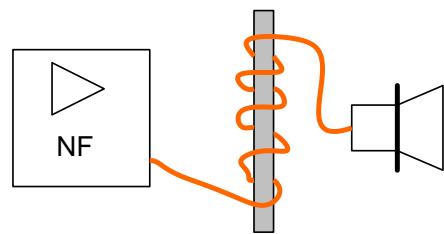
Tiefpassfilter



Ringkerndrossel

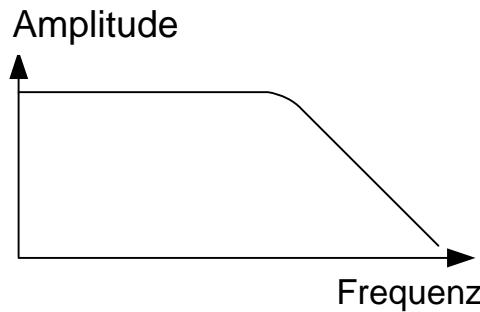
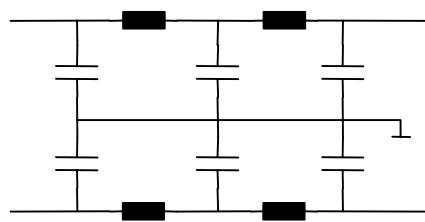


Ferritstabdrossel





Durch korrekte Verdrosselung und Abblockung der Netzzuleitungen kann das Abfließen von HF in das Stromnetz verhindert werden.



Schaltung und Durchlassbereich eines Breitbandnetzfilters (Tiefpassfilter).

Typische Werte

- Induktivitäten im Bereich 10 - 50 mH
- Kapazitäten im Bereich 10 - 100 nF



Der Begriff Interferenz bedeutet Überlagerung bzw. Störung (engl. interference).

Ursachen der Interferenz in elektronischen Anlagen (nicht Kommunikationsanlagen) sind im Zusammenhang mit dem Thema EMV zu diskutieren: *siehe Frage T87.*

Gegenmaßnahmen (Funkentstörmaßnahmen) bei Beeinflussung durch hochfrequente Ströme und Felder: *siehe Fragen T91, T92.*



Schädliche Störungen

und störende Beeinflussungen im Funkverkehr

- Erklären Sie den Begriff schädliche Störungen (T96)
- Erklären Sie die Begriffe: Unerwünschte Aussendungen, Ausserbandaussendungen, Nebenaussendungen (spurious emissions) (T94)
- Definieren Sie den Begriff belegte Bandbreite (T100)
- Was sind Tastklicks, wie werden sie vermieden? (T93)
- Erklären Sie den Begriff: Splatter – Ursachen und Auswirkungen (T95)
- Erklären Sie die Begriffe Blocking, Intermodulation (T102)



Gemäß Amateurfunkverordnung – AFV §1

Eine schädliche Störung ist eine Störung, welche die Abwicklung des Funkverkehrs bei einem anderen Funkdienst, Navigationsfunkdienst, Sicherheitsfunkdienst gefährdet oder den Verkehr bei einem Funkdienst, der in Übereinstimmung mit den für den Funkverkehr geltenden Vorschriften wahrgenommen wird, ernstlich beeinträchtigt, ihn behindert oder wiederholt unterbricht.

Beachte

Amateurfunk ist ein Funkdienst, der in Übereinstimmung mit den für den Funkverkehr geltenden Vorschriften wahrgenommen wird. Somit kann auch Amateurfunk von schädlichen Störungen betroffen sein.



Unerwünschte Aussendungen

Gemäß Amateurfunkverordnung – AFV §1:

Die der Antennenspeiseleitung am Ausgang des Sende-Empfängers (bei der Verwendung von Leistungsverstärkern am Ausgang von diesem) zugeführten Störsignale auf jeder anderen Frequenz als der Trägerfrequenz samt den zugehörigen Seitenbändern, die sich aus dem Modulationsprozess ergeben.

Ausserbandaussendungen

sind alle unerwünschten Aussendungen die nicht in die für den Funkverkehr zugelassenen Frequenzbänder fallen. Sie entstehen z.B. durch Oberwellen, die nicht vorschriftsmäßig unterdrückt sind.

Nebenaussendungen (spurious emissions)

liegen vor, wenn z.B.

- das Sendesignal durch einen Mischvorgang gebildet wird und das unerwünschte Mischprodukt nicht korrekt ausgefiltert wird
- durch Selbsterregung einer der Verstärkerstufen im Sender.



Gemäß Amateurfunkverordnung – AFV §1:

„Belegte Bandbreite“ (bezeichnet) die Frequenzbandbreite, bei der die unterhalb ihrer unteren und oberhalb ihrer oberen Frequenzgrenzen ausgesendeten mittleren Leistungen 0,5% der gesamten mittleren Leistung einer gegebenen Aussendung betragen.

Kenngröße kHz

Beachte 0,5% der gesamten mittleren Leistung entspricht
 1/200 der gesamten mittleren Leistung,
 also 1/100 (-20dB) und davon die Hälfte (-3dB), *siehe auch G11*,
 somit -23 dB, bezogen auf die gesamte mittlere Leistung.

Beachte Die oberen und unteren Frequenzgrenzen ergeben sich aus dem
 Modulationsprozess (Seitenbänder, *siehe auch Frage T51*).



Tastklicks ist die Bezeichnung für Störsignale auf Grund übermäßig belegter Bandbreiten von Telegrafie-Sendern.

Ursachen

Wenn die Sendertastung eines Morsesignals ganz hart, also rechteckförmig erfolgt, entsteht eine Vergrößerung der belegten Bandbreite.

Auswirkungen

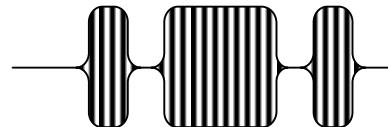
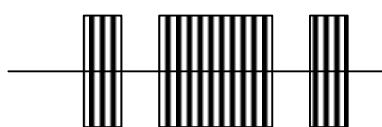
Störungen des Funkverkehrs auf Frequenzen, die der Verkehrsfrequenz benachbart sind.

Vermeidung

Durch RC-Glieder kann die Tastung weicher gestaltet werden, damit entsteht eine kleinere belegte Bandbreite.

Sendertastung zu hart

richtig (Verrundung der Flanken)





Splatter ist die Bezeichnung für Störsignale auf Grund übermäßig belegter Bandbreiten von AM- oder SSB-Sendern.

Ursachen

Übermodulation bei AM- und SSB-Sendern, in der Regel durch Fehlbedienung, seltener durch Fehlkonstruktion oder technische Defekte. Bei Sendern bzw. Leistungsverstärkern wird der lineare Arbeitsbereich (*siehe G8*) überschritten.

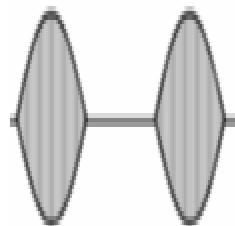
Auswirkungen

Störungen des Funkverkehrs auf Frequenzen, die der Verkehrsfrequenz benachbart sind. Splatter gehen in der Regel auch mit Intermodulation (*s. Frage T42*) einher. Das hat schlechte Sprachverständlichkeit zur Folge.

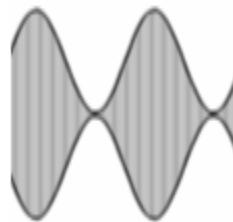
Vermeidung

Korrekte Bedienung, Reparatur.

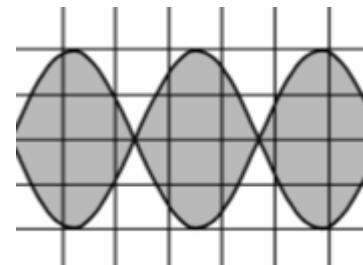
AM übermoduliert



AM 100% moduliert



sauberes SSB 2Ton-Signal





Blocking

ist ein Vorgang, bei dem ein abseits von der Empfangsfrequenz liegendes extrem starkes Fremdsignal eine Empfänger-Vorstufe derart übersteuert, dass ein Empfang schwächerer Signale unmöglich ist (Zustopfen).

Intermodulation

wird grundsätzlich durch nichtlineare Verzerrungen hervorgerufen, *siehe Frage T42.*

In Empfängern

Die unbeabsichtigte Mischung in nichtlinear betriebenen Empfängerstufen (mit zu starken Signalen) erzeugt unerwünschte Mischprodukte, die Signale vortäuschen, die gar nicht existieren.

In Sendern

Die unbeabsichtigte Mischung in nichtlinear betriebenen Verstärkerstufen kann unerwünschte Nebenaussendungen erzeugen, *siehe auch Fragen 94, 95.*

Gefahrenquellen

- Sicherheitsabstände bei Antennen (T84)
- Welche Gefahren bestehen für Personen durch den elektrischen Strom? (T103)
- Was ist beim Betrieb von Hochspannung führenden Geräten zu beachten? (T104)
- Definieren Sie die Gefahren durch Gewitter für die Funkstation und das Bedienpersonal, beschreiben Sie Vorbeugemaßnahmen (T105)
- Blitzschutz bei Antennenanlagen (T83)



Sicherheitsabstände im Strahlungsfeld von Antennen: *Siehe Fragen T73, T88 (EMVU).*

Im Folgenden geht es um die grundlegende Sicherheit von Antennenanlagen, auch wenn keine elektromagnetische Felder abgestrahlt werden, also auch wenn die Antennenanlage nur zu Empfangszwecken benutzt wird (!).

Die gesamte Anlage muss so ausgeführt sein, dass elektrische und mechanische Sicherheit gewährleistet ist. Der Errichter ist für alle Schäden haftbar.

Mehrere Antennenanlagen auf einem Dach dürfen sich gegenseitig nicht behindern. Auf ausreichende Abstände zu stromführenden Leitungen ist zu achten.

Blitzschutz: *siehe Frage T83.*



Ein Stromschlag kann Verbrennungen, Herzflimmern und Herzstillstand verursachen.

Der menschliche Körper besitzt eine je nach Hautfeuchtigkeit mehr oder weniger gute Leitfähigkeit. International werden Spannungen über 50 V (Effektivwert) als gefährlich eingestuft, da bereits bei diesen Spannungen gefährliche Ströme durch den Körper fließen können. Deshalb muss unbedingt verhindert werden, dass Personen in einen elektrischen Stromkreis geraten können.



Alle Hochspannung führenden Geräteteile müssen in einen allseitig geschlossenen Hochspannungskäfig mit Deckelschalter eingebaut werden.

Vor Entfernen eines Deckels unbedingt Netzstecker ziehen und einige Minuten abwarten. So können sich auch die Hochspannungs-Kondensatoren entladen, die mit Entladewiderständen überbrückt sein müssen.

Niemals an Hochspannungsgeräten im eingeschalteten Zustand arbeiten!

Linke Hand in die Hosentasche und isolierte Sitz- oder Standfläche (Vermeidung eines Stromflusses von Hand zu Hand über das Herz).



Durch die meist hoch angebrachte Antennenanlage ist die Gefahr eines Primärblitzschlages gegeben. Das bedeutet, der Blitz schlägt direkt in eine Antenne ein und kann die angeschlossene Funkstation beschädigen.

Ein Sekundärblitzschlag ist dann der Fall, wenn der primäre Einschlag z.B. in die 230 Volt Leitung erfolgt und durch induktive Spannungsspitzen angeschlossene Geräte beschädigt werden.

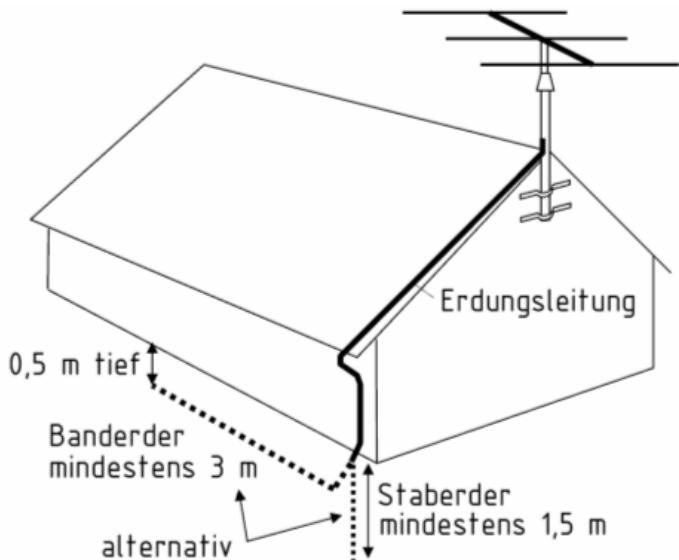
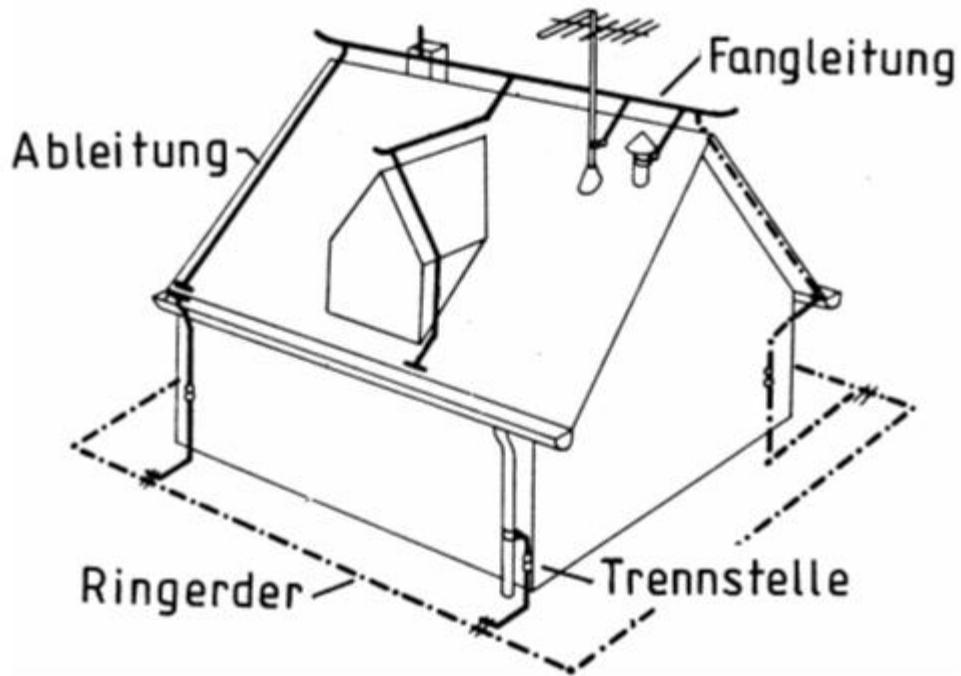
Personen sind bei Blitzschlag gefährdet, da es zu hohen Strömen (direkt oder durch Induktion) im Körper kommen kann, die zu Verbrennungen, Herzstillstand und Tod führen können.

Vorbeugemaßnahmen

- Funkbetrieb einstellen
- Funkgeräte vom Netz trennen
- Antennenkabel vom Gerät trennen und erden
- bei Herannahen eines Gewitters alle Antennen erden
- Korrekter Blitzschutz, *siehe Frage T83.*



Das Standrohr von Außenantennen und deren Ableitungen (Antennenkabel) müssen über geeignete Komponenten an den Blitzschutz angeschlossen bzw. für sich blitzschutzmäßig geerdet werden. Diese Arbeiten müssen von einer konzessionierten Blitzschutz-Firma ausgeführt werden. Die Betriebserde dient der Schutzmaßnahme (für FI-Schalter, Nullung etc.) und darf nicht für die Blitzableitung verwendet werden!



Quelle: DJ4UF



Formeln, Größen und Symbole

- Wichtige Formeln
- Wichtige Größen und Einheiten
- Wichtige Symbole für elektronische Bauteile 1
- Wichtige Symbole für elektronische Bauteile 2
- Wichtige Symbole für elektronische Bauteile 3



Wichtige Formeln

Widerstand kapazitiv:

$$X_C = 1/(2\pi f C)$$

wobei $\pi = 3,14$, $f = \text{Hz}$,
 $C = \text{Farad}$, $L = \text{Henry}$

Widerstand induktiv:

$$X_L = 2\pi f L$$

$$\boxed{\text{Wellenlänge } \lambda_{(m)} = 300/f \text{ (MHz)}}$$

Serienschaltung ohmsch:

$$R_{\text{ges.}} = R_1 + R_2 + R_3 \dots \quad R_{\text{ges}} \text{ wird größer!}$$

Parallelschaltung ohmsch:

$$1/R_{\text{ges.}} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 \dots \quad R_{\text{ges}} \text{ wird kleiner!}$$

Serienschaltung induktiv:

$$L_{\text{ges.}} = L_1 + L_2 + L_3 \dots \quad L_{\text{ges}} \text{ wird größer!}$$

Parallelschaltung induktiv:

$$1/L_{\text{ges.}} = 1/L_1 + 1/L_2 + 1/L_3 \dots \quad L_{\text{ges}} \text{ wird kleiner!}$$

Serienschaltung kapazitiv:

$$1/C_{\text{ges.}} = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 \dots \quad C_{\text{ges}} \text{ wird kleiner!}$$

Parallelschaltung kapazitiv:

$$C_{\text{ges.}} = C_1 + C_2 + C_3 \dots \quad C_{\text{ges}} \text{ wird größer!}$$

Schwingkreis (Technikerformel):

$$f = 159/\sqrt(L \cdot C) \quad \text{wobei: } L = \mu\text{H}, C = \text{pF}, f = \text{MHz}$$

Dezibel, Erhöhung um dB ergibt:

3dB = 2 fache Leistung

6dB = 2 fache Spannung bzw. 4 fache Leistung

10dB = 10 fache Leistung

12dB = 4 fache Spannung bzw. 16 fache Leistung

20dB = 10 fache Spannung bzw. 100 fache Leistung

f Resonanzfrequenz (kHz)

B Bandbreite (kHz)

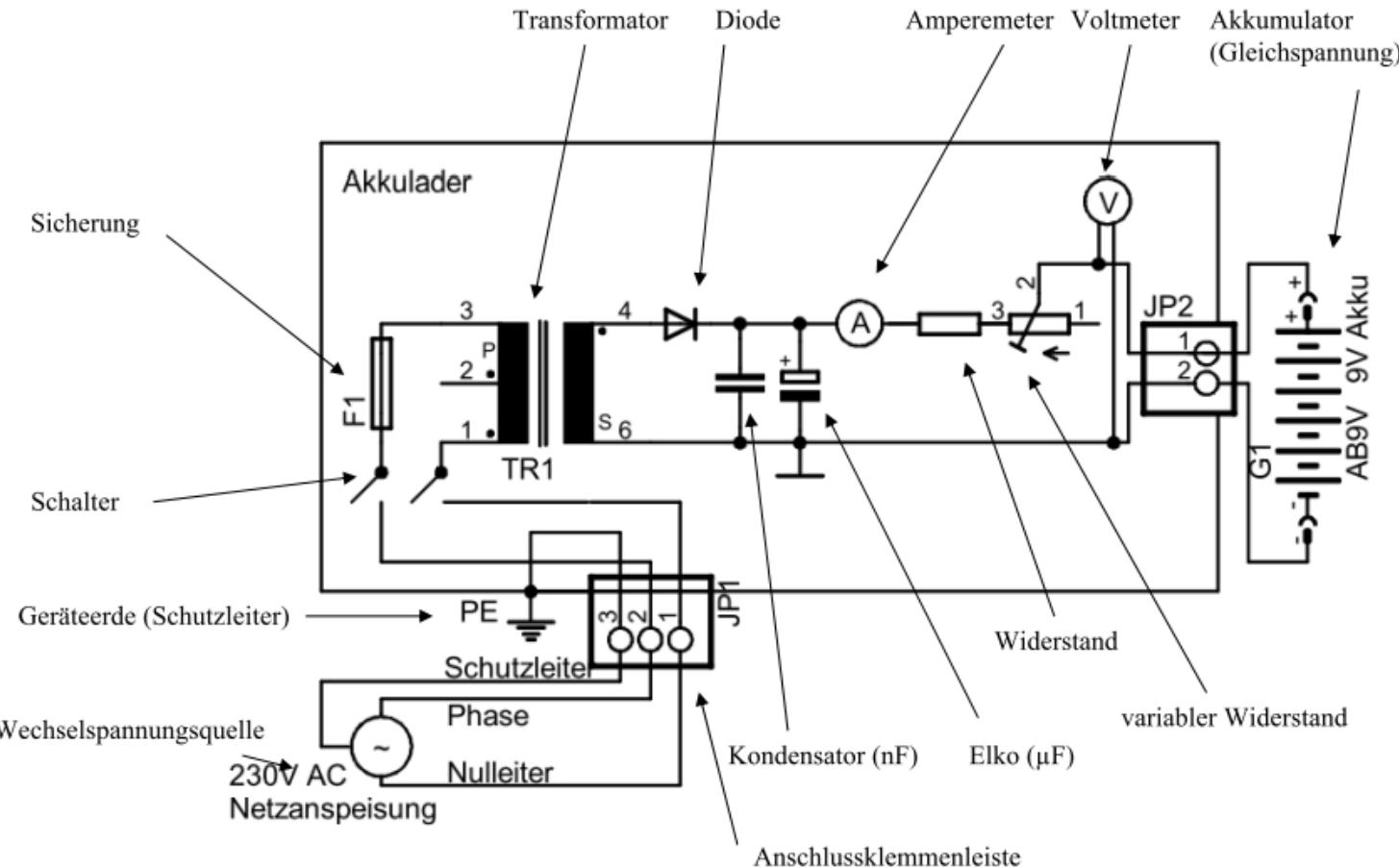


Technik

Größe	Bezeichnung	Maßeinheit	Bemerkung
Spannung	U	V	Volt
Strom	I	A	Ampere auch "Stromstärke"
Widerstand	R	Ω	Ohm
Leitwert	G	S	Siemens $G = 1 / R$
Leistung	P	W	Watt $P = U \times I$
Kapazität	C	F	Farad
Induktivität	L	H	Henry
Kapazitiver Blindwiderstand	Xc	Ω	Ohm wird auch "Reaktanz" genannt
Induktiver Blindwiderstand	Xl	Ω	Ohm wird auch "Reaktanz" genannt
Scheinwiderstand	Z	Ω	Ohm wird auch "Impedanz" genannt
Frequenz	f	Hz	Hertz
Periodendauer	T	sec	Sekunden $T = 1 / f$
Phasendifferenz	ϕ	$^{\circ}$	Grad auch "Phasenverschiebung"
Wellenlänge	λ	m	Meter wird auch "Lambda" genannt
Elektrische Feldstärke	E	V / m	Volt pro Meter

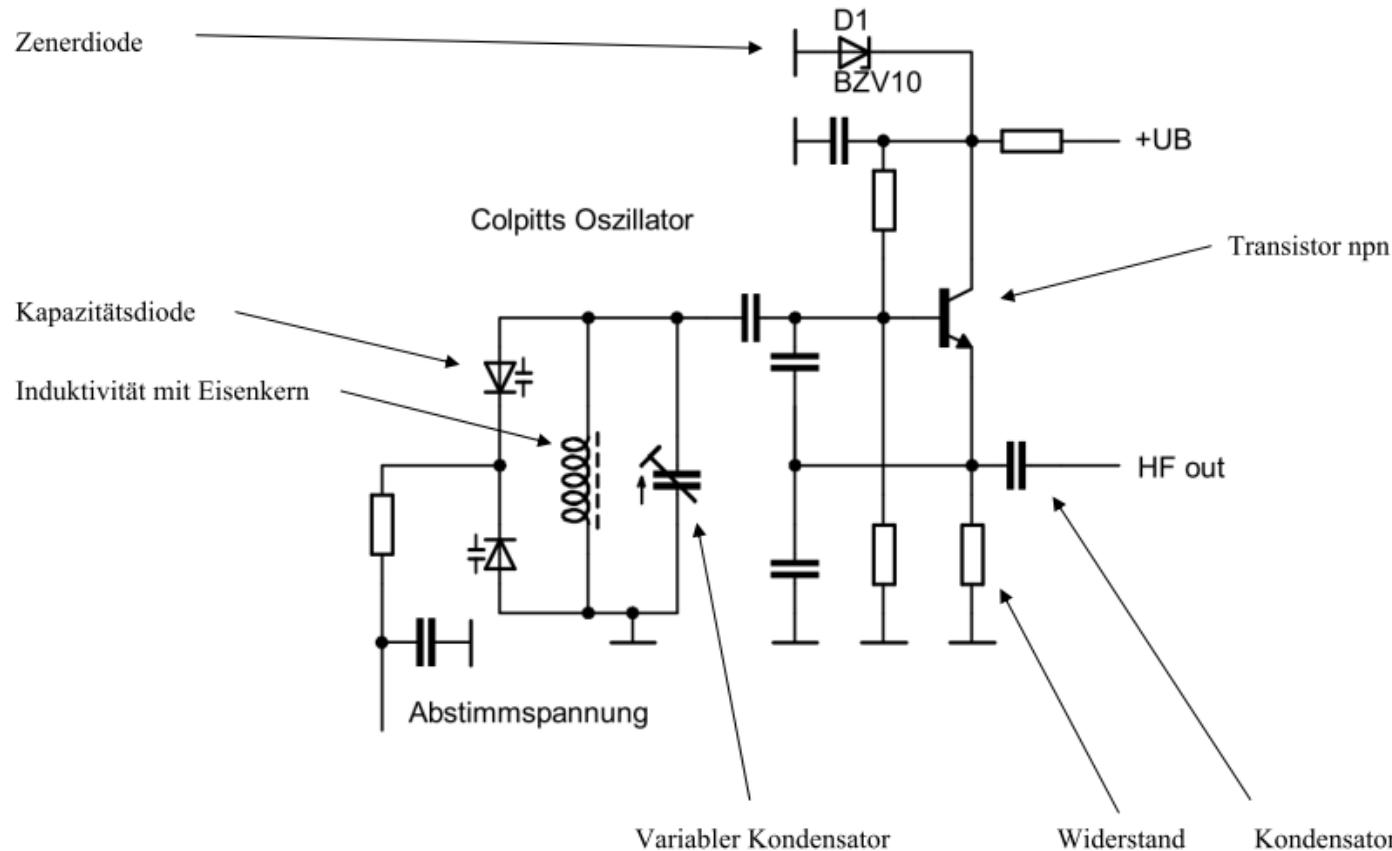


Wichtige Symbole für elektronische Bauteile 1:





Wichtige Symbole für elektronische Bauteile 2



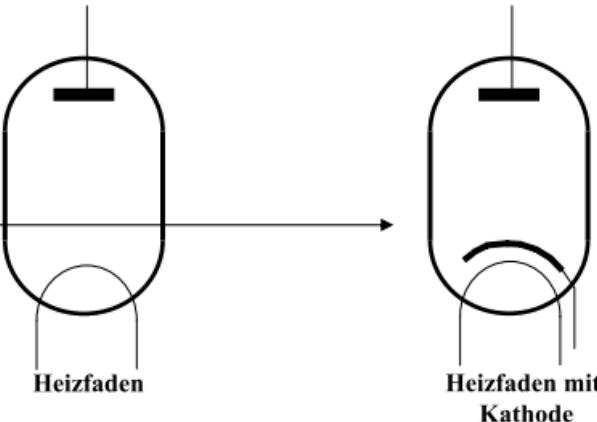


Technik

Wichtige Symbole für elektronische Bauteile 3

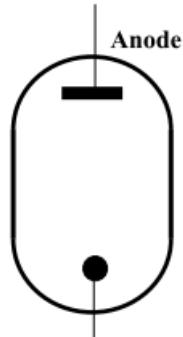
Hochvakuumröhren

Grundsatzunterscheidung zwischen
direkt und indirekt geheizten Röhren:



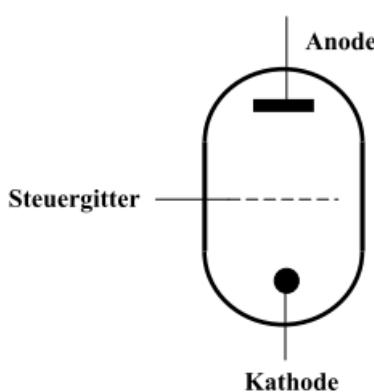
Unterscheidung nach Funktion:

Diode:



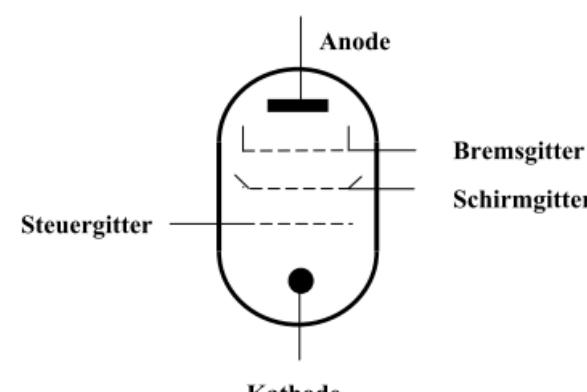
Kathode

Triode:



Kathode

Pentode:



Kathode



Diese Unterlagen des Bereichs Technik beruhen auf folgenden Quellen:

- Ausbildungsunterlage für die Amateurfunkprüfung -
Bewilligungsklasse 1 (CEPT) für das Fachgebiet TECHNIK,
Stand September 2020, Herausgeber: AFU Kurs Graz.
- Ausdrücklich genannten Quellen, dafür liegen Einwilligungen vor:
DJ4UF, <http://www.didactronic.de/>, OE6GC, OE6MY, OE6AAD, OE6ZH
- Ungenannten Quellen, darunter auch Wikipedia, die auf Grund der zahlreichen, auch von anderen vorgenommenen Ergänzungen (*siehe Versionshinweise*) nicht mehr identifizierbar sind.

Aus diesen Gründen wurde dieser Lernbehelf

- ausschließlich als persönliches Exemplar
- ausschließlich im Rahmen des "AFU-Lizenz - Prüfungsvorbereitungskurs LV6"
- ausschließlich zur persönlichen Nutzung für die KursteilnehmerInnen angefertigt.

Jede anderweitige Nutzung, Kopieren, Weitergabe, in elektronischer oder in Papierform, auch in Teilen, ist nicht gestattet.



Frage	Wortlaut	Seite
G1	Was ist elektrischer Strom?	5
T1	Ohmsches und Kirchhoff'sches Gesetz	22f
G2	Was ist Spannung?	6
T2	Begriff Leiter, Halbleiter, Nichtleiter	25
G3	Wie entsteht Spannung?	7
T3	Kondensator, Begriff Kapazität, Einheiten - Verhalten bei Gleich- und Wechselspannung	29f
G4	Stromkreis, was ist Widerstand?	11
T4	Spule, Begriff Induktivität, Einheiten - Verhalten bei Gleich- und Wechselspannung	33f
G5	Was ist Leistung? Verbraucher	12
T5	Wärmeverhalten von elektrischen Bauelementen	26
G6	Bruchteile und vielfache von Kenngrößen	13
T6	Stromquellen (Kenngrößen)	8
G7	Elektromagnetismus, Induktion	15ff
T7	Sinus- und nicht-sinusförmige Signale	20f
G8	Der Begriff Linearität	18
T8	Was verstehen Sie unter dem Begriff Skin-Effekt?	27f
G9	Widerstände als Bauelemente, Kenngrößen	24
T9	Gleich- und Wechselspannung - Kenngrößen	9f
G10	Was bedeuten die Begriffe „analog“ „und digital“?	72
T10	Was verstehen Sie unter dem Begriff Permeabilität?	35f
G11	Was bedeutet der Begriff „Dezibel“?	83f
T11	Serien- und Parallelschaltung von R, L, C	40
G12	Prinzipieller Aufbau eines Kommunikationssystems. Grundausstattung einer Amateurfunkstelle.	86f
T12	Was verstehen Sie unter dem Begriff Dielektrikum?	31f

Frage	Wortlaut	Seite
G13	Was bedeuten die Begriffe "Anpassung" und "Fehlanpassung"?	123
T13	Wirk-, Blind- und Scheinleistung bei Wechselstrom	41
G14	Abstrahlung, Ausbreitung, Hindernisse, bewegte Funkstationen	137
T14	Begriff elektrischer Widerstand (Schein-, Wirk- und Blindwiderstand), Leitwert	37
G15	Verkürzte Antennen, Mobilantennen	142
T15	Berechnen Sie den induktiven Blindwiderstand einer Spule mit 30 µH bei 7 MHz (Werte sind variabel)	39
G16	Was bedeutet der Begriff „Strahlungsleistung“?	162f
T16	Berechnen Sie den kapazitiven Blindwiderstand eines Kondensators von 500 pF bei 10 MHz (Werte sind variabel)	38
T17	Der Transformator - Prinzip und Anwendung	42f
T18	Der Resonanzschwingkreis - Kenngrößen	48ff
T19	Der Resonanzschwingkreis - Anwendungen in der Funktechnik	51
T20	Berechnen Sie die Resonanzfrequenz eines Schwingkreises	52
T21	Filter – Arten, Aufbau, Verwendung und Wirkungsweise	53f
T22	Was sind Halbleiter?	56ff
T23	Die Diode - Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung	59f
T24	Der Transistor - Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung	61f
T25	Die Elektronenröhre - Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung	63f
T26	Arten von Gleichrichterschaltungen - Wirkungsweise	67f
T27	Stabilisatorschaltungen	68



Technik Index

Frage	Wortlaut	Seite
T87	Erklären Sie den Begriff „EMV“ und dessen Bedeutung im Amateurfunk	167
T88	Erklären Sie den Begriff „EMVU“ und dessen Bedeutung im Amateurfunk	166
T89	Erklären Sie den Begriff „Trap“, Aufbau und Wirkungsweise	141
T90	Was versteht man unter einem Hohlraumresonator, Anwendung	132f
T91	Funkentstörmaßnahmen im Bereich Stromversorgung der Amateurfunkstelle	172
T92	Funkentstörmaßnahmen bei Beeinflussung durch hochfrequente Ströme und Felder	171ff
T93	Was sind Tastclicks, wie werden sie vermieden?	178
T94	Erklären Sie die Begriffe: „Unerwünschte Aussendungen“, „Ausserbandaussendungen“, „Nebenaussendungen“ (spurious emissions)	176
T95	Erklären Sie den Begriff: „Splatter“ - Ursachen und Auswirkungen	179
T96	Erklären sie den Begriff „schädliche Störungen“	175
T97	Prinzipieller Aufbau einer Relaisfunkstelle und einer Bakenfunkstelle	156
T98	Definieren Sie den Begriff „Senderleistung“	159
T99	Definieren Sie den Begriff „Spitzenleistung“	160f
T100	Definieren Sie den Begriff „belegte Bandbreite“	177

Frage	Wortlaut	Seite
T101	Definieren Sie den Begriff „Interferenz in elektronischen Anlagen“; beschreiben Sie Ursachen und Gegenmassnahmen	173
T102	Erklären Sie die Begriffe „Blocking“, „Intermodulation“	180
T103	Welche Gefahren bestehen für Personen durch den elektrischen Strom?	183
T104	Was ist beim Betrieb von Hochspannung führenden Geräten zu beachten?	184
T105	Definieren Sie die Gefahren durch Gewitter für die Funkstation und das Bedienpersonal, beschreiben Sie Vorbeugemassnahmen	185



funk-elektronik
HF Communication

www.funkelektronik.at

Grazerstrasse 11, 8045 Graz-Andritz

Tel. 0720 / 270013

E-Mail: verkauf@funkelektronik.at

Vertrieb von Communicationsgeräte und Zubehör

Distributor of FlexRadio Systems Products

Beratung – Verkauf – Service – Reparatur - Garantie



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

Amateurfunk-Prüfungsfragen

Betriebstechnik

**mit eingearbeiteten Antworten und
zusätzlichen Erläuterungen**



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

The Radio Amateur is:

CONSIDERATE...never knowingly operates in such a way as to lessen the pleasure of others.

LOYAL... offers loyalty, encouragement and support to other amateurs, local clubs, and the American Radio Relay League, through which Amateur Radio in the United States is represented nationally and internationally.

PROGRESSIVE...with knowledge abreast of science, a well built and efficient station and operation above reproach.

FRIENDLY...slow and patient operating when requested; friendly advice and counsel to the beginner; kindly assistance, cooperation and consideration for the interest of others. These are the hallmarks of the amateur spirit.

BALANCED...radio is an avocation, never interfering with duties owed to family, job, school or community.

PATRIOTIC...station and skill always ready for service to country and community.

The original Amateur's Code was written by Paul M. Segal W9EEA, in 1928



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B51. Buchstabieren Sie folgende Worte bzw. den folgenden Text nach dem internationalen Buchstabieralphabet.

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



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B50. Wie wird ein Funkrufzeichen allgemein bzw. ein Amateurfunkrufzeichen aufgebaut – nach welcher Vorschrift?

Der Aufbau eines Funkrufzeichens wird durch die „Vollzugsordnung für den Funkdienst“ (**VO-FUNK**) geregelt. Diese wird in OE durch TKG und AFV umgesetzt.

Jedes Funkrufzeichen beginnt mit dem Landeskenner, den Ziffern (engl. Prefix) und/oder Buchstaben (Suffix) oder eine Kombination daraus folgen.

Amateurfunkrufzeichen bestehen aus dem Landeskenner (größere Länder verfügen meist über mehrere), einer Ziffer und ein oder drei Buchstaben.

Beispiel: **OE6BWG**

OE: Landeskenner
6: Ziffer, die in OE das Bundesland angibt
BWG: drei Buchstaben, durch die FMB zugeteilt
(Wünsche können geäußert werden)



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B55. 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) vergeben.

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



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B53. Nennen Sie Beispiele österreichischer Amateurfunkrufzeichen mit Zusätzen (am; mm; /1).

Alle österr. Amateurfunkrufzeichen beginnen mit dem Landeskenner OE, dem eine Ziffer (Bundeslandkennung) und ein oder drei weitere Buchstaben folgen, z.B.: OE1YAC, OE3WMB, OE4NMA, OE9IMG.

Als Zusätze sind generell zu verwenden:

1. /am für aero-mobile, Betrieb an Bord eines im Flug befindlichen Luftfahrzeuges
2. /mm für maritime-mobile, Betrieb an Bord eines Schiffes in internationalen Gewässern
3. /m für mobile (im Auto, Zug, ...)
4. /p für portable (zu Fuss unterwegs)

Die Ziffern /1–/9 werden bei vorübergehendem Betrieb an einem anderen Standort (in Abhängigkeit vom Bundesland) dem Rufzeichen angefügt.

Darüber hinaus kann die Fernmeldebehörde auf Grund besonderer Anlässe die Verwendung von Zusätzen gestatten (z.B. OE 5 DI / 500 anlässlich „500 Jahre Linz“).

Alle Zusätze werden vom Rufzeichen durch einen Schrägstrich (gesprochen „STRICH“, englisch: „SLASH“) getrennt.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B54. Nennen Sie die Landeskenner von fünf Nachbarländern und von fünf weiteren Ländern.

OK – Tschechien

OM – Slowakei

HA – Ungarn

S5 – Slowenien

I – Italien (IA, IC, IN...)

HB – Schweiz

HB0 – Liechtenstein

DL – Deutschland (DA, DC ...)

F – Frankreich

PA – Holland

ON – Belgien

G – England (GB, BC ... M)

SM – Schweden

OH – Finnland

4X – Israel

SV – Griechenland

SP – Polen

UA – Russland

9A – Kroatien

(siehe auch Länderliste im Anhang).



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B39. Was verstehen Sie unter „UTC“ (GMT) – Zusammenhang zu Lokalzeit, Sommerzeit

Unter „UTC“ (engl. Universal Time Coordinated) versteht man eine international koordinierte Weltzeit bezogen auf den „Null-Meridian“, das ist der Längenkreis durch Greenwich in England (daher auch die frühere Bezeichnung GMT, die auch heute noch verwendet wird; engl. Greenwich Mean Time).

Wichtig ist die UTC für die Vereinbarung von Funkkontakten weltweit, um Missverständnisse bei der Uhrzeit zu vermeiden.

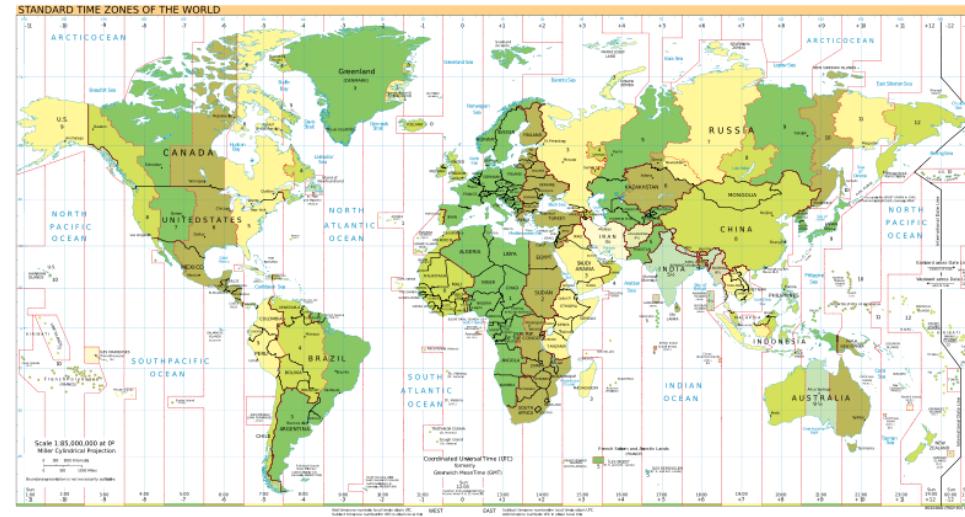
Man erhält die Zeit in UTC/GMT, wenn man je 15 Längengrade Abstand vom Nullmeridian eine Stunde zur Lokalzeit dazurechnet (westliche Länge), bzw. eine Stunde abzieht (östliche Länge).

Während der Sommerzeit erhöht sich der Unterschied zwischen UTC u. Lokalzeit um 1 Stunde.

Für Österreich gilt :

z.B.

13 h Lokalzeit = 12 h UTC,
15 h Sommerzeit = 13 h UTC.





Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B3. Welche Bedeutung haben die Q-Gruppen im Allgemeinen?

Es werden 5 Q-Gruppen gefragt und umgekehrt auch als Frage gestellt

Allgemeiner Hinweis: Q-Gruppen wurden zur rascheren Verkehrsabwicklung in der Betriebsart Telegrafie, später auch im Fernschreibverkehr bei den kommerziellen Funkdiensten (Seefunk, Flugfunk etc.) verwendet.

Im Amateurfunkdienst hat man im Laufe der Jahre eine Reihe dieser Q-Gruppen auch in den Sprechfunk übernommen und dabei ihre Bedeutung zum Teil abgewandelt, d.h. dem Amateurfunkzweck „angepasst“.

Beispiele:

- | | | |
|-----|---|--|
| QRM | - | ich werde gestört (Fremdstörungen), |
| QRN | - | ich werde gestört (natürliche Störungen) |
| QSO | - | ich habe Verbindung mit ... |
| QRO | - | erhöhe die Sendeleistung, |
| QSY | - | wechsle auf die Frequenz ... kHz , |



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B4. Sie wollen, dass ihre Gegenstation die Sendeleistung vermindert – welche Q-Gruppe verwenden Sie?

- > Die Q-Gruppe QRP



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B70. Wie teilen Sie der Gegenstation ihren Standort mit?

Die Mitteilung des Standortes (verwendete Q-Gruppe: QTH) kann durch Angabe eines Ortsnamens, der geografischen Koordinaten (geografische Breite und Länge) oder des sog. „QRA-Locators“ erfolgen.

Dazu wird die Erde in Groß-, Mittel- und Kleinfeldern unterteilt und so der jeweils eigene Standort übermittelt (GPS – Maidenhead-Locator).

Die meisten Handelsüblichen GPS können auch den Maidenhead Locator anzeigen.

QRA Locator:



Beispiel eines
QRA Locator in Graz: JN77RB
Wien: JN88EE
Linz: JN78DH





Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B69. Wie beurteilen Sie die Aussendung Ihrer Gegenstelle und wie wird diese Beurteilung der Gegenstelle mitgeteilt?

Im „normalen“ Funkverkehr innerhalb des Funkhorizontes und über Relaisfunkstellen, sowie beim Kontestbetrieb ist es üblich, die RS(T)-Beurteilung anzuwenden, wobei R für Lesbarkeit (engl. „readability“), S für Lautstärke (engl. „signal strength“) und T für Tonqualität (engl. „tone quality“) steht. Die Tonqualität wird nur bei Telegrafieaussendungen beurteilt.

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 Brumm
	S 9 = sehr stark hörbar	T 9 = reiner Ton

Die angeführte Beurteilung ist relativ, für die Lautstärke S wird das sog. S-Meter herangezogen.

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



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B1. Wie eröffnen Sie einen Funkverkehr in Phonie, wie in Telegrafie?

1. Überprüfen durch Reinhören ob Frequenz frei ist,
2. Da auf KW die Stationen in der toten Zone nicht gehört werden können: überprüfen, ob die Frequenz tatsächlich frei ist:
In Phonie mit „is this frequency in use?“, in CW mit der Q-Gruppe „QRL?“
3. Auf den Hinweis einer Gegenstation „this frequency is in use!“ bzw. in CW „QRL“ antwortet man mit „sorry!“, in CW „SRI“ und sucht eine andere, unbenutzte Frequenz.
4. Ist die Frequenz frei, wird entweder mit einem allgemeinen Anruf

Phonie: „CQ,CQ,CQ – this is call, call“,

CW: „CQ CQ CQ DE call

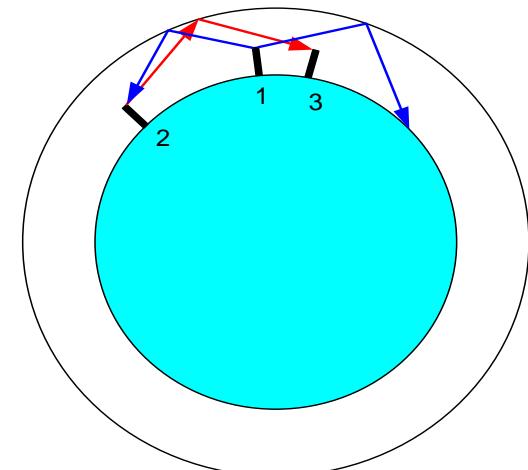
3x wiederholen gefolgt von PSE K

oder gezielt nach einer bestimmten Station gerufen.

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

Phonie: „CQ CONTEST (3x), this is ...“,

CW: „CQ TEST de ...“ (1–3 mal) gerufen.



- bestehendes QSO zwischen 2 und 3
- 1 hört 3 in der toten Zone nicht sondern nur Station2!



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B2. Was ist das gebräuchliche Minimum einer Amateurfunkverbindung?

Der Nachrichteninhalt ist nicht bindend vorgeschrieben, als Minimum wird jedoch das Rufzeichen, der Rapport (RS bzw. RST), der Vorname und der Standort (QTH), sowie weitere Informationen (etwa Stationsbeschreibung) übermittelt.

Bei Contestverbindungen beschränkt sich der Nachrichteninhalt auf das Rufzeichen, den Rapport und in den Contestregeln festgelegte weitere Informationen, meist die fortlaufende Zahl der getätigten Verbindungen.

Beispielhaft ist nachstehender Loguchauszug:

Logbook page (D:\A_DATA\AFU\LOGFILES\LOGGER\LOGBOOK32A)												
NUM	CALL	NAME	QTH	FREQ	MODE	DXCC	QSL via	QSO DATE	TIME ON	TIME OFF	RST S	RST R
3574	EP4SP	Shahryar		14193	SSB	Iran		30 Mrz 2006	1557	1558	59	59
3575	PY1KO	Alexandre		18082	CW	Brazil		03 Apr 2006	1107	1107	599	599
3576	J5UCW	Simone		18075	CW	Guinea-Bissau	IK2ILH	04 Apr 2006	1422	1422	599	599
3577	D2DX	Janne		24895	CW	Angola	OH2BAD	06 Apr 2006	0938	0938	599	599
3632	JD1BMC			18075	CW	Ogasawara	DL2DX	08 Apr 2006	0957	0957	599	599

OE6GC



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B6. Sie wollen in einen bestehenden Funkverkehr einsteigen – wie führen Sie das durch?

1. Funkverkehr beobachten!

2. In einer Sendepause sein Rufzeichen senden (Kurzwelle) oder mit "OE1MCU bittet um Aufnahme" (UKW –FM) auf sich aufmerksam machen.

In Telegrafie wird die Abkürzung BK (für break) gesendet.

3. Eine der Stationen im QSO wird Hinweis geben, dass man warten soll (engl. „please standby“; in Telegrafie „PSE EB“), oder „your call please“ oder "OE1MCU please come in", in Telegrafie „PSE CALL?“.

Wenn eine Aufnahme nicht erwünscht ist, wird mit „no breaker please“, in Telegrafie mit „NNN“ geantwortet. Das ist jedoch sehr unhöflich und sollte nur in Ausnahmefällen angewendet werden.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B37. Müssen Sie ein Funktagebuch führen und welche Angaben muss es enthalten?

1. Im Fall von Notfunkverkehr, von Katastrophengesprächen und bei der Durchführung von Not- und Katastrophengesprächen ist der vollständige Text der Nachricht aufzuzeichnen.
2. über Verlangen der Fernmeldebehörde zur Klärung frequenztechnischer Fragen.

Unter einem Funktagebuch („Logbuch“) versteht man die Aufzeichnung der wesentlichen betrieblichen Daten eines Funkverkehrs auf fortlaufend nummerierten und vom Betreiber der Funkstation unterfertigten Seiten, wobei die Führung des Funktagebuchs auch elektronisch (PC) erfolgen kann.

In diesem Fall muss der Fernmeldebehörde bei Aufforderung ein Ausdruck vorgelegt werden. Die wesentlichen Daten sind: Datum, Uhrzeit (Beginn/Ende des Funkverkehrs/der Aussendungen), Rufzeichen der Gegenstation oder die Tatsache einer Testaussendung, Betriebsart und Sendefrequenz.

Hinweis: es empfiehlt sich im eigenen Interesse dennoch die Führung eines vereinfachten Funktagebuchs (etwa für die QSL-Abwicklung etc.).

NUM	CALL	NAME	QTH	FREQ	MODE	DXCC	QSL via	QSO DATE	TIME ON	TIME OFF	RST S	RST R
3574	EP4SP	Shahryar		14193	SSB	Iran		30 Mrz 2006	1557	1558	59	59
3575	PY1KO	Alexandre		18082	CW	Brazil		03 Apr 2006	1107	1107	599	599
3576	J5UCW	Simone		18075	CW	Guinea-Bissau	JK2ILH	04 Apr 2006	1422	1422	599	599
3577	D2DX	Janne		24895	CW	Angola	OH2BAD	06 Apr 2006	0938	0938	599	599
3832	JD1BMC			18075	CW	Ogasawara	DL2DX	08 Apr 2006	0957	0957	599	599

OE6GC



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B42. Was bedeuten die folgenden Abkürzungen?

Es werden 5 Abkürzungen gefragt.

Allgemeiner Hinweis: für die rasche Abwicklung des Telegrafieverkehrs(CW), aber auch für digitale Betriebsarten (z.B. RTTY) sind noch eine weit größere Zahl an Abkürzungen in Verwendung, als für die Amateurfunkprüfung gefordert werden.

BK	=	engl. break (Aufforderung zur Unterbrechung)
CQ	=	an alle (Funkstellen)
CW	=	engl. continuous wave ; Telegrafie
DE	=	von
K	=	kommen
PSE	=	engl. please; bitte
RST	=	Rapport (R = engl. readability/Lesbarkeit; S = engl. signalstrength/Lautstärke; T = engl. tonequality/Signalqualität, nur für CW)
R	=	engl. roger/verstanden
N	=	engl. no/nein
UR	=	engl your/dein, deine
FB	=	engl. faible/gut
DX	=	Weitverbindung
RPT	=	engl.repeat/wiederholen
HW	=	engl. how?/wie?
CL	=	engl. close/für „ich schließe die Funkstelle“



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B73. Was ist hinsichtlich der Herstellung oder Veränderung von Amateurfunkgeräten zu beachten?

Lizenzierte Funkamateure 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 Aussendungen, Neben- und Oberwellenfreiheit, sowie der zulässigen maximal abgegebenen Sendeleistung entsprechen.

Verfügt die Sendeanlage über keine geeignete Frequenzanzeige (quarzgesteuerte Geräte ausgenommen), ist ein entsprechendes Frequenzmessgerät zur Kontrolle der Sende Frequenz erforderlich, ebenso ein Strom- und Spannungsmessgerät, wenn Spannungen über 50 V verwendet werden, und ein Leistungsmessgerät, wenn das Gerät mehr als die lizenzierte Leistung abgeben kann.

Es wird kein CE-Kennzeichen benötigt.

Selbstbau bzw. Modifizierung nur für die Lizenzklasse 1, bei Lizenzklasse 3 und 4 dürfen nur kommerziell gefertigte und unveränderte Geräte verwendet werden.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B48. Welche Mess- und Kontrollgeräte sind bei einer Amateurfunkstelle vorgeschrieben?

Grundsätzlich muss bei Verwendung **selbstgebauter** oder kommerziell gefertigter, aber **veränderter** Sende- oder Empfangsanlagen 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.

Treten an einer Amateurfunkanlage der vorstehend beschriebenen Art Spannungen über 50 Volt auf, muss ein geeignetes Strom- und Spannungsmessgerät vorhanden sein.

Werden Sendeanlagen verwendet, die den Betrieb einer höheren Sendeleistung ermöglichen, als 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.

(Für den Großteil der heute verwendeten Amateurfunkgeräte aus kommerzieller Fertigung mit eingebauter Frequenzanzeige und definierter Sendeleistung sind daher keine Mess- und Kontrollgeräte verbindlich vorgeschrieben!)



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B36. Welche Sendearten sind im Kurzwellenbereich zulässig?

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 alle Sendearten mit einer Bandbreite unter 7 kHz zulässig.

Bei der Datenübertragung dürfen nur Verfahren zur Anwendung kommen, die einer bekannten Norm entsprechen (VO-FUNK konform oder davon ableitendes Amateurverfahren, z.B. AMTOR, PACTOR etc.) und Übertragungsgeschwindigkeiten, die die Einhaltung der maximal zulässigen Bandbreite garantieren.

In den höherfrequenten Bändern können höhere Bandbreiten verwendet werden.

30 - 300MHz:	40 kHz
300MHz – 3000 MHz:	1000 kHz



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B49. Was ist bei der Abstimmung des Leistungsverstärkers einer Amateurfunkstelle zu beachten?

Der Leistungsverstärker eines Senders ist immer abstrahlungsfrei abzustimmen.

Dies wird durch die Verwendung einer geeigneten „Kunstantenne“ (engl. Dummy-Load) sichergestellt, die so aufgebaut ist, dass von ihr keine störende Abstrahlung erfolgt.

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

Amateurfunkstelle für Sprechfunk (Komponenten):





Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B40. Nennen Sie die konkreten Frequenzbereiche, die dem Amateurfunkdienst in den jeweiligen Frequenzbändern zugewiesen sind (jeweils 5 Beispiele).

Details hiezu sind festgelegt in Anlage 2 der AFV.

Bereich	135,7-137,8 kHz	1,81-1,95 MHz	3,5-3,8 MHz	7,0-7,2 MHz	10,1-10,15 MHz	14,0-14,35 MHz	18,068-18,168 MHz	21,0-21,45 MHz	24,89-24,99 MHz	28,0-29,7 MHz	50-52 MHz	144-146 MHz	430-440 MHz	1,24-1,30 GHz	2,304-250 GHz (12 Bänder)
Status	S	S	P	Pex	S	Pex	Pex	Pex	Pex	Pex	S	Pex	P 2)	S	S,teilw.P,Pex
Klasse 1	A	A,B 1)	A-D	A-D 4)	A,B	A-D	A-D	A-D	A-D	A-D	A	A-D	A,D (C,D) 3)	A,B	A
Klasse 3 5)													A	A	
Klasse 4 5)		A	A					A		A		A	A		

zul. Bandbreite: ← 7kHz → 40kHz ← 1MHz →

zugelassene Sendearten auf KW: alle innerhalb der zugelassenen Bandbreite und DÜ nach bekannter Norm!

Leistung W	PEP	outp.	1) Stufe B nur 1830 - 1850 kHz	3) s.Anh.2 der AFuVO !
			J3E nur 1840 - 1950 kHz	4) 7,1 - 7,2 nur A,B ,Status S
Stufe A	100		2) 439,1 - 440 MHz nur Empfang	
Stufe B	200		5) Nur Verwendung unmodifizierter, kommerzieller Geräte erlaubt, keine Eigenbaugeräte !	
Stufe C	400		Status : Pex primärer Funkdienst (exklusiv)	



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B56. Welche Bestimmungen sind beim Betrieb im 160-m-Band zu beachten?

Beim Betrieb im 160-m-Band sind lt. Anlage 2 der AFV die folgenden Einschränkungen zu beachten:

Bereich	Status	Bewilligungsklasse	Leistungsstufe	Bemerkungen, Einschränkungen
1 810–1 830 kHz	S	1, 4	A	nur Sendearten Morsetelegrafie (A1A) Fernschreibtelegrafie (A1B)
1 830–1 840 kHz	S	1 4	A, B A	nur Sendearten Morsetelegrafie (A1A) Fernschreibtelegrafie (A1B)
1 840–1 850 kHz	S	1 4	A, B A	nur Sendearten Morsetelegrafie (A1A) Fernschreibtelegrafie (A1B) Fernsprechen (J3E)
1 850–1 950 kHz	S	1, 4	A	nur Sendearten Morsetelegrafie (A1A) Fernschreibtelegrafie (A1B) Fernsprechen (J3E)



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B41. Wie arbeiten Sie mit ausländischen Amateurfunkstationen zusammen, die einen anderen/erweiterten Bandbereich benutzen? (Beispiele: 40 m, 80 m)

Man nennt den Betrieb mit unterschiedlicher Sende- und Empfangsfrequenz „Split-Betrieb“ (engl. split – spalten).

Dabei bleibt der Empfänger auf der Sendefrequenz der Gegenstation und der Sender wird auf die von der Gegenstation genannte – im zulässigen Frequenzband liegende – Frequenz eingestellt. (Die Gegenstation kennt wahrscheinlich die für uns zulässigen Frequenzbereiche).

Dabei darf unter keinen Umständen der eigene zulässige Sendefrequenzbereich überschritten werden (Achtung bei Betrieb von Sendeempfängern / Transceivern).

In Telegrafie wird der Umstand, dass auf einer anderen Frequenz gehört wird mit der Q-Gruppe QSX ... (kHz) mitgeteilt.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B52. Was ist beim Betrieb an den Bandgrenzen zu beachten?

Beim Betrieb an den Bandgrenzen ist zu beachten, dass die Aussendung im gesamten Umfang die Bandgrenze nicht überschreitet. Dabei ist die Toleranz der verfügbaren Messmöglichkeiten/Messgeräte und die verwendete Sendeart zu beachten!

Bei Verwendung von USB (upper side band) – Modulation darf nicht näher als 3,5 kHz an die obere Bandgrenze heran gegangen werden. Bei LSB (lower side band) darf bis knapp an die Bandgrenze gegangen werden.

Messen kann man die Bandbreite der Aussendung z.B.: mit einem Spektrum-Analysator.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B45. Welche Maßnahmen ergreifen Sie, wenn Sie darauf aufmerksam gemacht werden, dass Ihre Aussendung „splattert“?

Unter „Splatter“ versteht man ein übersteuertes Sendesignal, bei dem zu große Bandbreite (und damit eine Störung im Nachbarkanal) und Nebenaussendungen auftreten.

Ursache dafür ist vorrangig die Übersteuerung der Senderendstufe oder eines Leistungsverstärkers bis in den nichtlinearen Teil der Kennlinie.

- Nahezu immer hilft bei Splatter eine Zurücknahme der Sendeleistung und das Neuabstimmen der Senderendstufe.
- Ggf. hilft eine Zurücknahme der Mikrofonverstärkung (vor allem bei SSB).
- Bleiben diese Maßnahmen ohne Erfolg, muss die gesamte Signalaufbereitung des Senders überprüft werden.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B68. Nennen Sie Einflüsse, die die Lesbarkeit einer Funkverbindung verschlechtern.

Die Qualität einer Funkverbindung kann durch „natürliche“, d.h. durch die Ausbreitungsbedingungen verursachte Einflüsse und durch Fremdstörungen beeinträchtigt werden.

Während bei „Standardbedingungen“ und innerhalb des Radiohorizontes nur durch sehr starke Niederschläge (dann Signaldämpfung) und Fadingerscheinungen beeinträchtigende Einflüsse zu erwarten sind, kann durch zu geringen Frequenzabstand zu anderen Stationen und vor allem durch Splatter (falsch abgestimmte oder übersteuerte Endstufe) eine sehr starke Minderung der Verbindungsqualität erfolgen.

Bei troposphärischen Überreichweiten und vor allem bei Scatterverbindungen ändern sich die Ausbreitungsbedingungen häufig innerhalb von Sekunden bis wenigen Minuten, sodass die Qualität der Funkverbindung rasch abnimmt und mitunter Funkverbindungen nicht zu Ende geführt werden können.

Troposcatter: 500-800km Verbindungen auf 2m durch Streuung an Unregelmäßigkeiten der Troposphäre.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

Wellenausbreitung:



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B13. Ausbreitung von „Funkwellen“ – Ausbreitungsmerkmale in den verschiedenen Amateurfunk-Frequenzbereichen?

Grundsätzlich breiten sich Funkwellen mit Lichtgeschwindigkeit als „Bodenwellen“, „direkte Wellen“ und „Raumwellen“ aus.

In den Frequenzbereichen unter 30 MHz ist die **Raumwellenausbreitung** über die Ionosphäre von vorrangiger Bedeutung (weltweiter Funkverkehr möglich).

Die in diesen Frequenzbereichen auch auftretende **Bodenwelle** reicht im 160-m-Band 100–200 km und nimmt mit zunehmender Frequenz rasch ab.

Ab etwa 30 MHz nehmen die Funkwellen zunehmend „optisches Verhalten“ an, d.h. ihre Ausbreitung erfolgt geradlinig. Es treten keine Bodenwellen mehr auf, von vorrangiger Bedeutung sind die „**direkten Wellen**“ (dazu zählen auch die reflektierten Wellen), deren Ausbreitungsverhalten merkbar durch die Wetterverhältnisse beeinflusst werden können.

Bis ins 2 m-Band (bis ca. 200 MHz) können auch gelegentlich Raumwellen durch Reflexion an sporadischen E-Schichten auftreten.

Die **Freiraumdämpfung** ist die Dämpfung durch Reduzierung der Leistungsdichte bei der Ausbreitung im freien Raum. Relevant bei Satellitenverbindungen und hohen Relaistandorten (weder Bodenwellen- noch Raumwellenausbreitung).



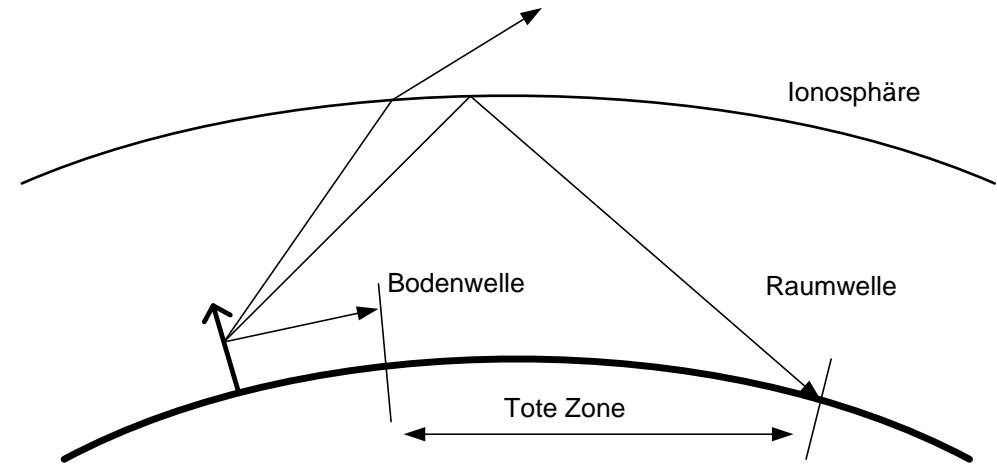
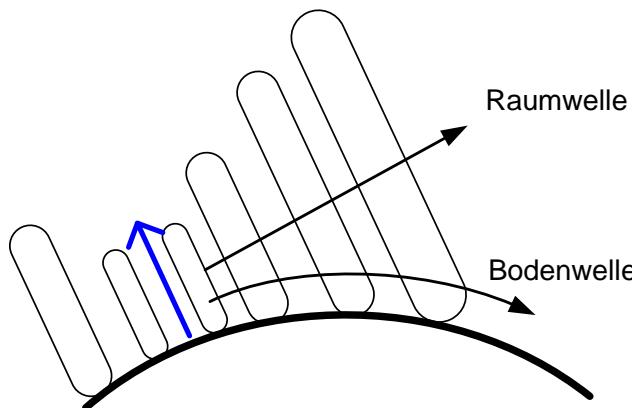
Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B7. Welche betrieblichen Auswirkungen haben die besonderen „Ausbreitungsbedingungen auf Kurzwelle“?

Bei der Funkausbreitung auf Kurzwelle treten typisch zwei Ausbreitungsformen, und zwar **Bodenwellen** (entlang des Erdbodens/Meeres) und **Raumwellen** (Reflexion an der Ionosphäre) auf.

Die Reichweite der Bodenwelle nimmt mit steigender Frequenz rasch ab und ist in erster Linie von den Bodeneigenschaften abhängig. 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 sog. tote Zone auf.



Q: OE6GC



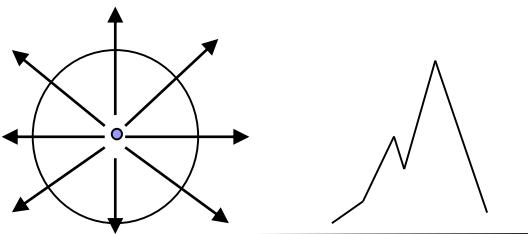
Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B7. Welche betrieblichen Auswirkungen haben die besonderen „Ausbreitungsbedingungen auf Kurzwelle“?

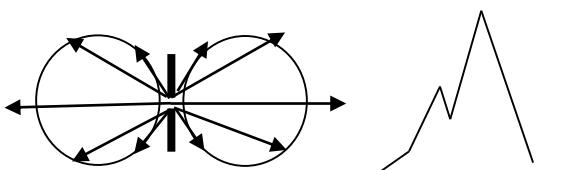


Vertikale Strahlungsdiagramme von Kurzwellenantennen vereinfacht dargestellt:



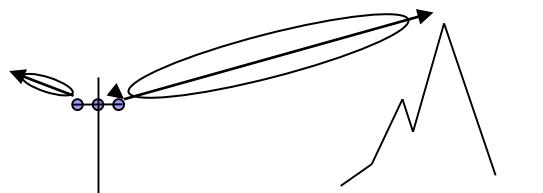
Horizontaler Dipol

Abstrahlung in Form eines stehenden „Schwimmreifens“, ein Großteil der Energie geht in den Boden bzw. nach oben.



Vertikaler Dipol

Idealer Rundstrahler. Abstrahlung in Form eines liegenden Reifens, nur ein Teil der Energie wird in die „gewünschte“ Richtungen abgestrahlt.



3 El. Yagi Horizontal

Richtstrahler. Bündelung der Energie in der gewünschten Richtung, Strahlanhebung durch Reflexion an der Erdoberfläche.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B8. Welche betriebliche Auswirkung hat die „Bodenwellen-Ausbreitung“?

Unter einer Bodenwelle versteht man die Ausbreitung eines elektromagnetischen Feldes entlang der Erdoberfläche. 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.

Dabei spielt die Bodenleitfähigkeit („Erdwiderstand“) eine maßgebliche Rolle. 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. Inverted-Vee = abgewinkelter Horizontaldipol) erforderlich.

Darüber hinaus hängt die Reichweite sehr stark von der Arbeitsfrequenz bzw. Band ab. Während auf dem 160–40-m-Band Bodenwellen-Reichweiten deutlich über 100 km erzielt werden können, nimmt die Reichweite mit steigender Frequenz rasch ab und beträgt auf dem 10-m-Band oft nur mehr wenige zehn km.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

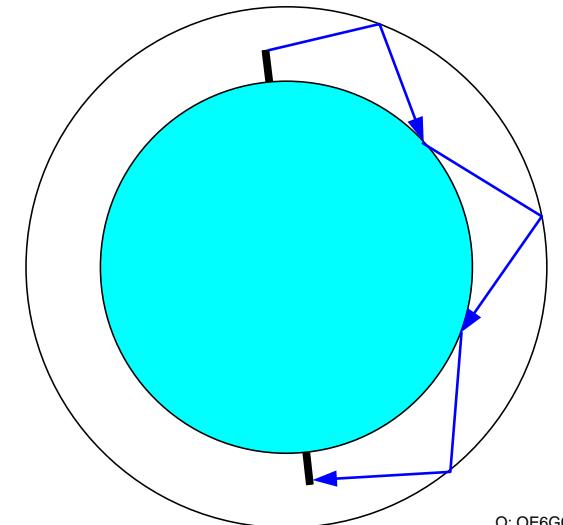
B9. Welche betriebliche Auswirkung hat die „Raumwellen-Ausbreitung“, in welchem Frequenzbereich ist sie von Bedeutung?

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

Sie ist die maßgebliche Ausbreitungsform im Bereich der **Kurzwellen (3-30 MHz)**, 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 (200 MHz) von Bedeutung.

Raumwellen ermöglichen im Kurzwellenbereich weltweiten Funkverkehr („Mehrfachreflexionen“ an der Ionosphäre und dem Boden).

Im Bereich über 30 MHz erlaubt eine ev. mögliche Raumwellenausbreitung das Überbrücken von Entfernungen, die weit über den Funkhorizont hinausgehen und einige 1000 km betragen und sogar Überseeverkehr im 6m-Band (50 MHz) ermöglichen können.



Q: OE6GC



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

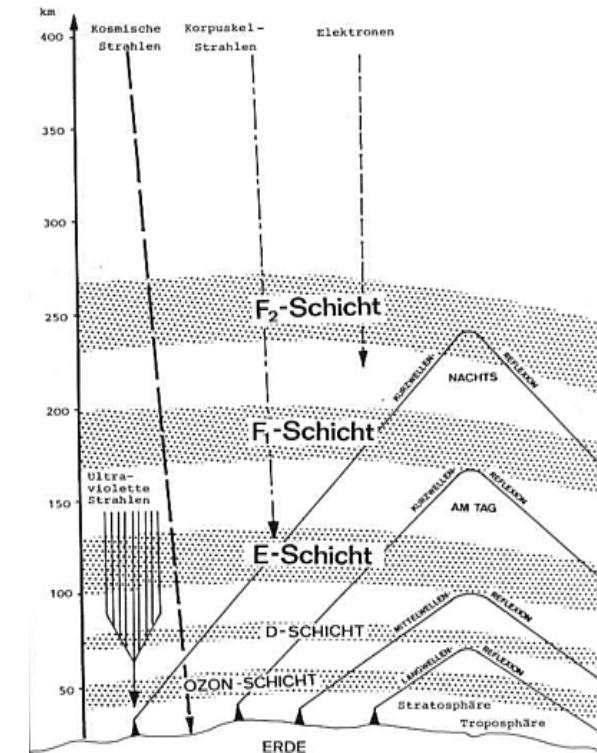
B21. Beschreiben Sie den Aufbau der „Ionosphäre“ und welche betriebliche Konsequenzen ergeben sich daraus?

Die Ionosphäre besteht aus mehreren Schichten erhöhter Ionen-/Elektronenkonzentration, wobei für die Funkausbreitung die Elektronenkonzentration (Dichte) von vorrangiger Bedeutung ist. Während des Tages treten vier Schichten auf:

Die **D**-, **E**-, **F1**- und **F2**-Schicht.

Mit Beginn der Abenddämmerung beginnen sich die D-, E- und F1-Schicht abzubauen. In den Nachtstunden existiert nur eine aus der F2-Schicht entstandene F-Schicht.

Weitgehend unabhängig von der Tageszeit kann es kleinräumig zum Auftreten von E_S , („sporadischer E-Schichten“) etwa in der Höhe der regulären E-Schicht, kommen, die („wolkenartig“) mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht direkt mit der Sonneneinstrahlung im Zusammenhang stehen.





Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B21. Beschreiben Sie den Aufbau der „Ionosphäre“ und welche betriebliche Konsequenzen ergeben sich daraus?

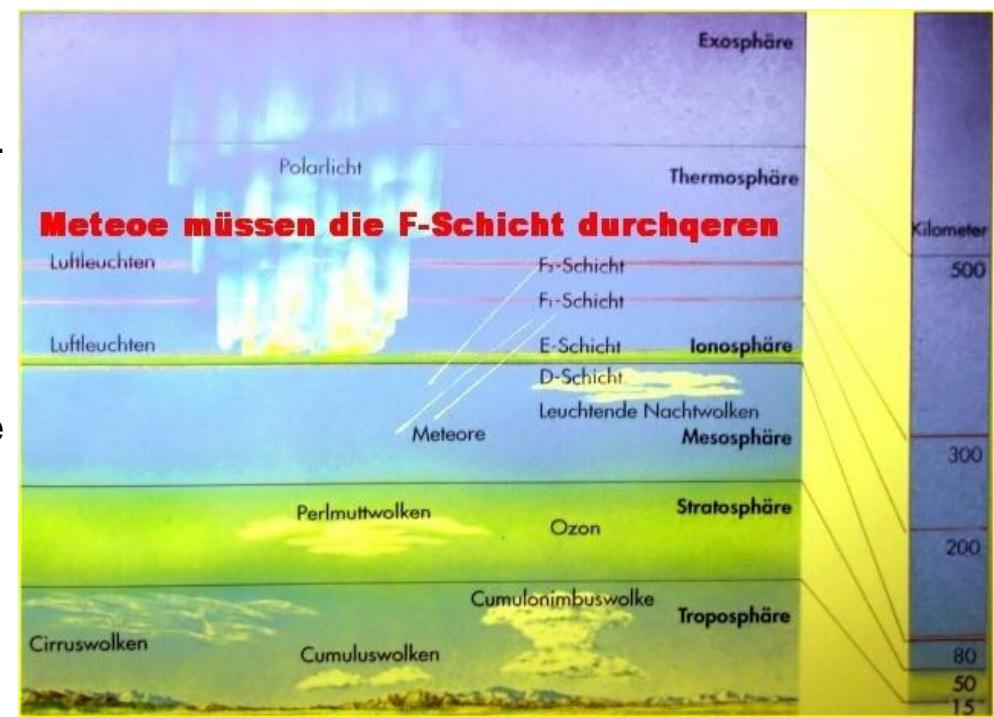
Für den KW-Bereich ist die D-Schicht für Reflexionen zuwenig ionisiert, sie dämpft vorrangig die Funkausbreitung, wobei die Dämpfung mit steigender Frequenz abnimmt.

Das führt dazu, dass während des Tages auf dem 160m-, 80m- und 40-m-Band keine Raumwellenausbreitung auftritt.

Erst mit Eintritt der Dämmerung tritt auch auf diesen Bändern Raumwellenausbreitung auf. Auf der Tagseite der Erdkugel herrscht Ionisation (Entstehung der D-, E- und F1-Schicht), auf der Nachtseite Rekombination (nur F-Schicht bleibt übrig) vor.

Damit treten 3 typische Ausbreitungen für die Raumwellen auf: Tages-, Dämmerungs- und Nachtbedingungen.

Als grobe Regel gilt, dass die „Nachtfrequenzen“ deutlich tiefer liegen als die „Tagfrequenzen“





Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B10. Welche betriebliche Bedeutung hat die „kritische Frequenz“?

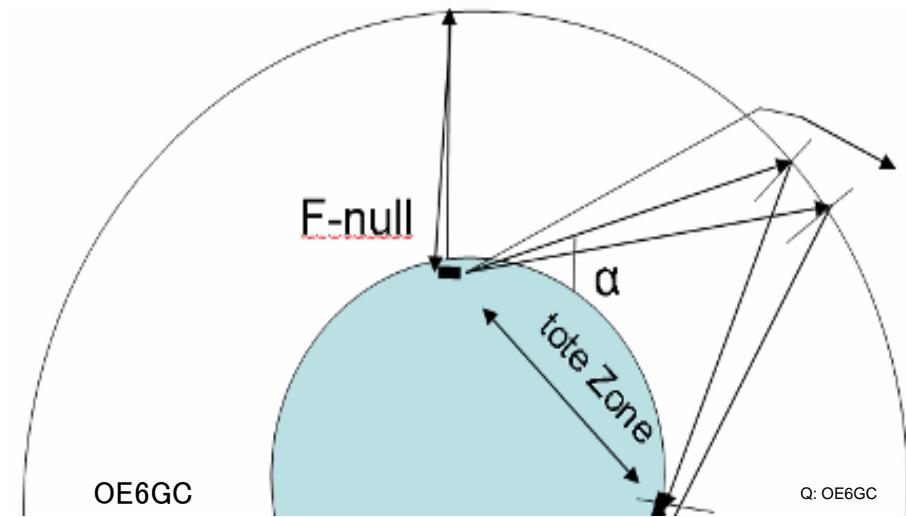
Unter der kritischen Frequenz versteht man die obere Grenzfrequenz, bei der, bei sog. „Senkrechtlotung“ noch Reflexion an der Ionosphäre auftritt. Sie wird auch als f_0 bezeichnet (sprich „f-null“) und ist abhängig von der Dichte der freien Elektronen in der Ionosphäre.

Funkwellen mit Frequenzen größer als die kritische Frequenz werden in 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 f_0 , desto höherfrequente Amateurfunkbänder können erfolgreich benutzt werden.

Signale welche jedoch mit geringem Erhebungswinkel abgestrahlt werden, werden aber auch noch mit höheren Frequenzen an der Ionosphäre reflektiert. Es gilt somit für die **Maximum Usable Frequency** in etwa:

$$\text{MUF} = f_0 / \sin(\alpha)$$





Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

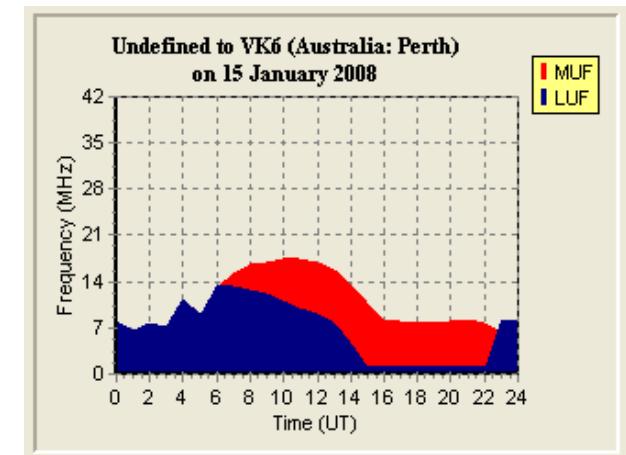
B11. Welche betriebliche Bedeutung haben die Begriffe „MUF“ und „LUF“?

Unter der „**MUF**“ (engl. maximum 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 Einfallsinkel 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 Lowest Usable Frequency („**LUF**“) ist die niedrigste, gerade noch nutzbare Frequenz bei Raumwellenausbreitung, bei der die Feldstärke am Empfangsort ausreichend stark ist, um ein ausreichendes Signal-Rausch-Verhältnis zu gewährleisten. Wird diese Frequenz unterschritten, wird das Signal in den unteren Ionosphärenschichten zu stark gedämpft und kann an der Ionosphäre nicht mehr reflektiert werden.

Die ionosphärische Dämpfung ist von der Elektronendichte abhängig. Somit ändert sich die LUF in Abhängigkeit von der Tages- und Jahreszeit. Auch hat die Sonnenaktivität einen dominierenden Einfluss auf die Elektronendichte.





Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B11. Welche betriebliche Bedeutung haben die Begriffe „MUF“ und „LUF“?

Fall 2:

Kritische Frequenz f_k bzw. f_0 ist
jene Frequenz, welche bei $\alpha = 90$ Grad an Ionosphäre noch reflektiert
wird!

Nahverkehr - NVIS

Fall 1:

$f < LUF$
Signal wird in D- und E-
Zu stark bedämpft

Ionosphäre F1, F2
(Heaviside-Schicht)
Höhe 200-500km

Fall 3:

f zu hoch oder
Winkel α zu groß!
Signal wird nicht mehr reflektiert
Keine terrestrischen Verbindungen!

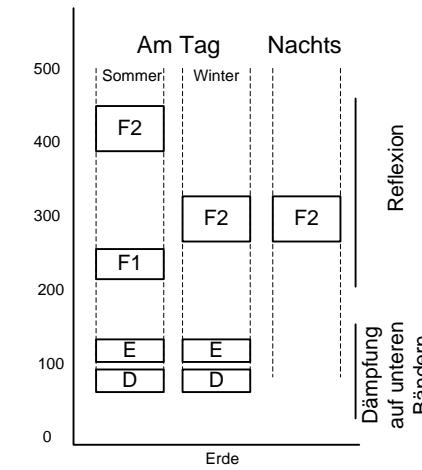
Fall 4:

$LUF < f < MUF$
DX- Verbindungen!

Durch Reflexion an F1 (F2)

Nutzbare Empfangsbereiche

OE6GC



$$MUF = f_0 / \sin(\alpha)$$

$$\begin{aligned} \sin 30\text{Grad} &= 0,5 \\ \sin 45\text{Grad} &= 0,7 \\ \sin 90\text{Grad} &= 1 \end{aligned}$$

MUF = Maximal usable Frequency

Durch Reflexion an F-Schichten;
ist bei flacher Abstrahlung höher als f_k !
Höhere f werden nicht mehr reflektiert.

LUF = Lowest usable Frequency

durch Dämpfung in Ionosphäre
(D- und E-Schicht)

Tiefere f werden zu stark bedämpft.

Q: OE6GC



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B22. Wie verhalten sich die „Ionosphärenschichten“ im Tagesverlauf bzw. im Jahresverlauf?

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

Bei Morgen-Dämmerungsbeginn bilden sich in den unteren Luftschichten (70–120 km) zuerst die D-, dann die E-Schicht, wobei die D-Schicht auf Grund der bereits stark abgeschwächten Sonneneinstrahlung auf dem Weg durch die Atmosphäre nur relativ gering ionisiert ist und daher Funkwellen vorrangig dämpft, aber nicht reflektiert.

Die E-Schicht hingegen kann während des Tages so stark ausgeprägt sein, dass sie bereits reflektierend wirkt. Oberhalb der E-Schicht spaltet sich die ständig vorhandene F-Schicht mit weiter zunehmender Sonneneinstrahlung in eine F1- und eine F2-Schicht auf. Diese sind für die Raumwellenausbreitung in erster Linie maßgeblich.

Bei Sonnenhöchststand (Mittag) wird das Maximum an freien Elektronen erreicht. Mit abnehmender Einstrahlung nimmt die Elektronendichte ab, in der Abend-Dämmerung schließlich verschwinden zuerst D-, dann E-Schicht fast zur Gänze und die F1-F2-Schichten wachsen zur F-Schicht zusammen.

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



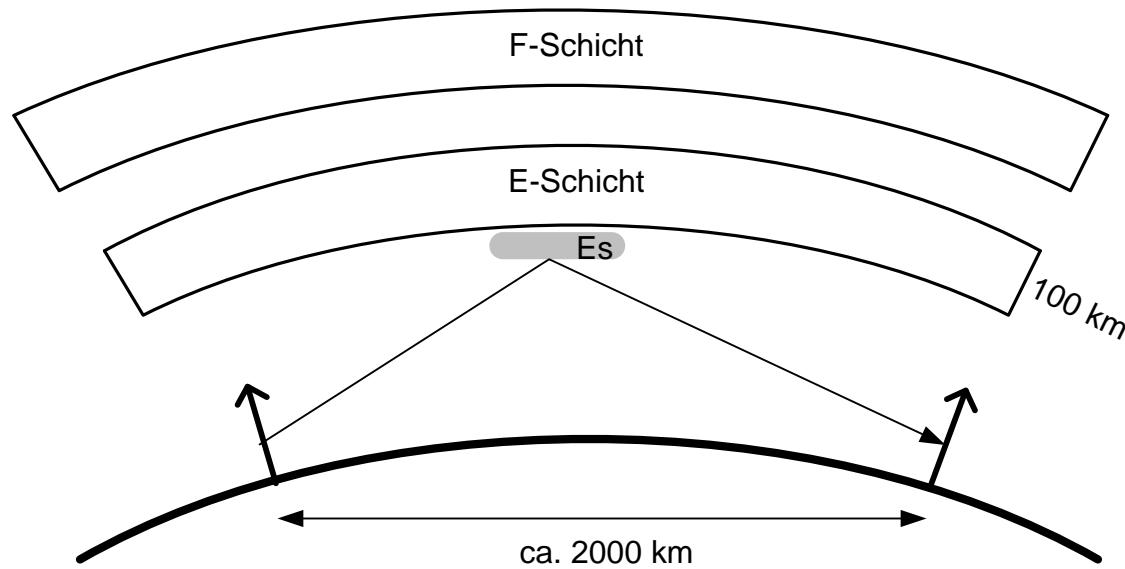
Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B14. Welchen Einfluss hat die „Ionosphäre“ auf die Ausbreitung von Funkwellen über 30 MHz?

Auf Frequenzen über 30 MHz hat die Ionosphäre im Allgemeinen nur mehr eine ablenkende Wirkung, es tritt jedoch keine Reflexion mehr auf. Zudem beobachtet man eine Polarisationsdrehung („Faradaydrehung“).

An besonders stark ionisierten Bereichen (sporadische E-Schichten) kann kurzzeitig dennoch Reflexion auftreten. Dies kann bis in den 6m- (selten im 2m)-Bereich auftreten.





Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B16. Was ist die „tote Zone“, was ein „Skip“?

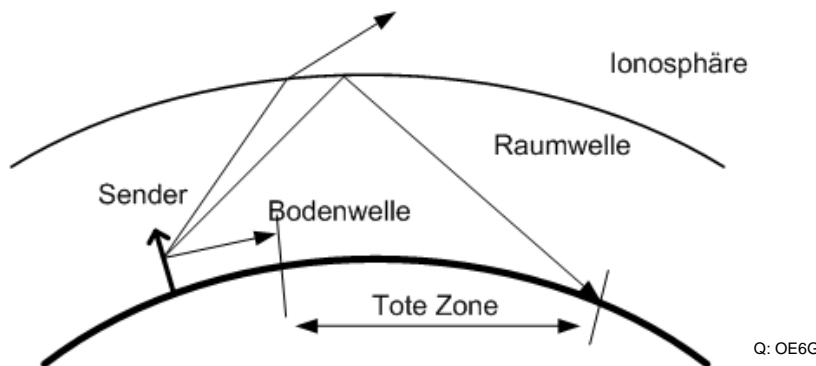
Unter der **toten Zone** versteht man den Bereich zwischen der nutzbaren Reichweite der Bodenwelle (dem „Ende“ der Bodenwelle) und dem ersten Auftreffen der Raumwelle.

Dieser Bereich kann mehrere hundert bis zu über 1000 km betragen.

Mit besonderen Antennenformen (Steilstrahler) und Frequenzen unter der kritischen Frequenz (f_0) kann die tote Zone deutlich verkleinert, jedoch auch dann nicht völlig eliminiert werden.

Unter dem **Skip** versteht man das Auftreffen der Raumwelle auf der Erde nach der ersten Reflexion an der Ionosphäre. Als **Skipdistanz** wird dann die Entfernung zwischen Senderstandort und dem Skip verstanden.

Als „zweiten Skip“ versteht man dann analog das Auftreffen der Raumwelle nach einer weiteren Reflexion an der Ionosphäre.



Q: OE6GC



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B17. Wovon hängt die maximal erzielbare Reichweite auf Kurzwelle ab?

Die maximale Reichweite (DX) wird immer durch Raumwellen erzielt.

Dabei hängt die Reichweite in erster Linie vom **Zustand der Ionosphäre** (Dichte an freien Elektronen) und vom Abstrahlwinkel der Antenne ab.

Antennen mit geringem **Erhebungswinkel** der Strahlungskeule bewirken flaches Anstrahlen der Reflexionsbereiche in der Ionosphäre und auch auf der Erdkugel. Dadurch werden verbesserte Reflexionsergebnisse und geringere Reflexionsverluste erzielt.

Mit einer Rolle spielen auch die **elektrischen Eigenschaften** (vorrangig Struktur und Leitfähigkeit) an den Bodenreflexionspunkten (Meerreflexionen günstiger als Landreflexionen).

Der Einfluss der **Sendeleistung** (einschließlich des **Antennengewinnes**) ist nur sehr gering.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

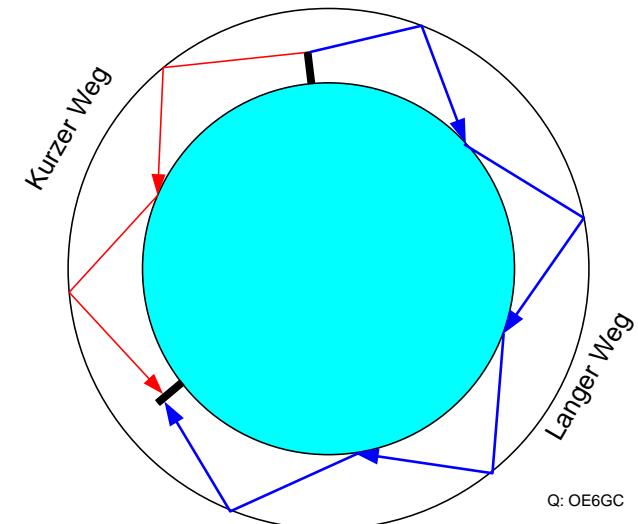
B18. Was verstehen Sie unter „kurzem“ – was unter „langem Weg“?

Um einen Zielpunkt auf der Erde (Kugel!) vom eigenen Standort aus zu erreichen, bestehen zwei Möglichkeiten. Grundsätzlich ist die kürzeste Entfernung zwischen zwei Punkten A und B auf der Erde entlang eines „**Großkreises**“ (Meridianes), also eines Kreises, dessen Ebene durch den Erdmittelpunkt führt.

Man kann nun den Zielpunkt auf zwei Weisen erreichen – am kürzesten Weg/kurzen Weg oder in entgegengesetzter Richtung am langen Weg. In Abhängigkeit von den vorherrschenden Ausbreitungsbedingungen und der Betriebsfrequenz (Band) ist einer der beiden Wege bevorzugt bzw. oft nur auf einem der beiden Wege Funkverkehr möglich.

Gelegentlich sind beide Wege „offen“, allerdings mit deutlich verschiedenen Feldstärken. Eher selten und im Bereich der „Antipoden“ (Gebiete, die genau auf der gegenüberliegenden Erdhälfte liegen) sind beide Signale fast gleich stark und es kann zu erheblichem Fading kommen.

Anzumerken ist noch, dass die Raumwellenausbreitung häufig von der direkten Richtung zur Gegenstation (Großkreis) abweicht.



Q: OE6GC



Betrieb und Fertigkeiten

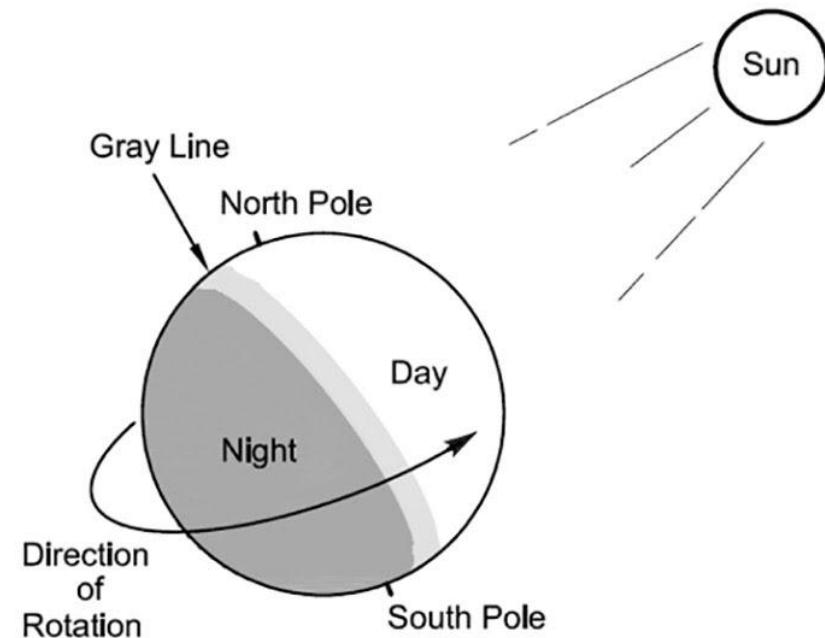
AFU Kurs Graz

B19. Was verstehen Sie unter dem „Dämmerungseffekt“?

Unter dem „Dämmerungseffekt“, der während des Sonnenauf- und des Sonnenuntergangs auftritt, versteht man unübliche („anormale“) Ausbreitungsbedingungen, bei denen die Feldstärken stark ansteigen, um nach Ende der Dämmerung teilweise schlagartig zusammenzubrechen. Ursache dafür sind die sich mitunter rasch ändernden Ionisationsverhältnisse in der D- und E-Schicht.

Mit Eintritt der Abenddämmerung nimmt die Ionisation der D-Schicht ab (Dämpfung) während die F-Schichten noch von der Sonne angestrahlt werden und gut reflektieren.

Am Morgen werden zuerst die F-Schichten ionisiert (gute Reflexion) während die D-Schicht erst später erreicht wird.



Quelle: BARS, FL



Betrieb und Fertigkeiten

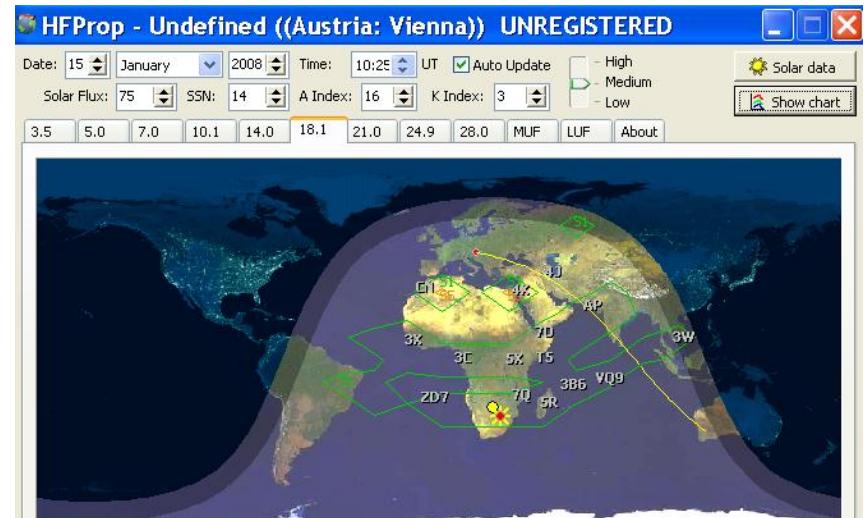
AFU Kurs Graz

B20. Was verstehen Sie unter der „Grey-Line“, welche Besonderheiten in der Funkausbreitung können auftreten?

Unter der „Grey-Line“ versteht man die Dämmerungszone, in der es zu unüblicher Funkausbreitung mit häufig 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 Austrittswinkel kommen, sodass sehr große Entferungen mit wenigen, teilweise sogar ohne Erdreflexionen überbrückt werden können und daher auch die Signalfeldstärken am Empfangsort unüblich hoch sind.

In dieser Übergangszeit „verschmilzt“ die F1- und F2-Schicht zu einer F-Schicht. Der Einfluss der „Grey-Line“-Ausbreitung ist besonders auf den unteren KW-Bändern ausgeprägt.





Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

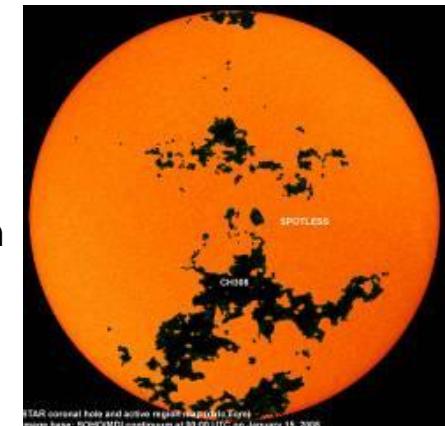
B24. Was versteht man unter „Sonnenaktivität“, unter der „Sonnenfleckenrelativzahl“, unter dem „Solar Flux“ – welchen Einfluss hat sie auf die Kurzwellenausbreitung?

Unter der „**Sonnenaktivität**“ versteht man die Gesamtheit der auf der Sonne stattfindenden Vorgänge, die sich in Richtung Erde in Form von Strahlung (IR, sichtbares Licht, UV-Anteil, Materiestrom, „Sonnenwind“), auswirken.

Die Häufigkeit der Sonnenflecken wird seit langem durch die so genannte "**Sonnenflecken-Relativzahl**" erfasst. Man zählt die Einzelflecken (Zahl f) und addiert dazu das Zehnfache der Gruppenanzahl (g), wobei auch Einzelflecken (Typ A und I) als „Gruppe“ gelten.

Die **Sonnenstrahlung** (gemessen als „**solar flux**“ bei ca. 2,8GHz) bewirkt Ionisation in der Ionosphäre mit direktem Einfluss auf die Kurzwellenausbreitung.

Der Materiestrom wirkt sich vorrangig auf das Erdmagnetfeld und damit nur indirekt auf den Funkverkehr aus. Es kommt fallweise zu gewaltigen Energieausbrüchen auf der Sonne, die sich in erhöhter Strahlung und erhöhtem Teilchenstrom auswirken. Es kommt zu einem abrupten Anstieg der Ionisation und zu einer Reihe anderer Effekte, wie etwa dem Auftreten verstärkten Polarlichtes mit „Aurora-Effekten“ (eine Beeinflussung der Funkausbreitung auf Strecken, die über polare Routen führen).





Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

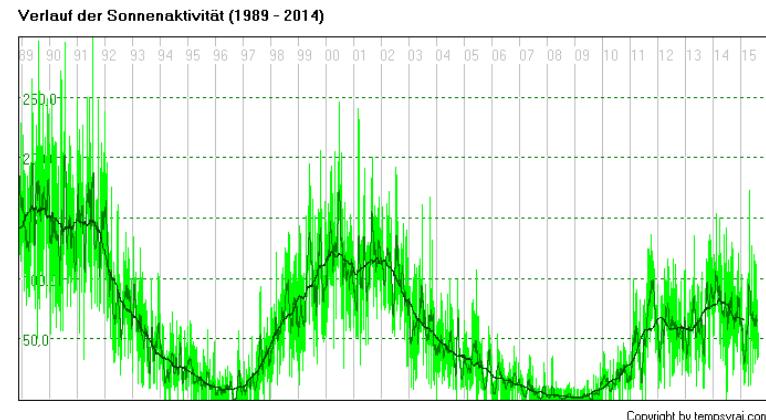
B25. Welchen Zyklen unterliegen die Ausbreitungsbedingungen auf Kurzwelle?

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

Daraus ergeben sich vier Zyklen, und zwar ein

- **Tagesgang** (24h; Ursache Erdrotation), ein
- **27-Tagerhythmus** (bedingt durch die mittlere Umlaufzeit der Sonne von 27 Tagen in jenem Bereich, in dem Sonnenflecken beobachtet werden), ein
- **Jahresgang** (Jahreszeiten, Neigung der Erdachse) und ein sog.
- **Sonnenfleckenzzyklus**, der im Schnitt 11,2 Jahre dauert und der deshalb auch als „**11-Jahres-zyklus**“ bezeichnet wird.

Die aktuelle Zyklusdauer kann davon jedoch erheblich abweichen, ohne dass es dafür bis heute eine plausible physikalische Erklärung gibt.





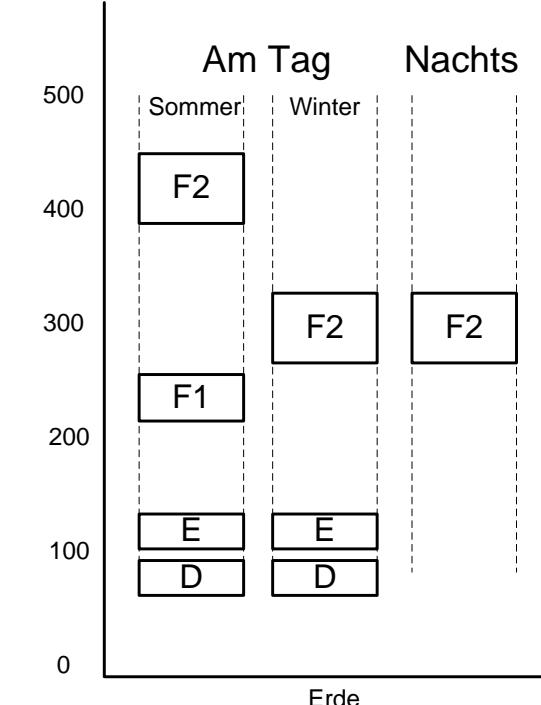
Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B30. Wie wirkt sich die Tageszeit auf die Ausbreitung in den Kurzwellenbändern bis 40m aus? (160-m-, 80-m-, 40-m-Band)

Während des Tages (vollausgeprägte D-Schicht) liegt die LUF 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 gelegentlich gerade noch betroffen sein. Zudem ist die Dämpfung durch die D-Schicht auf diesen Frequenzbändern so stark, dass keine auswertbare Informationsübertragung stattfindet.

Das 160-m- und 80-m-Band, gelegentlich auch das 40-m-Band sind daher während des Tages (Sonneneinstrahlung) nur für Bodenwellenausbreitung nutzbar. Ab Beginn der Abend-Dämmerung (Dämmerungseffekt) und während der Nacht ist Raumwellenausbreitung gegeben, solange dabei die LUF nicht unterschritten wird (Sonnenfleckenminimum!).



Q: OE6GC



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

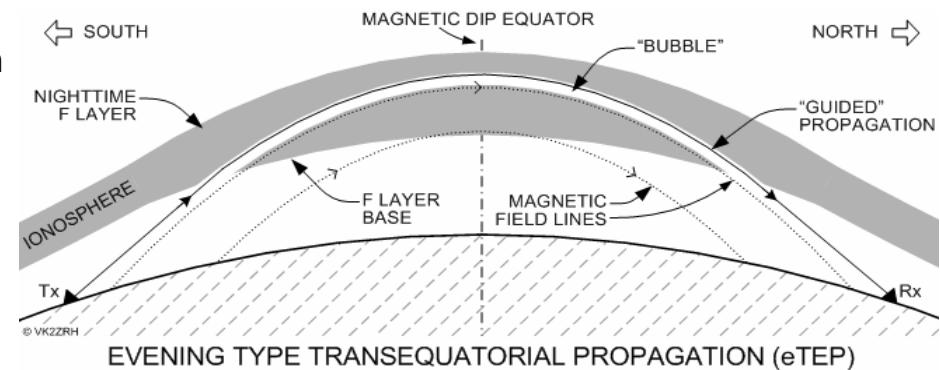
B23. Welchen Einfluss hat die geografische Breite auf die Kurzwellenausbreitung?

Die geografische Breite hat primär einen Einfluss auf den Einfallswinkel der Sonnenstrahlung. Demzufolge ist die Ionisation im Bereich des Äquators am stärksten und im Bereich der Pole am schwächsten.

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 (jedoch mit geringer Ionisation der F-Schichten!), für das andere Halbjahr hingegen Tagverhältnisse mit Tagesdämpfung für das 160/80 und 40m Band.

Sonderform der (UKW) Ausbreitung im Äquatorbereich (TEP, transequatorial propagation):

Für Stationen mit gleicher Entfernung vom Equator (2000-3000 km), früh abends jeweils N/S oder S/N Verbindungen im 6m, 2m und selten auch im 70cm Band, über große **Plasma-Blasen** (Bubble, 40-350km Durchmesser!) in der Ionosphäre.





Betrieb und Fertigkeiten

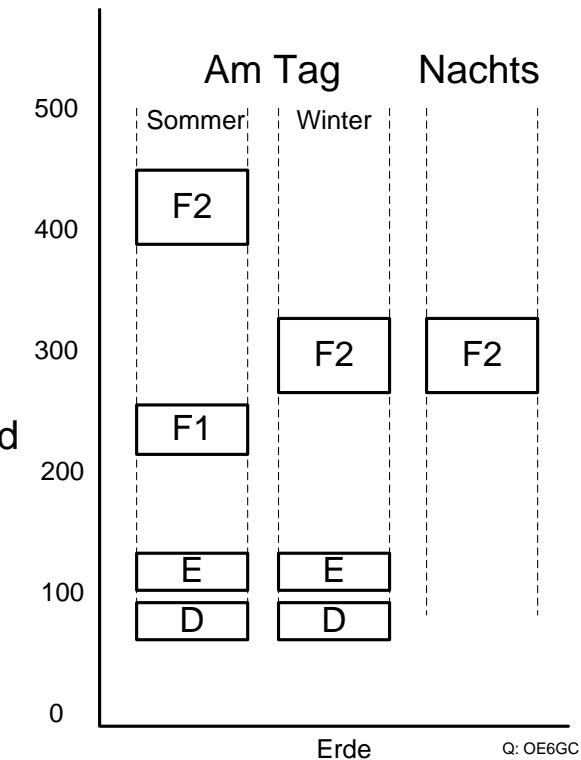
AFU Kurs Graz

B26. Beschreiben Sie das charakteristische Ausbreitungsverhalten in den dem Amateurfunkdienst zugewiesenen Frequenzbändern unter 30 MHz.

Das **160-m-Band** wird dem sog. „Grenzwellenbereich“ (1,5–3 MHz) zugeordnet, in dem noch teilweises „Mittelwellenverhalten“ auftritt, d.h. gute Bodenwellenausbreitung 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 dann gleichzeitig Raum- und Bodenwellen und während der Nachtstunden gute Raumwellenausbreitung über die F-Schicht, wobei zur Erzielung von Reichweiten über Europa hinaus ein relativ hoher Antennenaufwand getrieben werden muss.
Sehr empfindlich gegen atmosphärische Störungen!

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





Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B26. Beschreiben Sie das charakteristische Ausbreitungsverhalten in den dem Amateurfunkdienst zugewiesenen Frequenzbändern unter 30 MHz.



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

Das **30-m-Band** ist praktisch 24 Stunden selbst für weltweiten Funkverkehr „offen“, wobei tagsüber gleichzeitig Nah- und Fernverkehr möglich ist.

Das **20-m-Band** ist das „klassische“ Weitverkehrsband über Raumwellenausbreitung. Die Bodenwellenausbreitung ist auf deutlich unter 100, meist unter 50 km begrenzt und hat für den Amateurfunk praktisch keine Bedeutung. Dadurch eine ausgeprägte tote Zone 800/1000 km und vorrangig Raumwellenausbreitung über F-Schichtreflexionen, fallweise auch E-Schicht. In Jahren hoher Sonnenaktivität (hoher Solar-Flux) Tag und Nacht nutzbar, im Sonnenfleckeminimum hingegen nur während der Tag- und in den jeweils ersten Nachtstunden, oft sogar nur stundenweise während des Tages.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B26. Beschreiben Sie das charakteristische Ausbreitungsverhalten in den dem Amateurfunkdienst zugewiesenen Frequenzbändern unter 30 MHz.

Das **15-m-Band** folgt bereits sehr ausgeprägt dem Sonnenfleckencyklus, praktisch keine nutzbare Bodenwellenausbreitung, im Fleckenmaximum selbst mit geringem Leistungs- und Antennenaufwand weltweiter Funkverkehr. Im Minimum ist es möglich, dass das Band mehrere aufeinander folgende Tage nur wenige Stunden „offen“ ist.

Das **10-m-Band** stellt den Übergangsbereich zur Ultrakurzwelle dar. Die Bodenwellenreichweite ist sehr gering (wenige km), Ausbildung einer ausgeprägten toten Zone und bei ausreichend hoher MUF weltweiter Funkverkehr mit geringstem Aufwand möglich. Das 10-m-Band folgt dem 11-Jahreszyklus sehr ausgeprägt und ist im Minimum der solaren Aktivität oft für längere Zeit (Wochen) nicht nutzbar. Beim Auftreten sog. 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.

Das **17-m- und 12-m-Band** 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.

Durch die „neuen“ Bänder (30m/17m/12m), die seit der WARC79 nutzbar sind, kann man sich den jeweils aktuellen Ausbreitungsbedingungen (MUF) besser anpassen.



Betrieb und Fertigkeiten

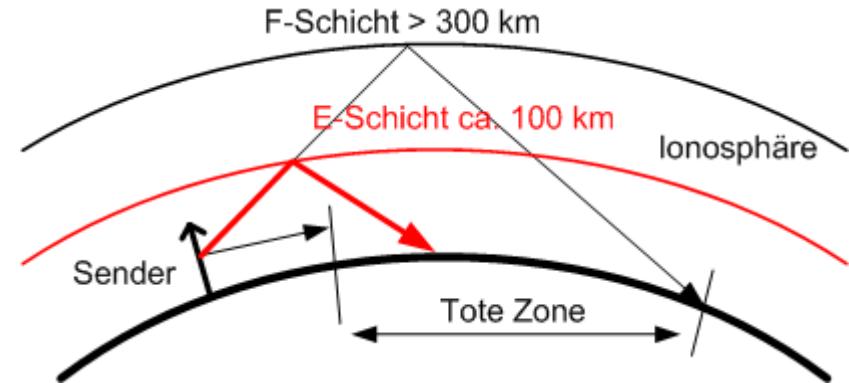
AFU Kurs Graz

B32. Was verstehen Sie unter „Short-Skips“?

Unter „Short-Skips“ versteht man Ausbreitungsbedingungen, bei denen Funkverkehr in die sonst tote Zone hinein möglich ist, ohne dass die gesamte tote Zone erreicht werden kann.

Ursache dafür können sporadische E-Schichten (Es) sein, allerdings werden diese erst ab dem 15-m-Band wirksam und sind auf dem 10m-Band besonders ausgeprägt. Besonders intensive Es Schichten können Funkverkehr bis in das 6m Band (selten auch 2m-Band) ermöglichen.

Für den Bereich unter 20 MHz werden Short-Skips durch eine intensive normale E-Schicht verursacht, die die darüberliegende F-Schicht(en) abschaltet. Typisch treten dann auf 20 m keine Weitverkehrsbedingungen auf.





Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B44. Was versteht man unter „Schwund“ im Kurzwellenbereich und wie reagieren Sie, um den Funkverkehr aufrecht zu erhalten?

Unter „Schwund“ (engl. Fading) versteht man das Schwanken der Empfangsfeldstärke. Ursache dafür sind vor allem Mehrwegeausbreitung und nachfolgend Überlagerung von Signalen mit Phasenunterschied am Empfangsort sowie Drehung der Polarisationsebene durch Schwankungen der Elektronendichte in der Ionosphäre.

Den Auswirkungen des Fadings kann man entgegenwirken durch:

- Langsamer sprechen, wiederholen, buchstabieren
- Wechsel der Polarisationsebene der/einer Empfangsantenne (z.B.: Groundplane anstelle horiz Dipol.) um Auswirkung von Polarisationsfading zu reduzieren.
- Frequenzwechsel
- Bandwechsel



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

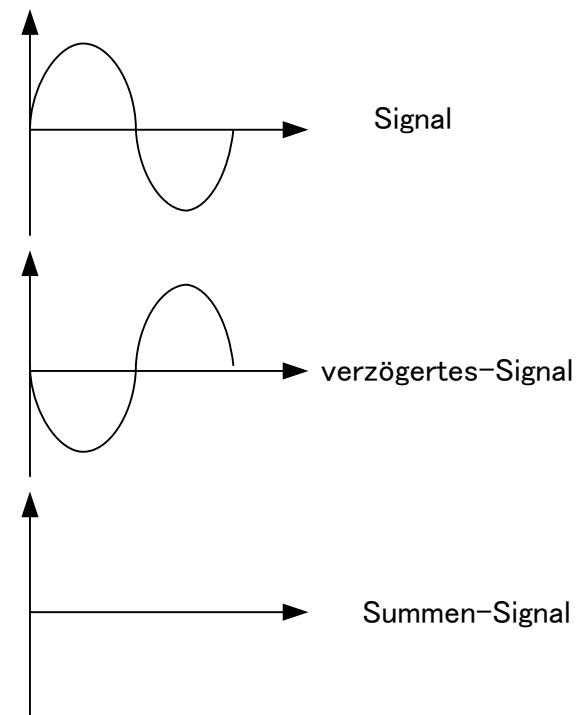
B12. Was versteht man unter „Fading“ auf Kurzwelle und wie reagieren Sie, um den Funkverkehr aufrecht zu erhalten?

Unter „Fading“ versteht man allgemein ein Schwanken der Empfangsfeldstärke (Q-Gruppe QSB = die Empfangsfeldstärke schwankt). Dabei können diese Schwankungen rasch erfolgen („schnelles Fading“) oder es handelt sich eher um allmählich erfolgende Schwankungen („langsam Fading“).

Zwei Ursachen sind für das Zustandekommen von Kurzwellenfading maßgeblich.

Durch **Mehrwegeausbreitung** 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 (Signal ist nicht mehr auswertbar) des Empfangssignales führen kann.

Durch **Drehung der Polarisationsebene** der Funkwellen bei vorgegebener, starr montierter Empfangsantenne kommt es ebenfalls zu Feldstärkeschwankungen (als „Polarisationsfading“ bezeichnet), die besonders dann ausgeprägt sind, wenn die Empfangsantenne nur eine ausgeprägte Polarisation aufweist.





Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B27. Was versteht man unter einem „Mögel-Dellinger-Effekt“ und welche betriebliche Auswirkungen hat er?

Durch Vorgänge auf der Sonne, deren Ursachen bis heute noch nicht völlig geklärt sind, kann es zu gewaltigen und plötzlich auftretenden Energieausbrüchen kommen, die mit einer wesentlich verstärkten Strahlung, vor allem im energiereichen („hartes UV“) Strahlungsspektrum, verbunden sind.

Diese Strahlungsausbrüche können auch von gewaltigen Materieausstößen begleitet sein. Da die Strahlung ca. 8 Minuten nach dem Ereignis auf der Sonne die Erde bereits erreicht hat (Lichtgeschwindigkeit) und daher keine Vorwarnung möglich ist, spricht man auch von sog. SIDs (engl. sudden ionospheric disturbances = plötzlich auftretende Störungen der Ionosphäre).

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

Diesen Effekt nennt man nach den beiden österr. Forschern „Mögel-Dellinger-Effekt“. Er kann nur wenige Minuten, bei ausgeprägter Sonnentätigkeit sogar einige Stunden dauern. Anschließend „erholen“ sich die Frequenzbereiche mit abklingender Dämpfung in der D-Schicht wieder.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B28. Welche Auswirkungen haben „Polarlicht-“ und „Aurora-Erscheinungen“ auf die Kurzwellenausbreitung?

Von der Sonne ausgestoßene Materie wird beim Auftreffen auf das Erdmagnetfeld abgelenkt und die Teilchen umkreisen die Erdmagnetfeldlinien mit der sog. „Gyrofrequenz“ in Spiralbahnen und pendeln zwischen magn. Nord- und Südpol hin und her. Diese Teilchen-wolken bilden den sog. „Van-Allen-Gürtel“. Besonders hochenergetische Teilchen und solche, die im Bereich der magn. Pole in das Erdmagnetfeld eindringen, folgen den Feldlinien und gelangen so in tiefer gelegene Atmosphärenschichten. Dabei stoßen sie mit Luftmolekülen zusammen und verursachen eine Stoßionisation. An den dabei entstehenden Ladungsschichten aus freien Elektronen kann es zu ausgeprägten Reflexionserscheinungen bis in den hohen UKW-Bereich hinein kommen. Durch rasch ablaufende Schwankungen der Elektronenkonzentration kommt es zu einem ausgeprägten, schnellen Fading und Nachhalteffekten, die bewirken, dass die Signale selbst bei hoher Empfangsfeldstärke fast unlesbar sind. Mitunter ist aber die Stoßionisation Ursache für eine verstärkte Dämpfung, so dass Ausbreitungswege, die durch diese Zonen führen, stark beeinflusst werden und Funkverbindungen, die durch diese Zone führen, unmöglich werden. Man nennt diese Effekte auch Aurora. Bei der auf die Stoßionisation folgenden Rekombination wird Energie in Form von Strahlung im sichtbaren Bereich freigesetzt, die man als Polarlicht bezeichnet. Man nennt die Zone, innerhalb der das Polarlichts fast täglich auftritt, die Polarlichtzone. Sie beginnt bei ruhigen Sonnenverhältnissen bei etwa 70° Breite, kann sich aber bei sehr aktiver Sonne weit nach Süden bis über unsere Breiten hinweg ausdehnen (sehr selten).

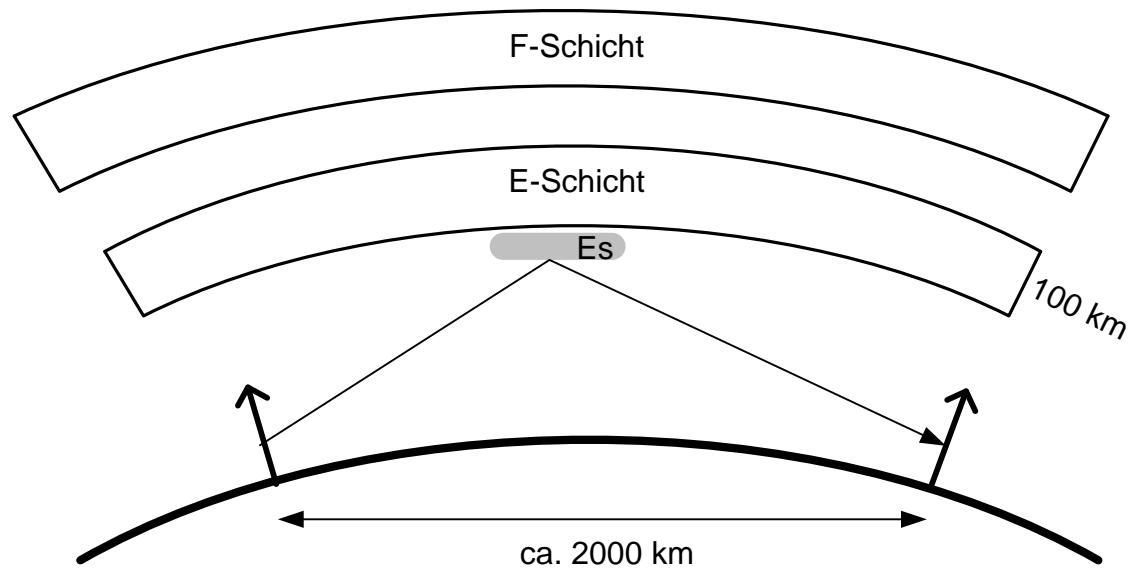


Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B31. Was verstehen Sie unter „Sporadic-E-Verbindungen“?

Unter „Sporadic-E-Verbindungen“ (E_s -Verbindungen) versteht man Funkverbindungen über Raumwellen, die durch Reflexionen an sporadischen E-Schichten ermöglicht werden. Sie treten selten auf Frequenzbereichen unter 20 MHz auf und sind eine typische Erscheinungsform auf dem 10m- und dem 6m-Band (selten bis ins 2m-Band).





Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

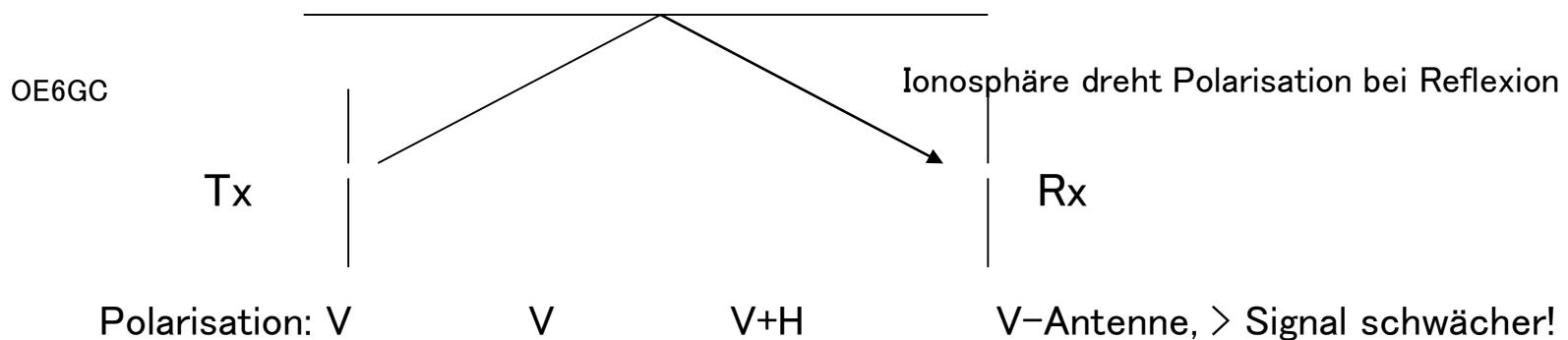
B43. Wie wirkt sich „Polarisationsfading“ auf den Kurzwellenbetrieb aus?

Unter „Polarisationsfading“ versteht man Feldstärkeschwankungen am Empfangsort zufolge Drehung der Polarisationsebene.

Nach einmaliger Reflexion an der Ionosphäre sind alle Funkwellen elliptisch polarisiert, d.h. sie enthalten dann immer einen vertikalen und horizontalen Polarisationsanteil.

Dadurch geht die Signalfeldstärke bei Verwendung einer linear polarisierten Antenne nie ganz auf Null zurück, das auftretende Fading kann aber den Empfang für Sprechfunk teilweise fehlerhaft oder unmöglich machen.

Bei Telegrafie wird der Empfang erschwert, es bleibt jedoch bei nicht zu hohem Störpegel eine noch auswertbare Empfangsfeldstärke erhalten. Die Drehung der Polarisationsebene wird durch ständige Schwankungen in der Ionosphäre (Elektronendichte) verursacht.





Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B29. Welche Faktoren können den Funkbetrieb auf Kurzwelle beeinflussen?

Treten sonst keine äußeren Einflüsse auf, dann ist die Lesbarkeit einer Information eine Frage des Signal-Rauschabstandes (engl. signal to noise ratio). In Abhängigkeit von der Betriebsart ist ein Mindest-Signal-Rauschabstand erforderlich, wobei die geringsten Anforderungen in der Betriebsart Telegrafie (im Extremfall Signal und Rauschen gleich stark, sonst einige wenige dB) gestellt werden.

Für Sprechfunk (SSB) ist bereits ein S/N-Abstand von 10 dB erforderlich.

Meist treten aber neben dem Rauschen Störungen auf, sodass man die voranstehenden Überlegungen auf den „Signal-Störabstand“ bezieht.

Störungen auf Kurzwelle mit natürlicher Ursache sind auf Gewitter (QRN), d.h. atmosphärische Entladungen, zurückzuführen, zu denen sich beim Auftreten von Niederschlägen, bei nicht geerdeter Antenne, statische Entladungen dazugesellen. Neben diesen natürlichen Quellen, die einen ausgeprägten Tages- und Jahresgang zeigen und zudem von der geografischen Breite abhängen, treten Störungen verursacht durch Funken (z.B. nicht entstörte elektrische Maschinen, Zündfunken bei Benzinmotoren etc.) auf, die in industrieller und/oder städtischer Umgebung stark, in ländlichen Gegenden weniger stark ausgeprägt sein können.

Schließlich hat der Betrieb eines Senders in unmittelbarer Nähe der eigenen Arbeitsfrequenz einen störenden Einfluss, vor allem wenn durch schlechte Modulation und/oder Übersteuerung einer Endstufe sog. „Splatter“ auftritt. Zu diesen Störungen kommen noch Anomalien in der Funkausbreitung, die ein Fading (Schwankung der Signalfeldstärke) und/oder Nachhalleffekte (Aurora) verursachen.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B65. Was ist bei Überreichweitenbedingungen zu beachten?

Unter Überreichweiten versteht man eine Funkausbreitung, bei der Reichweiten deutlich über die normal zu erwartende Entfernung einer Funkverbindung hinaus auftreten, und dadurch bei gleich bleibenden technischen Voraussetzungen große Reichweiten erzielt werden können.

Grundsätzlich ist bei Überreichweiten zu beachten, dass diese Bedingungen mit wenigen Ausnahmen kurzlebig sind und rasch wechselnde Bedingungen auftreten, und somit die Aussendungen relativ kurz gehalten werden sollen.

Bei einer nicht „ausgewogenen“ Stationsausrüstung, d.h. Sendeleistung und Empfindlichkeit der Empfangsanlage lassen nicht annähernd gleiche Reichweiten erwarten, können bei Überreichweiten andere Stationen im Funkbetrieb gestört werden, weil diese nicht empfangen werden kann, und daher vermeintlich ein freier Frequenzbereich verfügbar ist.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B72. Wie gehen Sie bei der Planung einer Amateurfunkverbindung zu einem bestimmten Ort vor?

Ausgangspunkt ist die verfügbare technische Ausrüstung (Frequenzband, Sendeleistung, Betriebsarten, Antenne/n).

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 / Digipeater oder über Raumwellenausbreitung die Gegenstation erreicht werden kann.

Ist auch 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 entsprechender Wettervorhersagen vorgeplant werden.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

Contesting/DXing:



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B71. 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 gearbeitet werden sollen.

Für Contests gibt der jeweilige Veranstalter „Contest-Regeln“ heraus, an die man sich bei Teilnahme auch halten muss.

Diese Regeln erfahren Sie durch

- zuhören (!),
- im Internet oder
- in den AFU-Zeitschriften.

Wollen Sie am Contest nicht teilnehmen, dann suchen Sie ein anderes Frequenzband oder ein contestfreies Frequenzsegment auf.

Erkennbar ist ein Contest durch den Anruf "CQ Contest" bzw. "CQ TEST" in CW.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B46. Was ist ein „Pile-Up“ – wie verhalten Sie sich richtig?

Unter einem „Pile-Up“ versteht man die Tatsache, dass eine große Zahl von Funkstationen eine – meist sehr seltene (z.B. seltenes Land, Insel ...) Station rufen.

Durch meist mangelhafte Funkdisziplin (Dazwischenrufen, Abstimmen etc.) entsteht ein hoher Störpegel, der einen raschen und geordneten Betrieb oft erschwert.

Wenn Sie auf ein Pile-Up stoßen, dann zuerst hören und herausfinden, wie die Betriebsabwicklung erwünscht ist (Split-Betrieb, Listen etc.).

Beachten Sie, ob nach bestimmten „Regeln“ gearbeitet wird, etwa Aufrufen bestimmter Länder, Ziffern im Rufzeichen und halten Sie sich an diese Regeln!

Wenn Sie die Ursache für Pile-Up sind, dann legen Sie „Regeln“ fest und bestehen Sie auf deren Einhaltung, da sonst in kürzester Zeit die Betriebsabwicklung nahezu unmöglich wird.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B5. Was bedeuten die Hinweise „5 UP“ bzw. „10 DOWN“?

Grundsätzlich sagen diese Hinweise, dass die Station nur auf Anrufe 5 kHz höher (UP) bzw. 10 kHz tiefer (DOWN; in CW: DWN) hört. Dieses Verfahren wird vor allem von Stationen mit großem Betriebsaufkommen (engl. pile up), wie z.B. DX-Peditionen angewendet.

Der eigene Sender sollte um 5 kHz nach oben (10 kHz nach unten) verstellt werden, um dort, wo die Gegenstation hört, zu senden. Der Empfänger bleibt auf der Frequenz, auf der die Gegenstation sendet. („RIT“ oder „Split-Betrieb“)



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

Morsetelegrafie - CW:



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B38. Was verstehen Sie im Telegrafiebetrieb unter „BK-Verkehr“?

Unter einem BK-Verkehr versteht man eine Betriebstechnik, bei der zwischen den eigenen Aussendungen, bei Telegrafie sogar zwischen den ausgesendeten Punkten oder Strichen, empfangen werden kann.

Der Funkverkehr kann daher mit der Betriebsabkürzung BK (engl. break — unterbrechen Sie!) sofort unterbrochen und damit sehr flüssig abgewickelt werden.

BK-Verkehr setzt aber die dazu erforderliche technische Ausrüstung der Funkanlage mit entsprechend kurzen Umschaltzeiten zwischen Sendung und Empfang voraus.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

Digitale Betriebsarten:



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B61. Was verstehen Sie unter „Packet Radio“ – welches Betriebsverfahren wird angewendet?

Packet Radio (PR) zählt zu den Maschinenbetriebsarten, d.h. es ist neben der Grundausrüstung (Antenne, Sender, Empfänger/Transceiver ...) eine Maschine – z.B. ein 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 vergrößern.

Zur Abwicklung des PR-Verkehrs ist ein bestimmtes Protokoll vorgeschrieben (AX-25). Nach Herstellung der Verbindung PC – Modem – Sender/Transceiver wird eine Frequenz eingestellt und über einen Lautsprecher (akustisch) oder Bildschirm (visuell) kann allfällig bereits laufender Funkverkehr mitgelesen werden.

Es kann nun unabhängig vom laufenden Verkehr entweder ein eigener Anruf gestartet (CQ-Ruf oder bestimmte Station) oder eine der mitgelesenen Stationen angerufen werden.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

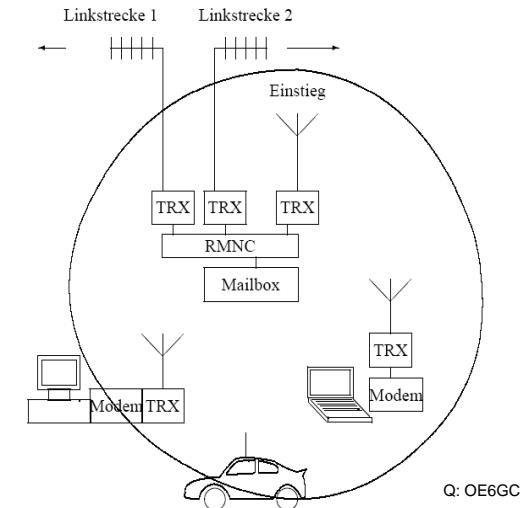
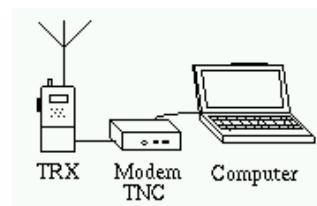
B62. Was verstehen Sie unter den Begriffen „Mailbox, Digipeater, Netzknoten“ und welche betriebliche Besonderheiten sind zu beachten?

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.

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

Ein **Netzknoten** hat grundsätzlich die gleiche Funktion wie ein Digipeater, jedoch dient er vorrangig der Vernetzung von Digipeatern untereinander, sodass in der Regel nur die Netzbetreiber („Sysop“ = System-Operator) auf den Netzknoten direkt Zugriff haben.

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



Q: OE6GC



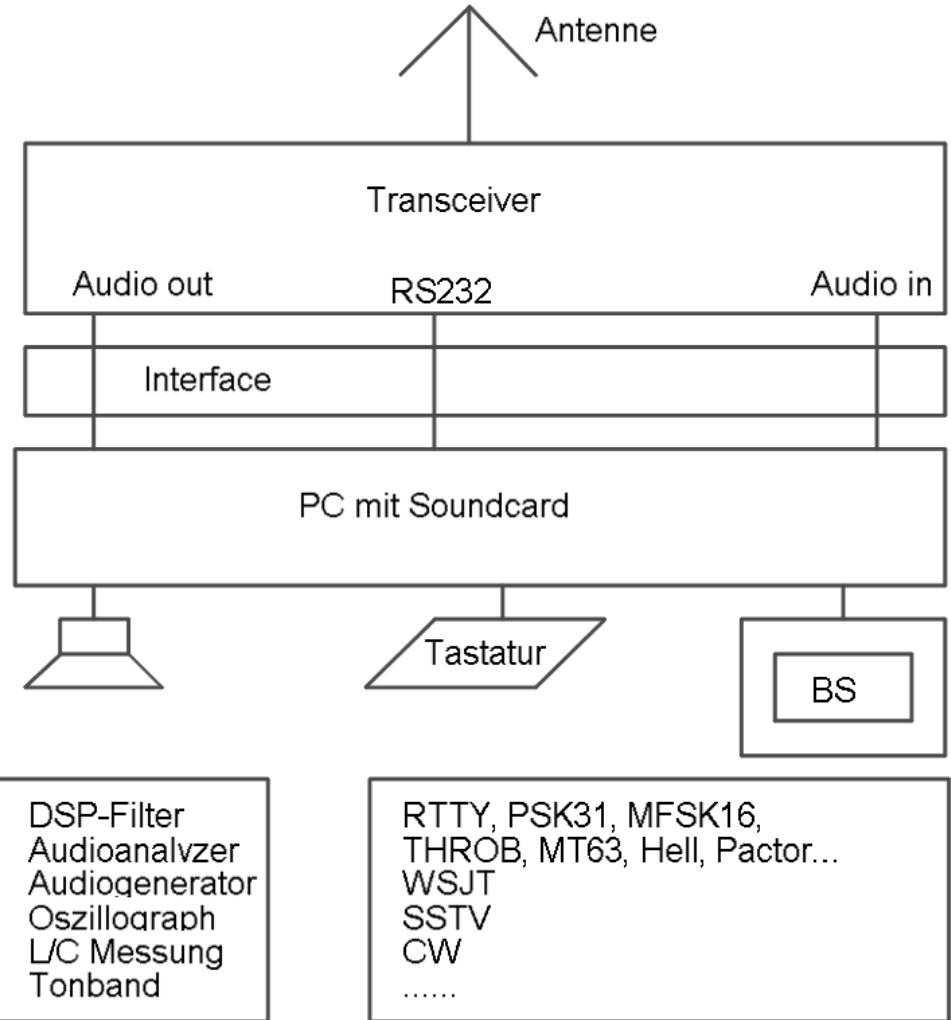
Betrieb und Fertigkeiten

Mögliche Betriebsarten und Funktionen bei Nutzung der PC-Soundkarte:

AFU Kurs Graz

Die Soundcard im PC ist ein Digital Signal Processor (DSP)

Über Anwenderprogramme werden verschiedenste Betriebsarten und Funktionen im DSP der Soundcard kostengünstig realisiert.





Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

Spezielle Betriebsarten:



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B57. Welche Betriebsverfahren werden bei „Scatter-Verbindungen“ verwendet?

Unter „Scatter-Verbindungen“ versteht man Funkverbindungen, die auf Streueffekten während der Funkausbreitung beruhen.

Bei den Streueffekten unterscheidet man je nach Streurichtung in Bezug auf die Wellenausbreitungsrichtung die Vorwärtsstreuung, Rückwärtsstreuung und Seitenstreuung.

In jedem Fall werden für Streuverbindungen Richtantennen mit teilweise hohem Gewinn und gegenüber anderen UKW-Ausbreitungsmoden relativ hohe Sendeleistungen benötigt.

Durch die sich häufig rasch ändernden Eigenschaften des „Streuvolumens“ und dem geringen Signal/Störabstand werden bevorzugt Telegrafie oder digitale Verfahren verwendet.

Einfachere Streuerscheinungen (etwa Niederschlagsstreuung) lassen auch Sprechfunkverbindungen zu.

In jedem Fall sind die einzelnen Sendedurchgänge wegen der sich sehr rasch ändernden Ausbreitungsbedingungen möglichst kurz zu halten.



Betrieb und Fertigkeiten

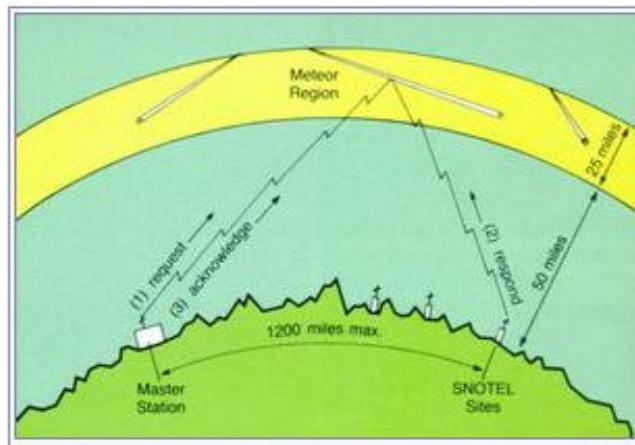
AFU Kurs Graz

B58. Welche Betriebsverfahren werden bei „Meteorscatter-Verbindungen“ angewendet?

Meteorscatter-Verbindungen werden durch Reflexionen an lokalen Elektronenwolken ermöglicht, die beim Verglühen von Meteoroiden in der oberen Erdatmosphäre kurzzeitig auftreten.

Auf Grund der Kurzlebigkeit der Ionenwolken und der oft nur sehr geringen Feldstärken werden bevorzugt Hochgeschwindigkeitstelegrafie bzw. digitale Übertragungsverfahren verwendet.

Die Verbindungen selbst dauern meist nur wenige Sekunden, im günstigsten Fall bis wenige Minuten. Bei ausgeprägten und länger verfügbaren Reflexionen kann auch Sprechfunk verwendet werden.





Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B59. Erklären Sie die Betriebsabwicklung bei Relaisbetrieb und Satellitenverkehr.

Der **Relaisbetrieb** dient der Erhöhung der Reichweite und ist in erster Linie zur Unterstützung des **Mobilbetriebes mit kurzen Antennen** (Lambda/4) gedacht.

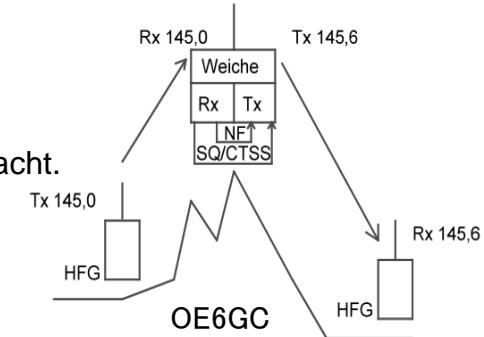
Der Relaisbetrieb wird über ein „Frequenzpaar“ abgewickelt, das für jede Relaisfunkstelle aus Eingabe- und Ausqabefrequenz besteht

Die **Frequenzablage** („Shift“) 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 auch während längerer Aussendungen sollte wiederholt eine kurze Pause ohne Aussendungen eingelegt werden, in der das Relais „abfallen“, d.h. auf Empfangsbetrieb umschalten kann. Damit soll die Möglichkeit eines Notanrufes oder auch eines normalen Anrufes sichergestellt werden.

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.

Satellitenverkehr ist ähnlich, da der Satellit üblicherweise auch wie ein Relais mit Kanal oder Bandumsetzung arbeitet. Auf Grund der großen orbitalen Geschwindigkeit des Satelliten ändern sich die Uplink und Downlinkfrequenzen für die Bodenstation während eines Überflugs. Dieses Phänomen wird auch **Doppler-Effekt** genannt. Während der Satellit sich auf die Bodenstation zu bewegt erscheint die Downlink-Frequenz höher als normal und daher muss der Empfänger oberhalb der eigentlichen Frequenz empfangen. Der Satellit empfängt jedoch das Uplink-Signal mit einer höheren Frequenz, als es die Bodenstation ausgesendet hat, daher muss die Bodenstation auf einer niedrigeren Frequenz senden. Nachdem der Satellit den Standort der Bodenstation passiert hat, er sich also vom Betrachter entfernt, kehrt sich das Spiel um. Die Bodenstation muss daher laufend Sende- und Empfangsfrequenz entsprechend nachführen.





Betrieb und Fertigkeiten

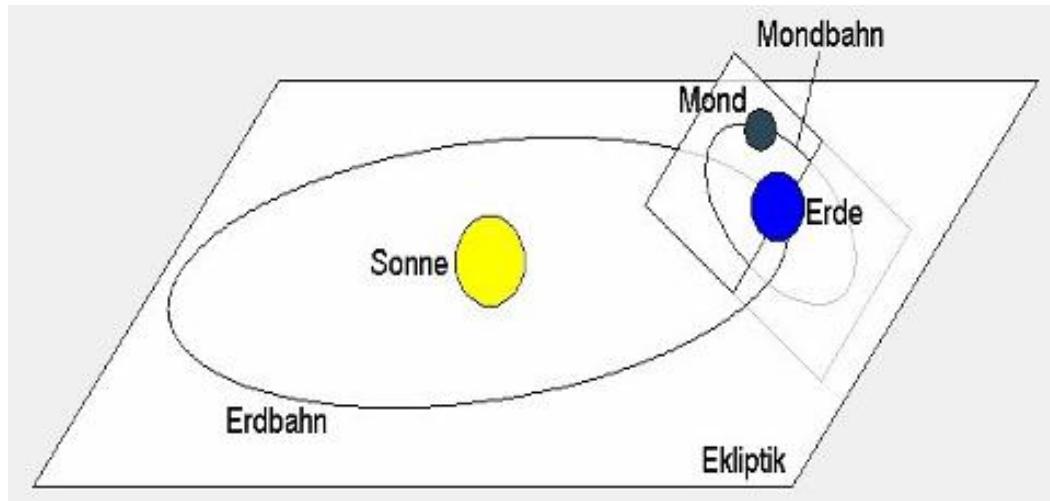
AFU Kurs Graz

B60. Was versteht man unter „EME-Verbindungen“ – welches Betriebsverfahren wird angewendet?

EME-Verbindungen sind Reflexionsverbindungen, wobei der Mond als Reflektor verwendet wird.

Unabhängig vom relativ hohen Stationsaufwand (drehbare und nachführbare Richtantennen mit hohem Gewinn, sehr rauscharme, hochempfindliche Vorverstärker und Mindestsendeleistung) wird wegen der meist nur geringen Empfangsfeldstärken Telegrafie, digitale Verfahren oder eine andere Schmalbandbetriebsart verwendet.

Eher selten sind EME-Verbindungen in Sprechfunk.





Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B63. Erklären Sie die Begriffe „Relaisfunkstelle, Transponder, Bakensender“ und welche betrieblichen Besonderheiten sind zu beachten?

Unter einer **Relaisfunkstelle** versteht man eine unbemannte Funkstelle, die zur Erzielung einer größeren Reichweite (Funkhorizont!) verwendet wird. Über die „Eingabefrequenz“ wird die Relaisfunkstelle angesprochen und diese setzt ohne Verzögerung automatisch die Information auf der „Ausgabefrequenz“ wieder ab.

Die Relaisfunkstelle kann nur dann benutzt werden, wenn Eingabe- und Ausgabefrequenz am Transceiver richtig eingestellt wurden („shift“). Im Betrieb sind die Durchgänge kurz zu halten und immer wieder Sprechpausen (Loslassen der Sprechtaste!) einzufügen, um das Relais für allfällige Notrufe, aber auch für andere anrufende Stationen freizumachen. Beim Betrieb wird das gleiche Amateurfunkband benutzt.

Unter einem **Transponder** versteht man eine unbemannte Funkstelle, die zur Erzielung einer größeren Reichweite (Funkhorizont!) verwendet wird und bei der im Gegensatz zu einer Relaisfunkstelle zwei Amateurfunkbänder verwendet werden (2m/70cm; 2m/23cm etc.). Die Betriebsabwicklung erfolgt wie bei einer Relaisfunkstelle.

Ein **Bakensender** ist ein unbemannter Sender, der neben dem Rufzeichen weitere Informationen automatisch aussendet. Er dient vorrangig zur Überwachung der Ausbreitungsbedingungen, in den Frequenzbereichen über 70 cm auch als eine Art „Frequenznormal“.



Betrieb und Fertigkeiten

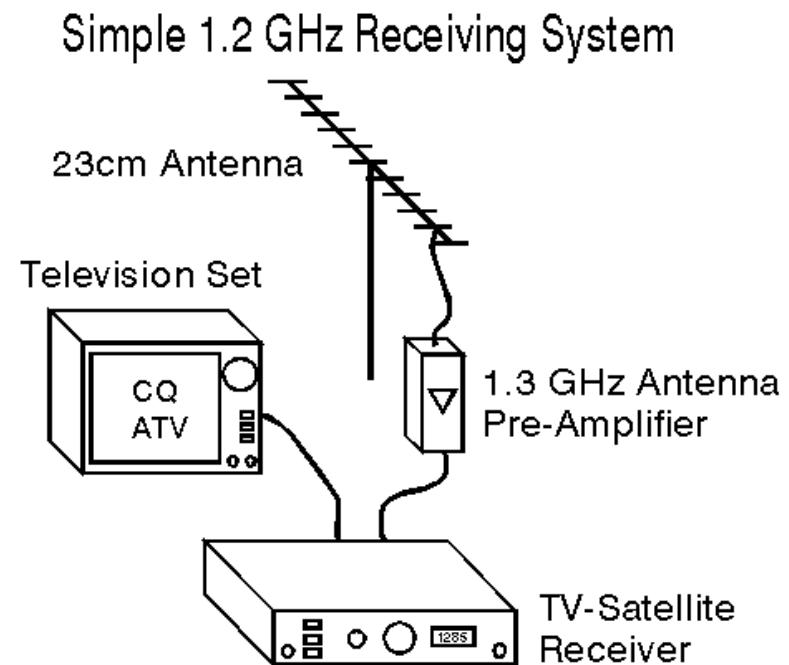
AFU Kurs Graz

B64. Erklären Sie die Betriebsabwicklung bei „ATV-Betrieb“.

Unter „ATV“ versteht man Amateurfunk-Fernsehübertragungen (engl. 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 vorgeschriebenen (70cm-Band und höher) Frequenzen.





Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B67. Erklären Sie das Betriebsverfahren „SSTV“.

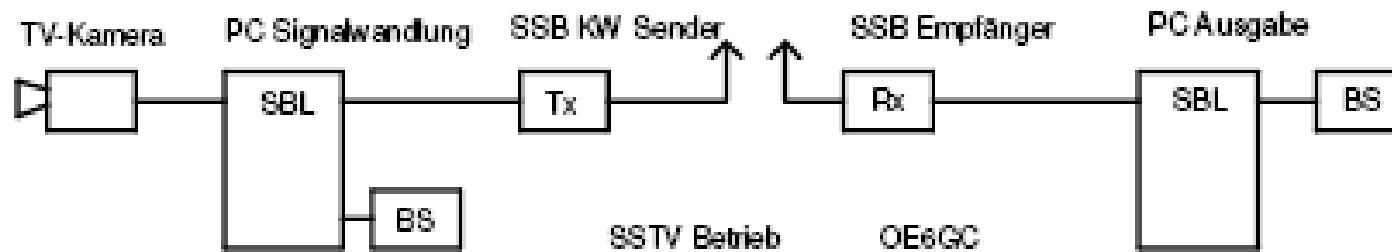
Unter „SSTV“ versteht man die Übertragung nicht bewegter Bilder (Standbilder, engl. Slow Scan Television).

Dabei wird ein Bildinhalt abgetastet und schmalbandig übertragen, d.h. die erforderliche Übertragungsbandbreite beträgt nur 2–3 kHz. Damit eignet sich SSTV auch für Kurzwellen-Übertragung.

Benötigt wird neben der Videokamera ein SSTV-Konverter oder ein PC mit entsprechender Software.

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.





Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

UKW Betrieb:



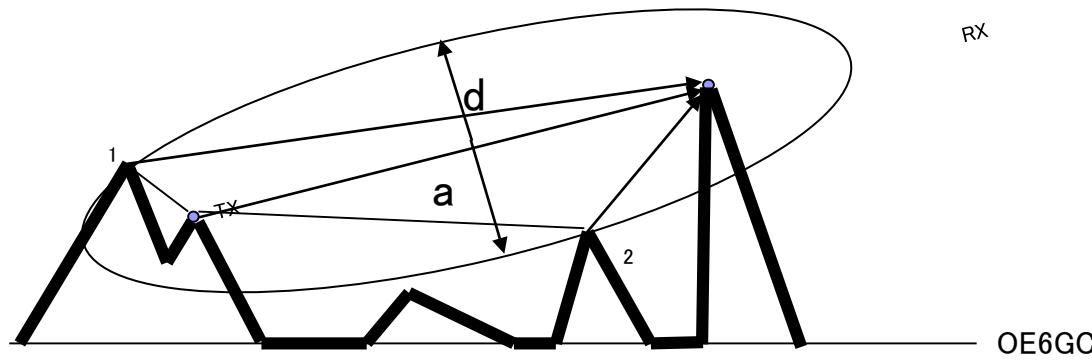
Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B15. Erklären Sie die Begriffe „Fresnelzone, Geländeschnitt“.

Unter dem **Geländeschnitt** versteht man die grafische Darstellung des Profils der Erdoberfläche zwischen Sende- und Empfangsstandort.

Für die auftretende Streckendämpfung ist jedoch nicht nur die direkte Sichtverbindung maßgeblich, sondern auch Hindernisse, die in einen ellipsenförmigen Bereich hineinragen, wobei sich Sender- und Empfangsstandort jeweils in einem Brennpunkt dieser Ellipse befinden. Man nennt diesen Bereich die **Fresnelzone**.



$$d = \sqrt{a * \lambda}$$

Für $a=10.000\text{m}$

$$\lambda = 2\text{m} > d = 141\text{m}$$

Zusätzlich zur freien Sicht zwischen Sender und Empfänger sollen auch keine Hindernisse im Bereich dieser Fresnelzone sein. Reflexionen an den Punkten 1 und 2 **innerhalb** der Fresnelzone bringen Mehrwegempfang und können Auslöschungen durch unterschiedliche Phasenlage am Empfangsort bewirken!



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

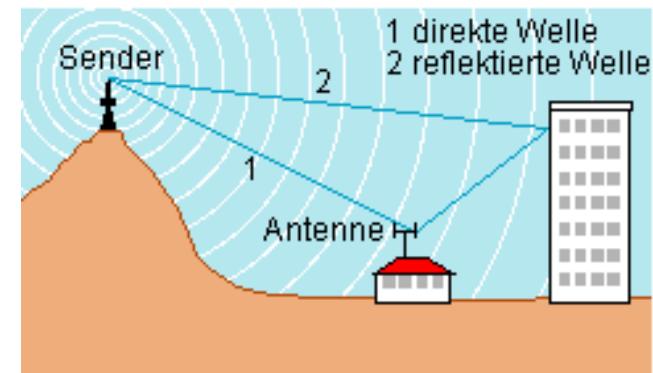
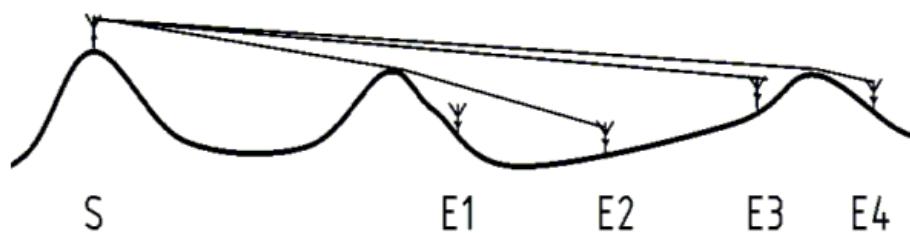
B66. Welchen Einfluss hat die Wahl des Standortes für UKW-Ausbreitung?

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

Dieses Verhalten nimmt mit steigender Frequenz weiter zu. Daraus ergibt sich unter Annahme einer „Standardatmosphäre“, die eine Ablenkung der Funkstrahlen zum Erdboden hin bewirkt, eine für einen Standort maximale Reichweite, die man 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 etc.) reflektiert werden, kann es hinter diesen Hindernissen zu einem „Funkschatten“ kommen, der eine Funkverbindung unmöglich machen kann.

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





Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B74. Beschreiben Sie das typische Ausbreitungsverhalten in den Frequenzbändern 6m, 2m und 70cm.

In ganz seltenen Fällen überschreitet die MUF 30 MHz, d.h. für die Frequenzbereiche über 30 MHz 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 Radiohorizontes (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.

Überschreitet die MUF deutlich 30 MHz, dann können im 6m-Band Reflexionen an der Ionosphäre und damit Raumwellen auftreten. Die MUF steigt jedoch nie so stark an, dass auch Funkwellen über 100 MHz reflektiert werden.

6m Band:	50 - 52 MHz
2m Band:	144 -146 MHz
70cm Band:	430 - 440 MHz



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B74. Beschreiben Sie das typische Ausbreitungsverhalten in den Frequenzbändern 6m, 2m und 70cm.



Allerdings kann im Bereich der sog. „ E_S “ (sporadische E-Schichten) die Grenzfrequenz deutlich höhere Werte annehmen und dann sind auch auf dem 2-m-Band räumlich begrenzte Raumwellen möglich. Bevorzugt wirken sich aber die E_S im 6-m-Band aus, mit dem dann auch weltweiter Funkverkehr möglich ist. Weniger stark hingegen reagiert das 6-m-Band auf troposphärische Anomalien (bevorzugt großflächige Temperaturinversionen). Diese müssen schon sehr stark ausgeprägt sein, dass es zu nennenswerten Überreichweiten kommt, sie sind allerdings vor allem im Spätsommer/Herbst durchaus nicht unüblich.

Die Funkausbreitung im 2m- und 70cm-Band ist vorwiegend auf den optischen Horizont beschränkt. Überreichweiten treten bevorzugt bei großflächigen Temperaturinversionen auf, wobei Reichweiten über 1000 km keine Seltenheit sind. Extreme Reichweiten hängen mit der Ausbildung von „Ducts“ (engl. = atmosphärische Wellenleiter) zusammen und da ist das 70cm-Band eher gegenüber dem 2m-Band bevorzugt.

Beim Funkverkehr innerhalb des Radiohorizontes, aber hoher und gut reflektierender Hindernisdichte (z.B. Großstadt, nicht Wald!), ist die Funkausbreitung durch die auftretenden Mehrfachreflexionen im 70cm-Band eher besser als im 2m-Band.



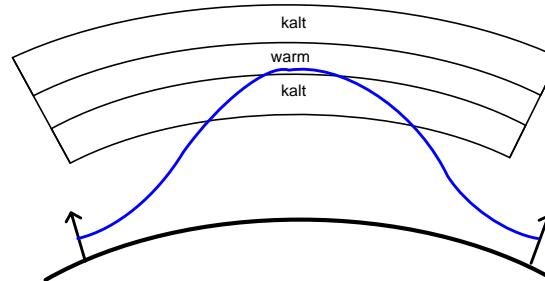
Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

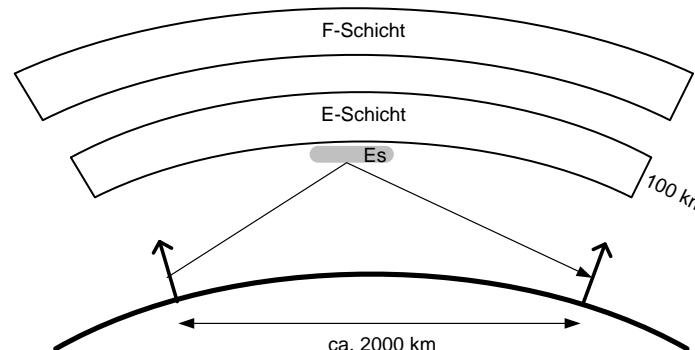
B74. Beschreiben Sie das typische Ausbreitungsverhalten in den Frequenzbändern 6m, 2m und 70cm.



Lichtähnliche Ausbreitung,
Abschattung, Reflexion etc.



Erhöhte Reichweite durch
Inversionsschichten in der
Troposphäre (ca. 12 km hoch).



In den Sommermonaten erhöhte
Reichweiten durch sporadic E
möglich.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

Notverkehr:



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B33. Was verstehen Sie unter einem „Notverkehr“, wie wird er angekündigt?

Unter einem „Notverkehr“ versteht man einen Funkverkehr, der der Rettung menschlichen Lebens und/oder Güter hohen Wertes dient. Der Notverkehr hat Vorrang gegenüber allen anderen Funkverkehren, d.h. bei Notverkehr ist jeder andere Funkbetrieb sofort einzustellen.

Der Notverkehr wird durch das Notzeichen angekündigt. Im Sprechfunk ist dies das Wort „MAYDAY“ (3 x gesprochen), in Telegrafie die Buchstabenkombination „SOS“ (3 x als ein zusammenhängendes Wort gegeben).

Die in Not befindliche Station ist dabei immer Leitfunkstelle, es sei denn, dass diese Funktion an eine andere am Notverkehr teilnehmende Station abgegeben wird. Mit der Ankündigung „MAYDAY RELAY“ wird auf die Übermittlung eines Notrufes oder einer Notmeldung hingewiesen. Dieser Funkverkehr ist wie der Notruf selbst zu handhaben.

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.

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



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B47. Was verstehen Sie unter den Begriffen “MAYDAY – SECURITEE – SILENCE MAYDAY – MAYDAY RELAY“?

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

Ein Notruf wird durch das **Notzeichen „MAYDAY“** (im Sprechfunk) und SOS (in Telegrafie) 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 (frz. = silence = Stille).

Mit „**MAYDAY RELAY**“ wird die **Übermittlung** eines Notrufes durch eine andere, nicht in Not befindliche Funkstelle gekennzeichnet. „**MAYDAY RELAY**“ ist die Ankündigung der Übermittlung eines Notrufes für eine in Not befindliche Station.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz



B34. Sie empfangen einen Notruf – woran erkennen Sie diesen und wie haben Sie sich zu verhalten?

Ein Notverkehr ist durch die Verwendung des Notzeichens („MAYDAY“ bzw. „SOS“ in CW) 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 etc.) kann es durchaus sein, dass nur entferntere Stationen den Notruf aufnehmen können.

Der Notverkehr ist so gut als möglich (vor allem die wichtigen Daten) mitzuschreiben. Beantwortet man den Notanruf, dann ist die in Not befindliche Station nach der Art der erwünschten Hilfe zu fragen. Kann diese sichergestellt werden (z.B. durch Alarmierung des Seenotrettungsdienstes, der Rettung, der Feuerwehr...), ist dies der in NOT befindlichen Station mitzuteilen.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B34. Sie empfangen einen Notruf – woran erkennen Sie diesen und wie haben Sie sich zu verhalten?

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

Antwortet die notrufende Station auf Ihren Anruf nicht und setzt den Notruf weiter fort, dann können Sie mit dem Anruf „MAYDAY RELAY“, jedoch auf einer anderen Frequenz, andere Stationen auf den Notruf aufmerksam machen. Dabei ist mitzuteilen, welche Station auf welcher Frequenz (Kanal) den Notruf aussendet.

Hinweis für mögliche Notrufe auf UKW:

Die Aussendung eines Notrufes auf UKW durch einen Funkamateur, der sich selbst nicht in Not befindet (typisches Beispiel: schwerer Autounfall und kein Handy verfügbar) sollte mit dem Anruf „Achtung Notruf“ erfolgen.

Falls kommerzielle Kommunikationsdienste (Telefon, Handy) zur Verfügung stehen, sind diese bevorzugt zu verwenden, da damit direkt die entsprechenden Hilfe leistenden Stellen erreicht werden können.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

B35. Auf welchen Bändern könnten Sie einen Notruf empfangen?

Grundsätzlich kann ein Notruf auf jeder Frequenz abgesetzt werden!

Es ist daher kein Amateurfunkband für Notrufe besonders bevorzugt. **Allerdings ist die Wahrscheinlichkeit auf den sog. „gemischten“ Bändern (die auch von anderen Funkdiensten genutzt werden) am größten, einen Notruf zu empfangen.**

Vor allem im 160m-, 80m- und 30m-Band sind andere mobile Funkdienste (z.B. Seefunkdienst, Flugfunkdienst) angesiedelt. Die vorgeschriebene Notfunkausstattung und die sehr modernen und zuverlässigen Verfahren machen es aber eher unwahrscheinlich, dass Funkamateure direkt mit einem Notverkehr befasst werden.

Eher wahrscheinlich sind Notrufe, die von Funkamateuren im Zusammenhang mit Unwetterkatastrophen (Hochwasser, Erdbeben, Wirbelstürme) ausgesendet werden, weil andere Kommunikationsmittel dann nicht mehr verfügbar sind.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

Bitte lesen Sie auch den Anhang des Skriptums.

Er beinhaltet neben der internationalen Buchstabiertafel eine Aufstellung wichtiger Q-Gruppen und gebräuchlicher Abkürzungen.

Auch enthält er Informationen über interessante Dinge die zwar nicht geprüft werden, die man aber dennoch wissen sollte wie z.B. über

- Rundsprüche
- Runden
- Netze
- Not- und Welfare-Netze
- DX-Netze
- Spezielle Netze
- Funkwettbewerbe (Conteste)
- Amateurfunkdiplome (Awards)
- QSL-Karten – Funkbestätigungskarten
- QSL-Vermittlung
- HAM SPIRIT
- LITERATURHINWEISE



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

Anhang 2: Q-Gruppen

Q-Gruppen sind dreibuchstabige Gruppen, die mit dem Buchstaben „Q“ beginnen und die der rascheren Verkehrsabwicklung dienen, da den Buchstabenkombinationen feststehende Begriffe/Bedeutung zugeordnet wird.

Im Amateurfunkdienst wurde ein Teil dieser Gruppen in ihrer Bedeutung „abgewandelt“, entspricht aber dem Sinn nach wie vor dem ursprünglich durch die ITU festgelegten Inhalt. In ihrer Anwendung können sie eine Feststellung, Anweisung oder Frage sein.

	ITU/VO-Funk Bedeutung	Amateurfunkanwendung
QRG	Ihre exakte Frequenz ist ... kHz	gleich
QRK	Lesbarkeit Ihrer Zeichen ist 1 = schlecht, 2 = gerade brauchbar, 3 = ausreichend, 4 = gut, 5 = ausgezeichnet	gleich, jedoch kaum verwendet (siehe "RST- System")
QRL	ich bin beschäftigt, bitte nicht stören	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 /z.B. "ich fahre jetzt in das QRL!")



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

Anhang 2: Q-Gruppen



QRM	ich werde gestört 1 = nicht, 2 = gering, 3 = mäßig, 4 = stark, 5 = extrem	gleiche Verwendung; unter QRM sind Fremdstörungen durch andere Aussendungen oder andere künstliche Störquellen gemeint.
QRN	ich werde durch statische Entladungen gestört (Stärkedefinition analog QRM)	gleich
QRO	erhöhen Sie die Sendeleistung	gleich; auch Bezeichnung für eine Sendestation mit hoher/höchstzulässiger Leistung.
QRP	verringern Sie die Sendeleistung	gleich; als QRP werden Sendestationen mit geringer Sendeleistung bezeichnet. Üblicherweise QRP=weniger als 10W und QRPP=weniger als 1W.
QRQ	senden Sie schneller (ergänzt durch ... WPM)	gleich
QRS	senden Sie langsamer (ergänzt durch ... WPM)	gleich
QRT	stellen Sie die Aussendung ein!	gleich; auch als Hinweis, etwas zu beenden (ich mache jetzt QRT = ich stelle den Betrieb ein)



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

Anhang 2: Q-Gruppen



QRU	ich habe nichts für Sie	gleich
QRV	ich bin bereit	gleich
QRW	bitte informieren Sie ..., dass ich ihn rufe	gleich, jedoch kaum verwendet
QRX	ich rufe Sie wieder (kann ergänzt werden durch ... UTC auf ... kHz)	gleich, auch als Anweisung "warten Sie bitte"; als QRX mit einer Zahl = ich rufe Sie wieder in ... Minuten.
QRZ	Sie werden von ... gerufen (kann ergänzt werden auf ... kHz)	gleich, sehr häufig als allgemeine Frage "QRZ?" = "wer ruft mich?"
QSA	die Signalstärke Ihrer Aussendung ist 1 = kaum wahrnehmbar, 2 = leise, 3 = ausreichend, 4 = gut, 5 = sehr gut	gleich, jedoch kaum verwendet
QSB	Ihre Signalfeldstärke schwankt	gleich
QSD	Ihr Geben ist fehlerhaft	gleich, jedoch kaum verwendet
QSK	ich kann Sie zwischen meinen Aussendungen hören, rufen Sie bei Bedarf dazwischen	gleich



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz



Anhang 2: Q-Gruppen

QSL	ich bestätige den Empfang	gleich; auch als "ich habe verstanden" und als "QSL-Karte" für die Funkbestätigungs-karte
QSO	ich kann mit ... direkt verkehren (oder über ... als Relaisstation)	gleich; auch als allgemeine Bezeichnung für einen Amateurfunkverkehr ("ein QSO fahren").
QST	es folgen Informationen /Nachrichten für Funkamateure	gleich; eigentlich eine "inoffizielle" Q-Gruppe
QSV	senden Sie eine Reihe "V" auf dieser Frequenz (oder auf ... kHz)	gleich; allerdings im Zeitalter der Synthesizer kaum mehr verwendet
QSW	ich sende auf dieser Frequenz (oder auf ... kHz)	gleich; typisch für einen "Splitbetrieb"
QSY	senden Sie auf einer anderen Frequenz (auf ... kHz)	gleich; meist als allgemeine Aufforderung, die Sendefrequenz zu ändern ("machen Sie QSY!")
QSX	ich höre für ... auf ... kHz	gleich; typisch für "Splitbetrieb"
QSZ	senden Sie jedes Wort/jede Gruppe zweimal	gleich; jedoch kaum verwendet



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

Anhang 2: Q-Gruppen

QTC	ich habe ... Telegramme für Sie (oder für ...)	gleich
QTH	mein Standort ist ... Breite ... Länge (oder jede andere geografische Ortsangabe)	gleich; in der Regel wird ein Ortsname zur Standortangabe verwendet
QTR	die korrekte Uhrzeit ist ... UTC	gleich
QRB	die Entfernung unserer Funkstellen beträgt ungefähr ...	die Entfernung wird nur im UKW-Bereich verwendet

Obwohl die Q-Gruppen grundsätzlich nur für den Telegrafieverkehr erdacht wurden, werden sie als eine Art „Amateurfunk-Dialekt“ auch 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 Schnelltelegrafie.



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

Anhang 3: Gebräuchliche Abkürzungen (nur zur Info im Funkbetrieb, wird so nicht gefragt)

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



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

Frage	Wortlaut	Seite
B1	Wie eröffnen Sie einen Funkverkehr in Phonie, wie in Telegrafie?	210
B2	Was ist das gebräuchliche Minimum einer Amateurfunkverbindung?	211
B3	Welche Bedeutung haben die Q-Gruppen im allgemeinen?	206
B4	Sie wollen, dass Ihre Gegenstation die Sendeleistung vermindert - welche Q-Gruppe verwenden Sie?	207
B5	Was bedeuten die Hinweise „5 UP“ bzw. „10 DOWN“?	264
B6	Sie wollen in einen bestehenden Funkverkehr einsteigen - wie führen Sie das durch?	212
B7	Welche betrieblichen Auswirkungen haben die besonderen Ausbreitungsbedingungen auf Kurzwelle?	227ff
B8	Welche betriebliche Auswirkung hat die Bodenwellen-Ausbreitung?	230
B9	Welche betriebliche Auswirkung hat die Raumwellen-Ausbreitung, in welchem Frequenzbereich ist sie von Bedeutung?	231
B10	Welche betriebliche Bedeutung hat die kritische Frequenz?	234
B11	Welche betriebliche Bedeutung haben die Begriffe „MUF“ und „LUF“?	235f

Frage	Wortlaut	Seite
B12	Was versteht man unter Fading auf Kurzwelle, wodurch entsteht Fading und wie reagieren Sie, um den Funkverkehr aufrecht zu erhalten?	253
B13	Ausbreitung von Funkwellen - Ausbreitungsmerkmale in den verschiedenen Amateurfunk Frequenzbereichen?	226
B14	Welchen Einfluß hat die Ionosphäre auf die Ausbreitung von Funkwellen über 30 MHz?	238
B15	Erklären Sie die Begriffe Fresnelzone, Geländeschnitt	280
B16	Was ist die tote Zone, was ein Skip?	239
B17	Wovon hängt die maximal erzielbare Reichweite auf Kurzwelle ab?	240
B18	Was verstehen Sie unter kurzem - was unter langem Weg?	241
B19	Was verstehen Sie unter dem Dämmerungseffekt?	242
B20	Was verstehen Sie unter der „Grey-Line“, welche Besonderheiten in der Funkausbreitung können auftreten?	243
B21	Beschreiben Sie den Aufbau der Ionosphäre und welche betriebliche Konsequenzen ergeben sich daraus?	323f
B22	Wie verhalten sich die Ionosphärenschichten im Tagesverlauf bzw. im Jahresverlauf?	237
B23	Welchen Einfluss hat die geografische Breite auf die Kurzwellenausbreitung?	247



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

Frage	Wortlaut	Seite	Frage	Wortlaut	Seite
B24	Was versteht man unter Sonnenaktivität, unter der Sonnenfleckenrelativzahl, unter dem „Solar-Flux“? - welchen Einfluss hat sie auf die Kurzwellenausbreitung?	244	B32	Was verstehen Sie unter „Short - Skips“?	251
B25	Welchen Zyklen unterliegen die Ausbreitungsbedingungen auf Kurzwelle?	245	B33	Was verstehen Sie unter einem Notverkehr, wie wird er angekündigt?	286
B26	Beschreiben Sie das charakteristische Ausbreitungsverhalten in den dem Amateurfunkdienst zugewiesenen Frequenzbändern unter 30 MHz?	248ff	B34	Sie empfangen einen Notruf – woran erkennen Sie diesen und wie haben Sie sich zu verhalten?	288f
B27	Was versteht man unter einem Mögel-Dellinger-Effekt und welche betriebliche Auswirkungen hat er?	254	B35	Auf welchen Bändern könnten Sie einen Notruf empfangen?	290
B28	Welche Auswirkungen haben Polarlicht - Erscheinungen auf die Kurzwellenausbreitung?	255	B36	Welche Sendearten sind im Kurzwellenbereich zulässig?	217
B29	Welche Faktoren können den Funkbetrieb auf Kurzwelle beeinflussen?	258	B37	Müssen Sie ein Funktagebuch führen und welche Angaben muss es enthalten?	213
B30	Wie wirkt sich die Tageszeit auf die Ausbreitung in den Kurzwellenbändern bis 40m aus? (160m /80m-/40m-Band)	246	B38	Was verstehen Sie im Telegrafenbetrieb unter „BK-Verkehr“?	266
B31	Was verstehen Sie unter „Sporadic – E - Verbindungen“?	256	B39	Was verstehen Sie unter UTC (GMT) - Zusammenhang zu Lokalzeit, Sommerzeit	205
			B40	Nennen Sie die konkreten Frequenzbereiche, die dem Amateurfunkdienst in den jeweiligen Frequenzbändern zugewiesen sind (5 Beispiele)	219



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

Frage	Wortlaut	Seite	Frage	Wortlaut	Seite
B41	Wie arbeiten Sie mit ausländischen Amateurfunkstationen zusammen, die einen anderen/erweiterten Bandbereich benutzen? (Beispiele: 40m, 80m)?	221	B49	Was ist bei der Abstimmung des Leistungsverstärkers einer Amateurfunkstelle zu beachten?	218
B42	Was bedeuten die folgenden Abkürzungen? (5 Abkürzungen aus der folgenden Liste)	214	B50	Wie wird ein Funkrufzeichen allgemein bzw. ein Amateurfunkrufzeichen aufgebaut – nach welcher Vorschrift?	201
B43	Wie wirkt sich Polarisationsfading auf den Kurzwellenbetrieb aus?	257	B51	Buchstabieren Sie folgende Worte bzw. den folgenden Text nach dem internationalen Buchstabieralphabet (Worte oder kurzer Text nach Wahl des Prüfers)	200
B44	Was versteht man unter Schwund im Kurzwellenbereich und wie reagieren Sie, um den Funkverkehr aufrecht zu erhalten?	252	B52	Was ist beim Betrieb an den Bandgrenzen zu beachten?	222
B45	Welche Maßnahmen ergreifen Sie, wenn Sie darauf aufmerksam gemacht werden, dass Ihre Aussendung „splattert“?	223	B53	Nennen Sie Beispiele österreichischer Amateurfunkrufzeichen mit Zusätzen (z.B.: am, mm, /1)	201
B46	Was ist ein „Pile-Up“ - wie verhalten Sie sich richtig?	263	B54	Nennen Sie die Landeskenner von fünf Nachbarländern und von fünf weiteren Ländern	204
B47	Was verstehen Sie unter den Begriffen MAYDAY - SECURITEE - SILENCE MAYDAY – MAYDAY RELAY?	287	B55	Was bedeuten die Ziffern im österreichischen Amateurfunkrufzeichen, welche Rufzeichenzusätze sind zulässig?	202
B48	Welche Mess- und Kontrollgeräte sind bei einer Amateurfunkstelle vorgeschrieben?	216	B56	Welche Bestimmungen sind beim Betrieb im 160m - Band zu beachten?	220



Betrieb und Fertigkeiten

AFU Kurs Graz

Frage	Wortlaut	Seite	Frage	Wortlaut	Seite
B57	Welche Betriebsverfahren werden bei Scatter - Verbindungen verwendet?	272	B66	Welchen Einfluss hat die Wahl des Standortes für UKW-Ausbreitung?	281
B58	Welche Betriebsverfahren werden bei Meteorscatter - Verbindungen angewendet?	273	B67	Erklären Sie das Betriebsverfahren SSTV	278
B59	Erklären Sie die Betriebsabwicklung bei Relaisbetrieb.	274	B68	Nennen Sie Einflüsse, die die Lesbarkeit einer Funkverbindung verschlechtern	224
B60	Was versteht man unter „EME - Verbindungen“ - welches Betriebsverfahren wird angewendet?	282	B69	Wie beurteilen Sie die Aussendung Ihrer Gegenstelle und wie wird diese Beurteilung der Gegenstelle mitgeteilt?	209
B61	Was verstehen Sie unter Packet Radio - welches Betriebsverfahren wird angewendet?	268	B70	Wie teilen Sie der Gegenstation Ihren Standort mit?	208
B62	Was verstehen Sie unter den Begriffen Mailbox, Digipeater, Netzketten und welche betrieblichen Besonderheiten sind zu beachten?	269f	B71	Was ist ein „Contest“ - wie verhalten Sie sich richtig?	262
B63	Erklären Sie die Begriffe Relaisfunkstelle, Transponder, Bakensender und welche betrieblichen Besonderheiten sind zu beachten?	276	B72	Wie gehen Sie bei der Planung einer Amateurfunkverbindung zu einem bestimmten Ort vor?	260
B64	Erklären Sie die Betriebsabwicklung bei ATV-Betrieb.	277	B73	Was ist hinsichtlich der Herstellung oder Veränderung von Amateurfunkgeräten zu beachten?	215
B65	Was ist bei Überreichweitenbedingungen zu beachten?	259	B74	Beschreiben Sie das typische Ausbreitungsverhalten in den Frequenzbändern 6m - 2m und 70cm	282ff



funk-elektronik
HF Communication

www.funkelektronik.at

Grazerstrasse 11, 8045 Graz-Andritz

Tel. 0720 / 270013

E-Mail: verkauf@funkelektronik.at

Vertrieb von Communicationsgeräte und Zubehör

Distributor of FlexRadio Systems Products

Beratung – Verkauf – Service – Reparatur - Garantie



AMATEURFUNK-Lizenz

Prüfungsvorbereitungskurs LV6

Basierend auf dem Amateurfunk-Prüfungsfragenkatalog des BMK

Recht



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

Vorwort

Dieser interne Arbeitsbehelf für Lernende und Vortragende, wurde anlässlich des Amateurfunkkurses 2008 von OE6GC und OE6KSG erstellt.

Nicht gekennzeichnete Abbildungen sowie dieser Arbeitsbehelf sind CC-BY AFU Kurs Graz.

Bei anderen Abbildungen ist der jeweilige Autor angegeben, der sein Einverständnis für die Verwendung in diesem Arbeitsbehelf gegeben hat.

Diese Unterlage und die darin befindlichen Abbildungen dürfen nur für die Ausbildung zur Amateurfunkprüfung im Rahmen des AFU Kurs Graz verwendet werden, jede andere Verwendung ist untersagt.

Diese Unterlage basiert auf dem Fragenkatalog, wie er seit Mai 2009 verwendet wird.

Telekommunikationsgesetz:

<http://www.bmvit.gv.at/telekommunikation/recht/aut/gesetze/>

Amateurfunkverordnung, Amateurfunkgebührenverordnung:

<http://www.bmvit.gv.at/telekommunikation/recht/aut/verordnungen/>



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

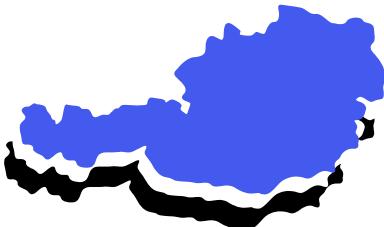


**ITU (Sonderorganisation
der UNO; BR, ITU-R, ITU-T)**

**IARU
(international Amateur
Radio Union)**

**CEPT (EU)
Ausschüsse für „Post“
und “Fernmeldewesen“**

**ETSI
Europäisches Institut für Fernmeldewesen**



**BMK
Fernmeldebüro**

**Internat. Fernmeldevertrag
VO-Funk (Radio-Regulat.)**

**Beschlüsse +
Empfehlungen**

Empfehlungen

**Telekommunikations-Gesetz
Amateurfunkverordnung
Afu.GebührenVerordnung
Kundmachungen**



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

International

Region 2:

Amerika, Grönland und einige der östlichen Pazifischen Inseln.

Region 1:

Europa, Afrika, Mittlerer Osten, Westen des Persischen Golfs einschließlich Irak, Staaten der ehemaligen Sowjetunion und Mongolei.

Region 3:

Großteil Asiens außerhalb der ehemaligen Sowjetunion, östlich und einschließlich Iran und Großteil Ozeaniens.

ITU

International Telecommunication Union, Sitz in Genf, Sonderorganisation der UNO

- Radiocommunication Bureau
- WARC World administrativ Radio conference
- CCIR, CCITT

Internationaler Fernmeldevertrag
- Vollzugsordnung f. d. Funkdienst (VO-Funk)

EU-Staaten

CEPT

Europäische Konferenz der Verwaltungen für Post und Telekommunikation, Angleichung der nationalen Regelungen im Europäischen Post- und Telekommunikationssektor

Internationaler Fernmeldevertrag
- Vollzugsordnung f. d. Funkdienst (VO-Funk)

Fernmeldebehörde
2. Instanz

Frequenzbüro

Oberste Fernmeldebehörde, 2. Instanz in Österreich, Fernmeldehoheit, Gesetzesvollzug.
- Telekommunikations-Gesetz
- Amateurfunkverordnung, Kundmachungen (von Staaten, welche Einwände gegen den Amateurfunkverkehr m. OE erhoben haben).

Büro f. Funk u. TK-Anl.

Österreich

Fernmeldebüro
1. Instanz

FÜ
Wien:
Aussenstellen in den Bundesländern

Legende:

- ↔ ... Verträge, Regulative
- FÜ ... Funküberwachung

Instanzenweg: Antrag Bescheid Beschwerde

Bundesverwaltungsgericht

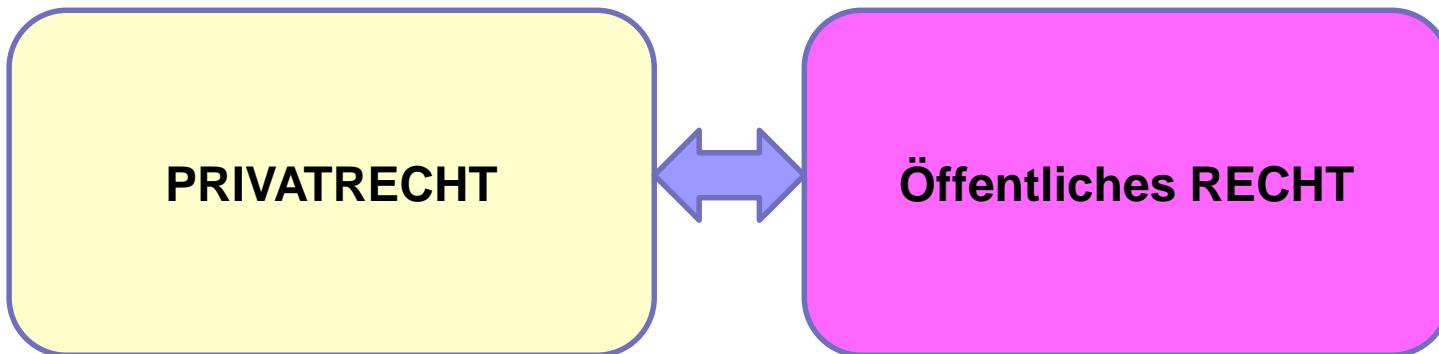
Q: OE6GC



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

■ Grundsätzliches zum Recht (Kurzeinführung)



Recht zwischen Personen
Verträge, Familienrecht, Erbrecht
Arbeitsrecht, Unternehmensrecht

Keine Hierarchie!!!

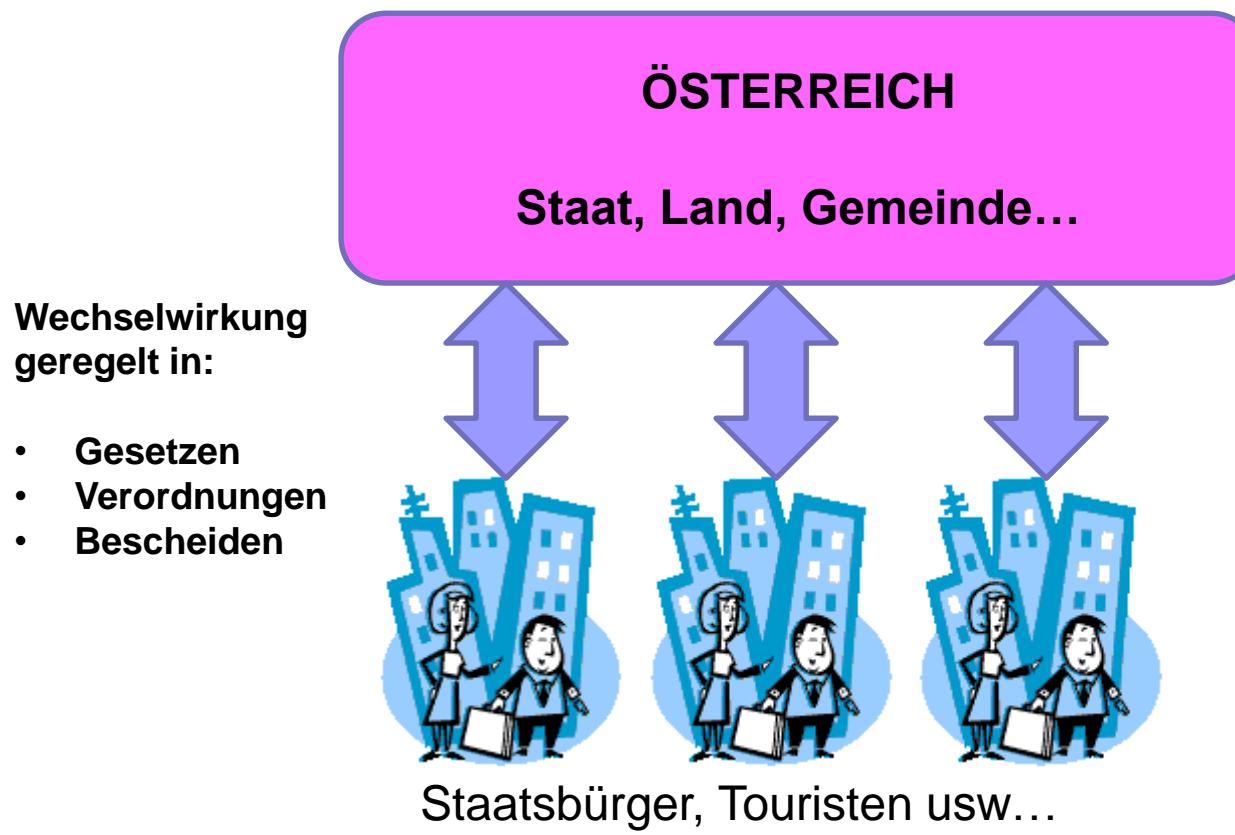
Recht zwischen Personen und Staat,
Land, Gemeinden...
z.B. Bewilligungen...
Amateurfunk
Vorhandensein einer Hierarchie!!!



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

■ Öffentliches Recht (Rechtswirkungen)





Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

Internationale Organisationen UNO, NGO, Völkerrechtssubjekte

ITU,

Europäische
Union

CEPT

anderer
Staat

Österreich

Nur Rechtswirksam mit Österreich
Keine unmittelbare Wirkung auf
internationaler Ebene



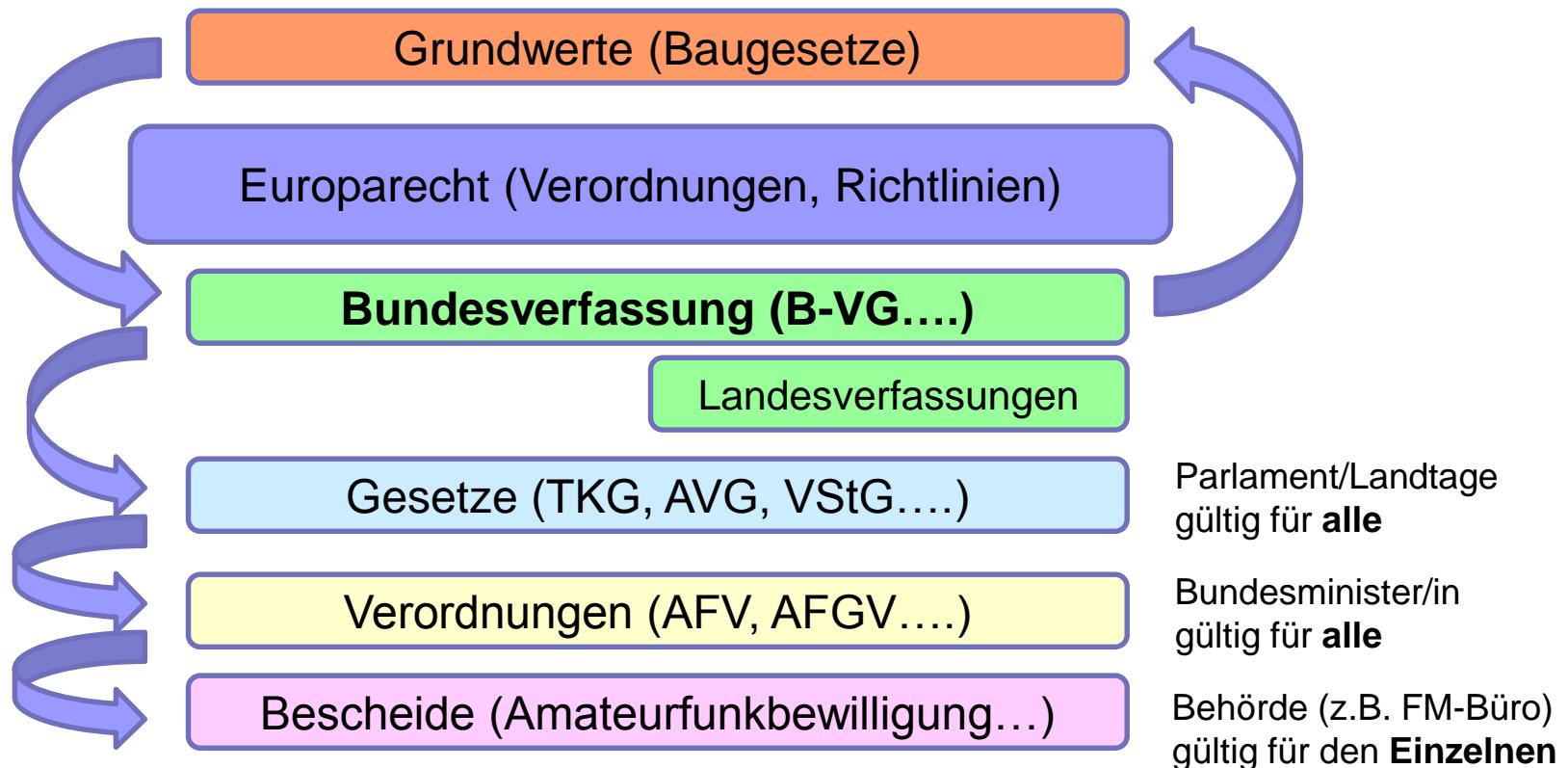
Bürger



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

Stufenbau der Rechtsordnung



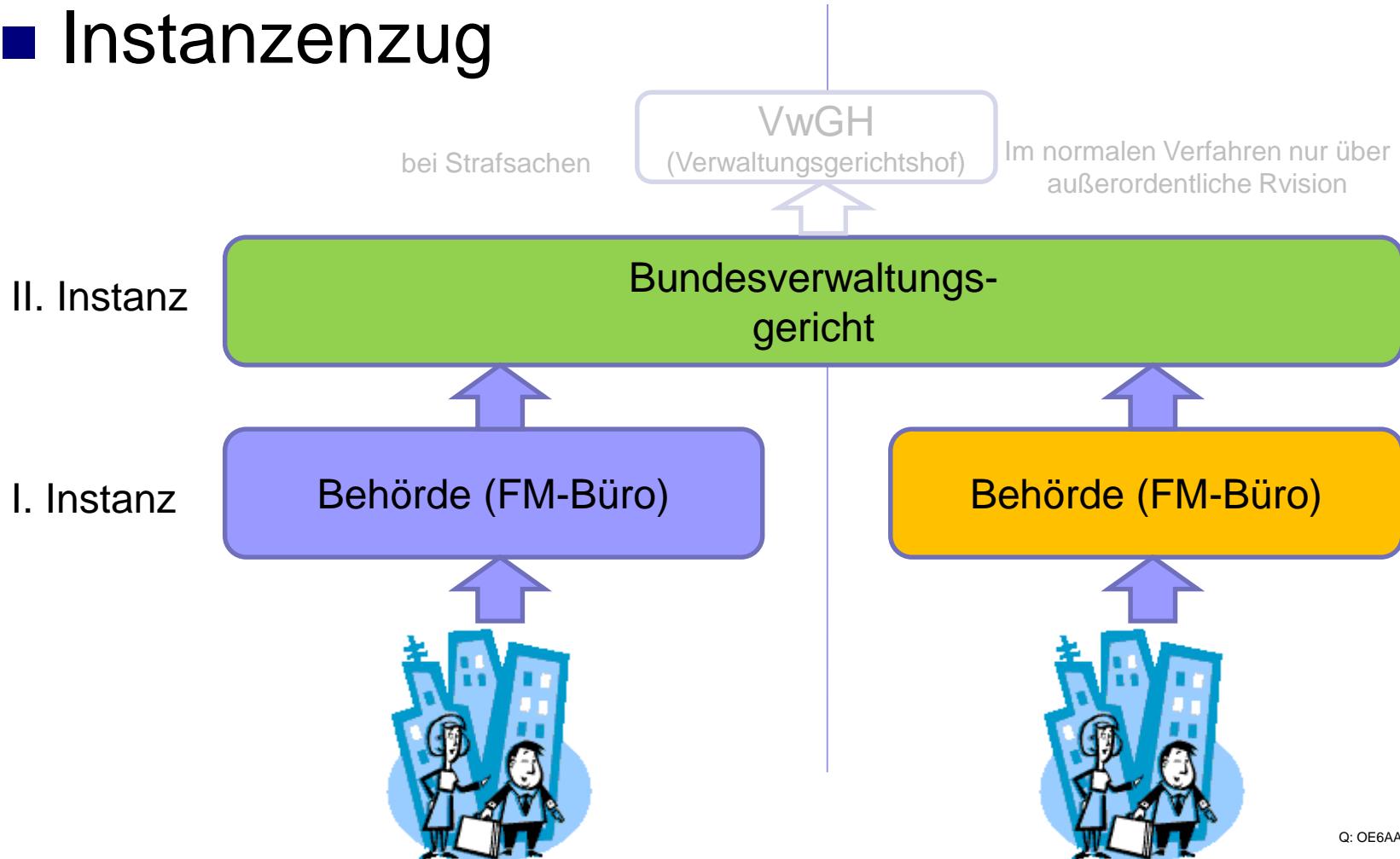
Q: OE6AAD



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

■ Instanzenzug



Q: OE6AAD



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

Verwaltungsstrafbestimmungen gem. Telekommunikationsgesetz 2003 – TKG:

Geldstrafe bis zu 1.000 €

- § 109. (4a) Eine Verwaltungsübertretung begeht und ist mit Geldstrafe bis zu 1 000 Euro zu bestrafen, wer
- a) entgegen § 78a Abs. 3 Aussendungen durchführt in Frequenzbereichen, die zwar dem Amateurfunkdienst, nicht aber der jeweiligen Bewilligungsklasse zugewiesen sind, oder
 - b) mit anderen als für die jeweilige Bewilligungsklasse festgesetzten Sendearten oder
 - c) mit einer höheren als der zulässigen Sendeleistung oder
 - d) mit einer größeren als der festgesetzten Bandbreite und keine Ausnahme gemäß § 10 Abs. 5 vorliegt,
5. entgegen § 78a Abs. 3 als Inhaber der Amateurfunkbewilligung oder als Mitbenutzer der Amateurfunkstelle nicht während der gesamten Dauer der Aussendung persönlich an der Amateurfunkstelle anwesend ist;
6. entgegen § 78a Abs. 4 Amateurfunkstellen mittels Internettechnologie verbindet und die beteiligten Amateurfunkstellen nicht ausschließlich für den Amateurfunkdienst verwendet werden;
7. entgegen § 78b Abs. 2 und 3 vorsätzlich mit einer Funkstelle, die keine bewilligte Amateurfunkstelle ist, Funkverkehr durchführt oder eine solche Funkverbindung nicht sofort abbricht, wenn die Voraussetzungen des § 78c Abs. 5 nicht vorliegen;
8. entgegen § 78b Abs. 2 und 3 Funkverkehr nicht mit einer bewilligten Amateurfunkstelle durchführt oder eine solche Funkverbindung nicht sofort abbricht, wenn die Voraussetzungen des § 78c Abs. 5 nicht vorliegen;
9. entgegen § 78b Abs. 5 mit Amateurfunkstellen jener Staaten, deren Einwand gegen den Amateurfunkverkehr mit Österreich vom Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie im Bundesgesetzblatt kundgemacht worden ist, Funkverkehr durchführt;
10. entgegen § 78f Abs. 1 die Mitbenützung seiner Amateurfunkstelle Personen gestattet, die nicht die Amateurfunkprüfung erfolgreich abgelegt haben;

11. entgegen § 78f Abs. 2 eine Amateurfunkstelle, ohne die Amateurfunkprüfung erfolgreich abgelegt zu haben, oder über den sich aus § 78f Abs. 2 Z 1 und 2 ergebenden Umfang hinaus mitbenutzt und keine Ausnahme gemäß § 78f Abs. 3 vorliegt;

12. entgegen § 78f Abs. 4 bei der Mitbenützung nicht für die Einhaltung der rechtlichen Bestimmungen sorgt oder den Betrieb der Funkstelle nicht ausreichend überwacht.

Geldstrafe bis zu 3.000 €

§ 109. (4b) Eine Verwaltungsübertretung begeht und ist mit Geldstrafe bis zu 3 000 Euro zu bestrafen, wer

- 1. entgegen § 78a Abs. 3 Aussendungen in Frequenzbereichen, die nicht dem Amateurfunkdienst zugewiesen sind, durchführt;
- 2. entgegen § 78b Abs. 4 im Verkehr mit anderen Funkstellen das Ansehen, die Sicherheit oder die Wirtschaftsinteressen des Bundes oder eines Landes gefährdet, gegen die Gesetze, die öffentliche Ordnung oder die Sittlichkeit verstößt;
- 3. entgegen § 78c Abs. 7 Notrufe stört oder nicht beantwortet;
- 4. entgegen § 78d ein anderes als das zugewiesene Rufzeichen oder kein Rufzeichen aussendet.

Geldstrafe bis zu 4.000 €

§ 109. (1) Eine Verwaltungsübertretung begeht und ist mit einer Geldstrafe bis zu 4 000 Euro zu bestrafen, wer

- 3. entgegen § 74 Abs. 1 eine Funkanlage errichtet oder betreibt;
- 8. entgegen § 78 Abs. 4 Funksendeanlagen mit nicht zugeteilten Frequenzen oder Rufzeichen betreibt;
- 15. entgegen § 78e Abs. 4 Daten für andere Zwecke als den Amateurfunkdienst verwendet.

(4) Eine Verwaltungsübertretung gemäß Abs. 1 bis 3 liegt nicht vor, wenn die Tat den Tatbestand einer in die Zuständigkeit der Gerichte fallenden strafbaren Handlung bildet oder nach anderen Verwaltungsstrafbestimmungen mit strengerer Strafe bedroht ist.

Q: OE6GC



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R1. Welche gesetzlichen Bestimmungen sind für den Amateurfunk maßgeblich?

- Internationaler Fernmeldevertrag
 - Vollzugsordnung für den Funkdienst (VO-Funk)
 - Telekommunikationsgesetz
 - Amateurfunkverordnung
 - Amateurfunkgebührenverordnung
 - Kundmachung betreffend jene Staaten, die Einwände gegen den Amateurfunkverkehr mit Österreich erhoben haben
- } **internationale
Bestimmungen**

} **nationale
Bestimmungen**

R2. Was ist die „ITU“?

Die internationale Fernmeldeunion ist ein völkerrechtlicher Verein, der von den vertragsabschließenden Ländern und Territorien gebildet wird.

Der Zweck der ITU geht aus der Präambel hervor, wonach - in voller Anerkennung der Hoheitsrechte jedes Landes, sein Fernmeldewesen zu regeln - die Bevollmächtigten der vertragsabschließenden Regierungen in gegenseitigem Einvernehmen diesen Vertrag abgeschlossen haben, um die Beziehungen und die Zusammenarbeit zwischen den Völkern durch einen guten Fernmeldedienst zu fördern.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R3. Welche Zwecke verfolgt der internationale Fernmeldevertrag?

- Aufrechterhaltung und Ausbau der internationalen Zusammenarbeit zur Verbesserung und zweckmäßigen Verwendung der Fernmeldeeinrichtungen aller Art.
- Die Entwicklung der technischen Fernmeldemittel auf breiter Basis.
- Die Erhöhung der Leistungen der Fernmeldedienste.
- Die Steigerung der Inanspruchnahme der Fernmeldemittel, welche der Öffentlichkeit möglichst zugänglich gemacht werden sollen.
- Die Durchführung von Maßnahmen der Verbilligung des internationalen Fernmeldewesens

R4. Welche Aufgaben hat das „Radiocommunication Bureau“?

Das "Radiocommunication Bureau" ist eine Teilorganisation der ITU und sorgt für

- die Registrierung der den einzelnen Ländern zugeteilten Frequenzen,
- die Anerkennung der zugeteilten Frequenzen,
- die Beratung der Mitglieder, insbesondere im Hinblick auf gestörte Frequenzen



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R54. Welche besonderen Aufgaben hat die ITU in Bezug auf Funkdienste und welche Ausschüsse sind dafür zuständig?

Die Zuweisung der Frequenzen zur Verhinderung gegenseitiger Störungen, die Verbesserung der Ausnutzung der Frequenzbänder, die Förderung der Zusammenarbeit der Hilfsdienste zur Erhaltung menschlichen Lebens.

Das Radiocommunication Bureau (BR)

Es hat die Aufgabe, die den einzelnen Ländern zugewiesenen Frequenzen zu registrieren, für die Sicherstellung der Anerkennung der Frequenzen zu sorgen und jene Mitglieder zu beraten, denen gestörte Frequenz-Bereiche zugewiesen sind - mit dem Ziel, dort möglichst viele ungestörte Kanäle zu schaffen.

Der Radiocommunication Sector (ITU-R)

Der ITU-R ist beauftragt, über technische und betriebliche Fragen, die im Besonderen den Funkverkehr betreffen, Studien durchzuführen und die Mitglieder aufgrund der Erkenntnisse zu beraten.

Der Telecommunication Sector (ITU-T)

Er ist beauftragt, über technische Fragen sowie über Betriebs- und Gebührenfragen des Telekommunikationsdienstes Studien durchzuführen und die Mitglieder aufgrund der Erkenntnisse zu beraten. In der Gebührenfrage ist der Grundsatz aufgestellt, dass die Nachrichtenmittel einerseits so billig als möglich sein sollen, andererseits aber doch entsprechend dotiert sein müssen.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R5. Was ist die „CEPT“ und welche Bedeutung hat sie?

Die Europäische Konferenz der Post- und Fernmeldeverwaltungen ist eine Organisation, der 2012 bereits 48 europäische Staaten angehörten.

Die wesentlichen Ziele der CEPT bestehen darin, die

- Beziehungen zwischen den Mitgliederverwaltungen zu vertiefen,
- ihre Zusammenarbeit zu fördern und zur
- Schaffung eines dynamischen Marktes im Bereich der europäischen Post und Telekommunikation beizutragen.

Wesentlich für den Amateurfunk ist die gegenseitige Anerkennung der CEPT-Lizenzen, wodurch man in einem Gastland bis zu 3 Monate Funkbetrieb machen kann, ohne dass man eine Gastlizenz beantragen muss.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R6. Was ist die „VO-Funk“ (Radio Regulations) und was regelt sie?

Die Vollzugsordnung für den Funkdienst ist Bestandteil des Internationalen Fernmeldevertrages und enthält die näheren Bestimmungen für die Praxis der Nachrichtenübermittlung.

Solche Vollzugsordnungen gibt es auch für den Telegrafie- und Fernsprechdienst und so weiter.

Für den Funkamateuren ist sie deshalb wichtig, weil alle im internationalen Fernmeldevertrag und in der Vollzugsordnung Funk festgelegten allgemeinen Bestimmungen auch für den Amateurfunk gelten.

Insbesondere muss die für die Aussendung benutzte Frequenz so stabil und so frei von unerwünschten Nebenaussendungen sein, wie es der Stand der Technik bei Funkstellen dieser Art gestattet.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R7. Definieren Sie den Begriff „Funkanlage“ im Sinne des TKG

§ 3 Z 6 TKG "Funkanlage" ein Erzeugnis oder ein wesentlicher Bauteil davon, der in dem für terrestrische/satellitengestützte Funkkommunikation zugewiesenen Spektrum durch Ausstrahlung und/oder Empfang von Funkwellen kommunizieren kann; als Funkanlagen gelten auch elektrische Einrichtungen, deren Zweck es ist, mittels Funkwellen Funkkommunikation zu verhindern.

Hier gilt es zur Unterscheidung auch den Begriff der Telekommunikationsanlage zu betrachten:

§3 Z 22. TKG "Telekommunikationseinrichtung" ein die Kommunikation ermöglichtes Erzeugnis oder ein wesentlicher Bauteil davon, der für den mit jedwedem Mittel herzustellenden direkten oder indirekten Anschluss an Schnittstellen von öffentlichen Telekommunikationsnetzen bestimmt ist;

Eine Funkanlage ist also eine Telekommunikationseinrichtung, die elektromagnetische Wellen zur Übertragung der Informationen verwendet.

Hinweis:

Jede Funkanlage ist bewilligungspflichtig! Es gibt keine "bewilligungsfreien" Funkanlagen. Manche Funkgeräte sind allerdings "generell bewilligt" (z.B.: CB-, PMR, LPD-Funkgeräte).



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R8. Erläutern Sie den Unterschied zwischen einem Kommunikationsdienst und dem Amateurfunkdienst

§ 3. Z 9 TKG "Kommunikationsdienst" ist eine gewerbliche Dienstleistung, die ganz oder überwiegend in der Übertragung von Signalen über Kommunikationsnetze besteht, einschließlich Telekommunikations- und Übertragungsdienste in Rundfunknetzen.

§ 3. Z 21 TKG „Telekommunikationsdienst“ ist ein Kommunikationsdienst mit Ausnahme von Rundfunk.

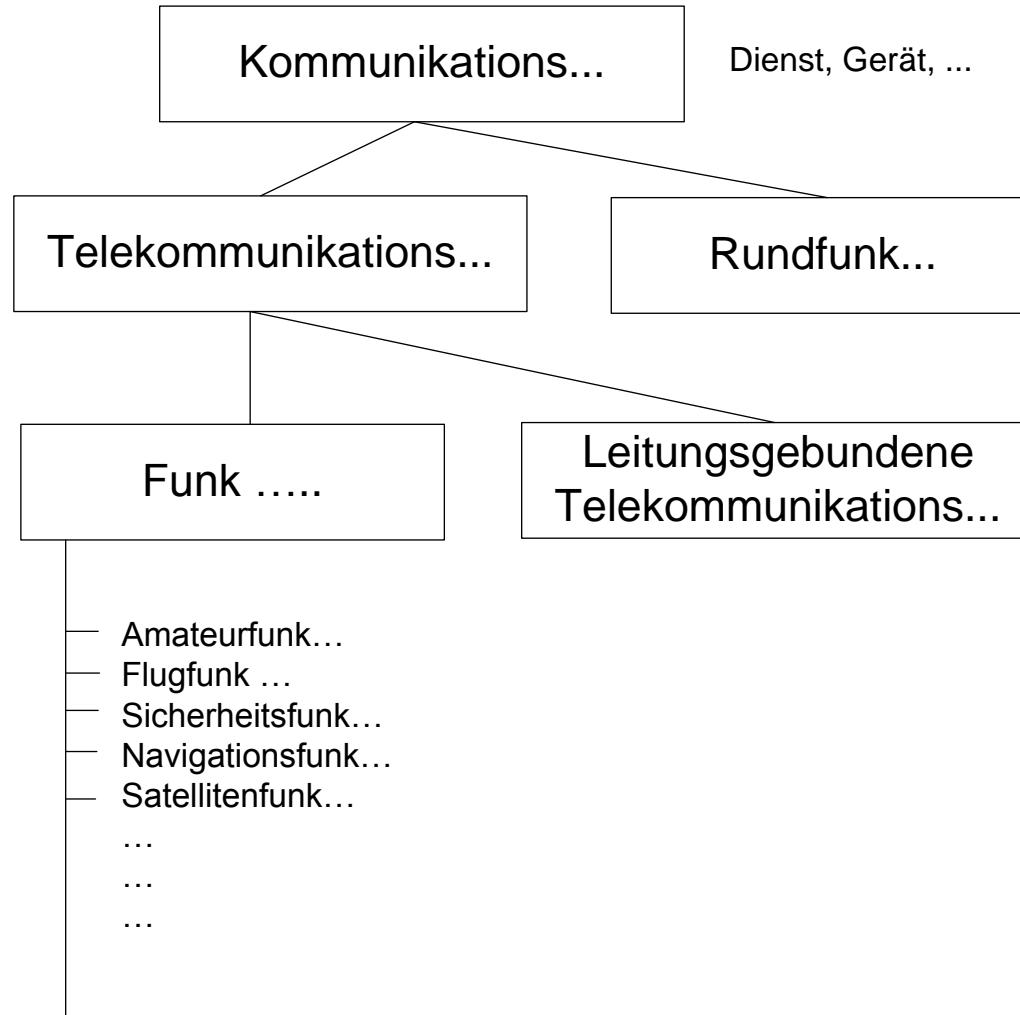
§ 3. Z 37 TKG „Amateurfunkdienst“ einen technisch-experimentellen Funkdienst, der die Verwendung von Erd- und Weltraumfunkstellen einschließt und der von Funkamateuren für die eigene Ausbildung, für den Verkehr der Funkamateure untereinander, für die Durchführung von Not- und Katastrophenfunkverkehr und für technische Studien betrieben wird.

Der Amateurfunkdienst ist daher dadurch gekennzeichnet, dass dieser ohne kommerzielle Interessen und aus persönlicher Neigung, usw. ausgeübt wird. Funkamateure dürfen in ihrer Eigenschaft als Funkamateur daher kein Geld mit der Ausübung des Amateurfunks verdienen und auch keine Nachrichten übermitteln, die auf Grund Ihres Inhalts die Übertragung durch kommerzielle Funkdienste rechtfertigen würden.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz





Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R9. Wann erlischt eine Bewilligung?

§ 85. (1) TKG

- Durch Ablauf der Zeit, für die sie erteilt wurde
- Durch Verzicht des Bewilligungsinhabers
- Durch Widerruf
- Durch Tod oder Erlöschen der Rechtspersönlichkeit des Bewilligungsinhabers

(3) TKG Der **Widerruf** ist von der Behörde, welche die Bewilligung erteilt hat, auszusprechen, wenn

- dies zur Sicherung des ungestörten Betriebes eines öffentlichen Kommunikationsnetzes notwendig ist;
- der Bewilligungsinhaber gegen die Bestimmungen dieses Gesetzes oder gegen die auf Grund der Bewilligung zu erfüllenden Auflagen oder Bedingungen grob oder wiederholt verstoßen hat;
- die Voraussetzungen für die Erteilung der Bewilligung weggefallen sind;
- die Anlagen nicht oder nicht entsprechend dem bewilligten Verwendungszweck betrieben werden oder
- die Anlagen nicht mit den bewilligten technischen Merkmalen betrieben werden und der Bewilligungsinhaber trotz Auftrags Änderungen nicht durchgeführt hat, oder
- der Bewilligungsinhaber die gemäß § 82 vorgeschriebenen Gebühren trotz zweimaliger Mahnung nicht entrichtet.

R10. Was kann passieren, wenn Sie ohne oder ohne entsprechende Amateurfunkbewilligung Amateurfunk betreiben?

Damit begeht man eine **Verwaltungsübertretung**, welche mit einer Verwaltungsstrafe von **bis zu € 4.000,-** zu bestrafen ist.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R11. Welche Funkanlagen sind bewilligungspflichtig, welche Art der Bewilligungen gibt es?

§ 74. (1) TKG Die Errichtung und der Betrieb einer Funkanlage ist unbeschadet der Bestimmungen des FMaG 2016, nur zulässig

(5) im Rahmen einer Amateurfunkbewilligung.

- (1a)
1. Betrieb im Fall der Mitbenützung gemäß § 78f und
 2. der kurzfristige Betrieb einer Klubfunkstelle im Rahmen einer internationalen Amateurfunkveranstaltung, wenn der Betrieb durch einen Funkamateur unmittelbar beaufsichtigt wird.

§ 75 (1) TKG Die Einfuhr, der Vertrieb und der Besitz von Funkanlagen ist grundsätzlich bewilligungsfrei.

(2) Der Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie kann durch Verordnung die Einfuhr, den Vertrieb und den Besitz von Funksendeanlagen für bewilligungspflichtig erklären. Dabei ist darauf Bedacht zu nehmen, ob die Verwendung der Funkanlage eine erhöhte Gefährdung der öffentlichen Sicherheit bewirken oder sonst der Erfüllung behördlicher Aufgaben entgegenstehen kann.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R11. Welche Funkanlagen sind bewilligungspflichtig, welche Art der Bewilligungen gibt es?

Speziell für Funkamateure gilt Folgendes:

§ 78a. (1) TKG (2) Die Amateurfunkbewilligung der Klasse 1 berechtigt zur Änderung und zum Selbstbau von Amateurfunksendeanlagen.

- (3) Aussendungen dürfen mit einer Amateurfunkstelle nur durchgeführt werden
1. in den dem Amateurfunkdienst und der jeweiligen Bewilligungsklasse zugewiesenen Frequenzbereichen,
 2. mit den für die jeweilige Bewilligungsklasse festgesetzten Sendearten,
 3. mit höchstens jener Sendeleistung, die sich aus der für den jeweiligen Frequenzbereich festgesetzten höchsten zulässigen Leistungsstufe und aus der Amateurfunkbewilligung ergibt,

Hinweis:

Jede Funkanlage ist bewilligungspflichtig! Es gibt keine "bewilligungsfreien" Funkanlagen. Manche Funkgeräte sind allerdings "generell bewilligt" (z.B.: CB-, PMR, LPD-Funkgeräte).



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R12. Sie ändern den Standort *Ihrer* Funkanlage - was haben Sie zu tun?

§ 84. (1) TKG Soweit davon Bestimmungen der Bewilligung betroffen sind, bedarf

- 1. jede Standortänderung,**
- 2. jede Verwendung außerhalb des in der Bewilligung angegebenen Einsatzgebietes im Fall von beweglichen Anlagen sowie**
- 3. jede technische Änderung der Anlage der vorherigen Bewilligung durch das zuständige Fernmeldebüro.**

(2) Die Behörde kann erteilte Bewilligungen im öffentlichen Interesse ändern, wenn dies aus wichtigen Gründen

- 1. zur Sicherheit des öffentlichen Telekommunikationsverkehrs,**
- 2. aus technischen oder betrieblichen Belangen,**
- 3. aus internationalen Gegebenheiten, insbesondere aus der Fortentwicklung des internationalen Fernmeldevertragsrechtes oder**
- 4. zur Anpassung auf Grund internationaler Gegebenheiten geänderter Frequenznutzungen notwendig ist. Dabei ist unter möglichster Schonung der wirtschaftlichen und betrieblichen Interessen des Bewilligungsinhabers vorzugehen.**

(3) Der Inhaber der Bewilligung hat jeder gemäß Abs. 2 angeordneten Änderung in angemessener Frist auf seine Kosten nachzukommen. Eine derartige Verfügung begründet keinen Anspruch auf Entschädigung.

Ansprüche nach dem Amtshaftungsgesetz bleiben davon unberührt.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R13. Was versteht man unter dem „Aufsichtsrecht“?

§ 86. (1) TKG Kommunikationsdienste unterliegen der Aufsicht der Regulierungsbehörde. Sie kann sich dazu der Organe der Fernmeldebehörden (Funküberwachungen) bedienen.

(2) Die Organe des Fernmeldebüros haben der Regulierungsbehörde über Ersuchen im Rahmen ihres Aufgabenbereiches Hilfe zu leisten, insbesondere in fernmeldetechnischen Fragen.

(3) Telekommunikationsanlagen unterliegen der Aufsicht der Fernmeldebehörden. Als Telekommunikationsanlagen im Sinne dieses Abschnittes gelten alle Anlagen und Geräte zur Abwicklung von Kommunikation, wie insbesondere Kommunikationsnetze, Kabelrundfunknetze, Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R14. Ein Organ der Fernmeldebehörde will ihre Anlage überprüfen, was haben Sie zu tun?

§86. (4) TKG

(Abs. 4 gemäß § 132 Abs. 3 mit Ablauf des 31.12.2019 außer Kraft getreten)

Die Fernmeldebehörden sind berechtigt, Telekommunikationsanlagen, insbesondere Funkanlagen und Endgeräte, oder deren Teile hinsichtlich der Einhaltung der Bestimmungen dieses Gesetzes und der auf Grund dieses Gesetzes erlassenen Verordnungen und Bescheide zu überprüfen.

Den Organen der Fernmeldebüros, die sich gehörig ausweisen, ist zu diesem Zweck das Betreten der Grundstücke oder Räume, in denen sich solche Anlagen befinden oder dies zu vermuten ist, zu gestatten.

Ihnen sind alle erforderlichen Auskünfte über die Anlagen und deren Betrieb zu geben. Bewilligungs- und Konzessionsurkunden sind auf Verlangen vorzuweisen.

(5) Wenn es die Prüfung von Funkanlagen erfordert, sind diese auf Verlangen des Fernmeldebüros vom Bewilligungsinhaber auf seine Kosten an dem dafür bestimmten Ort und zu dem dafür bestimmten Zeitpunkt zur Prüfung bereitzustellen. Funkanlagen können auf Kosten des Bewilligungsinhabers auch an Ort und Stelle geprüft werden, wenn dies wegen der Größe oder technischen Gestaltung der Anlage oder des finanziellen Aufwandes zweckmäßig ist.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R15. Welche Geheimhaltungspflichten treffen Sie als Funkamateur?

§93. (4) TKG

Werden mittels einer Funkanlage, einer Telekommunikationseinrichtung oder mittels einer sonstigen technischen Einrichtung Nachrichten empfangen, die für diese Funkanlage, dieses Endgerät oder den Benutzer der sonstigen Einrichtung nicht bestimmt sind, so dürfen der

- Inhalt der Nachrichten sowie die Tatsache ihres Empfanges weder aufgezeichnet noch Unbefugten mitgeteilt oder
- für irgendwelche Zwecke verwertet werden.

- Aufgezeichnete Nachrichten sind zu löschen oder auf andere Art zu vernichten.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R16. Was kann die Fernmeldebehörde machen, falls Sie einen anderen Funkdienst stören?

§ 88. (1) TKG

Bei Störungen einer Telekommunikationsanlage durch eine andere Telekommunikationsanlage können die Fernmeldebüros jene Maßnahmen anordnen und in Vollzug setzen, die zum Schutz der gestörten Anlage notwendig und nach den jeweiligen Umständen und unter Vermeidung überflüssiger Kosten für die in Betracht kommenden Anlagen am zweckmäßigsten sind.

(2) Unbefugt errichtete und betriebene Telekommunikationsanlagen können ohne vorherige Androhung außer Betrieb gesetzt werden. Für sonst entgegen den Bestimmungen dieses Gesetzes errichtete oder betriebene Telekommunikationsanlagen gilt dies nur, wenn es zur Sicherung oder Wiederherstellung eines ungestörten Kommunikationsverkehrs erforderlich ist.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R17. Welche Gebühren müssen als Funkamateuer entrichtet werden?

§ 6. AFGV Für die Bewilligung zur Errichtung und zum Betrieb einer Amateurfunkstelle beträgt die Gebühr monatlich

- a) für Leistungsstufe A 1,45 €,
- b) für Leistungsstufe B 2,91 €,
- c) für Leistungsstufe C 4,36 €,
- d) für Leistungsstufe D 6,54 €.

§ 7. AFGV Für die Bewilligung zur Errichtung und zum Betrieb einer Clubfunkstelle beträgt die Gebühr unabhängig von der Sendeleistung monatlich 6,54 €.

§ 8. AFGV Für die Bewilligung zur Errichtung und zum Betrieb einer Clubfunkstelle in den Vereinsräumen oder in den Räumen der im öffentlichen Interesse tätigen Organisation zu Vortrags- und Unterrichtszwecken, sofern der Sender nicht mit einer strahlenden Antenne arbeitet oder jede Fernwirkung durch technische Vorkehrungen praktisch ausgeschlossen ist. (kein Sendebetrieb)
beträgt die Gebühr monatlich 1,45 €.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R18. Definieren Sie den Begriff „Amateurfunkdienst“?

§ 3. Z 37 TKG

Der Begriff „Amateurfunkdienst“ bezeichnet

- einen technisch-experimentellen Funkdienst,
 - der die Verwendung von Erd- und Weltraumfunkstellen einschließt
 - und der von Funkamateuren
 - für die eigene Ausbildung,
 - für den Verkehr der Funkamateure untereinander,
 - insbesondere zur Durchführung von Not- und Katastrophenfunkverkehr, und
 - für technische Studien
- betrieben wird.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R19. Definieren Sie den Begriff „Funkamateure“?

§ 3. Z 38 TKG

Der Begriff „Funkamateur“ bezeichnet eine natürliche Person, welcher eine Amateurfunk-bewilligung erteilt wurde

und die sich mit der Funktechnik und dem Funkbetrieb aus persönlicher Neigung oder im Rahmen einer im öffentlichen Interesse tätigen Organisation, jedoch nicht in Verfolgung anderer, insbesondere wirtschaftlicher oder politischer Zwecke, befasst.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R20. Definieren Sie den Begriff „Amateurfunkstelle“?

§ 3. Z 39 TKG

Der Begriff „Amateurfunkstelle“ bezeichnet

- **einen oder mehrere Sender oder Empfänger oder**
- **eine Gruppe von Sendern oder Empfängern,**

die zum Betrieb des Amateurfunkdienstes an einem bestimmten Ort erforderlich sind

und die einen Teil eines oder mehrerer dem Amateurfunkdienst in Österreich zugewiesenen Frequenzbereiche erfasst, auch wenn der Sende- oder Empfangsbereich über die zugewiesenen Amateurfunk-Frequenzbereiche hinausgeht, sowie deren Zusatzeinrichtungen.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R21. Definieren Sie den Begriff „Stationsverantwortlicher“?

§ 3. Z 40 TKG

„Stationsverantwortlicher ist ein Funkamateur,

- der von einem Amateurfunkverein
- oder einer im öffentlichen Interesse tätigen Organisation

namhaft gemacht wird und die für die Einhaltung der Bestimmungen dieses Gesetzes sowie der auf Grund dieses Gesetzes erlassenen Verordnungen verantwortlich ist.

Anmerkung: Stationsverantwortliche sind für Bakensender, Relaisfunkstellen (Umsetzer) und für Klubfunkstellen erforderlich, da die Lizenz für diese an eine juristische Person erteilt werden und daher eine natürliche Person für die Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen namhaft gemacht werden muss.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R22. Definieren Sie den Begriff „Klubfunkstelle“?

§ 3. Z 41 TKG

Der Begriff „Klubfunkstelle“ bezeichnet die Amateurfunkstelle eines Amateurfunkvereines oder einer im öffentlichen Interesse tätigen Organisation.

R23. Definieren Sie den Begriff „Bakensender“?

§ 3. Z 42 TKG

Der Begriff „Bakensender“

- bezeichnet eine automatische Amateurfunksendeanlage, die an einem festen Standort errichtet und betrieben wird,
- ihre technischen und betrieblichen Merkmale ständig wiederkehrend aussendet,
- und Zwecken der Frequenzmessung und der Erforschung der Funkausbreitungsbedingungen dient.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R24. Definieren Sie den Begriff „Relaisfunkstelle“?

§ 3. Z 43 TKG

Der Begriff „Relaisfunkstelle“ bezeichnet eine Amateurfunkstelle, die der automatischen Informationsübertragung dient.

Definieren Sie den Begriff „Remotefunkstelle“?

§ 3. Z 44 TKG

Der Begriff „Remotefunkstelle“ bezeichnet eine Amateurfunkstelle, die von einem Funkamateuren fernbedient wird.

R25. Darf Amateurfunk von Nichtamateuren abgehört werden?

Ja, Amateurfunk darf von jedermann abgehört werden.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R26. Voraussetzungen zur Erlangung einer Amateurfunkbewilligung?

§ 83a. (1) TKG Eine Amateurfunkbewilligung ist auf Antrag Personen zu erteilen, die

- 1. das 14. Lebensjahr vollendet haben und**
- 2. a) die Amateurfunkprüfung erfolgreich abgelegt haben oder**
b) ein gemäß § 78n anerkanntes Amateurfunkprüfungszeugnis vorlegen.

(2) Nicht voll handlungsfähige Personen haben die Erklärung einer voll handlungsfähigen Person beizubringen, mit der diese die Haftung für die sich auf Grund der erteilten Bewilligung ergebenden Gebührenforderungen des Bundes übernimmt.

(3) Eine Amateurfunkbewilligung ist auf Antrag Amateurfunkvereinen und im öffentlichen Interesse tätigen Organisationen zu erteilen, wenn diese einen Stationsverantwortlichen namhaft machen und diese Person

1. ihren Hauptwohnsitz im Inland hat,
2. voll handlungsfähig ist und
3. die Amateurfunkprüfung erfolgreich abgelegt hat.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R 27. Wie und wo ist ein Antrag auf Erteilung einer Amateurfunkbewilligung zu stellen?

§ 81a. (1) TKG Der Antrag ist schriftlich einzubringen und hat Angaben zu enthalten über:

1. Vor- und Zuname des Antragstellers oder Stationsverantwortlichen,
2. das Datum der Geburt des Antragstellers oder Stationsverantwortlichen,
3. den Hauptwohnsitz des Antragstellers oder Stationsverantwortlichen,
4. den beabsichtigten Standort der Amateurfunkstelle, bei einer beweglichen Amateurfunkstelle, das Gebiet, in dem sie betrieben werden soll,
5. die angestrebte Leistungsstufe,
6. die angestrebte Bewilligungsklasse und
7. allenfalls besondere technische Merkmale der Amateurfunkstelle.

(2a) Über einen Antrag auf Erteilung einer Amateurfunkbewilligung hat das Fernmeldebüro zu entscheiden, in dessen örtlichem Wirkungsbereich der Antragsteller seinen Hauptwohnsitz hat.

(4) Dem Antrag ist das Amateurfunkprüfungszeugnis oder ein gemäß § 78n anerkanntes Amateurfunkprüfungszeugnis beizufügen.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R 27/a. Welche Angaben stehen in einer Amateurfunkbewilligung?

1. Vor- und Zuname des Antragstellers oder Stationsverantwortlichen,
2. das Datum der Geburt des Antragstellers oder Stationsverantwortlichen,
3. den Hauptwohnsitz des Antragstellers oder Stationsverantwortlichen,
4. den Standort der Amateurfunkstelle, bei einer beweglichen Amateurfunkstelle, das Gebiet, in dem sie betrieben werden darf,
5. die bewilligte Leistungsstufe,
6. die bewilligte Bewilligungsklasse und
- 7. das Rufzeichen**
8. allenfalls besondere technische Merkmale der Amateurfunkstelle.

Hinweis:

Eine Bewilligung nach TR-61/1 (Bewilligungsklasse 1) bzw. der CEPT-Empfehlung ERC/REC(05)06 (Bewilligungsklasse 4) beinhaltet auch einen Hinweis auf die CEPT-Konformität der Bewilligung



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R28. Rufzeichen und Sonderrufzeichen?

§ 83b. (3) TKG In der Amateurfunkbewilligung ist dem Antragsteller ein Rufzeichen zuzuweisen.

§ 83c. (2) TKG Auf Antrag kann das Fernmeldebüro für Wien, Niederösterreich und Burgenland zur Verwendung bei besonderen Anlässen ein Sonderrufzeichen zuweisen. Die Zuweisung ist auf die Dauer des besonderen Anlasses zu befristen.

§ 78d. (1) TKG Das zugewiesene Rufzeichen ist zu Beginn, vor Beendigung sowie wiederholt während des Funkverkehrs in der jeweils verwendeten Sendeart vollständig auszusenden.

(2) Beim Betrieb einer Klubfunkstelle ist das der Klubfunkstelle zugewiesene Rufzeichen zu verwenden.

Mit Zustimmung des Stationsverantwortlichen darf die Klubfunkstelle auch mit dem, dem Mitbenutzer zugewiesenen Rufzeichen betrieben werden, jedoch nur im Berechtigungs-umfang der Bewilligung, mit der es zugewiesen wurde.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R29. Wozu berechtigt die Amateurfunkbewilligung?

§78a. (1) TKG Die Amateurfunkbewilligung berechtigt zur Errichtung und zum Betrieb

1. einer oder mehrerer fester Amateurfunkstellen an einem oder mehreren in der Amateurfunkbewilligung angegebenen Standorten,
2. einer oder mehrerer beweglicher Amateurfunkstellen im gesamten Bundesgebiet, sowie
3. zur vorübergehenden Errichtung und zum Betrieb einer festen Amateurfunkstelle an einem anderen als in der Amateurfunkbewilligung angegebenen Standort im Bundesgebiet.

Als vorübergehend gilt ein Zeitraum von längstens drei Monaten.

(2) Die Amateurfunkbewilligung der Klasse 1 berechtigt zur Änderung und zum Selbstbau von Amateurfunksendeelanlagen.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R30. Unter welchen Voraussetzungen dürfen Aussendungen durchgeführt werden?

§ 78a. (3) TKG Aussendungen dürfen mit einer Amateurfunkstelle nur durchgeführt werden

1. in den dem Amateurfunkdienst und der jeweiligen Bewilligungsklasse zugewiesenen

Frequenzbereichen,

2. mit den für die jeweilige Bewilligungsklasse festgesetzten **Sendearten**,

3. mit höchstens jener **Sendeleistung**, die sich aus der für den jeweiligen Frequenzbereich festgesetzten höchsten zulässigen Leistungsstufe und aus der Amateurfunkbewilligung ergibt,

4. mit nicht mehr als der jeweils festgesetzten **Bandbreite** und

5. wenn der Inhaber der Amateurfunkbewilligung oder der Mitbenutzer der Amateurfunkstelle während der gesamten Dauer der Aussendung persönlich an der Amateurfunkstelle anwesend ist, es sei denn, es handelt sich um eine Relaisfunkstelle oder einen Bakensender oder eine Remotefunkstelle.

(4) Amateurfunkstellen dürfen mit Telekommunikationsnetzen mittels Internettechnologie verbunden werden, wenn die beteiligten Amateurfunkstellen ausschließlich für den Amateurfunkdienst verwendet werden.

(5) Durch Verordnung kann der Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie zum Zwecke der Ausbildung von Funkamateuren unter Bedachtnahme auf die Bedürfnisse des Amateurfunkdienstes Ausnahmen von Abs. 3 vorsehen.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R31. Wie ist der Amateurfunkverkehr abzuwickeln?

§78b. (1) TKG Der gesamte Amateurfunkverkehr ist in **offener Sprache** abzuwickeln und auf folgenden Inhalt zu beschränken:

1. Übertragungsversuche,
2. technische oder betriebliche Mitteilungen sowie
3. Bemerkungen persönlicher Natur oder bildliche Darstellungen, für die wegen ihrer Belanglosigkeit eine Inanspruchnahme von Telekommunikationsdiensten billigerweise nicht verlangt werden kann.

(2) Der Funkverkehr darf nur zwischen bewilligten Amateurfunkstellen stattfinden.

§ 20. (1) AFV Als offene Sprache gelten auch die gebräuchlichen Verkehrsabkürzungen und Zeichen, Esperanto und Latein.

Hinweis: neben allen lebenden Sprachen



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R32. Definieren Sie den Begriff „Not- und Katastrophenfunkverkehr“?

§ 78c. (1) TKG Notfunkverkehr ist die Übermittlung von Nachrichten zwischen einer Funkstelle, die selbst in Not ist oder an einem Notfall beteiligt oder Zeuge des Notfalles ist, und einer oder mehreren Hilfe leistenden Funkstellen. Der Funkamateur ist verpflichtet, über Aufforderung der für den Hilfseinsatz zuständigen Behörden im Rahmen seiner Möglichkeiten Unterstützung bei der Durchführung von Not- und Katastrophenfunkverkehr zu leisten und hat den Anordnungen der Behörden Folge zu leisten.

(2) Notfall ist ein Ereignis, bei dem die Sicherheit menschlichen Lebens zumindest gefährdet erscheint.

(3) Katastrophenfunkverkehr ist die Übermittlung von Nachrichten, die den nationalen oder internationalen Hilfeleistungsverkehr betreffen, zwischen Funkstellen innerhalb eines Katastrophengebietes sowie zwischen einer Funkstelle im Katastrophengebiet und Hilfe leistenden Organisationen.

(4) Katastrophengebiet ist ein geografisches Gebiet, in welchem eine Katastrophe stattgefunden hat, für die Dauer des Katastrophenfalles.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

**R33. Wo können Sie erfahren, unter welchen technischen Parametern
(Sendeart, Leistungsstufe, Einschränkungen, etc.) Sie mit Ihrer
Lizenzklaasse in welchem Frequenzband Amateurfunk betreiben dürfen?**

In der **Anlage 2** der **Amateurfunkverordnung** werden die dem Amateurfunk zugewiesenen Frequenzbereiche, der Status, die zulässige Bewilligungsklasse und Leistungsstufe sowie eventuelle Bemerkungen bzw. Einschränkungen definiert.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R34. Was ist und wozu gibt es ein „Funktagebuch“?

§ 78. (1) Ein Funktagebuch ist zu führen

1. im Fall von Notfunkverkehr, von Katastrophenfunkverkehr und bei der Durchführung von Not- und Katastrophenfunkverkehrsübungen,
2. über Verlangen der Fernmeldebehörde zur Klärung frequenztechnischer Fragen.

(2) In das Funktagebuch sind die Aussendungen unter Angabe wesentlicher Merkmale einzutragen.

(3) Bei Notfunkverkehr, bei Katastrophenfunkverkehr und bei der Durchführung von Not- und Katastrophenfunkverkehrsübungen ist der vollständige Text der Nachricht aufzuzeichnen.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R35. In welchem Umfang ist Mitbenützung einer Amateurfunkstelle möglich?

§ 78f. (1) TKG Der Inhaber einer Amateurfunkbewilligung oder der Stationsverantwortliche können Personen, die die Amateurfunkprüfung erfolgreich abgelegt haben, die Mitbenützung der Amateurfunkstelle gestatten.

(2) Der Mitbenutzer einer Amateurfunkstelle darf diese nur in jenem Umfang benützen, der sich aus:

1. der Prüfungskategorie seines Amateurfunkprüfungszeugnisses und
2. der Bewilligungsklasse und Leistungsstufe der Amateurfunkbewilligung des Inhabers der Amateurfunkstelle oder der Klubfunkstelle ergibt.

(3) Durch Verordnung kann der Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie zum Zwecke der Ausbildung von Funkamateuren unter Bedachtnahme auf die Bedürfnisse des Amateurfunkdienstes Ausnahmen von Abs. 2 vorsehen.

(4) Der Inhaber der Amateurfunkbewilligung oder der Stationsverantwortliche bleiben für die Einhaltung der rechtlichen Bestimmungen verantwortlich. Sie haben den Betrieb der Funkstelle ständig und sorgfältig zu überwachen.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R36. Wer ist für Amtshandlungen nach dem Telekommunikationsgesetz zuständig?

§ 113. (1) TKG Für die in diesem Bundesgesetz vorgesehenen Amtshandlungen ist, sofern nicht anderes bestimmt ist, das örtlich in Betracht kommende Fernmeldebüro zuständig. Betrifft eine Maßnahme den Wirkungsbereich zweier oder mehrerer Fernmeldebüros, ist einvernehmlich vorzugehen.

(2) Der Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie ist zuständig für die Entscheidung über Rechtsmittel gegen Bescheide des Fernmeldebüros, soweit nicht die Zuständigkeit des Bundesverwaltungsgerichts gegeben ist.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R37. Nennen Sie einige Verwaltungsstrafbestimmungen in Bezug auf den Amateurfunk?

§ 109. (41) TKG Eine Verwaltungsübertretung begeht und ist mit **Geldstrafe bis zu € 1.000,-** zu bestrafen, wer

4. entgegen § 78a Abs. 3 Aussendungen durchführt
 - a) in Frequenzbereichen, die zwar dem Amateurfunkdienst, nicht aber der jeweiligen Bewilligungsklasse zugewiesen sind, oder
 - b) mit anderen als für die jeweilige Bewilligungsklasse festgesetzten Sendearten oder
 - c) mit einer höheren als der zulässigen Sendeleistung oder
 - d) mit einer größeren als der festgesetzten Bandbreite und keine Ausnahme gemäß § 78a Abs. 5 vorliegt;
5. entgegen § 78a Abs. 3 als Inhaber der Amateurfunkbewilligung oder als Mitbenutzer der Amateurfunkstelle nicht während der gesamten Dauer der Aussendung persönlich an der Amateurfunkstelle anwesend ist;
6. entgegen § 78a Abs. 4 Amateurfunkstellen mittels Internettechnologie verbindet und die beteiligten Amateurfunkstellen nicht ausschließlich für den Amateurfunkdienst verwendet werden;



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R37. Nennen Sie einige Verwaltungsstrafbestimmungen in Bezug auf den Amateurfunk?

-
7. entgegen § 78b Abs. 2 und 3 vorsätzlich mit einer Funkstelle, die keine bewilligte Amateurfunkstelle ist, Funkverkehr durchführt oder eine solche Funkverbindung nicht sofort abbricht, wenn die Voraussetzungen des § 78c Abs. 5 nicht vorliegen;
 8. entgegen § 78b Abs. 2 und 3 Funkverkehr nicht mit einer bewilligten Amateurfunkstelle durchführt oder eine solche Funkverbindung nicht sofort abbricht, wenn die Voraussetzungen des § 78c Abs. 5 nicht vorliegen;
 9. entgegen § 78b Abs. 5 mit Amateurfunkstellen jener Staaten, deren Einwand gegen den Amateurfunkverkehr mit Österreich vom Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie im Bundesgesetzblatt kundgemacht worden ist, Funkverkehr durchführt;
 10. entgegen § 78f Abs. 1 die Mitbenützung seiner Amateurfunkstelle Personen gestattet, die nicht die Amateurfunkprüfung erfolgreich abgelegt haben;
 11. entgegen § 78f Abs. 2 eine Amateurfunkstelle, ohne die Amateurfunkprüfung erfolgreich abgelegt zu haben, oder über den sich aus § 78f Abs. 2 Z 1 und 2 ergebenden Umfang hinaus mitbenutzt und keine Ausnahme gemäß § 78f Abs. 3 vorliegt;
 12. entgegen § 78f Abs. 4 bei der Mitbenützung nicht für die Einhaltung der rechtlichen Bestimmungen sorgt oder den Betrieb der Funkstelle nicht ausreichend überwacht.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R37. Nennen Sie einige Verwaltungsstrafbestimmungen in Bezug auf den Amateurfunk?

- (4b) Eine Verwaltungsübertretung begeht und ist mit **Geldstrafe bis zu € 3.000,-** zu bestrafen, wer
1. entgegen § 78a Abs. 3 Aussendungen in Frequenzbereichen, die nicht dem Amateurfunkdienst zugewiesen sind, durchführt;
 2. entgegen § 78b Abs. 4 im Verkehr mit anderen Funkstellen das Ansehen, die Sicherheit oder die Wirtschaftsinteressen des Bundes oder eines Landes gefährdet, gegen die Gesetze, die öffentliche Ordnung oder die Sittlichkeit verstößt;
 3. entgegen § 78c Abs. 7 Notrufe stört oder nicht beantwortet;
 4. entgegen § 78d ein anderes als das zugewiesene Rufzeichen oder kein Rufzeichen aussendet.
- (1) Eine Verwaltungsübertretung begeht und ist mit **Geldstrafe bis zu € 4.000,-** zu bestrafen, wer
3. entgegen § 74 Abs. 1 eine Funkanlage errichtet oder betreibt;
 15. entgegen § 78e Abs. 4 Daten für andere Zwecke als den Amateurfunkdienst verwendet.
- (6) Eine Verwaltungsübertretung gemäß Abs. 1 bis 4b liegt nicht vor, wenn die Tat den Tatbestand einer in die Zuständigkeit der Gerichte fallenden strafbaren Handlung bildet oder nach anderen Verwaltungsstrafbestimmungen mit strengerer Strafe bedroht ist.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R38. Was ist eine „CEPT-Lizenz“ (oder CEPT - Novizen - Lizenz)?

§ 3. (1) AFV Die CEPT-Lizenz ist eine Amateurfunkbewilligung, die einen Hinweis darauf enthält, dass sie eine CEPT-Lizenz darstellt, und von der Behörde eines Staates, der die CEPT-Empfehlung T/R61-01 anwendet, erteilt wurde, oder eine Urkunde, die einen Hinweis darauf enthält, dass sie eine CEPTLizenz darstellt, und von der Behörde eines Staates, der die CEPT-Empfehlung T/R61-01 anwendet, ausgestellt wurde.

(1a) Die CEPT Novizen-Lizenz ist eine Amateurfunkbewilligung, die einen Hinweis darauf enthält, dass sie eine CEPT Novizen-Lizenz darstellt und von der Behörde eines Staates, der die CEPT-Empfehlung ERC/REC(05)06 anwendet, erteilt wurde, oder eine Urkunde, die einen Hinweis darauf enthält, dass sie eine CEPT Novizen-Lizenz darstellt und von der Behörde eines Staates, der die CEPT-Empfehlung ERC/REC(05)06 anwendet, ausgestellt wurde.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R39. Was darf ein ausländischer CEPT-Lizenz oder CEPT-Novizen-Lizenz Inhaber in Österreich ohne eigene österreichische Bewilligung?

§ 3. (4) AFV Personen, die Inhaber einer ausländischen CEPT-Lizenz oder einer ausländischen CEPT Novizen-Lizenz sind und das 14. Lebensjahr vollendet haben, dürfen drei Monate ab dem Tag der Einreise nach Österreich eine Amateurfunkstelle errichten und betreiben.

R40. Was bedeutet der Begriff „Reziprozität“ und nennen Sie ein Beispiel?

Reziprozität ist ein Begriff aus dem Völkerrecht und besagt, dass ein Staat die Angehörigen fremder Staaten so behandelt, wie seine eigenen Staatsbürger in diesem Staat behandelt werden.

Ausländern wird also in Österreich die Bewilligung grundsätzlich nur dann zu erteilen sein, wenn in dem Land, dessen Staatsbürgerschaft sie besitzen, auch Österreichern die Errichtung und der Betrieb von Amateurfunkstellen gestattet wird.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R41. Nennen Sie die Bewilligungsklassen und wozu berechtigen diese?

Es gibt drei Bewilligungsklassen - die Klasse 1, die Klasse 3 und die Klasse 4.

International wird nur die Klasse 1 als „CEPT-Amateurfunkbewilligung“ und die Klasse 4, die „CEPT-Novizen-Lizenz“ anerkannt, während die Klasse 3 nur in Österreich gilt.

§ 8. (1) AFV Der Inhaber einer Amateurfunkbewilligung der Bewilligungsklasse 1 darf alle in Anlage 2 bezeichneten Frequenzbereiche unter Beachtung allfälliger dort enthaltener Einschränkungen und unter Beachtung der Verhaltensvorschriften der Anlage 3 benutzen. Voraussetzung für die Erteilung einer Amateurfunkbewilligung dieser Bewilligungsklasse ist die erfolgreiche Ablegung der Amateurfunkprüfung der Prüfungskategorie 1.

(3) Der Inhaber einer Amateurfunkbewilligung der Bewilligungsklasse 3 darf nur die in Anlage 2 besonders bezeichneten Frequenzbereiche (144 – 146 MHz, 430 – 440 MHz) unter Beachtung allfälliger dort enthaltener Einschränkungen und unter Beachtung der Verhaltensvorschriften der Anlage 3 benutzen. Voraussetzung für die Erteilung einer Amateurfunkbewilligung dieser Bewilligungsklasse ist die erfolgreiche Ablegung der Amateurfunkprüfung der Prüfungskategorie 3. Auf Grund einer Amateurfunkbewilligung dieser Bewilligungsklasse dürfen keine Selbstbauanlagen sondern nur kommerziell gefertigte und nicht veränderte Sendeanlagen verwendet werden. Der Betrieb ist nur mit Leistungsstufe A zulässig.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R41. Nennen Sie die Bewilligungsklassen und wozu berechtigen diese?

(4) Der Inhaber einer Amateurfunkbewilligung der Bewilligungsklasse 4 darf nur die in Anlage 2 besonders bezeichneten Frequenzbereiche unter Beachtung allfälliger dort enthaltener Einschränkungen und unter Beachtung der Verhaltensvorschriften der Anlage 3 benutzen. Voraussetzung für die Erteilung einer Amateurfunkbewilligung dieser Bewilligungsklasse ist die erfolgreiche Ablegung der Amateurfunkprüfung der Prüfungskategorie 4. Auf Grund einer Amateurfunkbewilligung dieser Bewilligungsklasse dürfen keine Selbstbauanlagen, sondern nur kommerziell gefertigte und nicht veränderte Sendeanlagen verwendet werden. Der Betrieb ist nur mit Leistungsstufe A zulässig.

§ 23. AFV Eine Klubfunkstelle, für die eine Amateurfunkbewilligung der Bewilligungsklasse 1 vorliegt, darf auch von Personen mitbenutzt werden, die eine Amateurfunkprüfung der Prüfungskategorie 3 oder 4 erfolgreich abgelegt haben, wenn dies zum Zweck der Ausbildung geschieht und der Funkbetrieb von einer Person überwacht wird, die Inhaber einer Amateurfunkbewilligung der Bewilligungsklasse 1 ist.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R42. Welche Leistungsstufen kennen Sie und nennen Sie deren Merkmale?

§ 9. (1) AFV Für den Amateurfunkdienst werden folgende Leistungsstufen festgesetzt:

- Leistungsstufe A maximal 100 Watt (Spitzenleistung)
- Leistungsstufe B maximal 200 Watt (Spitzenleistung)
- Leistungsstufe C maximal 400 Watt (Spitzenleistung)
- Leistungsstufe D maximal 1000 Watt (Spitzenleistung)

(2) Eine Überschreitung dieser Grenzwerte um maximal 20% ist als Messabweichung zu tolerieren.

R43. Unter welchen Voraussetzungen kann eine Amateurfunkbewilligung für die „Leistungsstufe C, erteilt werden?

§ 9. (3) AFV Eine Amateurfunkbewilligung für die Leistungsstufe C ist auf Antrag zu erteilen, wenn an dem im Antrag genannten Standort bereits seit mindestens einem Jahr eine Amateurfunkstelle mit der Leistungsstufe B störungsfrei betrieben wurde.

R44. Unter welchen Voraussetzungen kann eine Amateurfunkbewilligung für die „Leistungsstufe D, erteilt werden?

§ 9. (4) AFV Eine Amateurfunkbewilligung für die Leistungsstufe D ist auf Antrag nur Amateurfunkvereinen und im öffentlichen Interesse tätigen Organisationen zu erteilen und kann von den Ergebnissen der Durchführung eines Probefreibetriebes abhängig gemacht werden. In diesem Fall ist eine mit sechs Monaten befristete Bewilligung zur Durchführung des Probefreibetriebes zu erteilen.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R45. Was bedeutet der Status des Amateurfunkdienstes (Primär, Primär/Exklusiv (Pex), Sekundär, ISM)?

§ 11. (1) AFV In Anlage 2 ist der Status des Amateurfunkdienstes mit Pex, P und S ausgewiesen:

1. Pex = primärer Funkdienst (exklusiver Bereich für den Amateurfunkdienst)

2. P = primärer Funkdienst (Bereich wird von anderen Funkdiensten mit gleichen oder geringeren Rechten mitbenutzt)

3. S = sekundärer Funkdienst

(2) Der primäre Funkdienst hat Vorrang gegenüber im gleichen Frequenzbereich arbeitenden sekundären Funkdiensten.

(3) Funkstellen des sekundären Funkdienstes:

a) dürfen keine schädlichen Störungen bei den Funkstellen der primären Funkdienste verursachen, denen Frequenzen bereits zugeteilt sind oder später zugeteilt werden könnten;

b) können keinen Schutz gegen schädliche Störungen durch Funkstellen der primären Funkdienste verlangen, denen Frequenzen bereits zugeteilt sind oder später zugeteilt werden könnten;

c) können jedoch Schutz gegen schädliche Störungen durch Funkstellen des gleichen sekundären Funkdienstes oder anderer sekundärer Funkdienste verlangen, denen später Frequenzen zugeteilt werden könnten.

(4) In Frequenzbereichen, die für industrielle, wissenschaftliche und medizinische Anwendung von Hochfrequenzenergie zugewiesen sind (ISM-Bereiche), müssen Amateurfunkstellen Beeinträchtigungen in Kauf nehmen.

ISM: industrial, scientific, medical



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R46. Ist die Verwendung der Betriebsart „Telegrafie“ an eine bestimmte Voraussetzung gebunden?

Nein, sowohl bei Klasse 1, Klasse 3 und Klasse 4 ist die Verwendung aller Betriebsarten zulässig.

Anmerkung: Beachten Sie , dass einige Länder außerhalb der CEPT für die Erteilung einer Gastlizenz auf Frequenzen unter 30 MHz eine abgelegte Telegrafieprüfung verlangen!



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R47. Wann wird eine schädliche Störung als solche behandelt?

§15. (1) AFV Eine schädliche Störung wird nur dann als solche behandelt, wenn die Funkanlagen entsprechend den Bewilligungen errichtet sind und die gestörte Empfangsanlage vorschriftsmäßig betrieben wird.

(2) Schädliche Störungen liegen insbesondere dann nicht vor, wenn die Behinderungen des Funkverkehrs einer Amateurfunkstelle durch andere ordnungsgemäß errichtete und betriebene Amateurfunkstellen verursacht werden oder die gestörte Funkanlage in ISM-Bändern betrieben wird.

(3) Bei schädlichen Störungen von Telekommunikationseinrichtungen kann die Fernmeldebehörde, nach Feststellung, dass alle an der Störung beteiligten Anlagen den geltenden Vorschriften entsprechen, unter Abwägung des wirtschaftlich vertretbaren Aufwandes alle erforderlichen technischen und betrieblichen Maßnahmen zur Behebung der Störung anordnen.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R48. Was gilt für einen Amateurfunkbetrieb auf Schiffen und in Flugzeugen?

§ 16. AFV

1. An Bord eines Luftfahrzeuges entscheidet der verantwortliche Pilot,
2. an Bord eines Seefahrzeuges entscheidet der Kapitän,
ob Amateurfunkverkehr durchgeführt werden darf.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R49. Welche Aussendungen dürfen von einer Amateurfunkstelle empfangen werden?

§ 19. AFV: Mit der Empfangsanlage einer Amateurfunkstelle dürfen nur folgende Aussendungen empfangen werden:

1. Aussendungen anderer Amateurfunkstellen,
2. Rundfunkaussendungen,
3. Nachrichten an alle, soweit sie für den allgemeinen Gebrauch in der Öffentlichkeit bestimmt sind, und
4. Not- und Katastrophenfunkverkehr.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R50. Was darf der Nachrichteninhalt einer Amateurfunkaussendung sein?

§78b. (1) TKG Der gesamte Amateurfunkverkehr ist in **offener Sprache** abzuwickeln und auf folgenden Inhalt zu beschränken:

1. Übertragungsversuche,
 2. technische oder betriebliche Mitteilungen sowie
 3. Bemerkungen persönlicher Natur oder bildliche Darstellungen, für die wegen ihrer Belanglosigkeit eine Inanspruchnahme von Telekommunikationsdiensten billigerweise nicht verlangt werden kann.
- (4) Im Verkehr mit anderen Funkstellen ist alles zu unterlassen, was das Ansehen, die Sicherheit oder die Wirtschaftsinteressen des Bundes oder eines Landes gefährdet, gegen die Gesetze, die öffentliche Ordnung oder die Sittlichkeit verstößt.

§ 20. (1) AFV Als offene Sprache gelten auch die gebräuchlichen Verkehrsabkürzungen und Zeichen, Esperanto und Latein.

- (4) Die Aussendung der Trägerfrequenz ohne Tastung oder Modulation ist nur zu Mess- oder Testzwecken gestattet und auf das unbedingt notwendige Ausmaß zu beschränken.
- (5) Die Verwendung von Einrichtungen, die die Verständlichkeit der Nachricht einschränken, ist nicht gestattet



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R51. Gibt es eine Möglichkeit, dass ein Funkamateur, der die Prüfungskategorie 3 erfolgreich abgelegt hat, auf anderen Frequenzen als dem 2m und 70cm-Band Funkverkehr haben darf?

§ 23. AFV Eine Klubfunkstelle, für die eine Amateurfunkbewilligung der Bewilligungsklasse 1 vorliegt, darf auch von Personen mitbenutzt werden, die eine Amateurfunkprüfung der Prüfungskategorie 3 oder 4 erfolgreich abgelegt haben, wenn dies zum Zweck der Ausbildung geschieht und der Funkbetrieb von einer Person überwacht wird, die Inhaber einer Amateurfunkbewilligung der Bewilligungsklasse 1 ist.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R52. Wer darf eine Relaisfunkstelle errichten/ betreiben/ benutzen und wie ist deren Rufzeichen auszusenden?

§ 36. AFV Eine Amateurfunkbewilligung für eine Relaisfunkstelle wird nur dann erteilt, wenn der Antragsteller ein Amateurfunkverein oder eine im öffentlichen Interesse tätige Organisation ist und der Einsatz der Betriebsfrequenzen hinsichtlich bereits zugeteilter oder geplanter in- und ausländischer Frequenzen störungsfrei erfolgen kann.

Für die Genehmigung der Errichtung und des Betriebes einer Amateurfunkstelle ist ein eigenes Bewilligungsverfahren einzuhalten.

§ 42. (1) AFV Die Benützung einer Relaisfunkstelle ist allen Amateurfunkstellen zu gestatten.

(2) Bei Relaisfunkstellen für Sprachübertragung muss das Rufzeichen in Sprache oder mit einer Geschwindigkeit von 60 bis 100 Zeichen pro Minute in Telegrafie ausgesendet werden.

Bei allen übrigen Arten von Relaisfunkstellen ist die Aussendung des Rufzeichens in der jeweils verwendeten Sendeart vorzunehmen.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R53. Was haben Sie zu tun, wenn Sie Funkverkehr mit einer nicht bewilligten Amateurfunkstelle haben und mit wem dürfen Sie keinen Amateurfunkverkehr haben?

§78b. (3) TKG Ergibt sich während des Funkverkehrs, dass dieser mit einer Funkstelle aufgenommen wurde, die keine bewilligte Amateurfunkstelle ist, so ist die Verbindung sofort abzubrechen.

(4) Im Verkehr mit anderen Funkstellen ist alles zu unterlassen, was das Ansehen, die Sicherheit oder die Wirtschaftsinteressen des Bundes oder eines Landes gefährdet, gegen die Gesetze, die öffentliche Ordnung oder die Sittlichkeit verstößt.

(5) Der Funkverkehr mit Amateurfunkstellen jener Staaten, die Einwände gegen den Amateurfunkverkehr mit Österreich erhoben haben, ist nicht zulässig. Die Namen dieser Staaten sind vom Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie im Bundesgesetzblatt kundzumachen.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R55. Was bedeutet missbräuchliche Verwendung von Funkanlagen?

§ 78. (1) TKG Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen dürfen nicht missbräuchlich verwendet werden. Als missbräuchliche Verwendung gilt:

1. jede Nachrichtenübermittlung, welche die öffentliche Ordnung und Sicherheit oder die Sittlichkeit gefährdet oder welche gegen die Gesetze verstößt;
 2. jede grobe Belästigung oder Verängstigung anderer Benutzer;
 3. jede Verletzung der nach diesem Gesetz und den internationalen Verträgen bestehenden Geheimhaltungspflicht und
 4. jede Nachrichtenübermittlung, die nicht dem bewilligten Zweck einer Funkanlage entspricht.
- (2) Inhaber von Funkanlagen und Endgeräten haben, soweit ihnen dies zumutbar ist, geeignete Maßnahmen zu treffen, um eine missbräuchliche Verwendung auszuschließen. Diensteanbieter, welche lediglich den Zugang zu Kommunikationsdiensten vermitteln, gelten nicht als Inhaber.
- (3) Funkanlagen dürfen nur für den bewilligten Zweck sowie an den in der Bewilligung angegebenen Standorten, bewegliche Anlagen nur in dem in der Bewilligung angegebenen Einsatzgebiet betrieben werden.
- (4) Funksendeanlagen dürfen nur unter Verwendung der mit der Bewilligung zugeteilten Frequenzen und Rufzeichen betrieben werden.
- (5) Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen, die weder auf Grund des Telekommunikationsgesetzes zugelassen wurden noch den Bestimmungen des Bundesgesetzes über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen entsprechen, dürfen weder mit einem öffentlichen Kommunikationsnetz verbunden noch in Verbindung mit diesem betrieben werden.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R56. Was hat der Inhaber einer Amateurfunkstelle zu tun, wenn er nicht bei dieser Stelle anwesend ist?

§78h. TKG Der Inhaber einer Amateurfunkstelle hat geeignete Maßnahmen zu treffen, die die Inbetriebsetzung seiner Funkstelle durch unbefugte Personen ausschließen.

§78a. (3) TKG Aussendungen dürfen mit einer Amateurfunkstelle nur durchgeführt werden
1. in den dem Amateurfunkdienst und der jeweiligen Bewilligungsklasse zugewiesenen Frequenzbereichen,

2. mit den für die jeweilige Bewilligungsklasse festgesetzten Sendearten,
3. mit höchstens jener Sendeleistung, die sich aus der für den jeweiligen Frequenzbereich festgesetzten höchsten zulässigen Leistungsstufe und aus der Amateurfunkbewilligung ergibt,
4. mit nicht mehr als der jeweils festgesetzten Bandbreite und
5. wenn der Inhaber der Amateurfunkbewilligung oder der Mitbenutzer der Amateurfunkstelle während der gesamten Dauer der Aussendung **persönlich an der Amateurfunkstelle anwesend ist**, es sei denn, es handelt sich um eine **Relaisfunkstelle** oder einen **Bakensender** oder eine **Remotefunkstelle**.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R57. Welche Bestimmungen sind beim Betrieb einer Amateurfunkstelle im Ausland zu beachten?

Die Bestimmungen des Gastlandes.

R58. Unter welchen Voraussetzungen darf der Inhaber einer Bewilligungsklasse 3 im Ausland Amateurfunkbetrieb durchführen?

Er muss eine Gastlizenz beantragen.

R59. Wozu berechtigt eine Amateurfunkbewilligung der Klasse 4?

Der Inhaber einer Amateurfunkbewilligung der Klasse 4 darf:

- Sendebetrieb im 160, 80, 15, 10, 2m und 70cm-Band
- mit Leistungsstufe A (max. 100 W)
- nur kommerzielle, unmodifizierte Geräte verwenden



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R60. Aufgrund welcher internationalen Regelung dürfen Funkamateure aus bestimmten Ländern auch ohne individuelle Gastzulassung vorübergehend in Österreich Amateurfunk ausüben?

Aufgrund der Empfehlung **T/R 61-01** der „Europäischen Konferenz der Verwaltungen für Post- und Fernmeldewesen“ (CEPT).

Die Empfehlung T/R 61-01 regelt die Gültigkeit von Amateurfunkbewilligungen für die CEPT - Mitgliedsländer.

Demnach darf mit einer Bewilligungsklasse 1 (entspricht dem CEPT-Zertifikat für Funkamateure) in den CEPT-Mitgliedsländern auf die Dauer von 3 Monaten ohne Gastlizenz Amateurfunkbetrieb unter Beachtung der nationaler Bestimmungen durchgeführt werden.

Die Empfehlung T/R 61-02 regelt den Umfang und Inhalt der Amateurfunkprüfung zur Erlangung eines CEPT-Zertifikates (entspricht der Bewilligungsklasse 1).

Die Empfehlung ERC/REC 05/06 regelt den Umfang und Inhalt der Amateurfunkprüfung zur Erlangung eines CEPT-Novice-Zertifikates (entspricht der Bewilligungsklasse 4).

Anmerkung: eine Reihe von nicht-CEPT-Ländern erkennt diese Regelungen ebenfalls, wobei das angestrebte Ziel ein weltweit gültiges Amateurfunkzertifikat ist.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

R61. Unter welchen Voraussetzungen ist die Verbindung von Amateurfunkstellen mittels Internet-Technologie zulässig?

§ 78a. (4) Amateurfunkstellen dürfen mit Telekommunikationsnetzen mittels Internettechnologie verbunden werden, wenn die beteiligten Amateurfunkstellen ausschließlich für den Amateurfunkdienst verwendet werden.

Diese Verknüpfung darf nicht für gewerblich-wirtschaftliche Zwecke verwendet oder nur als Internetzugang genutzt werden.



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

Frage	Wortlaut	Seite	Frage	Wortlaut	Seite
R1	Welche gesetzlichen Bestimmungen sind für den Amateurfunk maßgeblich?	313	R13	Was versteht man unter dem Aufsichtsrecht der Fernmeldebehörden über Telekommunikationsanlagen?	325
R2	Was ist die ITU?	313	R14	Ein Organ der Fernmeldebehörde will ihre Funkanlage überprüfen, was haben Sie zu tun?	326
R3	Welche Zwecke verfolgt der internationale Fernmeldevertrag?	314	R15	Welche Geheimhaltungspflichten treffen Sie als Funkamateur?	327
R4	Welche Aufgaben hat das Radiocommunication Bureau?	314	R16	Was kann die Fernmeldebehörde machen, falls Sie einen anderen Funkdienst stören?	328
R5	Was ist die CEPT und welche Bedeutung hat sie?	316	R17	Welche Gebühren müssen als Funkamateur entrichtet werden?	329
R6	Was ist die VO Funk (Radio Regulations) und was regelt sie?	317	R18	Definieren Sie den Begriff Amateurfunkdienst?	320
R7	Definieren Sie den Begriff „Funkanlage“ im Sinne des TKG	318	R19	Definieren Sie den Begriff Funkamateure?	331
R8	Erläutern Sie den Unterschied zwischen einem Telekommunikationsdienst und dem Amateurfunkdienst?	319f	R20	Definieren Sie den Begriff Amateurfunkstelle?	332
R9	Wann erlischt eine Bewilligung?	321	R21	Definieren Sie den Begriff Stationsverantwortlicher?	333
R10	Was kann passieren, wenn Sie ohne oder ohne entsprechende Amateurfunkbewilligung Amateurfunk betreiben?	321	R22	Definieren Sie den Begriff Klubfunkstelle?	334
R11	Welche Funkanlagen sind bewilligungspflichtig, welche Art der Bewilligungen gibt es?	322f	R23	Definieren Sie den Begriff Bakensender?	334
R12	Sie ändern den Standort Ihrer Funkanlage – was haben Sie zu tun?	324	R24	Definieren Sie den Begriff Relaisfunkstelle?	335
			R25	Darf Amateurfunk von Nichtamateuren abgehört werden?	335



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

Frage	Wortlaut	Seite	Frage	Wortlaut	Seite
R26	Voraussetzungen zur Erlangung einer Amateurfunkbewilligung?	336	R37	Nennen Sie einige Verwaltungsstrafbestimmungen in Bezug auf den Amateurfunk?	348ff
R27	Wie und wo ist ein Antrag auf Erteilung einer Amateurfunkbewilligung zu stellen?	337f	R38	Was ist eine CEPT - Lizenz? (oder CEPT - Novizen - Lizenz)	351
R28	Rufzeichen und Sonderrufzeichen?	339	R39	Was darf ein ausländischer CEPT - Lizenz Inhaber oder CEPT – Novizen - Lizenz in Österreich ohne eigene österreichische Bewilligung?	352
R29	Wozu berechtigt eine Amateurfunkbewilligung?	340	R40	Was bedeutet der Begriff Reziprozität und nennen Sie ein Beispiel?	352
R30	Unter welchen Voraussetzungen dürfen Aussendungen durchgeführt werden?	341	R41	Nennen Sie die Bewilligungsklassen und wozu berechtigen diese?	353f
R31	Wie ist der Amateurfunkverkehr abzuwickeln?	342	R42	Welche Leistungsstufen kennen Sie und nennen Sie deren Merkmale?	355
R32	Definieren Sie den Begriff Not- und Katastrophenfunkverkehr?	343	R43	Unter welchen Voraussetzungen kann eine Amateurfunkbewilligung für die Leistungsstufe C erteilt werden?	355
R33	Wo können Sie erfahren, unter welchen technischen Parametern (Sendeart, Leistungsstufe, Einschränkungen, etc.) Sie mit Ihrer Lizenzklasse in welchem Frequenzband Amateurfunk betreiben dürfen?	344	R44	Unter welchen Voraussetzungen kann eine Amateurfunkbewilligung für die Leistungsstufe D erteilt werden?	355
R34	Was ist ein und wozu gibt es ein Funktagebuch?	345	R45	Was bedeutet der Status eines Funkdienstes (Primär, Primär/Exklusiv(Pex), Sekundär, ISM)?	356
R35	In welchem Umfang ist Mitbenutzung einer Amateurfunkstelle möglich?	346			
R36	Wer ist für Amtshandlungen nach dem Amateurfunkgesetz zuständig?	347			



Rechtliche Grundlagen

AFU Kurs Graz

Frage	Wortlaut	Seite	Frage	Wortlaut	Seite
R46	Ist die Verwendung der Betriebsart Telegrafie an eine bestimmte Voraussetzungen gebunden?	357	R55	Was bedeutet missbräuchliche Verwendung von Funkanlagen?	365
R47	Wann wird eine schädliche Störung als solche behandelt?	358	R56	Was hat der Inhaber einer Amateurfunkstelle zu tun, wenn er nicht bei dieser Stelle anwesend ist?	366
R48	Was gilt für einen Amateurfunkbetrieb auf Schiffen und in Flugzeugen?	359	R57	Welche Bestimmungen sind beim Betrieb einer Amateurfunkstelle im Ausland zu beachten?	367
R49	Welche Aussendungen dürfen von einer Amateurfunkstelle empfangen werden?	360	R58	Unter welchen Voraussetzungen darf der Inhaber einer Amateurfunkbewilligung der Bewilligungsklasse 3 im Ausland Amateurfunkbetrieb durchführen?	367
R50	Was darf der Nachrichteninhalt einer Amateurfunkaussendung sein?	361	R59	Wozu berechtigt eine Amateurfunkbewilligung der Klasse 4?	367
R51	Gibt es eine Möglichkeit, dass ein Funkamateuer, der die Prüfungskategorie 3 erfolgreich abgelegt hat, auf anderen Frequenzen als dem 2m / 70cm-Band Funkverkehr haben darf?	362	R60	Aufgrund welcher internationalen Regelung dürfen Funkamateure aus bestimmten Ländern auch ohne individuelle Gastzulassung vorübergehend in Österreich Amateurfunk ausüben?	368
R52	Wer darf eine Relaisfunkstelle errichten / betreiben / benutzen und wie ist deren Rufzeichen auszusenden?	363	R61	Unter welchen Voraussetzungen ist die Verbindung von Amateurfunkstellen mittels Internettechnologie zulässig?	369
R53	Was haben Sie zu tun, wenn Sie Funkverkehr mit einer nicht bewilligten Amateurfunkstelle haben und mit wem dürfen Sie keinen Amateurfunkverkehr haben?	364			
R54	Welche besonderen Aufgaben hat die ITU in Bezug auf Funkdienste und welche Ausschüsse sind dafür zuständig?	315			



funk-elektronik
HF Communication

www.funkelektronik.at

Grazerstrasse 11, 8045 Graz-Andritz

Tel. 0720 / 270013

E-Mail: verkauf@funkelektronik.at

Vertrieb von Communicationsgeräte und Zubehör

Distributor of FlexRadio Systems Products

Beratung – Verkauf – Service – Reparatur - Garantie



A

A	Ampere (Maßzahl für Strom)
A	Symbol für Amplitude
A	Symbol für Anode (+ Pol)
Abs.	Absatz
AC	alternating current (Wechselstrom)
A/D	Analog/Digitalwandlung
ADC	analogue digital converter (Analog/Digitalwandler)
AFC	automatic frequency control (automatische Frequenzregelung)
AFG	Amateurfunkgesetz
AFGV	Amateurfunktgebührenverordnung
AFV	Amateurfunkverordnung
Ah	Amperestunden (Maßzahl für elektr. Kapazität=Fassungsvermögen)
AGC	automatic gain control (automatische Verstärkungsregelung)
ALC	auto level control (automatische Lautstärkeanpassung)
AM	Amplitudenmodulation
Amtor	amateur teleprinting over radio (digitales Übertragungsverfahren)
ARQ	automatic repeat request (automatische Anforderung einer Wiederholung bei Fehler)
ATU	automatic tuner (automatisches Antennenanpassgerät)
ATV	amateur television (Amateurfunkfernsehen)
AVG	Allgemeines Verwaltungsverfahrensgesetz



B – C

BFO	beat frequency oscillator (Schwebungssumme)
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BR	Radiocommunication Bureau
BMK	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Verkehr und Innovation
BMVIT	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
B-VG	Bundesverwaltungsgesetz
c	centi = / 100
c	Symbol für Lichtgeschwindigkeit (ca. 300.000.000 km/s)
C	Symbol für Kapazität (Kondensator)
CB	Citizen Band ("Jedermann-Funkdienst")
CEPT	Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications (Europäische Konferenz der Verwaltungen für Post und Telekommunikation)
CRC	Cyclic Redundancy Check (wiederkehrende Plausibilitätsprüfung)
CTCSS	continuous tone coded subaudio squelch bzw. continuous tone coded squelch system (Pilotton)
CW	continuous wave (Morsen)

**D – E**

d	dezi = / 10
D/A	Digital/Analogwandlung
DAC	digital analogue converter (Digital/Analogwandler)
dB	deziBel (logarithmisches Verhältnis zwischen zwei Leistungen/Spannungen)
dBd	Gewinn einer Antenne in Hauptstrahlrichtung gegenüber einem lambda/2-Dipol in Hauptstrahlrichtung
dBi	Gewinn einer Antenne (in Hauptstrahlrichtung) gegenüber einem isotropen Strahler
DC	direct current (Gleichstrom)
DOWN	Station hört auf Frequenz niedriger als eigene Sendefrequenz
DDS	direct digital synthesis (direkte digitale Synthese)
d.h.	das heißt
DSP	Digitaler Signalprozessor
DX	große Entfernung
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EI.	Element (Stab bei Yagi-Antenne)
EME	Erde - Mond - Erde
EMV	elektromagnetischen Verträglichkeit
EMVU	elektromagnetische Umweltverträglichkeit
ERP	effective radiated power (effektiv abgestrahlte Leistung)
EIRP	Antennengewinn bezogen auf den Isotropstrahler
Es	sporadische E-Schicht
ETSI	European Telecommunications Standards Institute (Europäisches Institut für Telekommunikationsnormen)
ϵ	Symbol für die Dielektrizitätskonstante eines Materials



F – H

f	Symbol für Frequenz
f	Symbol für die Sonnenfleckenrelativzahl
F	Farad (Maßzahl für die Kapazität eines Kondensators)
FEC	forward error correction (Vorwärtsfehlerkorrektur)
FET	Feldeffekt-Transistor
FM	Frequenzmodulation
FMB	Fernmeldebehörde
FM-Büro	Fernmeldebüro
FSK	frequency shift keying (Frequenzumtastung)
g	Symbol für die Sonnenfleckengruppenzahl
G	Giga = x 1.000.000.000
G	Symbol für Leitwert (= $1/R$)
G	Symbol für Gitter (bei Röhre)
GMT	Greenwich Mean Time
H	Henry (Maßzahl für die Induktivität einer Spule)
HF	Hochfrequenz
HFG	Handfunkgerät
HPSDR	high performance software defined radio
Hz	Herz (Maßzahl für F



I – L

I	Symbol für Strom
IARU	International Amateur Radio Union (Internationale Amateurfunkvereinigung)
idF	in der Fassung
Ieff	Effektivwert des Stroms
IR	infrarot
ISM	industrial, scientific, medical
ITU	International Telecommunication Union (Internationale Fernmeldeunion)
ITU-R	ITU Radiocommunication Sector (Internationale Fernmeldeunion)
ITU-T	ITU Telecommunication Sector (Internationale Fernmeldeunion)
k	kilo = x 1.000
K	Symbol für Kathode (- Pol)
KFZ	Kraftfahrzeug
KW	Kurzwelle (3 - 30 MHz)
L	Symbol für Induktivität/Spule
λ	Symbol für Wellenlänge
lg	Logarithmus zur Basis 10, 10er-Logarithmus
LP	logarithmisch periodisch (Antennebauart)
LP	long path (langer Weg der Funkwellen um die Erde)
LPD	low power device
LSB	lower side band (Einseitenbandübertragung mit Unterdrückung von Träger und oberem Seitenband)
LUF	lowest usable frequency

**M – O**

M	Mega = x 1.000.000
m	milli = / 1.000
m	Meter (Maßzahl für Länge)
MDS	minimal detectable signal (schwächstes wahrnehmbares Signal)
MUF	maximal usable frequency
μ	mikro = / 1.000.000
μ	Symbol für Permeabilität
μP	Mikroprozessor
n	nano = / 1.000.000.000.000
n	Windungszahl eines Transformators
NF	Niederfrequenz
Nr.	Nummer
NTC	negative temperature coefficient (Halbleiter, Widerstand nimmt mit steigender Temperatur ab)
NVIS	Nahverkehr
OE	Landeskennner für Österreich
Ω	Ohm, Maßzahl für elektr. Widerstand



P – Q

p	pico = / 1.000.000.000
P	Symbol für Leistung
P	Frequenzbandnutzung primär durch Amateurfunk
PA	power amplifier (Leistungsverstärker)
Pactor	packet teleprinting over radio (digitales Übertragungsverfahren)
PAM	Pulsamplitudenmodulation
PC	personal computer
PCM	Pulscodemodulation
PDM	Pulsdauermodulation
Pex	Frequenzbandnutzung ausschließlich durch Amateurfunk
PFM	Pulsfrequenzmodulation
PEP	peak envelope power (Spitzenausgangsleistung)
PLL	phase locked loop (Phasenregelschleife)
PMR	Private Mobile Radio (freier Funkdienst)
PMR	Professional Mobile Radio (Bündelfunk)
PPM	Pulsphasenmodulation
PR	Packet Radio (digitales Übertragungsverfahren)
PSK	phase shift keying (Phasenumtastung)
PTC	positive temperature coefficient (Halbleiter, Widerstand steigt mit steigender Temperatur)
Q	Güte eines Schwingkreises
QAM	Quadratur-Amplitudenmodulation



R – S

R	Symbol für elektr. Widerstand
RTTY	radio teletype (digitales Übertragungsverfahren)
RMS	root mean square (Effektivwert)
RX	receiver (Empfänger)
S	Siemens (Maßzahl für Leitwert (= 1/Ohm)
S	Frequenzbandnutzung durch Amateurfunk nur sekundär (mit Nachrang gegenüber primären Diensten)
S.	Seite
SAT	Satellit
SDR	software defined radio (Radio mit digitaler Verarbeitung der Signale)
SSTV	slow scan television (Übertragung von Standbildern)
SID	sudden ionospheric disturbance (plötzlich auftretende Störung der Ionosphäre)
sin	Sinus - Winkelfunktion
SMD	surface mounted device (elektron. Bauteile für Oberflächenmontage, besonders klein)
S/N	signal to noise ratio (Signal-Rauschabstand)
SP	Bandsperre
SP	short path (kurzer Weg um die Erde bei Funkverbindung)
SSB	single side band (Einseitenbandübertragung mit Unterdrückung von Träger und einem Seitenband)
StF	Stammfassung
SWR	standing wave ratio (Stehwellenverhältnis)



T – U

t	Symbol für Zeit
T	Symbol für Periodendauer
TEP	transequatorial propagation (Ausbreitung entlang des Äquators)
TK	Telekommunikation
TKG	Telekommunikationsgesetz
TV	television (Fernsehen)
TVI	television interference (Störung des Fernsehsignals)
TX	transmitter (Sender)
U	Symbol für Spannung
Ueff	Effektivwert der Spannung
UHF	ultra high frequency (Dezimeterwelle)
UKW	Ultrakurzwelle (30 - 300 MHz)
UNO	United Nations Organisation (Vereinte Nationen)
UP	Station hört auf Frequenz höher als eigene Sendefrequenz
USB	upper side band (Einseitenbandübertragung mit Unterdrückung von Träger und unterem Seitenband)
Uss	Spitze-Spitze Wert der Spannung (max. Amplitudenhöhe)
UTC	Universal Time Coordinated (Weltzeit)
UV	ultraviolett



V – Z

V	Volt (Maßzahl für Spannung)
V	Symbol für Verkürzungsfaktor bei einer Antenne
V4Chat	Winmore Software unter Windows
VCO	voltage controlled oscillator (Spannungsgesteuerter Oszillator)
VFO	variable frequency oscillator (Oszillator mit veränderlicher Frequenz)
VHF	very high frequency
VO-FUNK	Vollzugsordnung für den Funkdienst
VStG	Verwaltungsstrafgesetz
W	Watt (Maßzahl der elektr. Leistung)
WARC	World Administrative Radio Conference
Winmor	Winlink Mail over radio
XC	Symbol für Blindwiderstand, kapazitiv
XCO	xtal (crystal) oscillator(Quarzoszillator)
XL	Symbol für Blindwiderstand, induktiv
XO	xtal oscillator(Quarzoszillator)
Z	Symbol für Impedanz (= Blindwiderstand)
ZF	Zwischenfrequenz
<<	sehr klein
>>	sehr groß