



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## Amateurfunk-Prüfungsfragen

### TECHNIK, Bewilligungsklasse 1

**mit eingearbeiteten Antworten und  
zusätzlichen Erläuterungen.**



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## Vorwort:

Dieser interne Arbeitsbehelf für Lernende und Vortragende, welche die ÖVSV Skripten besitzen, wurde anlässlich des Amateurfunkurses 2008 des ADL601 von OE6GC erstellt.

Der Arbeitsbehelf stützt sich weitestgehend auf das Skriptum „Amateurfunk-Lehrgang“ des ÖVSV. Er wurde mit zweckmäßig erscheinenden Kommentaren, Erläuterungen und Grafiken ergänzt und für einen aufbauenden Vortrag folgerichtig sortiert.

Nicht gekennzeichnete Abbildungen sowie dieser Arbeitsbehelf sind © OEVS SV.

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 von Kursen des ÖVSV verwendet werden, jede andere Verwendung ist untersagt.

**Diese Unterlage basiert auf dem Fragenkatalog, wie er seit Mai 2009 verwendet wird.**



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## Allgemeine Einführung:

Allgemeine Erklärungen zur Elektronik  
Zwar kein Prüfungsstoff aber vielleicht zur Erklärung,  
wie die Elektronik funktioniert.



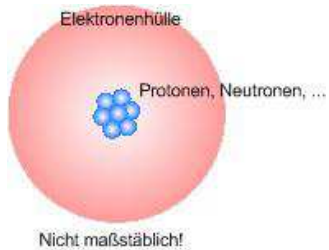
## Was ist elektrischer Strom?

*Anmerkung: diese Erklärungen sind teilweise stark vereinfacht, um das Verständnis für die Zusammenhänge zu ermöglichen. Physiker, Chemiker, Nachrichtentechniker und andere, die über eine entsprechende Ausbildung verfügen, werden ersucht, diese Simplifizierung zu verzeihen. Hinweise über falsche oder unvollständige Darstellungen nehmen wir gerne entgegen.*

Als elektrischer Strom wird der Transport von Ladungsträgern bezeichnet.

Jetzt sollten wir klären: was sind Ladungsträger und warum werden diese transportiert?

Wie bekannt sein dürfte, besteht jedes Material in unserem Universum aus **Atomen**. Diese bestehen aus einem elektrisch positiv geladenen Atomkern, in dem sich neben den Protonen auch noch anderer Teilchen befinden und der ihn umgebenden Atom*hülle* aus negativ geladenen Elektronen.



Normalerweise sind Atome neutral, weil sie gleich viele Protonen und Elektronen enthalten, deren Ladungen einander aufheben. Werden Elektronen entfernt oder hinzugefügt, so erfolgt eine positive oder negative elektrische Ladung; Atome in diesem Zustand werden als **Ionen** und diese Umwandlung als **Ionisierung** bezeichnet.

**Elektrischer Strom** ist die Bezeichnung für eine gerichtete Bewegung von Ladungsträgern, zum Beispiel von **Elektronen** oder **Ionen**, in einem Stoff oder im Vakuum. Ruhende Ladungsträger können durch unterschiedliche Kräfte in Bewegung gesetzt werden. Einmal in Bewegung, können sich die Ladungsträger auch in feldfreien Räumen weiter bewegen. Ein Beispiel dafür ist die Elektronenbewegung in einer Elektronenröhre.



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

Am Beispiel einer elektrischen Batterie lässt sich das Prinzip des Stromflusses veranschaulichen. Elektrochemische Prozesse in der Batterie bewirken eine Ladungstrennung; die Elektronen werden auf einer Seite gesammelt (Minuspol), auf der anderen Seite abgezogen (Pluspol). Dadurch entsteht eine Potentialdifferenz, eine elektrische Spannung zwischen den Polen.

Dieses Spannungsgefälle übt mechanische Kräfte auf die Ladungsträger aus. Diesen besonderen Zustand, in dem mechanische Kräfte auf Ladungsträger ausgeübt werden, bezeichnet man als elektrisches Feld, und dieses existiert immer dann, wenn zwischen beliebigen Raumpunkten elektrische Spannungen bestehen.

Ist der Stromkreis geschlossen, bewegen sich die Ladungsträger vom Minuspol der Batterie über die Leitungen, den Verbraucher (hier eine Lampe) und den Schalter wieder zurück in die Batterie. Dabei bewegen sich die Ladungsträger selbst nur relativ langsam (ca. nur rund 0,735 mm/s) während sich der Bewegungsimpuls mit annähernd Lichtgeschwindigkeit bewegt (wird ein Ladungsträger am Anfang einer Leitung eingebracht, erscheint am anderen Ende ein anderer Ladungsträger).

In **Metallen** kommt der Stromfluss dadurch zustande, dass im Atomverbund immer eine bestimmte Anzahl freier Elektronen, die sogenannten freien Leitungselektronen (Valenzelektronen) vorkommen. Die Gesamtheit dieser Leitungselektronen in einem Metall wird auch als Elektronengas bezeichnet – die Elektronen verhalten sich ähnlich wie Gasmoleküle - und führen ungeordnete Bewegungen aus, welche stark von der Temperatur des Metalls abhängen.



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## Gleich- und Wechselstrom

Im täglichen Leben haben wir mit vielerlei Arten von Strömen und Spannungen zu tun: Die Wechselspannung aus der Steckdose versorgt unsere Haushaltsgeräte und die Beleuchtung mit Strom, die Batterien die Fernbedienung für den Fernseher oder den MP3-Player mit Gleichstrom.

### Wieso gibt es da Unterschiede?

Beginnen wir am Anfang:

Am Anfang war der Gleichstrom. Bereits im 19. Jahrhundert fand man heraus, dass zwei unterschiedliche Metalle in einer elektrisch leitenden Flüssigkeit eine Spannung an den beiden Metallen erzeugt. Diese Form der Strom-Erzeugung verwenden wir (in verbesserter Form) heute noch in den sog. Primärzellen (umgangssprachlich Batterien).

Auch Akkumulatoren speichern Strom durch elektrochemische Prozesse. Beim Aufladen verändern sich die im Akku befindlichen Materialien, und beim Entladen wird diese Veränderung wieder rückgängig gemacht. Damit können Akkus mehrere Male geladen und wieder entladen werden (bis zu 10.000 mal).

Sehr bald kam man aber darauf, dass sich Gleichstrom nur sehr schlecht über längere Entfernungen transportieren lässt. Die Verluste in einer Übertragungsleitung hängen vom Strom, der durchfließt und von seinem Widerstand (siehe später) ab. Werden sehr große Energiemengen übertragen, ist auch der Strom sehr hoch und die Leitungen müßten sehr dick sein, um die Verluste niedrig zu halten.

Die übertragene Leistung wird ausgedrückt als Strom mal Spannung. Was liegt also näher, als die Spannung zu erhöhen, damit der Strom - bei gleicher Leistung - klein bleibt.



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## Gleich- und Wechselstrom

Dies ist aber bei Gleichstrom nicht so einfach. Deshalb werden seit der Mitte des 19. Jahrhunderts für die öffentliche Stromversorgung Wechselstromsysteme verwendet. Bei Wechselstrom kann die Umsetzung der Spannung nahezu verlustfrei durch Transformatoren (werden später erklärt) durchgeführt werden.

Auch heute verwenden wir Wechselstromsysteme für die Energieversorgung. Durch Hochspannungsleitungen (in denen eine hohe Spannung besteht, aber nur wenig Strom fließt) gelangt der Strom zum Umspannwerk, wird dort mittels Transformatoren auf eine niedrigere Spannung (die Mittelspannung) umgesetzt und kommt so zum "Trafo", der eine Ortschaft oder einen Ortsteil versorgt. Dort wird auf die übliche 230/400 Volt Spannung herabtransformiert und an die Verbraucher weiter geleitet.



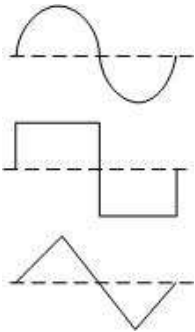
Die Details zum Wechselstrom werden in der folgenden Seite behandelt.



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

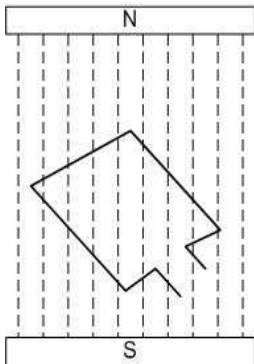
## Der Wechselstrom



Unter Wechselstrom versteht man elektrischen Strom, der seine Richtung (Polung) in regelmäßiger Wiederholung ändert und bei dem sich positive und negative Augenblickswerte so ergänzen, dass der Strom im zeitlichen Mittel null ist. Dabei fließt der Strom in unterschiedlichen Kurven. Im nebenstehenden Beispiel als sinus-, rechteck- und dreieck-förmiger Wechselstrom. Obwohl auch die anderen Kurvenformen ihre Bedeutung in der Technik haben, ist der sinusförmige Wechselstrom die am häufigsten vorkommende Form.

### Erzeugung:

Wechselstrom kann auf unterschiedlichste Arten erzeugt werden. Die wohl häufigste ist die Erzeugung in einem Generator (so auch in den Kraftwerken). Dabei nutzt man ein physikalisches Phänomen, bei dem durch die Bewegung eines Leiters in einem Magnetfeld Strom im Leiter entsteht (induziert wird).



Wird, wie in nebenstehendem Beispiel, die Leiterschleife gedreht, so schneidet sie die Feldlinien des Magnetfeldes. Dabei entsteht Strom in der Leiterschleife. Je mehr Feldlinien pro Zeiteinheit geschnitten werden, desto mehr Strom wird erzeugt. Deshalb wird der meiste Strom erzeugt, wenn die Schleife nahezu senkrecht steht und kein Strom, wenn die Schleife waagrecht steht.

Die Drehbewegung folgt dabei der mathematischen Sinus-Funktion, was den so erzeugten Strom seine Bezeichnung "sinusförmig" gegeben hat.





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## Der Wechselstrom

In der nebenstehenden Abbildung ist dieser Vorgang noch einmal dargestellt. Wir denken uns die Leiterschleife (hier in der Draufsicht, daher nur ein dicker Strich) in der waagrechten Position in der Drehbewegung. Hier schneidet sie nur sehr wenige Feldlinien des Magnetfelds. Je weiter sich die Schleife dreht, desto mehr Feldlinien werden geschnitten und desto mehr Strom wird erzeugt. Ist die Schleife senkrecht, werden die meisten Feldlinien geschnitten und es wird der größte Strom erzeugt. Im weiteren Verlauf sinkt der Strom wieder, bis er -wenn die Schleife wieder waagrecht steht - auf Null gesunken ist. Wir sind am Anfang, nur dass die Schleife jetzt ihr Richtung umgedreht hat und daher der jetzt erzeugte Strom in die andere Richtung fließt.

Nach einer vollen Umdrehung der Schleife (=360° Drehwinkel) beginnt der Vorgang von Neuem. Wir sprechen von einer vollen Umdrehung (=Periode).



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## Kennwerte Gleich- und Wechselstrom

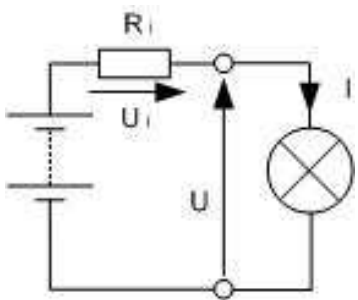
### Gleichstrom

Da Gleichstrom sowohl in seiner Spannung als auch seiner Polarität konstant ist, gibt es beim Gleichstrom nur die Kennwerte:

- **Spannung** (= Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten) und
- **Strombelastbarkeit** (einer Spannungsquelle).
- **Kapazität** (= entnehmbare Strommenge)

Die **Spannung** gibt an, welche Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten besteht. Sie wird in Formeln als "U" bezeichnet und in Volt gemessen.

Die **Strombelastbarkeit** einer Spannungsquelle gibt an, wieviel Strom entnommen werden kann, bevor die Spannungsquelle beschädigt wird (bzw. eine Sicherheitseinrichtung = Sicherung abschaltet).



Manchmal ist auch der sog. **Innenwiderstand** ( $R_i$ ) einer Spannungsquelle von Interesse. Bei Spannungsquellen ist dieser sehr niedrig, aber eben nicht Null. Diesen Innenwiderstand kann man sich in Serie zu einer idealen Spannungsquelle vorstellen.

Entnimmt man jetzt Strom ( $I$ ), fällt ein Teil der Spannung (lt. dem Ohmschen Gesetz - siehe dort) an diesem Innenwiderstand ( $U_i$ ) ab und steht nicht an den Anschlüssen zur Verfügung. Weiters sorgen diese "Verluste" dazu, dass sich die Spannungsquelle erwärmt (Spannung  $\times$  Strom = Leistung = Wärme).



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## Wechselstrom

Wie wir im vorigen Kapitel gesehen haben, ändert der Wechselstrom periodisch seine Richtung. Deshalb gibt es beim Wechselstrom mehrere Werte, die uns - zusätzlich zur **Spannung** und einer ev. **Strombelastbarkeit**, wie beim Gleichstrom - interessieren:

- Die **Frequenz** (= Anzahl der vollen Perioden, die der Wechselstrom pro Sekunde vollzieht.  
Formelzeichen:  $f$ , Einheit: Hertz)
- Die **Kurvenform** (Sinus, Rechteck, Dreieck, usw. siehe voriges Kapitel)
- Die **Phasenlage** (in Grad von  $0^\circ$  bis  $360^\circ$ )

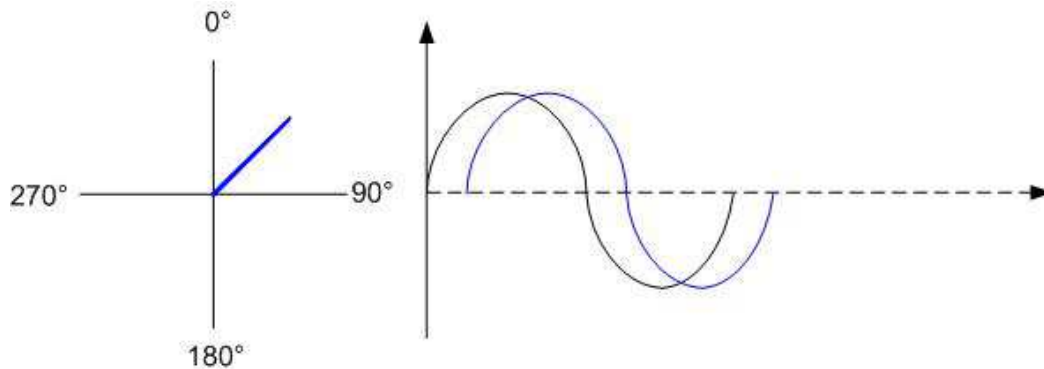


# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## Zur Phasenlage noch ein paar Worte:

Unter der Phasenlage eines Signales versteht man den zeitlichen Versatz eines Signales zu einem anderen oder zu einem definierten Zeitpunkt. Ausgedrückt wird dies entweder durch Grad ( $^{\circ}$ ), wobei eine volle Phase  $360^{\circ}$  entspricht, oder durch Radians (rad) wobei eine volle Phase des Signals  $2\pi$  ( $\pi = 3,141\dots$ ) entspricht.



So eilt z.B.: der Strom, der in einem Kondensator fließt, der Spannung um  $90^{\circ}$  vor.

Zur Darstellung der Phasenlage bzw. Phasendifferenz benutzt man ein sog. Phasendiagramm (links in der Abbildung oben). Darin gibt die Länge der Pfeils die Amplitude und die Richtung die Phasenlage an. Manchmal werden dazu auch nur Punkte verwendet; dann gibt die Entfernung des Punktes vom Ursprung des Diagramms die Amplitude des Signals an. Im obigen Bild wird ein Signal (blau) dargestellt, dass eine Phasenlage gegenüber einem zweiten Signal (schwarz) von  $45^{\circ}$  hat.

Anwendung: Auch die Phasenlage eines Signals kann zur Informationsübermittlung benutzt werden. Dabei entspricht die Phasenlage 1 (z.B.:  $45^{\circ}$ ) der Information A, die Phasenlage 2 (z.B.:  $135^{\circ}$ ) der Information B,  $225^{\circ}$  der Information C, usw.



# Technik

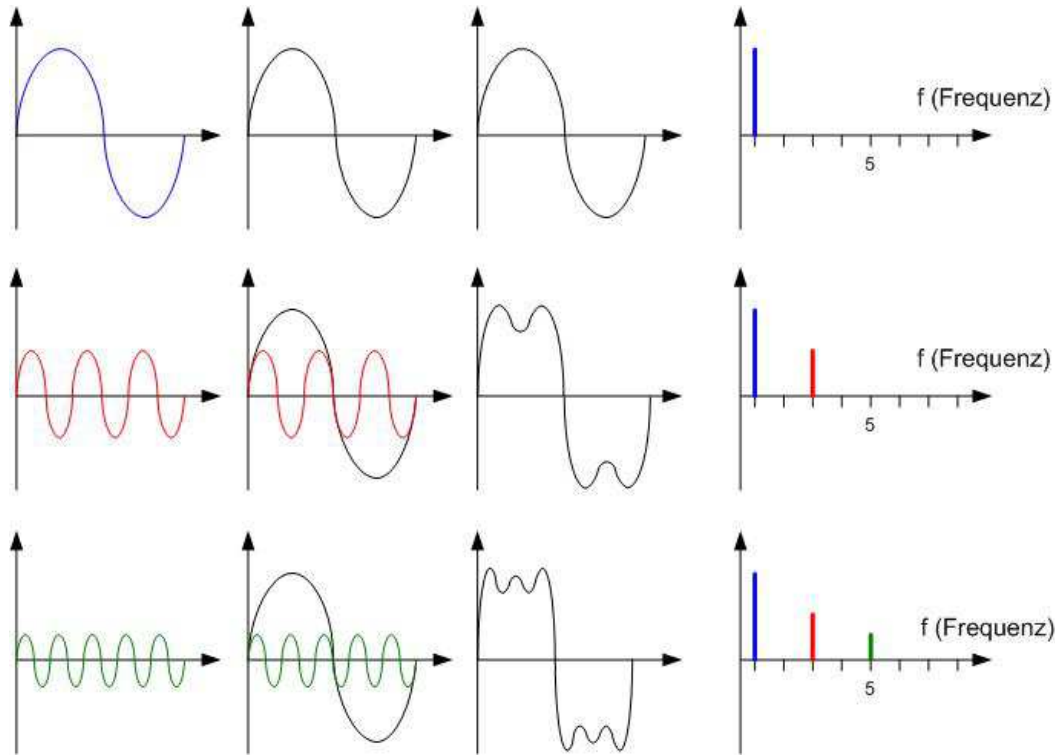
Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## Oberwellen

Oder wie wird ein Rechtecksignal zum Rechteck?

Jean Baptiste Joseph Fourier erkannte im 19. Jahrhundert, dass man ein Signal einer beliebigen Kurvenform durch mehrere sinusförmige Signale zusammensetzen kann.

So setzt sich ein Rechteck-Signal aus der Grundfrequenz und den ungeradzahligen Vielfachen (sog. Oberwellen der Grundfrequenz) zusammen:



In der nebenstehenden Darstellung wird die Zusammensetzung eines Rechtecksignals aus den dazu nötigen Sinus-Signalen dargestellt.

In der ersten Spalte wird das jeweils hinzuzufügende Signal gezeigt, in der zweiten Spalte beide Signale und in der dritten Spalte die sich aus der Addition der Signale ergebenden Summe.

In der vierten Spalte wird das sog. Frequenz-Diagramm gezeigt. Hierbei wird auf der horizontalen Achse nicht die Zeit, sondern die Frequenz aufgetragen, vertikal wird die Amplitude des Signals dargestellt.



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

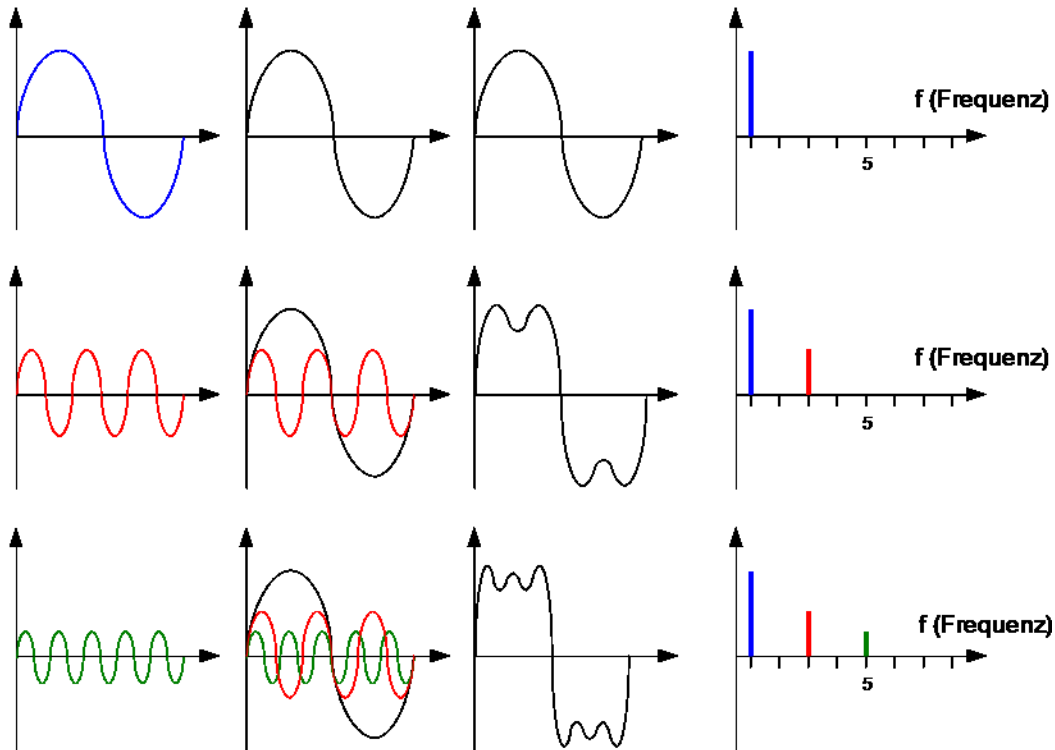
## Oberwellen

In der ersten Zeile wird das Grundsignal (die Grundfrequenz) dargestellt. Die Frequenz des Sinus-Signals ist gleich der Frequenz des Rechtecks.

In der zweiten Zeile wird die dreifache Frequenz (die dritte Oberwelle) der Grundfrequenz dazuaddiert.

Dementsprechend ist auch beim Frequenzdiagramm bei "3" ein Balken zu sehen.

In der dritten Zeile wird auch noch die 5-fache Frequenz (die fünfte Oberwelle) dazu addiert.



Man sieht, dass mit jeder ungeradzahligem Oberwelle das Summensignal dem Rechteck-Signal immer ähnlicher wird. Gleichzeitig erkennt man, dass man für ein "schönes" Rechtecksignal eine sehr hohe Anzahl an Oberwellen (und damit eine sehr hohe Bandbreite) benötigt. Beim Amateurfunk streben wir hingegen eine möglichst geringe Bandbreite an. Deshalb bemühen wir uns, dass unser Sender ein ideales sinusförmiges Signal aussendet. Jede Abweichung vom idealen Sinus hat (siehe oben) eine mehr oder weniger hohe Zahl an Oberwellen zur Folge, mit denen wir andere Funkamateure stören.



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## Grundlagen der Elektronik:

Stromquellen, Gleich- und Wechselstrom, passive Bauelemente



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T6. Stromquellen (Kenngrößen).

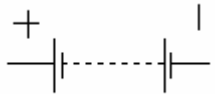
Primärbatterien – Durch einen chem. Prozess wird eine Spannung erzeugt (nicht reversibel).

Sekundärbatterien – Durch eine vorhergehende Aufladung kann daraus Strom entnommen werden.

Durch den chem. Prozess wird Strom erzeugt, was beim Laden umgekehrt wird.  
(Akkumulator)

**Kenngrößen** sind

- Spannung,
- Strombelastbarkeit, sowie die
- Kapazität in Ah.



**Schalt-symbol** 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 (Druck), Peltier-Element (Wärme),...

230V Steckdose – liefert im Gegensatz zu den Batterien nicht Gleichstrom,  
sondern 50 Hz Wechselstrom.





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

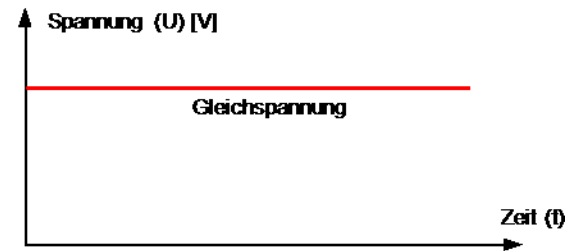
## T9. Gleich- und Wechselspannung - Kenngrößen.

### Gleichspannung:

Die Spannung ist konstant, die Polarität verändert sich nicht.

### Kenngrößen sind

- Spannung,
- Strombelastbarkeit der Quelle ,
- Kapazität in Ah (bei Primär- oder Sekundärbatterien).

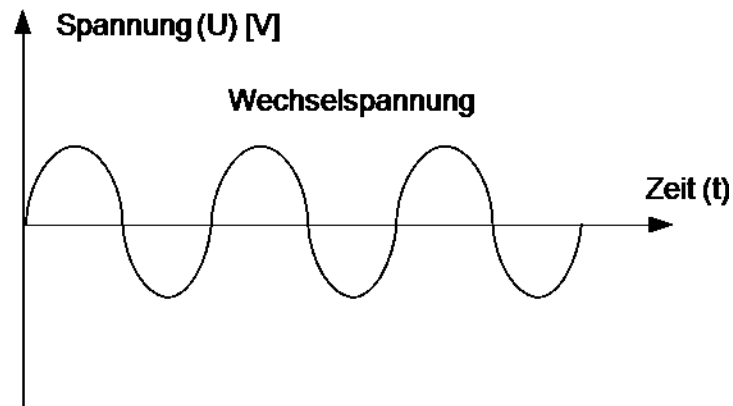


### Wechselspannung:

Die Spannung ändert sich permanent entsprechend der Kurvenform, die Polarität wechselt permanent

### Kenngrößen:

- Spannung (Amplitude),
- Frequenz
- Kurvenform
- Strombelastbarkeit der Quelle





## T9. Gleich- und Wechselspannung - Kenngrößen.

### Effektivwert:

Unter dem **Effektivwert** (Abk: **RMS** englisch: root mean square) versteht man den quadratischen Mittelwert eines zeitlich veränderlichen Signals. Zu einer Wechselgröße (Wechselstrom, Wechselspannung) gibt der Effektivwert 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.

### Spitzen- oder Scheitelwert:

Als **Scheitelwert** bezeichnet man den größten Betrag der Augenblickswerte eines Wechsel-Signals; Bei sinusförmigen Wechselsignalen wird der Scheitelwert als Amplitude bezeichnet.

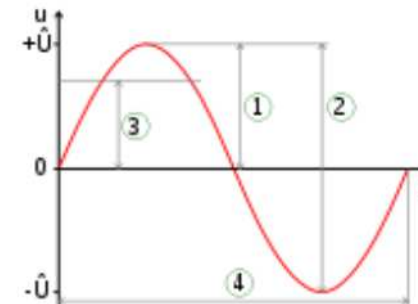
### Spitze-Spitze-Wert:

Der **Spitze-Spitze-Wert** gibt die Höhe der Auslenkung vom niedrigsten Wert bis zum höchsten Wert. Bei symmetrischen Wechselgrößen entspricht der

Spitze-Spitze-Wert dem doppelten Maximalwert.

Die Spitze-Spitze-Spannung kann mit dem Oszilloskop gemessen werden.

Der Spitze-Spitze-Wert einer Wechselspannung ist die Summe der maximalen Spannung der positiven Halbschwingung und des Betrages der minimalen Spannung der negativen Halbschwingung.



- 1 = Spitzen-Wert, Amplitude,
- 2 = Spitze-Spitze-Wert,
- 3 = Effektivwert,
- 4 = Periodendauer

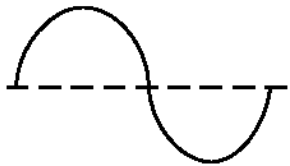


## T7. Sinus- und nicht sinusförmige Signale.

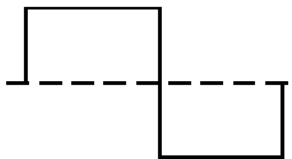
Sinusförmige Wechselspannungen haben einen Amplitudenverlauf, der exakt einer mathematischen Sinusfunktion entspricht.

Diese Form der Wechselspannung ist völlig frei von Oberwellen.

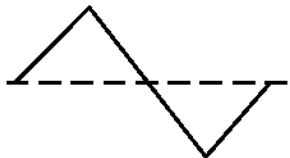
Nicht sinusförmige Wechselspannungen sind: **Dreiecksignal**, **Rechtecksignal**, **Trapezsignal**, **Sägezahnsignal**. Alle diese Signalformen setzen sich aus mehreren Sinus-Schwingungen zusammen und haben daher einen erheblichen Anteil an Oberwellen (alle Sinus-Schwingungen außer der Grundwelle).



Sinusspannung,  
häufigste Form (230V)



Rechteckspannung,  
zumeist in Digitaltechnik



Dreieckspannung,  
selten

Im Gegensatz zur **Gleichspannung**, die nur einen Parameter zu seiner Definition benötigt, nämlich die Spannung, besitzt eine

**Wechselspannung** immer mindestens 3 Parameter:

- Die **Scheitelspannung**. Sie wird gemessen von der Nulllinie bis zum höchsten Punkt der Kurve.
- Die **Kurvenform**, z.B.: Sinus (Rechteck, Dreieck, Sägezahn entstehen durch zusätzliche Oberwellen).
- Die **Frequenz**. Damit bezeichnet man die Anzahl der Perioden in einer Sekunde. Maßeinheit ist das Hertz. 1 Hz = 1 Schwingung pro Sekunde

$$1 \text{ GHz} = 1000 \text{ MHz} = 1\,000\,000 \text{ kHz} = 1\,000\,000\,000 \text{ Hz}$$



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## T2. Begriffe, Leiter, Halbleiter, Nichtleiter.

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

**Nichtleiter** sind 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.



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

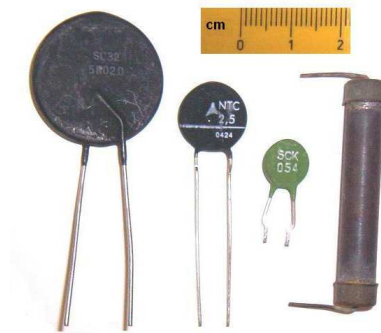
## T5. Wärmeverhalten von elektrischen Bauelementen.

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

Die meisten Halbleiter verringern mit steigender Temperatur ihren Widerstand. (NTC)



PTC



NTC



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

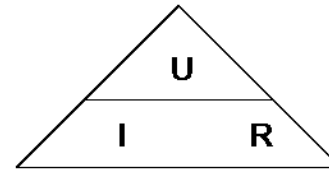
## T1. Ohmsches und Kirchhoffsches Gesetz.

Das **Ohmsche Gesetz** lautet:  $U = I \cdot R$  (bzw.  $I = U/R$ ,  $R = U/I$ )

**Spannung = Strom mal Widerstand**

Das Ohmsche Gesetz gibt den Zusammenhang zwischen einem Widerstand, der anliegenden Spannung und dem durch den Widerstand fließenden Strom wieder.

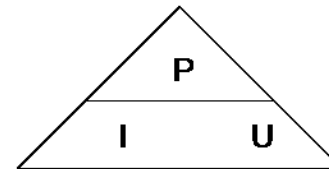
Merkdreieck Ohmsches Gesetz URI =



### **Leistungsrechnung:**

Leistung  $P = U \cdot I$  (bzw.  $I = P/U$ ,  $U = P/I$ )

Merkdreieck Leistungsberechnung PUI =

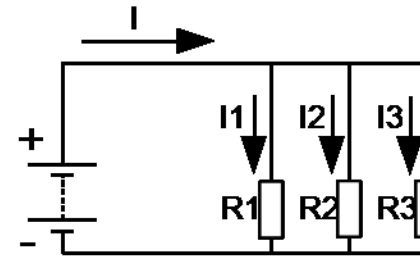




## T1. Ohmsches und Kirchhoffsches Gesetz.

Das 1. Kirchhoffsche Gesetz lautet:

„Die Summe aller Ströme in einem Knoten ist Null“, oder:  
Bei der Parallelschaltung ist der Gesamtstrom gleich der Summe der Teilströme.

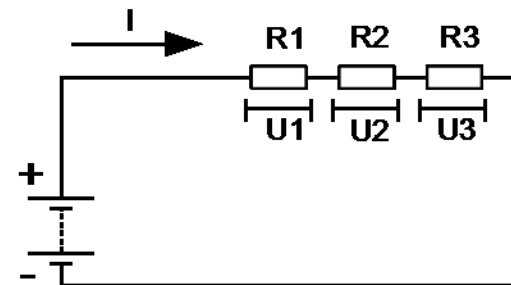


$$1 / R = 1 / R_1 + 1 / R_2 + 1 / R_3$$

Oder:  $G = G_1 + G_2 + G_3$   
bei  $G = 1/R$

Das 2. Kirchhoffsche Gesetz lautet:

„Die Summe aller Spannungen in einem Umlauf(Masche) ist Null“, oder:  
Bei der Reihenschaltung ist die Gesamtspannung gleich der Summe der Teilspannungen.



$$R = R_1 + R_2 + R_3$$



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T3. Kondensator, Begriff Kapazität, Einheiten – Verhalten bei Gleich- und Wechselspannung.

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

Bei Gleichspannung verhält sich ein Kondensator wie ein Speicher, das heißt, er lädt sich auf und kann später die Ladung wieder an einen Verbraucher abgeben.

An Wechselspannung kommt es durch die dauernde Umladung, bedingt durch die Polaritätswechsel zu einem Stromfluss durch den Kondensator, der mit steigender Frequenz zunimmt.

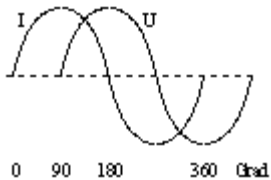
Das bedeutet, dass sein Blindwiderstand  $X_c$  mit steigender Frequenz abnimmt.

$$X_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} \quad f \text{ in Hz, } C \text{ in F}$$

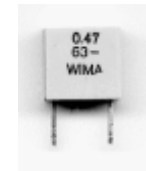
Einheit: **Farad (F)**. Kleinere Einheiten: Mikrofarad, Nanofarad, Picofarad.

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

Formelzeichen: **C**



Bei Wechselspannung fließt zuerst ein Strom, der den Kondensator auflädt. Dadurch entsteht eine 90° Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung (Strom vor Spannung).







# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T12. Was verstehen Sie unter dem Begriff Dielektrikum?

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

### Dielektrizitätskonstanten:

Materialkonstante, die angibt, um wie viel höher die Kapazität gegenüber Luft ist, wenn dieses Material zwischen den Kondensatorplatten angeordnet wird.

Luft: 1, Aluminiumoxid: 7, Papier: 1-4, Teflon: 2, Tantalpentoxid: 27 (!), Wasser: 80

( ! aber nur reines Wasser ist Isolator ! )

Dielektrikum Luft:



Folie:





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## T12. Was verstehen Sie unter dem Begriff Dielektrikum?.

### Die wichtigsten Eigenschaften des Dielektrikum :

- Hohe Dielektrizitätskonstante
- Hohe Spannungsfestigkeit
- Geringe Dicke



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

**T16. Berechnen Sie den kapazitiven Blindwiderstand eines Kondensators von 500 pF bei 10 MHz.**

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

**Berechnung:**

$$X_C = 1 / (2 * 3,14 * f * C)$$

$$= 1 / (6.28 * 10.000.000 * 500 / 1.000.000.000.000) = \underline{31,84 \text{ Ohm}}$$

**Anmerkung:**

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

10 MHz (MegaHertz) =  $10^6$  Hz = 10.000.000 Hz



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T4. Spule, Begriff Induktivität, Einheiten – Verhalten bei Gleich- und Wechselspannung.

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.

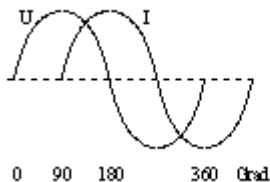
Bei Gleichspannung baut eine Spule ein Magnetfeld auf.

An Wechselspannung kommt es durch die dauernde Ummagnetisierung (bedingt durch die Polaritätswechsel) zu einem Stromfluss durch die Spule, der mit steigender Frequenz abnimmt. Das bedeutet, dass der Blindwiderstand  $X_L$  mit steigender Frequenz zunimmt.

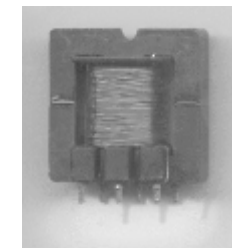
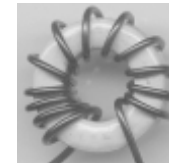
$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \quad f \text{ in Hz, } L \text{ in Henry}$$

Einheit Henry (H). Kleinere Einheiten: Millihenry, Mikrohenry, Nanohenry  
 $1 \text{ H} = 1000 \text{ mH} = 1\,000\,000 \mu\text{H}$

Formelzeichen : **L**



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).





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## **T10. Was verstehen Sie unter dem Begriff Permeabilität?**

Ist ein Eisenkern in eine Spule eingebracht, erhöht dies die Induktivität der Spule. Die Permeabilität gibt ein Maß für die Erhöhung der Induktivität und ist materialabhängig. Man bezeichnet diese Eigenschaft des Materials auch als „ferro-magnetisch“.

Formelzeichen:  $\mu$  (mü)

Einheit: als Verhältnis ist die Permeabilität dimensionslos.

Permeabilität Luft: 1, Ni: 600, Fe: 5000, Mu Metall: 100.000

## **T15. Berechnen Sie den induktiven Blindwiderstand einer Spule mit 30 $\mu\text{H}$ bei 7 MHz.**

Formel:  $X_L = 2 * \pi * f * L$ , wobei f in Hz, L in Henry

Berechnung:

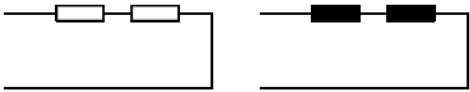
$$\begin{aligned} X_L &= 6,28 * f * L \\ &= 6.28 * 7\,000\,000 * 30 / 1\,000\,000 = \underline{1318,8 \text{ Ohm}} \end{aligned}$$



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T11. Serien- und Parallelschaltung von R, L, C. ▶



Bei **Serienschaltung** von Widerständen oder Induktivitäten ist die Gesamt-Widerstand (-Induktivität) größer als die größte Einzel-Widerstand (-Induktivität).

$$L_{\text{ges}} = L_1 + L_2 + L_3$$

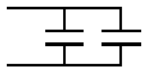
$$R_{\text{ges}} = R_1 + R_2 + R_3$$



Bei **parallel** geschalteten Widerständen oder Induktivitäten ist die Gesamt-Widerstand (-Induktivität) kleiner als die kleinste Einzel-Widerstand (-Induktivität).

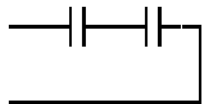
$$1 / L_{\text{ges}} = 1 / L_1 + 1 / L_2 + 1 / L_3 \quad 1 / R_{\text{ges}} = 1 / R_1 + 1 / R_2 + 1 / R_3$$

Umgekehrt ist es bei:



Bei parallel geschalteten Kondensatoren ist die Gesamtkapazität größer, als der größte Einzelkondensator.

$$C_{\text{ges}} = C_1 + C_2 + C_3$$



Bei Serienschaltung von Kondensatoren ist die Gesamtkapazität kleiner, als der kleinste Einzelkondensator.

$$\frac{1}{C_{\text{ges}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

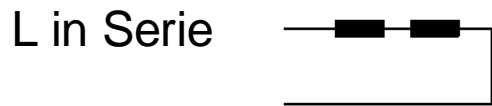
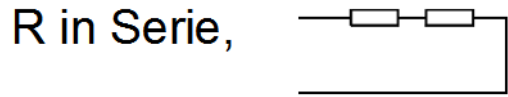


# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T11. Serien- und Parallelschaltung von R, L, C.

GesamtWERT höher:



GesamtWERT niederer:



Umgekehrt ist es bei:





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T14. Begriff elektrischer Widerstand (Schein- Wirk- und Blindwiderstand), Leitwert.

Ohmsche Widerstände bewirken keine Phasenverschiebung (**Wirk-Widerstand**).

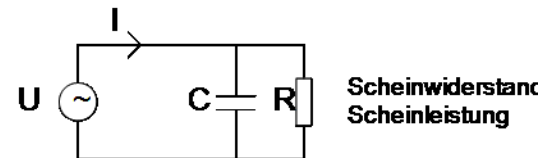
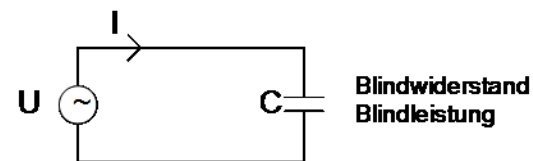
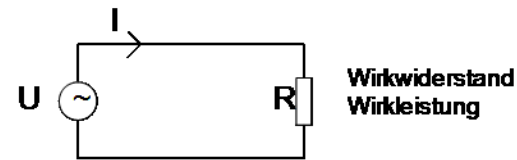
Kondensatoren und Induktivitäten bewirken eine Phasenverschiebung zwischen Strom- und Spannungs-Verlauf um 90 Grad (**Blind-Widerstand**).

Schaltungen mit RC- oder RL-Kombinationen ergeben eine Phasenverschiebung im Bereich von 0 bis 90 Grad.

Der resultierende Gesamtwiderstand bei RC- oder RL-Kombinationen wird als **Scheinwiderstand** oder Impedanz (Einheit: Ohm) bezeichnet.

Der **Leitwert** (Formelzeichen: G, Einheit: (S)iemens) ist der Kehrwert des Ohmschen Widerstandes.

$$G = 1 / R$$







# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

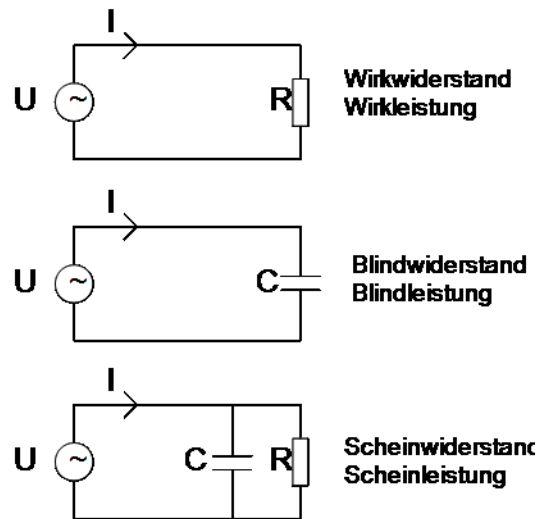
## T13. Wirk- Blind- und Scheinleistung bei Wechselstrom.

**Wirkleistung** ergibt sich, wenn im Stromkreis nur rein ohmsche Verbraucher vorhanden sind. **Blindleistung** ergibt sich, 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 vorkommen.

**Wirkleistung** nur an Ohmschen Widerstand ( $P = U \cdot I$ ).

**Blindleistung** nur an Kapazitiven od. induktiven Blindwiderstand.

**Scheinleistung** nur bei Parallel- oder Serienschaltung von Wirk- und Blindwiderständen (Impedanz).





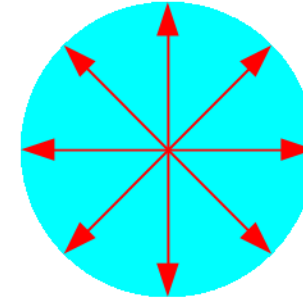
# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T8. Was verstehen Sie unter dem Begriff Skin-Effekt?

Jeder Leiter stellt eine Induktivität dar. Durch die Gegeninduktion bei höheren Frequenzen wird der Stromfluss immer mehr aus der Mitte des Leiters zum Rand hin abgedrängt.

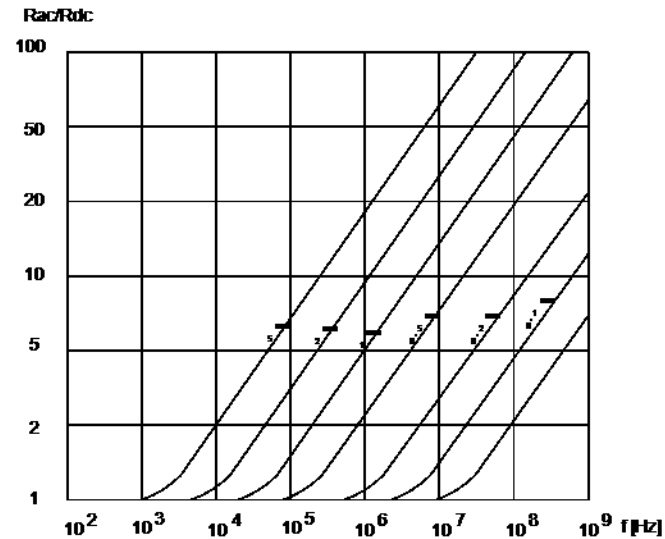
Strom fließt praktisch nur mehr auf der Außenhaut des Leiters (Skin).



Abhilfe:

- Verwendung HF-Litze,
- dickere Drähte,
- Rohre,
- versilbern des Cu-Drahtes.

Skin: 9,38 mm bei 50Hz,  
70  $\mu\text{m}$  bei 1 MHz, also 2x der  
Cu Beschichtung auf Leiterplatten,  
7  $\mu\text{m}$  bei 100 MHz, also ein Zehntel davon!



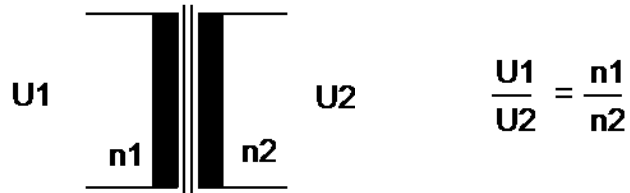


# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T17. Der Transformator – Prinzip und Anwendung

Auf einem gemeinsamen Eisenkern befinden sich zwei Wicklungen. Die Wechselspannungen an den Wicklungen verhalten sich proportional zum Windungsverhältnis. Anwendung zur Auf- oder Abwärtstransformation in der **Stromversorgungs-, NF- und -HF-Technik**



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

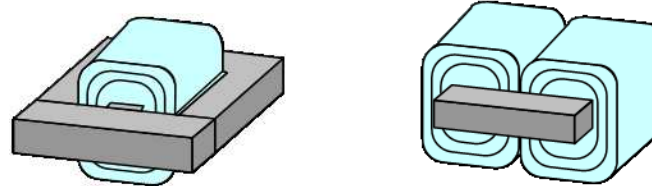
Eingangs- und Ausgangsstrom verhalten sich **umgekehrt proportional** zu den Windungsverhältnissen

Eingangs- und Ausgangsimpedanz werden im **Quadrat** des Windungsverhältnisses transformiert.

Transformatoren werden auch als **Übertrager** bezeichnet, wenn damit Signale übertragen werden.

Kenndaten von Transformatoren:

- Primär- und Sekundärspannung,
- Windungszahlen,
- max. übertragbare Leistung,
- Übersetzungsverhältnis,
- Impedanz



Eisenkerne werden zumeist aus einzelnen, von einander isolierten, Blechen und mit einem Luftspalt gefertigt, um Wirbelstromverluste zu minimieren.



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T44. Mikrofonarten – Wirkungsweise.

Jedes Mikrofon dient der Umwandlung von Schallwellen in elektrische Wellen (Wechsel-Strom oder –Spannung).

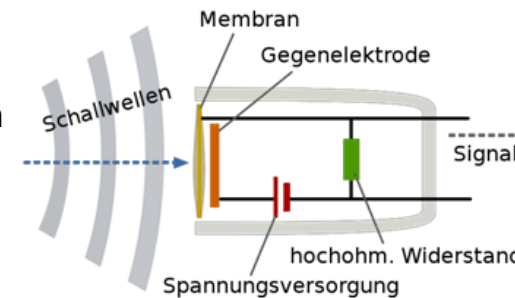
### Das Kohlemikrofon:

Hier presst eine Membran eine Schicht aus Kohlekörnchen zusammen. Beim Besprechen ändert sich dieser Druck und der elektrische **Widerstand** der Kohleschicht ändert sich im Rhythmus mit der Sprache. Veraltet, war früher im Telefonhörer eingebaut.



### Beim Kondensatormikrofon:

ist eine wenige tausendstel Millimeter dicke, elektrisch leitfähige Membran dicht vor einer Metallplatte elektrisch isoliert angebracht. Technisch betrachtet entspricht diese Anordnung einem Plattenkondensator, der eine elektrische Kapazität besitzt. Eintreffender Schall bringt die Membran zum Schwingen, wodurch sich der Abstand der beiden Kondensatorfolien und damit die Kapazität des Kondensators verändert. Diese Kapazitätsschwankungen führen zu Spannungsschwankungen – einem elektrischen Signal. Um das Potentialgefälle zwischen den Kondensatorplatten zu erreichen sowie zur Versorgung des Mikrofonverstärkers (Impedanzwandler) ist eine Spannungsquelle notwendig.





## T44. Mikrofonarten – Wirkungsweise.

### **Das Elektret-Mikrofon:**

ähnlich dem Kondensatormikrofon, nur ist hier die Polarisationsspannung in einer Kunststoffolie („Elektret“) „eingefroren“. Um Störungen auf der Mikrofonleitung zu minimieren, muss direkt an der Kapsel ein „Impedanzwandler“ (Stromverstärker mit FET) angeordnet sein. Wenn dieser Verstärker nicht ferngespeist wird, befindet sich meist eine 1,5-Zelle im Mikrofongehäuse.



### **Das dynamische 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 eine **Wechselspannung** induziert, die der Sprache entspricht.





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T44. Mikrofonarten – Wirkungsweise.

### **Das Kristallmikrofon:**

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



Kohlemikrofon, Kondensator- und Elektretmikrofon benötigen eine externe Stromversorgung, dynamisches Mikrofon und Kristallmikrofon erzeugen das Mikrofonsignal ohne externe Stromversorgung.



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## Grundlagen der Elektronik:

Hochfrequenztechnik: Schwingkreise, Filter



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T18. Der Resonanzschwingkreis – Kenngrößen

besteht aus Spule und Kondensator. Kenngrößen: **Resonanzfrequenz, Güte, Bandbreite**

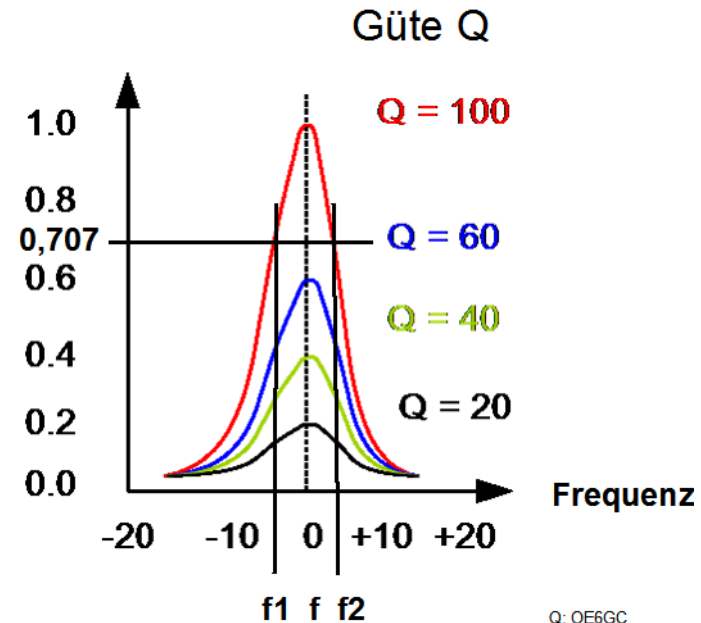
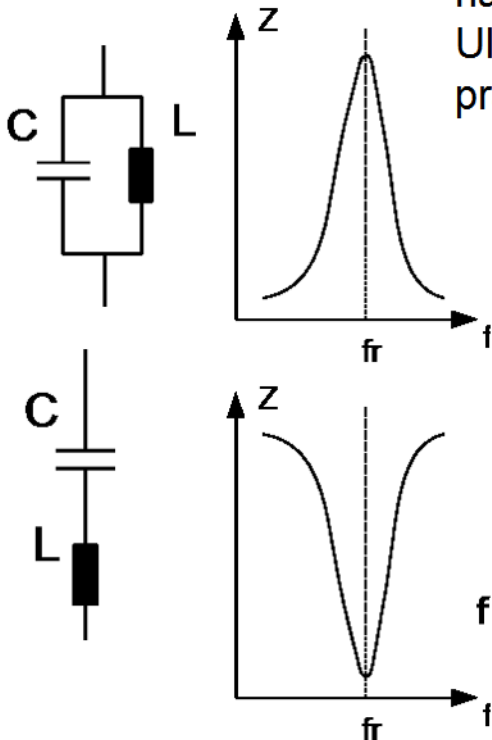
Die Resonanzfrequenz kann nach der Schwingungsformel nach Thomson errechnet werden, für Kurz- und Ultrakurzwellen ist die folgende Technikerformel viel praktischer:

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

(f in MHz, C in pF, L in uH)

Welche Resonanzfrequenz hat ein Schwingkreis mit C = 100 pF, L = 21 uH?

$$f = \frac{159}{\sqrt{21 \cdot 100}} = \frac{159}{45,82} = 3,47 \text{ MHz}$$



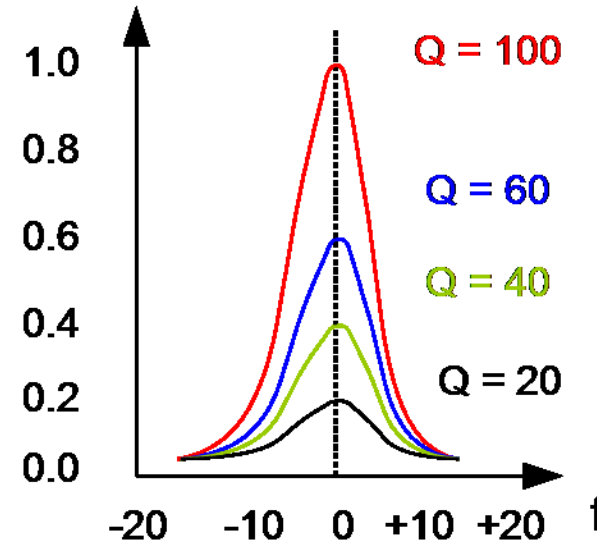
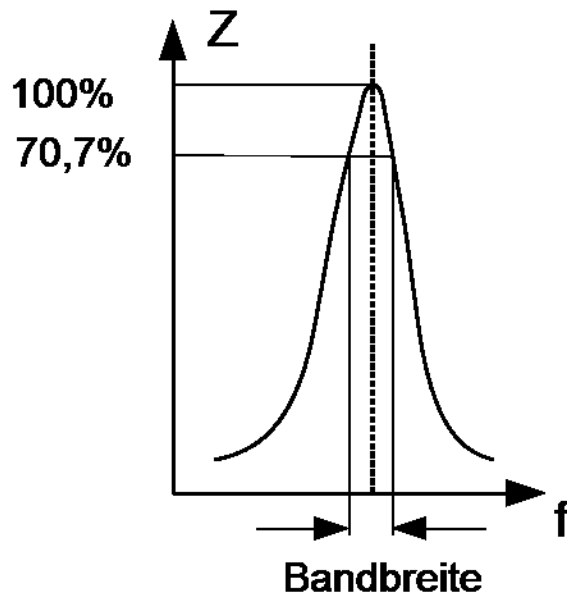
Q: OE6GC

Bandbreite  $B = f_2 - f_1$ , Güte  $Q = f/B$ , Beispiel  $f = 10.000 \text{ kHz}$ ,  $B = 100 \text{ kHz}$ ,  $Q = 10000/100 = 100$





## T18. Der Resonanzschwingkreis – Kenngrößen



Bandbreite  $B = f_2 - f_1$ , Güte  $Q = f / B$ ,  
Beispiel:  $f = 10.000\text{kHz}$ ,  
 $B = 100\text{kHz}$ ,  
 $Q = 10000/100 = 100$

Die Güte  $Q$  ist ein Maß für die Verluste im Schwingkreis.

Hohe Güte (hohe  $Q$ -Werte): geringe Verluste!

Q: OE6GC



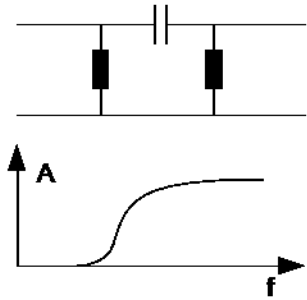
# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

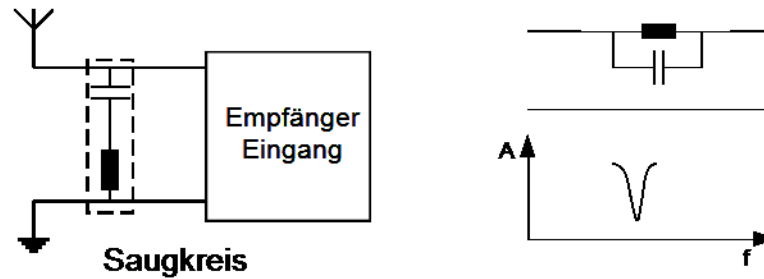
## T19. Der Resonanzschwingkreis – Anwendungen in der Funktechnik

Selektionsmittel in Eingangsschaltungen, ZF Verstärkern, Bandfilter, Sperrkreis

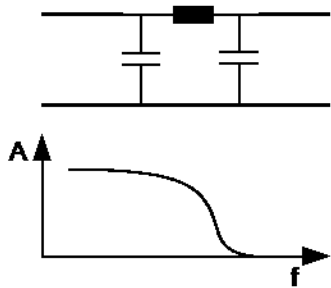
Der Hochpass lässt hohe Frequenzen passieren und sperrt bei tiefen Frequenzen



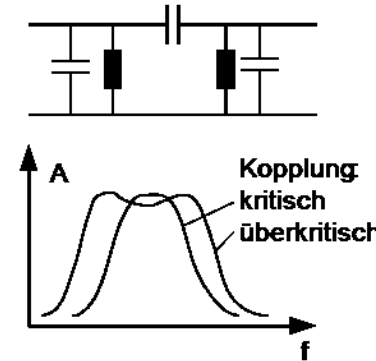
Die Bandsperr sperrt eine(n) Frequenz(bereich) und lässt andere Frequenzen passieren



Der Tiefpass lässt tiefe Frequenzen passieren und sperrt bei hohen Frequenzen



Der Bandpass als Filter großer Güte bei größerer Bandbreite als beim Einzelfilter





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

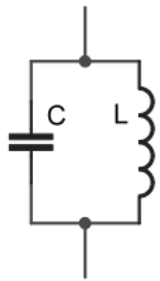
## T20. Berechnen Sie die Resonanzfrequenz eines Schwingkreises (Resonanzkreises)

mit folgenden Werten:  $L = 15 \mu\text{H}$ ,  $C = 30 \text{ pF}$  (Werte sind variabel)

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

Achtung Werte: L in  $\mu\text{H}$ , C in pF, f, in MHz!

Parallelresonanz:



Serienresonanz:



Bei Resonanz hochohmig!

Bei Resonanz niederohmig!



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## T21. Filter – Aufbau, Verwendung und Wirkungsweise

Filter können als **Hochpass-**, **Tiefpass-**, **Bandpass-**, oder **Bandsperr-**Filter aufgebaut werden. Alle Filter lassen sich aus R-C oder L-C Schaltungen realisieren.

### Anwendung:

- Zum Filtern unerwünschter Frequenzen (Hochpass, Tiefpass, Bandpass)
- Zur Erhöhung der Selektivität (Bandpass am Eingang von Empfängern)
- Schwingkreis als frequenzbestimmendes Teil in Oszillatoren

Ein Quarz verhält sich wie ein Schwingkreis mit extrem hoher Güte. Dadurch lassen sich mit mehreren Quarzen Filter mit sehr guter Selektion und Flankensteilheit herstellen. (Quarzfilter).

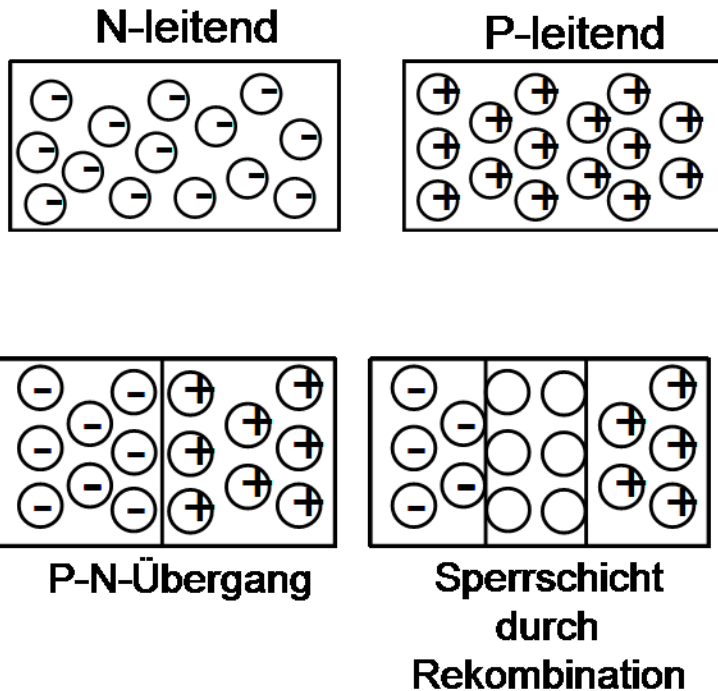
Filter können auch mit Operationsverstärkern aufgebaut werden, wobei man dann von „aktiven Filtern“ spricht.

**Siehe auch Folie T19**



## T22. Was sind Halbleiter?

Halbleiter sind Bauteile, deren Leitfähigkeit durch elektrische oder physikalische Einflüsse gesteuert werden kann. Das Ausgangsmaterial ist Silizium oder Germanium, das mit einer winzigen Verunreinigung versehen wird (Dotierung).



Durch die Dotierung mit 3- oder 5-wertigen Stoffen entsteht ein Elektronen-Mangel oder -Überschuss im 4-wertigen Grundmaterial. Dies ergibt die „Halbleiter-Eigenschaften“. 3-wertige Dotierung ergibt p-Material, 5-wertige das n-Material.

Wird ein p- und ein n-dotiertes Material zusammengebracht, entsteht ein p-n-Übergang. An der Grenzschicht entsteht durch Rekombination eine Sperrschicht. Da sich die Ladungsträger „ausgleichen“, ist die Sperrschicht nicht leitend – Isolator.



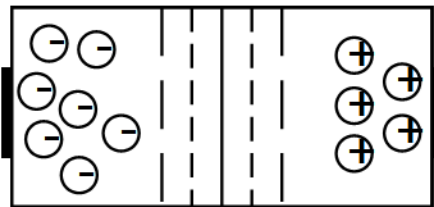


## T23. Die Diode – Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung

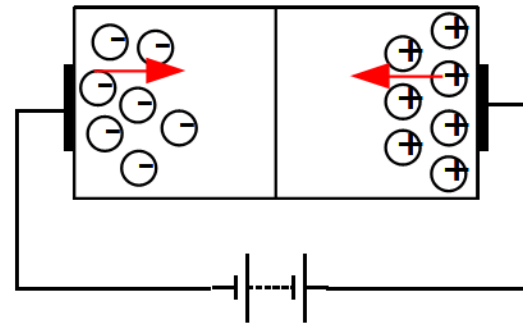
Ein p-leitender und ein n-leitender Halbleiter werden miteinander verbunden. Dadurch entsteht an der Kontaktstelle eine Sperrschicht, da sich dort Elektronenmangel und – Überschuss ausgleichen (Rekombination).

Legt man jetzt eine Spannung an, wird diese Sperrschicht entweder vergrößert (Pluspol an n-Material) oder so verkleinert, dass sie verschwindet (Pluspol an p-Material) und dadurch ein Stromfluss durch die Diode erfolgen kann. Die Diode leitet den Strom daher nur in einer Richtung, man spricht vom "Gleichrichter-Effekt".

**Verwendung:** zur Gleichrichtung von Wechselspannungen.



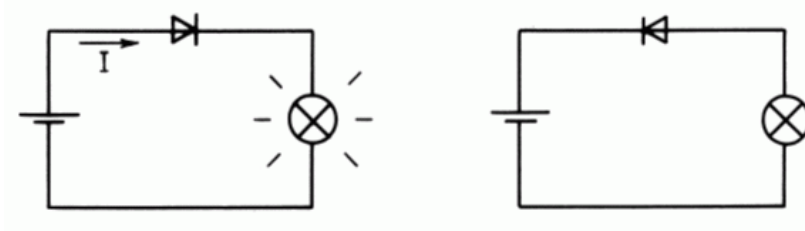
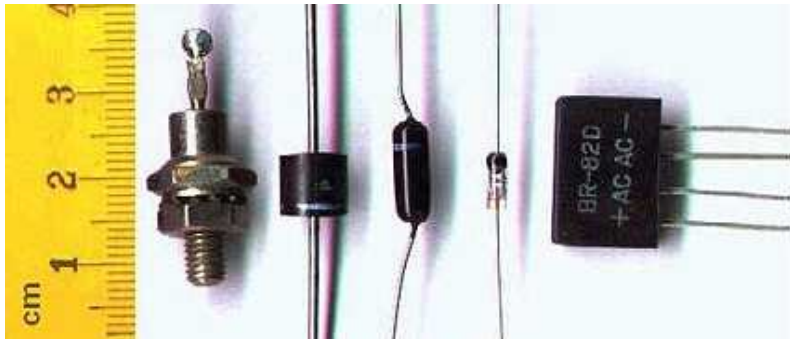
p-n-Übergang in Sperrichtung



p-n-Übergang in Durchlassrichtung



## T23. Die Diode – Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung



**Demonstration von Durchlassrichtung und Sperrrichtung der Diode**

Weitere Dioden:  
Kapazitätsdioden, Zener-Dioden, PIN-Dioden, ....





## T23. Die Diode – Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung

### Besondere Dioden-Formen:

#### **Zener-Diode:**

Normalerweise werden Dioden, bei denen die maximale Sperrspannung überschritten wird, durch einen sog. Durchbruch (dabei erfolgt ein Spannungs-Überschlag an der Sperrschicht) zerstört. Zener-Dioden sind so gebaut, dass sie diesen Durchbruch aushalten. Dabei ist jedoch der beim Durchbruch entstehende Strom durch einen Vorwiderstand zu begrenzen. Der Vorteil ist, dass diese "Durchbruchspannung" vom fließenden Strom nahezu unabhängig, d.h. sehr konstant ist. Zenerdioden werden daher für eine bestimmte Durchbruchspannung gebaut und zur Stabilisierung von Gleichspannungen verwendet.

#### **Kapaziäts-Diode:**

Der Aufbau einer Diode entspricht auch der Definition eines Kondensators: zwei leitende Materialien (n- bzw. p-Schicht), die durch eine isolierende Schicht (Sperrschicht) voneinander getrennt sind. Daher hat jede Diode auch eine Kapazität. Normalerweise ist diese störend und bei der Entwicklung von Dioden wird versucht, diese Kapazität so gering als möglich zu halten. Kapazitäts-Dioden werden jedoch so gebaut, dass diese Kapazität (vergleichsweise) hoch ist. Betreibt man eine solche jetzt mit einer Gleichspannung in Sperrichtung, vergrößert sich die Sperrschicht und damit sinkt auch die Kapazität. Dies kann man zur Steuerung von Oszillatoren (Schwingungserzeugern) durch Gleichspannung (VCO = voltage controlled oscillator) verwenden.

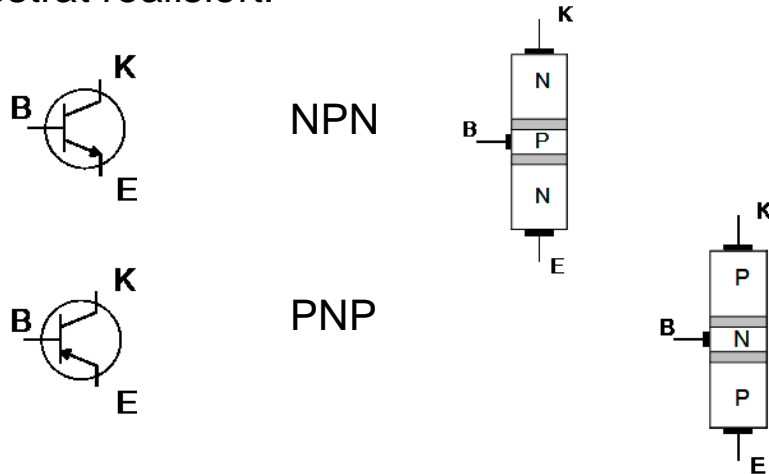


## T24, Der Transistor – Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung

Zwei n-leitende Halbleiter werden mit einem p-leitenden Halbleiter verbunden, damit entsteht ein Bauteil mit 3 Anschlüssen. Genau so gut kann der Aufbau auch p-n-p lauten. Der mittlere Anschluss ist die **Basis**. Die äußeren Anschlüsse heißen **Kollektor** und **Emitter**.

Wird ein sehr geringer Strom in die Basis eingespeist, ruft dieser im Kollektorkreis einen wesentlich größeren Strom hervor. Diese Verstärkung wird genutzt für NF und HF Verstärker, Oszillatoren, Gleichspannungsanwendungen.

In digitalen Schaltkreisen werden eine Vielzahl von Transistoren auf einem gemeinsamen Substrat realisiert.



### Kenndaten von Transistoren:

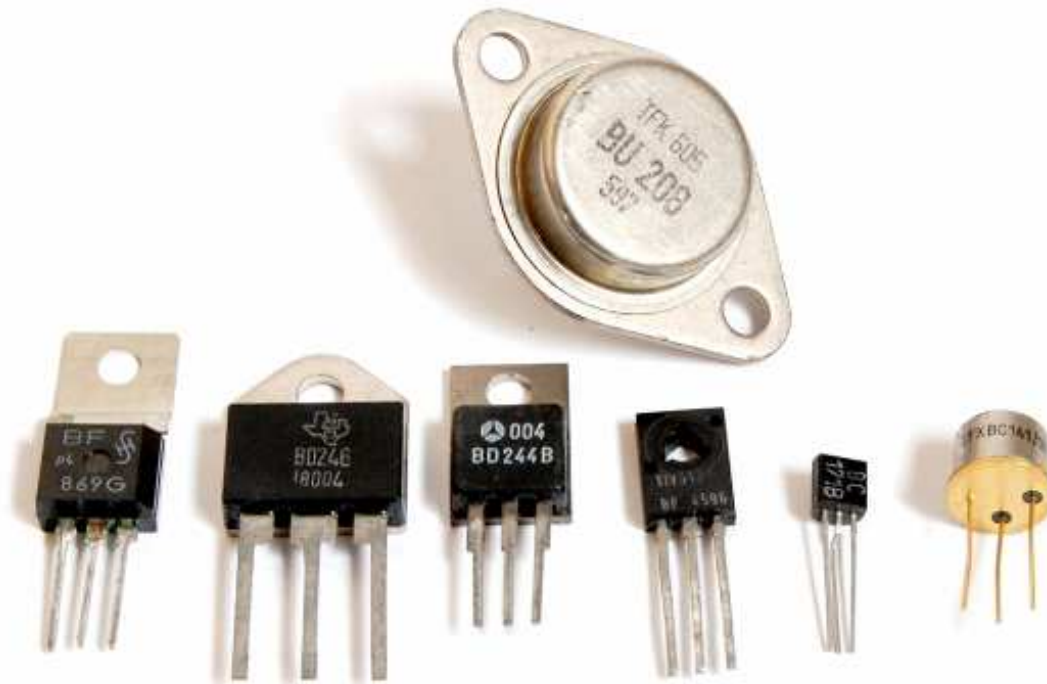
- Typ (NPN oder PNP)
- Stromverstärkung
- maximale Kollektorspannung
- maximaler Kollektorstrom
- Grenzfrequenz



# Technik

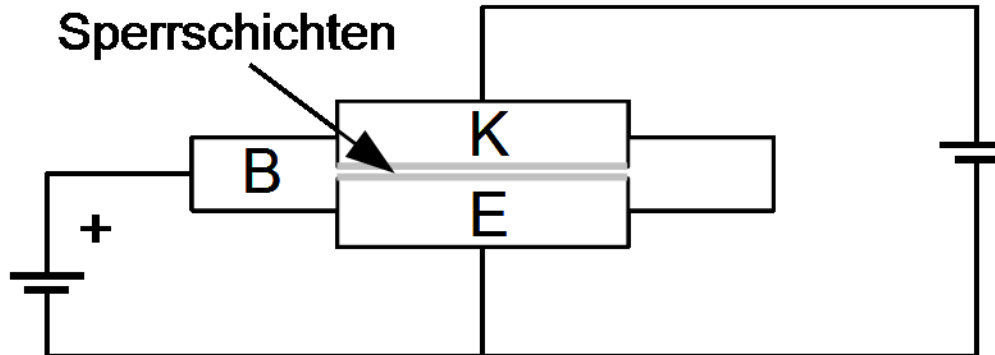
Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T24, Der Transistor – Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung





## T24, Der Transistor – Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung



Zwischen Basis und Emitter bzw. Basis und Kollektor bilden sich die beiden Sperrschichten (Rekombination) aus. Weil die Basis sehr dünn und schwach dotiert ist, können die Elektronen bei fließendem Basisstrom auch die B-K-Sperrschicht überwinden und über den Kollektor-Anschluss abfließen. Damit kann der Kollektorstrom durch einen im Verhältnis dazu kleinen Basisstrom gesteuert werden.

Der Transistor verhält sich wie ein elektrisch gesteuerter, veränderlicher Widerstand.

Strom fließt erst, wenn Basisstrom fließt, d.h. wenn die Spannung  $U_{be}$  zwischen Basis und Emitter mindestens +0,7 V (für Si-Transistoren) beträgt (siehe Sperrschicht einer Diode).

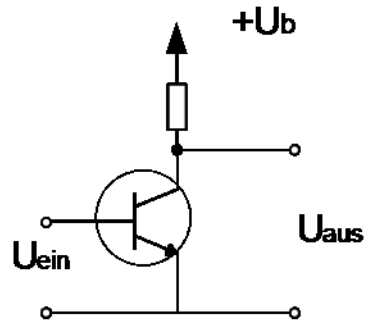


# Technik

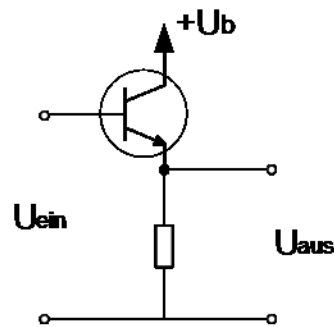
Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T24, Der Transistor – Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung / Grundsaltungen ►

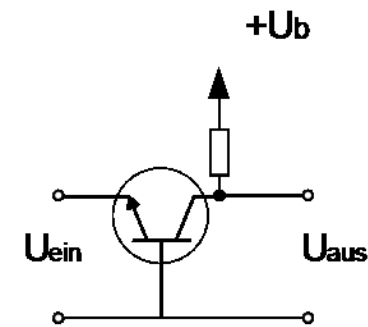
Emitterschaltung



Kollektorschaltung



Basisschaltung



Die Transistor-Grundsaltungen werden nach dem gemeinsamen Anschlusspunkt (Basis, Emitter, Kollektor) bezeichnet. Jede Schaltung weist besondere Eigenschaften auf, die entsprechend dem Anwendungsfall ausgewählt werden.

Emitterschaltung: Verstärkerschaltungen (Ein- und Ausgang sind  $180^\circ$  phasenversetzt)

Kollektorschaltung: Impedanzwandlung, Entkopplung, Verstärkung = 1

Basisschaltung: Wie Emitterschaltung, Ein- und Ausgang in Phase



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## T24, Der Transistor – Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung / Sonderformen

### Der Feldeffekt-Transistor (FET):

Während die bisher behandelten „Bipolar-Transistoren“ durch Strom gesteuert werden, erfolgt beim FET die Steuerung des Stromflusses durch die Spannung am Gate.

Anschlüsse: Drain, Source, Gate

### Der Dünnschicht-Transistor (TFT, thin film transistor):

Ist nahezu durchsichtig und wird in TFT-Displays zur Darstellung der drei Grundfarben (rot, grün, blau) verwendet (drei TFT je Pixel).

### Der Photo-Transistor:

Die Steuerung des Stromflusses zwischen Kollektor und Emitter erfolgt durch den Einfall von Licht. Dies hat den selben Effekt wie ein Stromfluss beim bipolaren Transistor

Anschlüsse: Kollektor, Emitter (die Basis wird zumeist weggelassen)



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T25. Die Elektronenröhre – Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung

In einem luftleeren Glaskolben befinden sich 2 oder mehr Elektroden. Eine davon, die Kathode wird durch einen Heizfaden zum Glühen gebracht und emittiert dadurch freie Elektronen. Die gegenüberliegende Elektrode heißt Anode und fängt diese Elektronen auf. Ein Stromfluss ist deshalb nur in einer Richtung möglich. (Diode)

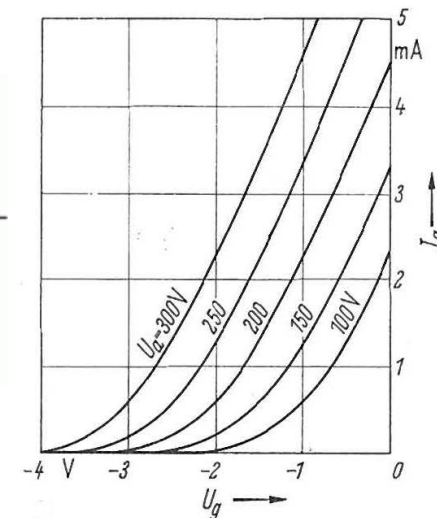
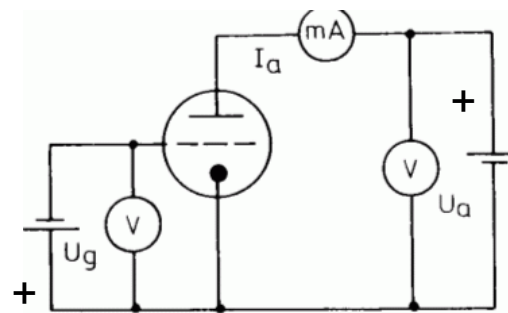
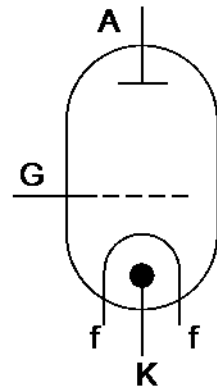
Wird zwischen Kathode und Anode noch eine gitterförmige Elektrode eingebracht, kann hier mit einer kleinen Spannungsänderung eine große Anodenstromänderung bewirkt werden. Damit entsteht eine Triode. Verwendung als Verstärker.

Röhren werden im Amateurfunk fast nur mehr für HF-Leistungsverstärker (PA) verwendet.

### Schaltsymbol Triode:

Der Glühfaden wird bei der Zählung der Elektroden nicht mitgerechnet.

Fügt man noch Schirmgitter und Bremsgitter hinzu, entsteht die **Pentode**.



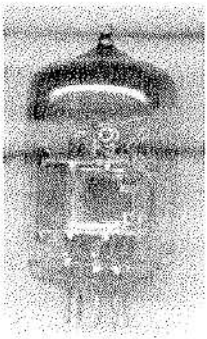


# Technik

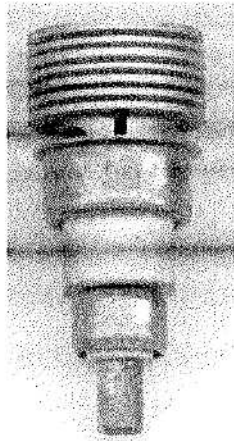
Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T25. Die Elektronenröhre – Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung

Röhren:



EC 8020  
Vorstufröhre



2 C 39 BA  
Sendetriode Metall-Keramik







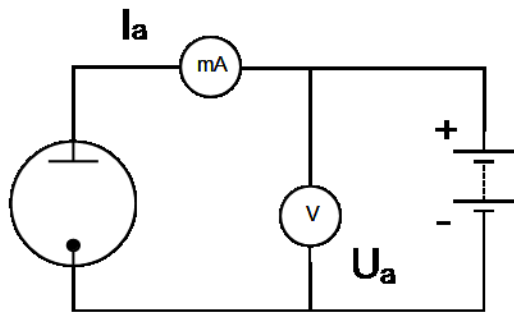
# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T25. Die Elektronenröhre – Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung

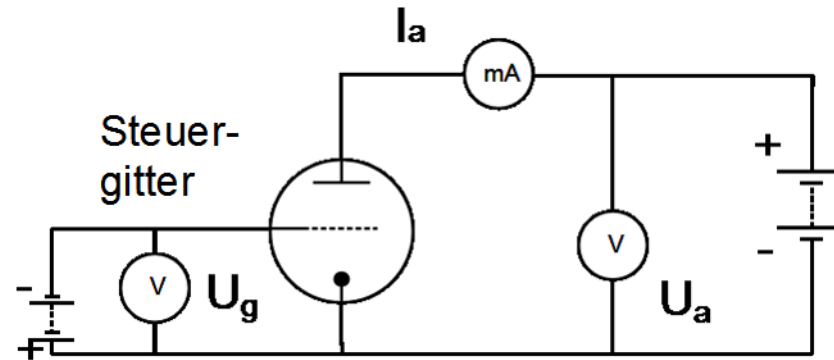
### Diode

Anode



Kathode

### Triode





## T26. Arten von Gleichrichterschaltungen – Wirkungsweise ▶

Einweg Gleichrichter: Es wird nur eine Halbwelle der Wechselspannung verwendet.

Hohe Restwelligkeit, 50Hz

Doppelweg Gleichrichter: Es werden beide Halbwellen der Wechselspannung verwendet. „Mittelanzapfung“ beim Trafo nötig!

Geringere 100Hz Restwelligkeit.

Vollweg- oder Brückengleichrichter: Beide Halbwellen werden verwendet, zudem ist nur eine Trafowicklung notwendig.

Geringere 100Hz Restwelligkeit.

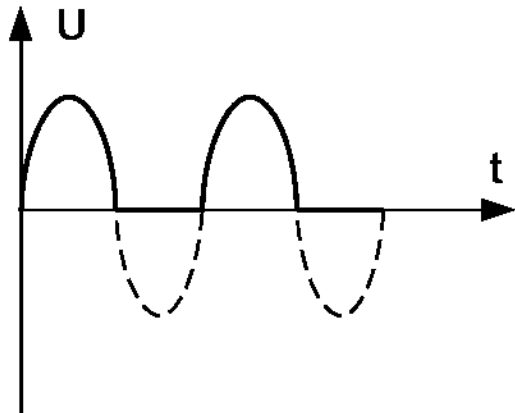
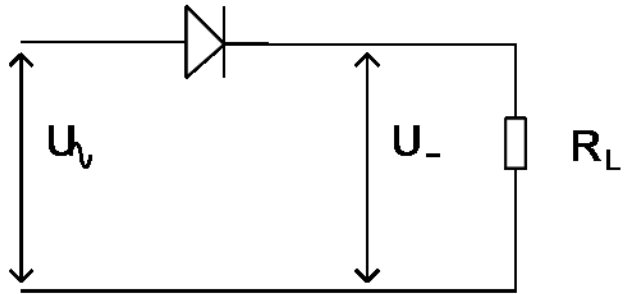


# Technik

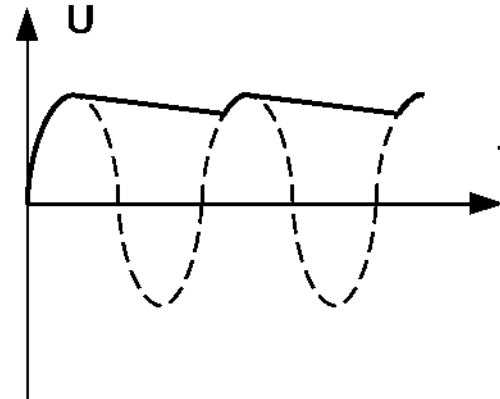
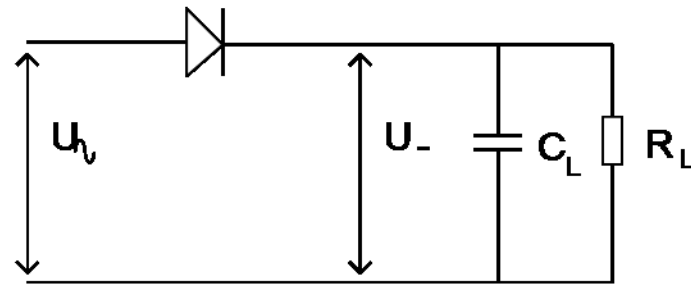
Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T26. Arten von Gleichrichterschaltungen – Wirkungsweise

Einweggleichrichtung ohne



und mit Ladekondensator

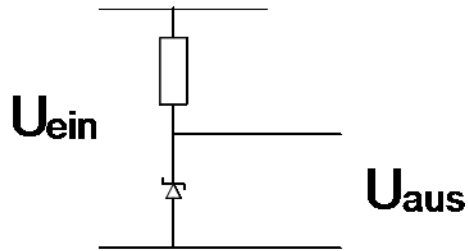




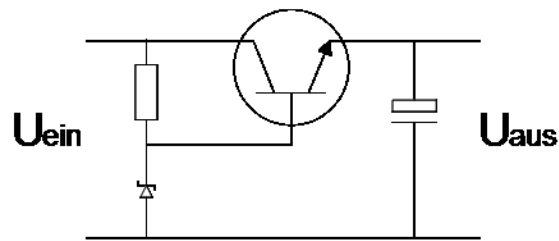
# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T27. Stabilisatorschaltungen

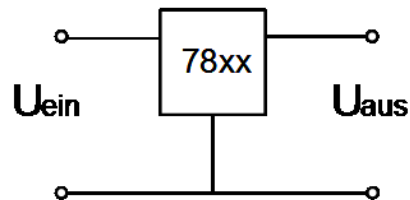


Mit einer Zenerdiode und einem Vorwiderstand zur Begrenzung des Stroms kann eine einfache Spannungsstabilisierung aufgebaut werden.



Ergänzt man die Schaltung um einen Längs-Transistor, erhöht sich der entnehmbare Strom und das Regelverhalten wird verbessert.

Die Ausgangsspannung ist um die B-E-Spannung kleiner als die Nennspannung der Zenerdiode



Festspannungsregler sind als fertig integrierte Schaltungen erhältlich.



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T28. Hochspannungsnetzteil, Aufbau, Dimensionierung u. Schutzmaßnahmen

Zur Erzielung hoher Spannungen wird bei der Gleichrichtung oft Spannungsverdoppelung verwendet.

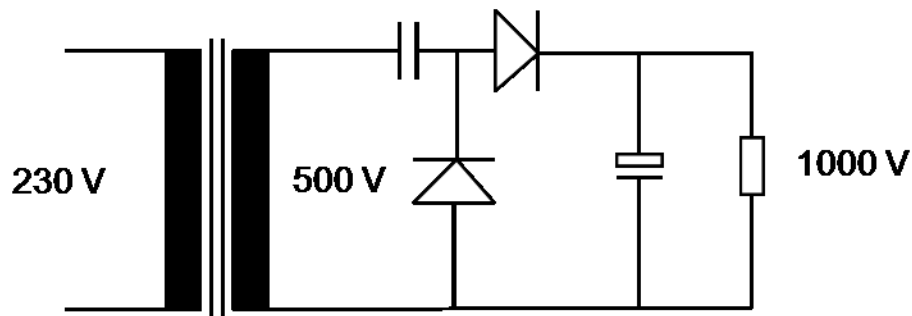
Gleichspannungen im Bereich von 1000 Volt und mehr sind absolut lebensgefährlich!

Bereits ab 42 V sind Schutzmaßnahmen erforderlich.

Deshalb ist bei Hochspannung perfekter Berührungsschutz zwingend vorgeschrieben. Dieser wird erreicht durch geschlossenen Hochspannungskäfig mit Deckelschalter, Entladewiderstände über die Elkos.

Vor jedem Eingriff in ein Hochspannungsnetzteil ist der Netzstecker zu ziehen und einige Minuten zum Entladen der Elkos abzuwarten.

Stromversorgung mit Spannungsverdopplung





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

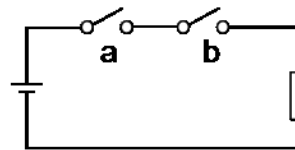
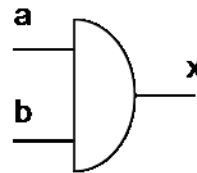
## T29. Welche Arten von digitalen Bauteilen kennen Sie? – Wirkungsweise

Es gibt **statische Digitalbausteine** (sogenannte **Gatter**) und **dynamische Digitalbausteine**, z.B.: sind die **Kippstufen (Flip Flop)**, welche zur Frequenzteilung/-zählung verwendet werden. Sie bestehen aus Dioden, Transistoren und Widerständen in miniaturisierter Form auf einem gemeinsamen Substrat.

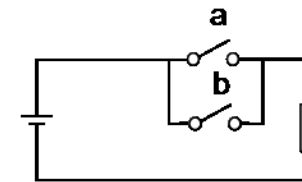
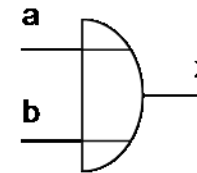
Wahrheitstabelle für Gatter:

Typ	Symbol	Schaltfunktion	Funktionstabelle		
			Eingang		Ausgang
			A	B	X
AND		$X=A*B$	0	0	0
			0	1	0
			1	0	0
			1	1	1
OR		$X=A+B$	0	0	0
			0	1	1
			1	0	1
			1	1	1
NOT		$X=\bar{A}$	0	-	1
			1	-	0
NAND		$X=\overline{A*B}$	0	0	1
			0	1	1
			1	0	1
			1	1	0
NOR		$X=\overline{A+B}$	0	0	1
			0	1	0
			1	0	0
			1	1	0
XOR		$X=\bar{A}B+A\bar{B}$	0	0	0
			0	1	1
			1	0	1
			1	1	0

UND



ODER



Digitale Bausteine kennen nur logische Eingangs- und Ausgangszustände (0 oder 1) aber keine Zwischenwerte.

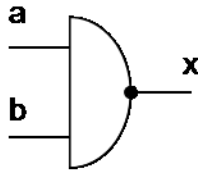


# Technik

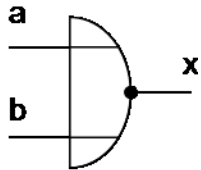
Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T30. Was sind elektronische Gatter ? – Wirkungsweise

Gatter sind logische Digitalbauelemente, die nur 2 Zustände kennen, wie z.B. low oder high, aktiv oder passiv, 0 oder 1. Es gibt AND, NAND, OR, NOR und Inverter



**NAND-Gatter:** Wenn beide Eingänge „1“ sind, ist der Ausgang „0“



**NOR-Gatter:** Wenn mindestens ein Eingang „1“ ist, ist der Ausgang „0“



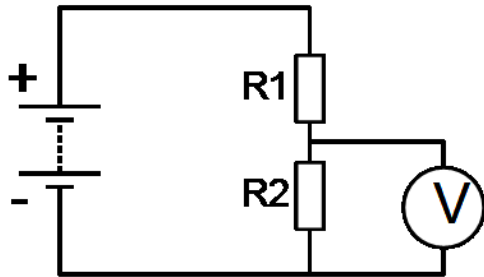
# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T31. Messung von Spannung und Strom am Beispiel eines vorgegebenen Stromkreises

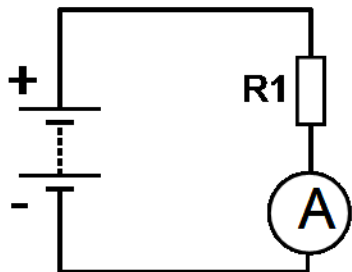
Spannung wird mit einem Voltmeter parallel zum interessierenden Schaltungsteil gemessen.

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



Spannungsmessung mit Voltmeter V, das den Spannungsabfall an  $R_2$  misst

Innenwiderstand des Spannungsmessers soll möglichst hoch sein um den Meßwert nicht zu verfälschen!



Strommessung mit Amperemeter A, das den Strom durch  $R_1$  misst

Innenwiderstand des Strommessers soll möglichst gering sein!



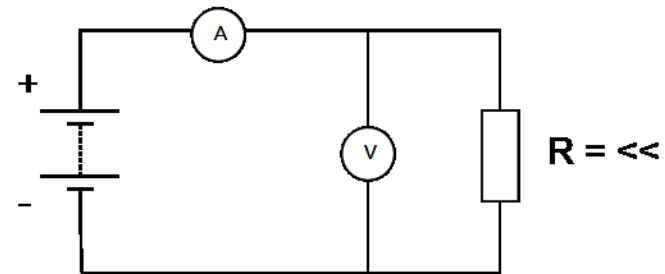


# Technik

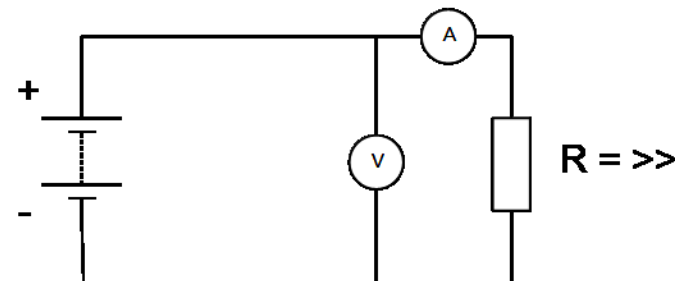
Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T31. Messung von Spannung und Strom gleichzeitig

Wenn der Lastwiderstand klein ist, fließt ein hoher Strom. Dadurch bleibt der Meßfehler durch den Strom, der durch das Spannungsmessgerät fließt, klein.



Wenn der Lastwiderstand groß ist, fließt ein geringer Strom. Dadurch bleibt der Meßfehler durch den Spannungsabfall am Strommessgerät, klein.





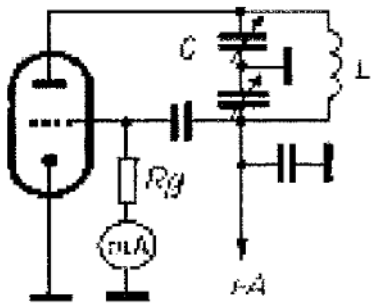
# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

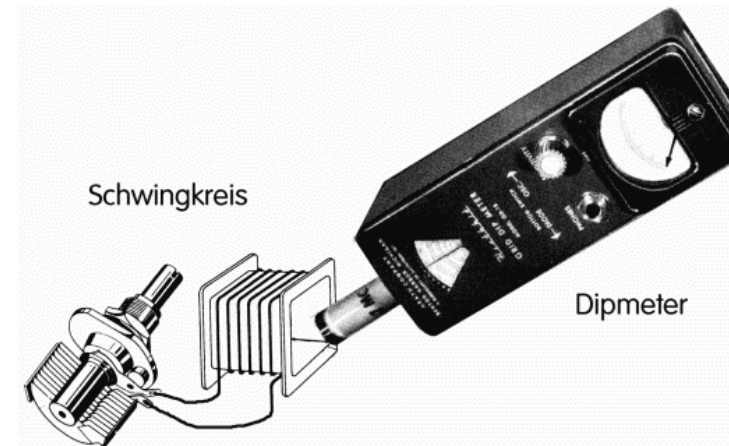
## T32. Erklären Sie die prinzipielle Wirkungsweise eines Griddipmeters

Der Schwingkreis eines Transistor- oder Röhrenoszillators (Griddipmeter) wird einem unbekanntem Schwingkreis genähert.

Wenn die beiden Resonanzfrequenzen übereinstimmen, wird dem Oszillator im Dip-Meter Energie entzogen. Das kann an einem Messinstrument 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.

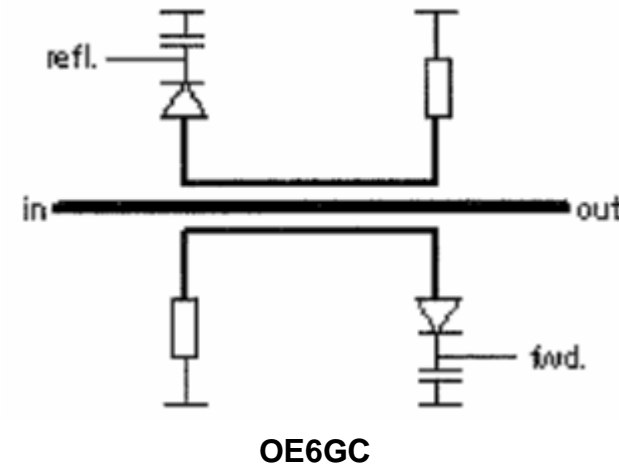
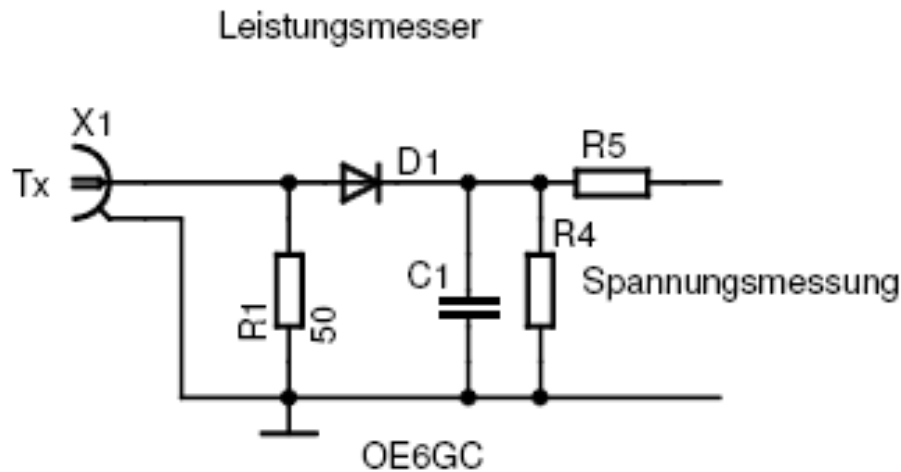




## T33. Erklären Sie die Funktionsweise eines HF-Wattmeters

Entweder direkt oder über einen Richtkoppler wird die HF einem Diodengleichrichter zugeführt. Damit wird praktisch eine Spannungsmessung vorgenommen, aber bei konstantem Abschlusswiderstand kann die Skala des Messwerks direkt in Watt kalibriert werden.

Schaltbild SWR-Meter,  
beinhaltet Leistungsmesser für  
fwd. u. refl. Welle





# Technik

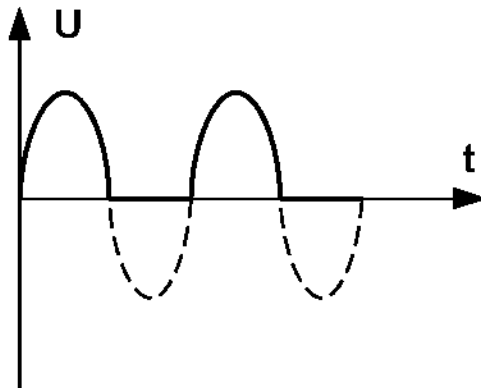
Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T34. Erklären Sie die Funktionsweise eines Oszillografen (Oszilloskop)

Über eine Kathodenstrahlröhre können Wechselspannungen in ihrem zeitlichen Verlauf dargestellt und gemessen werden (horizontal: Zeit, vertikal: Spannung/Amplitude).

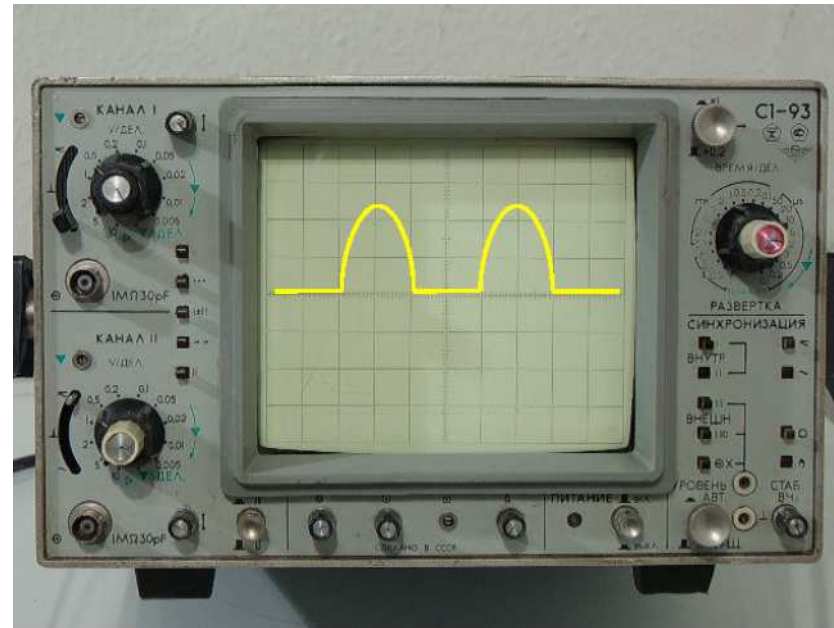
Bei einem Oszilloskop wird ein Kathodenstrahl in einer Röhre ständig von einer Seite zur anderen abgelenkt und (abgedunkelt) wieder an die Anfangsseite zurückgeführt. Die Frequenz, mit der dies erfolgt, kann eingestellt und damit an die Frequenz des darzustellenden Signals angepasst werden.

Das Eingangssignal wird verstärkt und damit der Kathodenstrahl in senkrechter Richtung abgelenkt. Damit kann der zeitliche Verlauf der Eingangsspannung dargestellt werden.



Dargestellt wird:

- Amplitude
- Frequenz
- Kurvenform





# Technik

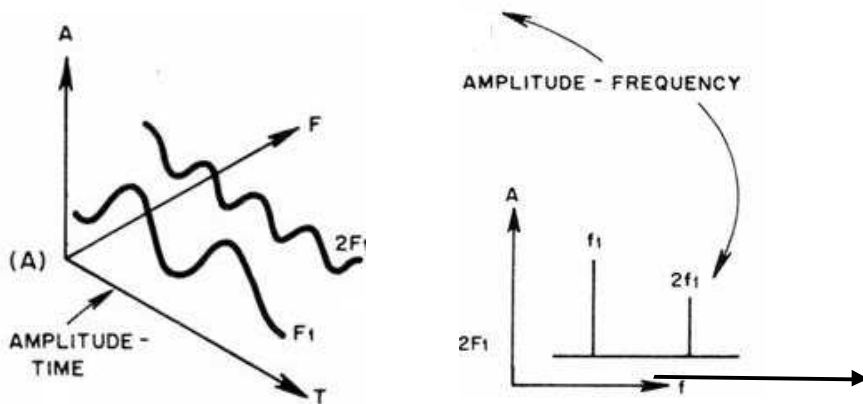
Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T35. Erklären Sie die Funktionsweise eines Spektrumanalysators.

Über eine Kathodenstrahlröhre können Frequenzen in einem Frequenzbereich dargestellt und gemessen werden (horizontal: Frequenz, vertikal: Amplitude).

Auf dem Bildschirm ist ein bestimmter Frequenzbereich zu sehen. Ist in diesem Frequenzbereich ein Signal vorhanden, wird dies durch eine der Amplitude entsprechende Auslenkung des Strahls dargestellt.

Damit lassen sich ein Frequenzbereich, das Nutzsignal und ev. Nebenaussendungen optisch darstellen.



Quelle: DJ4UF





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T51. Erklären Sie den Begriff Modulation (analoge und digitale Verfahren).

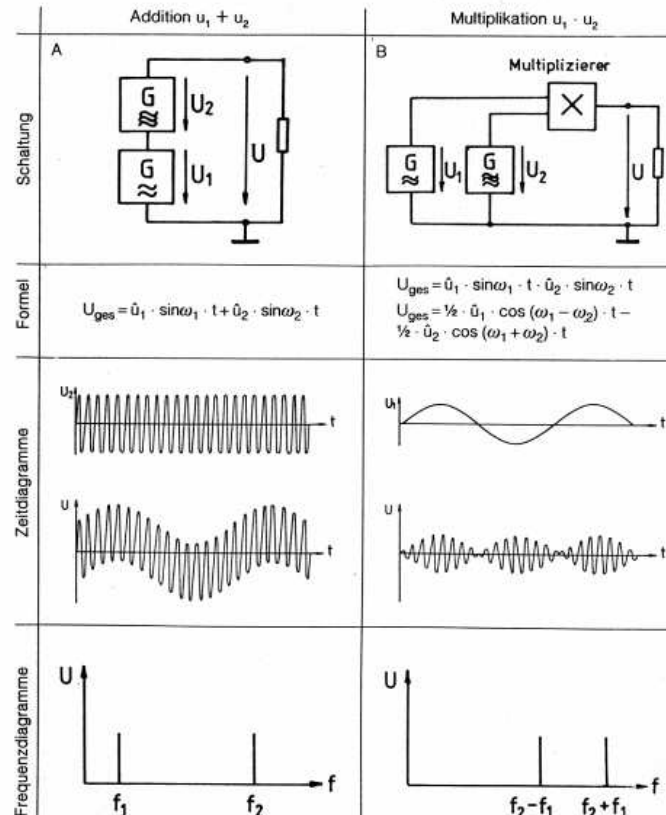
Modulation ist der Vorgang, bei dem einem hochfrequenten Träger ein niederfrequentes Signal aufgeprägt wird.

Wenn das niederfrequente Signal jeden Zwischenwert zwischen höchstem und niedrigstem Pegel annehmen kann, spricht man von analoger Modulation (Sprache, Musik).

Wenn das niederfrequente Signal nur 2 Zustände (digital) kennt, spricht man von digitaler Modulation (Fernschreiben, Datenübertragung).

Addition:

Multiplikation:

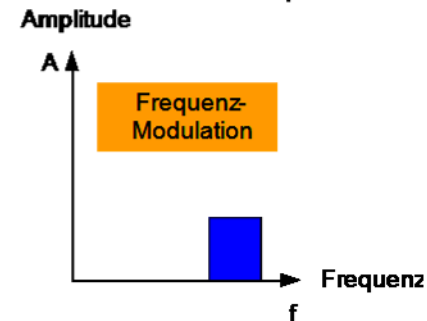
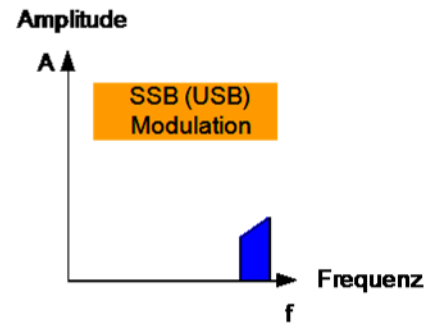
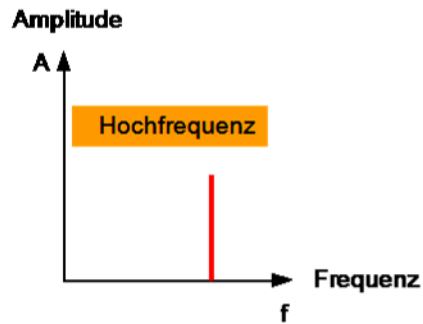
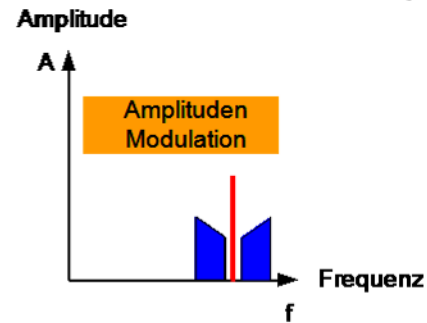
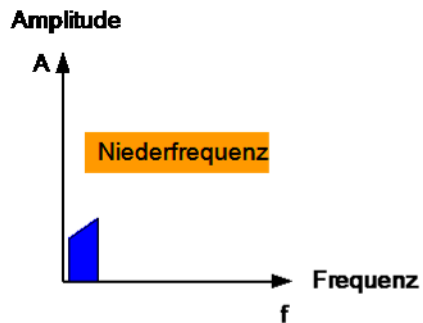




# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T51. Erklären Sie den Begriff Modulation (analoge und digitale Verfahren).



### Frequenzspektren:

#### Bei AM:

Träger und beide Seitenbänder

#### Bei SSB:

Träger und ein Seitenband unterdrückt, nur ein Seitenband

#### Bei FM:

Träger schwankt um die „Träger-Frequenz“ im Takt der Niederfrequenz.



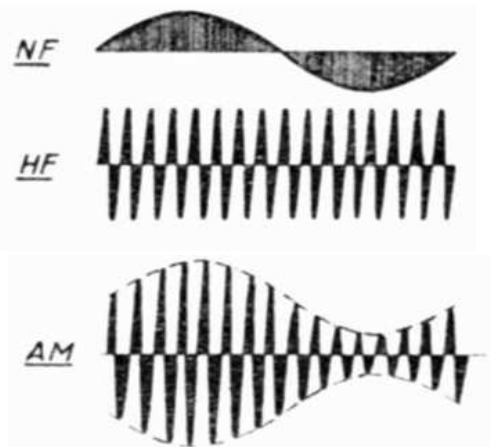
# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T50. Prinzip und Kenngrößen der Amplitudenmodulation.

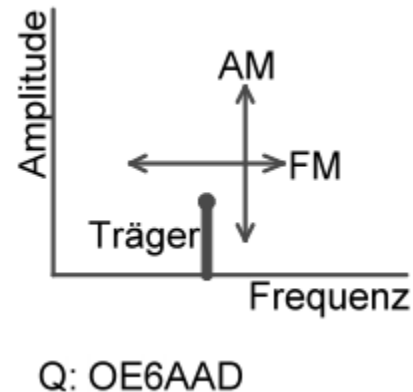
Das Modulationssignal verändert die Ausgangsleistung des Senders (Amplitude). Kenngröße ist der **Modulationsgrad** von 0 bis 100 %. Die Lautstärke des Modulationssignals ergibt die Amplitude des HF-Trägers. Die Frequenz des Modulationssignals ergibt die Bandbreite der Seitenbänder. Wird der Modulationsgrad von 100% überschritten (übermoduliert), dann kommt es zu Verzerrungen der ausgesendeten Signale. Amateurfunk auf KW jedoch praktisch nur mehr in SSB wegen besserer Leistungs- und Frequenznutzung!

### AM (Flugfunk):

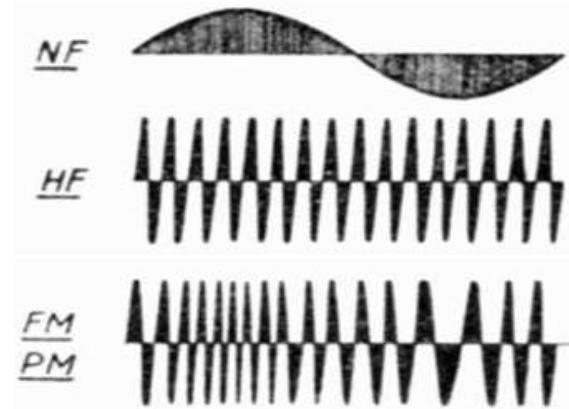


AM: Lautstärke liegt in der Amplitudenänderung des Trägers!

### leicht zu merken:



### Vergleich mit FM (UKW Rundfunk):



FM: Lautstärke liegt in der Frequenzauslenkung des Trägers!





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

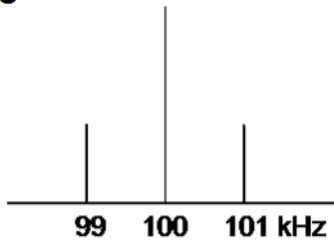
## T45. Prinzip, Arten und Kenngrößen der Einseitenbandmodulation.

Ausgehend von einer Amplitudenmodulation (AM) werden der Träger und ein Seitenband unterdrückt. Das Ergebnis heißt „Einseitenbandmodulation = SSB (single side band).“

### Kenngrößen:

- Trägerunterdrückung,
- Unterdrückung unerwünschtes Seitenband,
- Spitzenausgangsleistung.

Der Vorteil der Einseitenbandmodulation liegt in der weit günstigeren Leistungsausbeute und der geringeren belegten Bandbreite, wodurch sich auch gleichzeitig eine geringere Störanfälligkeit ergibt.



Wir sehen, dass im Träger 50% der gesamten Sendeenergie steckt und in jedem Seitenband nur 25% enthalten sind. Wenn es also gelingt, den Träger und ein Seitenband zu unterdrücken, steigt die Sendeleistung für das erwünschte Seitenband auf das 4-fache. Dieses Verfahren wurde von Funkamateuren entwickelt und ist heute weltweit im Einsatz, auch bei kommerziellen Sendestationen.

Es gibt 2 Verfahren, ein Einseitenbandsignal zu erzeugen:

- Die Filtermethode
- Die Phasenmethode

Bei der Filtermethode wird nur ein Seitenband mittels Quarzfilter durchgelassen.

Bei der Phasenmethode wird das SSB-Signal über Phasenschieber-Netzwerke erzeugt. Q: OE6GC



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T49. Prinzip und Kenngrößen der Frequenzmodulation.

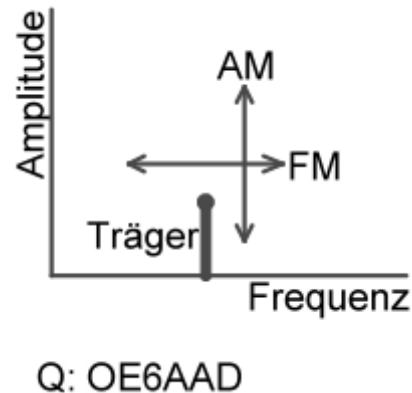
Das Modulationssignal verändert die Grundfrequenz des Sende-Oszillators. Kenngrößen sind **Frequenzhub** in kHz und **Modulationsindex** (Verhältnis „Frequenzhub“ zu „Modulationsfrequenz“). Die Lautstärke des Modulationssignals ergibt die Weite der Ablenkung von der Trägerfrequenz. Typisch für Amateurfunkgeräte ist ein Frequenzhub von 5 kHz. FM wird auf 2m und 70cm eingesetzt.

### FM (UKW Rundfunk):

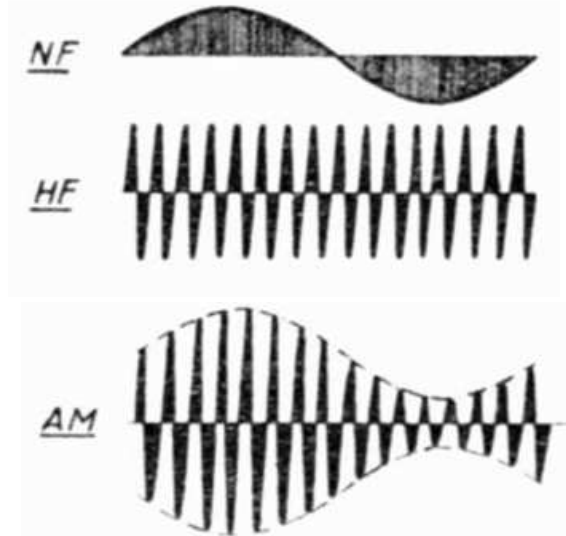


FM: Lautstärke liegt in der Frequenzauslenkung des Trägers!

### leicht zu merken:



### Vergleich mit AM (Flugfunk):



AM: Lautstärke liegt in der Amplitudenänderung des Trägers!



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

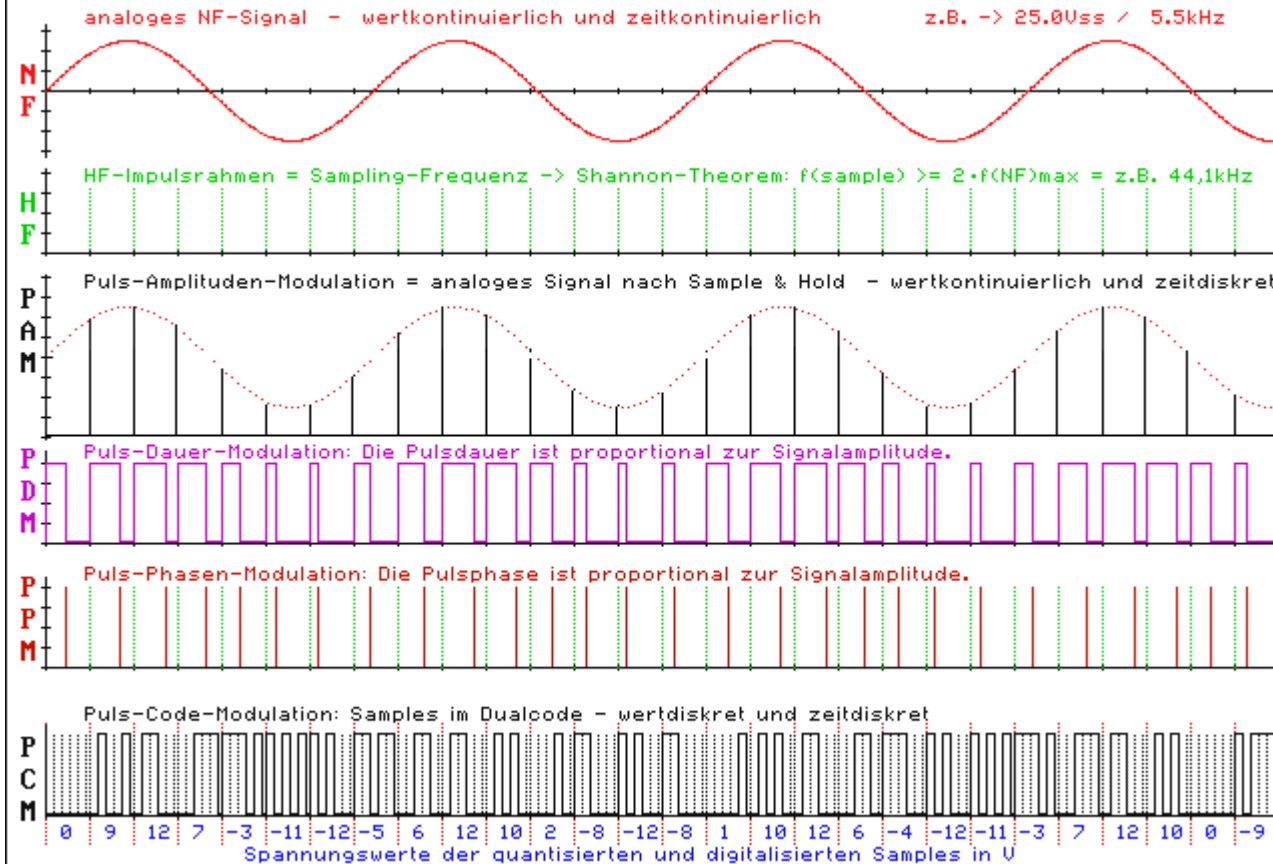
## T46. Prinzip, Arten und Kenngrößen der Pulsmodulation.

PAM = Pulsamplitudenmodulation,  
PDM = Pulsdauer Modulation,  
PFM = Pulsfrequenzmodulation.  
**PCM** = Pulsmodulation  
u. weitere

Bei der Pulsmodulation werden einzelne Impulse gesendet. Die Information liegt in der Höhe (Amplitude), der Dauer, der Lage usw. der Impulse. Bei der PCM wird der zu übertragende Wert der Niederfrequenz (Amplitude) digital codiert gesendet.

**Kenngrößen** sind Pulsamplitude, -dauer, -phasen/frequenzhub, bzw. Codierung d. quantisierten Samples.

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



Q: <http://www.didactronic.de/>



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T47. Erklären Sie die wichtigsten Anwendungen der digitalen Modulationsverfahren.

FSK: Frequenzumtastung z.B. für RTTY, Packet Radio

PSK: Phasenumtastung mit 2 oder 4 möglichen Zuständen z.B. für PSK 31,

QAM: Quadratur - Amplitudenmodulation. Eine Kombination von Amplituden- und Phasenmodulation, z.B. für digitales Fernsehen, Datenübertragung

FSK: Frequenzumtastung, (frequency shift keying) eine Art der Frequenzmodulation. Der Träger wird zwischen 2 fix definierten Frequenzen hin und her getastet.

PSK: Phasenumtastung, (phase shift keying) eine Art Phasenmodulation. 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.

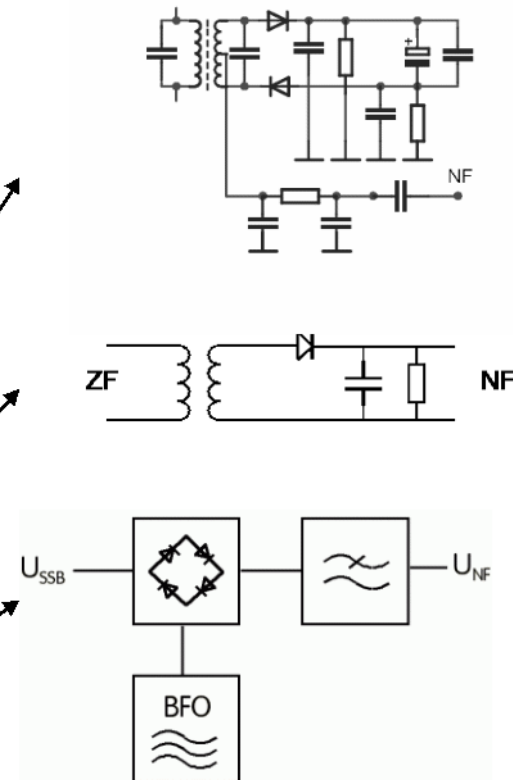
QAM: Quadratur Amplitudenmodulation, dabei wird der Träger sowohl in der Amplitude, als auch in der Phase moduliert. So können noch mehr Informationen pro HF-Schwingung übertragen werden.

## T36. Erklären Sie den Begriff Demodulation

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

Der **Demodulator** ist eine Baugruppe, die der Wiedergewinnung der niederfrequenten Sprachmodulation aus dem hochfrequenten Signal dient. Je nach verwendeter Modulationsart muss der Demodulator ganz unterschiedlich aufgebaut sein:

- **Frequenzmodulation:** Ratiodetektor, Quadraturdemodulator
- **Amplitudenmodulation:** Diodendemodulator, Synchrondetektor
- **Einseitenband Modulation:** Produktdetektor



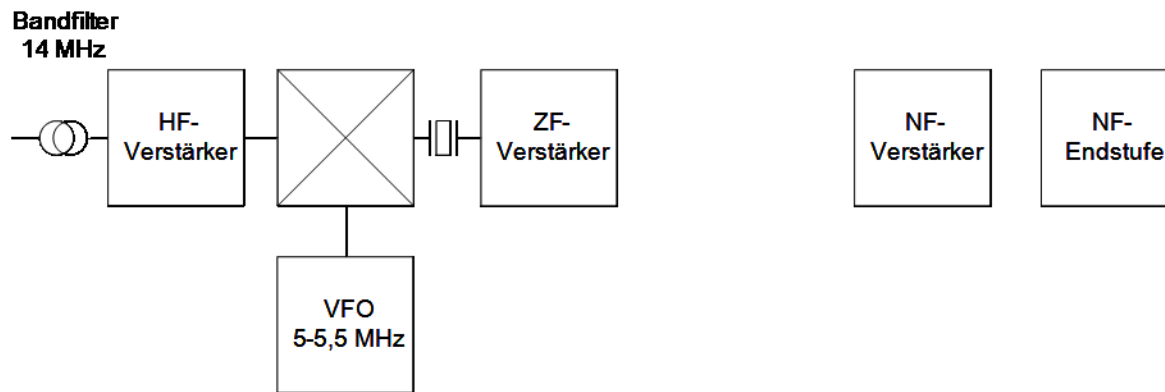
Q: OE6GC



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T37. Zeichnen Sie das Blockschaltbild eines Überlagerungsempfängers



Über die Antenne gelangen alle Empfangsfrequenzen zum Bandpass-Filter, das das gewünschte Frequenzband herausfiltert. Nach Verstärkung wird das Empfangssignal mit dem VFO-Signal gemischt. Aus den Mischprodukten (Summe und Differenz) wird durch das ZF-Filter (Quarz-Filter) die gewünschte Empfangsfrequenz (ZF – Zwischenfrequenz) herausgefiltert und verstärkt.

Im Produkt-detektor erfolgt eine weitere Mischung mit dem BFO-Signal um dem SSB ZF-Signal den fehlenden Träger wieder zuzusetzen. Das entstehende AM-Signal wird demoduliert und das NF-Signal wird verstärkt und dem Lautsprecher zugeführt..

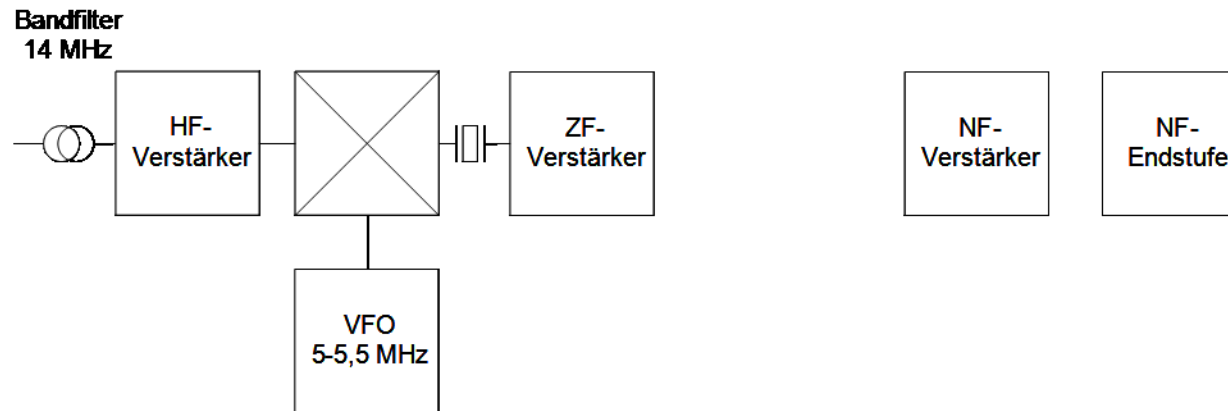
Q: OE6GC



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T37. Zeichnen Sie das Blockschaltbild eines Überlagerungsempfängers



Aus dem NF-Signal wird die Regelspannung (AGC) erzeugt und dem HF und ZF-Verstärker 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.

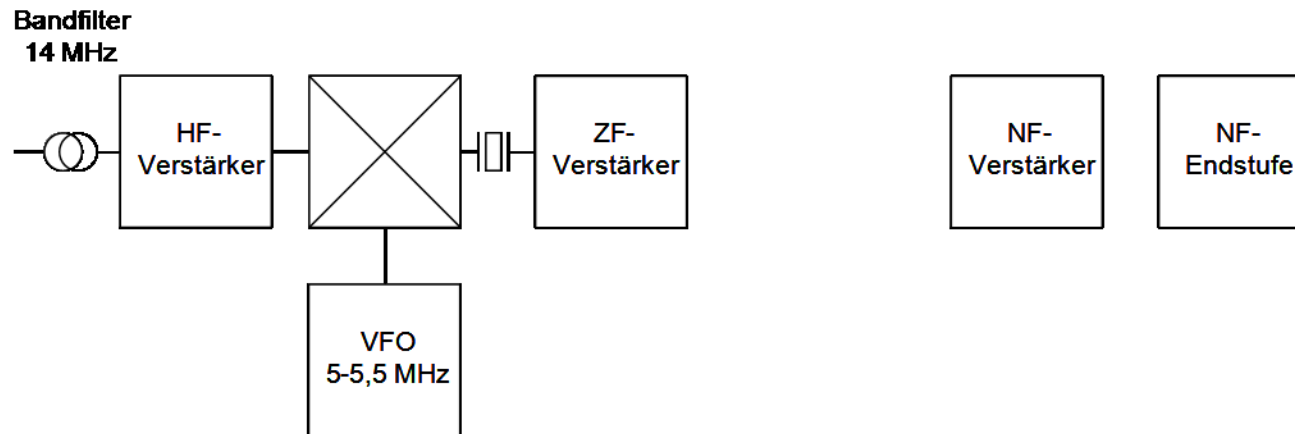
Q: OE6GC



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T38. Was verstehen Sie unter Spiegelfrequenz und Zwischenfrequenz?



Bei der Mischung mit der VFO-Frequenz entstehen die Summe und die Differenz der beiden Frequenzen. In diesem Beispiel ist nur die Differenz erwünscht ( $14 \text{ MHz} - 5 \text{ MHz VFO} = 9 \text{ MHz ZF}$ ). Bei einem Eingangssignal von 4 MHz entsteht im Mischer als Summe ( $4 \text{ MHz} + 5 \text{ MHz} = 9 \text{ MHz ZF}$ ) ebenfalls die ZF-Frequenz, die vom ZF-Filter durchgelassen wird.

Diese „**Spiegelfrequenz**“ kann nur durch ein entsprechendes Bandpass Filter im Eingang unterdrückt werden, welches nur die Empfangsfrequenz ungehindert passieren lässt.

Q: OE6GC





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## T38. Ergänzende Empfängerbegriffe:

### **AGC:**

„automatic gain control“ (automatische Verstärkungsregelung)

Eine aus dem Ausgangssignal des Empfängers gewonnene Gleichspannung wird zur Regelung der Verstärkung in den HF- und ZF-Verstärkern genutzt, so dass schwache Signale stärker verstärkt werden als Starke. Da das Signal proportional der Empfangsfeldstärke ist, wird es auch zur Anzeige des „S-Werts“ genutzt.

### **AFC:**

„automatic frequency control“ (automatische Frequenz-Regelung)

Aus dem FM-Demodulator wird eine „Nachstimmspannung“ gewonnen, die über die Kapazitätsdiode des VCO zur Nachstimmung der Oszillator-Frequenz genutzt wird. Damit werden Schwankungen der Empfangsfrequenz (Doppler-Effekte, thermische Einflüsse, ...) ausgeglichen.

### **Squelch:**

„Rauschsperr“, unterdrückt das „Rauschen“ bei FM-Empfängern, wenn kein HF-Signal empfangen wird. NF wird „stumm“ geschaltet, wenn das Eingangssignal unter einem gewissen Pegel (einstellbar am Gerät) liegt.

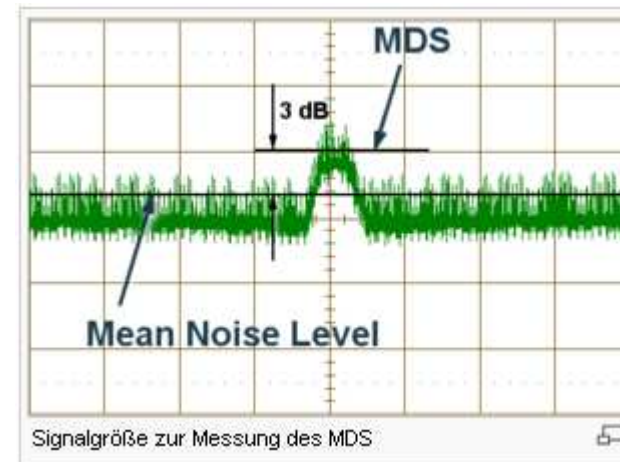


# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T39. Erklären Sie die Kenngrößen eines Empfängers – Empfindlichkeit, intermodulationsfreier Bereich, Eigenrauschen.

- **Empfindlichkeit** ist die Fähigkeit eines Empfängers ein kleinstes Signal mit einem Signal / Rauschabstand von 3dB (Minimum Detectable Signal, MDS) oder 10 dB zu empfangen.
  - > Üblich im AFU besser  $0,2\mu\text{V}$  oder  $-130\text{dBm}$  für 10dB S/N
- Die zwei größten gleich starken Signale, die ein Empfänger verkraften kann, ohne zu übersteuern ergibt den **intermodulationsfreien Bereich**.
  - > Gute Empfänger haben einen intermodulationsfreien Dynamikbereich von mindestens 90 dB.
- Das **Eigenrauschen** bestimmt den Eingangsspiegel unter dem normalerweise kein Empfang möglich ist (Rauschflur).





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

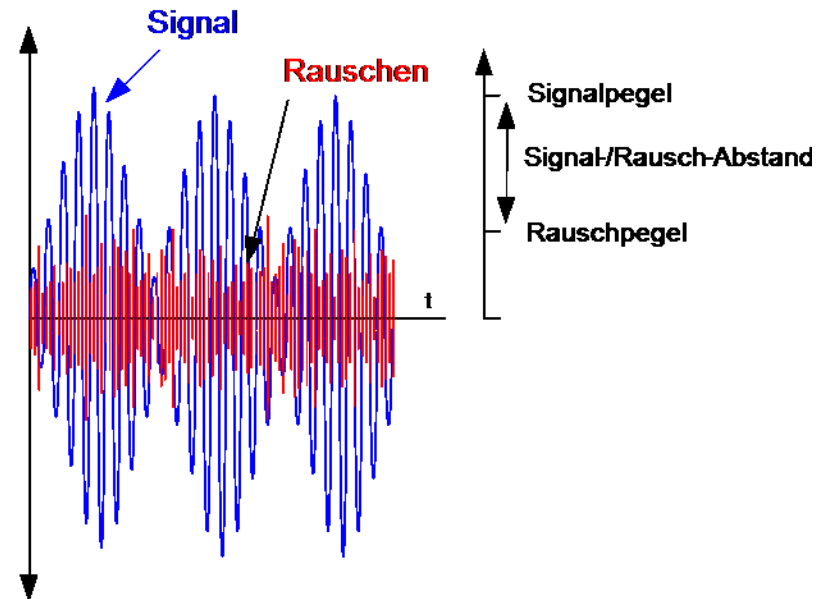
## T40. Erklären Sie den Begriff des Rauschens – Auswirkungen auf den Empfang

Durch unregelmäßige Elektronenbewegungen entsteht in jedem Bauteil ein Rauschen. Je kleiner dieses Rauschen gehalten werden kann, desto schwächere Signale kann der Empfänger noch aufnehmen.

Alle durch die Bauteile innerhalb eines Gerätes zusammenwirkenden Rauschquellen ergeben das „**Eigenrauschen**“, das nur durch Verwendung rauscharmer Bauteile oder Kühlung verringert werden kann.

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.



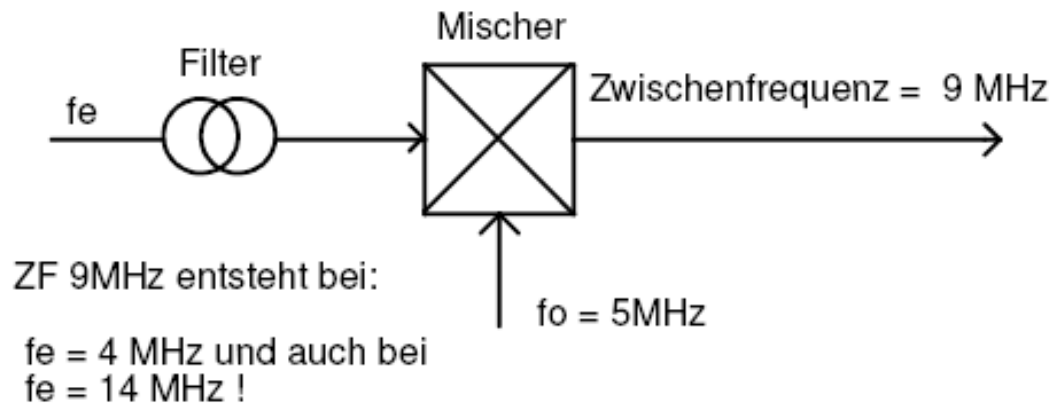


# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T41. Mischer in Empfängern – Funktionsweise und mögliche technische Probleme.

Der Mischer mischt die Empfangsfrequenz mit einem im Gerät befindlichen Oszillator (VFO). Dadurch entstehen die Summe und die Differenz der beiden Frequenzen. Falls die unerwünschte Spiegelfrequenz 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

Siehe auch Frage T38



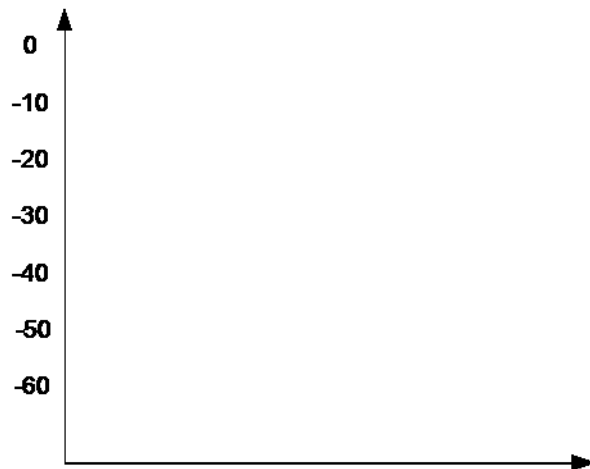
# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T42. Nichtlineare Verzerrungen – Ursachen und Auswirkungen

Nichtlineare Verzerrungen = Intermodulation (Kreuzmodulation). Falls durch starke Signale im Empfangszweig eine Stufe in den nichtlinearen Kennlinienteil angesteuert wird, entstehen scheinbar weitere Signale, die am Eingang gar nicht vorhanden sind (Geistersignale).

In einem solchen Fall kann eine Vorstufe des Empfängers durch zwei oder mehrere starke anliegende unerwünschte Signale diese in den Empfangsbereich des Empfängers als Störungen „hineinmischen“.



Eine Verbesserung ist durch Einschaltung eines Abschwächers vor dem Empfänger zu erzielen:





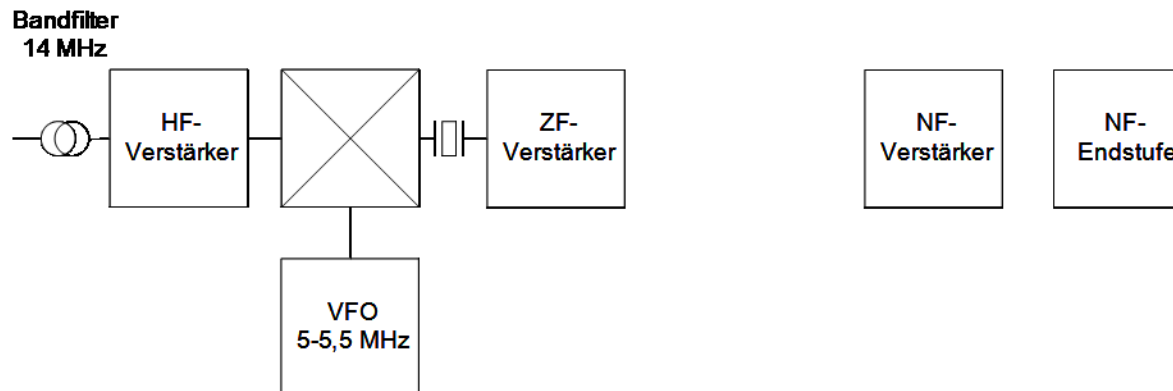
# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T43. Empfängerstörstrahlung – Ursachen und Auswirkungen.

Jeder Oszillator (VFO, BFO, ...) ist ein Sender kleiner Leistung. Dieser muss vom Antenneneingang so gut entkoppelt werden, dass die Oszillatorleistung auf keinen Fall über die Antenne abgestrahlt werden kann.

Diese Entkopplung erfolgt durch HF-Vorverstärker, aktive Mischer und Bandfilter, welche nur das gewünschte Empfangssignal durchlassen, das Oszillatorsignal jedoch unterdrücken. Die Messung der Empfängerstörstrahlung erfolgt mit einem Spektrumanalysator am Antenneneingang oder mit einer Hilfsantenne am Spektrumanalysator mit welcher direkte Abstrahlung lokalisiert werden kann.



Q: OE6GC



# Technik

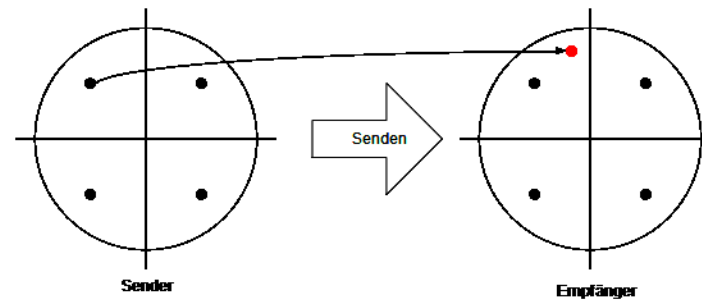
Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T48. Erklären Sie die Begriffe CRC und FEC.

CRC: Cyclic Redundancy Check. In einer Digitalaussendung wird eine binäre Prüfsumme für die Daten errechnet und mitgesendet. Im Empfänger wird diese neu errechnet und mit der empfangenen verglichen. Stimmt diese nicht überein, fordert der Empfänger eine Wiederholung des Datenpaketes an (ARQ – automatic repeat request).

FEC: Forward Error Correction. Bereits bei der Aussendung werden redundante Informationen mitgesendet, die eine fehlerfreie Decodierung bzw. die Korrektur von Übertragungsfehlern beim Empfänger ermöglichen.

Fehler-Erkennung durch Modulationsverfahren:  
Empfänger erkennt auf Grund der verschobenen Phase und Amplitude den Fehler





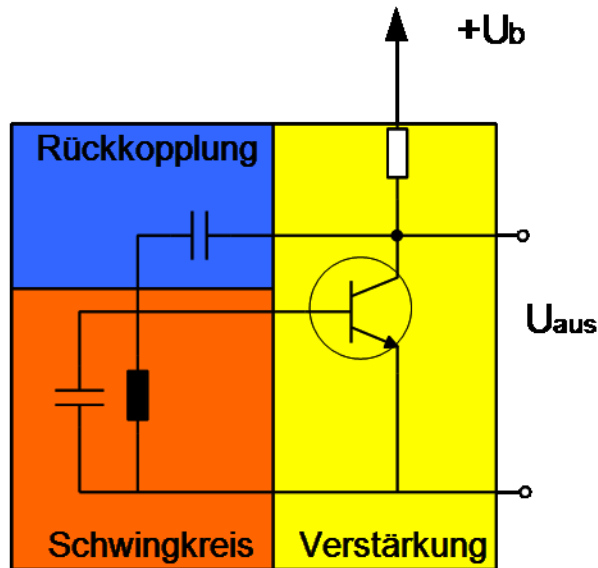
# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T52. Oszillatoren – Grundprinzip, Arten. ▶

Ein Oszillator benötigt ein frequenzbestimmendes Bauteil, meist einen Schwingkreis (oder einen Quarz) und einen Verstärker, der mit **phasenrichtiger** Rückkopplung einen Teil des verstärkten Signals in den Verstärkereingang zurückführt.

Prinzipschaltung!



Nach dem Einschalten beginnt der Schwingkreis zu schwingen, die Verstärkerstufe verstärkt dieses Signal und ein Teil dieses Signals wird dem Schwingkreis zur Kompensation der Verluste (Schwingkreis-Güte) über die Rückkopplung wieder zugeführt.

Wird anstelle eines Schwingkreises ein Quarz mit seiner wesentlich höheren Güte und Temperaturstabilität eingesetzt, bekommt man wesentlich stabilere Oszillatorfrequenzen.



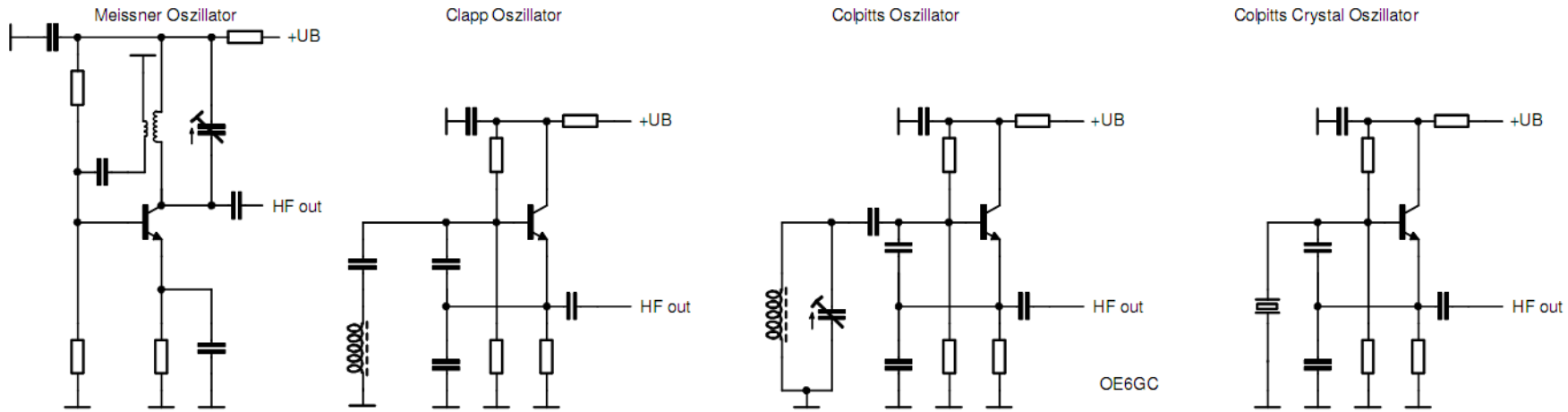


# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T52. Oszillatoren – Grundprinzip, Arten.

Bekannte Oszillatorarten sind: Meißner, Clapp, Hartley, Colpitts, Huth-Kühn



Q: OE6GC



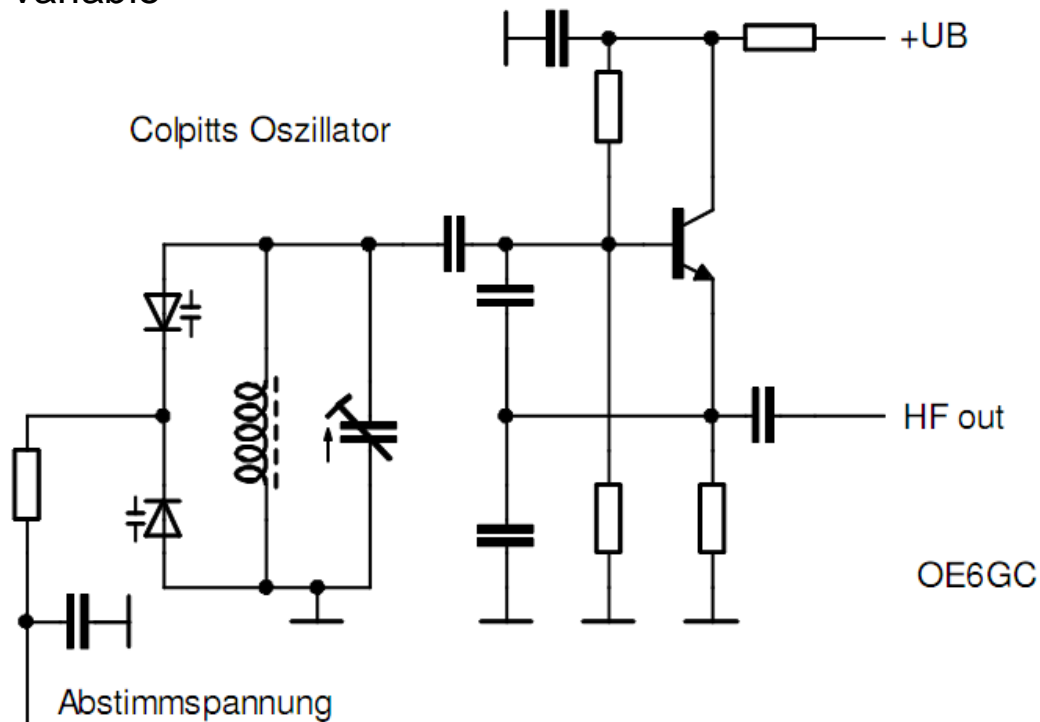
## T53. Erklären Sie den Begriff VCO.

VCO = voltage controlled oscillator = spannungsgesteuerter Oszillator

Dem frequenzbestimmenden LC-Glied eines Oszillators wird eine Kapazitätsdiode parallel geschaltet. An diese Diode wird eine variable Gleichspannung angeschlossen.

Bei jeder Diode verhält sich die Sperrschicht wie ein Kondensator. Je höher die Spannung in Sperr-Richtung ist, desto geringer ist die Kapazität (Sperrschicht wird dicker, „Plattenabstand“ größer).

Damit verändert die Kapazitätsdiode je nach angelegter Spannung ihre Kapazität, und auch die Ausgangsfrequenz des Oszillators wird entsprechend verändert.





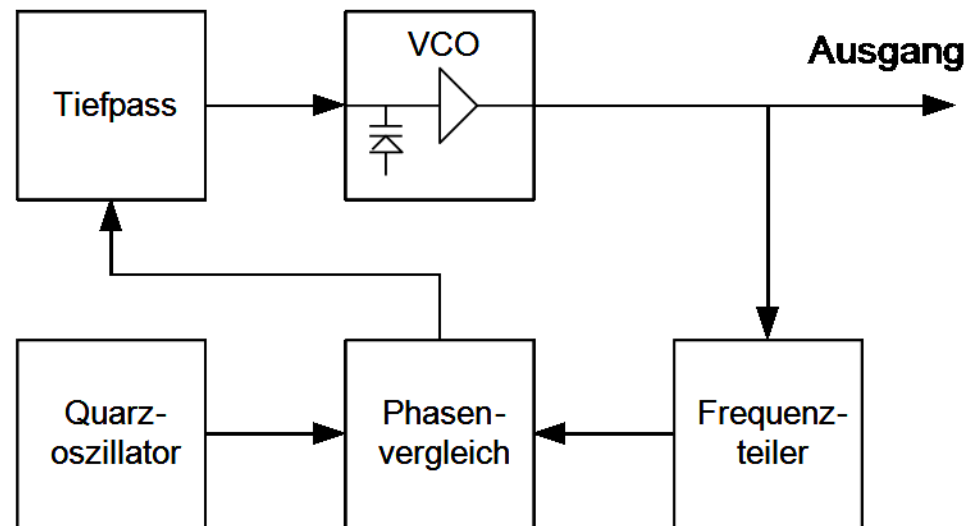
## T54. Erklären Sie den Begriff PLL.

PLL = phase locked loop = phasenverriegelte Schleife

Die Ausgangsfrequenz eines VCO wird über einen Frequenzteiler einem Phasenvergleicher zugeführt. Die Referenzfrequenz des Vergleichers bildet meist ein Quarzoszillator. Am Ausgang steht eine veränderliche Gleichspannung zur Verfügung, die die Kapazitätsdiode des Oszillators steuert. Somit entsteht ein geschlossener Regelkreis, der die Oszillatorfrequenz stets auf den Sollwert nachstimmt.

Als Ergebnis bekommt man ein quarzstabiles Signal auf wesentlich höheren Frequenzen, als man es mit Quarzen erzeugen könnte.

Durch Ändern des Teilungsverhältnisses des Frequenzteilers kann die PLL auf die gewünschte Frequenz abgestimmt werden.



Q: OE6GC



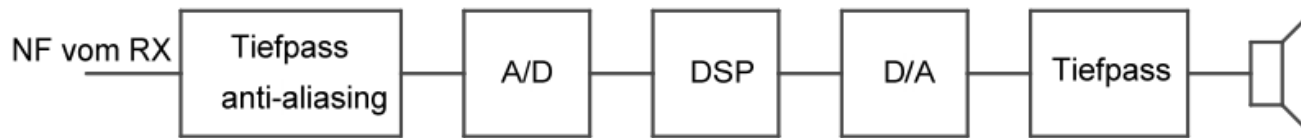
# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T55. Erklären Sie den Begriff DSP (Digital signal processing).

Mit Hilfe der Prozessortechnik können viele Aufgaben in Sendern und Empfängern, wie Modulation und Demodulation, Verstärkung, Filterung, Rauschunterdrückung u.a.m., erfüllt werden. Das kann in der HF-, ZF- oder NF-Ebene erfolgen.

Beispiel: DSP zur besseren SSB Wiedergabe



Das zu verarbeitende analoge Signal wird auf seinen Amplitudenwert hin abgetastet und gespeichert (**sampling**). Die Abtastung hat nach dem Abtasttheorem von Shannon/Nyquist mindestens mit der doppelten Frequenz zu erfolgen. **Anti aliasing Filter** vor dieser Abtastung (A/D) dienen dazu, das Ausgangssignal von Fehlinterpretationen durch die Signalabtastung zu befreien.

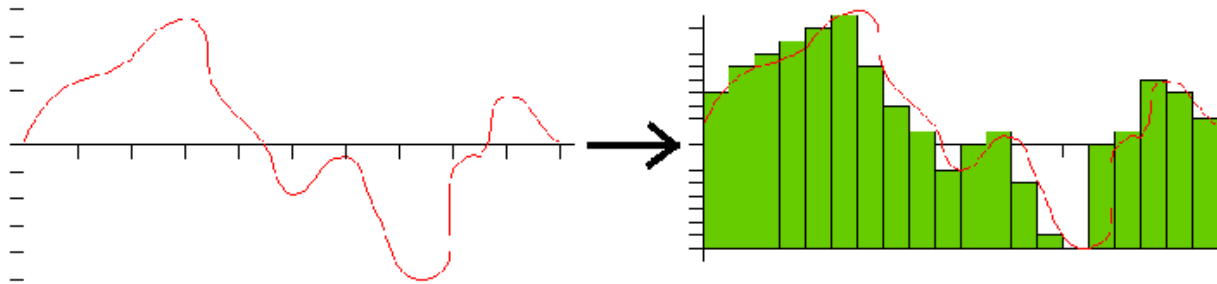
Mit dem Signalprozessor (**DSP**) wird die gewünschte analoge Funktion realisiert. Dann muss das Ergebnis noch durch einen Digital Analog Converter (D/A) wieder in ein analoges Signal zurückgewandelt werden. Ein nachfolgender Tiefpass unterdrückt Störungen aus dem DSP.

Q: OE6GC



## T56. Erklären Sie die Begriffe sampling, anti aliasing filter, ADC/DAC.

Sampling: Abtastung. Der Wert des zu digitalisierenden Signals wird mit einer bestimmten Frequenz abgetastet und zur weiteren Verarbeitung gespeichert.



Anti aliasing filter: Ist die Eingangsfrequenz höher als die halbe Abtastfrequenz, entstehen bei der Abtastung unerwünschte „Alias-“ Signale. Daher wird durch ein Tiefpassfilter am Eingang sicher gestellt, dass Frequenzen, die höher sind, unterdrückt werden.



ADC/DAC: Analog Digital Converter bzw. Digital Analog Converter



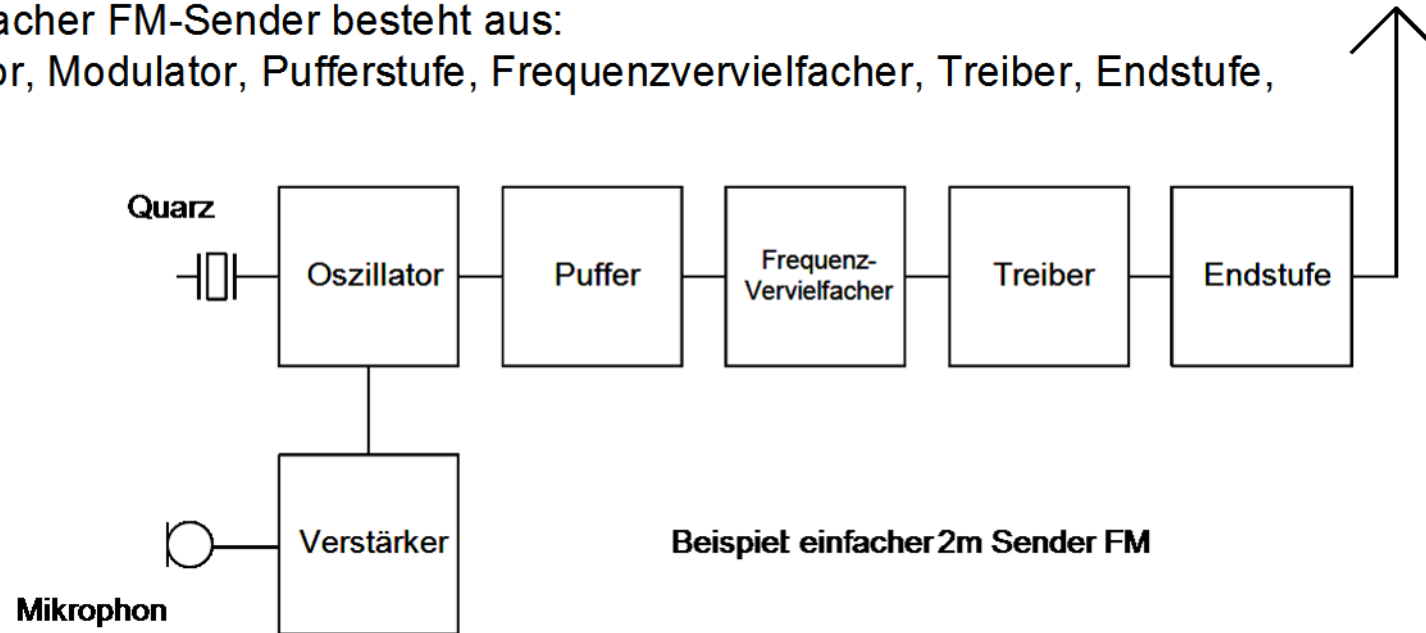
# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T57. Merkmale, Komponenten, Baugruppen eines Senders.

Ein einfacher FM-Sender besteht aus:

Oszillator, Modulator, Pufferstufe, Frequenzvervielfacher, Treiber, Endstufe,



Das Oszillator-Signal wird vom Modulator in seiner Frequenz moduliert. Über die Puffer-Stufe gelangt das Signal zum Frequenzvervielfacher, der die gewünschte Sende-Frequenz erzeugt, die über die Treiber-Stufe und die Endstufe über die Antenne gesendet wird.

Anwendung nur mehr in einfacheren UKW-Sendern!

Q: OE6GC



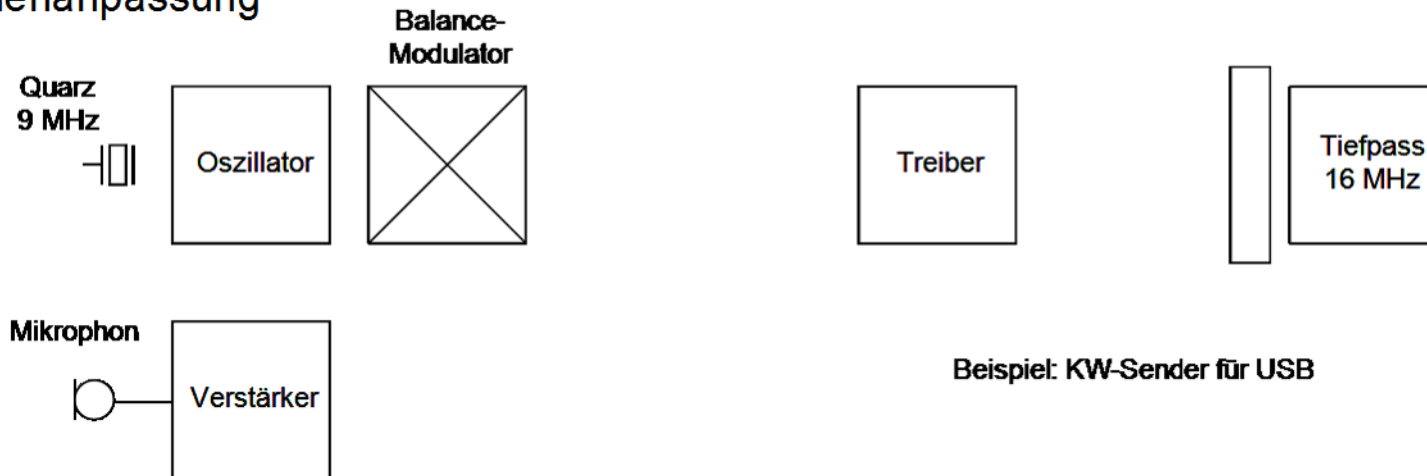
# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T57. Merkmale, Komponenten, Baugruppen eines Senders.

Ein SSB-Sender besteht aus:

Oszillator, Modulator, Balance-Modulator, Mischstufe, Filter, Treiber, Endstufe, Antennenanpassung



Beispiel: KW-Sender für USB

Das Signal des Quarz-Oszillators wird im Balance-Modulator mit dem NF-Signal gemischt zu einer ZF. Durch das Quarz-Filter wird ein Seitenband heraus gefiltert und ein SSB-Signal erzeugt. Diese wird mittels Mischer und den VFO auf die Sendefrequenz hochgemischt und über Treiber, Endstufe und Antennenanpassung über die Antenne abgestrahlt.

Q: OE6GC



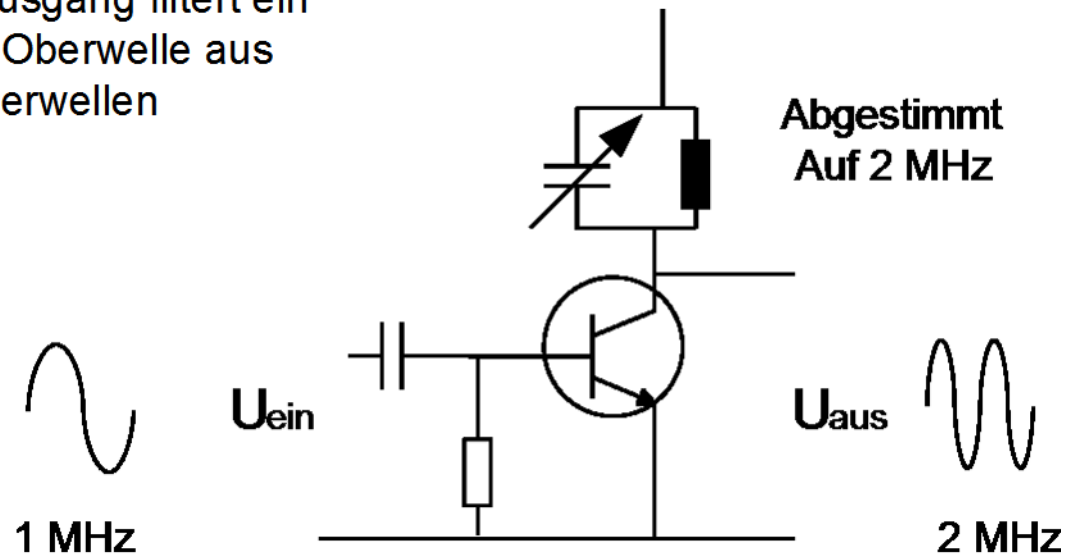
# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T58. Zweck von Puffer- und Vervielfacherstufen, Aufbau.

Pufferstufe: Entkopplung des Oszillators von den nachfolgenden Stufen. Meist als sehr schwach gekoppelter Verstärker aufgebaut.

Vervielfacher: Eine stark übersteuerte Verstärkerstufe erzeugt viele Oberwellen. Am Ausgang filtert ein Resonanzkreis die gewünschte Oberwelle aus und unterdrückt die anderen Oberwellen und die Grundwelle.







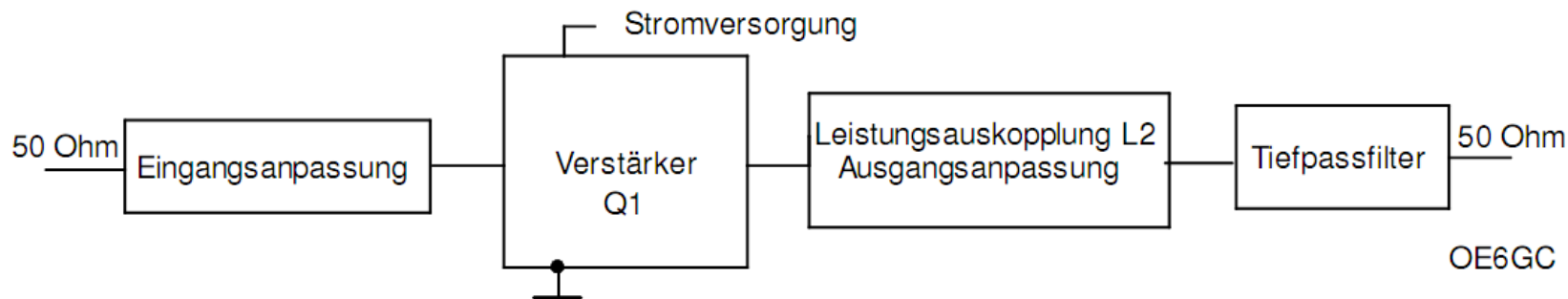
# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T59. Aufbau einer Senderendstufe, Leistungsauskopplung.

Die Senderendstufe verstärkt das Signal auf die erwünschte/geforderte Sendeausgangsleistung. Dabei können die verstärkenden Elemente (Röhren oder Transistoren) einzeln, parallel oder in Gegentakt betrieben werden.

Mit Hilfe der Leistungsauskopplung (L2) wird der Hochfrequenzwiderstand der verstärkenden Elemente (Q1) auf den Normwiderstand der Senderschnittstelle transformiert (heute typisch 50 Ohm), damit eine optimale Leistungsabgabe sichergestellt wird. Das folgende Tiefpassfilter dient der Oberwellenunterdrückung.





# Technik

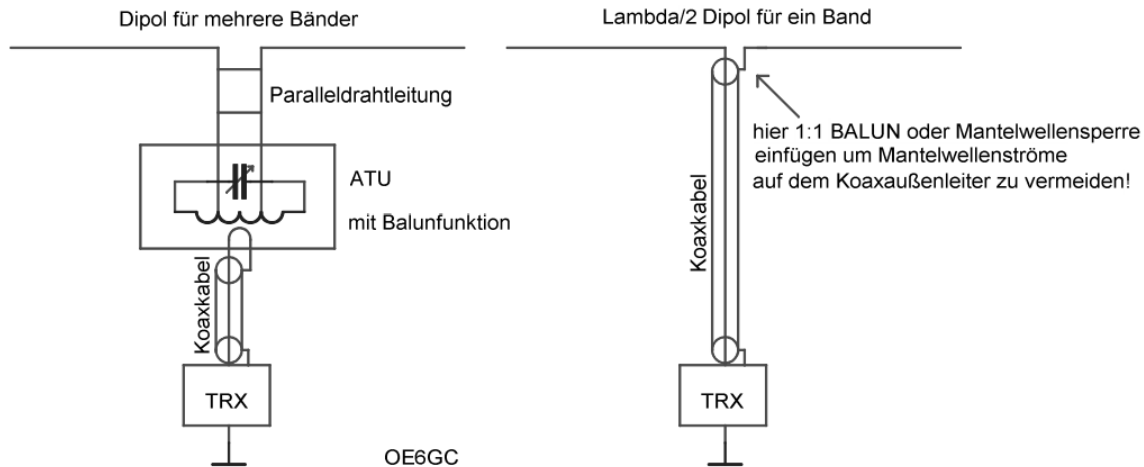
Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T60. Anpassung eines Senderausganges an eine symmetrische oder unsymmetrische Antennenspeiseleitung.

Stimmen Senderschnittstelle und Antennenspeiseleitung sowohl bezüglich des Wellenwiderstandes als auch den Symmetrieeigenschaften überein, erfolgt eine optimale Leistungsübertragung.

Stimmt eine oder beide dieser Kenngrößen nicht überein, dann muss transformiert (Wellenwiderstand, Anpassung) und/oder mittels Balun symmetriert werden, da sonst keine optimale Leistungsentnahme möglich ist oder Mantelwellen auftreten.

In kombinierter Form erfolgt dieser Vorgang durch ein „Anpassgerät“ mit BALUN-Funktion.



Mantelwellensperre:

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!



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

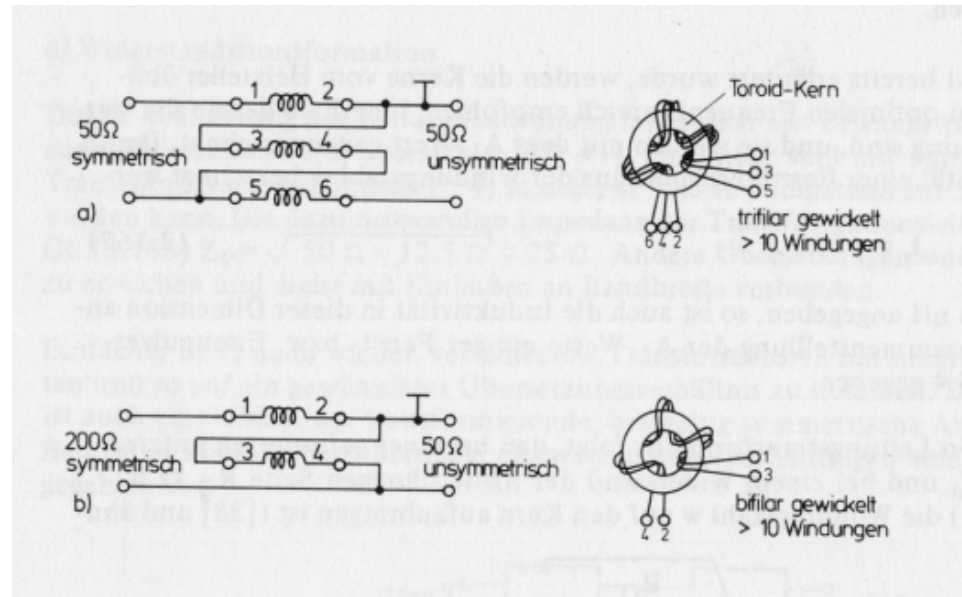
## T63. Erklären Sie den Begriff Balun – Aufbau, Verwendung und Wirkungsweise.

Kunstwort aus dem Englischen: balanced to unbalanced

Dieses Bauteil kann eine symmetrische Last an eine unsymmetrische Last anpassen und umgekehrt. Typische Verwendung an der Schnittstelle einer unsymmetrischen Antennenleitung (Koaxialkabel) und symmetrischen Antennenformen (z.B. Dipol).

Wird nicht symmetriert, dann treten am Koaxialkabel sog. „Mantelwellen“ auf. Dadurch geht die Schirmwirkung des Koaxialkabels teilweise oder gänzlich verloren und das Kabel beginnt selbst zu strahlen und wirkt als Antenne.

Besonders bei Kabelführung innerhalb von Gebäuden kann dies leicht zu Störungen (TVI, BCI) führen.





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T61. Der Antennentuner, Wirkungsweise, 2 typische Beispiele (Skizze).

Der „echte“ Antennentuner (Anpassung) sitzt idealerweise unmittelbar an der Antennenschnittstelle und dient zur Resonanzabstimmung der Antenne.

Meistens wird jedoch ein Anpassgerät an der Schnittstelle Senderausgang – Antennenkabel verwendet, um den Sender den geforderten Nennwiderstand (heute meistens 50 Ohm) anzubieten und so die geforderte Nennleistung des Senders zu erhalten. Diese arbeiten zumeist in  $\pi$  (Pi-) Schaltung mit Kondensatoren und Spulen.

Bei Fehlanpassung ohne Verwendung eines Anpassgerätes regelt die Schutzschaltung moderner Sender sicherheitshalber die Sendeleistung zurück!



Q: OE6GC



## T62. Antennenzuleitungen – Aufbau, Kenngrößen.

Symmetrische Speiseleitungen sind Bandkabel und Paralleldrahtleitung.  
Aufbau: 2 Leiter durch isolierende Abstandshalter geführt.

Unsymmetrische Speiseleitungen sind Koaxialkabel.  
Aufbau: Innenleiter, Dielektrikum, Außenleiter, Isolation

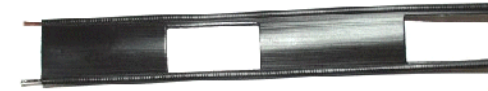
Hohlleiter: Im GHz Bereich kann HF-Energie sehr verlustarm durch rechteckige oder runde Rohre ohne einen weiteren Innenleiter transportiert werden. Der Querschnitt muss in einem bestimmten Zusammenhang zur Wellenlänge stehen.  
Material: Kupfer, Aluminium, versilberte Werkstoffe.

Kenngrößen von Antennenzuleitungen:

- 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).

Dazu kommen mechanische Kenngrößen wie kleinster Krümmungsradius, mechanische Belastbarkeit etc.

Für einfach geschirmte Koaxialkabel gilt der 5-fache Kabeldurchmesser, bei doppelt geschirmten der 10-fache als kleinster Krümmungsradius.





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## **T71. Erklären Sie den Begriff Wellenwiderstand.**

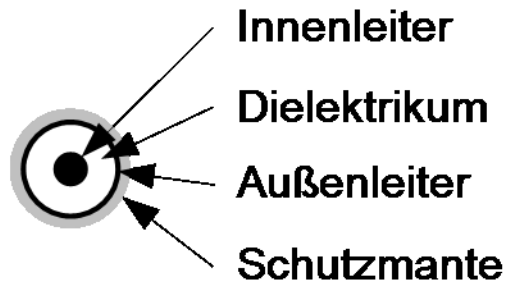
Unter dem Wellenwiderstand versteht man die Kenngröße einer Leitung, die angibt, mit welchem Ohmschen Widerstand eine Leitung abgeschlossen werden müsste, damit Anpassung herrscht. Er ist eine charakteristische Kenngröße für hochfrequente Leitungen und vom L- und C-Belag der Leitung abhängig.

### **Erläuterung:**

Eine Speiseleitung kann man sich als eine fortgesetzte Kombination von Parallelkapazitäten und Reiheninduktivitäten vorstellen. Wenn diese Leitung unendlich lang wäre, ergäbe sich dadurch ein charakteristischer Wellenwiderstand  $Z$ , der bei einer realen Leitung genau mit dieser Impedanz abgeschlossen werden muss, um Verluste durch Fehlanpassung zu verhindern.



Gängige Wellenwiderstände von Koaxialkabeln sind  $Z = 50, 75$ , oder  $93$  Ohm. Dabei wird die Impedanz vom Durchmesser Verhältnis zwischen Innen- und Außenleiter bestimmt.



- |                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Innenleiter</b>  | Kupfer, Stahl verkupfert od. versilbert |
| <b>Dielektrikum</b> | Luft, Kunststoff, od. PTFE              |
| <b>Außenleiter</b>  | Kupfergeflecht, Folie od. massiv        |
| <b>Schutzmantel</b> | Kunststoff                              |



## T74. Aufbau und Kenngrößen eines Koaxialkabels.

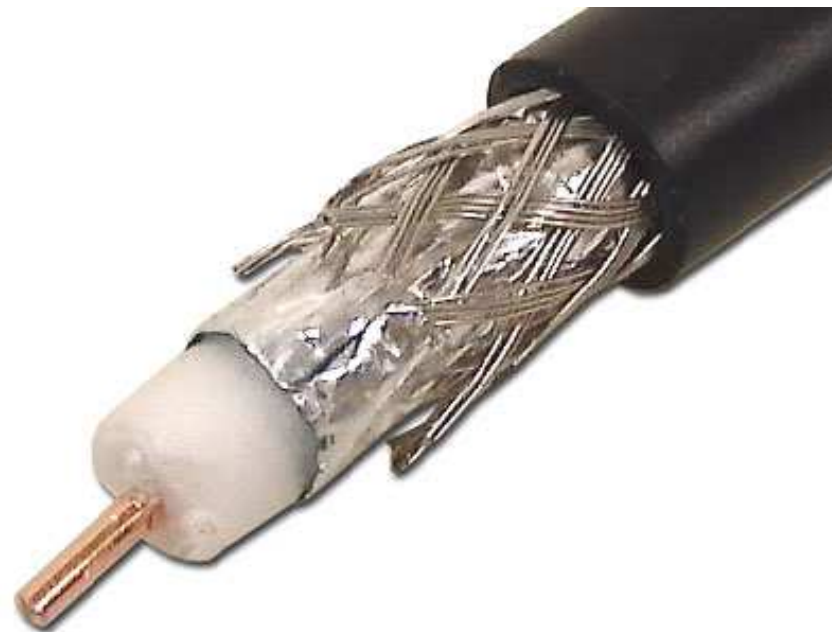
Aufbau Koaxialkabel: Zentraler Innenleiter aus Kupfer, oder versilbert, Dielektrikum aus Kunststoff, Teflon, etc., Außenleiter aus Kupfergeflecht, oder Kupferfolie, darüber Kunststoffisolation als Schutz nach außen.

### Kenngrößen:

- Dämpfung (in dB/100m; frequenzabhängig),
- Schirmungsfaktor,
- Spannungsfestigkeit,
- Leistungsbelastbarkeit

### Mechanische Eigenschaften:

- kleinster zulässiger Biegeradius,
- mech. Zugfestigkeit
- etc.





# Technik

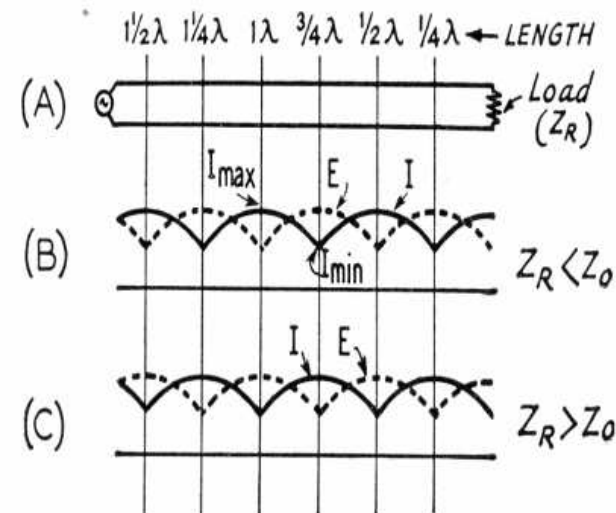
Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## **T72. Stehwellen und Wanderwellen, Ursachen und Auswirkungen.**

Ist eine hochfrequente Schnittstelle (z.B. Antenne, Senderausgang) impedanzrichtig abgeschlossen, treten auf einer Leitung nur Wanderwellen auf und der Leistungstransport erfolgt nur in einer Richtung.

Bei Fehlanpassung kommt es zum Auftreten von Stehwellen, da ein Teil der Leistung an der Schnittstelle reflektiert wird. Dadurch addieren sich die „vor-“ und die „rück-“ laufende Welle, was zu den „Stehwellen“ führt. Die charakteristische Kenngröße dafür ist das „Stehwellenverhältnis“ (SWR). Durch die Fehlanpassung kommt es zu einer Überlastung der Endstufe und einem zusätzlichen Leistungsverlust auf der fehlangepassten Leitung.

Wird ein symmetrischer Dipol direkt von einem Koaxkabel angespeist (ohne Balun), dann treten auf der abgeschirmten Leitung (Koaxialkabel) Mantelwellen auf und die Leitung beginnt auch selbst zu strahlen. Dies kann Störungen in benachbarten elektronischen Geräten (BCI/TVI) bewirken.







# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## T90. Was versteht man unter einem Hohlraumresonator, Anwendung

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

### Vergleichsbeispiel aus der Akustik:

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



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T75. Erklären Sie den Begriff Dezibel am Beispiel der Anwendung in der Antennentechnik.

Dezibel in der Antennentechnik beschreibt z.B. ein Leistungsverhältnis:

Eine Antenne mit 6 dB Gewinn über Dipol strahlt in ihrer Hauptstrahlrichtung die 4-fache Leistung als ein Dipol ab. Bei 13dB Gewinn die 20-fache Leistung!

### 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

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



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## **T85. Erklären Sie den Begriff elektromagnetisches Feld, Kenngrößen** ▶

Bei der Abstrahlung von hochfrequenten Wellen bildet sich immer ein elektromagnetisches Feld aus, das sich von der Antenne mit Lichtgeschwindigkeit wegbewegt. Je nach Antennenform wird dabei zuerst die elektrische oder die magnetische Komponente des Feldes angeregt bzw. ausgenützt. Außer den kleinen Rahmenantennen werden im Amateurfunk vorrangig elektrische Antennen verwendet.

Das elektromagnetische Feld wird per Definition durch das Verhalten der elektrischen Feldkomponente charakterisiert. Dieses wird durch den elektrischen Feldvektor eindeutig beschrieben.

### Charakteristische Kenngrößen:

- Feldstärke (V/m),
- Polarisation (Schwingungsebene des elektrischen Feldanteils, bezogen auf die Erdoberfläche (vertikal, horizontal; zirkular)
- Ausbreitungsrichtung.

**Merke:** Die Entstehung des elektromagnetischen Feldes und seine Fortpflanzung beruht auf folgender Gesetzmäßigkeit:

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



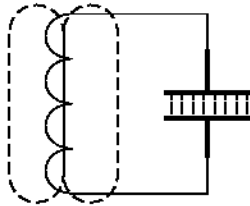
# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

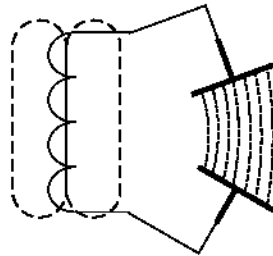
## T85. Erklären Sie den Begriff elektromagnetisches Feld, Kenngrößen

Siehe auch vertiefendes Material zu Frage 86!

**Magnetisches  
Feld**

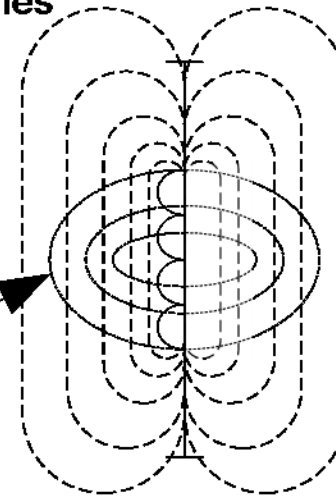


**Elektrisches  
Feld**



**Magnetisches  
Feld**

**Elektrisches  
Feld**

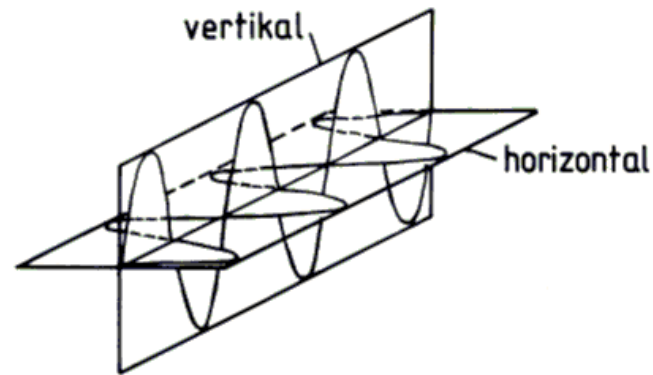
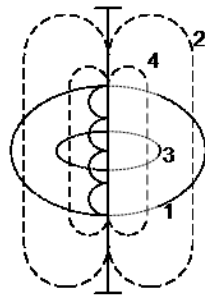




# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T85. Erklären Sie den Begriff elektromagnetisches Feld, Kenngrößen



Quelle: DJ4UF

**Zur Erklärung der Ablösung elektromagnetischer Wellen und der 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).**



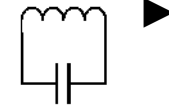
# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T64. Der Dipol – Aufbau, Kenngrößen und Eigenschaften.

Unter einem Dipol versteht man eine aus zwei gleichlangen Leiterhälften bestehende Antennenform. Bei einer elektrischen Gesamtlänge von einer halben Wellenlänge spricht man von einem „Halbwellendipol“.

Wird dieser mittig angespeist, zeigt sich ein Wellenwiderstand um 50 Ohm, so dass eine symmetrische Anspeisung mit herkömmlichen Koaxialkabel bei Verwendung eines BALUNS leicht möglich ist.

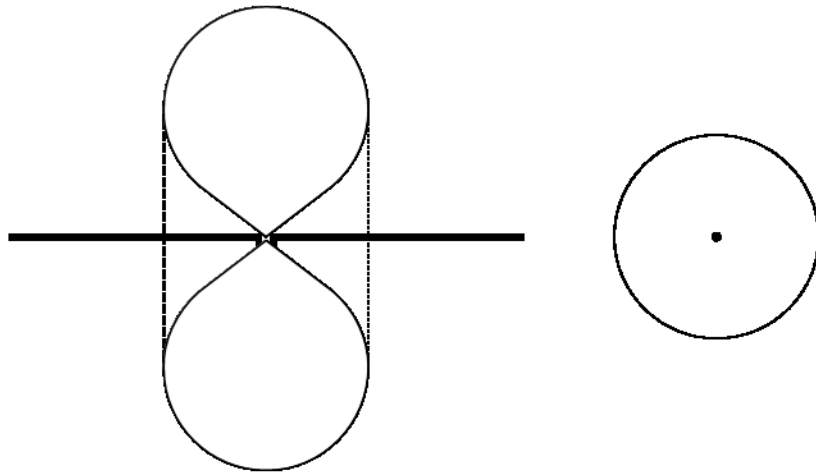


Entwicklung aus dem Schwingkreis.

Im Amateurfunk häufig verwendete Formen: gestreckte Drahtdipole,  
abgewinkelte Dipole („Inverted Vee“)



## T64. Der Dipol – Aufbau, Kenngrößen und Eigenschaften.

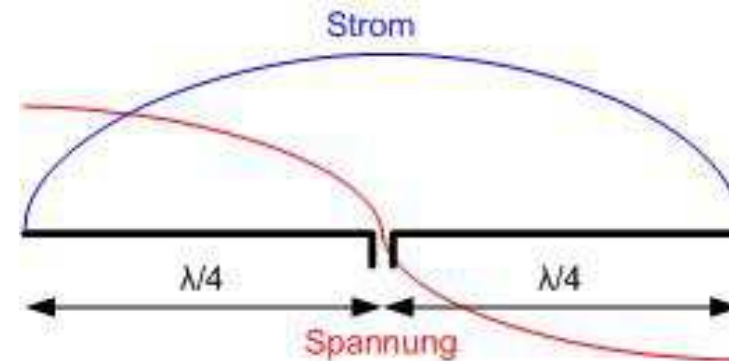


Draufsicht auf horiz. Dipol

Seitenansicht

Das **Strahlungsdiagramm** dieses Halbwelldipols hat die Form einer Acht, d.h. es treten quer zur Antennenebene zwei Strahlungsmaxima auf, in der Antennenebene hingegen zwei Minima.

In der Mitte des Dipols ist der Strom ein Maximum und die Spannung gering (kleiner Wellenwiderstand). An den Enden besteht ein Strom-Minimum und ein Spannungs-Maximum (Achtung!)





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

**T78. Dimensionieren Sie einen Halbwellendipol für  $f = 3,6$  MHz;  $v = 0.97$**   
**(Werte sind bei der Prüfung variabel)**

$$l \text{ [m]} = v * 300 / (2 * f) \text{ [MHz]}$$

$$= 0.97 * 300 / (2 * 3,6) = 40,41 \text{ m}$$

Der Verkürzungsfaktor  $v$  hängt von der Drahtstärke ab (je dicker desto kürzer) und vom etwaig verwendeten Isoliermantel (kürzer).

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

$\lambda$ (Lambda) ist das Symbol für die Wellenlänge und wird in Metern, Dezimetern oder cm angegeben.

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





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

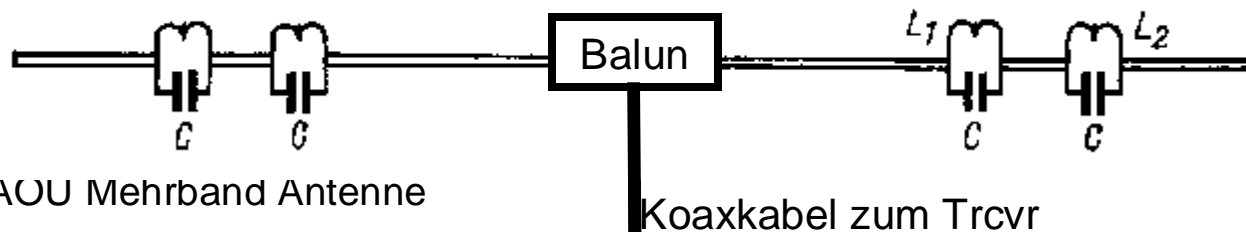
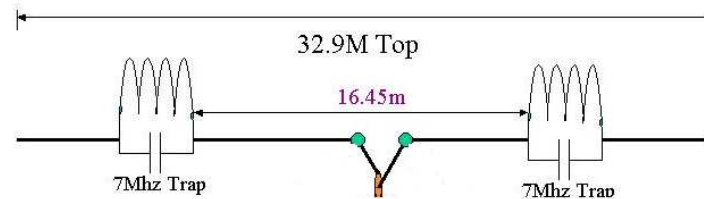
## T89. Erklären Sie den Begriff Trap, Aufbau und Wirkungsweise

„Trap heißt Falle“. Ein Dipol kann mit Traps zu einer Mehrbandantenne gemacht werden. Meist als Parallelschwingkreis gefertigt, sperrt er für die höhere Frequenz und wirkt für die tiefere Frequenz als Verlängerungsspule für die äußeren Antennenelemente.

### Anwendung:

Mehrbandantennen, typische Vertreter sind:

- W3DZZ Antenne (Dipol)
- Mehrband Yagi Antennen verschiedener Hersteller (es gibt auch Mehrband Yagi Antennen, die die volle Elementlänge besitzen (full size Antennen))



- VK2AOU Mehrband Antenne

Traps werden auch in Empfängern und Sendern als Sperrkreise eingesetzt, um unerwünschte Frequenzen zu unterdrücken.



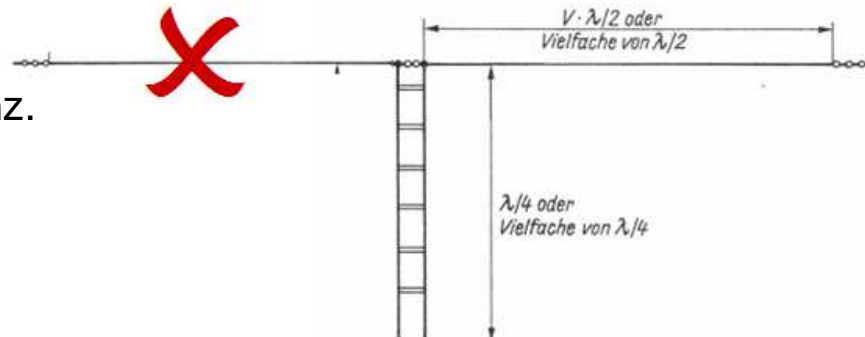
# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T81. Langdrahtantennen – Aufbau, Kenngrößen und Eigenschaften

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

Bei „Endspeisung“ oft hohe Fußpunktimpedanz.



Klassische Lösungen für nicht notwendig resonante Antennen:

**Gestreckter Dipol** (beide Äste gleich lang, „Doppelzepp“) mit Speisung über offene Speiseleitung. Im Speisepunkt kann ein Strom- oder Spannungsbauch vorliegen.

**„Zeppelin-Antenne“**: Entsteht, wenn man einen Halbwellendipol am Ende mit einer Zweidrahtspeiseleitung versieht. Diese Leitung ist mit einem Leiter an das Ende des Strahlers angeschlossen, das andere Ende bleibt frei.



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## T77. Welche Kenngrößen von Antennen kennen Sie und wie können sie gemessen werden?

In Datenblättern zu finden:

**Resonanzfrequenz:** mit dem Dipmeter bzw. einem Stehwellenmeßgerät;

**Fußpunktwiderstand:** mit der Impedanzmessbrücke;

**Gewinn und Strahlungsdiagramm:**

mit Messender, Pegelmessgerät und Referenzantenne;

**Bandbreite:** mittels eines Stehwellenmessgerätes.

**Maximal zulässige Leistung;** ergibt sich aus Stärke und Material der verwendeten Leiter und Anpasselemente.



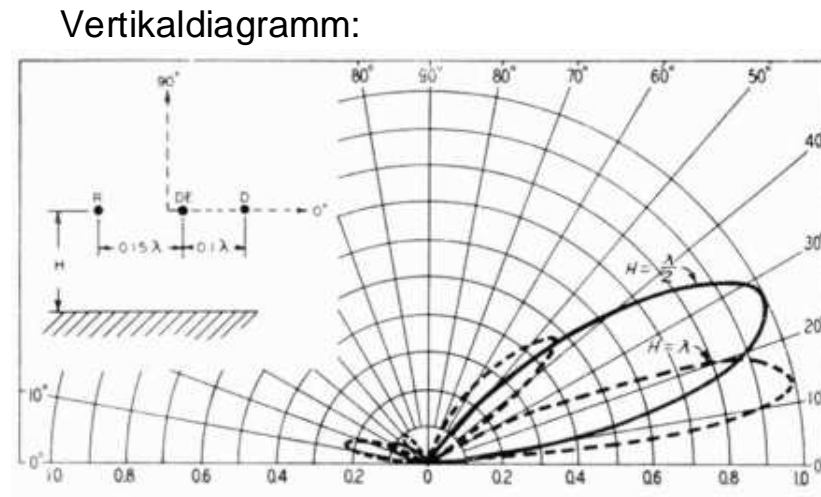
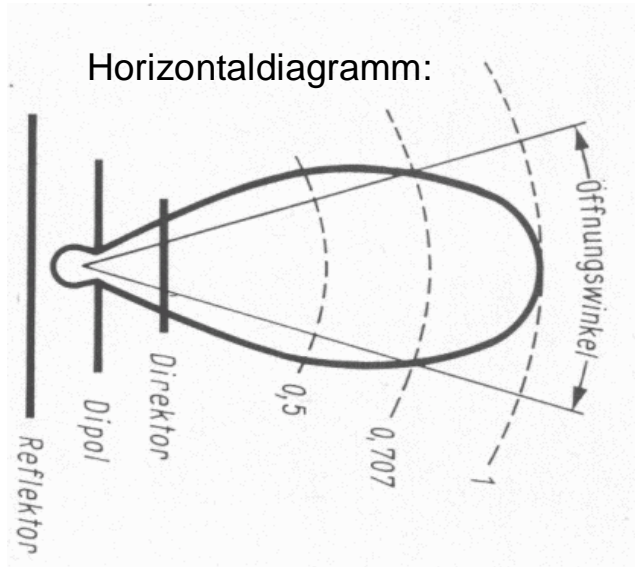
# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T67. Strahlungsdiagramm einer Antenne.

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

Wichtige Kenngrößen: vertikaler Erhebungs-/Abstrahlwinkel, horizontaler Öffnungswinkel („3 dB-Winkel“); Hauptkeule(n), Nebenkeulen, Vor-Rückwärtsverhältnis.



## T65. Die Vertikalantenne – Aufbau, Kenngrößen und Eigenschaften.

Vertikalantennen sind senkrecht zur Erdoberfläche angeordnete Antennen, die dadurch zu einer vertikalen Polarisation führen. Verbreitet ist die Verwendung von „Viertelwellenstrahlern“, bei der die zum Halbwellendipol fehlende Strahlerhälfte durch ein Erdnetz oder durch sog. „Radials“ simuliert wird. Im Resonanzfall ergibt sich ein Strahlungswiderstand von etwa 30 Ohm. Die horizontale Antennencharakteristik ergibt einen Rundstrahler, die vertikale Charakteristik ist stark von den umgebenden Bodeneigenschaften abhängig.

Typische Verwendung als Mobilantennen („Peitschenantennen“), wobei das Fahrzeugchassis das erforderliche Gegengewicht darstellt.

**Kenngrößen:** Frequenz(bereich), Gewinn (Wirkungsgrad), vertikaler Abstrahlwinkel, Bandbreite

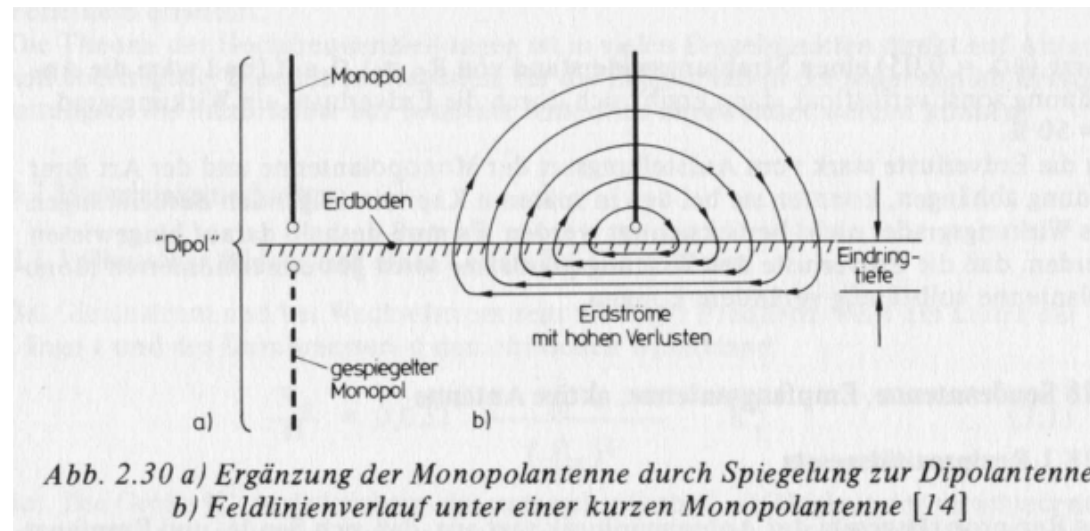
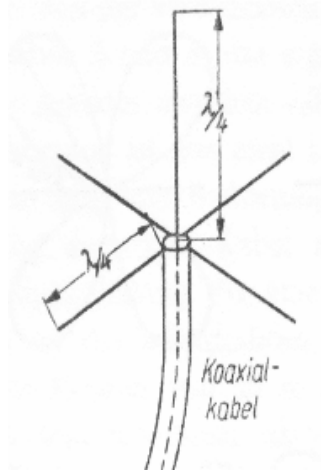


Abb. 2.30 a) Ergänzung der Monopolantenne durch Spiegelung zur Dipolantenne  
b) Feldlinienverlauf unter einer kurzen Monopolantenne [14]

## T82. Zweck von Radials / Erdnetz bei Vertikalantennen – Dimensionierung

Zweck ist, eine fehlende Dipolhälfte durch Spiegelung an einer möglichst gut leitenden Fläche (Salzwasser, Erdboden) zu verbessern bzw. zu ersetzen. Dazu werden im Boden eine Vielzahl (mindestens 20) radial verlaufende (=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“) angeschlossen, der direkt am Erdboden aufsitzt.

Vertikalantennen dieser Art zeichnen sich durch besonders flache Abstrahlwinkel aus.

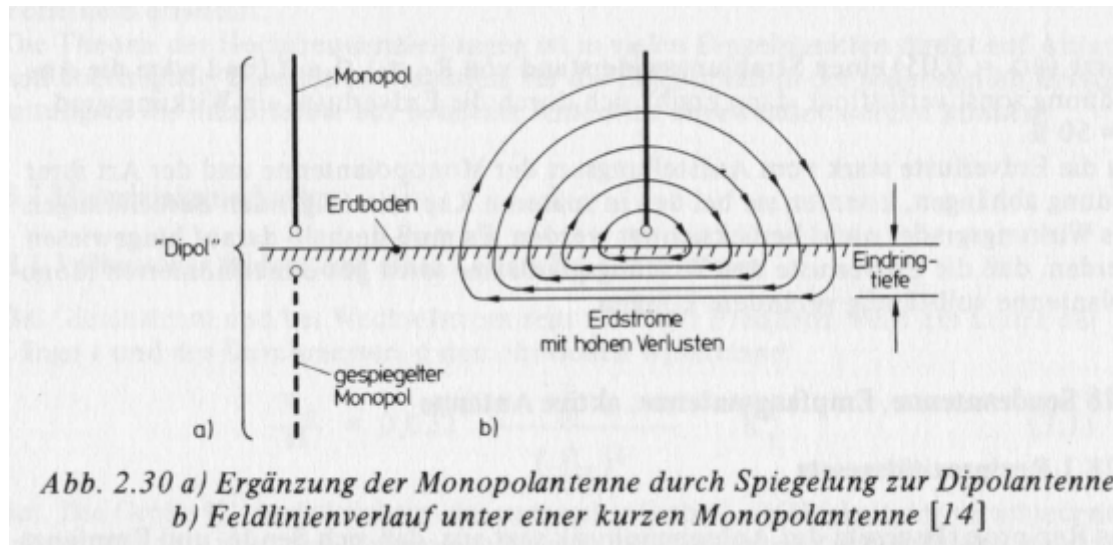


Abb. 2.30 a) Ergänzung der Monopolantenne durch Spiegelung zur Dipolantenne  
b) Feldlinienverlauf unter einer kurzen Monopolantenne [14]



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T76. Was versteht man unter Richtantennen, Anwendungsmöglichkeiten ▶

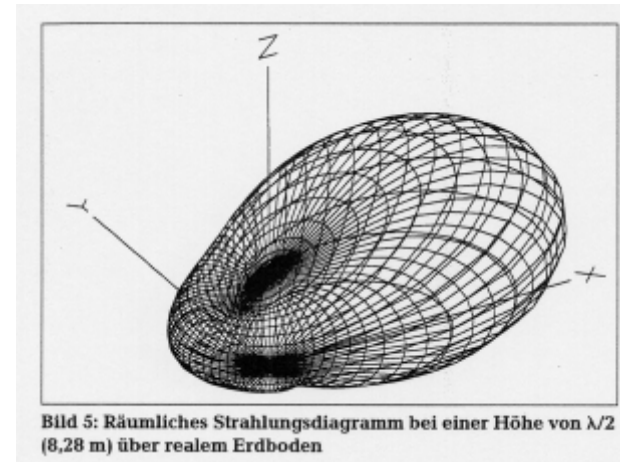
Richtantennen weisen eine oder mehrere Vorzugsrichtungen im Antennendiagramm auf. Dadurch kann die Sendeleistung gezielt in eine vorgegebene Richtung gebündelt werden (Gewinn). Gleichzeitig können unerwünschte Signale/Störungen ausgeblendet werden.

### Typische Bauformen:

- Yagiantenne (siehe auch Frage 68)
- Dipolzeilen, Dipolflächen (Arrays, Gruppenantennen, siehe auch Frage 66)
- Logarithmisch periodische (LP) Antennen
- V-Antennen, Rhombic Antennen

### Kenngrößen (siehe auch Frage 67)

- Frequenz(bereich)
- Gewinn
- (3 dB) Öffnungswinkel
- Rückdämpfung
- Seitendämpfung
- Nebenkeulen
- Abstrahlwinkel.



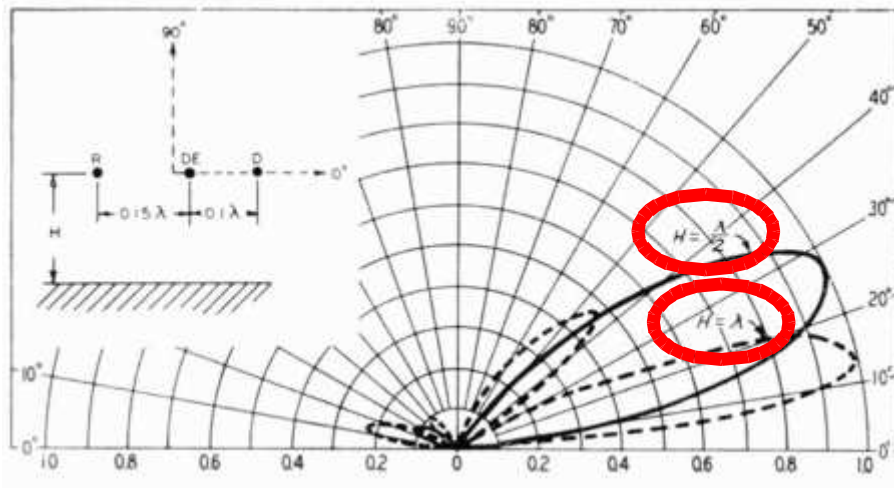


# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

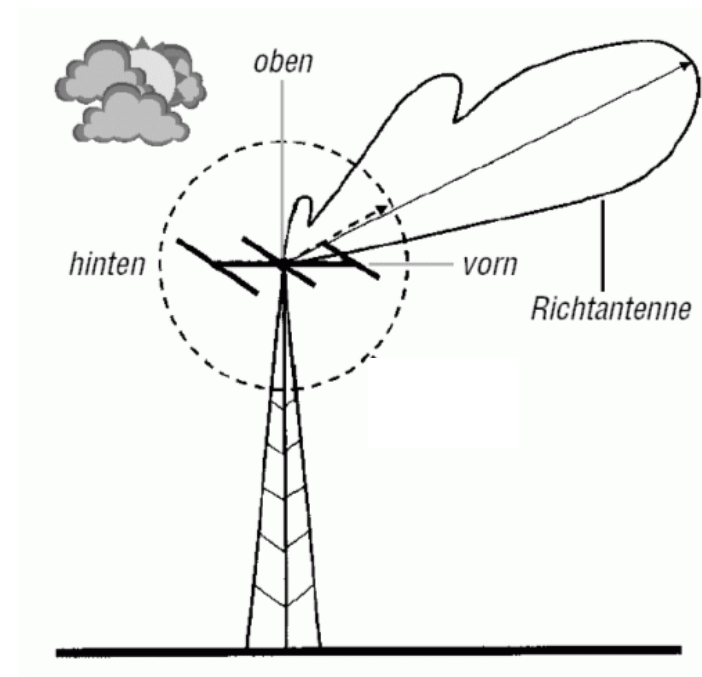
## T76. Richtantennen, Anwendungsmöglichkeiten

### Vertikaldiagramm und Einfluss der Höhe



Merke: Je höher, um so flacher.

Wenn es um flache Abstrahlung geht, gibt es keinen Ersatz für Höhe!



**Vertikaldiagramme von Dipol und Yagi**





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T76. Richtantennen, Anwendungsmöglichkeiten

Quad-Antenne  
Ganzwellenschleife mit Reflektor



Foto: OE6MY

© ÖSV

Mehrband 3Element Yagi

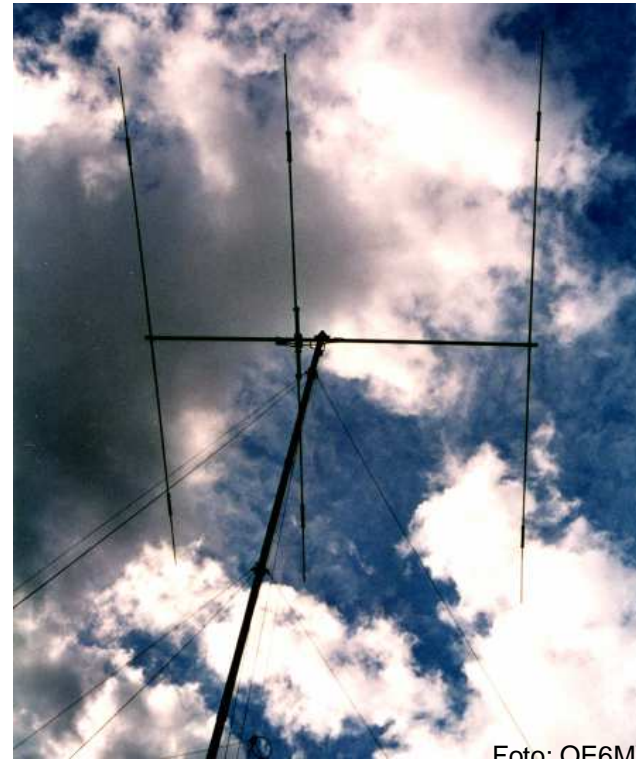


Foto: OE6MY

V. 3.2 / Okt 2012



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

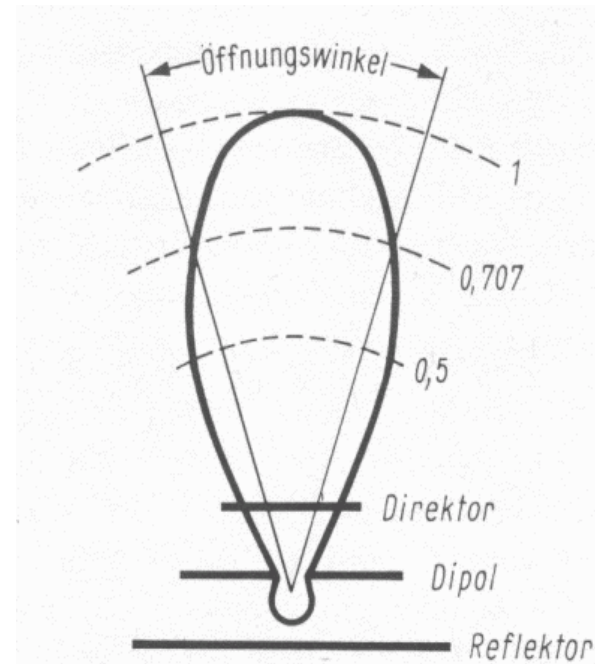
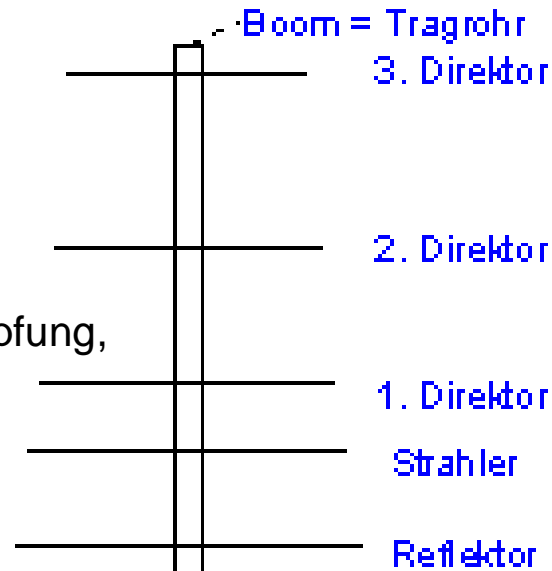
## T68. Die Yagi-Antenne – Aufbau, Kenngrößen und Eigenschaften.

Wird ein aktiv angespeister resonanter Halbwellendipol durch zwei oder mehrere Halbwellenstrahler ergänzt, dann spricht man von einer Yagi Antenne, die eine einseitige Richtwirkung zeigt. Während in Richtung des Reflektors die Strahlung reflektiert wird („Rückdämpfung“), wird sie in Richtung des oder der Direktoren verstärkt. Je mehr Direktoren, desto größer die Richtwirkung, jedoch nicht unbegrenzt steigerbar (Grenze bei etwa 18 dB).

### Kenngrößen:

- Frequenz(bereich)
- (Fußpunkt-) Impedanz
- Gewinn (in dB),
- horizontaler Öffnungswinkel („3dB-Öffnungswinkel“),
- Rückwärts- und Seitwärtsdämpfung,
- Nebenkeulen.

Yagi Antenne 5 el.





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

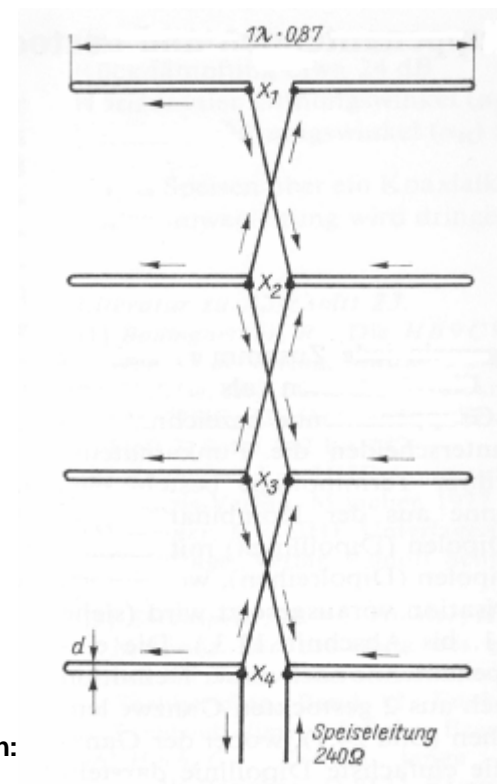
## T66. Gekoppelte Antennen – Aufbau, Kenngrößen und Eigenschaften.

Mehrere Dipole können über Koppelleitungen so verbunden werden, dass alle Dipole die gleiche Abstrahlphase besitzen. Dadurch entsteht die sehr leistungsfähige Gruppenantenne mit ausgeprägter Richtwirkung.

Der Gewinn verdoppelt sich (+3dB) mit jeder Verdoppelung der Dipolanzahl. Ein Reflektor hinter dieser Gruppenantenne erhöht den Gewinn weiter.

### Kenngrößen:

- Frequenz(bereich)
- (Fußpunkt-) Impedanz
- Gewinn,
- vertikaler und horizontaler Öffnungswinkel,
- Rückwärts- und Seitwärtsdämpfung,
- Nebenkeulen.



Gruppenantennen:



# Technik

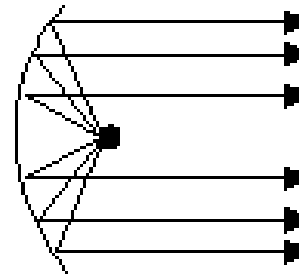
Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## **T70. Die Parabolantenne – Aufbau, Kenngrößen und Eigenschaften.**

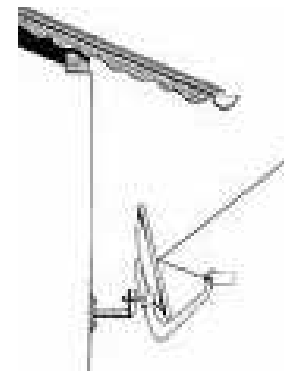
Wird hinter einem Strahler eine parabolförmige Reflektorwand angebracht, dann ergibt diese Kombination eine sehr ausgeprägte Richtwirkung. Dabei befindet sich der Strahler im Brennpunkt des Paraboles. Gewinne deutlich über 30 dB bei ausgeprägter Rückwärtsdämpfung sind möglich.

### **Kenngrößen:**

- Frequenz(bereich)
- (Fußpunkt-) Impedanz
- Gewinn,
- (3 dB) Öffnungswinkel der Hauptkeule,
- Rückdämpfung,
- Nebenkeulen,
- Flächenwirkungsgrad.



Bei SAT-Antennen wird asymmetrische Spiegelanordnung verwendet (Off-set)!





## T69. Breitbandantennen – Aufbau, Kenngrößen und Eigenschaften.

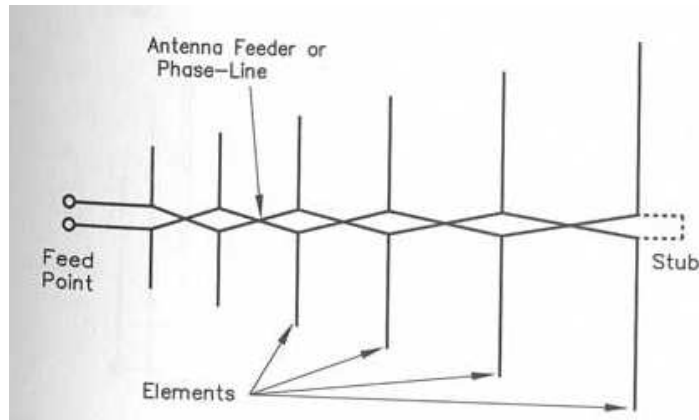
Breitbandantennen sind dadurch gekennzeichnet, dass sich innerhalb eines definierten Frequenzbereiches die Antenneneigenschaften nicht wesentlich ändern. Dabei steht vor allem der Fußpunkt Widerstand (Schnittstellenwiderstand) im Vordergrund.

Je nach Bauformen und Aufwand sind Bandbreiten von 1:2 bis über 1:10 erzielbar.

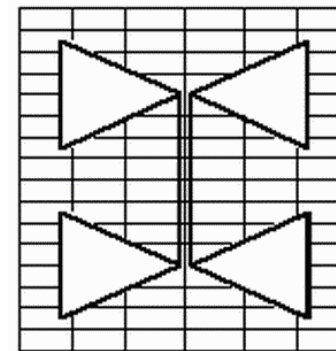
Realisierung des breitbandigen Verhaltens durch

- **dicke Antennenelemente** in Rohr- oder Rieusenform (mechanische Grenzen!),
- durch „Bedämpfung“ der Antennen zwecks Herbeiführung einer annähernd linearen Stromverteilung (dabei Verluste bis 50 % zu Gunsten der Breitbandigkeit) oder
- durch aufwendige **geometrische Bauformen** z.B. sog. logarithmisch-periodische Antennen“ (LP).

Log Periodic



Breitbandantenne vor Reflektorwand





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T97. Prinzipieller Aufbau einer Relaisfunkstelle und einer Bakenfunkstelle

### Relais:

Sender und Empfänger 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 CTSS



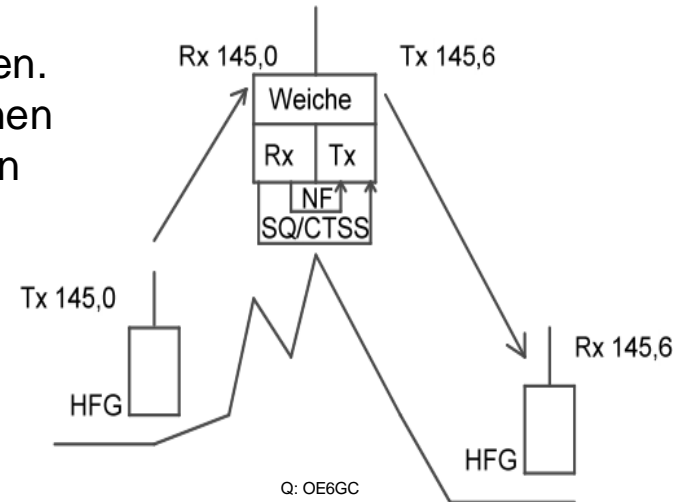
### Bake:

Sender an einem hochgelegenen Standort mit Rufzeichengeber in CW. Dient zur Beobachtung der Ausbreitungsverhältnisse.

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

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

links: Antenne der Bake VE8AT dieses DX-Bakennetzes.



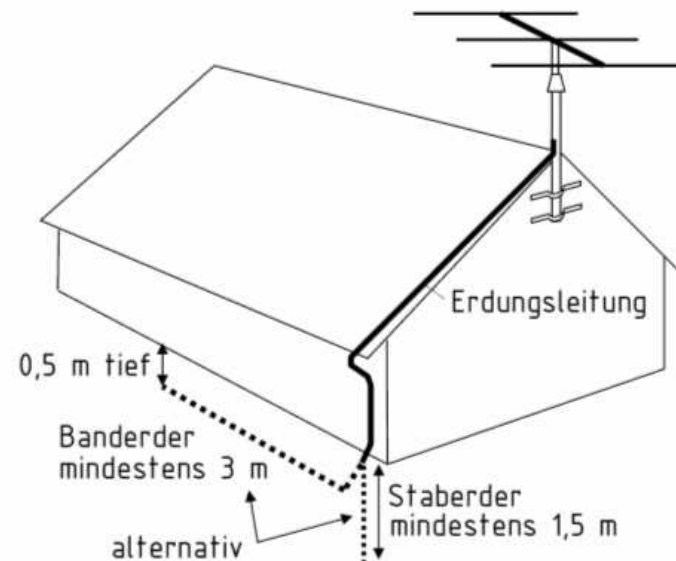
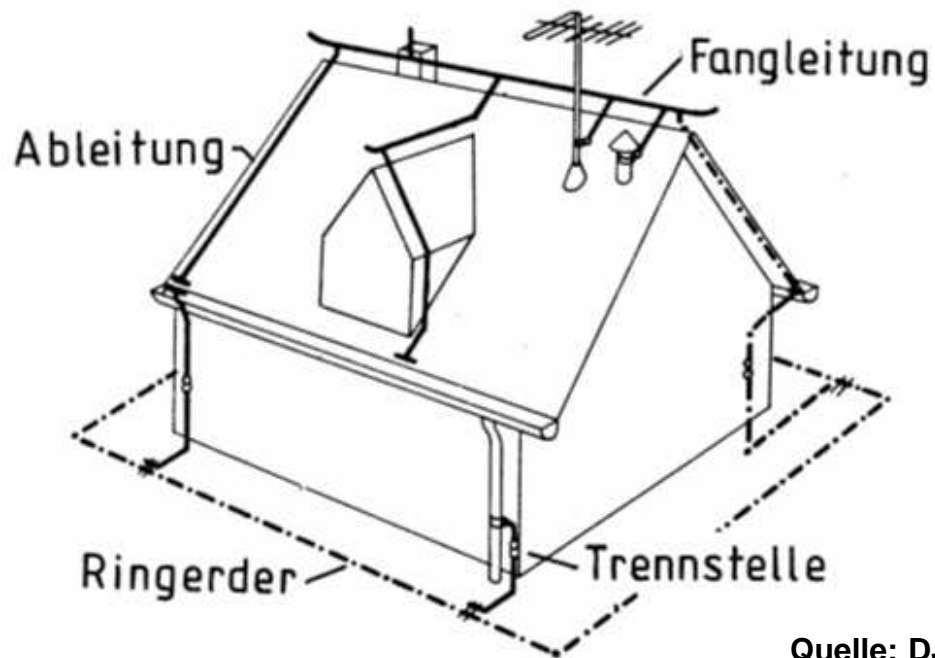


# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T83. Blitzschutz bei Antennenanlagen

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



Quelle: DJ4UF



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## T84. Sicherheitsabstände bei Antennen

**Hier geht es um die grundlegende Sicherheit von Antennenanlagen, auch wenn keine elektromagnetische Felder abgestrahlt werden, also auch wenn die Antennenanlage nur zu Empfangszwecken benützt 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.

Antennenstandrohre sind vom Fachmann an den vorhandenen Blitzableiter anzuschließen. Ist kein Blitzschutz vorhanden, muss ein solcher angebracht werden. Auch diese Arbeit darf nur vom Fachmann ausgeführt werden.

Falls die Antennenanlage als Bauwerk eingestuft werden muss, sind die baupolizeilichen Vorschriften einzuhalten. Näheres regelt die Bauordnung des betreffenden Bundeslandes.





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## T73. Strahlungsfeld einer Antenne, Gefahren.

Funkamateure sind zur Beachtung der einschlägigen Vorschriften der Europäischen Union und der darauf bezugnehmenden nationalen Normen und Rechtsvorschriften insbesondere der ÖNORM S1120 (zukünftig ÖVE/ÖNORM E 8850) verpflichtet, welche die Grenzwerte für die Exposition der Bevölkerung durch elektro-magnetische Felder (EMF) festlegen.

Folgende technische Maßnahmen sind zur Minderung der Gefahren durch Exposition geeignet:

- (a) Vergrößerung des Abstandes zur Antenne (Montagehöhe!)
- (b) Absenkung oder Vermeidung der Emission (z.B. Leistungsreduktion; Abschalten;  
Anordnung der Antennen)
- (c) Beschränkung der Aufenthalts-/Expositionsdauer



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T88. Erklären Sie den Begriff EMVU und deren Bedeutung im Amateurfunk ▶

**Unter der EMVU 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 Felder (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). Erwärmung von Gewebe durch hohe Feldstärken im Nahfeld von Mobiltelefonen ist nachweisbar.

### Kritische Kenngrößen:

- Abstand zur Strahlungsquelle,
- Sendeleistung,
- Frequenz.

### Maßnahmen sind zur Minderung der Exposition:

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

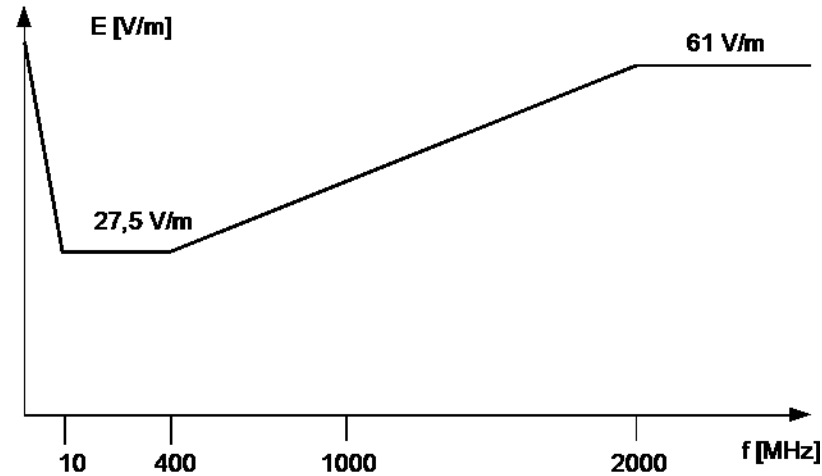


# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T88. Erklären Sie den Begriff EMVU und deren Bedeutung im Amateurfunk

Frequenzbereich	Elektrische Feldstärke
unter 10 MHz	$E = 87 / \sqrt{f(\text{MHz})}$ [V/m]
10 bis 400 MHz	$E = 27,5$ [V/m]
400 - 2000 MHz	$E = 1,375 * \sqrt{f(\text{MHz})}$ [V/m]
über 2000 MHz	$E = 61$ [V/m]



Der nötige Sicherheitsabstand lässt sich berechnen:

Beispiel: bei einem Dipol für 28 MHz und einer  $P_{\text{EIRP}}$  von 164 W:

$$r = \frac{\sqrt{30 * P_{\text{EIRP}} [\text{W}]}}{E [\text{V/m}]} = \frac{\sqrt{30 * 164}}{28} = 2,50 \text{ m}$$

Es muss also von jedem Punkt der Antenne ein Abstand von mindestens 2,50 m eingehalten werden.



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T88. Erklären Sie den Begriff EMVU und deren Bedeutung im Amateurfunk

**Zum Schutz von Personen vor unzulässiger Exposition in elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich von 0 Hz bis 300 GHz bestehen in der Europäischen Union folgende Vorschriften:**

**a) betreffend den Schutz der Allgemeinbevölkerung:**

1999/519/EG Empfehlung des Rates vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz - 300 GHz)

**b) betreffend den Schutz von Arbeitnehmern:**

2004/40/EG Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (elektromagnetische Felder)

Die bis dato geltende ÖNORM S1120 entspricht nicht mehr den europäischen Vorgaben und wird in absehbarer Zeit durch die neue Norm ÖVE/ÖNORM E 8850 ersetzt, mit der diese Vorschriften der Europäischen Union in Österreich umgesetzt werden.

**Merke:** Zweck dieser Bestimmungen ist es, Grenzwerte für die Exposition durch elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder (EMF) festzulegen, deren Einhaltung Schutz gegen bekannte schädliche Effekte auf die Gesundheit bietet. Das Schutzziel soll durch die Vorgabe von Basisgrenzwerten und Referenzwerten erreicht werden.



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## T98. Definieren Sie den Begriff Sendeleistung

Gemäß Amateurfunkverordnung – AFV §1:

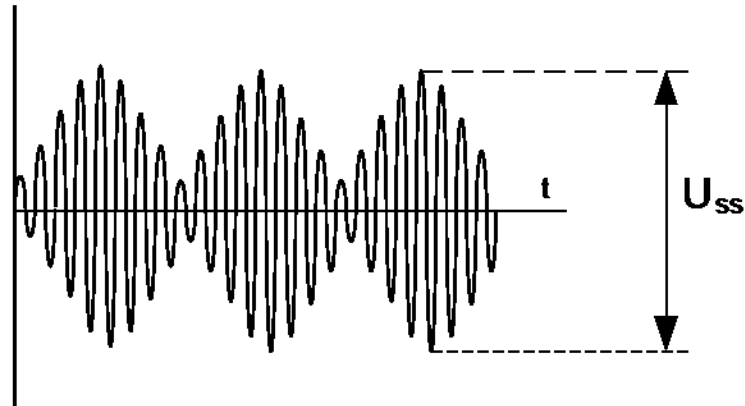
**Sendeleistung** ist die der Antennenspeiseleitung zugeführte Leistung.



## T99. Definieren Sie den Begriff Spitzenleistung

Die **Spitzenleistung** (PEP=peak envelope power) 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.



**PEP ist die höchste erzielbare verzerrungsfreie Effektivleistung eines SSB Senders.**



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

**T79. Bestimmen Sie die effektive Strahlungsleistung bei folgenden Gegebenheiten:** ►

**Sendeleistung: 200 Watt;**

**Dämpfung der Antennenleitung: 6 dB/100m;**

**Kabellänge: 50 m; Gewinn: 10 dB**

Die Kabeldämpfung ist  $6 * (50 / 100) = 3$  dB,  
also wird an der Antenne die halbe Leistung =  $200 / 2 = 100$  Watt ankommen.

Der Antennengewinn ist  $10$  dB = 10-fach,  
ergibt eine effektive Strahlungsleistung von  $100 * 10 = 1000$  Watt.



## T79. Effektive Strahlungsleistung

**Gewinn:** Wenn eine Antenne so gebaut ist, dass sie ihre Energie nicht kugelförmig, sondern nach einer Seite gerichtet abstrahlt, entsteht in dieser Richtung ein Antennengewinn.  
(Richtstrahler)

**Isotropstrahler:** Ein Strahler mit kugelförmiger Abstrahlcharakteristik ist ein theoretisches Rechenmodell, kann jedoch in der Praxis nicht realisiert werden. Als Rechenmodell hat er große Bedeutung, da die Gewinne realer Antennen im Verhältnis zu diesem Isotropstrahler gemessen und angegeben werden.

**ERP:** Die effektive Strahlungsleistung (ERP = effective radiated power) ergibt sich aus dem Produkt aus Sendeleistung  $\times$  Antennengewinn. Diese Werte werden üblicherweise in dBW, dBm oder dB angegeben.

**Beispiel:** Sendeleistung: 10 Watt, Antennengewinn 6 dB. ERP = 16 dBW. Anders ausgedrückt: Strahlungsleistung = 40 Watt. Falls auf der Antennenzuleitung ein messbarer Verlust auftritt, ist dieser abzuziehen.

**Isotrop:** In allen Richtungen gleich, richtungsunabhängig.





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## T80. Bestimmen Sie die effektive Strahlungsleistung bei folgenden Gegebenheiten:

**Sendeleistung: 100 Watt;**

**Dämpfung der Antennenleitung: 12 dB/100m;**

**Kabellänge: 25 m;**

**Rundstrahlantenne mit einem Gesamtwirkungsgrad von 50 % (Werte sind variabel)**

Kabeldämpfung ist 3 dB, also halbe Leistung = 50 Watt. Wirkungsgrad der Antenne ist 50 %, daher ergibt sich eine eff. Strahlungsleistung von 25 Watt.



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## **T87. Erklären Sie den Begriff EMV und deren Bedeutung im Amateurfunk**

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

Bedeutung für Amateurfunk:

- Beeinflussung anderer Kommunikationsanlagen,
- Beeinflussung von elektrischen und elektronischen Geräten.

Beeinflussung wird meist als störend empfunden, da es die bestimmungsgemäße Funktion der beeinflussten Anlagen bzw. Geräte beeinträchtigt.

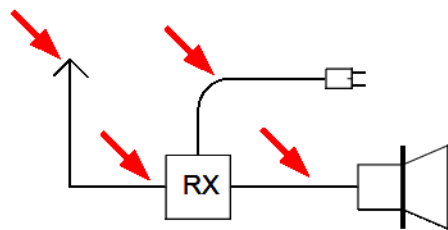


## T92. Funkentstörmaßnahmen bei Beeinflussung durch hochfrequente Ströme und Felder ▶

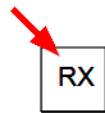
Grundsätzlich muss zwischen schädlichen Störungen durch Nebenausstrahlungen des Senders und einer störenden Beeinflussung unterschieden werden.

Die störende Beeinflussung kommt durch unzulängliche Großsignalfestigkeit eines Rundfunkempfängers (BCI), oder Fernsehgerätes (TVI) zustande. Diese Art von Störungen kann nicht an der Amateurfunkanlage, sondern nur am gestörten Gerät beseitigt werden.

Beide Störungsarten können auch durch eine nicht ordnungsgemäß aufgebaute Amateurfunkanlage verursacht werden. Dann spricht man von einer schädlichen Störung, die vom Funkamateurl beseitigt werden muss. (Unerwünschte Aussendung).



Einströmung



Einstrahlung

### Abhilfe:

- Entkopplung der Antennen,
- Einbau von Hochpass- oder Tiefpass-Filtern,
- Verhinderung von HF-Einströmung in Lautsprecher- und NF-Leitungen durch Ferritdrosseln,
- Einbau des beeinflussten Gerätes in ein Abschirmgehäuse.



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T92. Funkentstörmaßnahmen bei Beeinflussung durch hochfrequente Ströme und Felder

Es gibt mehrere Arten, wie sich Hochfrequenz unerwünscht ausbreiten kann:

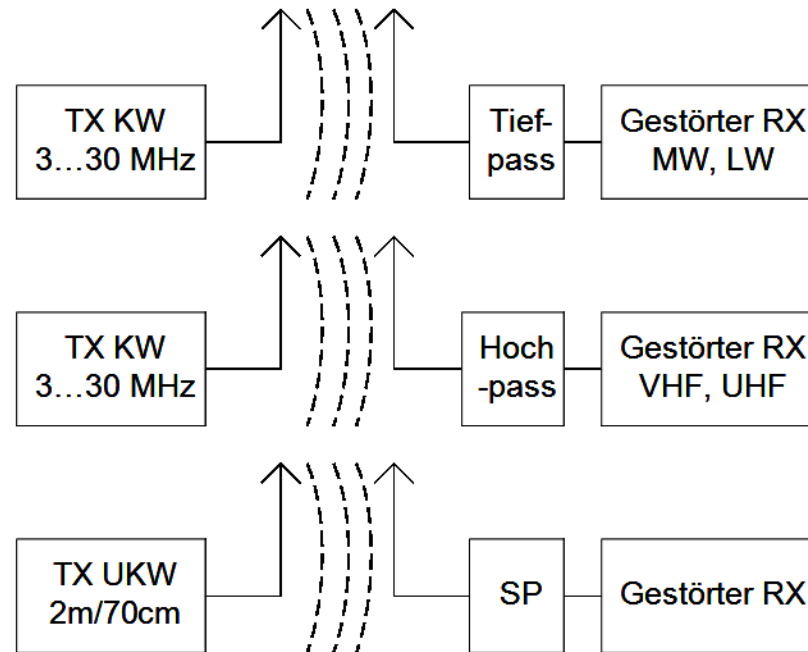
1. Durch das **Stromnetz**. Wenn Netzteile und andere mit dem Stromnetz verbundene Komponenten nicht fachgerecht gegen das Eindringen von Hochfrequenz geschützt sind. Dadurch kann Hochfrequenz das Stromnetz verseuchen und bei benachbarten Elektrogeräten Störungen aller Art verursachen. Abhilfe schafft man durch korrekte Verdrosselung und Abblockung der Netzleitungen (Line-Filter). Siehe auch Frage 91!
2. Durch die Speiseleitung oder die **Antenne**. 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 durch korrekten Aufbau der Sendeendstufe und / oder Anwendung eines Tiefpassfilters abzustellen.
3. Durch **Einströmung** bzw. **Einstrahlung** selbst bei nebenwellenfreier Aussendung.



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T92. Funkentstörmaßnahmen bei Beeinflussung durch hochfrequente Ströme und Felder (hier: Einströmung bei nebenwellenfreier Ausstrahlung)



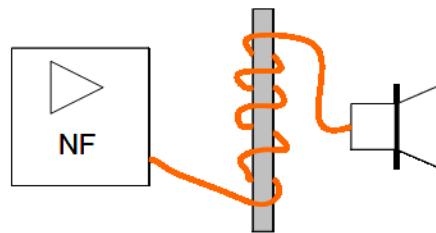
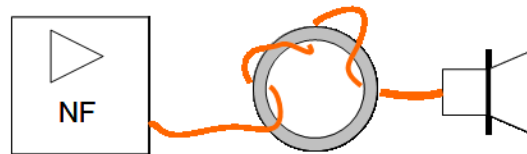
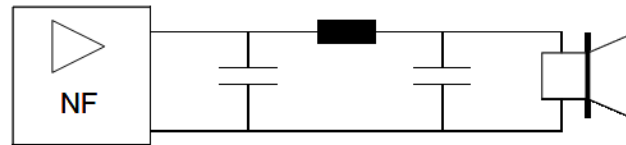
Auswahl von Tiefpass, Hochpass oder Bandsperre bei Einströmung über die Antennenzuleitung.



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T92. Funkentstörmaßnahmen bei Beeinflussung durch hochfrequente Ströme und Felder (hier: Einströmung bei nebenwellenfreier Ausstrahlung)



Beseitigung von störenden Beeinflussungen bei Einströmung über Lautsprecherleitungen

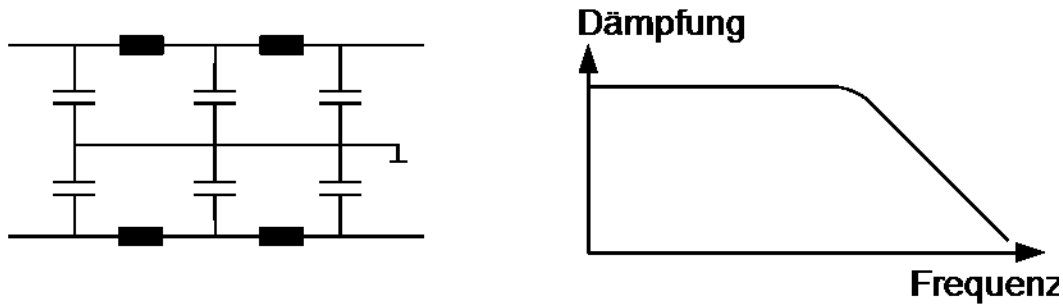


# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T91. Funkentstörmaßnahmen im Bereich Stromversorgung der Amateurfunkstelle

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



### Schaltung und Durchlassbereich eines Breitbandnetzfilters

Typische Werte:

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

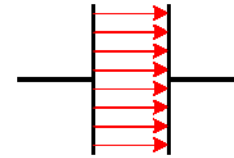


# Technik

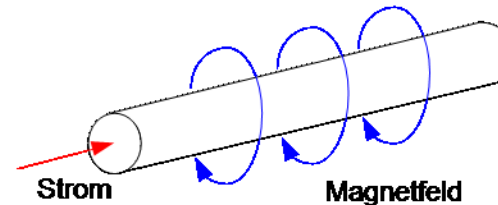
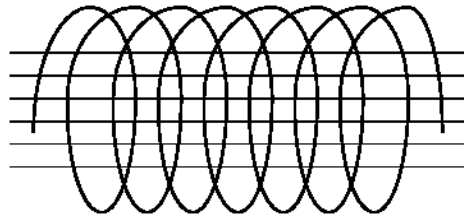
Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T86. Begriff elektrisches und magnetisches Feld, Abschirmmaßnahmen für das elektrische bzw. das magnetische Feld

Zwischen den Platten eines Kondensators bildet sich ein elektrisches Feld aus, das durch die elektrische Feldstärke (V/m) gekennzeichnet wird.



Um einen stromdurchflossenen Leiter bildet sich ein magnetisches Feld aus (Messgröße „magn. Flussdichte“ in „Tesla“).



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

Eine Abschirmung von magnetischen Gleichfeldern kann nur unvollständig durch ferromagnetische Stoffe (Kenngröße Permeabilität) bzw. von magnetischen Wechselfeldern durch elektrisch gut leitende Materialien (z.B. Kupferblech) bewirkt werden (Achtung: keine Kurzschlüsse erzeugen, in jedem Fall Wirbelstromverluste!) .





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## **T96. Erklären Sie den Begriff schädliche Störungen**

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.



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## **T94. Erklären Sie die Begriffe: Unerwünschte Aussendungen, Ausserbandaussendungen, Nebenaussendungen (spurious emissions)**

**Unerwünschte Aussendungen** sind z.B. schlechte Träger- und Seitenbandunterdrückung beim SSB-Sender.

Bandbreitenüberschreitung beim AM- und FM-Sender durch Übermodulation.

**Ausserbandaussendungen** entstehen durch Oberwellen, die nicht vorschriftsmäßig unterdrückt sind.

**Nebenaussendungen** können z.B. entstehen, wenn das Sendesignal durch einen Mischvorgang gebildet wird und das unerwünschte Mischprodukt nicht korrekt ausgefiltert wird, oder durch Selbsterregung einer der Verstärkerstufen im Sender.\_



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## T100. Definieren Sie den Begriff belegte Bandbreite

**Die belegte Bandbreite ist der Frequenzbereich, den eine Aussendung samt Träger und aller Seitenbänder in Anspruch nimmt.**

Siehe auch Frage 95!

Folgende Effekte können die belegte Bandbreite über das beabsichtigte bzw. zulässige Maß hinaus vergrößern:

**Splatter** sind Störungen bei SSB- oder AM-Sendungen, die durch nichtlineare Kennlinien in der Signalverarbeitung verursacht werden. Meist wird dies durch Übersteuerung der Endstufe verursacht. Splatter machen sich durch eine unmäßige, große belegte Bandbreite des Signals bemerkbar.

**Intermodulation:** Es gibt nicht nur die bereits beim Empfänger beschriebene Intermodulation. Sondern auch beim Sender können durch unzureichenden Aufbau oder Betriebsweise Störungen durch Intermodulation auftreten. Intermodulation entsteht durch Mischung in einer übersteuerten oder nicht linear betriebenen Verstärkerstufe. Dadurch werden z.B.: Summe und Differenz der entstehenden Oberwellen dem Ausgangsspektrum hinzugefügt.

Beispiel:  $2f_1 - f_0$  ergibt IM3 Produkte

Durch IM werden sowohl die belegte Bandbreite stark vergrößert, als auch die Verständlichkeit verschlechtert.

**Tastclicks** treten bei Morsesendungen auf, wenn die Tastung zu hart (rechteckförmig) vorgenommen wird. Es kommt ebenfalls zu einer unzulässigen Verbreiterung der belegten Bandbreite. Hier kann mit einem R-C-Filter die Tastung weicher gestaltet und somit die zu große Bandbreite vermieden werden.



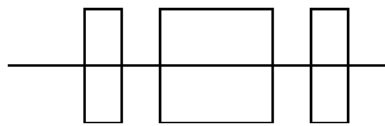
# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

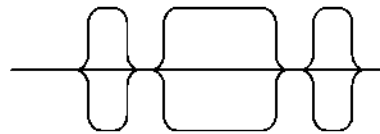
## T93. Was sind Tastclicks, wie werden sie vermieden?

Wenn die Sendertastung eines Morsesignals ganz hart, also rechteckförmig erfolgt, entsteht eine Verbreiterung der belegten Bandbreite. Durch RC-Glieder kann die Tastung weicher gestaltet werden, damit entsteht eine kleinere belegte Bandbreite.

Sendertastung zu hart



richtig





# Technik

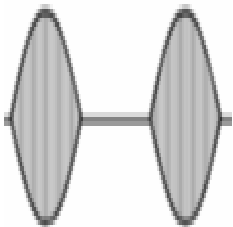
Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T95. Erklären Sie den Begriff: Splatter – Ursachen und Auswirkungen

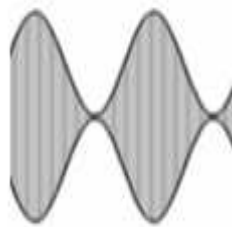
Verursacht durch Übermodulation bei AM- und SSB-Sendern. Dadurch wird der Sender in den nichtlinearen Zustand angesteuert. Erhöhte belegte Bandbreite ist die Folge; schlechte Verständlichkeit durch Intermodulation.

Splatter sind Störungen bei SSB- oder AM-Sendungen, die durch nichtlineare Kennlinien in der Signalverarbeitung verursacht werden. Meist wird dies durch Übersteuerung der Endstufe verursacht. Splatter machen sich durch eine unmäßige, große belegte Bandbreite des Signals bemerkbar.

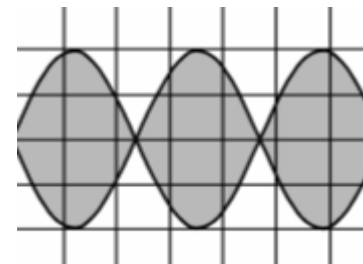
AM übermoduliert



100% moduliert



sauberes SSB-Signal





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

## T101. Definieren Sie den Begriff Interferenz in elektronischen Anlagen. Beschreiben Sie Ursachen und Gegenmaßnahmen

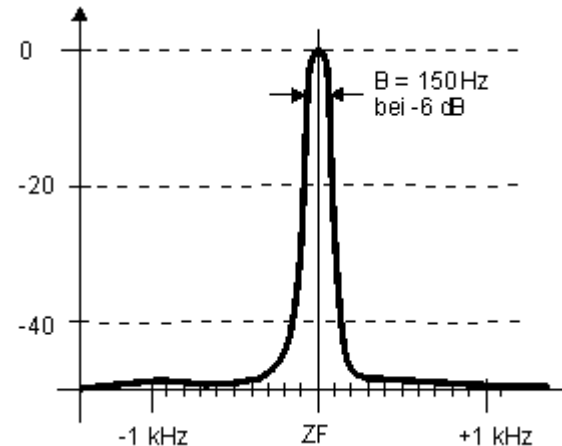
**Interferenz** bedeutet überlagern. Im Falle von Funk bedeutet Interferenz das Überlagern einer erwünschten mit unerwünschten (dadurch störende) Aussendungen (es sind meist mehrere). Interferenz kann schädliche Störungen verursachen. Siehe auch Frage 96.

Ursachen sind im Aufbau/Konzept einer Empfangsanlage zu suchen.

### Gegenmaßnahmen:

- selektive Eingangsfiler,
- hochwertige Filter im Zf-Bereich.

### Ideale CW-Selektion im ZF-Teil





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## T102. Erklären Sie die Begriffe Blocking, Intermodulation

**Blocking** = Zustopfen, ein abseits von der Empfangsfrequenz liegendes extrem starkes Fremdsignal übersteuert eine Vorstufe derart, dass kein Empfang schwächerer Signale mehr möglich ist.

**Intermodulation** ist die unbeabsichtigte Mischung in einer Empfängerstufe mit 2 oder mehreren Signalen. Dadurch entstehen unerwünschte Mischprodukte, welche Signale vortäuschen, die gar nicht existieren.

Die Intermodulation im Empfänger ist zu unterscheiden von unerwünschten Nebenausstrahlungen, die durch Intermodulation im Sender hervorgerufen werden können (Frage 94).



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## **T103. Welche Gefahren bestehen für Personen durch den elektrischen Strom?**

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.

Ein Stromschlag kann Verbrennungen, Herzflimmern und Herzstillstand verursachen.





# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## **T104. Was ist beim Betrieb von Hochspannung führenden Geräten zu beachten?**

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.



# Technik

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

---

## **T105. Definieren Sie die Gefahren durch Gewitter für die Funkstation und das Bedienpersonal. Beschreiben Sie Vorbeugemaßnahmen**

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

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.

### **Vorbeugemaßnahmen:**

- Funkbetrieb einstellen
- Antennenkabel vom Gerät trennen und erden
- bei Herannahen eines Gewitters alle Antennen erden
- Korrekter Blitzschutz



# Technik

## Formeln für den Amateurfunk!

Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

### Ohmsches Gesetz:

$$U = I \cdot R, I = U/R, R = U/I$$

### Leistungsrechnung:

$$P = U \cdot I, I = P/U, U = P/I, P = U^2/R, I^2 \cdot R$$

### Widerstand kapazitiv:

$$X_c = 1/(2 \cdot \pi \cdot f \cdot C)$$

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

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

### Widerstand induktiv:

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

### Serienschaltung ohmsch:

$$R_{\text{ges.}} = R_1 + R_2 + R_3 \dots$$

$R_{\text{ges}}$  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:

$$L_{\text{ges.}} = L_1 + L_2 + L_3 \dots$$

$L_{\text{ges}}$  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):

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

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

### Schwingkreisgüte:

$$Q = f/B$$

f Resonanzfrequenz (kHz)

B Bandbreite (kHz)

Q: OE6GC



# Technik

## Amateurfunkkurs des Österreichischen Versuchssenderverbands

Version	Datum	Autor(en)	Anmerkungen
1.0	19.03.2008	OE6BWG, OE6KSG, OE6GC	Initialversion
1.1	22.07.2008	OE3GSU	Layout, Übersicht, minor Changes
2.0	27.07.2008	OE3GSU	1. Release für Veröffentlichung
2.1	4.10.2008	OE3GSU	Div. Zeichnungen neu, kleinere Änderungen, Reihenfolge
2.2	6.10.2008	OE3GSU	Div. Zeichnungen neu, kleinere Änderungen
2.3	2.11.2008	OE3GSU	Div. Zeichnungen neu, kleinere Änderungen
2.4	14.11.2008	OE3GSU	AFV- Novelle Nov. 2008 eingearbeitet, kleinere Änderungen
2.5	14.6.2009	OE3GSU	Fehler beseitigt, kleinere Änderungen, neuer Fragenkatalog eing.
2.6	7.12.2009	OE3GSU	Kleinere Ergänzungen und Korrekturen
2.7	30.1.2010	OE6GC	Kleinere Ergänzungen und Korrekturen
2.8	18.7.2010	OE3GSU	Ergänzungen und Korrekturen
2.9	Nov. 2010	OE6GC	Ergänzungen und Korrekturen
3.0	Juli 2011	OE3GSU	Ergänzungen und Korrekturen
3.1	Juli 2012	OE3GSU	Kleinere Ergänzungen und Korekturen

Bei Änderungswünschen oder Hinweise auf Fehler bitte um Mitteilung an [oe3gsu@oevsv.at](mailto:oe3gsu@oevsv.at)!