

Der wohl schwierigste Teil für den Interessenten, der sich an die Amateurfunkprüfung wagen will, ist hier erklärt.

**Die Anzahl der Fragen** erscheint zunächst abschreckend. Aber es wurde dennoch nur mit Wasser gekocht. Gleiche Fragen wurden nur anders formuliert, und dann 'zigmal wiederholt gestellt, - nur so ist man auf die Menge der Fragen gekommen. Bei der Prüfung sind immer noch nur 34 Fragen anzukreuzen. Also: Augen zu - und durch!

**Alle Technik- Fragen werden auf je einer vollen Bildschirm- Seite erklärt.**

Zuerst erscheint die Frage-Nummer wie im Fragen-Katalog, dann die Frage selbst, mit der richtigen Antwort. Zu (fast) allen Fragen wird dann darunter ein Lösungsweg erläutert. Die Fachbegriffe werden erklärt, damit der Laie sich einarbeiten kann. Bei Rechenaufgaben steht am Beginn die Formel, und so einfach wie möglich, ist ein laienhafter aber zumeist lückenloser und allgemeinverständlicher Rechengang auf grünem Hintergrund angegeben. Eine große Anzahl Bilder und Zeichnungen wurden als erklärende Hilfe erstellt und hinzugefügt.

**Bewußte Vereinfachungen** sollen es dem Interessenten erleichtern in die Materie einzudringen.

Und diese teils haarsträubenden Vereinfachungen sollen nur völlig Unkundigen weiterhelfen.

Picken Sie sich also das für Sie Notwendige heraus! **Bitte lesen Sie dazu unbedingt die nächste Seite !!!**

**Ein Nachschlagewerk** . . Blättern Sie im Acrobat Reader die Seiten hindurch. Man kann sehr leicht eine interessierende Aufgabe finden, wenn man im Menü BEARBEITEN und SUCHEN ein Stichwort, oder die Fragen-Nr. eingibt.

**Eine Kurzanleitung zu Taschenrechnern und Formelrechnen**

dient der Wiederauffrischung verschütteter Mathekenntnisse, und leitet das Ganze ein . . . . .

Viel Erfolg wünscht

DL9HCG, Günter Lindemann

Meiendorfer Str. 25, 22145 Hamburg, ☎ 040-694 58 633

E-Mail: dl9hcg@alice-dsl.net • Skype: dl9hcg

Kostenfreie Verbreitung der unveränderten Datei

zur privaten, nichtkommerziellen Nutzung ist erwünscht.

# Ingenieurstudium oder Prüfung • Was will Lichtblick erreichen?

Das Spektrum derer, die sich auf die Amateurfunk-Prüfung vorbereiten wollen, reicht vom Akademiker bis zum Hilfsarbeiter. Der Akademiker bedarf dieser Hilfe für den Anfänger weniger, und möge mir meine stark vereinfachte Terminologie physikalischer Maßeinheiten und Vorgänge verzeihen.

Was aber erwartet den 17-jährigen Bäckerlehrling, der diesen Beruf nur anstrebte, weil er glaubte, daß seine schulischen Fähigkeiten keine höherwertigeren Aussichten zuließen?

Mit der Aussage: "1/s" kann der noch nichts anfangen. Das Ohm'sche Gesetz ist ihm genauso fremd, wie das "Kosinus-Vieh" oder ein Temperatur-Koeffizient. Und darüber hinaus sollte er zur Prüfung möglichst alle Fachausdrücke aus den über 1000 Fragen begreifen, um sie richtig zuordnen können.

Also auch Otto Spätentwickler soll zum Funkamateurler werden können. Denn die Ausübung des Amateurfunks eröffnet ihm später eventuell die Möglichkeit, Kenntnisse zu erwerben, die ihm sonst sein Leben lang möglicherweise verschlossen gewesen wären.

Bildung (sich ein Bild machen) beginnt bei ihm mit seinem ersten kleinen Erfolg, und ich erlebe es immer wieder, daß hin und wieder jemand darüber froh ist, diese leichte Kost gefunden zu haben, die ihm besser mundete als die - für ihn noch fade - aber wissenschaftlich korrekte Schreibung.

**Um das Lernpensum zu erleichtern**, sind die (gelb unterlegten) von der Bundesnetzagentur vorgegebenen Fragen mit der von der BNetzA als **<richtig> vorgegebenen Lösung** an den Anfang der jeweiligen Seite gestellt. Im weiteren Verlauf versucht Lichtblick mit einem Lösungsvorschlag die von der BNetzA als **<richtig> vorgegebene Lösung** zu erklären.

Mancher Oldtimer, der vor mehr als 30 Jahren seine Prüfung absolvierte glaubt, daß die heutigen Anforderungen ungleich einfacher seien: "Man braucht ja nur noch anzukreuzen"! Andere möchten es alles möglichst noch wissenschaftlicher haben. Ich empfehle in einem solchen Fall: **Testen Sie sich zunächst** mit Hilfe eines Prüfungs-Simulationsprogrammes einmal selbst. **Ziel = 100 Punkte!** - (Ich selbst lande dann durchschnittlich bei nur 94 richtigen Punkten.)

**Und denken Sie daran:**

Es soll **kein Ingenieur-Studium** absolviert und **kein Dokortitel** erworben werden, sondern einfach nur eine Amateurfunk-Prüfung bestanden werden !!! - Und dazu verhilft dem Bäckerlehrling vielleicht ein Lichtblick . . .

## Modernere Taschenrechner • Kaum Unterschiede zu den Vorgängern.



Ich beschrieb in den bisherigen Lichtblicken den Umgang mit meinem ersten Taschenrechner. Er ist längst in die ewigen Jagdgründe eingegangen. Ein Nachfolger mußte her, - einer, der einem alten Opa wie mir keine großen Kopfschmerzen bereiten durfte.

Deshalb kaufte ich mir das Nachfolgemodell: Einen CASIO *fx-82Solar* Rechner. Es galt nun, diesen neuen Rechenknecht kennenzulernen. Mit Freude konnte ich feststellen, daß tatsächlich keine großartige Gehirnakrobatik erforderlich war, um sich ihn zum Freund zu machen. Er braucht umweltbewußt, nie mehr eine Batterie, und tut mit zwei kleinen Unterschieden doch genau das Gleiche. Ich kann diesen Taschenrechner deshalb sehr empfehlen.

Beim meinem neuen Solar-Rechner wurde die Wurzel-Funktion mit ihrer Zweitfunktion getauscht. Die Wurzel wird hier über den Umweg: SHIFT- $X^2$  erreicht. Der zweite Unterschied besteht bei der Funktion  $1/x$ . Diese Funktion ist nun nur eine Taste weiter links zu finden. Alle anderen Funktionen, - soweit wir sie benötigen, sind einander nahezu gleich geblieben.

Sie werden also auch schon auf Fortschritt gesetzt haben, und müssen sich wie ich, daran gewöhnen. Das aber ist ja bei jedem Rechner notwendig.

Fazit: Wenn Sie schon einen Rechenknecht haben, werden Sie ihn schon kennen, und sollten nicht glauben extra für die Prüfung einen neuen kaufen zu sollen, nur weil es scheint, daß ich das empfehle. Bleiben Sie bei Ihrem vertrauten Modell und üben Sie ggf. die Ihnen noch unbekannt Funktionen ein, soweit diese für die Prüfung notwendig sind.

Jeder heutige wissenschaftliche Taschenrechner - das sind die, mit denen man Wurzel ziehen kann, und die eine LOG-Taste, eine SIN-Taste usw. haben, ist geeignet.

Meine Beschreibungen gelten nun für dieses neuere Modell: **CASIO *fx-82 SOLAR***

# Der Taschenrechner - und wie damit das Formelrechnen geht.



Für Leute die wie ich, ihr ganzes Leben lang ohne Taschenrechner lebten, oder eine Auffrischung möchten.

Man stelle sich die folgende Aufgabe vor :

**TA108** Wie viel Dezibel entsprechen einer vierfachen Leistungsverstärkung?  
Lösung 6 dB.

Hier die Formel, und wie ist sie zu verstehen ?

$$dB = P_{\text{AUS}} \div P_{\text{EIN}} [\text{Log}] \cdot 10 \quad P = \text{Power (Leistung) in Watt}$$

Soll heißen: dB = Leistungsverhältnis [log] mal 10.

Vorn steht: **dB =** das ist das, was mit der Formel die dann folgt, herausgefunden werden soll.

Es soll gefunden werden, wieviele **dB** das Verhältnis  $P_{\text{EING}}$  ZU  $P_{\text{AUSG}}$  - also das Verhältnis der Eingangs- zur Ausgangsleistung sind.

In diesem Fall ist dies Verhältnis ja schon bekannt: Es geht um das **4-fache**.

Man gibt also in den Taschenrechner eine **4** ein und drückt auf die Taste **Log** (Das ist der dekadische - oder Zehnerlogarithmus). Das Display des Rechners zeigt daraufhin **0,602 059 991**.

Weiter sagt die Formel, daß man nun **mit 10 multiplizieren** muß, und schon hat man das richtige Ergebnis: **6,02 ... = ca. 6dB**

**Übung macht den Meister !** (Übrigens in WindowsXP gibt's einen Taschenrechner: WINDOWS - SYSTEM-32 - CALC.EXE ).

# Die Funktionen der Tasten des Taschenrechners

Von den 18 Tasten im Bild werden nur 8 wirklich benötigt, um die Aufgaben des Fragen-Kataloges zu lösen.

Hier werden die benötigten Funktionstasten des CASIO *fx-82 SOLAR* vorgestellt:



Die Taste ganz links oben: **Die Zweit-Funktions-Taste**. Wird sie gedrückt, so erscheint **SHIFT** im Display links oben. Es sind damit die Funktionen eingeschaltet, die über den Tasten in hellbraun aufgedruckt sind. Bei anderen Taschenrechnern ist diese Taste u.U. mit **FUNC**, oder **INV** oder anderen Bezeichnungen versehen. Sie tun aber alle das gleiche, sie aktivieren die Zweitfunktion.



**MODE**: Damit ist der Modus des Rechners gemeint. Man kann von Grad auf Neugrad umschalten. **DEG** (Degrees) ist der Modus mit  $360^\circ$  den wir brauchen. Nur falls etwas anderes als DEG im Display erscheint, ist sie zu benutzen. Ansonsten brauchen wir die Taste nicht.



Die **Quadrierfunktion**: **X<sup>2</sup>**. Bei Eingabe von **12** und Drücken der **X<sup>2</sup>**-Taste bekommt man **144** heraus. **X<sup>2</sup>** heißt, daß die Zahl **X**, die gerade im Display steht, quadriert wird - mit sich selbst malgenommen wird.  $\sqrt{\quad}$  Mit Druck auf **SHIFT** und anschließend die **X<sup>2</sup>**-Taste erreicht man die Funktion **Wurzelziehen**. Unsere **144** ist wieder zur **12** geworden. Die Zweitfunktion ist also (fast) immer das Gegenteil der Funktion, und so ist es auch bei den meisten anderen Zweitfunktionen.



Diese Taste wurde schon im Einleitungstext auf der vorigen Seite vorgestellt: Die für den dekadischen, den **Logarithmus zur Basis 10**. Auch hier ist die Zweitfunktion die Umkehr der Grundfunktion: Eine Zahl auf dem Display, die der Rechner **X** nennt, wird mit **SHIFT** und **[10<sup>X</sup>]** (zehn hoch X) wieder zurückgewandelt. Aus den **0,602 059 991** wird wieder **4-fache Leistung**.

# Die Funktionen der Tasten des Taschenrechners

Von den 18 Tasten im Bild werden nur 8 wirklich benötigt, um die Aufgaben des Fragen-Kataloges zu lösen.

Hier werden die benötigten Funktionstasten des CASIO *fx-82 SOLAR* vorgestellt:



Es folgt die Taste **[ln]** für den **natürlichen Logarithmus**, die nur für zwei Aufgaben benötigt wird. Deshalb werde ich sie nicht groß beschreiben, nur soviel: Es ist die Umkehr der **e-Funktion**, (die wir nicht brauchen), was auch die Zweitfunktion aussagt. Damit sind die für uns wichtigen Tasten in der oberen Reihe schon erklärt. Die Tasten der zweiten Reihe werden für unsere Zwecke nicht benötigt.



In der dritten Reihe brauchen wir **+/-**, die **Vorzeichen-Umkehrtaste**. Eine eingegebene Zahl wird mit ihr zur Minuszahl gewandelt. **Beispiel:** Eingabe **55 +/-**, Ausgabe **-55**. Die Zweitfunktion **Kubikwurzel** wird für unsere Berechnungen nicht gebraucht.



Wichtig ist in der dritten Reihe die Funktion **1/x**, mit der **1** durch die Zahl **X** (die Zahl im Display) geteilt wird. Zum Beispiel, wenn wir den Strom durch einen **50 Ω** -Widerstand brauchen: Die Eingaben **50 » SHIFT » ---)]** ergeben auf dem Display: **0,02** Ampere. (Es war die Zweitfunktion **1/x** aktiv).



**Min** (*Memory input = Speicher-Eingabe*) um eine Zahl im Speicher abzulegen, und um diesen Wert später mit **MR** (*Memory Return = Speicher-Rückholen*) wieder abzurufen. Die Zifferntastatur mit den Grundrechenarten sollte eigentlich jeder beherrschen. Da ist nichts Besonderes, außer der Taste **[EXP] = Exponententaste**.

## Weitere Funktionen der Tasten des Taschenrechners.

**Wichtig:** Bei **Hochzahlrechnungen** schreibe ich die Eingaben so :  $15^{12}$  (15 mal zehn hoch minus 12).  
Das Hoch-Zeichen  $^$  signalisiert dann die [EXP] -Taste

**Quadratzahlen** schreibe ich in der gewohnten Schreibweise:  $3^2$  ( **3 zum Quadrat = 3 mal 3** )  
In Texthinweisen zu den Aufgaben erkläre ich das noch alles.

Ist eine **besondere Taste** gemeint, dann steht sie in eckigen Klammern, wie z. B.  $[1/x]$

$\pi$

Man drückt auf **EXP** und es erscheint die Zahl Pi = **3,141592654**.  
Denn ohne vorherige Ziffern-Eingabe ist hier die Zweitfunktion **Pi** wirksam.



**[EXP]** Der **Exponent** ist eine Hochzahl. Sie steht schon im Display, bevor ich auf EXP drücke.  
Die Taste hat die Bedeutung: "**Zehn hoch (X)**." X ist die Zahl, die anschließend als Exponent einzugeben ist.

### Ein Beispiel:

Eingabe **3**; Eingabe **[EXP]**; Eingabe **2**; Eingabe **[+/-]** = **Drei mal 10 hoch minus 2 = dezimal 0,03**.  
Dieser Faktor **3** findet sich an der 2. Nachkommastelle wieder.

Solange die Zahl so einfach ist, mag man sie auch getrost als 0,03 (= *30 milli*) eingeben,  
aber wenn man 15 Pikofarad eingeben soll, ist die Exponentenschreibweise viel einfacher :

**15** » **[EXP]** das Display zeigt nun  $15^{00}$  ; Jetzt kommt der Exponent : **12** (*für Piko*), dann **+/-**  
Jetzt zeigt das Display =  $15^{-12}$  ( *Sprich: Fünfzehn mal Zehn hoch minus Zwölf* ).

Sonst müßte man eingeben : **0,000 000 000 015** (die 15 an elfter und zwölfter Stelle nach dem Komma.)  
Und so viele Stellen hat der Rechner auch garnicht. Beispielrechnungen werden das noch verdeutlichen.

SHIFT

Mit der **Zweitfunktionstaste** stellen Sie bitte immer die für **Ihren Rechner** benötigte Funktion ein. Da die Zweitfunktionen der verschiedenen Rechner unterschiedlich sein können, wird in den Rechenbeispielen immer die für Ihren Rechner aktuell benötigte Funktion angegeben.

In den grün unterlegten Aufgaben-Rechenbeispielen finden Sie zum Beispiel  $3^2$  wenn es um einfaches Potenzieren geht.

 $X^2$ 

Mit dieser *einfachen* Potenzrechnungsweise werden wir konfrontiert, wenn es z.B. heißt:  $U^2$ . Die Spannung  $U$  wird mit sich selbst multipliziert: ( $3^2 = 9$ ). Aus  $3V \cdot 3V$  wird  $9$  Volt. Der Mathematiker nennt die  $3$  aus unserem Beispiel die Basiszahl, und die Hochzahl nennt er Exponent.

**Beispiel:**

Eine Spannung von  $14$  V, die an einem Widerstand mit  $50$  Ohm anliegt, ergibt welche Leistung ?

Die Formel dazu lautet:  $P = U^2 / R$ .

**P** = Power, Leistung in Watt.

**U** = Spannung in Volt.

**R** = Widerstand in Ohm.

Hier die Prozedur:



$14$  Volt wurde eingegeben, mit der  $X^2$ -Taste quadriert: ( $14 \times 14$ ), das Display zeigt  $196$ . Geteilt durch  $50$  Ohm ergibt das  $3,92$  Watt.



In den grün unterlegten Rechenbeispielen finden Sie zum Beispiel  $15^{12}$  wenn es um den Logarithmus zur Basis 10 geht. Das Hochzeichen steht dann für die Taste [EXP]





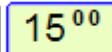

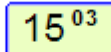

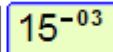

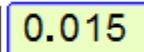
Mit  $15^3$  ist der **Logarithmus zur Basis 10** gemeint:

(Gesprochen fünfzehn mal zehn hoch drei. Mathematisch ausgedrückt:  $15 \cdot 10^3$ ).

Die Prozedur:        Auf gelbem Grund = Display-Anzeigen.



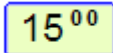

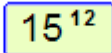

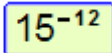

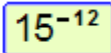
Der Faktor ( Multiplikations oder Divisionsfaktor ) 15 hat sich entsprechend dem Exponenten, der 3, um drei Zehner-Potenzen auf 15 000 erhöht, (Es wurde 15 mit 1000 multipliziert).  
Der Exponent (*Hochzahl*) gibt stets die Anzahl der auf die Faktorzahl folgenden Nullen an, wenn wie hier **der Exponent positiv ist**.

Bei **negativem Exponenten** wie  $15 \cdot 10^{-3}$  gibt der (**negative**) Exponent die Anzahl der **Nachkommastellen** an. ( Wenn der einzugebende Wert kleiner als 1 ist, also 0,9999... und kleiner ).

Die Prozedur:         

Der Faktor **15** ist um drei Zehnerpotenzen nach hinten gerückt.  
Seine letzte Ziffer, die **5** erscheint an der dritten Nachkommastelle. (Es wurde 15 durch 1000 geteilt).

Geben wir einmal 15 Pikofarad ein, - das sind 0,000 000 000 015 Farad . . . .

Die letzte Zahl des Faktors **15**, die **5** soll an der zwölften Nachkommastelle erscheinen .  
Das Display kann **0,000 000 000 015** zwar nicht darstellen, aber der Rechner kann damit rechnen.

# Die Einheiten

Wenn man die Begriffe Kilo, Milli oder Mega hört, ist wohl so ziemlich jeder mit an Bord, aber bei Nano und Piko, - mit denen wir uns hier auch befassen müssen ?

Deshalb hier eine Auflistung ihrer Begriffe und Wertigkeiten, hinter denen sich z.B. Nanofarad ( $10^{-9}$ ) verbirgt.

Einheit	Größe	Exponent	Dezi Bel
1 Giga =	1 000 000 000	$1 \cdot 10^9$	+ 90 dB
1 Mega =	1 000 000	$1 \cdot 10^6$	+ 60 dB
1 Kilo =	1 000	$1 \cdot 10^3$	+30 dB
Hundert =	100	$1 \cdot 10^2$	+ 20 dB
Zehn =	10	$1 \cdot 10^1$	+ 10 dB
EINS =	1	$1 \cdot 10^0$	0 dB
1 Zehntel =	0,1	$1 \cdot 10^{-1}$	- 10 dB
1 Hundertstel =	0,01	$1 \cdot 10^{-2}$	- 20 dB
1 Milli =	0,001	$1 \cdot 10^{-3}$	- 30 dB
1 Mikro ( $\mu$ ) =	0,000 001	$1 \cdot 10^{-6}$	- 60 dB
1 Nano (n) =	0,000 000 001	$1 \cdot 10^{-9}$	- 90 dB
1 Piko (p) =	0,000 000 000 001	$1 \cdot 10^{-12}$	- 120 dB

0	,	Milli	.	Mikro	.	Nano	.	Piko					
	.		.		0	,	0	5	.				
	.		.					5	0	.			
	.		.					5	0	.	0	0	0
	.		.					1	5	0	.		
10	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Gute Dienste bei der Umstellung der Einheiten hat mir das karierte Rechenpapier geleistet, wie wir es aus der Schule kennen. Hier ist das erkennbar.

Oben sollten Kondensatoren mit den Werten :  $C_1 = 0,05 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 50 \text{ nF}$  und  $C_3 = 50000 \text{ pF}$  parallelgeschaltet sein. Die richtige Lösung der Aufgabe lautete 150 nF.

Die Einheiten sind in Dreiergruppen aufgeteilt: z.B. Milli - wobei die linke Stelle 100-milli, die mittlere 10-milli, und die rechte 1-milli bedeutet.

Gefolgt werden die Milli's von den Mikro ( $\mu$ ), den Nano und den Piko.

Auf einen Blick ist das überschaubar geworden.

# Die Exponenten einfach erkennen

Wie schon zuvor gesagt, - ich habe mir das Leben mit dem karierten Rechenpapier vereinfachen müssen. Denn für mich war das Rechnen mit den Exponenten völliges Neuland. Schauen Sie sich das an - und - vielleicht hilft es Ihnen auch.

	Tausendstel			Millionstel			Milliardenstel			Billionstel							
	0	,	Milli	.	Mikro	.	Nano	.	Piko	.							
0.015 µF		.					0	,	0	1	5						
15 nF		.						.		1	5						
Gesamt		.						.		3	0						
Exponent	10	^-	1	2	3		4	5	6		7	8	9		10	11	12

Hier sind die beiden parallel geschalteten Kondensatoren mit 0,015 µF und 15 nF zusammenzuzählen.

Beide haben exakt den gleichen Wert, nämlich 15-milliardenstel Farad = 0,000 000 015 Farad. Und weil die letzte Ziffer an der neunten Stelle nach dem Komma steht, sagt der Mathematiker, daß es  $15 \times 10^{-9}$  Farad sind. Unter der Ausrechnungszeile kann man das nachkontrollieren.

Die beiden Werte wurden nur deshalb so unterschiedlich benannt, weil man es uns möglichst schwer machen will. Aber wir machen es den Herren schwer, uns auf's Kreuz zu legen.

Zurück zum Eigentlichen: Wir haben es also bei beiden Werten mit 15 Nano-Farad zu tun. Das sind ebensogut auch 15 000 Piko-Farad, oder 0,000 015 Milli-Farad. In der Ausrechnungszeile finden wir 30 Nano-Farad, oder auch

$30 \times 10^{-9}$  Farad. Da aber am Ende der 30 eine Null steht, meint mein Taschenrechner, es seien  $3 \times 10^{-8}$  Farad. Das kann zu Verwirrungen führen, ist jedoch auch richtig. Denn die Drei der 30 belegt die achte Exponentenstelle. Mich hat das auch immer wieder irritiert, aber seien Sie sicher: Solange der Taschenrechner nicht defekt ist, arbeitet er ohne Fehler. Er ist eine treue Seele.

Nein, die Fehler mache ich! - Ich muß deshalb nur sehr aufpassen, womit ich das Kerlchen füttere. Kurz bevor ich zur Prüfung ging, habe ich mir alle Fragen die Berechnungen erforderten, noch einmal vorgenommen und immer wieder und wieder durchgerechnet.

Wie schon bemerkt, sind eine ganze Menge Fragen im Katalog, - ich nenne sie "Fallenstellerfragen", die zur Verunsicherung führen sollen. Üben Sie - werden Sie sicher !

# Bedeutungen einiger Formelzeichen in der Elektronik

Herkunft	Bedeutung	Anwendung	Weiteres
<b>A</b>	<b>Area</b> = Gebiet = Fläche	in Meter <sup>2</sup> , cm <sup>2</sup> , mm <sup>2</sup>	Quadratmeter, -cm usw.
<b>a</b>	<b>a</b> = Abstand	Strecke in Meter,	cm, mm
<b>B</b>	<b>Bandbreite B</b> eines HF Signals	in Hertz	Physiker Heinrich Hertz
<b>C</b>	<b>Capacity</b> = Speichervermögen	in Farad	Physiker Michael Faraday
<b>c</b>	<b>candela</b> Lichtgeschwindigkeit	300 000 km/ sec.	cd = candela für Lichtstärke
<b>d</b>	<b>distanz,</b> radius = Abstand	Strecke in Meter,	cm, mm
<b>dB</b>	<b>dezi-Bel</b> Logar. Verstärkungsmaß	in dB	Log = Log-Taste
<b>E</b>	<b>E</b> Elektrische Feldstärke	in Volt pro Meter ( V/ m)	auch E-Vektor = Vektor der <b>E</b>
<b>F</b>	<b>Farad</b> = Speichervermögen	in Farad	Physiker Michael Faraday
<b>f</b>	<b>Frequenz</b> = Häufigkeit e.Schwingung	in Hertz pro Sekunde (Hz)	Physiker Heinrich Hertz
<b>G</b>	<b>Güte</b> eines Schwingkreises	Gütezahl	= $f_{RES} / \text{Bandbreite}$
<b>g</b>	<b>gain</b> = Verstärkung	in dB, oder Verst.-Faktor:	n- fache Verstärkung
<b>H</b>	<b>Henry</b> Magnetische Feldstärke	in Henry s.a. <i>Induktivität</i>	auch <b>H</b> -Vektor
<b>h</b>	<b>hour</b> Stunde	kWh, Kilowattstunde	Ah = Amperestunde
<b>I</b>	<b>Intensity</b> Stromstärke, <i>Intensität</i>	in Ampere	mA, $\mu$ A, nA usw.
<b>K</b>	<b>Kilo</b> 1000 Ohm, Hertz usw.	W, Hz usw.	Gewicht = 1000 Gramm
<b>L</b>	<b>L</b> = Induktivität (Lorentzkraft)	in Henry (H)	mH, $\mu$ H, nH
<b>M</b>	<b>Million</b> Mega = Million	MHz = Million Hertz	auch Mega-Ohm, -Volt,
<b>m</b>	<b>milli</b> Teil einer Menge	Tausendstel	mA, mV, mW, m usw.
$\mu$	<b>mikro</b> mikro - Teil einer Menge,	$\mu$ = Millionstel	$\mu$ H, $\mu$ F, $\mu$ V, $\mu$ A usw.
<b>n</b>	<b>Menge</b> eine Anzahl von <b>n</b> Windungen,	Wiederholungen usw.	
<b>n</b>	<b>nano</b> nano - Henry, Farad usw	Milliardstel einer Menge	nH, nV, nA, nW, nF usw.

# Bedeutungen weiterer Formelzeichen in der Elektronik

Herkunft	Bedeutung	Anwendung	Weiteres
<b>P</b>	Power	elektrische Leistung in Watt	James Watt
<b>Q</b>	Quality	Güte bei <i>Schwingkreis</i>	= $f_{RES} / \text{Bandbreite}$
<b>R</b>	Resistance	elektrischer Widerstand in Ohm	Leitwert = Kehrwert d. Widerstand
<b>r</b>	radius	Abstand	wie auch d = Distanz
<b>S</b>	Strenght	Feldstärke <i>Field-Strenght</i>	6 dB = 1 S-Stufe
<b>s</b>	Sekunde	Zeiteinheit	Milli, mikro, nano Sekunden
<b>T</b>	Tesla	Magnetische Induktion	Physiker Nicola Tesla
<b>t</b>	time	Zeit	Formelzeichen = s
<b>U</b>	Ursache	Spannung Volt ( V )	Physiker Alessandro Volta
<b>V</b>	Volt	elektrische Spannung	U in Volt
<b>W</b>	Watt	elektrische Leistung	$P = U \times I$
<b>X</b>	Imaginärzahl	Scheinbare Zahl Scheinwiderstand,	in der Oszilloskopie
<b>X</b>	Impedanz	Innen / Außenwiderstand in Ohm,	Scheinwiderstand
<b>Y</b>	Y-Achse	Vertikale Achse d. Oszilloskop	in der Oszilloskopie
<b>Z</b>	Impedanz	Innen / Außenwiderstand in Ohm,	Scheinwiderstand
$\Delta$	Delta	Änderung eines Ereignisses :	auch $\vartheta$
$\lambda$	Lambda	Wellenlänge	Schwingung in Meter ( m )
$\rho$	Rho	spezifischer Widerstand	von 1m Länge • 1mm <sup>2</sup> Ø
$\varphi$	Phi	Phasenwinkel i.A. Strom / Spannung	Sinus- Winkel
$\omega$	Omega	Kreisfrequenz = $2 \cdot \text{Pi} \cdot f$	Thomson'sche Schwingungsformel
$\Omega$	Ohm	Widerstand	$R = U \div I$

# Einige Schaltzeichen

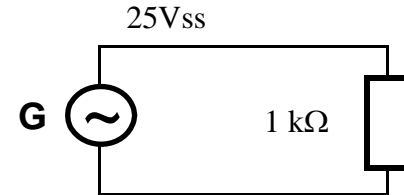
	Leitungsdrähte
	Leitungsüberkreuzung
	Leitungs-Verbindung
	Verbindung von - nach . . .
	Anschlußpunkt
	Akku, Batterie
	Generator, Stromerzeuger
	Widerstand
	Widerstand, regelbar
	Widerstand, selbstregelnd (PTC, NTC)
	Kondensator
	Kondensator, regelbar
	Spule
	Spule mit Ferritkern
	Netz- Transformator

	Diode
	Kapazitäts-Diode
	Leuchtdiode
	Z- Diode
	PNP- Transistor
	NPN- Transistor
	Feldeffekt- Transistor
	Verstärker, allgemein
	Blockschaltbilder :
	Mischstufe
	HF-Generator, Oszillator
	VFO, Oszillator, variabel

	HF- Filter : (die durchstrichenen Wellen zeigen, daß nur teilweise durchgelassen wird).
	Frequenz-Vedreifacher
	Demodulator
	Antenne, allgemein
	Erdung, Masseanschluß
	Gleichstrom
	Techn. Wechselstrom
	Niederfrequenz
	Hochfrequenz
	Voltmeter
	Amperemeter
	Mikrofon

Formelrechnen ist vielen ein Graus, deshalb habe ich bei allen Aufgaben, in denen eine Formel vorkommt, die Formel, (rosa unterlegt und umrandet) wie hier vorangestellt.

Beispiel-Aufgabe: Der Wechselstrom-Generator (~) erzeugt 25 V<sub>SS</sub>, die durch den Widerstand von 1 kOhm fließen.  
Wie groß ist der Strom durch den Widerstand ?



**Formel:**  $U_{EFF} = 1/\sqrt{2} \cdot U_{SP}$  (Eins durch Wurzel aus 2) mal U<sub>spitze</sub>

Und im Anschluß gibt es eine grün unterlegte rezeptartige Anweisung, den Rechner zu handhaben:

<b>Taschenrechner:</b>	<b>&gt; Eingaben</b>	<b>= Ausgabe</b>
Spitzenspannung = U <sub>SS</sub> ÷ 2	> <b>25</b> v ÷ <b>2</b>	= <b>12,5 Volt</b> U <sub>s</sub>
Effektivwert	> <b>2</b> √ [1/x] • <b>12,5</b> v	= <b>8,8388 Volt</b> eff
Effektivstrom I = U ÷ R	> <b>8,8388</b> v ÷ <b>1000</b> Ω	= <b>0,008 83</b> Ampere

Links, unter **Taschenrechner** ist ein Hinweis darauf, um was es geht.  
Z.B. Effektivwert, dann die Eingabeaufforderung >.

Hinter der Eingabeaufforderung > sind die **fettgedruckten** Werte und Funktionen einzugeben, wie das Teilungszeichen ÷ oder /, die Wurzelfunktion √ usw.

Das in den Eingaben kleinere, dünngedruckte dient nur der Orientierung (ob Volt, Ohm, Ampere usw.)

Man übe das mit dem eigenen Taschenrechner öfter, und wird sehen, es ist fast ein Kinderspiel.....

**Fehler macht jeder . . .**



**leider auch ich . . .**

Besonders bei einem so umfangreichen Vorhaben. Und es ist charakteristisch, daß man die eigenen Fehler nicht sieht. Viele wurden schon korrigiert, und werden auch laufend korrigiert - aber . . . .

Deshalb die herzliche Bitte: Teilen Sie mir bitte mit, wenn Sie noch weitere Fehler finden. Denn, wenn es sich um Material zum Kennenlernen dreht, sind Fehler geradezu fatal.

Benutzen Sie dazu bitte meine E-Mail-Adresse, oder rufen Sie mich einfach an. Ein Anruf vermeidet Unklarheiten, die E-Mails enthalten könnten, die aber telefonisch sofort zu klären sind.

Wie Sie bemerken werden, mache ich die Vergewaltigung einer Sprache, die über Jahrhunderte gewachsen ist, nicht mit und hoffe daß Sie trotzdem damit klarkommen.

Sehr interessant wäre auch, wenn Sie Anregungen zur Verbesserung hätten.

Danke für's Mitmachen . . . *DL9HCG, Günter*

Ständig neue, fehlerkorrigierte Versionen sind dank Junghard, DF1 IAV auf der Homepage <http://www.dl9hcg.a36.de> abrufbar.

Günter Lindemann, Meiendorfer Straße 25, 22145 HAMBURG, ☎ 040- 69 45 86 33  
E-Mail: [dl9hcg@alice-dsl.net](mailto:dl9hcg@alice-dsl.net) • Skype: [dl9hcg](#)



## Nur Technik in Klasse E und A

Für die Prüfungsteile Betriebliche Kenntnisse und Kenntnisse der Vorschriften kann kaum etwas erklärt werden, denn es sind ja nur Festlegungen der Behörden oder der Amateurfunk-Verbände. Deshalb hilft Lichtblicke nur bei den Prüfungsteilen von Technischen Kenntnissen.

Das andere muß also wohl in eigenen Übungen gelernt, "gebüffelt " werden, bis man's auswendig kann.

### Ankreuzverfahren

Die Prüfungen finden im Multiple-Choice- Verfahren statt. Es wird die Frage gestellt, und vier Auswahl- Antworten vorgegeben. Eine der Antworten - am besten die richtige ist anzukreuzen.

### Erforderlich für Klasse E:

In der Prüfung für Funkamateure der Klasse E werden 34 Fragen in jedem Prüfungsteil gestellt.

Hat man von einem Prüfungsteil 25 Fragen richtig beantwortet, dann gilt dieser Prüfungsteil als bestanden.

### Erforderlich für Klasse A:

In der Prüfung für Funkamateure der Klasse A werden 51 Fragen im Prüfungsteil Technische Kenntnisse gestellt.

Hat man davon 38 Fragen richtig beantwortet, dann gilt dieser Prüfungsteil als bestanden.

Für die Prüfungsteile Betriebliche Kenntnisse und Kenntnisse von Vorschriften werden wie für die Klasse E jeweils 34 Fragen gestellt, wovon 25 richtig beantwortete zum Bestehen reichen.

## Prüfungsteil nicht bestanden?

Ist ein Prüfungsteil nicht bestanden, behalten jedoch die bestandenen Prüfungsteile Gültigkeit. Man kann den nicht bestandenen Prüfungsteil später nachholen, um dann doch Funkamateur zu sein.

## Wieviel Zeit hat man?

Für den Prüfungsteil Technische Kenntnisse der Klasse A, gilt zur Beantwortung eine Zeitspanne von 90 Minuten.

Für alle anderen Prüfungsteile hat man 60 Minuten Zeit. Ein Vormittag ist also zu reservieren, wenn man bedenkt, daß zwischen den Prüfungsteilen noch Pausen eingelegt werden und am Schluß die Bewertung verkündet wird.

## Jede Menge Zeit

Man staunt über den Prüfungsteilnehmer, der schon nach 25 Minuten fertig ist, und den Antwortungsbogen abgibt.

So mancher dieser Prüflinge hat später Zeit, einen Teil der Prüfung nachzuholen.

Nehmen Sie sich unbedingt die Zeit, die Fragen gründlich zu lesen. Eine Anzahl der Fragen ist bewußt mißverständlich gestellt, und wer da nicht aufpaßt ist eventuell der Dumme.

### **Wenn Sie alle Kreuzchen gemacht haben . . .**

sind Sie noch nicht fertig. Denn Sie prüfen noch einmal nach, ob Ihnen nicht doch noch ein Fehler unterlaufen ist. Man darf „falsche Kreuzchen“ korrigieren.

**Gehen Sie als Sieger vom Platz!**

**Antwortbogen für die fachliche Prüfung  
zum Erwerb des Amateurfunkzeugnisses der Klasse A und E**

<b>Prüfungsteil</b>		<b>Prüfungs- dauer</b>	<b>Anzahl der Fragen</b>
Technische Kenntnisse Kl. A	<input type="checkbox"/>	90 Min	51
Technische Kenntnisse Kl. E	<input type="checkbox"/>	60 Min	34
Betriebliche Kenntnisse	<input type="checkbox"/>	60 Min	34
Kenntnisse von Vorschriften	<input type="checkbox"/>	60 Min	34

Nummer des Prüfungsbogens:.....  
 Name:.....  
 Vorname:.....  
 Ort / Datum:.....

**Hinweise zur Prüfung**

- Benutzen Sie für die Beantwortung der Fragen nur diesen Antwortbogen. Kreuzen Sie oben den jeweils von Ihnen bearbeiteten Prüfungsteil an, und geben Sie die Nummer des Prüfungsbogens und Ihren Namen und Vornamen an.
- Bitte lesen und überdenken Sie jede Frage sorgfältig bevor Sie eine Antwort ankreuzen. Für die Beantwortung der Fragen steht Ihnen die oben für den jeweiligen Prüfungsteil angegebene Prüfungsdauer zur Verfügung.
- Zu jeder Frage werden 4 Antworten zur Auswahl vorgegeben, von denen immer nur eine richtig ist. Kennzeichnen Sie in der nebenstehenden Tabelle, in der der Fragenummer entsprechenden Zeile das Feld unter dem entsprechenden Buchstaben mit einem Kreuz. Verwenden Sie dazu nur Kugel- oder Tintenschreiber.
- Wird keine, oder mehr als eine Antwort je Frage im Antwortbogen angekreuzt so gilt diese Frage als falsch beantwortet. Soll eine bereits angekreuzte Antwort korrigiert werden, so ist die falsch angekreuzte Antwort durch einen horizontalen Doppelstrich (=) durchzustreichen und die richtige Antwort anzukreuzen. Soll eine solche, als falsch markierte Antwort doch wieder als richtig gelten, so ist das Kreuz mit Doppelstrich zu unterpunktieren. ( = = = = ).
- Jede richtig beantwortete Frage zählt beim Prüfungsteil "Technische Kenntnisse Klasse A" = 2 Punkte und bei den anderen Prüfungsteilen = 3 Punkte. Um die Prüfung zu bestehen, müssen 75 % erreicht werden. Werden 70 % erreicht, kann eine mündliche Nachprüfung erfolgen.

**Antworten**

<b>Nr.</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
01				
02				
03				
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

**Multiple Choice**

So in etwa sieht bei der Prüfung der Beantwortungsbogen aus, von dem ich den wichtigen (oberen) Teil hier vorstelle.

Außerdem bekommen Sie zur Prüfung natürlich die zu beantwortenden Fragen und eine Formelsammlung. Diese etwas 'gewöhnungsbedürftige' Sammlung ist auch als Anhang im Fragenkatalog vorhanden, den die BNetzA im Internet kostenlos bereitstellt.

Es ist also keine „schwarze Kunst“, wenn man die Prüfung bestehen will.

Wenn man seine Frage beantworten will, muß man nur aufpassen, daß man das Kreuzchen auch richtig positioniert.

So mancher Absolvent hat sein Kreuz in der Eile unabsichtlich in ein falsches Kästchen gemalt. Aus diesem Grund rate ich Ihnen: Kontrollieren Sie das unbedingt noch, bevor Sie den Bogen abgeben. Man hat sich ja doch schließlich die Mühe gemacht . . .

# Es gibt auch für Sie keine Möglichkeit, bei der Prüfung durchzufallen! Die einzig nötige Voraussetzung ist Ihr Wille.

Nachdem man anfangs glaubt: "Das schaffe ich nie", muß man - zugegeben - mit einiger Verbissenheit „dranbleiben"! Die ersten Ergebnisse mögen noch bei 25 bis 30% richtig beantworteter Fragen niederschmetternd wirken. Aber: Neuer Tag - neues Glück - wenn Sie dranbleiben.

Was braucht es denn mehr, als die vielerlei Ausdrücke kennenzulernen. Denken Sie daran: Selbst ein kleines Kind, was eben gelernt hat, ein Kreuz in eines der Kästchen zu malen, hat auf Anhieb schon eine 25-prozentige Chance. Und darauf ist aufzubauen.

Ich selber habe im Laufe von 25 Jahren ungefähr 150 Leute, die ich mir besonders deshalb ausgesucht hatte, weil sie glaubten daß sie es nie schaffen würden, in privaten Kursusabenden davon überzeugen können, daß sie es eben doch schaffen.

Voraussetzung für den erwünschten Erfolg schien uns allen, daß man ständig über ihren Kenntnisstand informiert sein sollte, um zu wissen wo noch Defizite bestanden. Ständige Probe-Prüfungen ließen erkennen, wo ich noch besser erklären mußte. Die Kenntnisse wuchsen von Mal zu Mal, bis eben zur Prüfungsreife. Dann ging es hin zur Prüfung - und nicht einer, der bis dahin durchgehalten hatte ist durchgefallen!

Wie gesagt - es waren ausnahmslos besonders schwierige Fälle, die ich mir da ausgesucht hatte.

**Trainieren** Sie in Richtung Fortschritt . . .

Mit AfuP, dem kostenlosen Prüfungs-Simulations-Programm von Junghard, <http://www.afup.a36.de> haben auch Sie die Möglichkeit, sich mit zunehmendem Erfolg die Terminologie der Fragen anzueignen, und Ihren Fortschritt zu erkennen: Sie werden mit AfuP Tag für Tag besser!

Und wo Sie noch ein wenig darüber hinausschauen möchten, hilft Ihnen ein Lichtblick möglicherweise.

Ich wünsche Ihnen also Verbissenheit und Durchhaltevermögen auf Ihrem Weg zum Amateurfunk, sowie viel Erfolg und Glück bei Ihrer Prüfung. - Günter, DL 9 HCG.

# Lichtblicke

## Klasse E

Auf den folgenden Seiten beginnt nun die Bearbeitung  
des Prüfungsteils Technische Kenntnisse  
nach dem Fragenkatalog der Klasse E

Oben beginnend mit der Nummer der Frage, dem Text der Frage  
wie im Fragenkatalog, und der richtigen Antwort.  
Darunter folgt der Lösungsvorschlag.

Stand: April 2014

Überlegenswert scheint mir, ob man nicht gleich die Prüfung der Kl. A machen sollte, denn die Physik  
ist exakt die gleiche - nur die Anzahl der Fragen nicht.

Zusammen mit dem Prüfungs- Simulations- Programm **AfuP** von DF1 IAV ideal zum Selbststudium.

Und mit einem der empfehlenswerten Kurse des DARC kann dann garnichts mehr schiefgehen!

Lichtblick kann und soll kein Lehrbuch sein.

Kostenfreie Verbreitung der unveränderten Datei für private, nichtkommerzielle Nutzung ist erwünscht.

**TA101** 0,042 A entspricht

Lösung:  $42 \cdot 10^{-3} \text{ A}$

A = Ampere (Stromstärke)

**Größenordnung:**

0	,	Milli	.	Mikro	.	Nano	.	Piko											
0	,	0	4	2	.														
0	,	0	4	2	.														
0	,	0	4	2	.	0	0	0	.										
0	,	0	4	2	.	0	0	0	.	0	0	0	.						
0	,	0	4	2	.	0	0	0	.	0	0	0	.	0	0	0	.		
						$10^{-3}$		$10^{-6}$		$10^{-9}$				$10^{-12}$					

Es geht hier nur darum:  
An welcher Nachkomma-Stelle  
endet der gefragte Wert -  
und 0,042 A hat 3 Stellen nach  
dem Komma =  $42 \cdot 10^{-3}$

Die Zahl aus der Frage wurde eingeschrieben: **0,042 A.**

Das sind 42 Milliampere

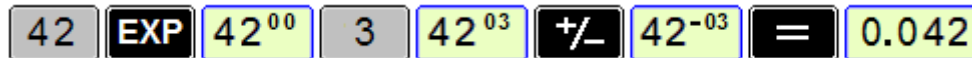
Oder auch 42 000  $\mu\text{A}$

Oder auch 42 000 000 nA

Oder auch 42 000 000 000 pA

Die Lesart ist verschieden, aber es bleibt immer das Gleiche.

Üben Sie es mit Ihrem Taschenrechner: Gelb unterlegt sind Display-Zwischen- und Endergebnis - alles andere ist einzugeben.



Eigentlich ganz einfach : 0,042 hat 3-Stellen hinter dem Komma, deshalb  $42 \cdot 10^{-3}$  (42 mal zehn hoch minus 3)

**TA102** 0,00042 A entspricht

Lösung:  $420 \cdot 10^{-6}$  A

0,00042 A  
A = Ampere (Stromstärke)

### Größenordnung:

0	,	Milli	.	Mikro	.	Nano	.	Piko
0	,	0	0	0	.	4	2	
0	,	0	0	0	.	4	2	0
		$10^{-3}$		$10^{-6}$		$10^{-9}$		$10^{-12}$

Die Zahl aus der Frage wurde eingegeben :

**0,000 42 A.** = 0,42 Milliampere  
oder  $420 \mu\text{A}$  =  $420 \cdot 10^{-6}$  ( Zeile 2).

Es geht hier nur darum:  
An welcher Nachkomma-Stelle  
endet der gefragte Wert -  
und 0,00042 A hat 5 Stellen  
nach dem Komma =  $42 \cdot 10^{-5}$

In der zweiten Zeile wurde der  
Wert um eine Nachkommastelle  
erhöht =  $420 \cdot 10^{-6}$

### Taschenrechner:

**0.000 42** **=**  **$4.2^{-04}$**  das entspricht auch  $420^{-06}$

Was unser Taschenrechner aus der vorgegebenen Eingabe macht, verwirrt uns. Man glaubt zunächst, man hätte sich vertippt.

Aber  $4,2^{-04}$  entspricht tatsächlich  $420^{-06}$ . Denn unser Taschenrechner greift sich immer den kleinstmöglichen Exponenten - damit kann der Rechenknecht am besten rechnen. Für uns Benutzer erfordert diese Eigenheit allerdings Denkarbeit. . . .

Ganz einfach : 0,000 420 hat 6-Stellen hinter dem Komma, deshalb  $420 \cdot 10^{-6}$  (420 mal zehn hoch minus 6)

**TA103** 100 mW entspricht

Lösung:  $10^{-1}$  W

100 mW (Milliwatt)

0	,	Milli	.	Mikro	.	Nano	.	Piko
	.	1	0	0	.		.	
0	,	1			.		.	
		$10^{-3}$		$10^{-6}$		$10^{-9}$		$10^{-12}$

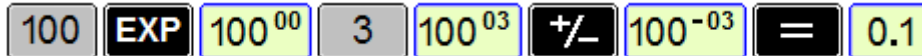
Die Zahl aus der Frage wurde aufgeschrieben :  
**100 mW.**

Das sind 0,1 Watt =  $1 \cdot 10^{-1}$  Watt, wie in Zeile 2

#### Taschenrechner :

Auch hier hat mir das karierte Rechenpapier gute Dienste geleistet.

100 mW hat 3 Nachkommastellen - für den Exponenten beachten. . .



Auch hier benutzt unser Taschenrechner den kleinstmöglichen Exponenten

Ganz einfach : 0,1 hat eine Stelle hinter dem Komma, deshalb  $1 \cdot 10^{-1}$  W — sprich 'zehn hoch minus ein Watt'

**TA104** 4 200 000 Hz entspricht

Lösung:  $4,2 \cdot 10^6$  Hz

### Frequenz (Hertz), Größenordnungen:

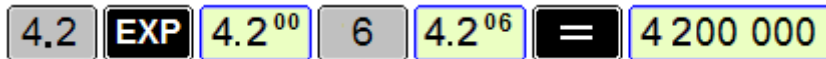
0	,	Giga	.	Mega	.	Kilo	.	H Z E	
	.				4	.	2 0 0	.	0 0 0
	.				4	,	2		
		$10^3$		$10^6$		$10^9$		$10^{12}$	

Die Zahl aus der Frage wurde eingegeben :  
4 200 000 Hertz - Das sind **4,2 MHz**.  
Dem Exponenten entsprechen sechs Stellen  
vor dem Komma, deshalb :  $4,2 \cdot 10^6$

### Taschenrechner :

Hier geben die Stellen vor dem Komma den Exponenten an . . .

Eingabe : **4.2** dann **EXP** dann **6** und = . . .



Positiver Exponent, gezählt werden die Nachkommastellen: Vier-komma-zwei mal zehn hoch sechs Hertz



**TA201** Welche Einheit wird für die elektrische Spannung verwendet ?

Lösung: Volt ( V )

Alessandro Volta, nach dem die Maßeinheit Volt benannt wird, gilt als Erfinder der Batterie. Das galt wohl auch als Beginn des Zeitalters der Elektrizität.

Ein Volt ist die Spannung, die in einem Widerstand von 1 Ohm einen Strom von einem Ampere fließen läßt.

Der Spannung in Volt ist das Formelzeichen **U** zugeordnet, was den **U**nterschied des Potentials zwischen positivem und negativem Pol der Spannungsquelle ausdrückt. **U** kann auch als Ursache des Stromflusses betrachtet werden.

In einem Stromkreis bewegen sich Ladungsträger (Elektronen) erst dann, wenn ein Potentialunterschied **U** in einem geschlossenen Stromkreis herrscht. Einfach ausgedrückt: Es muß eine Spannung in einem geschlossenen Stromkreis vorhanden sein.

Falsch sind : 1) Ampere = Stromstärke; 2) Ohm = Widerstand; und 3) Amperestunden = Leistung / Std.

**TA202** Welche Einheit wird für die elektrische Ladung verwendet ?

Lösung: Amperesekunde ( As )

Die Ladungsmenge ist die Elektrizitätsmenge, die dem Produkt aus Stromstärke pro Zeiteinheit entspricht: Die Ladungsmenge, bei der beispielsweise 1 Ampere eine Sekunde lang fließt.

Für den Funkamateurl ist das aber von minderer Bedeutung, weshalb nicht näher darauf eingegangen wird.

(Produkt = Ergebnis einer Multiplikation = Ampere je Sekunde).

Falsch sind : 1) Kilowatt = Leistung; 2) Joule = Arbeitseinheit; und 3) Ampere = Stromstärke.

**TA203** Welche Einheit wird für die elektrische Leistung verwendet ?

Lösung: Watt ( W )

Die elektrische Leistung wird mit dem Formelzeichen **P** ( Power ) in den Berechnungen verwendet.

Sie ist das Produkt aus Spannung mal Stromstärke, also Volt mal Ampere.

Die Formel dazu lautet :

$$P = U \cdot I$$

P = Leistung ( Watt )

U = Spannung ( Volt )

I = Stromstärke ( Ampere )

( Leistung = Spannung mal Stromstärke)

Falsch sind : 1) Farad = Kapazität; 2) Siemens = Leitwert; und 3) Henry = Induktivität.

Lösung: Ohm

Der elektrische Widerstand wird mit dem Formelzeichen **R** (Resistance französ.) in der Einheit  $\Omega$  (Ohm) in den Berechnungen verwendet.

Elektrischen Widerstand findet man überall vor:

Nicht nur als Bauteil, sondern alle Bauelemente besitzen ihn - auch das Kabel, von dem man glaubt, daß es keinen Widerstand besäße. Das Kabel hat zwar nur einen sehr kleinen, aber eben doch auch einen Widerstand.

Die Formel zum Widerstand lautet :

$$R = U \div I$$

R = Widerstand ( Ohm )

U = Spannung ( Volt )

I = Stromstärke ( Ampere )

(Widerstand = Spannung geteilt durch Strom)

Der elektrische Widerstand wurde 1887 zu Ehren des Physikers Georg Simon Ohm aus Erlangen mit seinem Namen benannt.

Falsch sind : 1) Farad = Kapazität; 2) Siemens = Leitwert; und 3) Henry = Induktivität.

**TA205**

Welche der nachfolgenden Antworten enthält **nur**  
Basiseinheiten nach dem internationalen Einheitensystem ?

Lösung: Ampere, Kelvin, Meter, Sekunde

**!! Merke: KELVIN kommt nur in der richtigen Antwort vor !!**

International ist Celsius in der Physik nicht mehr gefragt.  
Kelvin wird vorwiegend in der internationalen Wissenschaft angewendet.

Der absolute Nullpunkt ist bei Kelvin 0, und bei Celsius minus 273°

Man sagt z.B.: 300 Kelvin, und meint damit 27° Celsius.

Außer von Celsius und Kelvin gibt es weitere Temperatursysteme:

Celsius: Wasser gefriert bei Null°, und kocht bei 100° C.

Fahrenheit: Dt. Physiker erfand das erste Quecksilberthermometer.

Reaumur: Französ. Physiker erfand ein 80-teiliges Thermometer.

Kelvin: Engl. Physiker, der vom absoluten Nullpunkt ausgeht.

Alles andere ist falsch • Man soll das vielleicht wissen, weil elektronische Bauteile temperaturabhängig sind.

**TA206** 0,22  $\mu\text{F}$  sind

Lösung: 220 nF.

0,22  $\mu\text{F}$  ( $\mu\text{F}$  = Mikrofarad)  
Kapazität ist das Fassungsvermögen  
beim Kondensator.

**Umstellung auf Nanofarad :**

0	,	Milli	.	Mikro	.	Nano	.	Piko					
	.					0	,	2	2	.			
	.						.	2	2	0	.		

$10^{-3}$  |  $10^{-6}$  |  $10^{-9}$  |  $10^{-12}$

Eingetragen wurde in der richtigen Spalte. **0,22  $\mu\text{F}$**

Darunter findet man die 220 Nanofarad = **220  $\cdot 10^{-9}$**

Negativer Exponent : 220 mal zehn hoch minus neun.

**TA207**    3,75 MHz sind

Lösung:    3750 kHz.

MHz = Megahertz

**Größenordnungen:**

0	,	Giga	.	Mega	.	Kilo	.	H	Z	E	
						3	,	7	5		
						3	.	7	5	0	
				$10^3$			$10^6$			$10^9$	$10^{12}$

Alle die Einheiten: Kilo, Mega, Giga und Tera stehen im Verhältnis 1 zu Tausend :

1 mal 1000              = 1 Kilo Hertz  
1 Kilo mal 1000        = 1 Mega Hertz  
1 Mega mal 1000       = 1 Giga Hertz

3. 750 000 Hertz pro Sekunde.

**TA208** Welche Einheit wird für die Kapazität verwendet ?

Lösung: Farad ( F )

Gemeint ist das Speichervermögen eines Kondensators.  
Vergleichbar ist das mit der Batterie, die ja auch ein  
Speichervermögen hat.

Der Physiker Faraday ist mit dieser Einheit verbunden.

Die Größenordnungen gebräuchlicher Kondensatoren liegen  
meist zwischen Milli-Farad und Pikofarad.

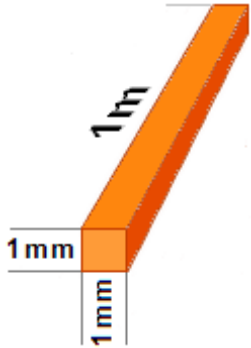
1 Pikofarad sind 0,000 000 000 001 Farad =  $1 \cdot 10^{-12}$  Farad.

Farad - nach dem englischen Naturforscher Michael Faraday (um 1800).



**TB101** Welche Gruppe enthält insgesamt die besten gut leitenden Metalle ?

Lösung: Silber, Kupfer, Aluminium



Die elektrische Leitfähigkeit eines Materials hängt von seinem spezifischen Widerstand in Ohm ab.

Je kleiner der spezifische Widerstand umso besser die Leitfähigkeit.

Normgröße für den spezifischen Widerstand ist ein 1m langes Stück des Materials mit 1-Quadratmillimeter Querschnitt.

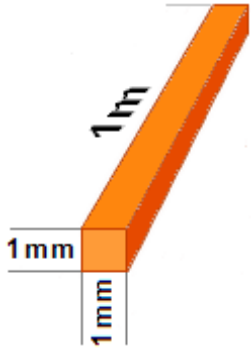
**Spezifischer Widerstand bei 1-mm<sup>2</sup> und 1-m Länge :**

<b>Silber</b>	<b>0,0160 Ohm</b>	Zinn	0,2070 Ohm
<b>Kupfer</b>	<b>0,0178 Ohm</b>	Blei	0,2080 Ohm
Gold	0,0244 Ohm	Platin	0,4300 Ohm
<b>Aluminium</b>	<b>0,0287 Ohm</b>	Quecksilber	0,9410 Ohm
Eisen	0,1300 Ohm	Graphit	8,0000 Ohm

Schlechter leitend : Eisen, Zinn, Quecksilber, Blei.

**TB102** Welches der genannten Metalle hat die beste elektrische Leitfähigkeit ?

Lösung: Silber



Die elektrische Leitfähigkeit eines Materials hängt von seinem spezifischen Widerstand in Ohm ab.

Je kleiner der spezifische Widerstand umso besser die Leitfähigkeit.

Normgröße für den spezifischen Widerstand ist ein 1m langes Stück des Materials mit 1-Quadratmillimeter Querschnitt.

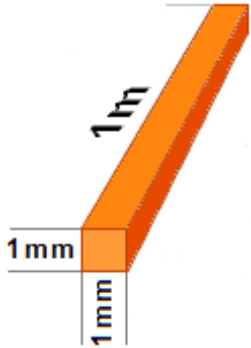
**Spezifischer Widerstand bei 1-mm<sup>2</sup> und 1-m Länge :**

<b>Silber</b>	<b>0,0160 Ohm</b>	Zinn	0,2070 Ohm
Kupfer	0,0178 Ohm	Blei	0,2080 Ohm
Gold	0,0244 Ohm	Platin	0,4300 Ohm
Aluminium	0,0287 Ohm	Quecksilber	0,9410 Ohm
Eisen	0,1300 Ohm	Graphit	8,0000 Ohm

Schlechter leitend : Eisen, Zinn, Quecksilber, Blei.

**TB103** Welches der genannten Metalle hat die schlechteste elektrische Leitfähigkeit ?

Lösung: Zinn



Die elektrische Leitfähigkeit eines Materials hängt von seinem spezifischen Widerstand in Ohm ab.

Je kleiner der spezifische Widerstand umso besser die Leitfähigkeit.

Normgröße für den spezifischen Widerstand ist ein 1-m langes Stück des Materials mit 1-Quadratmillimeter Querschnitt.

**Spezifischer Widerstand bei 1-mm<sup>2</sup> und 1-m Länge :**

Silber	0,0160 Ohm	<b>Zinn</b>	<b>0,2070 Ohm</b>
Kupfer	0,0178 Ohm	Blei	0,2080 Ohm
Gold	0,0244 Ohm	Platin	0,4300 Ohm
Aluminium	0,0287 Ohm	Quecksilber	0,9410 Ohm
Eisen	0,1300 Ohm	Graphit	8,0000 Ohm

Von den genannten Metallen leitet Zinn am schlechtesten !

**TB104** Welche Gruppe von Materialien enthält nur Nichtleiter (Isolatoren) ?

Lösung: Epoxyd, Polyethylen (PE), Polystyrol (PS)

In den falschen Antworten werden Graphit,  
Messing, Konstantan und Bronze angeboten.

**Das sind keine Isolatoren.**

**Isolatoren** müssen einen möglichst hohen elektrischen Widerstand aufweisen.  
Glasisolatoren haben einen el. Widerstand um ca.  $10^{12} \Omega$ .  
Einige Kunststoffe übertreffen diesen Wert sogar noch.

Messing, Konstantan und Bronze sind keine Isolatoren.

## TB105 Was verstehen Sie unter Halbleitermaterialien ?

Lösung: Einige Stoffe (z.B. Silizium, Germanium) sind in reinem Zustand bei Raumtemperatur gute Isolatoren. Durch geringfügige Zusätze von geeigneten anderen Stoffen oder bei hohen Temperaturen werden sie jedoch zu Leitern.



Unser Universum ist eine Ansammlung von materialspezifischen Atomen.  
Zum Silizium-Atom gehören z.B. 4 Elektronen. (Valenz-Elektronen).

Durch geringfügige Zusätze von geeigneten anderen Stoffen werden sie zu Leitern.  
Man nennt das Dotierung.

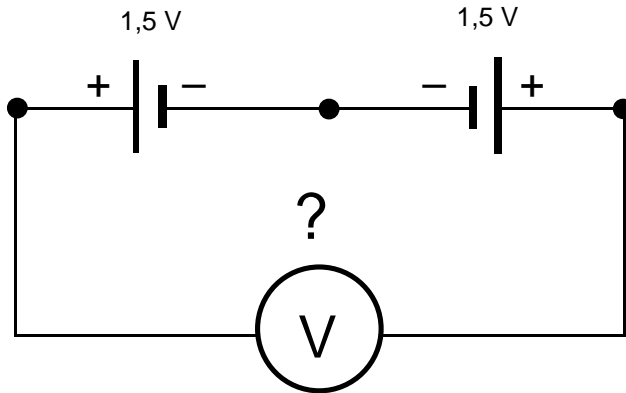
Vergleichbar mit dem Mischen von verschiedenen Flüssigkeiten oder Gasen,  
oder dem Veredeln von Metallen.

Auf diese Weise werden Dioden, Transistoren, ICs und ähnliche Bauteile  
mit P- und N- dotierten Kristallen hergestellt.

Dotieren: Ausstatten. • Valenz-Elektronen = zum betreffenden Material zugehörige Elektronen.

**TB201** Welche Spannung zeigt der Spannungsmesser in folgender Schaltung ?

Lösung: 0 V.



Die beiden Batterien zeigen mit ihren Pluspolen zum Spannungsmesser, und ihre Spannungen sind gleich groß.

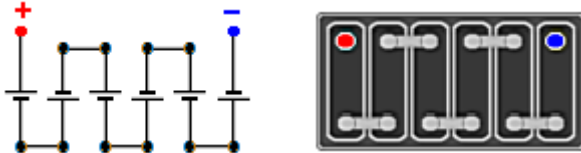
Der Spannungsmesser kann keinen Potentialunterschied feststellen. An seinen beiden Anschlüssen „sieht“ der Spannungsmesser + 1,5 V. Kein Spannungsunterschied = Deshalb zeigt er Null Volt an.

Kein Spannungsunterschied am Meßgerät.

**TB202**

Folgende Schaltung eines Akkus besteht aus Zellen von je 2 V.  
Jede Zelle kann 10 Ah Ladung liefern. Welche Daten hat der Akku ?

Lösung: 12 V / 10 Ah



Es handelt sich um einen ganz normalen Kfz-Akku.

Die Batteriezellen sind in Reihe geschaltet, sodaß sich die Einzelspannungen addieren :

6 Zellen mal 2 Volt = 12 Volt

Die Kapazität bleibt dabei die gleiche - es bleibt bei 10 Amperestunden.

Denn wenn man 10 Stunden lang 2 V / 1A pro Zelle entnimmt, ist die Zelle leer.

Auch wenn man dem Akku 10 Stunden lang 12 V / 1 A entnimmt, ist der Akku leer.

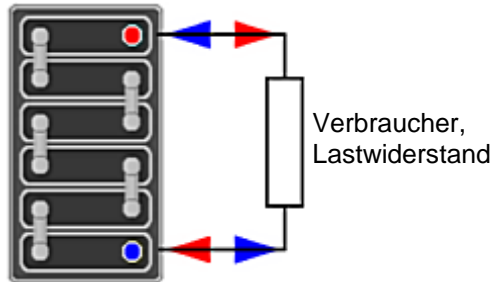
**Ah = Amperestunde:** Ich kann dem Akku 10 Stunden lang ein Ampere entnehmen.

Oder aber 5 Stunden lang zwei Ampere, oder eine Stunde lang 10 Ampere. - Alles klar ?

Alle anderen Angaben sind falsch.

**TB203** Was versteht man unter „technischer Stromrichtung“ in der Elektrotechnik ?

Lösung: Man nimmt an, daß der Strom vom Pluspol zum Minuspol fließt.



➔ **Die technische Stromrichtung von Positiv nach Negativ** ist in der neueren Zeit durch die Erkenntnisse über die Elektronenbewegung abgelöst worden.

➔ **Elektronen** fließen außerhalb der Stromquelle jedoch von **N nach P**, weil sie **negative Ladungsträger sind, was erst später erkannt wurde.**

Sie verlassen den Minuspol und wandern im Stromkreis zum Pluspol der Batterie.  
( Wie im obigen Bild ).

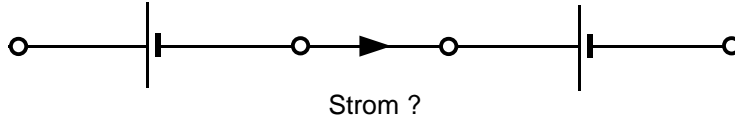
Auch daß die Erde eine Scheibe sei, glaubte man früher einmal.

Man merke sich für die Antwort den **Strom von Plus nach Minus.**



**TB204** Kann in folgender Schaltung von zwei gleichen Spannungsquellen Strom fließen ?  
Welche Begründung ist richtig ?

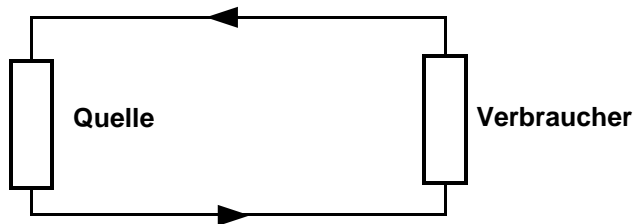
Lösung: Nein, weil kein geschlossener Stromkreis vorhanden ist.



Wenn an die äußeren Pole nichts angeschlossen ist,  
kann kein Strom fließen.

Außer der Stromquelle muß es einen Verbraucher in einem  
geschlossenen Stromkreis geben, wenn ein Strom fließen soll.

Wie hier :



Dieses ist ein geschlossener Stromkreis.

Kein geschlossener Stromkreis vorhanden.

**TB205**

Wie lange könnte man mit einem vollgeladenen Akku mit 55 Ah einen Amateurfunkempfänger betreiben, der einen Strom von 0,8 A aufnimmt ?

Lösung: 68 Stunden und 45 Minuten.



$$\text{Betriebsdauer } Bd = \frac{\text{Kapazität } 55 \text{ Ah}}{\text{Entnahme } 0.8 \text{ A}}$$

**Bd** = Zeit ( Stunden )  
**Ah** = Ampere / Std

<b>Rechner</b>	» <b>Eingaben</b>	= <b>Ausgabe</b>
<b>Betriebsdauer</b>	» <b>55 Ah ÷ 0,8 A</b>	= <b>68,75 Std.</b>

**0,75 Stunden** = eine Dreiviertel-Stunde = 45 Minuten

Betriebsdauer in Stunden = Kapazität (Ah) geteilt durch Strom-Entnahme (A).

**TB301** Welche Einheit wird für die elektrische Feldstärke verwendet ?

Lösung: Volt pro Meter ( V/m ).



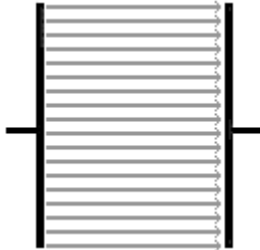
Die Zeichnung soll einen Draht  
mit den elektrischen Feldlinien darstellen.

In der Umgebung elektrisch geladener Körper besteht ein elektrisches Feld.  
Die Feldlinien treten senkrecht aus der Leiteroberfläche aus.  
Mit zunehmendem Abstand schwächen sie sich ab.  
Messbar ist die Feldstärke mit sog. Feldsonden.

Watt = Leistung ; Ampere = Stromstärke ; Henry = Induktivität.

**TB302** Wie nennt man das Feld zwischen zwei parallelen Kondensatorplatten bei Anschluß einer Gleichspannung ?

Lösung: Homogenes elektrisches Feld.



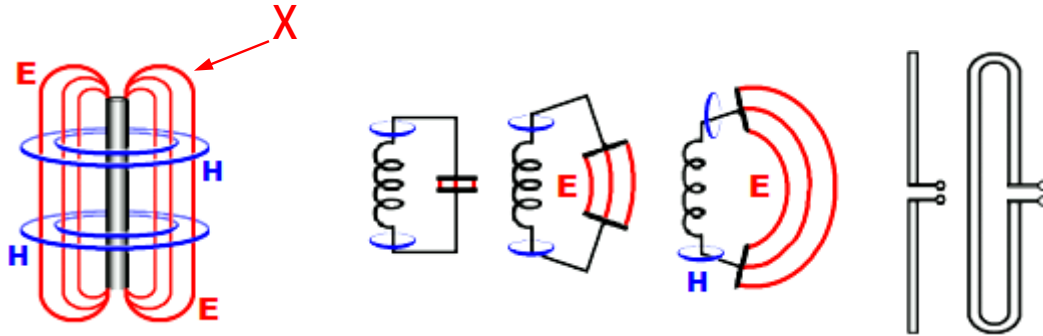
Ein homogenes elektrisches Feld ist ein gleichmäßiges, gleichförmiges elektrisches Feld.

In der Umgebung elektrisch geladener Körper besteht ein elektrisches Feld. Die Feldlinien treten senkrecht aus der Leiteroberfläche aus, um sich mit zunehmender Entfernung vom Leiter mehr und mehr abzuschwächen. Messbar ist die Feldstärke mit sog. Feldsonden in  $V/m$ . (Volt pro Meter).

Es ist nicht magnetisch oder polarisiert.

**TB303** Wie werden die mit X gekennzeichneten Feldlinien einer Vertikalantenne bezeichnet ?

Lösung: Elektrische Feldlinien.



Die Antenne benimmt sich wie ein auseinander gezogener Schwingkreis:

Die Länge des Drahtes kann man sich wie die auseinander gezogene Spule vorstellen, um die herum sich das magnetische Feld **H** ausbildet, wie die Kreise um den Strahler andeuten.

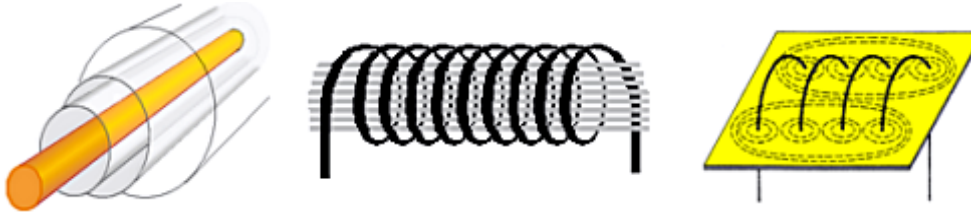
Die Enden der Antenne verkörpern den parallel geschalteten Schwingkreis-Kondensator, dessen elektrische Feldlinien **E** hier von oben nach unten verlaufen.

Die dargestellte Zeichnung zeigt eine Antenne in vertikaler Polarisierung. Die elektrischen und magnetischen Felder können in physikalischen Experimenten sichtbar gemacht werden. Die [Feldliniendarstellung](#) gelingt mit Grieskörnern (el. Feld) oder Eisenfeilspänen (magn. Feld).

**X =** Es sind weder magnetische, noch polarisierte oder horizontale Feldlinien, sondern elektrische Feldlinien.

**TB401** Welche Einheit wird für die magnetische Feldstärke verwendet ?

Lösung: Ampere pro Meter ( A / m ).



Konzentrisch um einen Leiter bildet sich ein schlauchförmiges Magnetfeld aus, wie im linken Bild.

Bei Wechselstrom, wie etwa bei Hochfrequenz entsteht mit jeder neuen Halbwelle ein neuer "Schlauch", der sich unter Abschwächung vom Leiter entfernt.

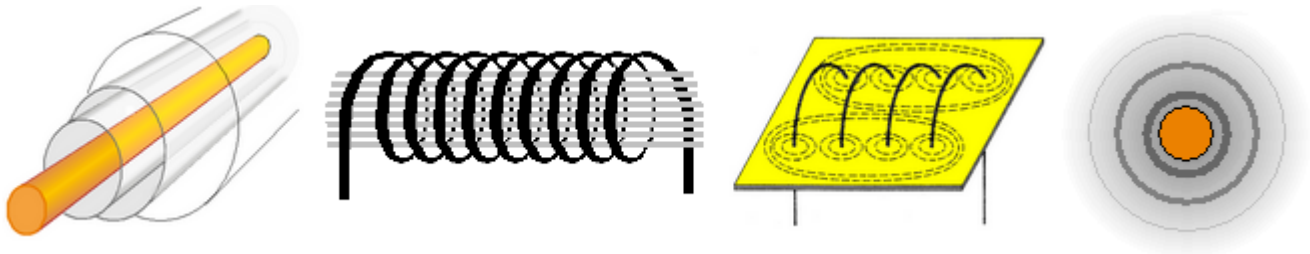
Ist der Leiter zur Spule aufgewickelt, so vereinigen sich die benachbarten Magnetfelder besonders im Inneren der Spule zu einem sehr starken, homogenen Magnetfeld.

Die Stärke des magnetischen Feldes wird in **Ampere pro Meter** mit einer Feldsonde gemessen.

Magnetische Feldstärke = Ampere pro Meter ( A / m ).

**TB402** Wie nennt man das Feld im Innern einer langen Zylinderspule beim Fließen eines Gleichstroms ?

Lösung: Homogenes magnetisches Feld.



Konzentrisch um einen Leiter bildet sich ein schlauchförmiges Magnetfeld aus, wie im linken Bild. Um den Draht herum verlassen die Feldlinien den Leiter, und schwächen sich dabei zunehmend ab - wie ganz rechts zu sehen.

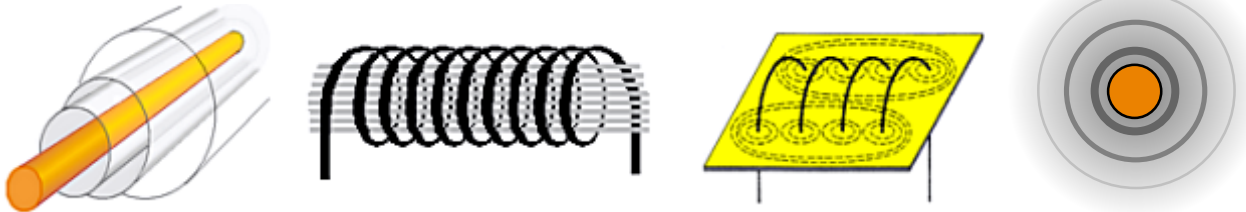
Ist der Leiter zur Spule aufgewickelt, so vereinigen sich die benachbarten Magnetfelder besonders im Inneren der Spule zu einem sehr starken, homogenen Magnetfeld.

Die Stärke des magnetischen Feldes wird in **Ampere pro Meter** mit einer Feldsonde gemessen.

Homogen = gleichmäßig, gleichförmig. • Falsch ist : **konzentrisch, elektrisch und zentriert.**

**TB403** Wenn Strom durch einen gestreckten Leiter fließt, entsteht ein

Lösung: Magnetfeld aus konzentrischen Kreisen um den Leiter.



Konzentrisch um einen Leiter bildet sich ein schlauchförmiges Magnetfeld aus, was sich mit zunehmender Entfernung abschwächt, wie in den Bildern.

Ist der Leiter zur Spule aufgewickelt, so vereinigen sich die benachbarten Magnetfelder besonders im Inneren der Spule zu einem sehr starken, homogenen Magnetfeld.

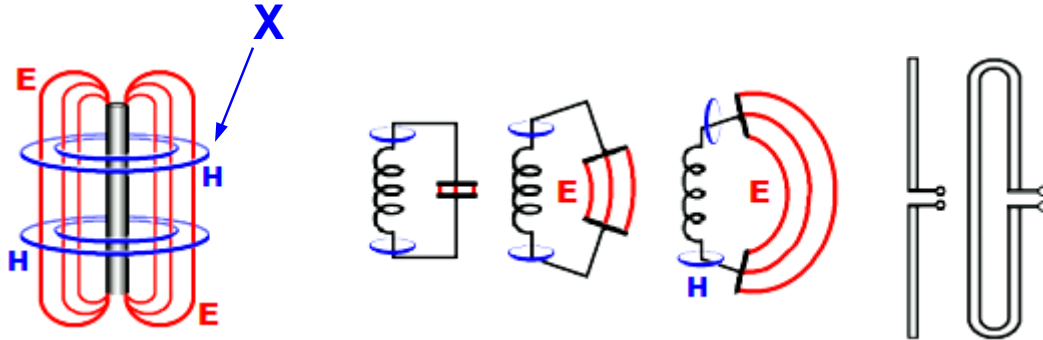
Die Stärke des magnetischen Feldes wird in **Ampere pro Meter** mit einer Feldsonde gemessen.

Konzentrische Kreise die sich um den Leiter ausbreiten, bilden das Magnetfeld.



**TB404** Wie werden die mit X gekennzeichneten Feldlinien einer Vertikalantenne bezeichnet ?

Lösung: Magnetische Feldlinien.



Die Antenne benimmt sich wie ein auseinander gezogener Schwingkreis:

Die Länge des Drahtes kann man sich wie die auseinander gezogene Spule vorstellen, um die herum sich das magnetische Feld **H** ausbildet, wie die Kreise um den Strahler andeuten.

Die Enden der Antenne verkörpern den parallel geschalteten Schwingkreis-Kondensator, dessen elektrische Feldlinien **E** hier von oben nach unten verlaufen.

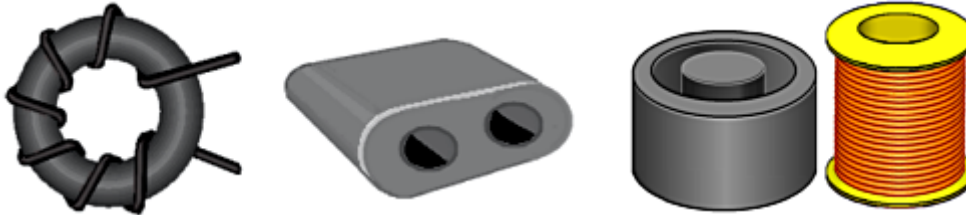
Die sich schlauchförmig um den Strahler ausbreitenden magnetischen Feldlinien **H** sind aber hier gemeint.

Die dargestellte Zeichnung zeigt eine Antenne in vertikaler Polarisation. Die elektrischen und magnetischen Felder können in physikalischen Experimenten sichtbar gemacht werden. Die [Feldliniendarstellung](#) gelingt mit Grieskörnern (el. Feld) oder Eisenfeilspänen (magn. Feld).

Magnetische Feldlinien.

**TB405** Welcher der nachfolgenden Werkstoffe ist ein ferromagnetischer Stoff ?

Lösung: Eisen.



In den Bildern sind zu sehen : Ein Ferrit-Ringkern, ein Doppellochkern und ein Schalenkern, in den eine Spule eingetaucht wird.

In unseren Funkelektronischen Anlagen kommen sie zur Anwendung.

Sie alle sind aus Eisenpulver bzw. Eisenoxid. Ihre magnetischen Eigenschaften verstärken das Magnetfeld einer um sie herumgewickelten, oder hindurchgewickelten Spule.

Ein ferromagnetischer Stoff : Aus dem Lateinischen Ferrum = Eisen.  
Chemisches Zeichen **Fe**.

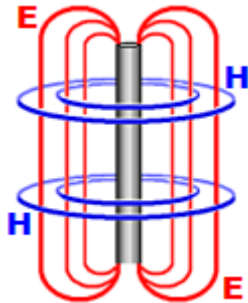
Nur das Eisen ist magnetisch.

## TB501

Wodurch entsteht ein elektromagnetisches Feld ?

Ein elektromagnetisches Feld entsteht,

Lösung: wenn ein zeitlich schnell veränderlicher Strom durch einen elektrischen Leiter fließt, dessen Länge mindestens  $1/100$  der Wellenlänge ist.



**So kann man es sich vorstellen:**

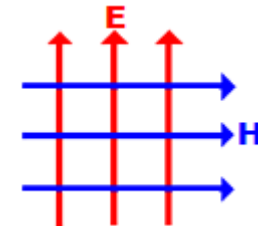
Gemeint ist natürlich das elektromagnetische Feld, das ein Generator produziert und mittels elektrischem Leiter (Antenne) ausstrahlt.

**Im Einzelnen:** Die elektrische Feldkomponente **E** ist links von oben nach unten verlaufend, parallel zum Leiter rot dargestellt - (E-Feld).

Die magnetischen Feldlinien **H** sind als blaue Kreise gezeichnet, die sich konzentrisch um den Strahler herum ausbreiten.

Infolge der Geschwindigkeit der Umladungen, werden die Felder von der Antenne abgestrahlt. Bevor das aktuelle elektromagnetische Feld zusammenbricht, ist schon das nächste im Sender im Aufbau begriffen.

Entfernen sie sich von der Antenne, erscheint das in größerer Entfernung wie ein Gitter aus horizontalen und vertikalen Feldlinien.

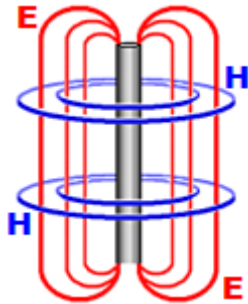


Es geht um einen "zeitlich schnell veränderlichen Strom".

**TB502**

Wie erfolgt die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle ?  
die Ausbreitung erfolgt

Lösung: durch eine Wechselwirkung zwischen elektrischem und magnetischem Feld.

**So kann man es sich vorstellen:**

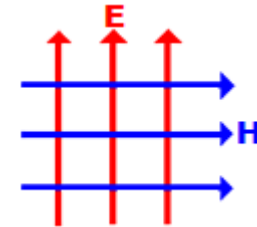
Gemeint ist natürlich das elektromagnetische Feld, das ein Generator produziert und mittels elektrischem Leiter (Antenne) ausstrahlt.

**Im Einzelnen:** Die elektrische Feldkomponente  $E$  ist links von oben nach unten verlaufend, parallel zum Leiter rot dargestellt - (E-Feld).

Die magnetischen Feldlinien  $H$  sind als blaue Kreise gezeichnet, die sich konzentrisch um den Strahler herum ausbreiten.

Infolge der Geschwindigkeit der Umladungen, werden die Felder von der Antenne abgestrahlt. Bevor das aktuelle elektromagnetische Feld zusammenbricht, ist schon das nächste im Sender im Aufbau begriffen.

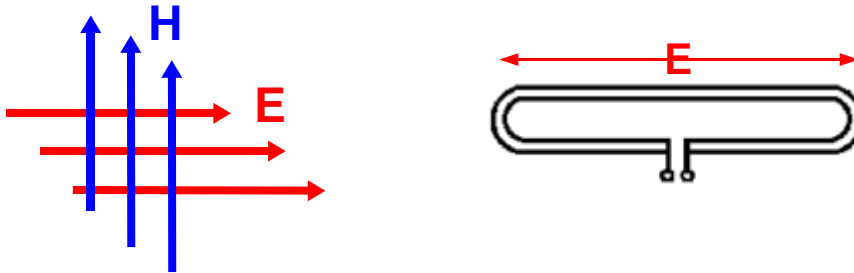
Entfernen sie sich von der Antenne, erscheint das in größerer Entfernung wie ein Gitter aus horizontalen und vertikalen Feldlinien.



Es geht um die „Wechselwirkung zwischen elektrischem und magnetischem Feld“.

**TB503** Das folgende Bild zeigt die Feldlinien eines elektromagnetischen Feldes. Welche Polarisation hat die skizzierte Wellenfront ?

Lösung: Horizontale Polarisation.

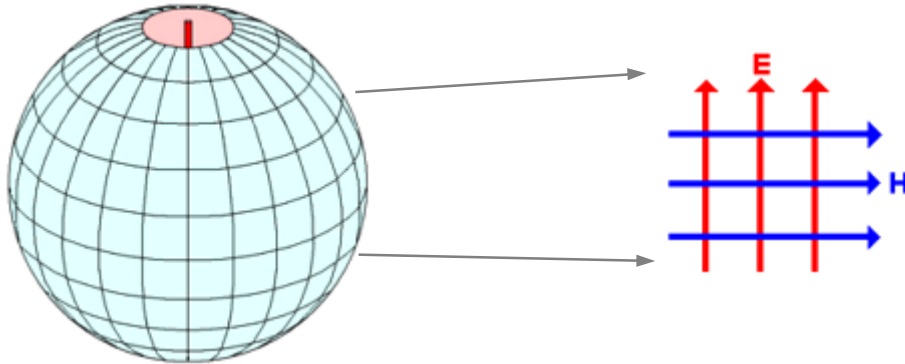


Die horizontal zur Erdoberfläche angebrachte Antenne (rechts) strahlt ein **horizontal polarisiertes Signal** ab, mit der Ebene des **E**-Feldes.

Horizontales **E**lektrisches Feld = horizontale Polarisation.

**TB504** Der Winkel zwischen den elektrischen und magnetischen Feldkomponenten eines elektromagnetischen Feldes beträgt im Fernfeld

Lösung:  $90^\circ$ .



Wir schauen in einen Globus hinein - Eine Antenne ersetzt die Erdachse.

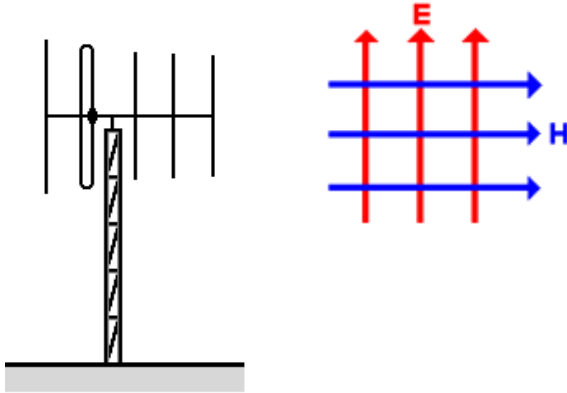
Nah des Globus sehen die Feldkomponenten noch eher kugelförmig aus. **H**- und **E**-Feld stehen erst im Fernfeld, (weiter außerhalb des Globus) in rechten Winkeln ( $90^\circ$ ) zueinander.

Man bezeichnet das elektromagnetische Feld allgemein dann als Fernfeld, wenn es eine Entfernung von mehr als zwei bis drei Wellenlängen von der Antenne überschritten hat.

Nur im Fernfeld sind es rechte Winkel.

**TB505** Die Polarisation des Sendesignals in der Hauptstrahlrichtung dieser Richtantenne ist

Lösung: Vertikal.



Vertikal zur Erdoberfläche montierte Antennen strahlen ein vertikal polarisiertes Sendesignal aus.

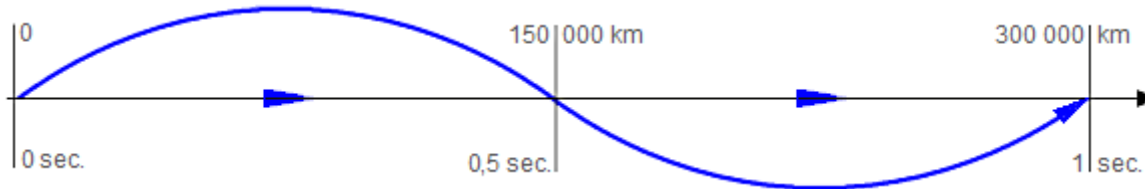
Nur ebenfalls vertikal polarisierte Empfangsantennen empfangen ein solches Signal optimal.

Eine horizontal polarisierte Empfangsantenne würde ihr Signal erheblich schwächer empfangen.

Vertikal polarisierte Richtantenne.

**TB601** Welches ist die Einheit der Wellenlänge ?

Lösung: m.



Die Wellenlänge wird - wie jede Strecke - in Metern gemessen. Eine hochfrequente Welle breitet sich mit Lichtgeschwindigkeit aus.

Die gezeichnete Wellenlänge beträgt hier 300 000 km.  
Dargestellt ist die Frequenz 1 Hertz mit der Wellenlänge = 300 000 000 Meter.

Der Beginn der Aussendung (rechts) erreicht das in 300 000 km Entfernung befindliche Ziel in dem Moment, in dem das Ende der Aussendung gerade den Sender verläßt.

Meter ist die Einheit für die Wellenlänge.



**TB602** Welcher Wellenlänge  $\lambda$  entspricht die Frequenz 1,84 MHz ?

Lösung: 163 m.

$$\text{Formel: Wellenlänge } \lambda = \frac{c}{f}$$

(Wellenlänge = Lichtgeschwindigkeit geteilt durch Frequenz)

$\lambda$  = Lambda = Wellenlänge ( Meter )  
 $c$  = Lichtgeschwindigk. ( m/s.)  
 $f$  = Frequenz ( Hertz )

**Taschenrechner: > Eingabe = Ausgabe**

Lichtgeschwindigk.  $c$  > 300 000 000 m = 300 000 000 m

geteilt durch  $f$  > ÷ 1 840 000 Hz = 163,04 m

300 000 000 m sind 300 Mega-Meter -  
Man kann, - wenn man aufpaßt - also auch rechnen:

300 geteilt durch 1,84 = 163,04 m  
(300 Mega-Meter geteilt durch Mega-Hertz)

Elektromagnetische Wellen breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit (300 000 000 m/sec.) aus.

**TB603** Welcher Wellenlänge  $\lambda$  entspricht die Frequenz 28,48 MHz ?

Lösung: 10,5 m.

$$\text{Formel: Wellenlänge } \lambda = \frac{c}{f}$$

$\lambda$  = Lambda = Wellenlänge ( Meter )  
 $c$  = Lichtgeschwindigk. ( m/s.)  
 $f$  = Frequenz ( Hertz )

(Wellenlänge = Lichtgeschwindigkeit geteilt durch Frequenz)

**Taschenrechner:** > **Eingabe** = **Ausgabe**

Lichtgeschwindigk.  $c$  > 300 000 000 m = 300 000 000 m

geteilt durch  $f$  > ÷ 28 480 000 Hz = 10,53 m

300 000 000 m sind 300 Mega-Meter -  
Man kann, - wenn man aufpaßt - also auch rechnen:

300 geteilt durch 28,48 = 10,53 m  
(300 Mega-Meter geteilt durch Mega-Hertz)

Elektromagnetische Wellen breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit aus.

**TB604** Eine Wellenlänge von 2,06 m entspricht einer Frequenz von

Lösung: 145,631 MHz.

$$\text{Formel: } \text{Frequenz } f = \frac{c}{\lambda}$$

(Frequenz = Lichtgeschwindigkeit geteilt durch Wellenlänge)

$\lambda$  = Lambda = Wellenlänge ( Meter )  
 $c$  = Lichtgeschwindigk. ( m/s.)  
 $f$  = Frequenz ( Hertz )

<b>Taschenrechner:</b>	<b>&gt; Eingabe</b>	<b>= Ausgabe</b>
Lichtgeschwindigk. $c$	<b>&gt; 300 000 000 m</b>	<b>= 300 000 000 m</b>
geteilt durch $\lambda$	<b>&gt; ÷ 2,06 m</b>	<b>= 145,631 MHz</b>

300 000 000 m sind 300 Mega-Meter -  
Man kann, - wenn man aufpaßt - also auch rechnen:

$$300 \text{ geteilt durch } 2,06 \text{ m} = 145,631 \text{ MHz}$$

Elektromagnetische Wellen breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit aus.

**TB605** Eine Wellenlänge von 80 m entspricht einer Frequenz von

Lösung: 3,75 MHz.

$$\text{Formel: } \text{Frequenz } f = \frac{c}{\lambda}$$

(Frequenz = Lichtgeschwindigkeit geteilt durch Wellenlänge)

$\lambda$  = Lambda = Wellenlänge ( Meter )  
 $c$  = Lichtgeschwindigk. ( m/s.)  
 $f$  = Frequenz ( Hertz )

**Taschenrechner:** > **Eingabe** = **Ausgabe**

Lichtgeschwindigk.  $c$  > **300 000 000 m** = **300 000 000 m**

geteilt durch  $\lambda$  > ÷ **80 m** = **3,75 MHz**

300 000 000 m sind 300 Mega-Meter -  
Man kann, - wenn man aufpaßt - also auch rechnen:

300 geteilt durch 80 m = 3,75 MHz

Elektromagnetische Wellen breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit aus.

**TB606** Welche Bezeichnung ist für eine Schwingung von 145 000 000 Perioden pro Sekunde richtig?

Lösung: 145 MHz.

**Größenordnungen:**

0	,	Giga	.	Mega	.	Kilo	.	H	Z	E
	.			1	4	5	.	0	0	0
	.			1	4	5	.			
		$10^3$		$10^6$		$10^9$		$10^{12}$		

Periode ist das sich stets Wiederholende.

Mit anderen Worten:

Die Schwingung von 1 Hertz wiederholt sich hier 145 Millionen mal in der Sekunde.

Es sind also 145 MHz. ( oder  $145^6$  Hz ).

**TB607** Die Periodendauer von 50 µs entspricht einer Frequenz von

Lösung: 20 kHz.

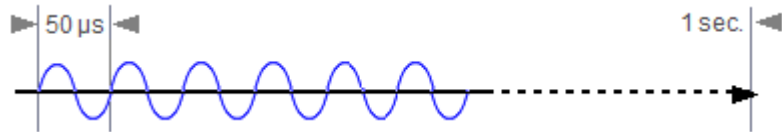
Die Frage lautet eigentlich :

Wenn 1 Hz = 50 Mikrosekunden „lang“ ist, passen wieviel Hertz in eine Sekunde ?

Linke Formel verwenden.

$$f = \frac{1}{t(sec)} \quad t = \frac{1}{f(Hz)}$$

f = Frequenz in Hertz ; t = Zeit in sec.



0	,	Milli	.	Mikro	.	Nano	.	Piko						
						5	0							
0	,	0	0	0	.	0	5							

**Taschenrechner**    **> Eingaben**                    **= Ausgabe**

t =                                    > **0,000 05 s**                                    = **0,000 05 s**

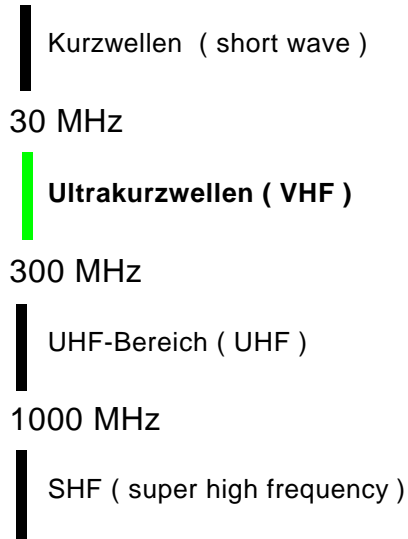
f = 1 / t                                > **0,000 05 [1/x]**                                = **20 000 Hz** (1/x Taste)

f =                                        = **20 000 Hz**                                        = **20 kHz.**

Periodendauer: Die Zeitdauer, bis sich der Vorgang einer einzelnen Schwingung wiederholt.

**TB608** Den Frequenzbereich zwischen 30 und 300 MHz bezeichnet man als

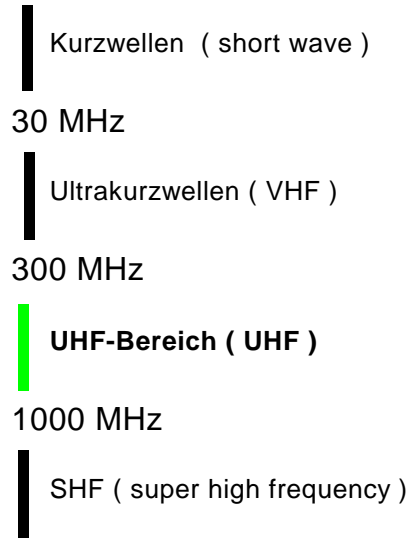
Lösung: VHF ( very high frequency ).



Scherzhaft: **Kotzwellen**, **Verflucht Hohe Frequenz**, **Unverschämt Hohe Frequenz** und - **Saumäßig Hohe Frequenz**.

**TB609** Das 70-cm-Band befindet sich im

Lösung: UHF-Bereich.

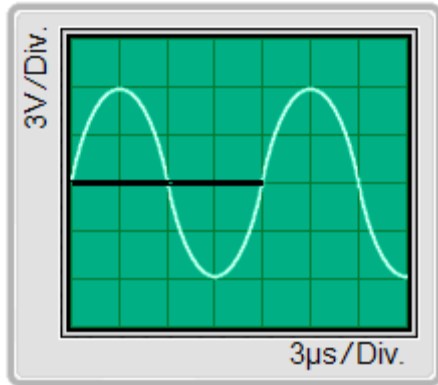


Scherzhaft: **Kotzwellen**, **Verflucht Hohe Frequenz**, **Unverschämt Hohe Frequenz** und - **Saumäßig Hohe Frequenz**.



**TB610** Welche Frequenz hat die in diesem Oszillogramm dargestellte Spannung ?

Lösung: 83,3 kHz.



*Formel:*  $f = \frac{1}{t}$   $f = \text{Frequenz ( Hertz )}$   
 $t = \text{Zeit ( Sekunden )}$

$$4 \cdot 3\mu\text{s} = 12\mu\text{s} = 0,000\ 012\ \text{Sekunden.}$$

Das sind  $12^{-6}$  sek.

$1\frac{3}{4}$  Hertz sind hier dargestellt. Ein Hertz davon ist gefragt. Dort endet die Hervorhebung der Null-Linie im Oszilloskopbild.

Der Prüfling soll durch diese Darstellung des Oszilloskopbildes verunsichert werden. Aber es gilt bei allen ähnlichen Aufgaben die Regel:

Eine Wellenlänge erstreckt sich bei allen noch folgenden Bildern über 4 Abteilungen (Div.)

Sie zählen also zukünftig einfach immer nur bis vier Div. Dort endet dann eine Wellenlänge.

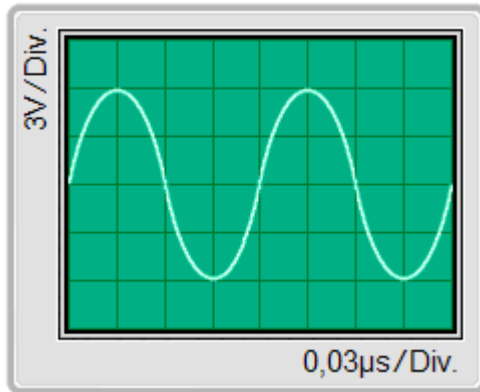
**Taschenrechner :**

12 EXP 12<sup>00</sup> 6 12<sup>06</sup> +/- 12<sup>-06</sup> 1/x 83 333 ( Hertz )

Die Bezeichnung Div. = Division bedeutet Abteilung. Eine Schwingung ist hier 4 mal 3 µs „lang“.

**TB611** Welche Frequenz hat die in diesem Oszillogramm dargestellte Spannung ?

Lösung: 8,33 MHz.



*Formel:*  $f = \frac{1}{t}$   $f = \text{Frequenz ( Hertz )}$   
 $t = \text{Zeit ( Sekunden )}$

Zwei Hertz sind hier dargestellt.

Ein Hertz davon ist gefragt.  $4 \cdot 0,03\mu\text{s} = 0,12 \mu\text{s}$

0	,	Milli	.	Mikro	.	Nano	.	Piko						
0	,	0	0	0	.	0	0	0	.	1	2	.		

**Taschenrechner:** > **Eingaben** = **Ausgabe**

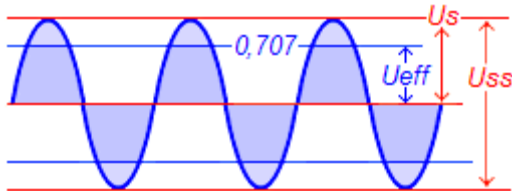
*Freq. = 1 / t* >  $1 \div 0,000\,000\,12\text{ s}$  = **8,33 MHz**

12 EXP 12<sup>00</sup> 8 12<sup>08</sup> +/- 12<sup>-08</sup> 1/x 8 333 333 ( Hertz )

Die Bezeichnung Div. = Division bedeutet Abteilung. Eine Schwingung ist hier 4 mal 0,03 µs „lang“.

**TB612** Eine sinusförmige Wechselspannung hat einen Spitzenwert von 12 V.  
Wie groß ist der Effektivwert der Wechselspannung ?

Lösung: 8,5 V.



$$\text{Formel: } U_{\text{eff}} = U_{\text{sp}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Der Effektivwert ist gefragt.  
Und 1 durch Wurzel aus 2 = 0,70710...

**Taschenrechner:** > **Eingabe** = **Ausgabe**

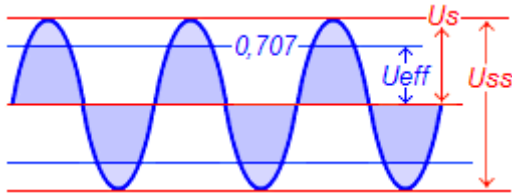
1 / Wurzel aus 2 = > 2  $\sqrt{[1/x]}$  = 0,707106

U effektiv > 12 v • 0,707106 = 8,485 V

Der Effektivwert ist der Wert, der die gleiche Wirkung erzeugt, wie eine ihm entsprechende Gleichspannung.

**TB613** Ein sinusförmiges Signal hat einen Effektivwert von 12 V.  
Wie groß ist der Spitzen-Spitzen-Wert ?

Lösung: 33,9 V.



$$\text{Formel: } U_{sp} = U_{eff} \cdot \sqrt{2}$$

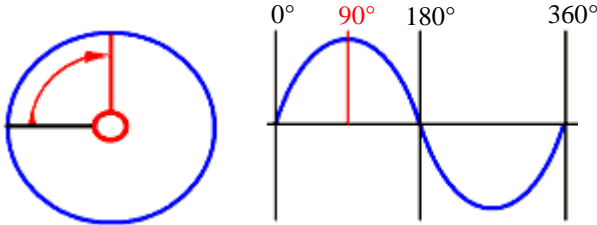
Der Wert  $U_{ss}$  von oberer zu unterer Spitze ist gefragt. Und Wurzel aus 2 = 1,414213...

<b>Taschenrechner:</b>	<b>&gt; Eingabe</b>	<b>= Ausgabe</b>
$U_{spitze} =$	$> 12 \text{ v} \cdot 1,414213$	$= 16,970 \text{ Vs}$
$U_{spitze - spitze}$	$> 16,970 \text{ Vs} \cdot 2$	$= 33,941 \text{ Vss}$

Der Effektivwert ist der Wert, der die gleiche Wirkung erzeugt, wie eine ihm entsprechende Gleichspannung.

**TB701** Welche Signalform sollte der Träger einer hochfrequenten Schwingung haben ?

Lösung: sinusförmig



Der Sinus entsteht, wenn man sich z.B. die Drehbewegung eines Fahrrad-Dynamos vorstellt.

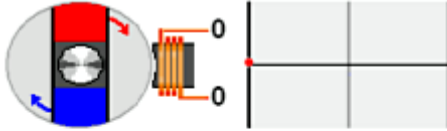
Im linken Bild hat er schon eine Viertel-Umdrehung vollzogen, was im rechten Bild  $90^\circ$ -sin entspricht. Nach einer halben Umdrehung wäre der Zeiger in der Stellung nach rechtsweisend, was einer halben Wellenlänge entspricht - oder  $180^\circ$  sin.

Weiter im Uhrzeigersinn käme er über  $270^\circ$  hinweglaufend wieder bei  $360^\circ$  (schwarze Startlinie) an, wo dann eine neue Periode der Umdrehungen beginnt.

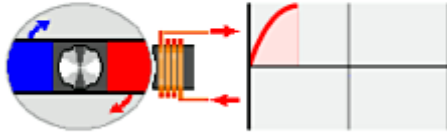
Die Frage zielt wahrscheinlich auch darauf ab, ob man weiß, daß eine nicht sinusförmige HF-Schwingung Oberwellen ausstrahlt.

**Auf der nächsten Seite die Schritt- für Schritt- Entwicklung zur Sinuskurve.**

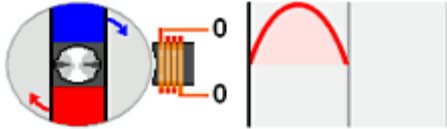
Sinusform: Die im Diagramm dargestellte Kurvenform, das Ergebnis einer Drehbewegung im Zeitablauf.



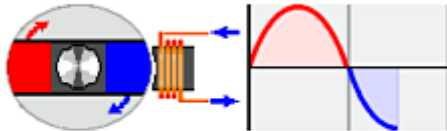
**Erstes Bild:** Die Zeichnung soll das Prinzip eines Wechselstrom-Erzeugers, bzw.-Generators darstellen, wie man ihn im einfachsten Fall als Fahrrad-Dynamo vor sich hat. Der sich drehende Magnet induziert in die Spule zeitabhängig eine Spannung mit Beginn einer Drehbewegung (Pfeilrichtung).



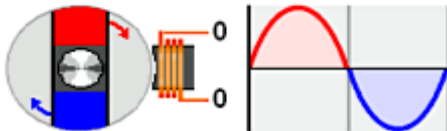
**2. Bild:** Der Magnet mit Nord- (rot) und Südpol hat sich über seine Achse in drehende Bewegung versetzt, und steht momentan mit seinem Nordpol der Spule gegenüber. Das Ergebnis ist dem Diagramm rechts zu entnehmen: Es ist der Moment des Maximums der positiven Halbwelle. Die Elektronen im äußeren Stromkreis werden dadurch im Uhrzeigersinn fließen.



**3. Bild:** Auf dem weiteren Weg hat der rotierende Magnet die senkrechte Stellung erreicht, in der der Südpol ganz oben ist. Nord- und Südpol sind nun gleich weit von der Spule entfernt, und es wird keine Spannung induziert. Im Diagramm entspricht das dem Zustand einer vollendeten Halbwelle.



**4. Bild:** Mit dem Weiterdrehen strebt nun der Südpol der Spule zu - die Elektronen haben im Stromkreis ihre Richtung gewechselt - gegen den Uhrzeigersinn - daher die Bezeichnung Wechselstrom. Und es herrscht nun negatives Spannungsmaximum.

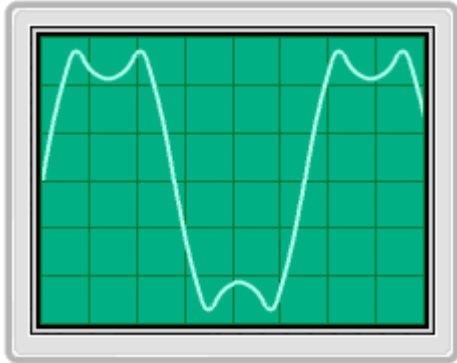


**5. Bild:** Der Magnet erreicht die Vollendung einer Umdrehung. Nord- und Südpol sind wieder gleich weit von der Spule entfernt, und wieder wird keine Spannung induziert. Ständiges Weiterdrehen läßt immerfort weitere Sinuskurven entstehen.

Die Elektronen wechseln ihre Richtung im Stromkreis.

**TB702** Eine periodische Schwingung, die wie das folgende Signal aussieht, besteht

Lösung: aus der Grundwelle mit ganzzahligen Vielfachen dieser Frequenz ( Oberwellen ).

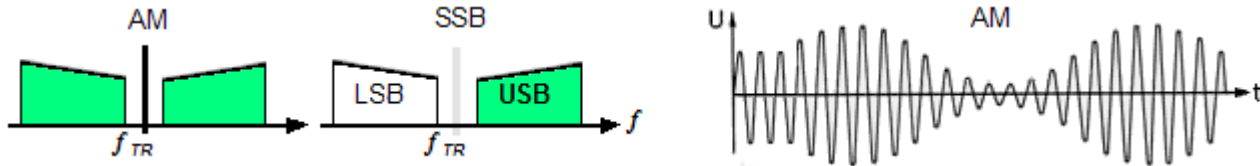


Die Grundwelle mit ganzzahligen Vielfachen, hier der 3. Harmonischen - sonst wäre eine einwandfreie Sinuswelle zu sehen.  
Zur Grundwelle - der großen Amplitude - sieht man noch zwei weitere Mini-Amplituden - ergo 3. Harmonische.

Wir merken uns : **( Oberwellen )**

## TB801 Was ist der Unterschied zwischen AM und SSB ?

Lösung: AM hat einen Träger und zwei Seitenbänder, SSB arbeitet mit Trägerunterdrückung und einem Seitenband.



Amplitudenmodulation (AM) ist die älteste Modulationsart. Die hochfrequente Schwingung wird im Rhythmus der Sprachfrequenz (der Modulation), in ihrer Leistung verändert - die Amplitude wird vergrößert und verkleinert. Die Darstellung rechts verdeutlicht das, und zeigt darüber hinaus, daß die Modulation zweimal vorhanden ist : Im oberen, wie auch im unteren Seitenband.

Dieses Verfahren sendet ein Zwei-Seitenband-Signal aus, zusammen mit dem Träger. Bandbreite also 6 kHz, das heißt 2 x 3 kHz für die Modulation + dem Träger.

Bei allen Modulationsverfahren finden sich die Tonfrequenzen mit niedriger Frequenz nahe des Trägers. Je weiter weg vom Träger, desto hochfrequenter die Modulation. Deshalb steigen die 'Dächer' der gezeichneten Frequenzspektren in den Zeichnungen auch nach außen hin an.

Ein Einseitenband-Signal hingegen besteht - wie der Name schon sagt, aus nur einem Seitenband. Es benötigt also auf den ersten Blick nur die halbe Bandbreite.

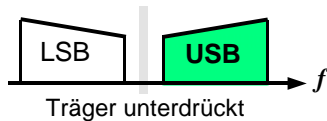
Durch Unterdrücken des Trägers wird diese Bandbreite jedoch noch weiter verringert, sodaß nur noch die Differenz zwischen der tiefsten ( ca. 300 Hz ) und der höchsten Modulationsfrequenz ( ca. 2700 Hz ) für die Bandbreite der Aussendung ausschlaggebend ist.

AM benötigt mehr als die doppelte Bandbreite wie SSB.



**TB802** Was ist der Unterschied zwischen LSB und USB ?

Lösung: LSB arbeitet mit Trägerunterdrückung und dem unteren Seitenband,  
USB arbeitet mit Trägerunterdrückung und dem oberen Seitenband.



Die Zeichnung zeigt:  
Aktiv ist das obere Seitenband

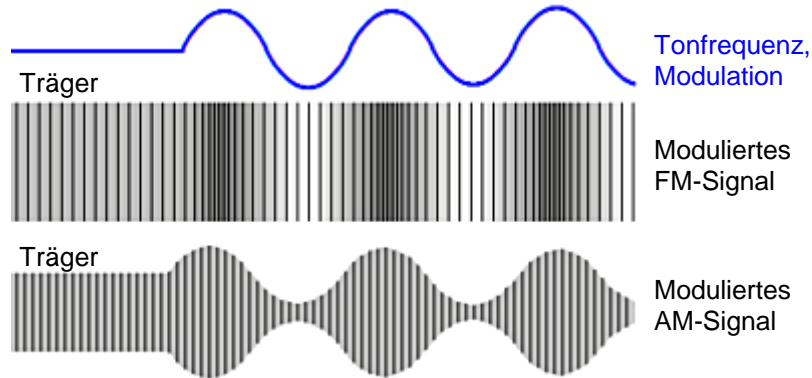
Ein Einseitenband-Signal besteht - wie der Name schon sagt, aus nur einem Seitenband. Entweder ist es das untere ( LSB ) oder das obere ( USB ) Seitenband. Das benötigt auf den ersten Blick nur die halbe Bandbreite wie AM.

Durch Unterdrücken des Trägers wird diese Bandbreite jedoch noch weiter verringert, sodaß nur noch die Differenz zwischen der tiefsten ( ca. 300 Hz ) und der höchsten Modulationsfrequenz ( ca. 2700 Hz ) für die Bandbreite der Amateurfunk- Aussendung ausschlaggebend ist.

LSB = Lower Side Band    USB = Upper Side Band.

**TB803** Welche Aussage über modulierte Signale ist richtig ?

Lösung: Bei FM ändert sich die Amplitude des Sendesignals bei Modulation nicht.



Das Bild zeigt oben das Modulationssignal (blau), beginnend mit dem unmodulierten Träger.

Darunter sieht man die Wirkung auf das hochfrequente FM-Signal. Hier sollen enger folgende Striche eine höhere FM-Hochfrequenz bedeuten. Die Schwingungen erfolgen schneller aufeinander.

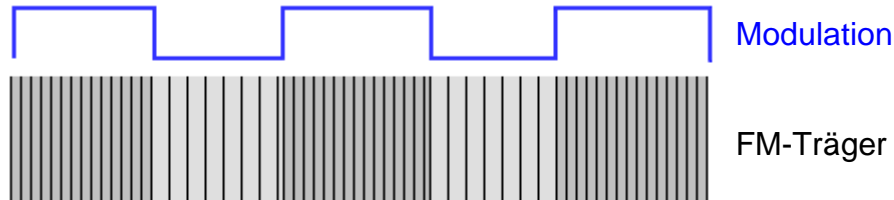
Je nach der Frequenz des Modulationssignals ändert sich die Geschwindigkeit der hochfrequenten Schwingungen, aber nicht die Amplitude. Die Sendeleistung ist also stets gleich groß.

Wie ein AM-Signal reagiert, ist zum Vergleich unten gezeichnet.

Bei AM und SSB ändert sich die Amplitude, bei FM nicht. • Amplitude = Sendeleistung, Auslenkung der HF-Welle.

**TB804** Was ist der Unterschied zwischen FSK und AFSK ?

Lösung: Bei FSK wird der Träger direkt, und bei AFSK mit Hilfe des Audiosignals moduliert.



**FSK** = Frequency Shift Keying = Frequenz-Umschalt- Verfahren.  
Bei Packet-Radio angewendetes Direktumschalt-Verfahren,  
wenn mit hohen Baudraten gesendet wird.

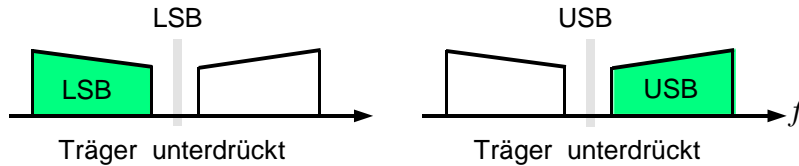
Die schnellere Baudrate erfordert, daß die Digitalsignale  
direkt auf den FM-Modulator gegeben werden.

**AFSK** = Audio Frequency Shift Keying = Ton-Frequenz-Umschalt-Verfahren.  
Das Verfahren für kleinere Baudraten, wobei ein digitales Tonsignal auf  
den Mikrofoneingang des Senders gegeben wird. Das Audio-Tonsignal  
"verschiebt" die Trägermittelfrequenz um die Höhe des Tones weg  
von der ursprünglichen Sendefrequenz.

Die Amplitude wird nicht moduliert und der Träger nicht unterdrückt; FSK und AFSK modulieren in FM.

**TB805** Wie groß ist die Bandbreite, die bei der Übertragung eines SSB-Signals entsteht ?

Lösung: Sie entspricht genau der Bandbreite des NF-Signals.



Ein Einseitenband-Signal besteht - wie der Name schon sagt, aus nur einem Seitenband. Entweder ist es das untere ( LSB = Lower Side Band ) oder das obere ( USB = Upper Side Band ). Das benötigt auf den ersten Blick nur die halbe Bandbreite wie AM.

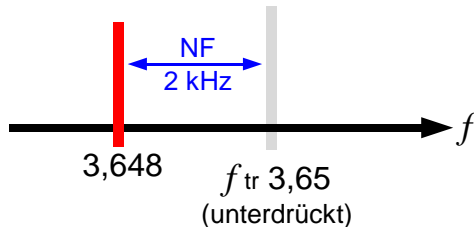
Durch Unterdrücken des Trägers wird diese Bandbreite jedoch noch weiter verringert, sodaß nur noch die Differenz zwischen der tiefsten ( ca. 300 Hz ) und der höchsten Modulationsfrequenz ( ca. 2700 Hz ) für die Bandbreite der Aussendung ausschlaggebend ist.

Unter 10 MHz wird das untere, - über 10 MHz das obere Seitenband benutzt.

Merke für die Beantwortung : **genau** der Bandbreite . . .

**TB806** Ein Träger von 3,65 MHz wird mit der NF-Frequenz von 2 kHz in SSB (LSB) moduliert.  
Welche Frequenzen treten im modulierten Signal auf ?

Lösung: 3,648 MHz.



Hier wird in SSB mit einem  $-2$  kHz-Signal moduliert.

Der Träger wird nicht ausgesendet, sondern nur die untere Seitenfrequenz.

Das wirkt, wie eine "Verschiebung" des Trägers um die NF-Tonfrequenz nach unten.

$$f_{\text{träger}} = 3,650 \text{ MHz} - 2 \text{ kHz} = 3,648 \text{ MHz.}$$

International wurde vereinbart :

Unter 10 MHz wird das untere, - über 10 MHz das obere Seitenband benutzt.

Deshalb wird auf 3,6 MHz in LSB (Lower Side Band = unteres Seitenband) gesendet.

Das Signal ist um die 2 kHz nach unten verrückt.

**TB901** Die Maßeinheit der elektrischen Leistung ist

Lösung: Watt.

Die elektrische Leistung wird mit dem Formelzeichen **P** ( Power ) in den Berechnungen verwendet. Die Einheit ist das Watt.

Sie ist das Produkt aus Spannung mal Stromstärke, also Volt mal Ampere.

Die Formel dazu lautet :

$$P = U \cdot I$$

**P** = Leistung (Watt)

**U** = Spannung (Volt)

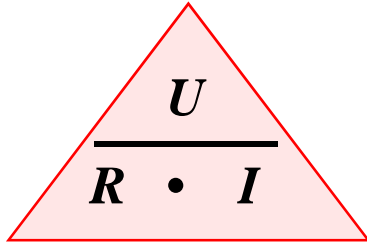
**I** = Stromstärke (Ampere)

(Leistung = Spannung mal Strom)

Falsch sind : Kilowatt = Leistung mal Tausend; Joule = Arbeitseinheit; und Ampere = Stromstärke.

**TB902** Welcher der nachfolgenden Zusammenhänge ist richtig ?

Lösung:  $U = R \cdot I$



$U$  = Spannung ( Volt )  
 $R$  = Widerstand ( Ohm )  
 $I$  = Strom ( Ampere )

Eine Hilfe, um sich das Ohm'sche Gesetz einfach zu merken:

Von oben nach unten wird geteilt, und von links nach rechts multipliziert.  
Es wird nie von unten nach oben geteilt ! Wie im wirklichen Leben.....

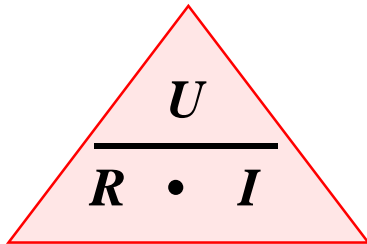
Wird  $U$  gesucht, dann wird die untere Zeile multipliziert :  $U = R \cdot I$

Suche ich  $R$ , dann gilt :  $R = U \div I$

Suche ich  $I$  schließlich :  $I = U \div R$

**TB903** Welche Spannung lässt einen Strom von 2 A durch einen Widerstand von 50 Ohm fließen ?

Lösung: 100 V


$$\frac{U}{R \cdot I}$$

*Formel*  $U = R \cdot I$

( Spannung = Widerstand mal Strom )

**U** = Spannung ( Volt )  
**R** = Widerstand ( Ohm )  
**I** = Strom ( Ampere )

Hier wird **U** gesucht,  
es wird wie in der Formel multipliziert :  $U = R \cdot I$

<b>Rechner</b>	<b>&gt; Eingaben</b>	<b>= Ausgabe</b>
$U = R \cdot I$	$> 50\Omega \times 2A$	<b>= 100 Volt</b>

**R** = Resistance (Widerstand in Ohm); **U** = Spannungspotential in Volt; **I** = Intensity (Stromstärke in Ampere).



**TB904** Welcher Widerstand ist erforderlich, um einen Strom von 3 A bei einer Spannung von 90 Volt fließen zu lassen ?

Lösung: 30  $\Omega$

$$\frac{U}{R \cdot I}$$

*Formel:*  $R = \frac{U}{I}$

( Widerstand =  
Spannung geteilt durch Strom )

**U** = Spannung ( Volt )  
**R** = Widerstand ( Ohm )  
**I** = Strom ( Ampere )

Hier wird **R** gesucht, es wird die Formel oben benötigt .

**Taschenrechner:** > **Eingabe** = **Ausgabe**

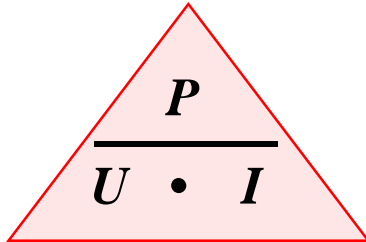
$$R = U \div I \quad > 90 \text{ V} \div 3 \text{ A} = 30 \text{ Ohm}$$

**R** = Resistance (Widerstand in Ohm); **U** = Spannungspotential in Volt; **I** = Intensity (Stromstärke in Ampere).

**TB905**

Eine Stromversorgung nimmt bei 230 V einen Strom von 0,63 A auf.  
Welche elektrische Arbeit wird bei einer Betriebsdauer von 7 Stunden verbraucht ?

Lösung: 1,01 kWh



*Formel:*  $P = U \cdot I$

$U$  = Spannung ( Volt )

$P$  = Leistung ( Watt )

$I$  = Strom ( Ampere )

Hier wird  $P$  gesucht, es wird die Formel oben benötigt.

<b>Taschenrechner:</b>	<b>&gt; Eingabe</b>	<b>= Ausgabe</b>
$P = U \cdot I$	> 230 V • 0,63 A	= 144,9 Watt
$P \cdot 7 \text{ Std.}$	> 144,9 W • 7 Std.	= 1014,3 Watt

1,01 kWh (d.h. 1,01 Kilowatt in 7 Stunden).

**Richtigere Antwort: 1,01 kW**  
denn in einer Stunde werden 144,9 Watt verbraucht.

Noch ein (scherzhaftes) „Idiotendreieck“: die Leistungsformel !

**TB906** Eine Glühlampe hat einen Nennwert von 12 V und 48 W.  
Bei einer 12-V-Versorgung beträgt die Stromentnahme

Lösung: 4 A.

$$\frac{P}{U \cdot I}$$

$$P = U \times I$$
$$U = P / I$$
$$I = P / U$$

*Formel:*

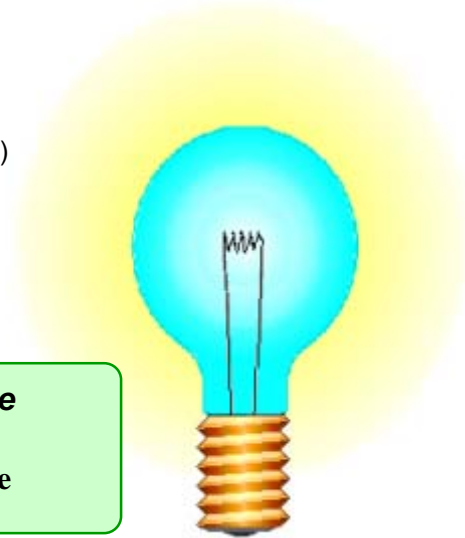
$$I = \frac{P}{U}$$

**I** = Stromstärke ( Ampere )  
**P** = Leistung ( Watt )  
**U** = Spannung ( Volt )

Hier wird *I* gesucht. Stromentnahme:

**Taschenrechner:** > **Eingabe** = **Ausgabe**

*Strom*  $I = P / U$  > **48 W ÷ 12 V = 4 Ampere**



**TB907** Der Effektivwert der Spannung an einer künstlichen 50-Ω-Antenne wird mit 100 V gemessen. Die Leistung an der Last beträgt

Lösung: 200 W.

Hier wird **P** gesucht.

$$\text{Formel: } P = \frac{U^2}{R}$$

**R** = Widerstand ( Ohm )

**P** = Leistung ( Watt )

**U<sup>2</sup>** = Quadrat der Spannung ( Volt )

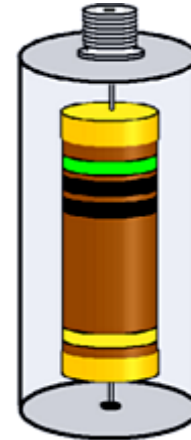
( Leistung = Spannung mal Spannung geteilt durch Widerstand )

**Leistung:**

**Taschenrechner: > Eingaben = Ausgabe**

Spannung  $U^2$  > 100 v • [X<sup>2</sup>] = 10 000

$P = U^2 \div R$  > 10 000 ÷ 50 Ω = 200 Watt

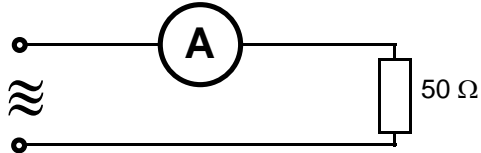


Die Umstellung der Leistungsformel - Kunstantenne = abgeschirmter Lastwiderstand

**TB908**

Ein mit einer künstlichen 50 Ω- Antenne in Serie geschaltetes Amperemeter zeigt 2 A an.  
Die Leistung in der Last beträgt

Lösung: 200 W.



$$\text{Formel: } P = I^2 \cdot R$$

**R** = Widerstand ( Ohm )

**P** = Leistung ( Watt )

**I<sup>2</sup>** = Quadrat der Spannung ( Volt )

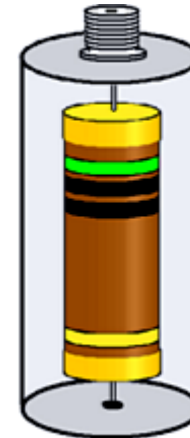
(Leistung = Strom mal Strom mal Widerstand)

**Leistung:**

**Taschenrechner: > Eingaben = Ausgabe**

$$\text{Strom } I^2 \quad > 2 \text{ A} \cdot [X^2] \quad = 4$$

$$P = I^2 \cdot R \quad > 4 \times 50 \Omega \quad = 200 \text{ Watt}$$



Die Umstellung der Leistungsformel - Konstantenne = abgeschirmter Lastwiderstand.

**TB909** Ein Mobil-Transceiver (Sender-Empfänger) hat bei Sendebetrieb eine Leistungsaufnahme von 100 Watt aus dem 12-V-Bordnetz des Kraftfahrzeuges. Wie groß ist die Stromaufnahme ?

Lösung: 8,33 A

*Formel:*  $I = \frac{P}{U}$

**I** = Stromstärke ( Ampere )  
**P** = Leistung ( Watt )  
**U** = Spannung ( Volt )

**Strom:** (Leistung geteilt durch Spannung).

**Taschenrechner** > **Eingaben** = **Ausgabe**

$$I = P \div U \quad > \quad 100 \text{ W} \div 12 \text{ V} = 8,334 \text{ Ampere}$$

Die Formel aus dem Leistungsgesetz.

**TB910** Ein 100 Ω- Widerstand, an dem 10 V anliegen, muss mindestens eine Belastbarkeit haben von

Lösung: 1 W.

Hier wird **P** gesucht.

$$\text{Formel: } P = \frac{U^2}{R}$$

**R** = Widerstand ( Ohm )

**P** = Leistung ( Watt )

**U**<sup>2</sup> = Quadrat der Spannung ( Volt )

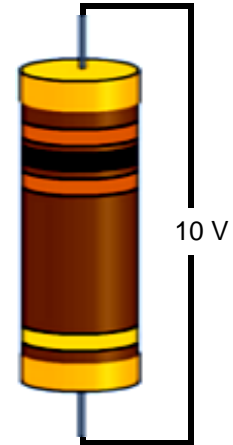
( Leistung = Spannung mal Spannung geteilt durch Widerstand )

**Belastbarkeit :**

**Taschenrechner: > Eingabe = Ausgabe**

Spannung  $U^2$  > 10 v • [X<sup>2</sup>] = 100

$P = U^2 \div R$  > 100 ÷ 100 Ω = 1 Watt



Umstellung der Leistungsformel.

**TB911** Welche Belastbarkeit muß ein Vorwiderstand haben, an dem bei einem Strom von 50 mA eine Spannung von 50 V abfallen soll ?

Lösung: 2,5 W.

Hier wird **P** gesucht.

$$\text{Formel: } P = U \cdot I$$

**U** = Spannung ( Volt )  
**P** = Leistung ( Watt )  
**I** = Strom ( Ampere )

**Belastbarkeit :** (Leistung = Spannung mal Strom)

**Taschenrechner:** > **Eingabe** = **Ausgabe**

$$P = U \cdot I \quad > 50\text{V} \times 0,05\text{A} = 2,5 \text{ Watt}$$



**TC101**

Die Farbringe gelb, violett und orange auf einem Widerstand mit 4 Farbringen bedeuten einen Widerstandswert von

Lösung: 47 k $\Omega$

Farbwerte		
schwarz	0	
braun	1	
rot	2	
orange	3	
gelb	4	
grün	5	
blau	6	
violett	7	
grau	8	
weiß	9	



Die ersten beiden Ringe bedeuten die ersten beiden Ziffern des Wertes.  
Der dritte Ring bedeutet die Anzahl der Nullen.  
Der vierte Ring (ganz rechts) steht für die Toleranz in %.  
Hier soll es Gold sein =  $\pm 1\%$ .

Der erste Ring ist gelb = 4  
Der zweite Ring ist violett = 7  
Der dritte Ring ist orange = 000  
Zusammen = 47 000 Ohm

Die Farbringe haben den Vorteil des geringeren Abriebes in den Sortimentkästen der Vorratshaltung.

**TC102**

Die Farbringe gelb, violett und rot auf einem Widerstand mit 4 Farbringen bedeuten einen Widerstandswert von

Lösung: 4,7 kΩ

Farbwerte		
schwarz	0	
braun	1	
rot	2	
orange	3	
gelb	4	
grün	5	
blau	6	
violett	7	
grau	8	
weiß	9	



Die ersten beiden Ringe bedeuten die ersten beiden Ziffern des Wertes.  
Der dritte Ring bedeutet die Anzahl der Nullen.  
Der vierte Ring (ganz rechts) steht für die Toleranz in %.  
Hier soll es Gold sein =  $\pm 1\%$ .

Der erste Ring ist gelb = 4  
Der zweite Ring ist violett = 7  
Der dritte Ring ist rot = 00  
Zusammen = 4 700 Ohm

Die Farbringe haben den Vorteil des geringeren Abriebes in den Sortimentkästen der Vorratshaltung.

**TC103**

Die Farbringe rot, violett und orange auf einem Widerstand mit 4 Farbringen bedeuten einen Widerstandswert von

Lösung: 27 k $\Omega$

Farbwerte	
schwarz	0
braun	1
rot	2
orange	3
gelb	4
grün	5
blau	6
violett	7
grau	8
weiß	9



Die ersten beiden Ringe bedeuten die ersten beiden Ziffern des Wertes.  
Der dritte Ring bedeutet die Anzahl der Nullen.  
Der vierte Ring (ganz rechts) steht für die Toleranz in %.  
Hier soll es Gold sein =  $\pm 1\%$ .

Der erste Ring ist rot = 2  
Der zweite Ring ist violett = 7  
Der dritte Ring ist orange = 000  
Zusammen = 27 000 Ohm

Die Farbringe haben den Vorteil des geringeren Abriebs in den Sortimentkästen der Vorratshaltung.

**TC104** Die Farbringe rot, violett und rot auf einem Widerstand mit 4 Farbringen bedeuten einen Widerstandswert von

Lösung: 2,7 kΩ

Farbwerte	
schwarz	0
braun	1
rot	2
orange	3
gelb	4
grün	5
blau	6
violett	7
grau	8
weiß	9



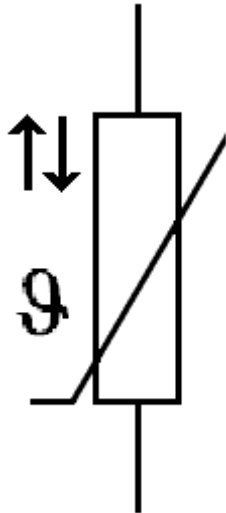
Die ersten beiden Ringe bedeuten die ersten beiden Ziffern des Wertes.  
Der dritte Ring bedeutet die Anzahl der Nullen.  
Der vierte Ring (ganz rechts) steht für die Toleranz in %.  
Hier soll es Gold sein =  $\pm 1\%$ .

Der erste Ring ist rot = 2  
Der zweite Ring ist violett = 7  
Der dritte Ring ist rot = 00  
Zusammen = 2 700 Ohm

Die Farbringe haben den Vorteil des geringeren Abriebes in den Sortimentkästen der Vorratshaltung.

**TC105** Welches Bauteil hat folgendes Schaltzeichen ?

Lösung: NTC



**NTC = Negative Temperature Coefficient.** Ein Widerstand, dessen Widerstandswert sich verringert ( negativ verändert ), wenn er sich erwärmt.

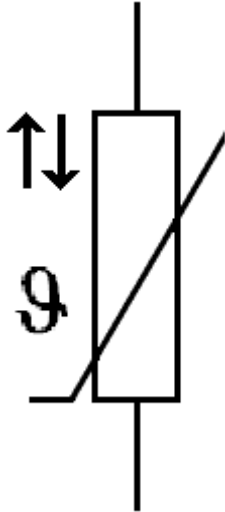
NTCs und PTCs werden in Regel- und Schutzschaltungen eingesetzt.

Das griechische  $\theta$  soll heißen daß wenn sich der Widerstand erwärmt, - d.h. die Temperatur nach oben geht - was der linke Pfeil anzeigt, verringert sich der Widerstandswert nach unten, wie der rechte Pfeil anzeigt.

NTC = NTC-Widerstand — Das  $\theta$  ist als Drift oder Differenz zu verstehen.

**TC106** Welches der folgenden Bauteile ist ein NTC ?

Lösung: (Die gezeigte Abbildung)



**NTC = Negative Temperature Coefficient.** Ein Widerstand, dessen Widerstandswert sich verringert ( negativ verändert ), wenn er sich erwärmt.

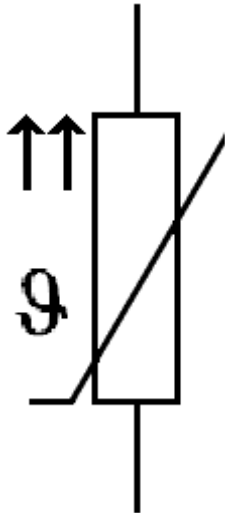
NTCs und PTCs werden in Regel- und Schutzschaltungen eingesetzt.

Das griechische  $\theta$  soll heißen daß wenn sich der Widerstand erwärmt, - d.h. die Temperatur nach oben geht - was der linke Pfeil anzeigt, verringert sich der Widerstandswert nach unten, wie der rechte Pfeil anzeigt.

NTC = NTC-Widerstand — Das  $\theta$  ist als Drift oder Differenz zu verstehen.

**TC107** Welches der folgenden Schaltsymbole stellt einen PTC-Widerstand dar ?

Lösung: (Die gezeigte Abbildung)



**PTC = Positive Temperature Coefficient.** Ein Widerstand, dessen Widerstandswert sich erhöht ( positiv verändert ), wenn er sich erwärmt.

NTCs und PTCs werden in Regel- und Schutzschaltungen eingesetzt.

Das griechische  $\Theta$  soll heißen, daß wenn sich der Widerstand erwärmt, - d.h. die Temperatur nach oben geht - was der linke Pfeil anzeigt, erhöht sich der Widerstandswert nach oben, wie der rechte Pfeil anzeigt.

Das  $\Theta$  ist als Drift oder Differenz zu verstehen.

**TC108** Ein Widerstand hat eine Toleranz von 10 %.  
Bei einem nominalen Widerstandswert von 5,6 k  $\Omega$  liegt der tatsächliche Wert zwischen

Lösung: 5040 und 6160  $\Omega$

**plus 10%** = Ursprungswert mal 1,1  
**minus 10%** = Ursprungswert mal 0,9

**Taschenrechner:**

*5600 Ohm* mal **1,1** = **6160 Ohm**

*5600 Ohm* mal **0,9** = **5040 Ohm**



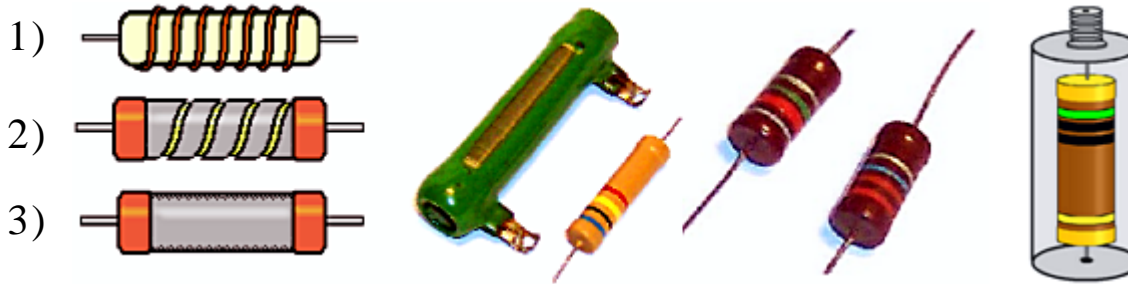
Es funktioniert auch der andere Rechenweg:  
10 % von 5600 Ohm sind 560 Ohm;  
5600 minus 560 = 5040 Ohm.  
5600 plus 560 = 6160 Ohm.

Das verursacht uns keine grauen Haare - oder ?



**TC109** Welche Auswahl von Widerstand ist am besten für eine künstliche Antenne (Dummy Load) geeignet ?

Lösung: Ein Metalloxidwiderstand.



Eine Kunstantenne ist ein Sender-Abschlußwiderstand, der die Sende-Energie nicht nach außen dringen läßt. Sie wird in einem geschlossenen Abschirm-Gehäuse in Widerstände eingespeist, die die HF in Wärme umsetzen.

- 1) Drahtwiderstände = Hochlastwiderstände, nur für niedrige Frequenzen. Ihr Drahtwendel stellt eine Spule dar, weshalb sie, und . . .
- 2) gewendelte Schichtwiderstände für HF-Anwendung ungeeignet sind.

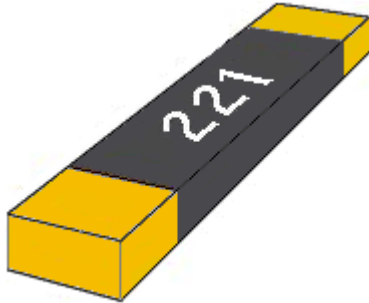
Dagegen sind:

- 3) Metallschichtwiderstände = kleine Toleranzen, für Messaufgaben geeignet.
- 3) Metalloxidwiderstände = ungewendelt, induktionsarm, Hochfrequenzanwendung.**
- 3) Kohleschichtwiderstände = ungewendelt, induktionsarm, für Hochfrequenzanwendung.

Ungewendelte Metall-Oxid-Widerstände sind bis in hohe Frequenzbereiche bevorzugt.

**TC110** Welchen Wert hat ein SMD-Widerstand mit der Bezeichnung 221 ?

Lösung: 220  $\Omega$



**SMD** = **S**urface **M**ounted **D**esign (auf der Oberfläche montiert).

Deutschsprachig vielleicht einprägsamer: **S**uper **M**iniatur **D**evice -

Ein Widerstand, der auf die Kupferseite einer gedruckten Schaltung ohne Anschlußdraht gelötet wird.

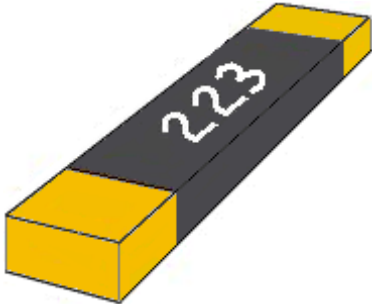
Die ersten zwei Ziffern sind auch die ersten zwei des Wertes.

Die dritte Ziffer bezeichnet die Anzahl der Nullen. Hier also 2, 2, und 1 Null = 220  $\Omega$ .

**SMD** = **S**urface **M**ounted **D**esign.

**TC111** Welchen Wert hat ein SMD-Widerstand mit der Bezeichnung 223 ?

Lösung: 22 k $\Omega$



**SMD** = **S**urface **M**ounted **D**esign (auf der Oberfläche montiert).

Deutschsprachig vielleicht einprägsamer: **S**uper **M**iniatur **D**evice -

Ein Widerstand, der auf die Kupferseite einer gedruckten Schaltung ohne Anschlußdraht gelötet wird.

Die ersten zwei Ziffern sind auch die ersten zwei des Wertes.

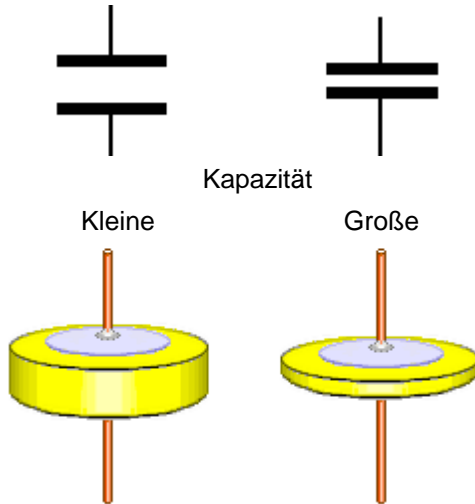
Die dritte Ziffer bezeichnet die Anzahl der Nullen. Hier also 2, 2, und 3 Nullen = 22 000  $\Omega$ .

**SMD** = **S**urface **M**ounted **D**esign.

## TC201

Welche Aussage zur Kapazität eines Plattenkondensators ist richtig ?

Lösung: Je größer der Plattenabstand ist, desto kleiner ist die Kapazität.



Zwei Keramik-Kondensatoren. Auf die Keramikplättchen ist beidseitig je eine Silberschicht aufgedampft. Die Anschlußdrähte sind durch Punktschweißen mit den Silberschichten verbunden.

Die Kapazität verringert sich bei größerem Plattenabstand, weil sich das elektrische Feld mit größer werdender Entfernung der Platten zunehmend abschwächt.

Wenn man die Plattenfläche vergrößert, wird die Kapazität größer. (Mehr Feldlinien).

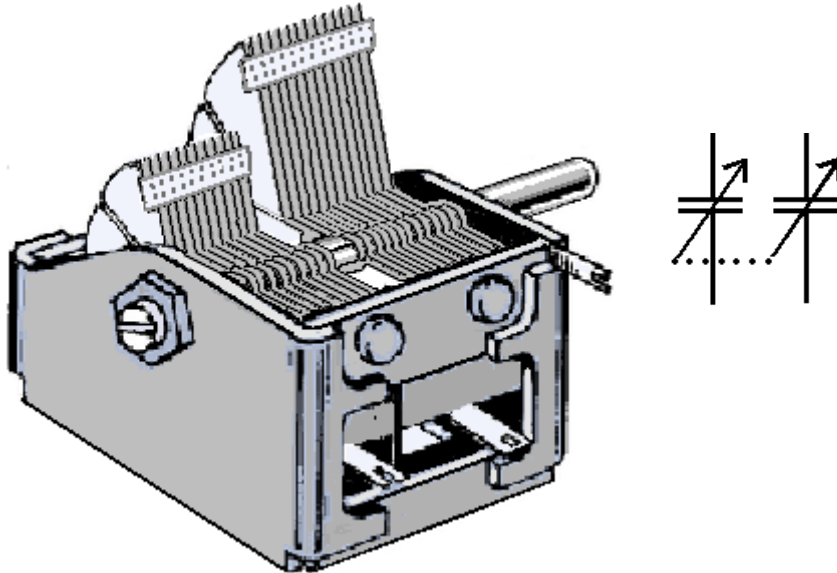
Das Material zwischen den Platten vergrößert ebenfalls die Kapazität. Es hat noch eine klitzekleine Leitfähigkeit für die Feldlinien, sofern es nicht Luft ist.

Das elektrische Feld wird mit zunehmender Entfernung schwächer.

**TC202**

Ein Bauelement, bei dem sich Platten auf einer isolierten Achse befinden, die zwischen feststehende Platten hineingedreht werden können, nennt man

Lösung: Drehkondensator.



Zweifach-Luft-Drehkondensator aus der Rundfunktechnik und sein Schaltsymbol.

Auf der Achse sind Plattenpakete drehbar gelagert. Die Platten tauchen je nach dem Drehwinkel in isoliert gelagerte, feststehende Plattenpakete ein. Zwischen den Rotor- und den Statorplatten verbleibt ein Luft-Zwischenraum. Das Schaltsymbol zeigt mit seinen Pfeilen an, daß die Kapazitätsänderung von außen bedienbar ist. Die punktierte Linienverbindung der Pfeile bedeutet, daß beide Pakete zusammen geändert werden.

Luft-Drehkondensator : weil das Material zwischen den Platten ( das Dielektrikum ) Luft ist.

**TC203** Welche Kapazität hat nebenstehend abgebildeter Kondensator ?

Lösung: 330  $\mu\text{F}$



Früher wurde z.B. der Aufdruck 3.3 pF verwendet.  
Nachdem der Punkt aber dem Abrieb in den Sortimentkästen zum Opfer gefallen war, wußte niemand mehr so genau den wahren Wert.

Man erdachte sich deshalb diese Form des Aufdruckes.  
Ein ganzer Buchstabe hielt länger stand.

Der Buchstabe soll den Punkt ersetzen.  
Wenn der Buchstabe **m** vor der Zahl steht, bedeutet er 0,33 -  
und der Buchstabe signalisiert milli.

Steht der Buchstabe zwischen den Ziffern, wirkt er wie ein Komma.  
Beispiel 4n7 bedeutet 4,7 Nanofarad, - und n47 sind 470 Pikofarad, weil 0,47 nF.

Und wie hier: m33 sind 0,33 milli-Farad = 330  $\mu\text{F}$

0,33 milli-Farad = 330  $\mu\text{F}$

**TC204** Welche Kapazität hat nebenstehend abgebildeter Kondensator ?

Lösung: 470 pF



Früher wurde z.B. der Aufdruck 0,47 nF verwendet.  
Nachdem der Punkt aber dem Abrieb in den Sortimentkästen zum Opfer gefallen war, wußte niemand mehr so genau den wahren Wert.

Man erdachte sich deshalb diese Form des Aufdruckes.  
Ein ganzer Buchstabe hielt länger stand.

Der Buchstabe soll den Punkt ersetzen.  
Wenn der Buchstabe **n** vor der Zahl steht, bedeutet er 0,47 nF-  
und der Buchstabe signalisiert milli.

Steht der Buchstabe zwischen den Ziffern, wirkt er wie ein Komma.  
Beispiel 4n7 bedeutet 4,7 Nanofarad, - und n47 sind 470 Pikofarad, weil 0,47 nF.

Und wie hier: n47 sind 0,47 nano-Farad = 470 pF.

n47 sind 0,47 nano-Farad = 470 pF.

**TC205** Welche Kapazität hat nebenstehend abgebildeter Kondensator ?

Lösung: 8,2 pF



Früher wurde z.B. der Aufdruck 8.2 pF verwendet.  
Nachdem der Punkt aber dem Abrieb in den Sortimentkästen zum Opfer gefallen war, wußte niemand mehr so genau den wahren Wert.

Man erdachte sich deshalb diese Form des Aufdruckes.  
Ein ganzer Buchstabe hielt länger stand.

Der Buchstabe soll den Punkt ersetzen.  
Wenn der Buchstabe **p** zwischen den Zahlen steht, ersetzt er das Komma -  
und der Buchstabe signalisiert piko.

Steht der Buchstabe zwischen den Ziffern, wirkt er wie ein Komma.  
Beispiel 4n7 bedeutet 4,7 Nanofarad, - und 8p2 sind 8,2 Pikofarad.

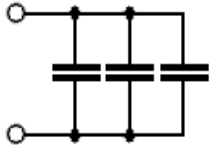
**8p2** = 8,2 pikoFarad.

Hier steht **8p2** = 8,2 pikoFarad



**TC206** Drei Kondensatoren mit den Kapazitäten  $C_1 = 0,1 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 150 \text{ nF}$  und  $C_3 = 50\,000 \text{ pF}$  werden parallel geschaltet. Wie groß ist die Gesamtkapazität ?

Lösung:  $0,3 \mu\text{F}$



*Parallelschaltung:*  $C_{\text{ges}} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$

**C** = Kapazität in Farad

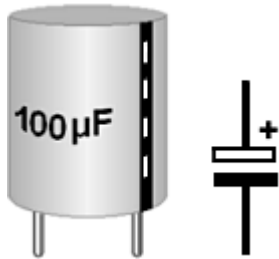
	0	,	Milli	.	Mikro	.	Nano	.	Piko
0,1 $\mu\text{F}$ :	.	.	.	.	0	,	1	.	.
150 nF:	.	.	.	.	.	.	1	5	0
50 000 pF:	.	.	.	.	.	.	5	0	0 0 0
Gesamt:	.	.	.	.	0	,	3	.	.

Kariertes Rechenpapier hilft bei den Größenordnungen besonders, wo nur zusammengezählt werden muß.

Das Bild zeigt: Rücken wir die einzelnen Kondensatoren zusammen, dann „vergrößern wir die Gesamtfläche“.

**TC207** Bei welchem der folgenden Bauformen von Kondensatoren muß beim Einbau auf die Polarität geachtet werden ?

Lösung: Elektrolytkondensator



Elektrolytkondensatoren sind für große Kapazität gebaut. Damit auf kleinem Raum viel Kapazität verwirklicht werden konnte, mußte man wie bei Akkus mit unterschiedlichen Elektroden und chemischen Substanzen (Elektrolyten) arbeiten.

Das hat wie beim Akku die Polarisierung zur Folge.

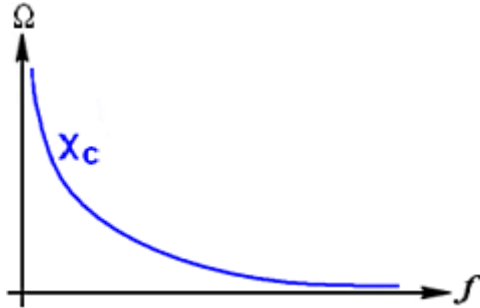
Die Polarität ist auf verschiedene Weise auf dem Elko aufgedruckt z.B. wie im Bild, wo der Minus-Pin mit dem schwarzen Minus-Balken kenntlich gemacht wurde.

Im Schaltsymbol ist in der Regel der Pluspol gekennzeichnet.

Bei Elkos ist die Polarität aufgedruckt. Elko = Kurzbezeichnung für Elektrolytkondensator.

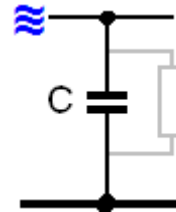
**TC208** Mit zunehmender Frequenz

Lösung: sinkt der Wechselstromwiderstand von Kondensatoren.



$$\text{Wechselstromwiderstand } X_c = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

$$\omega = \text{griech.} = \text{Omega} = (2 \cdot \pi \cdot f)$$



Der Blindwiderstand wirkt so, als wäre dem Kondensator C ein frequenzabhängiger Widerstand parallelgeschaltet.

Je höher die Frequenz, desto kleiner wird der Wechselstromwiderstand **Xc** des Kondensators (auch Blindwiderstand genannt).

Das Diagramm zeigt den ungefähren Verlauf des Wechselstromwiderstandes **Xc** bei linearer Erhöhung der Frequenz.

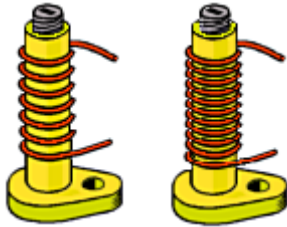
Der Wechselstromwiderstand wird in Ohm angegeben.

$X_c = \text{Wechselstromwiderstand} = \text{Kapazitiver Blind- oder Scheinwiderstand.}$

## TC301

Wie ändert sich die Induktivität einer Spule von  $12\ \mu\text{H}$ , wenn die Windungszahl bei gleicher Wickellänge verdoppelt wird ?

Lösung: Die Induktivität steigt auf  $48\ \mu\text{H}$ .



Die Induktivität steigt mit dem Quadrat zum Verhältnis der Windungszahlen. Hier ist es  $2^2$ , also das Vierfache.

Verdreifache ich die Windungszahl, dann sind es  $3^2$  - d. h. die Induktivität steigt dann auf das Neunfache an.

### **Der Grund für dieses Verhalten :**

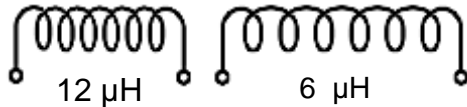
Die Kopplung der Magnetfelder, die sich um den Spulendraht herum befinden, verstärkt sich bei Annäherung der einzelnen Windungen.

Hier ist bei gleicher Spulenlänge ein viel kleinerer Abstand zwischen den einzelnen Drähten, und darüber hinaus noch die doppelte Zahl an Windungen. Folge ist die erhöhte Induktivität.

$2^2$  und  $3^2$  sind in diesem Fall Quadratzahlen, die mit der Taste  $[X^2]$  erreicht werden.

**TC302** Wie ändert sich die Induktivität einer Spule von  $12\ \mu\text{H}$ , wenn die Wicklung auf dem Wickelkörper bei gleicher Windungszahl auf die doppelte Länge auseinander gezogen wird ?

Lösung: Die Induktivität sinkt auf  $6\ \mu\text{H}$ .



Die Induktivität ändert sich proportional mit der Veränderung der Wickellänge.

Zusammendrücken = Erhöhung ; Auseinanderziehen = Verringerung der Induktivität.

Verdoppelung des Abstandes = Halbierung der Induktivität und umgekehrt....

**Der Grund für dieses Verhalten :**

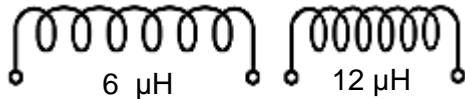
Die Kopplung der Magnetfelder, die sich um den Spulendraht herum befinden, verstärkt sich bei Annäherung der einzelnen Windungen.

Folge ist die erhöhte Induktivität.

Proportional ist : Gleiche Aktion bewirkt gleiche Veränderung.

**TC303** Wie kann man die Induktivität einer Spule vergrößern ?

Lösung: Durch Stauchen der Spule (verkürzen der Spulenlänge).



Die Induktivität ändert sich proportional mit der Veränderung der Wickellänge.

Zusammendrücken = Erhöhung ; Auseinanderziehen = Verringerung der Induktivität.

Verdoppelung des Abstandes = Halbierung der Induktivität und umgekehrt....

**Der Grund für dieses Verhalten :**

Die Kopplung der Magnetfelder, die sich um den Spulendraht herum befinden, verstärkt sich bei Annäherung der einzelnen Windungen.

Folge ist die erhöhte Induktivität.

Proportional ist : Gleiche Aktion bewirkt gleiche Veränderung.

**TC304** Das folgende Bild zeigt einen Kern, um den ein Kabel für den Bau einer Netzdrossel gewickelt ist. Der Kern sollte aus

Lösung: Ferrit bestehen.



Ferritkerne sind z.B. Eisenpulver- bzw. Eisenoxyd- Kerne. Auch Netzdrosseln auf Ferritringkernen sind hochwirksam. Sie verstärken das Magnetfeld der Spule.

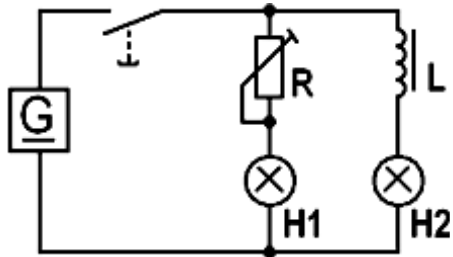
Ferrit, ***Ferrum lat.*** = Eisen.

Die Antworten **Kunststoff, Stahl und gut leitendes Material** sind natürlich Unsinn.

**TC305**

Schaltet man zwei Glühlampen gleichzeitig an eine Spannungsquelle, wobei eine Glühlampe zum Helligkeitsausgleich über einen Widerstand und die andere über eine Spule mit vielen Windungen und Eisenkern angeschlossen ist, so

Lösung: leuchtet H1 zuerst.



**H 1** leuchtet zuerst, weil sie über den Widerstand **R** unmittelbar stromdurchflossen wird. Der regelbare Widerstand läßt **H1** je nach Einstellung heller oder dunkler leuchten.

**H 2** muß dagegen noch warten, bis sich in der Spule **L** das Magnetfeld aufgebaut hat.

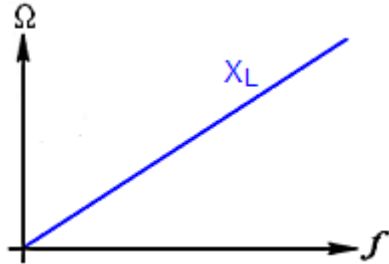
**G** ist ein Gleichstrom-Generator. Der Strich unter dem "G" sagt uns das.

Die Verzögerung ist aber so kurzzeitig, daß sie kaum bemerkbar, aber meßbar ist.



**TC306** Mit zunehmender Frequenz

Lösung: steigt der Wechselstromwiderstand einer Spule.



Wechselstromwiderstand  $X_L = \omega \cdot L$

$\omega = \text{griech.} = \text{Omega} = (2 \cdot \pi \cdot f)$

Der Blindwiderstand (Wechselstromwiderstand) einer Spule nimmt linear mit der Frequenz zu. Er wird in Ohm gemessen.

Je größer die Induktivität, desto steiler ist der Anstieg der Kurve.

Bei höherer werdender Wechselstrom- Frequenz findet das Umladen immer schneller statt, und erhöht deshalb den Blindwiderstand.

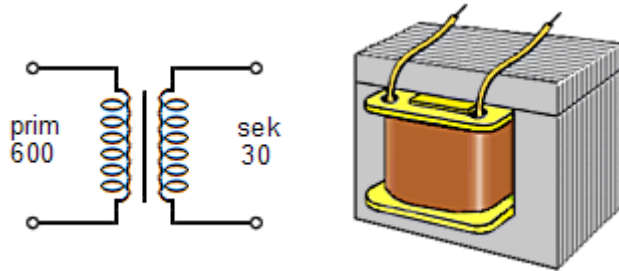
Vorstellen muß man ihn sich so, als wäre ein variabler Widerstand in Reihe zur Spule dazu geschaltet.

Wechselstromwiderstand = Blindwiderstand oder Scheinwiderstand.

**TC401**

Ein Trafo liegt an 230 Volt und gibt 11,5 Volt ab. Seine Primärwicklung hat 600 Windungen. Wie groß ist seine Sekundärwindungszahl ?

Lösung: 30 Windungen.



Grundsatz ist: Windungen pro Volt - oder Volt pro Windung !

Oder Windungsverhältnis = Spannungsverhältnis

**Primär:** 230 Volt geteilt durch 600 Windungen = **0,383333... Volt pro Windung.**  
( Für je 0,383333... Volt primär, ist je eine Windung sekundär erforderlich )

**Sekundär:** 11,5 V geteilt durch 0,38333 V pro Windung = **30 Windungen.**

230 V ist 20 mal soviel wie 11,5 V

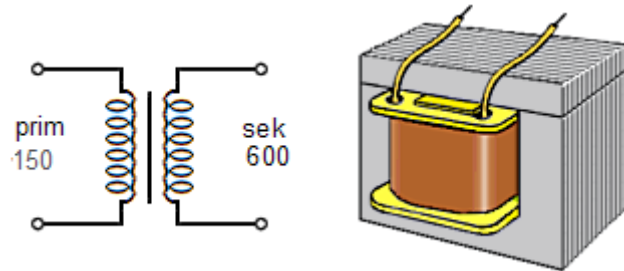
11,5 V benötigt deshalb auch nur ein Zwanzigstel der Windungen.

230 V ist 20 mal soviel wie 11,5 V — 11,5 V benötigt deshalb auch nur ein Zwanzigstel der Windungen.

**TC402**

Ein Trafo liegt an 45 Volt und gibt 180 Volt ab. Seine Primärwicklung hat 150 Windungen. Wie groß ist seine Sekundärwindungszahl ?

Lösung: 600 Windungen.



Grundsatz ist: Windungen pro Volt - oder Volt pro Windung !  
Oder Windungsverhältnis = Spannungsverhältnis

**Primär:** 45 Volt geteilt durch 150 Windungen = **0,3 Volt pro Windung.**  
( Für je 0,3 Volt primär, ist eine Windung erforderlich )

**Sekundär:** 180 V geteilt durch 0,3 V pro Windung = **600 Windungen.**

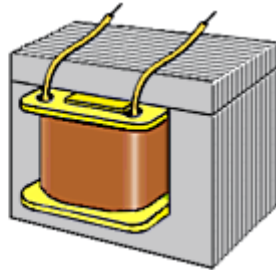
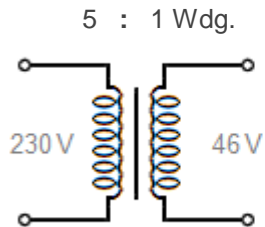
Noch einfacher: Soll sich die Spannung vervierfachen,  
dann muß es auch die Windungszahl.

180 V ist viermal 45 V — und viermal 150 Windungen sind 600 Wdg.

## TC403

Die Primärspule eines Übertragers hat die fünffache Anzahl von Windungen der Sekundärspule. Wie hoch ist die erwartete Sekundärspannung, wenn die Primärspule an eine 230-V-Stromversorgung angeschlossen wird ?

Lösung: 46 Volt.



Grundsatz ist: Windungen pro Volt - oder Volt pro Windung !

Oder Windungsverhältnis = Spannungsverhältnis

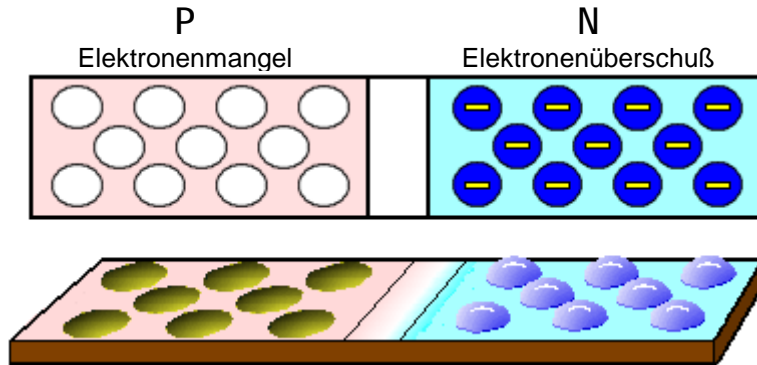
**Daher also** 230 V primär geteilt durch 5 = **46 Volt sekundär.**

Primär = das Erste — Gegensatz = sekundär für das Folgende, das Zweite . . .

**TC501**

P-dotiertes Halbleitermaterial ist solches, das mit einem zusätzlichen Stoff versehen wurde, der

Lösung: weniger als vier Valenzelektronen enthält.



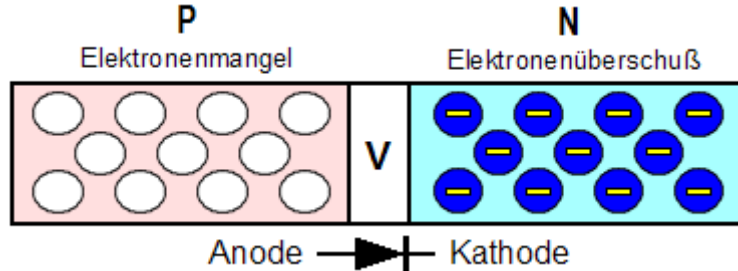
**Valenzelektronen = zum Grundmaterial gehörende Elektronen.**  
Je weniger Elektronen, desto positiver das Halbleitergebiet.

Hat das dotierte Gebiet weniger freie Elektronen als der Grundstoff, dann herrscht Elektronenmangel = P-Gebiet.

Das Grundmaterial hat im reinen Zustand 4 Elektronen. Dotierung = Ausstattung mit . . .

**TC502** N-leitendes Halbleitermaterial ist gekennzeichnet durch

Lösung: Überschuss an freien Elektronen.



Maßgebend für die Leitfähigkeit eines Materials sind Elektronen (negative Ladungsträger).

Durch das Verändern (Dotieren) eines Silizium - oder Germanium- Kristalls werden Gebiete mit Elektronen- Überschuß und mit Elektronenmangel hergestellt.

Wird eine Diode auf diese Weise produziert, so wandern während des Dotierens Elektronen an der Grenze in die Elektronenlücken des Mangelgebietes und besetzen dort Löcher.

Das hat eine Neutralisation im Grenzgebiet zur Folge: Es herrscht in dieser Zone, der Verarmungszone **V** wieder der ursprüngliche, nichtleitende Zustand.

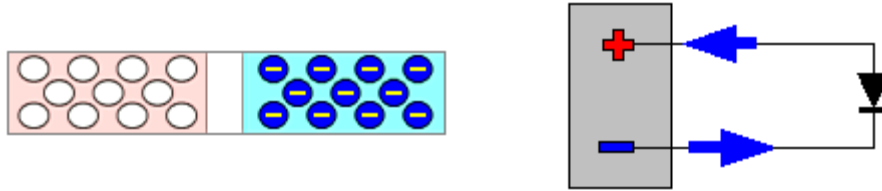
Wird an die Anode eine negative Spannung angelegt, und an die Kathode eine positive, so werden beide Gebiete von der äußeren Spannung angezogen und es verbreitert sich die Verarmungszone.

Polen wir die Spannung nun um, also positive Spannung am P-Gebiet, so werden die Löcher mit Elektronen aus dem N-Gebiet aufgefüllt und damit wird die Diode leitend.

Das Grundmaterial hat im reinen Zustand 4 Elektronen. Dotierung = Ausstattung mit . . .

**TC503** Ein in Durchlassrichtung betriebener P-N-Übergang ermöglicht

Lösung: den Stromfluss von P nach N.



Die technische Stromrichtung von **P nach N**, die hier gemeint ist, ist in der neueren Zeit durch die Erkenntnisse über die Elektronenbewegung abgelöst worden. Man kann aber leicht den Eindruck haben, daß der Strom hier von links nach rechts durch die Diode fließt, denn er kommt ja dann rechts heraus - trotzdem :

Elektronen fließen außerhalb der Stromquelle von **N nach P**.



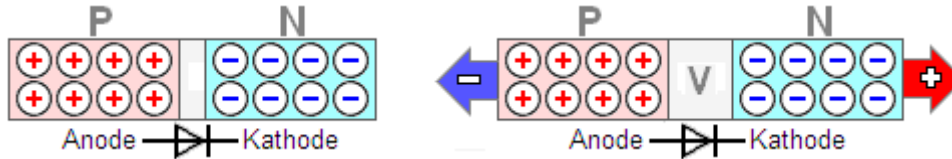
Sie verlassen den Minuspol und wandern im Stromkreis zum Pluspol der Batterie. ( Wie Bild rechts )  
Denn Elektronen sind negative Ladungsträger, die vom positiven Potential angezogen werden.

Die Erde ist eine Scheibe (Aufpassen, daß man nicht herunterfällt) - das wurde auch mal geglaubt !

Ich kann nur hoffen, daß die Prüfer solche verwirrenden Fragen nicht stellen werden.

**TC504** Eine in Sperrrichtung betriebene Diode hat

Lösung: einen hohen Widerstand.



Die linke Diode ist nicht an eine Spannung angeschlossen. Sie ist außer Betrieb.

Rechts haben wir eine Diode, deren Anode (P-Gebiet) an einer negativen Spannung liegt. Ihre Kathode - das N-Gebiet ist an den positiven Pol der Spannungsquelle angeschlossen.

Die Folge dieser „Falschpolung“ ist schon an der Richtung der Anschlußpfeile zu sehen : Es werden beide Gebiete von der äußeren Spannung angezogen und es verbreitert sich, wie im Bild rechts die Verarmungszone **V**.

Damit wächst der ohnehin vorhandene hohe Widerstand der Verarmungszone noch weiter.

Wird an die Anode eine negative Spannung angelegt, und an die Kathode eine positive, dann handelt es sich um eine in Sperrrichtung betriebene Diode.

Sogenannte Kapazitätsdioden nutzen den Effekt aus. Die Sperrschicht-Grenzen wirken wie die Platten eines Kondensators, die durch variable Spannung veränderbar sind, Deren Kapazität auf diese Weise variabel ist. (Varikap = Kapazitätsvariable Diode).

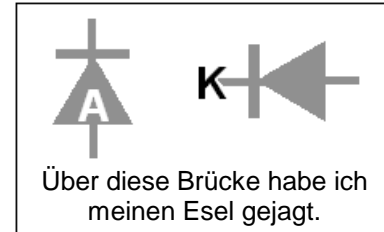
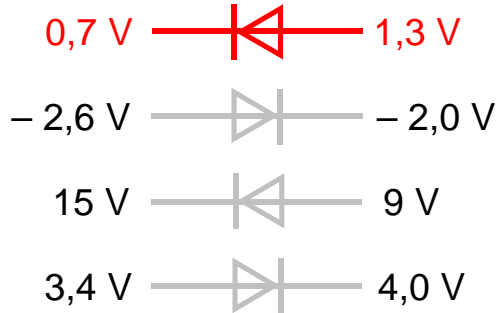
Das P-Gebiet wird angezogen vom negativen — das N-Gebiet vom positiven Potential.



**TC505**

Die Auswahlantworten enthalten Silizium-Dioden mit unterschiedlichen Arbeitspunkten.  
Bei welcher Antwort befindet sich die Diode in leitendem Zustand ?

Lösung: 0,7 V ..... 1,3 V



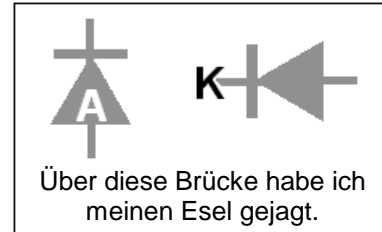
Die Diode wird leitend, wenn an der Anode eine Spannung anliegt,  
die um die Schwellspannung höher als die Spannung an der Kathode ist.

Man achte darauf, wo die positivere Spannung ist — für Durchlaß muß das an der Anode sein

**TC506**

Die Auswahlantworten enthalten Silizium-Dioden mit unterschiedlichen Arbeitspunkten.  
Bei welcher Antwort befindet sich die Diode in leitendem Zustand ?

Lösung:  $-2\text{ V} \dots\dots\dots -2,6\text{ V}$

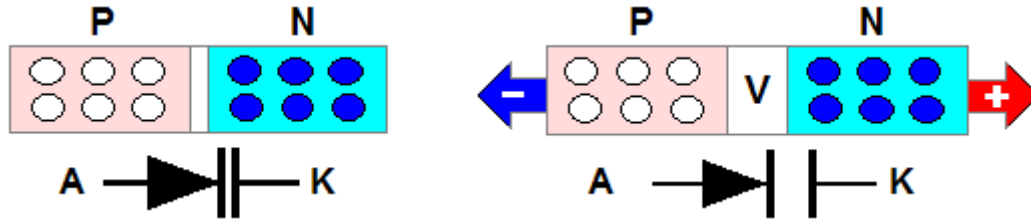


Die Diode wird leitend, wenn an der Anode eine Spannung anliegt,  
die um die Schwellspannung höher als die Spannung an der Kathode ist.

Man achte darauf, wo die positivere Spannung ist — für Durchlaß muß das an der Anode sein

**TC507** Wie verhält sich die Kapazität einer Kapazitätsdiode (Varicap) ?

Lösung: Sie nimmt mit abnehmender Sperrspannung zu.



Besondere Dioden nutzen die Tatsache, daß die Sperrschichtgrenzen wie die Platten eines Kondensators wirken. Die Kapazitätsdioden.

Bei hoher Sperrspannung sind sie wie im Bild rechts weit auseinandergesogen. Sperrspannung - das Gegenteil von Durchlaßspannung - ist, wenn an der Kathode eine positive Spannung, und an der Anode eine negative Spannung anliegt.

Aus dem N- Gebiet, werden z.B. Elektronen vom Pluspol angezogen.

Die Verarmungszone verbreitert sich dadurch. Die 'Platten' entfernen sich voneinander.

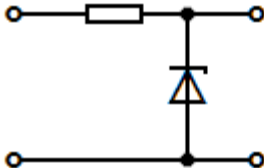
Verringert man die Sperrspannung dagegen, dann nähern sich die „Platten“ einander an, wodurch die Kapazität der Diode steigt.

Die Kapazität ist spannungsabhängig variabel - daher die Bezeichnung „**Varicap**“.

Varicap in Sperrrichtung (rechts). (Pluspol am N- Gebiet).

**TC508** Wozu dient folgende Schaltung ? Sie dient

Lösung: zur Spannungsstabilisierung.



Auch dieses  
Schaltzeichen trifft man an.

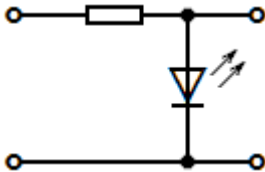
Um Schwankungen der Eingangsspannung entgegenzuwirken, werden für die Stromversorgung bei Kleinleistungen Z-Dioden ( Zener-Dioden ) eingesetzt.

Die Eingangsspannung muß größer sein, als die Ausgangsspannung, damit eine Regelung überhaupt möglich wird.

Der Entdecker solcher Dioden hieß **Zener** . . . es hat also nichts mit der Zahl Zehn zu tun.

**TC509** Wozu dient die folgende Schaltung ? Sie dient

Lösung: als Leuchtanzeige.



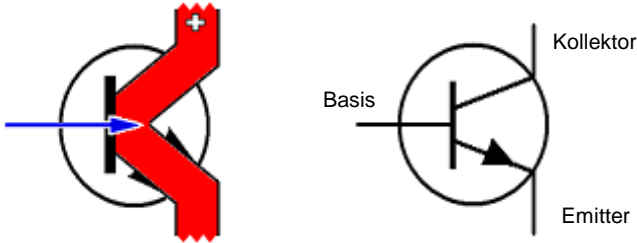
Eine **LED** = **L**icht **E**mittierende **D**iode,  
mit ihrem Vorwiderstand.

Die beiden Pfeile deuten das Leuchten an.

LED = Leuchtdiode

**TC601** Was versteht man unter Stromverstärkung beim Transistor ?

Lösung: Mit einem geringen Strom (Basisstrom) wird ein großer Strom (Kollektorstrom) gesteuert.



Der Transistor ist eigentlich nur ein Ventil, welches den Stromfluß eines - rot gezeichneten - leistungsfähigeren Stromkreises zwischen Emitter und Kollektor beeinflusst.

Mit einer vergleichsweise kleinen Menge Strom, der vom Emitter zur Basis fließt, wird der oben genannte, von der Stromversorgung stammende Kollektorstrom gesteuert.

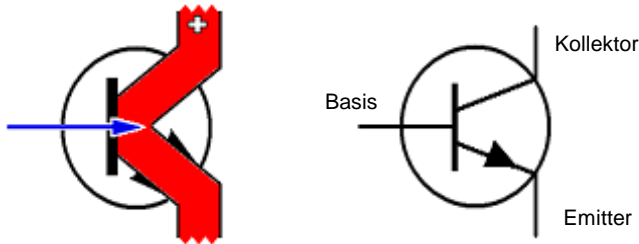
Um das Ventil zu steuern bedarf es einer nur kleinen Kraft - aber eben doch Leistung, die nur mit Spannung **und** Strom zu haben ist. Man nennt das: 'Stromgesteuert'.

Im Gegensatz dazu, werden Feldeffekt-Transistoren leistungslos gesteuert.

Gezeichnet ist ein NPN- Transistor.

**TC602** Das Verhältnis von Kollektorstrom zum Basisstrom eines Transistors liegt üblicherweise im Bereich von

Lösung: 10 zu 1 bis 900 zu 1.



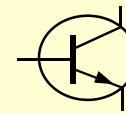
Der Transistor ist eigentlich nur ein Ventil, welches den Stromfluß eines - rot gezeichneten - leistungsfähigeren Stromkreises zwischen Emitter und Kollektor beeinflusst.

Mit einer vergleichsweise sehr kleinen Menge Strom, ( 10 : 1 bis 900 : 1 ) der vom Emitter zur Basis fließt, wird der oben genannte Kollektorstrom gesteuert.

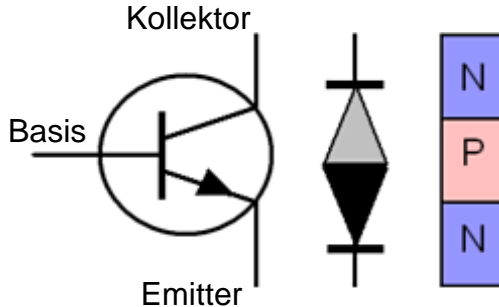
Um das Ventil zu steuern bedarf es Kraft - also Leistung, die nur mit Spannung und Strom zu haben ist. Man nennt das: Stromgesteuert.

Kleine Ursache - große Wirkung.

**TC603** Bei diesem Bauelement handelt es sich um einen



Lösung: NPN-Transistor.



Nur die Emitterdiode ist als Bezugs­elektrode im Schaltbild (links) angegeben, um Verwechslung mit der Kollektordiode (oberer Anschluß) zu vermeiden.

Im Bipolar- Transistor befinden sich - wie rechts (grau) angedeutet jedoch 2 gegenseitig gepolte Diodenstrecken. Beide bilden die Basis (linker Anschluß).

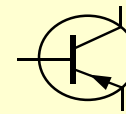
Schaut man vom unteren Bezugsanschluß **Emitter** aus, in den Transistor hinein, so sieht man zuerst ein N-Gebiet, dann ein P-Gebiet und wieder ein N-Gebiet. **NPN- Transistor**.

Das Vorhandensein des N- und des P-Gebietes steht für den Namen „Bipolar“ = zweipolarer Transistor.

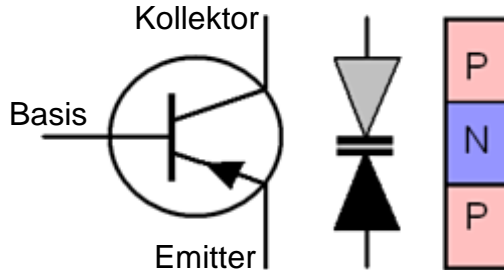
In Pfeilrichtung findet sich zuerst ein P-  und an der Pfeilspitze ein N- Gebiet



**TC604** Bei diesem Bauelement handelt es sich um einen



Lösung: PNP-Transistor.



Nur die Emittordiode ist als Bezugs­elektrode im Schaltbild (links) angegeben, um Verwechslung mit der Kollektordiode (oberer Anschluß) zu vermeiden.

Im Bipolar- Transistor befinden sich - wie rechts (grau) angedeutet jedoch 2 gegensinnig gepolte Diodenstrecken. Beide bilden die Basis (linker Anschluß).

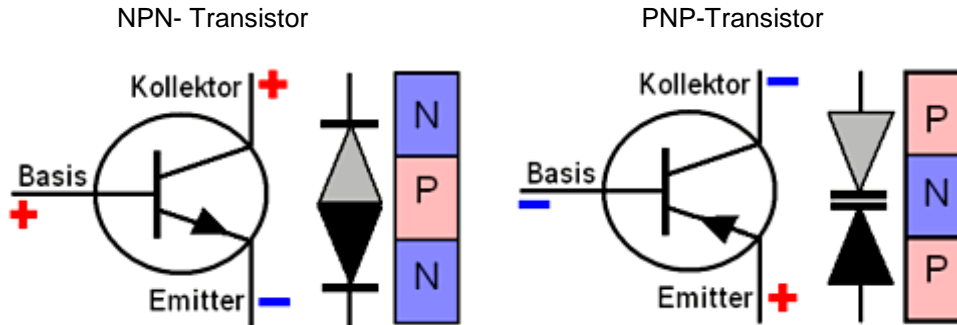
Schaut man vom unteren Bezugsanschluß **Emitter** aus, in den Transistor hinein, so sieht man zuerst ein P-Gebiet, dann ein N-Gebiet und wieder ein P-Gebiet.  
= **PNP- Transistor**.

Das Vorhandensein des N- und des P-Gebietes steht für den Namen „Bipolar“ = zweipolarer Transistor.

In Pfeilrichtung findet sich zuerst ein P-  und an der Pfeilspitze ein N- Gebiet

**TC605** Welche Kollektorspannungen haben NPN- und PNP-Transistoren ?

Lösung: NPN-Transistoren benötigen positive, PNP-Transistoren negative Kollektorspannungen.



Transistoren "sehen" Spannungen immer vom Bezugspunkt aus - dem Emitter.

NPN-Transistoren benötigen positive Spannungen gegenüber dem Emitter, das gilt auch für die Basis.

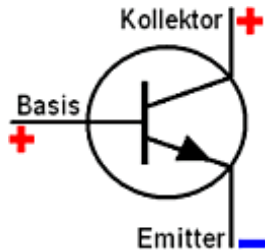
Liegt eine Spannung an der Basis, die um 0,6... 0,8 V höher ist als die Emitterspannung, dann steuert der Transistor durch, d. h. es fließt ein Kollektorstrom.

PNP-Transistoren arbeiten mit negativen Spannungen gegenüber dem Emitter.

In Pfeilrichtung findet sich zuerst ein P-  und an der Pfeilspitze ein N- Gebiet

**TC606** Bei einem bipolaren Transistor in leitendem Zustand befindet sich die Emitter-Basis-Diode

Lösung: in Durchlassrichtung.



Durchlaßrichtung = Wenn beim NPN-Transistor eine um ca. 0,6 V höhere Spannung an der Basis, als am Emitter ist.

Wenn sich die Emitter-Basis-Diode dagegen in Sperrichtung befindet, ist der ganze Transistor gesperrt.

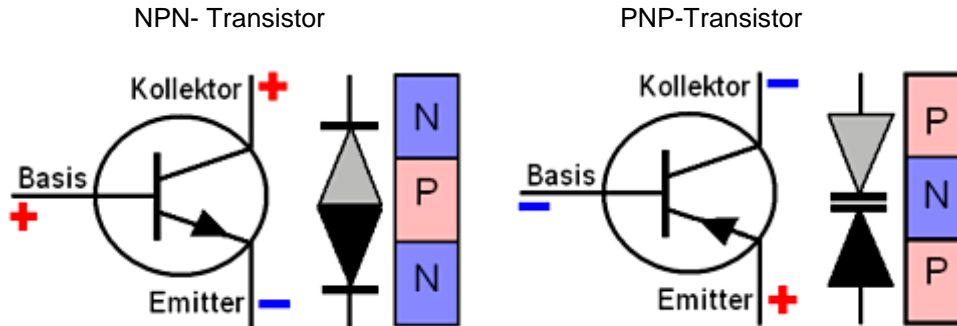
Auch bei gleicher Spannung an Emitter und Basis sperren alle Transistoren.

Bipolarer Transistor:  
Zweipoliger Transistor, bestehend aus einem P-Gebiet und einem N-Gebiet.

Emitter-Basis-Diode in Durchlassrichtung.

**TC607** Welche Transistortypen sind bipolare Transistoren ?

Lösung: NPN- und PNP-Transistoren.



Das Vorhandensein des N- und des P-Gebietes steht für den Namen „Bipolar-Transistor“ = zweipolarer Transistor.

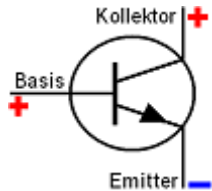
Wir unterscheiden sie damit von den Feldeffekt-Transistoren, die ihren Namen von ihrer Arbeitsweise - dem Effekt des elektrischen Feldes - haben.

Der Effekt eines elektrischen Feldes unter der Steuerelektrode, dem Gate - steuert den Feldeffekttransistor.

Beim NPN-Transistor zeigt der Diodenpfeil heraus, beim PNP - hinein in das Schaltzeichen.

**TC608** Wie lauten die Bezeichnungen der Anschlüsse eines bipolaren Transistors ?

Lösung: Emitter, Basis, Kollektor.



**Kollektor** = Stromabnehmer

**Basis** = gemeinsamer Stützpunkt

**Emitter** = Absender

Im Gegensatz zu den Feldeffekttransistoren werden bipolare Transistoren ,  
wegen ihrer zweipoligen Beschaffenheit so bezeichnet

Dem N- und dem P-Gebiet.

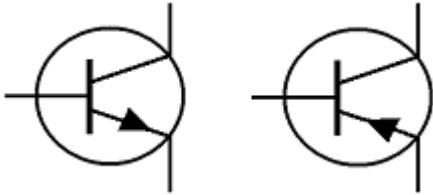
Das Diodenzeichen gilt auch hier : In Pfeilrichtung ist der P-N Übergang !

Bipolar-Transistor = Zweipolig.

**TC609** Ein bipolarer Transistor ist

Lösung: stromgesteuert.

Bipolare Transistoren:



Der bipolare Transistor ist eigentlich nur ein Ventil, welches den Stromfluß eines leistungsfähigeren Stromkreises zwischen Emitter und Kollektor beeinflusst.

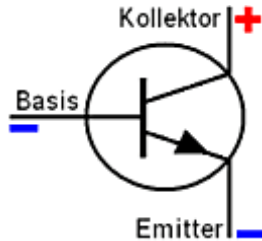
Mit einer vergleichsweise kleinen Menge Strom, der vom Emitter zur Basis fließt, wird der viel größere, von der Stromversorgung stammende Kollektorstrom gesteuert.

Um das Ventil zu steuern bedarf es Kraft - also Leistung, die nur mit Spannung **und Strom** zu haben ist. **Man nennt das: Stromgesteuert.**

Bipolare Transistoren sind stromgesteuert.

**TC610** Wenn die Basisspannung eines NPN-Transistors gleich der Emitterspannung ist,

Lösung: fließt kein Kollektorstrom.



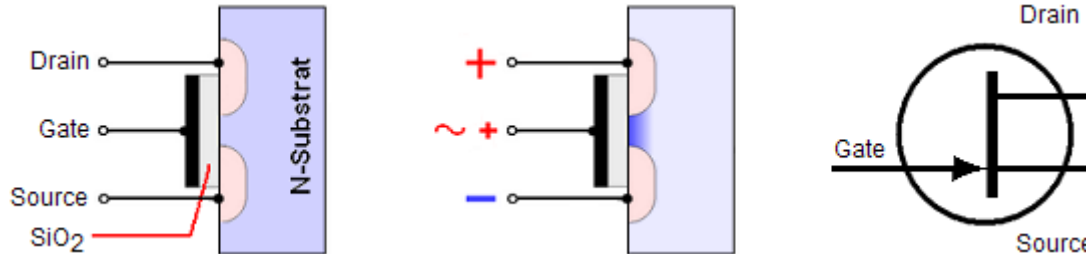
NPN-Transistoren benötigen zum Betrieb eine Spannung an der Basis, die um ca. 0,7 V höher ist als das Emittential.

Bei gleicher Spannung an Emitter und Basis sperrt jeder bipolare Transistor. (Nicht nur NPN).

Die Basisspannung muß ca. 0,7 V höher sein als das Emittential, wenn der Transistor arbeiten soll.

**TC611** Wie erfolgt die Steuerung des Stroms im Feldeffekttransistor (FET) ?

Lösung: Die Gatespannung steuert den Widerstand des Kanals zwischen Source und Drain.



Der Feldeffekt-Transistor verdankt seine Bezeichnung der Tatsache, daß allein ein elektrisches Feld die Steuerung des Transistors bestimmt.

Die im (schwach dotierten, und somit noch hochohmigen) Substrat des linken Bildes weit verteilten Elektronen werden durch das Anlegen einer positiven Spannung am Gate angezogen und konzentrieren sich dort.

Zwischen der Gate-Elektrode und dem Substrat wird dabei die dünne Silizium-Oxidschicht SiO<sub>2</sub> vom elektrischen Feld überwunden bzw. durchdrungen.

Es ist ein leitender Kanal Source...Drain entstanden, der den Drainstrom fließen läßt.

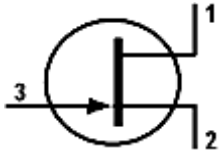
Ohne diesen Kanal ist die Source-Drain-Strecke hochohmig und es fließt kaum ein Drainstrom. Die Ansteuerung ist nahezu leistungslos.

Die komplizierteren Vorgänge im FET sind hier sehr vereinfacht beschrieben.



**TC612** Wie bezeichnet man die Anschlüsse des folgenden Transistors ?

Lösung: 1 ... Drain, 2 ... Source, 3 ... Gate.



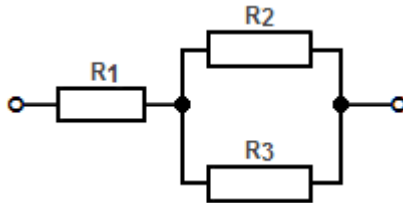
- 1) **Drain** = Drainage = Abfluß
- 2) **Source** = Quelle, Ursprung
- 3) **Gate** = Tor, Eingang

Feldeffekt- Transistor mit Drain, Source und Gate.

**TD101** Wie groß ist der Ersatzwiderstand der Gesamtschaltung ?

Gegeben :  $R_1 = 500 \Omega$ ,  $R_2 = 1000 \Omega$  und  $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$

Lösung:  $1 \text{ k}\Omega$



Parallelschaltung : 
$$\frac{I}{R_{GES}} = \frac{I}{R_1} + \frac{I}{R_2} + \frac{I}{R_3} + \dots$$

Reihenschaltung : 
$$R_{GES} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

Erst errechnet man den Strom durch  $R_2 + R_3$ . ( $I = U / R$ )  
Aus dem Strom **Iges** die Parallelschaltung. ( $R = 1 / I_{ges}$ )  
Zuletzt die Reihenschaltung mit  $R_1$ . ( $R_{ges} = R_1 + R_{par}$ )

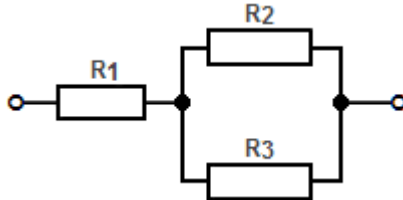
<b>Taschenrechner:</b>	<b>&gt; Eingabe</b>	<b>= Ausgabe</b>
<i>Strom durch R 2</i>	$> 1000 \cdot [1/ x]$	$= 0,001 \text{ A}$
<i>Strom durch R 3</i>	$> 1000 \cdot [1/ x]$	$= 0,001 \text{ A}$
<i>Gesamtstrom R 2 + R 3</i>	$> 0,001\text{A} + 0,001\text{A}$	$= 0,002 \text{ A}$
<i>R parallel = 1 / Rges</i>	$> 0,002\text{A} \cdot [1/ x]$	$= 500 \text{ Ohm}$
<i>Reihenschtg. R 1 + R 2+3</i>	$> 500 + 500$	$= 1000 \text{ Ohm}$

Zuerst die parallelen Widerstände ausrechnen, - dann die Reihenschaltung.

**TD102** Wie groß ist der Ersatzwiderstand der Gesamtschaltung ?

Gegeben :  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$  ,  $R_2 = 2000 \Omega$  und  $R_3 = 2 \text{ k}\Omega$

Lösung:  $2 \text{ k}\Omega$



Parallelschaltung : 
$$\frac{I}{R_{GES}} = \frac{I}{R_1} + \frac{I}{R_2} + \frac{I}{R_3} + \dots$$

Reihenschaltung : 
$$R_{GES} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

Erst errechnet man den Strom durch  $R_2 + R_3$ . ( $I = U / R$ )

Aus dem Strom **I**<sub>ges</sub> die Parallelschaltung. ( $R = 1 / I_{ges}$ )

Zuletzt die Reihenschaltung mit  $R_1$ . ( $R_{ges} = R_1 + R_{par}$ )

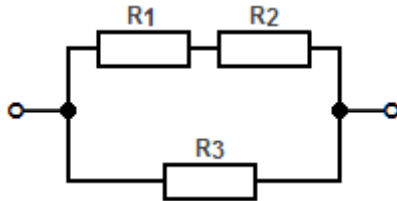
<b>Taschenrechner:</b>	<b>&gt; Eingabe</b>	<b>= Ausgabe</b>
<i>Strom durch R 2</i>	$> 2000 \cdot [1/x]$	$= 0,0005 \text{ A}$
<i>Strom durch R 3</i>	$> 2000 \cdot [1/x]$	$= 0,0005 \text{ A}$
<i>Gesamtstrom R 2 + R 3</i>	$> 0,0005\text{A} + 0,0005\text{A}$	$= 0,001 \text{ A}$
<i>R parallel = 1 / Rges</i>	$> 0,001\text{A} \cdot [1/x]$	$= 1000 \text{ Ohm}$
<i>Reihenschtg. R 1 + R 2+3</i>	$> 1000 + 1000$	$= 2000 \text{ Ohm}$

Zuerst die parallelen Widerstände ausrechnen, - dann die Reihenschaltung.

**TD103** Wie groß ist der Ersatzwiderstand der Gesamtschaltung ?

Gegeben :  $R_1 = 500 \Omega$  ,  $R_2 = 500 \Omega$  und  $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$

Lösung:  $500 \Omega$



Parallelschaltung : 
$$\frac{I}{R_{GES}} = \frac{I}{R_1} + \frac{I}{R_2} + \frac{I}{R_3} + \dots$$

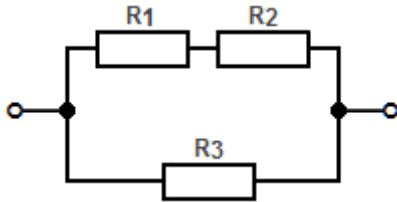
Reihenschaltung : 
$$R_{GES} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

<b>Taschenrechner:</b>	<b>&gt; Eingabe</b>	<b>= Ausgabe</b>
Reihenschaltung $R_1 + R_2$	$> 500 + 500$	$= 1000 \text{ Ohm}$
Strom durch $R_1 + 2$	$> 1000 \cdot [1/ x]$	$= 0,001 \text{ A}$
Strom durch $R_3$	$> 1000 \cdot [1/ x]$	$= 0,001 \text{ A}$
Gesamtstrom $R_{1,2} + R_3$	$> 0,001\text{A} + 0,001\text{A}$	$= 0,002 \text{ A}$
$R_{parallel} = 1 / R_{ges}$	$> 0,002\text{A} \cdot [1/ x]$	$= 500 \text{ Ohm}$

Reihenschaltung:  $R_1 + R_2: 500 \Omega + 500 \Omega = 1000 \text{ Ohm};$

Parallelschaltung: Die Hälfte ist es, wenn 2 gleiche Widerstände parallelgeschaltet werden.

Zuerst Zusammenzählen, - und dann durch 2 teilen.

**TD104** Wie groß ist der Ersatzwiderstand der Gesamtschaltung ?Gegeben :  $R_1 = 500 \Omega$ ,  $R_2 = 1,5 \text{ k}\Omega$  und  $R_3 = 2 \text{ k}\Omega$ Lösung:  $1 \text{ k}\Omega$ 

Parallelschaltung : 
$$\frac{1}{R_{GES}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Reihenschaltung : 
$$R_{GES} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

<b>Taschenrechner:</b>	<b>&gt; Eingabe</b>	<b>= Ausgabe</b>
Reihenschaltung $R_1 + R_2$	> <b>500 + 1500</b>	= <b>2000 Ohm</b>
Strom durch $R_1 + 2$	> <b>2000 • [1/ x]</b>	= <b>0,0005 A</b>
Strom durch $R_3$	> <b>2000 • [1/ x]</b>	= <b>0,0005 A</b>
Gesamtstrom $R_{1,2} + R_3$	> <b>0,0005A + 0,0005A</b>	= <b>0,001 A</b>
$R_{parallel} = 1 / R_{ges}$	> <b>0,001A • [1/ x]</b>	= <b>1000 Ohm</b>

Reihenschaltung:  $R_1 + R_2: 500 \Omega + 1500 \Omega = 2000 \text{ Ohm};$ 

Parallelschaltung: Die Hälfte ist es, wenn 2 gleiche Widerstände parallelgeschaltet werden.

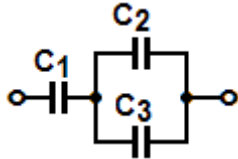
Zuerst Zusammenzählen, - und dann durch 2 teilen.

**TD105**

Welche Gesamtkapazität hat die folgende Schaltung ?

Gegeben :  $C_1 = 0,01 \mu\text{F}$ ;  $C_2 = 5 \text{ nF}$  und  $C_3 = 5000 \text{ pF}$

Lösung:  $5 \text{ nF}$



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

Wir stellen alle Werte auf Nanofarad um :

	0	,	Milli	.	Mikro	.	Nano	.	Piko				
0,01 $\mu\text{F}$		.					0	,	0	1			
5 nF		.							5				
5000 pF		.							5	.	0	0	0

**Taschenrechner:**

**> Eingabe**

**= Ausgabe**

*C Parallel:*

**>  $C_2 = 5 \text{ nF} + C_3 = 5 \text{ nF}$**

**= 10 nF**

*1 geteilt durch C parallel :*

**>  $1 \div 10 \text{ nF}$**

**= 0,1**

*1 geteilt durch C1 :*

**>  $1 \div 10 \text{ nF}$**

**= 0,1**

*1 geteilt durch C 2 + 3:*

**>  $0,1 + 0,1$**

**= 0,2**

**Cges = 1 geteilt durch Cges**

**>  $1 \div 0,2$**

**= 5 nF**

Die Parallelschaltung der Kondensatoren C2 und C3 verdoppelt die Kapazität.

Wird der Parallelschaltung noch C1 in Reihe hinzugefügt, halbiert sie sich in diesem Fall.

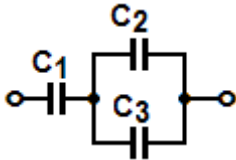
Reihen- und Parallelschaltung ist bei Kondensatoren umgekehrt wie bei Spulen und Widerständen zu berechnen.

**TD106**

Welche Gesamtkapazität hat die folgende Schaltung ?

Gegeben :  $C_1 = 0,02 \mu\text{F}$ ;  $C_2 = 10 \text{ nF}$  und  $C_3 = 10\,000 \text{ pF}$

Lösung: 10 nF



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

Wir stellen alle Werte um, - auf Nanofarad :

	0	,	Milli	.	Mikro	.	Nano	.	Piko
0,02 $\mu\text{F}$	.	.	.	.	.	.	0	,	0 2
10 nF	.	.	.	.	.	.	1	0	.
10000 pF	.	.	.	.	.	.	1	0	. 0 0 0

<b>Taschenrechner:</b>	<b>&gt; Eingabe</b>	<b>= Ausgabe</b>
<i>C Parallel:</i>	$> C_2 = 10 \text{ nF} + C_3 = 10 \text{ nF}$	<b>= 20 nF</b>
<i>1 geteilt durch C parallel :</i>	$> 1 \div 20 \text{ nF}$	<b>= 0,05</b>
<i>1 geteilt durch C1 :</i>	$> 1 \div 20 \text{ nF}$	<b>= 0,05</b>
<i>1 geteilt durch C 2 + 3:</i>	$> 0,05 + 0,05$	<b>= 0,1</b>
<b>Cges = 1 geteilt durch Cges</b>	$> 1 \div 0,1$	<b>= 10 nF</b>

Die Parallelschaltung der Kondensatoren C2 und C3 verdoppelt die Kapazität.  
Wird der Parallelschaltung noch C1 in Reihe hinzugefügt, halbiert sie sich in diesem Fall.

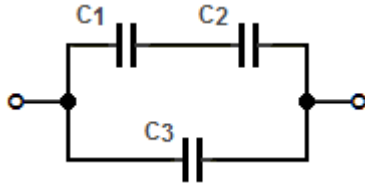
Reihen- und Parallelschaltung ist bei Kondensatoren umgekehrt wie bei Spulen und Widerständen zu berechnen.

**TD107**

Welche Gesamtkapazität hat die folgende Schaltung ?

Gegeben :  $C_1 = 0,01 \mu\text{F}$ ;  $C_2 = 10 \text{ nF}$  und  $C_3 = 5\,000 \text{ pF}$

Lösung:  $10 \text{ nF}$



Reihenschaltung:  $\frac{1}{C_{ges}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$

Wir stellen alle Werte auf Nanofarad um:

	0	,	Milli	.	Mikro	.	Nano	.	Piko
0,01 $\mu\text{F}$	.	.	.	.	0	,	0	1	.
10 nF	.	.	.	.	.	.	1	0	.
5000 pF	.	.	.	.	.	.	.	5	0 0 0

**Taschenrechner:**

$$C_1 = 1 \div C_1$$

$$+ 1 \div C_2$$

$$\text{Gesamt } C_1 + C_2$$

$$\text{Parallel } (C_1 + C_2) + C_3$$

**> Eingabe**

$$> 1 \div 10 \text{ nF}$$

$$> 0,1 + 0,1$$

$$> 0,2 \cdot [1/x]$$

$$> 5 \text{ nF} + 5 \text{ nF}$$

**= Ausgabe**

$$= 0,1$$

$$= 0,2$$

$$= 5 \text{ nF}$$

$$= 10 \text{ nF}$$

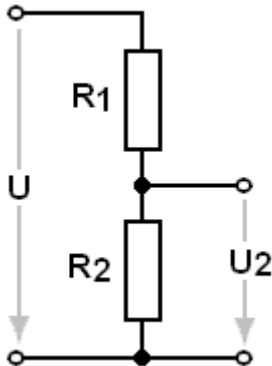
Reihen- und Parallelschaltung ist bei Kondensatoren umgekehrt wie bei Spulen und Widerständen zu berechnen.



**TD108**

Die Gesamtspannung  $U$  an folgendem Spannungsteiler beträgt  $12,2\text{ V}$ .  
Die Widerstände haben die Werte  $R_1 = 10\text{ k}\Omega$  und  $R_2 = 2,2\text{ k}\Omega$ .  
Wie groß ist die Teilspannung  $U_2$  ?

Lösung:  $2,20\text{ V}$



$$\text{Teilspannung} = \frac{\text{Gesamtspannung}}{\text{Gesamtwiderstand}} \cdot \text{Teilwiderstand}$$

$12,2\text{ Volt}$ , an  $12,2\text{ k}\Omega = 1\text{ Volt pro k}\Omega$

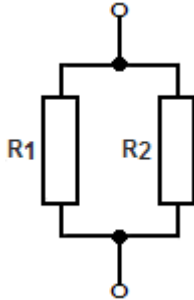
$R_1 = 10\text{ k}\Omega$  - hier also  $10\text{ Volt}$

$R_2 = 2,2\text{ k}\Omega$  - hier dann  $2,2\text{ Volt}$

Ein Volt pro Kiloohm • Die Teilspannungen verhalten sich, wie die Teilwiderstände.

**TD109** Zwei Widerstände mit  $R_1 = 20\ \Omega$  und  $R_2 = 30\ \Omega$  sind parallel geschaltet.  
Wie groß ist der Ersatzwiderstand ?

Lösung:  $12\ \Omega$



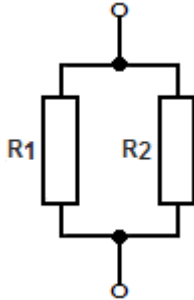
$$R_{\text{parallel}} : \frac{1}{R_{\text{ges}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

<b>Taschenrechner:</b>	<b>&gt; Eingabe</b>	<b>= Ausgabe</b>
Strom durch R 1	> 20 • [1/ x]	= 0,05 A
Strom durch R 2	> 30 • [1/ x]	= <u>0,033333.. A</u>
Gesamtstrom R 1 + R 2	> 0,05A + 0,0333..A	= 0,083333.. A
R gesamt = 1 / Rges	> 0,083333..A • [1/ x]	= 12 Ohm

Mit  $1/R$  kommen wir zu einer vorstellbaren Größe, nämlich dem Stromfluß bei einem Volt.

**TD110** Zwei Widerstände mit  $R_1 = 100\ \Omega$  und  $R_2 = 150\ \Omega$  sind parallel geschaltet.  
Wie groß ist der Ersatzwiderstand?

Lösung:  $60\ \Omega$



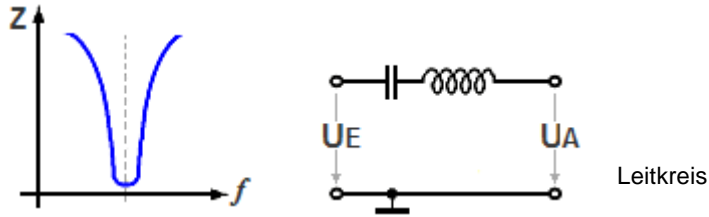
$$R_{\text{parallel}} : \frac{1}{R_{\text{ges}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

<b>Taschenrechner:</b>	<b>&gt; Eingabe</b>	<b>= Ausgabe</b>
<i>Strom durch R 1</i>	$> 100 \cdot [1/x]$	$= 0,01\ \text{A}$
<i>Strom durch R 2</i>	$> 150 \cdot [1/x]$	$= 0,0066666\dots\ \text{A}$
<i>Gesamtstrom R 1 + R 2</i>	$> 0,01\text{A} + 0,0066\dots\text{A}$	$= 0,0166666\dots\ \text{A}$
<i>R gesamt = 1 / Rges</i>	$> 0,016666\dots\text{A} \cdot [1/x]$	$= 60\ \text{Ohm}$

Mit  $1/R$  kommen wir zu einer vorstellbaren Größe, nämlich dem Stromfluß bei einem Volt.

**TD201** Der Impedanzfrequenzgang in der Abbildung zeigt die Kennlinie

Lösung: eines Serienschwingkreises.



Die Impedanz ist der Wechselstromwiderstand des Schwingkreises. Sie ist Frequenzabhängig und ebenfalls abhängig von den Bauteilgrößen.

Serienschwingkreise sind bei Resonanz niederohmig.

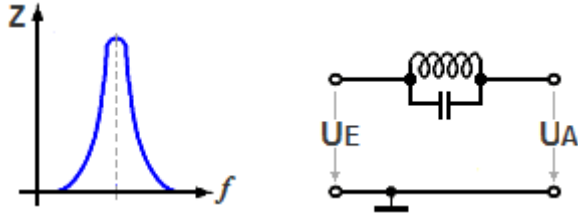
Sie werden als Leitkreis (in der Signalleitung), oder als Saugkreis zwischen Signalleitung und Masse genutzt.

Der rechts gezeichnete Leitkreis leitet nur die Resonanzfrequenz vom Eingang zum Ausgang.

Serienschwingkreise sind bei Resonanz niederohmig — Parallelschwingkreise = hochohmig

**TD202** Der im folgenden Bild dargestellte Impedanzfrequenzgang ist typisch für

Lösung: einen Parallelschwingkreis.



Die Impedanz ist der Wechselstromwiderstand des Schwingkreises.

Parallelschwingkreise sind bei Resonanz hochohmig.

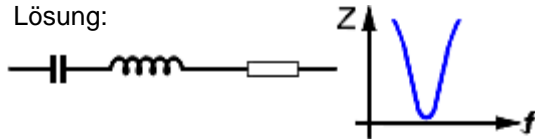
Sie werden als Filter zwischen Signalleitung und Masse,  
oder als Sperrkreis in der Signalleitung genutzt.

Die Schaltung zeigt einen Sperrkreis. Er sperrt nur die Resonanzfrequenz.

Serienschwingkreise sind bei Resonanz niederohmig — Parallelschwingkreise = hochohmig

Welcher Schwingkreis passt zu dem neben der jeweiligen Schaltung dargestellten Verlauf des Scheinwiderstandes?

Lösung:



**Serienschwingkreis: niederohmig**

Im Signalweg = Leitkreis,  
Quer dazu = Saugkreis. **(richtig)**



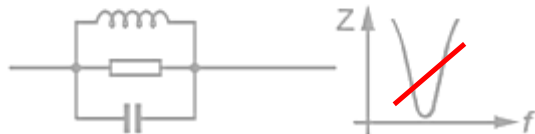
**Parallelschwingkreis: hochohmig**

Im Signalweg ist er = Sperrkreis,  
Quer dazu = Filterfunktion. (Diagramm falsch)



**Serienschwingkreis: niederohmig**

Im Signalweg ist er = Leitkreis,  
Quer dazu = Saugkreis. (Diagramm falsch)



**Parallelschwingkreis: hochohmig**

Im Signalweg ist er = Sperrkreis,  
Quer dazu = Filterfunktion. (Diagramm falsch)

Der Widerstand symbolisiert oft nur den Verlustwiderstand. Nur wenn man einen Schwingkreis breitbandiger machen will, wird er in den Schaltbildern erscheinen.  
Hier aber kann (oder soll) er nur verunsichern.

Serienschwingkreise sind bei Resonanz niederohmig — Parallelschwingkreise = hochohmig

## TD204

Wie ändert sich die Resonanzfrequenz eines Schwingkreises, wenn

1. die Spule weniger Windungen erhält,
2. die Länge der Spule durch Zusammenschieben der Drahtwicklung verringert wird,
3. ein Ferritkern in das Innere der Spule gebracht wird ?

Lösung: Die Resonanzfrequenz wird bei 1. größer, und bei 2. und 3. kleiner.



**Zu 1. Spule mit weniger Windungen** - Die Induktivität sinkt ab, und infolgedessen **steigt** die Frequenz



**Zu 2. Spule zusammendrücken** - Die Induktivität steigt an, und infolgedessen **sinkt** die Frequenz

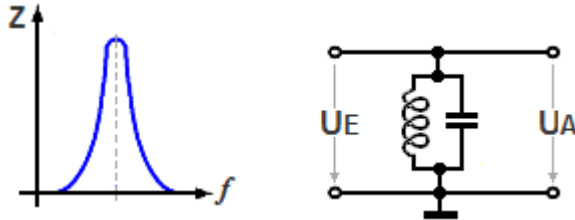


**Zu 3. Ferritkern einbringen** - Die Induktivität steigt an, und infolgedessen **sinkt** die Frequenz

Ferritkerne innerhalb der Spule erhöhen die Induktivität.

**TD205** Wie verhält sich ein Parallelschwingkreis bei der Resonanzfrequenz ?

Lösung: Wie ein hochohmiger Widerstand.



Parallelschwingkreise sind bei Resonanz hochohmig.  
Das Diagramm zeigt es.

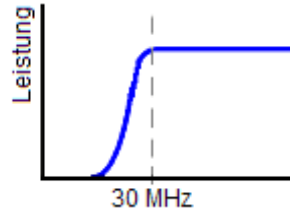
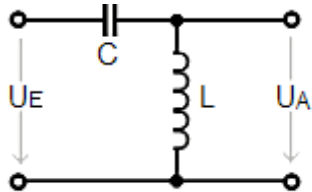
Sie werden als Filter zwischen Signalleitung und Masse,  
oder als Sperrkreis in der Signalleitung genutzt.

Serienschwingkreise sind bei Resonanz niederohmig — Parallelschwingkreise = hochohmig



**TD206** Was stellt die folgende Schaltung dar ?

Lösung: Hochpass.



Der Kondensator wird erst bei hohen Frequenzen durchlässig.  
Er ist bei niedrigen Frequenzen zu hochohmig.

Die Spule legt niedrige Frequenzen an Masse, weil sie bei niedrigen Frequenzen wie ein Kurzschluß wirkt. Hohe Frequenzen läßt sie zum Ausgang passieren, denn für sie ist die Spule hochohmig.

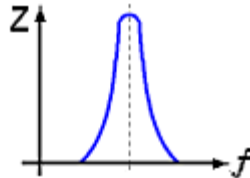
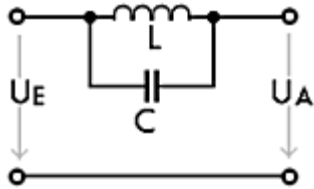
Faustregel:

Beim Hochpaß ist der Kondensator in der Signalleitung oben (hoch),  
beim Tiefpaß unten (nach Masse - tief).

Kondensator hoch = Hochpaß — wenn aber der Kondensator zwischen Signalleitung und Masse ist = Tiefpaß.

**TD207** Was stellt die folgende Schaltung dar ?

Lösung: Sperrkreis.



Der Sperrkreis, oder Sperrfilter, ein Parallelschwingkreis - ist bei der Resonanzfrequenz hochohmig.

Seine Resonanzkurve zeigt, er läßt alle Frequenzen unterhalb und oberhalb der Resonanzfrequenz zum Ausgang durch, (er ist ein Kurzschluß) solange er nicht hochohmig ist.

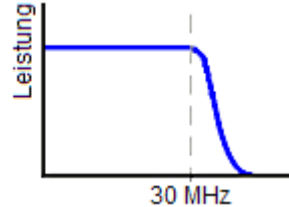
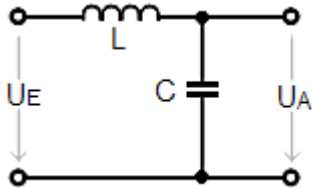
Nur für die Resonanzfrequenz ist er zu hochohmig und sperrt sie.

Sperrfilter, Sperrkreis weil es die Resonanzfrequenz quasi sperrt.

Sperrkreis sperrt nur die Resonanzfrequenz.

**TD208** Was stellt die folgende Schaltung dar ?

Lösung: Tiefpass.



Die Spule läßt nur niedrige Frequenzen zum Ausgang durch, weil sie bei niedrigen Frequenzen wie ein Kurzschluß wirkt.

Für hohe Frequenzen wird die Spule zu hochohmig.

Der Kondensator wird erst bei hohen Frequenzen durchlässig, und legt diese an Masse. Er ist bei niedrigen Frequenzen zu hochohmig, und läßt sie passieren.

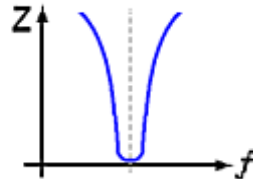
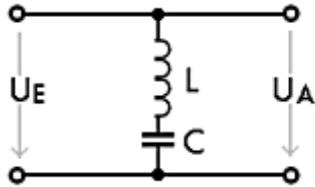
Faustregel:

Beim Hochpaß ist der Kondensator oben (hoch), beim Tiefpaß unten (tief).

Kondensator tief - zwischen Signalleitung und Masse = Tiefpaß.

**TD209** Was stellt die folgende Schaltung dar ?

Lösung: Saugkreis.



Der Serienresonanzkreis oder Reihenschwingkreis von Signalleitung nach Masse ist (nur) auf der Resonanzfrequenz niederohmig.

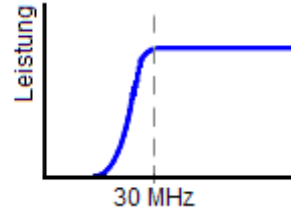
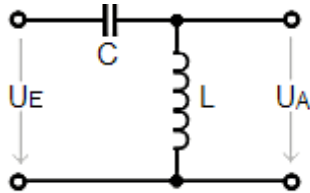
Wie in der Resonanzkurve zu sehen, läßt er alle Frequenzen zum Ausgang durch, solange er hochohmig ist. Nur die Resonanzfrequenz leitet er gegen Masse ab.

**Saugkreis**, weil er die Resonanzfrequenz quasi absaugt. Kurzschluß gegen Masse.

Saugkreis = auf der Resonanzfrequenz niederohmig.

**TD210** Welche der nachfolgenden Eigenschaften trifft auf einen Hochpass zu ?

Lösung: Frequenzen oberhalb der Grenzfrequenz werden durchgelassen.



Der Kondensator wird erst bei hohen Frequenzen durchlässig.  
Er ist bei niedrigen Frequenzen zu hochohmig.

Die Spule legt niedrige Frequenzen an Masse, weil sie bei niedrigen Frequenzen wie ein Kurzschluß wirkt. Hohe Frequenzen läßt sie zum Ausgang passieren, denn für sie ist die Spule hochohmig.

In dem gezeichneten Diagramm ist die Grenzfrequenz bei 30 Megahertz.

Faustregel:

Beim Hochpaß ist der Kondensator oben (hoch),  
beim Tiefpaß unten (nach Masse - tief).

Hochpaß, weil er hohe Frequenzen passieren läßt — Tiefpaß läßt dagegen tiefe Frequenzen passieren.

**TD301** Welche Eigenschaften sollten Strom- und Spannungsquellen aufweisen ?

Lösung: Spannungsquellen sollten einen möglichst niedrigen Innenwiderstand und Stromquellen einen möglichst hohen Innenwiderstand haben.

Spannungsquellen sollten einen sehr niedrigen Innenwiderstand haben, damit die Spannung bei Laständerungen konstant bleibt.

Wir kennen das vom zu klein bemessenen Netzgerät: Seine Spannung bricht zusammen weil der angeschlossene Transceiver mehr Strom zieht, als das Netzgerät liefern kann, und somit niederohmiger ist als die Spannungsquelle.

Der Innenwiderstand der Spannungsquelle ist also (möglichst ) viel kleiner als der Innenwiderstand der Last.

Für Stromquellen gilt das Umgekehrte: Sie sollten einen möglichst hohen Innenwiderstand besitzen, damit der Last ein konstanter Strom angeboten wird.

Bekannt sind uns die Akku-Ladegeräte, deren Spannung bei Belastung auf das Niveau der Akkuspannung bei konstantem Strom sinkt.

Spannungsquellen = niedriger - Stromquellen = hoher Innenwiderstand.

**TD302**

Die Leerlaufspannung einer Gleichspannungsquelle beträgt 13,5 V. Wenn die Spannungsquelle einen Strom von 1 A abgibt, sinkt die Klemmenspannung auf 12,4 V. Wie groß ist der Innenwiderstand der Spannungsquelle ?

Lösung: 1,1 Ω

$$\text{Formel: } R_i = \frac{U}{I} = \frac{1,1}{1} = 1,1 \text{ Ohm}$$

R<sub>i</sub> = Innenwiderstand (Ohm)

U = Spannung (Volt)

I = Strom (Ampere)

Der Innenwiderstand ist gleich Spannungsdifferenz U geteilt durch die Stromstärke.

**Taschenrechner: > Eingaben = Ausgabe**

Spannungsdifferenz > 13,5 v - 12,4 v = 1,1 V

Innenwiderstand > 1,1 v ÷ 1 A = 1,1 Ohm

Leerlaufspannung = wenn kein Verbraucher angeschlossen ist.

**TD303**

Die Leerlaufspannung einer Gleichspannungsquelle beträgt 13,5 V. Wenn die Spannungsquelle einen Strom von 2 A abgibt, sinkt die Klemmenspannung auf 13 V. Wie groß ist der Innenwiderstand der Spannungsquelle ?

Lösung: 0,25  $\Omega$

$$\text{Formel: } R_i = \frac{U}{I} = \frac{0,5}{2} = 0,25 \text{ Ohm}$$

R<sub>i</sub> = Innenwiderstand (Ohm)

U = Spannung (Volt)

I = Strom (Ampere)

Der Innenwiderstand ist gleich Spannungsdifferenz U geteilt durch die Stromstärke.

**Taschenrechner: > Eingaben = Ausgabe**

Spannungsdifferenz > 13,5 v - 13 v = 0,5 V

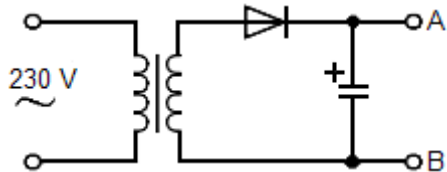
Innenwiderstand > 0,5 v ÷ 2 A = 0,25 Ohm

Leerlaufspannung = wenn kein Verbraucher angeschlossen ist.



**TD304** Berechnen Sie die Leerlaufspannung dieser Schaltung für ein Transformationsverhältnis von 5 :1.

Lösung: Zirka 65 Volt



### Leerlaufspannung = Spitzenspannung

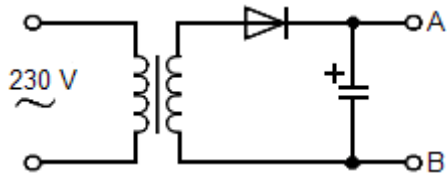
Primärspannung		= 230 Veffektiv
Spitzenspannung =	$U_{\text{eff}} \cdot 1,414$	= 325,27 Vspitze
Sekundär: =	$325,3 / 5$	= 65,05 Vspitze

Warum die Leerlaufspannung etwa gleich der Spitzenspannung ist:  
Der Transformator entläßt den Effektivwert der Sekundärspannung.  
Die Diode übergibt die positiven Halbwellen unter Abzug der Schwellspannung an den Kondensator. Dieser lädt sich auf den Spitzenwert der angebotenen Spannung auf.  
Und der Spitzenwert ist ca. 1,414-mal so groß wie der Effektivwert

Leerlaufspannung = wenn kein Verbraucher angeschlossen ist.— Spitzenspannung = Effektivwert mal Wurzel aus 2.

**TD305** Berechnen Sie die Leerlaufspannung dieser Schaltung für ein Transformationsverhältnis von 8 :1.

Lösung: Zirka 40 Volt



### Leerlaufspannung = Spitzenspannung

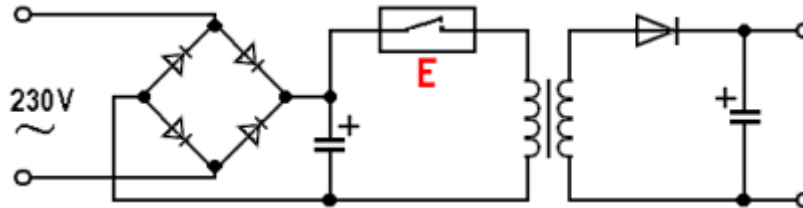
Primärspannung		= 230 Veffektiv
Spitzenspannung =	$U_{eff} \cdot 1,414$	= 325,27 Vspitze
Sekundär: =	$325,3 / 8$	= 40,66 Vspitze

Warum die Leerlaufspannung etwa gleich der Spitzenspannung ist:  
Der Transformator entläßt den Effektivwert der Sekundärspannung.  
Die Diode übergibt die positiven Halbwellen unter Abzug der Schwellspannung an den Kondensator. Dieser lädt sich auf den Spitzenwert der angebotenen Spannung auf.  
Und der Spitzenwert ist ca. 1,414-mal so groß wie der Effektivwert

Leerlaufspannung = wenn kein Verbraucher angeschlossen ist.— Spitzenspannung = Effektivwert mal Wurzel aus 2.

**TD306** Welches ist der Hauptnachteil eines Schaltnetzteils gegenüber einem konventionellen Netzteil ?

Lösung: Ein Schaltnetzteil erzeugt Oberwellen seiner Taktfrequenz, die beim Empfang zu Störungen führen können.



Ein Elektronischer Schalter **E** bestimmt eventuell die Pulsbreite des Ausgangssignals zur Festlegung der Ausgangsspannungshöhe.

Trotz umfangreicher Dämpfungsmaßnahmen konnten die recht starken Rechtecksignale in einigen Schaltnetzteilen nicht ganz unterbunden werden.

Beim Kauf eines Schaltnetzteils sollte man sich von der Störfreiheit überzeugen !

**TD401** In welcher der folgenden Zeilen werden nur Verstärker-Bauelemente genannt ?

Lösung: Transistor, Mosfet, Operationsverstärker, Röhre.

**In den falschen Antworten sind jeweils auch Dioden genannt.**

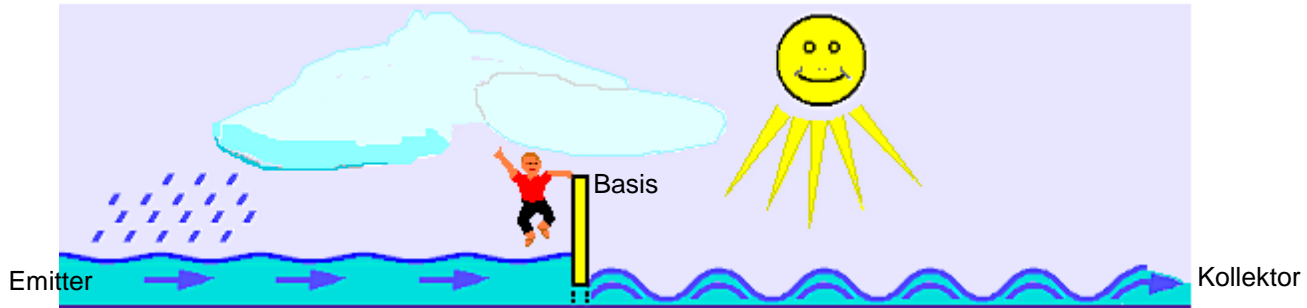
**Sie sind keine Verstärker-Bauelemente. Sie verstärken nicht !**

Keine Dioden.

## TD402 Was versteht man in der Elektronik unter Verstärkung ?

Man spricht von Verstärkung, wenn

Lösung: das Ausgangssignal gegenüber dem Eingangssignal in der Leistung größer ist.



Ein sehr kleines Signal dient der Steuerung eines großen Stromkreises.

Hier ist der Kreislauf des Fließchens Emitter zu sehen. Die Emitter fließt - wie alle Flüsse in das Meeres. In das Kollektormeer. Die Sonne verdunstet das Wasser und erhält den Wasserkreislauf wie eine Batterie aufrecht. Ein Strömungskreislauf, ein Stromkreislauf.

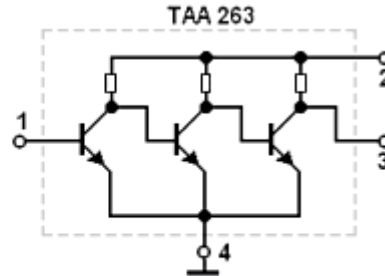
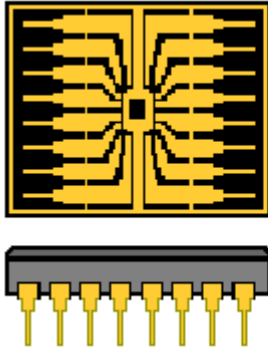
Zur Regulierung des Stromflusses ist ein Schieber eingebaut. Man will Felder bewässern. Das entdeckt Klein- Fritzchen, und macht sich einen Spaß daraus, den Schieber, hier Basis genannt, ständig auf- und ab zu bewegen. Lustige Wellen hat das zur Folge.

Fritzchen hat nichts verstärkt - aber mit seiner lächerlich geringen Kraft (als Eingangssignal) einen viel größeren Kreislauf entscheidend beeinflusst. Er hat aus der minimalen Wellenbewegung hohe Wellen erzeugt.

Verstärkt ist nur das Ausgangs- gegenüber dem Eingangs-Wechselspannungs-Signal - (Fritzchens Bewegungen des Schiebers).

## TD403 Was ist ein Operationsverstärker ?

Lösung: Operationsverstärker sind Gleichstrom gekoppelte Verstärker mit sehr hohem Verstärkungsfaktor und großer Linearität.



Den Verstärkerstufen wird über die Widerstände eine von Stufe zu Stufe immer höhere Spannung zugeführt.

Links ist das Innenleben des Operationsverstärkers, und eine Außenansicht aus einer Werbung abgebildet.

Gleichstromgekoppelte Verstärker haben keine Bauteile zwischen den einzelnen Verstärkerstufen. Die Kollektorspannung einer Stufe ist jeweils gleichzeitig die Basisspannung der Folgestufe.

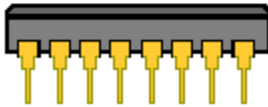
Das sorgt für extreme Linearität der zu verstärkenden Signale. Denn Koppelkondensatoren und Basis-Spannungsteiler würden den Frequenzgang der Signale ungünstig beeinflussen.

Denn Koppelkondensatoren und Basis-Spannungsteiler sind Zeitglieder und deshalb frequenzabhängig.

Die Schaltung soll nur das Prinzip andeuten.

**TD404** Ein IC (integrated circuit) ist

Lösung: Eine komplexe Schaltung auf einem Halbleiter-Kristallplättchen.



Innenleben und Gehäuse

Aufbau und DIL-Gehäuse einer integrierten Schaltung, der kompletten Schaltung eines Operationsverstärkers, die aus einer Werbung entnommen ist.

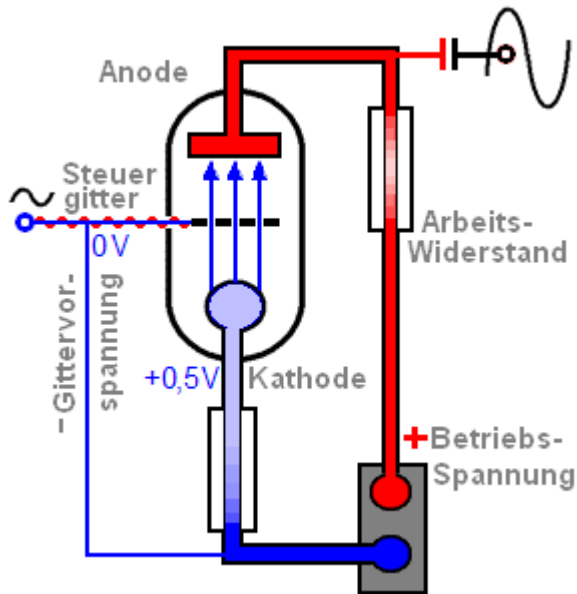
Oben das Innenleben, dessen eigentlicher Chip das mittlere kleine schwarze Rechteck ist. Mit hauchdünnen Drähtchen wird es mit den umliegenden Beinchen verbunden.

Der Versorgungs-Spannungsbereich **UB** reicht von + 3 Volt bis + 15 Volt.

Eine komplexe Schaltung.

**TD405** Worauf beruht die Verstärkerwirkung von Elektronenröhren ?

Lösung: Das von der Gitterspannung hervorgerufene elektrische Feld steuert den Anodenstrom.



Der ausgangsseitige große Stromkreis findet zwischen der Kathode und der Anode innerhalb der Röhre seine Fortsetzung.

Auf dem Weg zur Anode wird der Elektronenstrom von der Spannung am Steuergitter beeinflusst.

Eine kleine Gleichspannung am Gitter, die negativer als die Spannung an der Kathode ist, wird von der Steuerwechselspannung überlagert. (Gittervorspannung + Steuerwechselspannung).

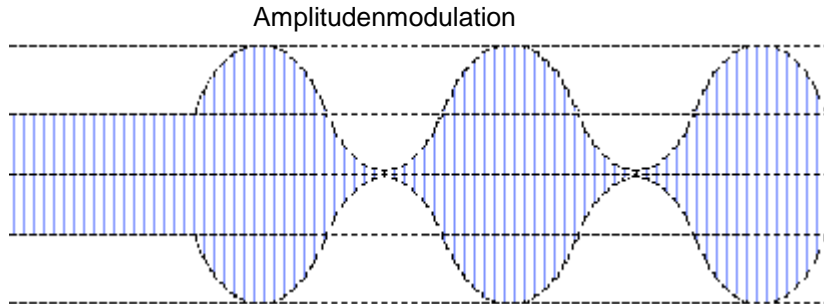
Je höher die negative Spannung am Gitter, umso kleiner wird der Elektronenfluß im äußeren Stromkreis.

Zwischen Anode und dem Arbeitswiderstand steht die Ausgangs-Wechselspannung zur Verfügung.

Gleichsam wie ein Wasserhahn, wirkt das mit kleiner Kraft steuernde Gitter. Vielleicht bewegt Fritzchen hier den Schieber ?

Gitterspannung steuert Anodenstrom.





Die Modulations- Hüllkurve umschließt das hochfrequente Signal mit seinen vielen HF-Einzelschwingungen.

Wir sehen zunächst links beginnend, einen unmodulierten Träger, der die sog. Mittelstrichleistung aussendet.

Die sich anschließende Tonmodulation verändert die Hüllkurve sinusförmig, bis auf die Oberstrichleistung = ca. 100% Modulation.

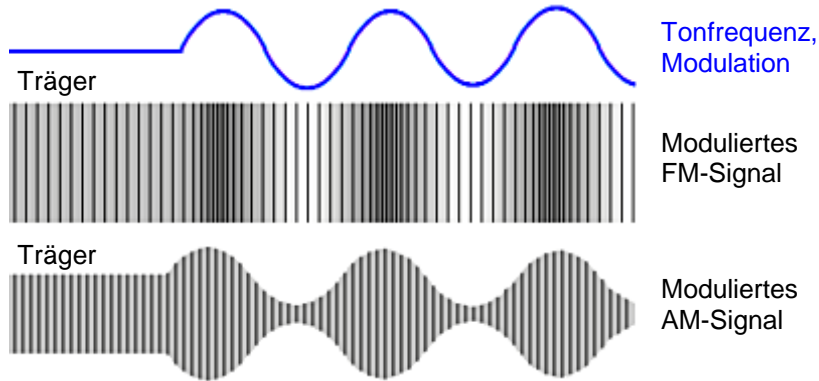
Durch Vergrößern und Verkleinern der Sendeleistung im Takt der Tonfrequenz erhält man die Amplitudenmodulation.

Sie besteht aus den zwei Seitenbändern, eines oberhalb, das andere unterhalb der Nulllinie.

## TD502

Welche Aussage zum Frequenzmodulator ist richtig ?  
Durch das Informationssignal

Lösung: wird die Frequenz des Trägers beeinflusst. Die Amplitude des Trägers bleibt dabei konstant.



Das Bild zeigt oben das Modulationssignal (blau), beginnend mit dem unmodulierten Träger.

Darunter sieht man die Wirkung auf das hochfrequente FM-Signal. Hier sollen enger folgende Striche eine höhere FM-Hochfrequenz bedeuten. Die Schwingungen erfolgen schneller aufeinander.

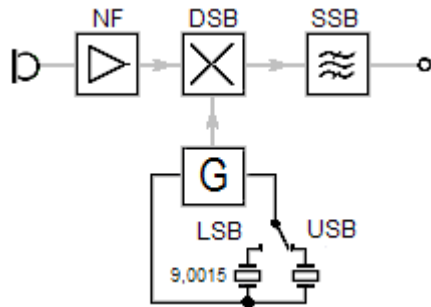
Je nach der Frequenz des Modulationssignals ändert sich die Geschwindigkeit der hochfrequenten Schwingungen, aber nicht die Amplitude. Die Sendeleistung ist also stets gleich groß.

Zum Vergleich wird unten in AM moduliert.

Frequenzmodulation erhöht und erniedrigt nur die Frequenz des Trägers im Rhythmus der Tonsignale.

**TD503** Zur Aufbereitung eines SSB-Signals müssen

Lösung: der Träger und ein Seitenband unterdrückt oder ausgefiltert werden.



Mit der **NF**-Modulation und einem Seitenband-Oszillator-Signal **G** wird der Balance-Modulator (**DSB**) angesteuert.

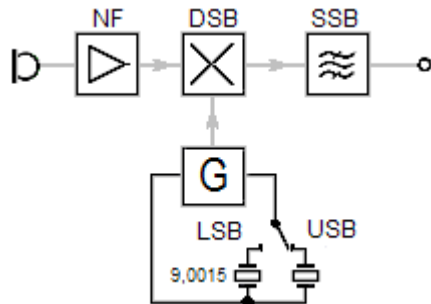
Im Balancemodulator **DSB** wird ein Zweiseitenband-Signal erzeugt. Das Seitenbandfilter **SSB** selektiert ein Seitenband heraus.

Die Quarzfrequenz des Quarzoszillators (**G**) kann umgeschaltet werden, um USB oder LSB zu erzeugen.

Träger und ein Seitenband unterdrückt.

**TD504** Wie kann ein SSB-Signal erzeugt werden ?

Lösung: Im Balancemodulator wird ein Zweiseitenband-Signal erzeugt.  
Das Seitenbandfilter selektiert ein Seitenband heraus.



Mit der **NF**-Modulation und dem Seitenband-Oszillator-Signal **G** wird der Balance-Modulator (**DSB**) angesteuert.

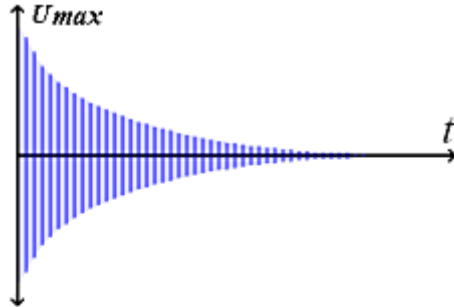
Im Balancemodulator **DSB** wird ein Zweiseitenband-Signal erzeugt.  
Das Seitenbandfilter **SSB** selektiert ein Seitenband heraus.

Die Quarzfrequenz des Quarzoszillators (**G**)  
kann umgeschaltet werden, um **USB** oder **LSB** zu erzeugen.

Seitenbandfilter selektiert ein Seitenband heraus. - Selektion = Unterscheidung.

**TD601** Was verstehen Sie unter einem „Oszillator“ ?

Lösung: Es ist ein Schwingungserzeuger.

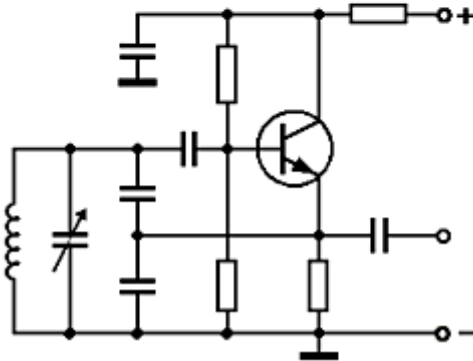


**Eine gedämpfte Schwingung klingt langsam ab:**

Wenn z.B. eine Schaukel in Gang gesetzt wird und keinen weiteren Antrieb erfährt - oder ein Schwingkreis erhielte nur einen Impuls.

**Der Oszillator (G)**

ist zunächst ein Verstärker, der mit Schwingkreis(en) ausgerüstet ist, sodaß er Hochfrequenz erzeugen, verstärken und weitergeben kann.



**Damit ungedämpfte Schwingungen** von Oszillatoren erzeugt werden führt man einen Teil der Schwingspannung zum Eingang zurück, der ausreichend stark sein muß, ( $\text{Verstärkung} \cdot \text{Rückkopplung} > 1$ ) um die Schwingung aufrecht zu erhalten.

Dabei muß die Phasenlage des Eingangs-Schwingkreises passend zum Rückkopplungs-Signal sein. (Gleichsam als würde man die Schaukel jeweils im richtigen Moment wieder anstoßen).

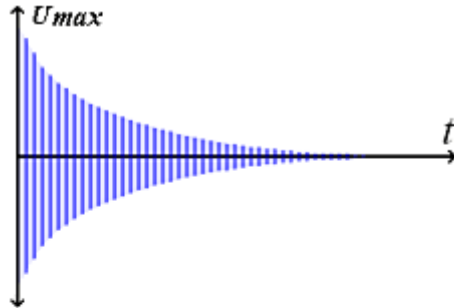
HF-Verstärker, der durch Rückkopplung ungedämpfte Schwingungen erzeugt.

## TD602

Was ist ein LC-Oszillator ?

Es ist ein Schwingungserzeuger, wobei die Frequenz

Lösung: von einer Spule und einem Kondensator (LC-Schwingkreis) bestimmt wird.

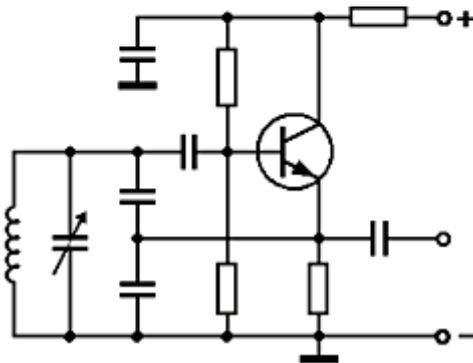


### Eine gedämpfte Schwingung klingt langsam ab:

Wenn z.B. eine Schaukel in Gang gesetzt wird und keinen weiteren Antrieb erfährt - oder ein Schwingkreis erhielte nur einen Impuls.

### Der Oszillator (G)

ist zunächst ein Verstärker, der mit Schwingkreis(en) ausgerüstet ist, sodaß er Hochfrequenz verstärken und weitergeben kann.



**Damit ungedämpfte Schwingungen** von Oszillatoren erzeugt werden führt man einen Teil der Schwingspannung zum Eingang zurück, der ausreichend stark sein muß, (Verstärkung • Rückkopplung > 1) um die Schwingung aufrecht zu erhalten.

Dabei muß die Phasenlage des Eingangs-Schwingkreises passend zum Rückkopplungs-Signal sein. (Gleichsam als würde man die Schaukel jeweils im richtigen Moment wieder anstoßen).

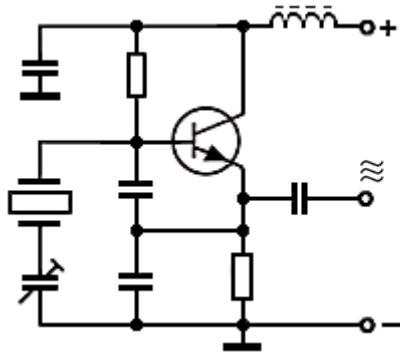
Oszillator mit LC-Schwingkreis.

## TD603

Was ist ein Quarz-Oszillator ?

Es ist ein Schwingungserzeuger, wobei die Frequenz

Lösung: durch einen hochstabilen Quarz bestimmt wird.



### Der Quarzoszillator

ist ein HF-Verstärker, der mit einem Quarzkristall hohe Frequenzstabilität erreicht.

Zwischen Basis und Masse finden wir eine Kombination aus drei Kondensatoren und dem Quarz vor.

Der Trimmkondensator in Serienschaltung zum Quarz ermöglicht eine kleine Korrektur der Schwingfrequenz.

Zwischen den beiden - dazu parallelgeschalteten - Festkondensatoren wird die Rückkopplung vom Emitter kommend - dosiert.

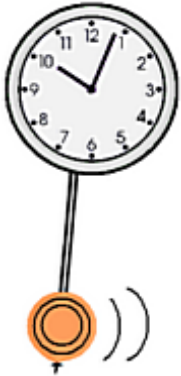
In der Emitterleitung befindet sich der Arbeitswiderstand, an dem über einen Koppelkondensator das Ausgangs-Signal  $\approx$  verfügbar ist.

Die Betriebsspannung (+) wird über eine Drosselspule zugeführt, und mit ihr, und einem gegen Masse geschalteten Kondensator gesiebt. Über einen hochohmigen Widerstand wird die Basisvorspannung gewonnen.

Quarz Oszillator: Ein frequenzstabiler Quarz statt dem Schwingkreis.

**TD604** Wie verhält sich die Frequenz eines LC-Oszillators bei Temperaturanstieg, wenn die Kapazität des Schwingkreiskondensators mit dem Temperaturanstieg geringer wird ?

Lösung: die Frequenz wird erhöht.



Ein Pendel schwingt langsamer,  
wenn es größer / länger bemessen wird.

So verhält es sich auch bei den Bauteilen eines Schwingkreises:  
Die Vergrößerung von Induktivität oder Kapazität  
führt zwangsläufig zu einer niedrigeren Frequenz.

**Verkleinerung führt aber zu höherer Frequenz.**

Wenn sich Bauteile infolge Erwärmung vergrößern,  
ist ihr Temperaturkoeffizient positiv.

Die Kapazität des Kondensators in der Frage wird kleiner.  
Er hat einen negativen Temperaturkoeffizienten.

Verkleinerung führt zu höherer Frequenz.



**TD605** Im VFO eines Senders steigt die Induktivität der Oszillatospule mit der Temperatur. Der Kondensator bleibt sehr stabil. Welche Auswirkungen hat dies bei steigender Temperatur ?

Lösung: die VFO-Frequenz wandert nach unten.



Ein Pendel schwingt langsamer,  
wenn es größer / länger bemessen wird.

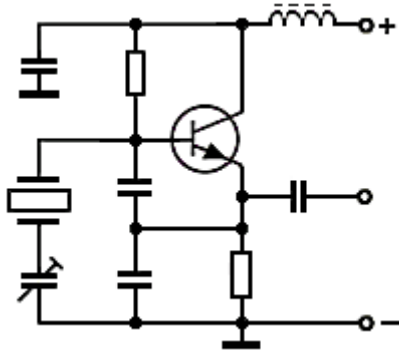
So verhält es sich auch bei den Bauteilen eines Schwingkreises:  
Die Vergrößerung von Induktivität oder Kapazität  
führt zwangsläufig zu einer niedrigeren Frequenz.

Wenn sich Bauteile infolge Erwärmung vergrößern,  
ist ihr Temperaturkoeffizient positiv.

Vergrößerung führt zu tieferer Frequenz.

**TD606** Der Vorteil von Quarzoszillatoren gegenüber LC-Oszillatoren liegt darin, dass sie

Lösung: eine bessere Frequenzstabilität aufweisen.



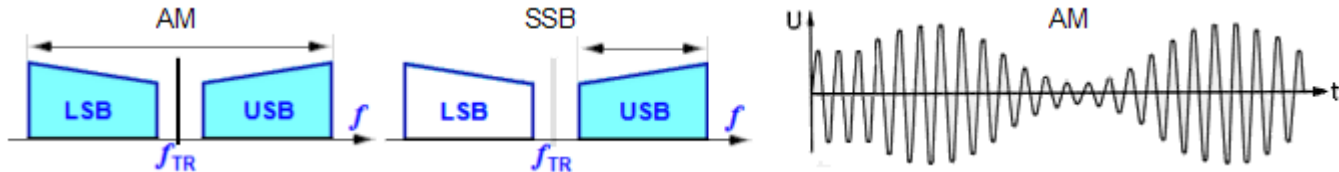
Quarzoszillatoren sind weniger temperaturempfindlich und daher sehr frequenzstabil.

Spulen und Kondensatoren sind temperaturanfälliger und verursachen u.U. "Frequenzwanderung" bei Erwärmung.

. . . bessere Frequenzstabilität.

**TE101** Wie unterscheidet sich SSB (J3E) von AM (A3E) in Bezug auf die Bandbreite ?

Lösung: Die Sendart J3E beansprucht weniger als die halbe Bandbreite der Sendart A3E.



**Mod. Bezeichnung :**

**Aussendung :**

**Bandbreite :**

CW = Morsetelegrafie

A1A = Einkanal-Tastfunk;  
Nur Träger

200 Hz

SSB = Amplitudenmodulation J3E= Einkanal-Sprechfunk;  
Einseitenband -  
Träger unterdrückt

2,7 kHz

AM = Amplitudenmodulation A3E = Einkanal-Sprechfunk;  
2 Seitenbänder

6 kHz

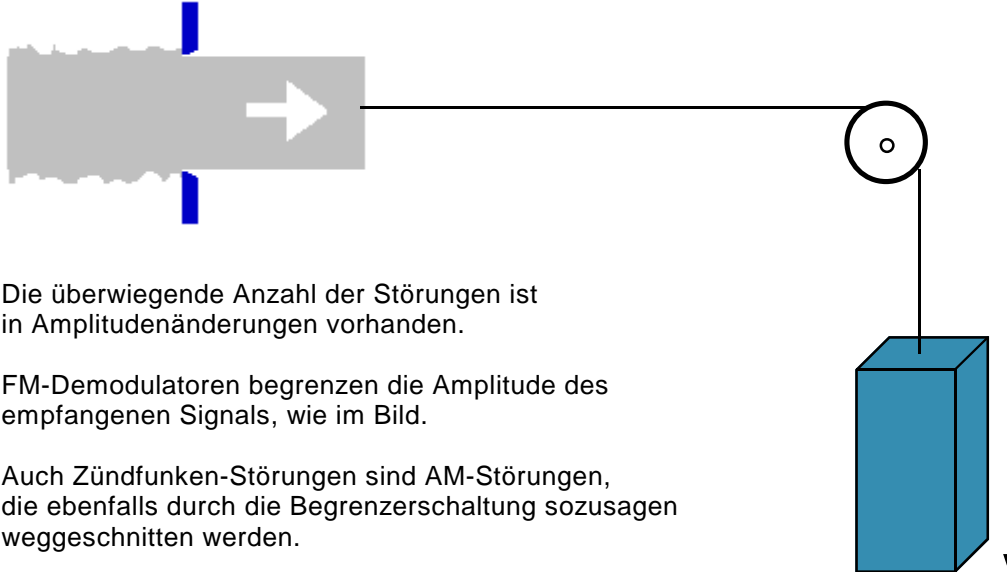
FM = Frequenzmodulation F3E = Einkanal-Sprechfunk;  
2 Seitenb. + 2 x Hub

12 kHz

Weniger als die halbe Bandbreite der Sendart A3E.

**TE102** Welches der nachfolgenden Modulationsverfahren hat die geringste Störanfälligkeit bei Funkanlagen in Kraftfahrzeugen ?

Lösung: FM.



Die überwiegende Anzahl der Störungen ist in Amplitudenänderungen vorhanden.

FM-Demodulatoren begrenzen die Amplitude des empfangenen Signals, wie im Bild.

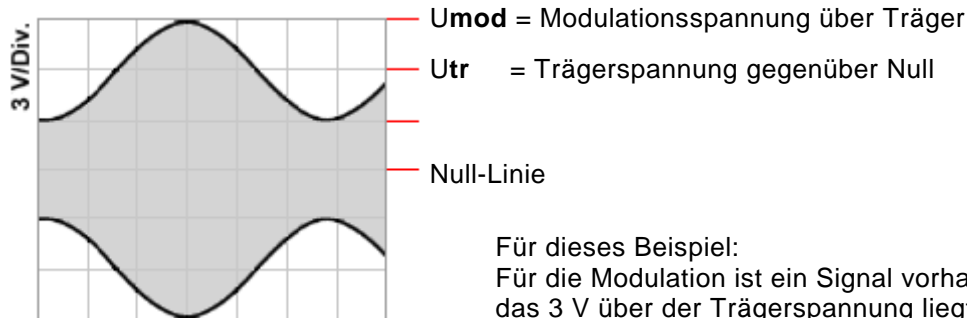
Auch Zündfunken-Störungen sind AM-Störungen, die ebenfalls durch die Begrenzerschaltung sozusagen weggeschnitten werden.

Eine Begrenzerschaltung sorgt bei FM für Störraumut.

**TE103** Das folgende Oszillogramm zeigt ein AM-Signal.  
Der Modulationsgrad beträgt hier zirka

Lösung: 50 %.

$$\text{Modulationsgrad: } \frac{U_{mod}}{U_{Tr}}$$



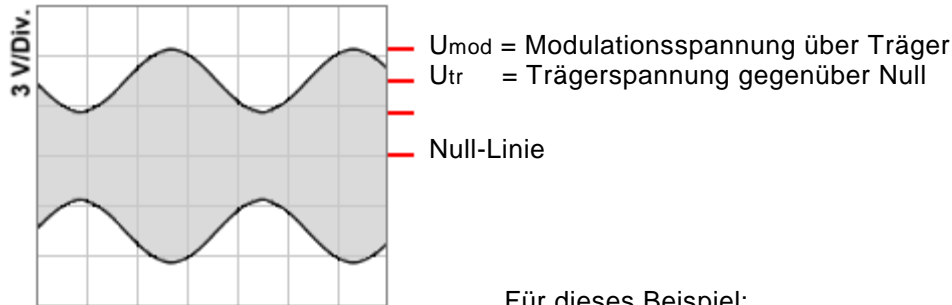
Für dieses Beispiel:  
Für die Modulation ist ein Signal vorhanden,  
das 3 V über der Trägerspannung liegt.  
Das sind 50% der Trägerspannung,  
die 6 V gegenüber Null beträgt.

AM: Der Modulationsgrad beträgt hier zirka 50 %.

**TE104** Das folgende Oszillogramm zeigt ein AM-Signal.  
Der Modulationsgrad beträgt hier zirka

Lösung: 45 %.

$$\text{Modulationsgrad: } \frac{U_{mod}}{U_{Tr}}$$

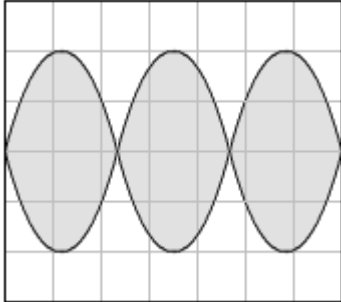


Für dieses Beispiel:  
Für die Modulation ist ein Signal vorhanden,  
das 2 V über der Trägerspannung liegt.  
Das sind ca. 45% der Trägerspannung,  
die 4,5 V gegenüber Null beträgt.

Der Modulationsgrad beträgt hier zirka 45 %.

**TE105** Das folgende Oszillogramm zeigt

Lösung: ein typisches Zweitton-SSB-Testsignal.



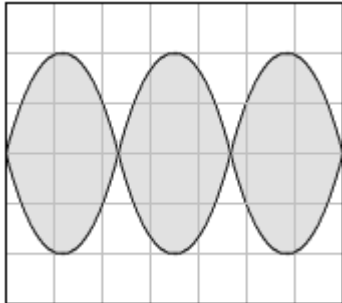
Kennzeichnend für ein Zweitton-SSB-Testsignal sind die eindeutigen Kreuzungspunkte im Oszillogramm.

Wenn man zwei unterschiedliche, zueinander passende NF-Töne in den Modulator einspeist, ergibt das ein Testsignal mit dem man sich über die Qualität des Sendesignals informieren kann.

Typisches Zweitton-SSB-Testsignal.

**TE106** Das folgende Oszillogramm zeigt ein typisches Zweiton-SSB-Testsignal. Bestimmen Sie den Modulationsgrad !

Lösung: Man kann keinen Modulationsgrad bestimmen, da es keinen Träger gibt.



Der Modulationsgrad wird definiert als das Verhältnis der Trägerspannung zur Spitzenspannung der Modulation.

Bei SSB ist aber der Träger unterdrückt.

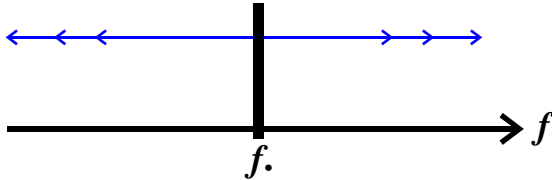
Kennzeichnend für ein Zweiton-SSB-Testsignal, mit dessen Hilfe die Modulation beurteilt wird, sind die eindeutigen Kreuzungspunkte.

Kein Modulationsgrad bestimmbar.



**TE201** Wodurch wird bei Frequenzmodulation die Lautstärke-Information übertragen ?

Lösung: Durch die Größe der Trägerfrequenzauslenkung.



Der Hub ist zusammen mit der Lautstärke der Modulation die Größe der Auslenkung von der Mittenfrequenz.

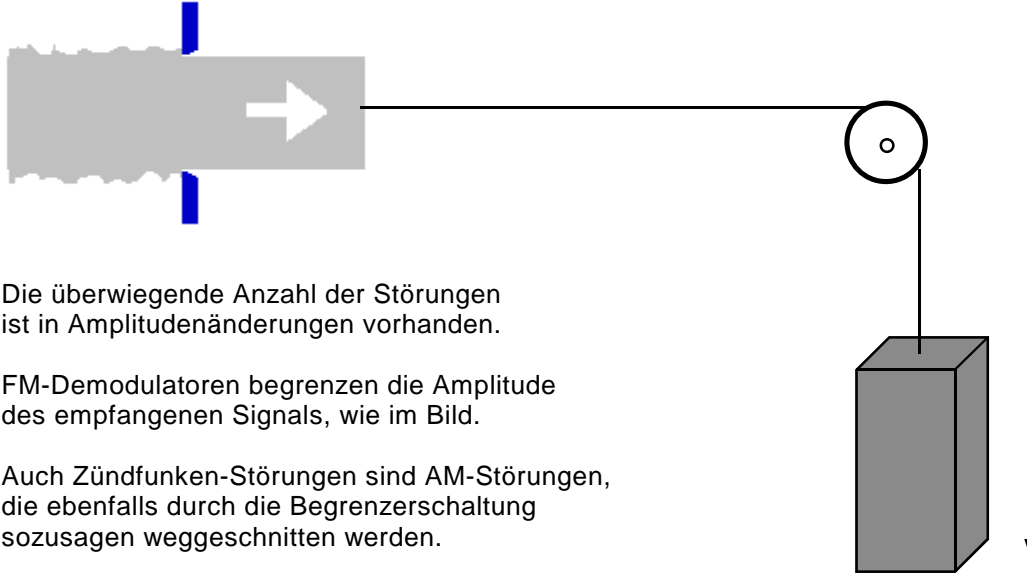
$\Delta f$  das heißt: Änderung der Frequenz, wobei die Tonhöhe die Geschwindigkeit der Frequenzänderungen bewirkt.

Je größer die Lautstärke der Modulation, desto größer die Auslenkung von der Mittenfrequenz  $f_0$  zu höheren und niedrigeren Frequenzen.

$\Delta f$  = Größe der Änderung der Frequenz

**TE202** FM hat gegenüber SSB den Vorteil der

Lösung: geringeren Beeinflussung durch Störquellen.



Die überwiegende Anzahl der Störungen ist in Amplitudenänderungen vorhanden.

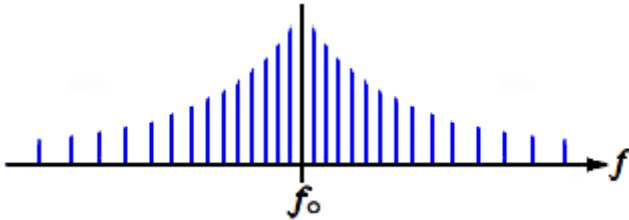
FM-Demodulatoren begrenzen die Amplitude des empfangenen Signals, wie im Bild.

Auch Zündfunken-Störungen sind AM-Störungen, die ebenfalls durch die Begrenzerschaltung sozusagen weggeschnitten werden.

Störungen sind überwiegend Amplitudenänderungen.

**TE203** Ein zu großer Hub eines FM-Senders führt dazu,

Lösung: daß die HF-Bandbreite zu groß wird.



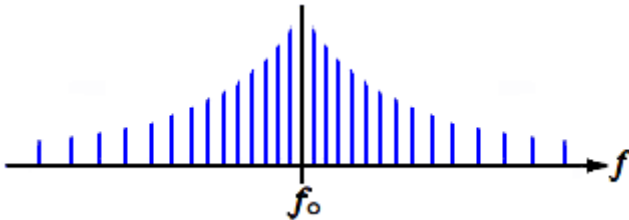
Bis weit über die Nutzbandbreite hinaus sind ohnehin Seitenfrequenzen mit immer kleiner werdender Amplitude vorhanden.

Ein zu großer Hub verstärkt diesen Effekt unzulässig.  
Das Sendesignal wird immer breitbandiger,  
und man ist auch noch auf Nachbarkanälen zu hören.

HF-Bandbreite zu groß.

**TE204** Größerer Frequenzhub führt bei einem FM-Sender zu

Lösung: einer größeren HF-Bandbreite.



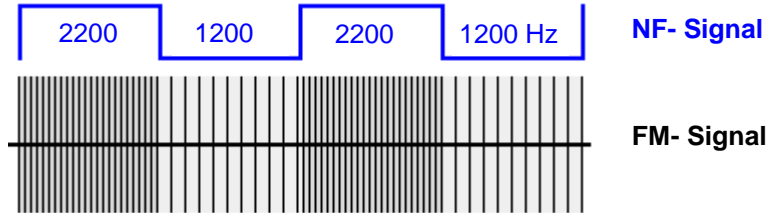
Bis weit über die Nutzbandbreite hinaus sind ohnehin Seitenfrequenzen mit immer kleiner werdender Amplitude vorhanden.

Ein zu großer Hub verstärkt diesen Effekt unzulässig.  
Das Sendesignal wird immer breitbandiger,  
und man ist auch noch auf Nachbarkanälen zu hören.

HF-Bandbreite zu groß.

**TE301** Welche HF-Bandbreite beansprucht ein 1200 Baud-Packet-Radio-AFSK-Signal ?

Lösung: 12 kHz.



1200-Baud Packet-Radio.

Es wird **Audio Frequency Shift Keying** eingesetzt:  
Ton Frequenz Umschaltverfahren.

Das Tonfrequenzpaar 1200 und 2200 Hz wird benutzt  
und verursacht eine **HF-Bandbreite** von **12 kHz**.

Die beiden Töne werden  
dem Mikrofoneingang des Senders zugeführt.



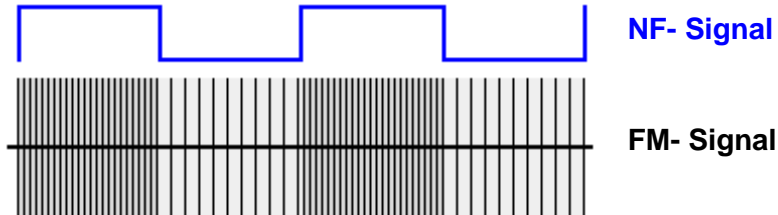
Wir sehen im Bild die schnellere Folge der einzelnen  
HF-Schwingungen, wenn mit der Tonfrequenz 2200 Hz  
moduliert wird.

Émile Baudot erfand 1874 den Baudot-Code • Baudrate gibt die Geschwindigkeit (Bd/sec.)  
der Übertragung digitaler Übermittlungen, wie auch z.B. Fernschreiben, Fax usw. an.

Die NF-Bandbreite ist 3 kHz. — Die HF-Bandbreite: Bei FM sind es 2 mal Mod + 2 mal Hub = 12 kHz.

**TE302** Welche HF-Bandbreite beansprucht ein 9600 Baud-Packet-Radio-Signal ?

Lösung: 20 kHz.



9600-Baud Packet-Radio.

Es wird **Frequency Shift Keying** eingesetzt:  
Frequenz Umschaltverfahren.

Das verursacht eine **HF-Bandbreite** von **20 kHz**.

Die beiden Frequenzen werden direkt dem Modulator des Senders zugeführt.  
Am Demodulator des Empfängers wird das Empfangssignal ebenfalls direkt entnommen.

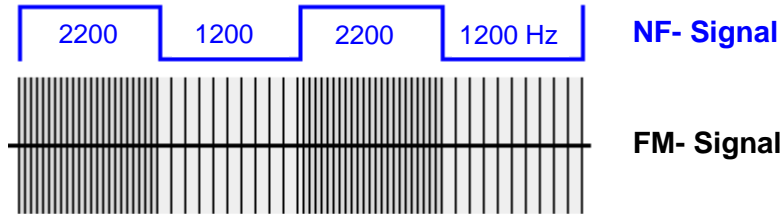
Émile Baudot erfand 1874 den Baudot-Code • Baudrate gibt die Geschwindigkeit (Bd/sec.) der Übertragung digitaler Übermittlungen, wie auch z.B. Fernschreiben, Fax usw. an.

Die HF-Bandbreite: Bei FM sind es 2 mal 5 kHz Mod + 2 mal Hub = 20 kHz.

## TE303

Welche NF-Zwischenträgerfrequenzen werden in der Regel in Packet-Radio bei 1200 Baud benutzt ?

Lösung: 1200 / 2200 Hz.



1200-Baud Packet-Radio.

Es wird **Audio Frequency Shift Keying** eingesetzt:  
Ton Frequenz Umschaltverfahren.

Das Tonfrequenzpaar 1200 und 2200 Hz wird benutzt  
und verursacht eine **HF-Bandbreite** von **12 kHz**.

Die beiden Töne werden  
dem Mikrofoneingang des Senders zugeführt.



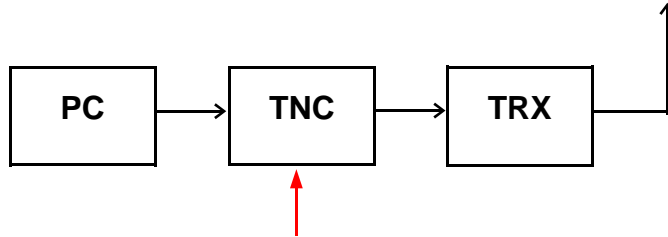
Wir sehen im Bild die schnellere Folge der einzelnen  
HF-Schwingungen, wenn mit der Tonfrequenz 2200 Hz  
moduliert wird.

Émile Baudot erfand 1874 den Baudot-Code • Baudrate gibt die Geschwindigkeit (Bd/sec.)  
der Übertragung digitaler Übermittlungen, wie auch z.B. Fernschreiben, Fax usw. an.

Die NF-Bandbreite ist 3 kHz. — Die HF-Bandbreite: Bei FM sind es 2 mal Mod + 2 mal Hub = 12 kHz.

**TE304** Was versteht man bei Packet-Radio unter einem TNC (Terminal Network Controller) ?  
Ein TNC

Lösung: besteht aus einem Modem und dem Controller für die digitale Aufbereitung der Daten.



Für die Sendung wird im TNC das vom PC gelieferte Signal in den Packet-Code umgesetzt, und es wird der Sender damit moduliert oder umgetastet.

Bei Empfang wird das eintreffende Signal wieder rückgewandelt, um es PC-gerecht verfügbar zu machen.

Modem = **MO**dulator / **DE**Modulator.



**TE305** Was bedeutet im Prinzip „Packet-Radio“ ?  
Die Daten werden

Lösung: paketweise (stoßweise) gesendet.



Datenübertragung seriell wie im Gänsemarsch.  
Ein Führer (bit) bestimmt -Synchronisiert - das ausgesendete Packet.  
Der Empfänger dekodiert die Daten.

Es wird bei 1200 Baud **A**udio **F**requency **S**hift **K**eying eingesetzt:  
**AFSK** = Ton-Frequenz-Umschaltverfahren.

Das Tonfrequenzpaar 1200 und 2200 Hz wird benutzt  
und verursacht eine NF- Bandbreite von 3 kHz.

Die beiden Töne werden dem Mikrofoneingang  
des Senders zugeführt.



Émile Baudot erfand 1874 den Baudot-Code • Baudrate gibt die Geschwindigkeit (Bd/sec.)  
der Übertragung digitaler Übermittlungen, wie auch z.B. Fernschreiben, Fax usw. an.

Die Daten werden paketweise (**stoßweise**) gesendet.

**TE306** Was versteht man unter 1k2-Packet-Radio ?

Lösung: Die Übertragung erfolgt mit 1200 Baud.



Datenübertragung seriell wie im Gänsemarsch.  
Ein Führer (bit) bestimmt -Synchronisiert - das ausgesendete Packet.  
Der Empfänger dekodiert die Daten.

Es wird bei 1200 Baud **Audio Frequency Shift Keying** eingesetzt:  
**AFSK** = Ton-Frequenz-Umschaltverfahren.

Das Tonfrequenzpaar 1200 und 2200 Hz wird benutzt  
und verursacht eine NF- Bandbreite von 3 kHz.

Die beiden Töne werden dem Mikrofoneingang  
des Senders zugeführt.



Émile Baudot erfand 1874 den Baudot-Code • Baudrate gibt die Geschwindigkeit (Bd/sec.)  
der Übertragung digitaler Übermittlungen, wie auch z.B. Fernschreiben, Fax usw. an.

Baud = Nach dem Franzosen Émile Baudot benannter 5-Bit- Code.

**TE307** Welches ist eine gängige Übertragungsrate in Packet Radio?

Lösung: 9600 Baud.

**Baudraten:**

**1200 Bd** werden für APRS auf 2-m und für Mailbox- und Digipeaterbetrieb sowie für Direktverbindungen auf 70-cm benutzt.

**2400 Bd** werden auf 2-m und 70-cm in seltenen Fällen benutzt.

**9600 Bd** werden überwiegend für Box- und Digipeaterbetrieb auf 70-cm benutzt. Linkstrecken zwischen Netzknoten benutzen auch höhere Baudraten.

Émile Baudot erfand 1874 den Baudot-Code • Baudrate gibt die Geschwindigkeit (Bd/sec.) der Übertragung digitaler Übermittlungen, wie auch z.B. Fernschreiben, Fax usw. an.

9600 Baud = eine gängige Übertragungsrate.

**TE308** Eine Packet Radio Mailbox ist

Lösung: **Ein Rechnersystem**, bei dem Texte und Daten über Funk eingespeichert und abgerufen werden können.



**Mailbox:**

Ist sozusagen ein Funkbriefkasten.  
Jeder Teilnehmer hat sein „Postfach“.  
Dem Internet vergleichbar.

"ein Rechnersystem" kommt nur in der richtigen Antwort vor.

**TE309** Um RTTY-Betrieb durchzuführen benötigt man außer einem Transceiver beispielsweise ?

Lösung: einen PC mit Soundkarte und entsprechende Software.



**RTTY** = Funkfern schreiben (**R**adio **T**ele**T**ype).  
Es wird in AFSK ohne Fehlerkorrektur gesendet.  
**AFSK** = **A**udio **F**requency **S**hift **K**eying  
(Tonfrequenz Umschaltverfahren ).

Die gute alte Fernschreibmaschine hat ausgedient.

Soundkarte und Software.

**TE310** Welcher Unterschied zwischen den Betriebsarten ATV und SSTV ist richtig?

Lösung: SSTV überträgt Standbilder, ATV bewegte Bilder.



**SSTV** = Slow Scan Television:  
langsam gescannte Fotos und Standbilder.



**ATV** = Amateurfunk-Fernsehen:  
auch Farbfernsehen mit normaler Norm.

Mit einem Konverter für das 13- bzw. 3-cm-Band  
kann jeder normale Fernseher ATV empfangen.

SSTV = Standbilder, ATV = bewegliche Bilder.

**TE311** Welches der folgenden digitalen Übertragungsverfahren hat die geringste Bandbreite ?

Lösung: PSK31



**PSK31 = Phase Shift Keying**  
belegt theoretisch nur ca. 31 Hertz Bandbreite.

Je nachdem, wie die Trägerwelle beeinflusst wird, gibt es eine Amplituden- (Amplitude Shift Keying, ASK), eine Frequenz- (Frequency Shift Keying, FSK) oder eine **Phasen-Umtastung (Phase Shift Keying, PSK)**.

Während sich Amplituden- und Frequenz-Umtastung jedoch nur für niedrige Bitraten eignen, ist das Prinzip der Phasen-Umtastung mittlerweile Grundlage für eine Reihe von höherwertigen digitalen Modulationsverfahren.

PSK31 ist Schmalband-Weltmeister der digitalen Betriebsarten. ( Nur noch von CW übertroffen.)

**TE312** Wie heißt die Übertragungsart mit einem Übertragungskanal, bei der durch Umschaltung abwechselnd in beide Richtungen gesendet werden kann ?

Lösung: Halbduplex

**Halbduplex:** Zu einer Zeit ist Übertragung nur in eine Richtung möglich. Zur anderen Zeit in die andere Richtung.

Vollduplex gestattet gleichzeitigen Verkehr auf zwei Frequenzen in beide Richtungen. (Wie am Telefon - beide hören sich gleichzeitig).

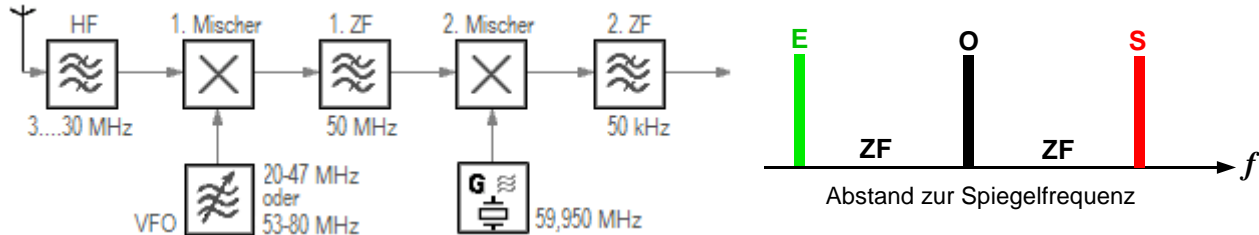
Halbduplex = wechselweise in je eine Richtung senden und empfangen.



**TF101**

Eine hohe erste ZF vereinfacht die Filterung zur Vermeidung von

Lösung: Spiegelfrequenzstörungen.



Spiegelfrequenz: Bei einem Überlagerungsempfänger (Superhet) wird beim Wechsel der Eingangsfrequenz das Empfangssignal auf eine gleichbleibende ZF (Zwischenfrequenz) umgesetzt. Es muß im Empfänger nur der Umsetzer-VFO (O) verstellt werden, um den Empfänger auf die gewünschte Empfangsfrequenz (E) abzustimmen.

Ein Nachteil dieses Verfahrens ist, daß der Empfänger ja nicht weiß, ob er nun die Frequenz ober- oder unterhalb der Oszillatorfrequenz als die gewünschte Empfangsfrequenz empfangen soll.

Nehmen wir an, die Frequenz des Oszillators liegt um die ZF höher als die Nutzfrequenz, dann gibt es noch die Spiegelfrequenz (S), für die die Oszillatorfrequenz um die ZF tiefer liegt, und die auch empfangen wird. Deshalb tut man gut daran, eine hohe erste ZF zu benutzen. Vor- und Spiegelselektion erfolgt durch das erste 50 MHz-Filter. Trennschärfe erreicht das letzte ZF-Filter.

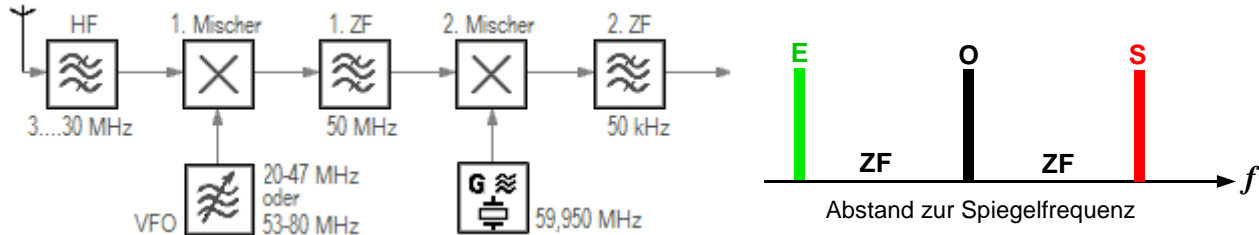
Filterkreise weisen eine prozentuale Bandbreite auf. Im oben gezeichneten Teil eines Empfänger-Blockschaltbildes ist die erste ZF auf 50 MHz.

Nehmen wir an, die Bandbreite des Filters sei 10% davon. Dann kommt man auf die Bandbreite = 5 MHz. Die gleiche prozentuale Bandbreite vom 50 kHz-Filter beträgt demnach nur 5 kHz.

Vermeidung von Spiegelfrequenzstörungen.

## TF102 Eine hohe erste Zwischenfrequenz

Lösung: ermöglicht bei großem Abstand zur Empfangsfrequenz eine hohe Spiegelfrequenzunterdrückung.



**Spiegelfrequenz:** Bei einem Überlagerungsempfänger (Superhet) wird beim Wechsel der Eingangsfrequenz das Empfangssignal auf eine gleichbleibende ZF (Zwischenfrequenz) umgesetzt. Es muß im Empfänger nur der Umsetzer-VFO (**O**) verstellt werden, um den Empfänger auf die gewünschte Empfangsfrequenz (**E**) abzustimmen.

Ein Nachteil dieses Verfahrens ist, daß der Empfänger ja nicht weiß, ob er nun die Frequenz ober- oder unterhalb der Oszillatorfrequenz als die gewünschte Empfangsfrequenz empfangen soll.

Nehmen wir an, die Frequenz des Oszillators liegt um die ZF höher als die Nutzfrequenz, dann gibt es noch die Spiegelfrequenz (**S**), für die die Oszillatorfrequenz um die ZF tiefer liegt, und die auch empfangen wird. Deshalb tut man gut daran, eine hohe erste ZF zu benutzen. Vor- und Spiegelselektion erfolgt durch das erste 50 MHz-Filter. Die Spiegelfrequenz hat dann einen Abstand von 100 MHz. Trennschärfe erreicht das letzte ZF-Filter.

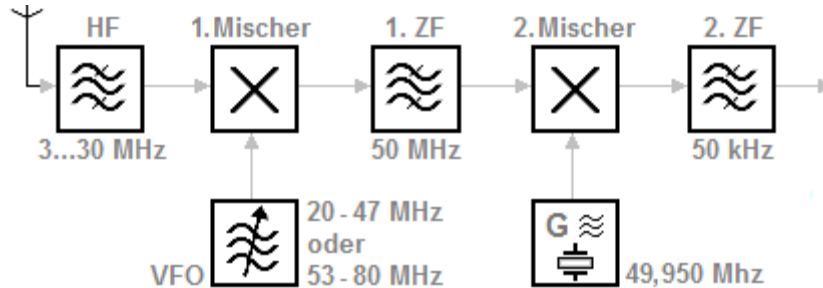
Filterkreise weisen eine prozentuale Bandbreite auf. Im oben gezeichneten Teil eines Empfänger-Blockschaltbildes ist die erste ZF auf 50 MHz.

Nehmen wir an, die Bandbreite des Filters sei 10% davon. Dann kommt man auf die Bandbreite = 5 MHz. Die gleiche prozentuale Bandbreite vom 50 kHz-Filter beträgt demnach nur 5 kHz.

Vermeidung von Spiegelfrequenzstörungen.

**TF103** Welche Aussage ist für einen Doppelsuper richtig ?

Lösung: Mit einer niedrigen zweiten ZF erreicht man leicht eine gute Trennschärfe.



Trennschärfe erreicht das letzte ZF- Filter,  
Spiegelselektion das erste Filter.

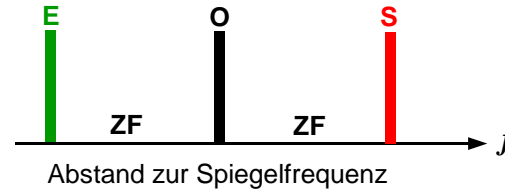
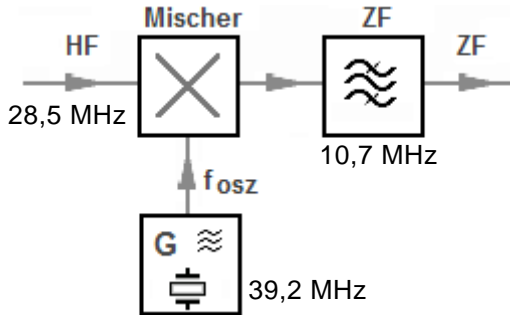
Filterkreise weisen eine prozentuale Bandbreite auf.  
Im oben gezeichneten Teil eines Empfänger- Blockschaltbildes  
ist die erste ZF = 50 MHz.

Nehmen wir an, die Bandbreite des Filters sei 10% davon.  
Dann kommt man auf die Bandbreite = 5 MHz  
Die gleiche prozentuale Bandbreite vom 50 kHz-Filter  
beträgt demnach nur 5 kHz.  
Mit einer solchen Bandbreite hört man nur knapp  
einen einzigen AM- Sender.

Trennschärfe : Wie gut der Empfänger zwischen zwei benachbarten Sendersignalen unterscheiden kann.

**TF104** Ein Empfänger hat eine ZF von 10,7 MHz und ist auf 28,5 MHz abgestimmt. Der Oszillator des Empfängers schwingt oberhalb der Empfangsfrequenz. Welche Frequenz hat die Spiegelfrequenz ?

Lösung: 49,9 MHz



Zur **Empfangsfrequenz** ist in diesem Fall 2-mal die ZF hinzuzuzählen, um die **Spiegelfrequenz** zu erreichen.

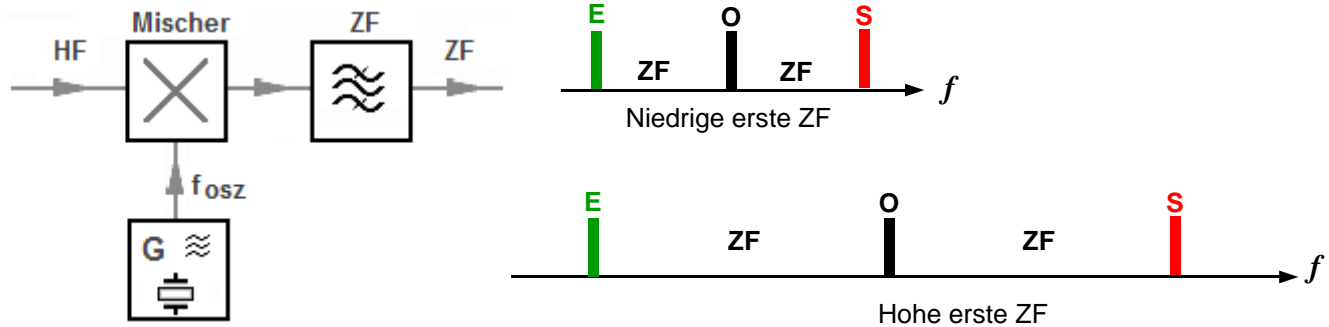
2 Zahlen sind bekannt: 28,5 und 10,7 MHz.

Spiegelfrequenz:  
 $28,5 + 10,7 + 10,7 = 49,9$  MHz

Oszillator oberhalb Empfangsfrequenz bedeutet daß die Spiegelfrequenz nochmals um die ZF höher liegt.

**TF105**    Wodurch wird beim Überlagerungsempfänger die Spiegelfrequenzdämpfung bestimmt ?  
Sie wird vor allem bestimmt durch

Lösung:    die Höhe der ersten ZF.

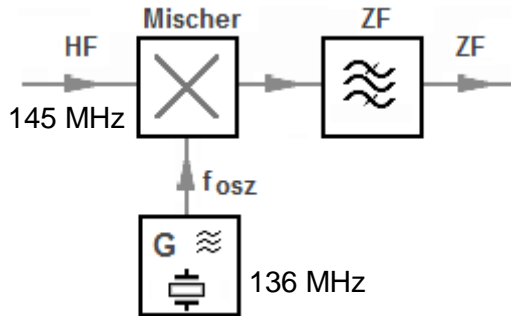


Je höher die erste ZF ist, umso weiter entfernt von der Empfangsfrequenz ist die Spiegelfrequenz.

Hohe erste ZF = große Spiegelfrequenzdämpfung.

**TF106** Einem Mischer werden die Frequenzen 136 MHz und 145 MHz zugeführt. Welche Frequenzen werden beim Mischvorgang erzeugt ?

Lösung: 9 und 281 MHz



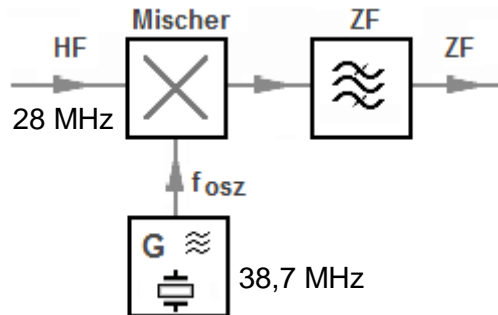
Als erstes entsteht  $145 \text{ minus } 136 = 9 \text{ MHz}$

Außerdem  $145 \text{ plus } 136 = 281 \text{ MHz}$

Eingangs- plus Oszillatorfrequenz, und Eingangs- minus Oszillatorfrequenz.

**TF107** Einem Mischer werden die Frequenzen 28 MHz und 38,7 MHz zugeführt.  
Welche Frequenzen werden beim Mischvorgang erzeugt ?

Lösung: 10,7 und 66,7 MHz



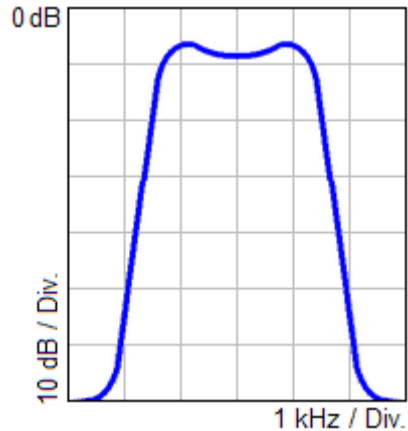
Als erstes entsteht  $38,7 \text{ minus } 28 = 10,7 \text{ MHz}$

Außerdem  $28 \text{ plus } 38,7 = 66,7 \text{ MHz}$

Eingangs- plus Oszillatorfrequenz und Eingangs- minus Oszillatorfrequenz.

**TF108** Eine schmale Empfängerbandbreite führt im allgemeinen zu einer

Lösung: hohen Trennschärfe.



Man wird immer bestrebt sein, eine möglichst kleine Bandbreite der Filter, besonders in den ZF-Stufen zu realisieren.

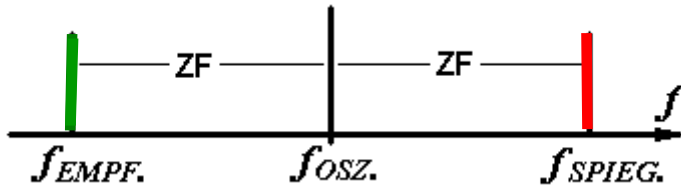
Denn sind die Filterkurven schmal und steilflankig, dann filtern sie nur das Nutzsignal heraus.

Hohe Trennschärfe.



**TF109** Die Frequenzdifferenz zwischen dem HF-Nutzsignal und dem Spiegelsignal entspricht

Lösung: dem zweifachen der ersten ZF.



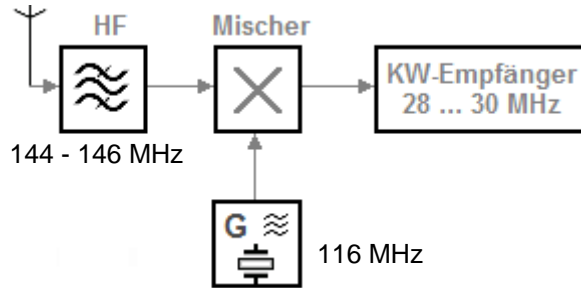
Spiegelfrequenz = Eingangsfrequenz + 2 • ZF, für  $f_{osz}$  größer als  $f_{empfang}$

Spiegelfrequenz = Eingangsfrequenz - 2 • ZF, für  $f_{osz}$  kleiner als  $f_{empfang}$

Das zweifache der ersten ZF.

**TF110** Durch welchen Vorgang setzt ein Konverter einen Frequenzbereich für einen vorhandenen Empfänger um ?

Lösung: durch Mischung.



**144 MHz empfangen =  
144 – 116 = 28 MHz**

**145 MHz empfangen =  
145 – 116 = 29 MHz**

**146 MHz empfangen =  
146 – 116 = 30 MHz**

**Der Konverter ist ein Empfangsfrequenz-Umsetzer.**

**Die Blockschaltung als Beispiel:**

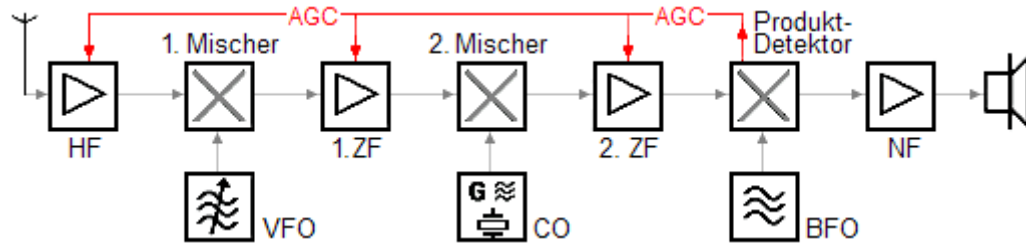
Die Empfangsfrequenz wird in einem **Mischer** so umgesetzt, daß der 10-m-Empfänger als sog. "Nachsetzer" von 28 bis 30 MHz durchgestimmt wird, und auf diese Weise z.B. den Empfang von 144 bis 146 MHz ermöglicht.

Konvertieren = wechseln, tauschen.

**TF201**

Um Schwankungen des NF-Ausgangssignals durch Schwankungen des HF-Eingangssignals zu verringern, wird ein Empfänger mit

Lösung: einer automatischen Verstärkungsregelung ausgestattet.



**AGC = Automatic Gain Control** = deutsch: AVR = Automatische Verstärkungsregelung.

Die Regelspannung wird vom Produktdetektor bereitgestellt.

Schwankungen der Empfangsfeldstärke z.B. Schwund werden damit ausgeregelt.

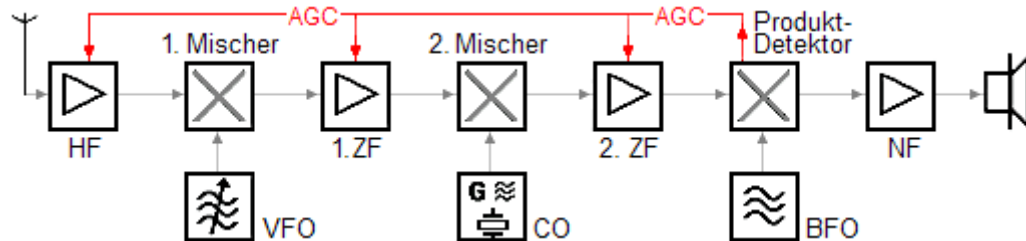
Produkt-Detektor = Erkennt das Produkt der Signale der letzten ZF, und des Trägerzusatz-Generators (**BFO**) und stellt daraus das NF-Signal her.

Es werden nur die linear arbeitenden Stufen geregelt.

Falsche Antworten : **alles, wo NF** vorkommt.

**TF202** Bei Empfang eines sehr starken Signals verringert die AGC (automatic gain control)

Lösung: die Verstärkung der HF- und ZF-Stufen.



**AGC = Automatic Gain Control** = deutsch: AVR = Automatische Verstärkungsregelung.

Die Regelspannung wird vom Produktdetektor bereitgestellt.

Schwankungen der Empfangsfeldstärke z.B. Schwund werden damit ausgeregelt.

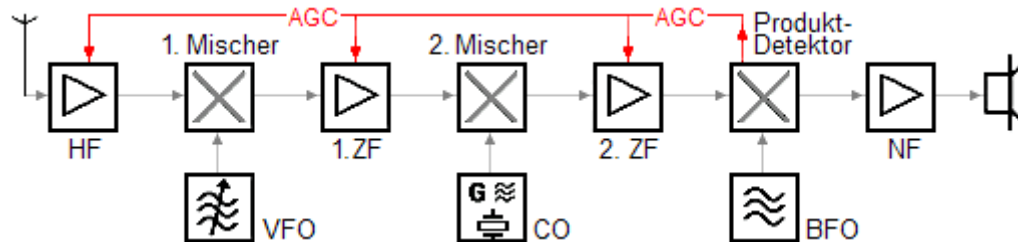
Produkt-Detektor = Erkennt das Produkt der Signale der letzten ZF, und des Trägerzusatz-Generators (**BFO**) und stellt daraus das NF-Signal her.

Es werden nur die linear arbeitenden Stufen geregelt.

Mischer arbeiten nonlinear.

**TF203** Was bewirkt die AGC (automatic gain control) bei einem starken Empfangssignal ?

Lösung: Sie reduziert die Verstärkung der HF- und ZF-Stufen.



**AGC = Automatic Gain Control** = deutsch: AVR = Automatische Verstärkungsregelung.

Die Regelspannung wird vom Produktdetektor bereitgestellt.

Schwankungen der Empfangsfeldstärke z.B. Schwund werden damit ausgeregelt.

Produkt-Detektor = Erkennt das Produkt der Signale der letzten ZF, und des Trägerzusatz-Generators (**BFO**) und stellt daraus das NF-Signal her.

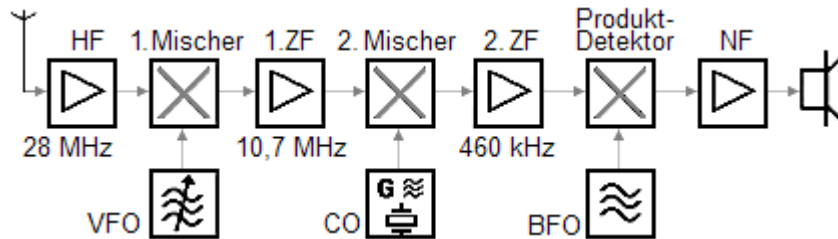
Es werden nur die linear arbeitenden Stufen geregelt.

Die Verstärkung der HF- und ZF-Stufen wird herabgeregelt.

**TF204**

Ein Doppelsuper hat eine erste ZF von 10,7 MHz und eine zweite ZF von 460 kHz.  
Die Empfangsfrequenz soll 28 MHz sein.  
Welche Frequenz sind für den VFO und den CO erforderlich,  
wenn die Oszillatoren oberhalb der Mischer-Eingangssignale schwingen sollen ?

Lösung: Der VFO muss bei 38,70 MHz und der CO bei 11,16 MHz schwingen.



Der VFO:  $28 \text{ MHz} + 10,7 \text{ MHz} = 38,7 \text{ MHz}$

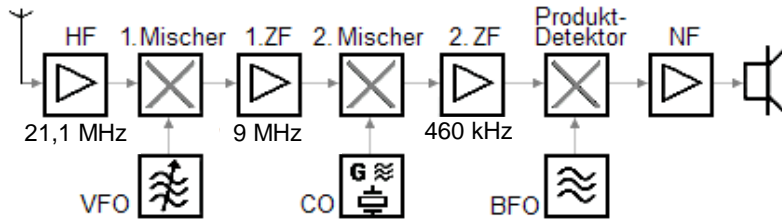
Der CO:  $10,7 \text{ MHz} + 0,460 \text{ MHz} = 11,16 \text{ MHz}$

Die Oszillatoren schwingen oberhalb der Mischer-Eingangsfrequenzen.

**TF205**

Ein Doppelsuper hat eine erste ZF von 9 MHz und eine zweite ZF von 460 kHz.  
Die Empfangsfrequenz soll 21.1 MHz sein.  
Welche Frequenz sind für den VFO und den CO erforderlich,  
wenn die Oszillatoren oberhalb der Mischer-Eingangssignale schwingen sollen ?

Lösung: Der VFO muss bei 30,1 MHz und der CO bei 9,46 MHz schwingen.



Der VFO:  $21,1 \text{ MHz} + 9 \text{ MHz} = 30,1 \text{ MHz}$

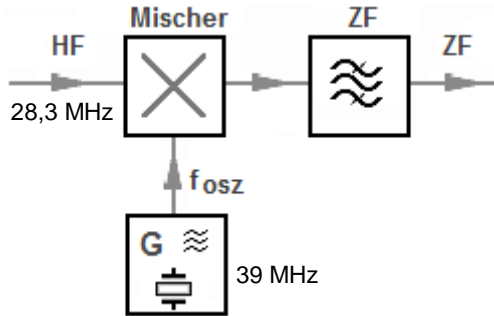
Der CO:  $9 \text{ MHz} + 0,460 \text{ MHz} = 9,46 \text{ MHz}$

Die Oszillatoren schwingen oberhalb der Mischer-Eingangsfrequenzen.

**TF301**

In der folgenden Schaltung können bei einer Empfangsfrequenz von 28,3 MHz und einer Oszillatorfrequenz von 39 MHz Spiegelfrequenzstörungen bei

Lösung: 49,7 MHz auftreten.



Wenn die Oszillatorfrequenz höher liegt als die Empfangsfrequenz - wie hier, dann ist zur Empfangsfrequenz 2-mal die ZF hinzuzuzählen, um die Spiegelfrequenz zu erreichen.

2 Zahlen sind bekannt:

**28,3** und **39** MHz.

Daraus läßt sich die ZF errechnen:

$$39 - 28,3 = \mathbf{10,7 \text{ MHz.}}$$

Spiegelfrequenz:

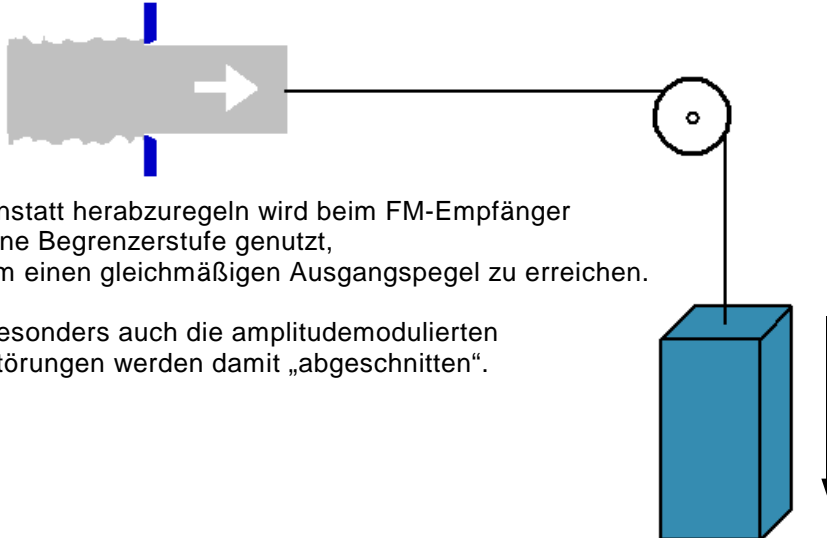
$$28,3 + 10,7 + 10,7 = \mathbf{49,7 \text{ MHz}}$$

Wenn die Oszillatorfrequenz > Eingangsfrequenz, dann  $f_{sp} = \text{Eingangsfrequenz} + 2 \times \text{ZF}$ .



**TF302** Der Begrenzerverstärker eines FM-Empfängers ist ein Verstärker,

Lösung: der sein Ausgangssignal ab einem bestimmten Eingangspegel begrenzt.



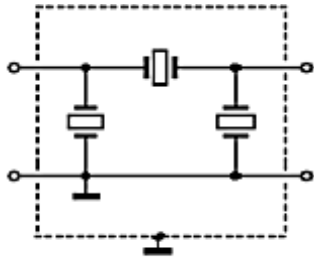
Anstatt herabzuregeln wird beim FM-Empfänger eine Begrenzerstufe genutzt, um einen gleichmäßigen Ausgangspegel zu erreichen.

Besonders auch die amplitudemodulierten Störungen werden damit „abgeschnitten“.

. . . ab einem bestimmten Eingangspegel begrenzt.

**TF303** Welcher der folgenden als Bandpass einsetzbaren Bauteile verfügt am ehesten über die geringste Bandbreite ?

Lösung: Ein Quarzkristall



Quarzfilter



Mit Quarzen lassen sich sehr steiflankige Quarzfilter mit unterschiedlichen Bandbreiten für alle Betriebsarten herstellen. Es werden für einen Bandpaß mehrere Quarze dazu miteinander kombiniert.

Feste Materialien schwingen wie die Stimmgabel nur mit einer eigenen Frequenz .

**TF401** Die Empfindlichkeit eines Empfängers bezieht sich auf die

Lösung: Fähigkeit des Empfängers, schwache Signale zu empfangen.

**Die vorgegebenen falschen Antworten sind leicht zu durchschauen :**

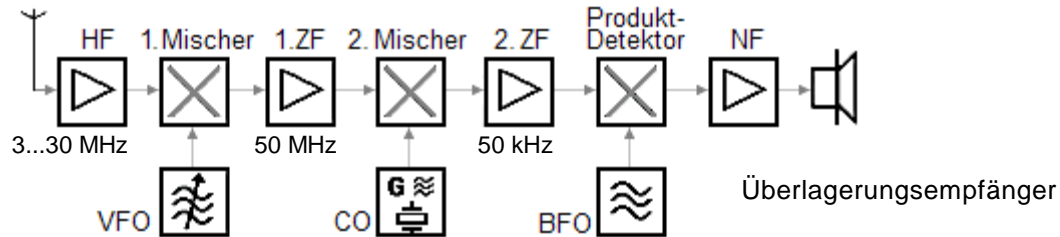
- > **Die Stabilität eines Oszillators hält den Empfänger auf der Sollfrequenz.**
- > **Die Bandbreite ist für die Selektivität wichtig.**
- > **Unterdrückung starker Signale hat nichts mit Empfindlichkeit zu tun.**

Fazit: Die Empfindlichkeit eines Empfängers bezieht sich auf die Fähigkeit, schwache Signale möglichst störungsarm bzw. -frei zu empfangen.

Die blauen Zeilen beziehen sich auf die falschen Auswahl-Antworten

**TF402** Welchen Vorteil bietet ein Überlagerungsempfänger gegenüber einem Geradeaus-Empfänger ?

Lösung: Bessere Trennschärfe.



Geradeaus- Empfänger : Alle Stufen arbeiten auf der Empfangsfrequenz.

Superhets wie hier dargestellt arbeiten mittels Mischung zu einer Zwischenfrequenz, wobei die letzte ZF die Trennschärfe bestimmt .

Vor- und Spiegelselektion erfolgt durch das erste Filter und die erste ZF. Trennschärfe erreicht das zweite ZF-Filter.

Filterkreise weisen eine prozentuale Bandbreite auf.  
Im oben gezeichneten Teil eines Empfänger- Blockschaltbildes ist die erste ZF auf 50 MHz.

Nehmen wir an, die Bandbreite des Filters sei 10% davon.  
Dann kommt man auf die Bandbreite = 5 MHz  
Die gleiche prozentuale Bandbreite vom 50 kHz-Filter der zweiten ZF beträgt demnach nur 5 kHz.

Geradeaus- Empfänger arbeiten durchgehend auf der Empfangsfrequenz - ohne Mischung.

**TF403**

Um wie viel S-Stufen müsste die S-Meter-Anzeige Ihres Empfängers steigen, wenn Ihr Partner die Sendeleistung von 10 Watt auf 40 Watt erhöht ?

Lösung: Um eine S-Stufe

$$dB = \text{Verstärkung} \frac{P_{\text{ausg}}}{P_{\text{eing}}} (\text{Log}) \cdot 10$$

**Rechenweg:**  $P_{\text{ausg}} / P_{\text{eing}} = 4$ ;  $4 \cdot \text{Log} = 0,602$ ;  $0,602 \cdot 10 = 6,02 \text{ dB}$

### Leistungsverstärkung :

1 dB = 1,259-fach

2 dB = 1,585-fach

3 dB = 2-fach

4 dB = 2,51-fach

5 dB = 3,16-fach

6 dB = 4-fach

10 dB = 10-fach

20 dB = 100-fach

30 dB = 1000-fach

40 dB = 10 000-fach

6 dB = eine S-Stufe.

**TF404**

Ein Funkamateurlautsprecher kommt laut S-Meter mit S7 an. Dann schaltet er seine Endstufe ein und bittet um einen erneuten Rapport. Das S-Meter zeigt S 9 + 8 dB.  
Um welchen Faktor müsste der Funkamateurlautsprecher seine Leistung erhöht haben ?

Lösung: 100-fach

$$\text{Leistungsverhältnis } \frac{P_{\text{ausg}}}{P_{\text{eing}}} = 10^{\frac{\text{dB}}{10}}$$

**Rechenweg:** 2 S-Stufen = 12 dB und 8 dB = 20 dB  
10 hoch Zehntel dB =  $1 \cdot 10^2$  = 100-fach

**Leistungsverstärkung :**

1 dB = 1,259-fach	6 dB = 4-fach
2 dB = 1,585-fach	10 dB = 10-fach
3 dB = 2-fach	20 dB = 100-fach
4 dB = 2,51-fach	30 dB = 1000-fach
5 dB = 3,16-fach	40 dB = 10 000-fach

$10^2 = 1$  [EXP] 2 ( Einmal zehn hoch zwei ).

**TF405** Ein Funkamateurl hat eine Endstufe, welche die Leistung verzehnfacht (von 10 auf 100 Watt). Ohne seine Endstufe zeigt Ihr S-Meter genau S8. Auf welchen Wert müßte die Anzeige Ihres S-Meters ansteigen, wenn er die Endstufe dazuschaltet ?

Lösung: S 9 + 4 dB

$$dB = \text{Verstärkung} \frac{P_{\text{ausg}}}{P_{\text{eing}}} (\text{Log}) \cdot 10$$

**Rechenweg:**  $100 \div 10 \text{ W} = \text{Faktor } 10$   
 $10 [\text{Log}] = 1 \times 10 = 10 \text{ dB} = 1 \text{ S-Stufe} + 4 \text{ dB}$

### Leistungsverstärkung :

1 dB = 1,259-fach	6 dB = 4-fach
2 dB = 1,585-fach	10 dB = 10-fach
3 dB = 2-fach	20 dB = 100-fach
4 dB = 2,51-fach	30 dB = 1000-fach
5 dB = 3,16-fach	40 dB = 10 000-fach

Eine S-Stufe und 4 dB.

**TF406** Wie groß ist der Unterschied von S4 nach S7 in dB ?

Lösung: 18 dB

**Rechenweg:** Je S-Stufe = 6 dB d.h.  $3 \times 6 = 18$  dB

### Leistungsverstärkung :

1 dB = 1,259-fach	6 dB = 4-fach
2 dB = 1,585-fach	10 dB = 10-fach
3 dB = 2-fach	20 dB = 100-fach
4 dB = 2,51-fach	30 dB = 1000-fach
5 dB = 3,16-fach	40 dB = 10 000-fach

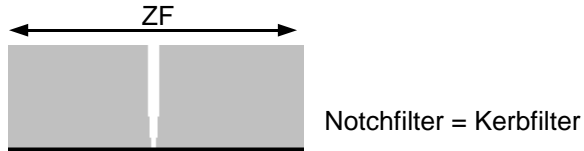
Drei S-Stufen = 18 dB.



**TF407**

Welche Baugruppe könnte in einem Empfänger gegebenenfalls dazu verwendet werden, um einen schmalen Frequenzbereich zu unterdrücken, in dem Störungen empfangen werden ?

Lösung: Notchfilter



Der hier grau gezeichnete Empfangspegel des ZF-Verstärkers läßt sich mit einer schmalbandigen Kerbe durch Einschalten des Notchfilters versehen.

Diese Kerbe ist über die Bandbreite der ZF verstellbar und wird genau mit dem Störsignal in Deckung gebracht.  
Ergebnis: Störung wird unterdrückt....

Notchfilter = Kerbfilter.

**TF408** Was bedeutet an einem Abstimmelement eines Empfängers die Abkürzung AGC ?

Lösung: Automatische Verstärkungsregelung.

**Automatic Gain Control:**

HF- und ZF- Stufen werden von einer Regelspannung mehr oder weniger herabgeregelt. Feldstärkeschwankungen werden damit ausgeglichen.

Die Regelspannung wird automatisch größer und regelt mehr abwärts, wenn das Eingangssignal ansteigt.

Mit dem Einsteller **AGC** läßt sich die Wirkung der Verstärkungsregelung dosieren.

Bei Sendern wird eine sog. **ALC** (Automatic Level Control) zur Begrenzung der Ausgangsleistung eingesetzt.

**Automatic Gain Control = Automatische Verstärkungsregelung.**

**TF409**

Welche Baugruppe könnte in einem Empfänger gegebenenfalls dazu verwendet werden, impulsförmige Störungen auszublenden ?

Lösung: Noise Blanker.

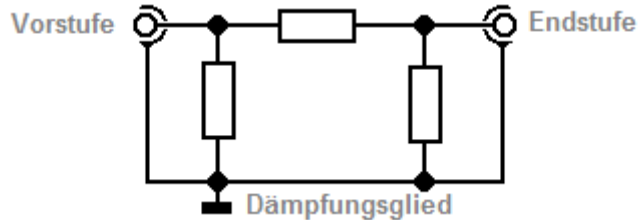
**Noise Blanker = Stör-Austaster**

Diese Schaltungseinheit reagiert auf eine Störung, indem sie den Beginn der Störung als Startsignal zum sehr kurzzeitigen Unterbrechen des NF-Signals benutzt.

Stör-Austaster.

**TG101** Wie kann die hochfrequente Ausgangsleistung eines SSB-Senders vermindert werden ?

Lösung: Durch die Verringerung der NF- Ansteuerung und /oder durch Einfügung eines Dämpfungsgliedes zwischen Steuersender und Endstufe.



Bei SSB-Betrieb steuert die Mikrofon-Lautstärke die Leistung des HF-Signals. Mit dem Regler 'Mike Gain' hat man eine Möglichkeit zum Dosieren der Leistung.

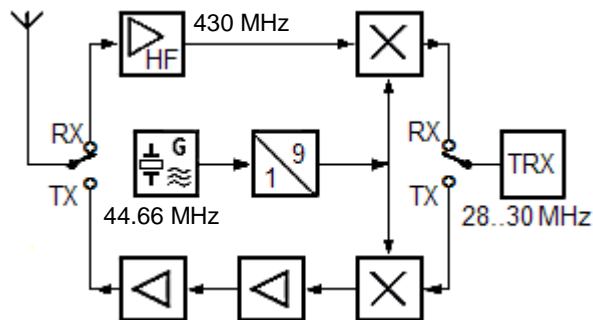
Leiseres Sprechen ist eine zweite Möglichkeit.

Ein Widerstands-Dämpfungsglied (Bild) könnte auch benutzt werden.

Es gibt bei SSB- Sendern eine sog. ALC (Automatic- Level- Control) deren Regelstärke einstellbar ist.

**TG102** Welche der nachfolgenden Antworten trifft für die Wirkungsweise eines Transverters zu ?

Lösung: Ein Transverter setzt beim Empfangen z.B. ein 70-cm-Signal in das 10-m-Band, und beim Senden das 10-m-Sendesignal auf das 70cm-Band um.



Transverter 430 - 432 MHz ... 28 - 30 MHz

**Transmitter- Konverter**,  
das Kunstwort ist **Transverter**.  
Ein Sende- und Empfangsfrequenz-Umsetzer.

Wir sehen eine Antenne, die auf den Empfängerzweig (oberer Zweig) geschaltet ist.

Eine HF-Vorstufe wird durchlaufen.

Es folgt ein Mischer, dem die 9-fache Frequenz des Quarzoszillators = **402 MHz** zugeführt wird, um auf **28 MHz** zu mischen.

**402 + 28 MHz = 430 MHz.    402 + 30 = 432 MHz**

Der nachgeschaltete TRX kann bis 30 MHz abgestimmt werden, und sendet und empfängt nun die Frequenzen 430 - 432 MHz.

Im Sendefall werden dem 28 - 30 MHz- Signal im unteren Zweig die 402 MHz zugemischt. Dann folgen im Sendezweig Treiber, Endstufe und Antenne.

Sende- und Empfangsfrequenz-Umsetzer.

**TG103** Was kann man tun, wenn der Hub bei einem Handfunkgerät oder Mobiltransceiver zu groß ist ?

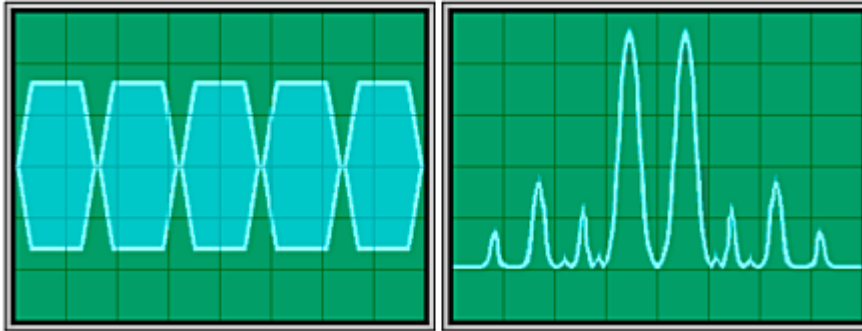
Lösung: Leiser ins Mikrofon sprechen.



Der Hub ist u.a. auch von der Lautstärke abhängig, mit der man ins Mikrofon spricht, also von der erzeugten Mikrofonspannung.

**TG104** Was bewirkt in der Regel eine zu hohe Mikrofonverstärkung bei einem SSB-Transceiver ?

Lösung: Splatter bei Stationen, die auf dem Nachbarkanal arbeiten.



Das Signal wird in den Modulationsspitzen begrenzt. (Bild links)  
Die Spektrumanalyse zeigt zahlreiche Nebenprodukte. (Bild rechts).  
Die beiden großen Amplituden sind oberes und unteres Seitenband.

Splatter = etwa: Hereinspritzen /-fetzen, von der Nachbarfrequenz.

Splatter vom Nachbarkanal.

**TG105** Was bewirkt eine zu geringe Mikrofonverstärkung bei einem SSB-Transceiver ?

Lösung: Geringe Ausgangsleistung.

Bei SSB ist die Ausgangsleistung unmittelbar von der Modulations-Spannung abhängig.

Zu wenig Modulations-Lautstärke erzeugt schwache Sendeleistung, - zuviel kann zur Übersteuerung des Senders führen.

Das Signal wird relativ schwach sein....



**TG201** Wie heißt die Stufe in einem Sender, welche die Eigenschaft hat, leise Sprachsignale gegenüber den lauten etwas anzuheben ?

Lösung: Speech Processor.

Der Speech Processor ist ein Regelverstärker.

Nach einem vorzugebenden Level wird die Verstärkung bei leisen Tönen angehoben und bei lauten Tönen abgesenkt.

Speech-Prozessor = Sprachprozessor — ein Regelverstärker

**TG202** Welche Schaltung in einem Sender bewirkt, daß der Transceiver allein durch die Stimme auf Sendung geschaltet werden kann ?

Lösung: VOX.

VOX-Betrieb = **V**oice **O**perating **X**mitting = Stimme bewirkt Sendung.

(In Sprechpausen hält ein einstellbarer VOX-Delay den Sender noch kurzzeitig eingeschaltet.)

Xmitting, eine im Englischen verwendete Abkürzung für Sendung - wie z.B. auch bei Happy Xmas.

**TG203** Welche Anforderungen muss ein FM-Funkgerät erfüllen, damit es für die Übertragung von Packet-Radio mit 9600 Baud geeignet ist ?

Lösung: Es muss sende- und empfangsseitig den NF-Frequenzbereich von 20 Hz bis 6 kHz möglichst linear übertragen können. Die Zeit für die Sende-Empfangsumschaltung muss so kurz wie möglich sein, z.B. < 10 ... 100 ms.



9600 Zeichen pro Sekunde, belegen ein größeres Frequenzband als 1200 Baud. Aus dem Grund müssen Sender und Empfänger bis 6 kHz linear arbeiten.

Die PLL- Systeme von Sender und Empfänger brauchen eine Zeitspanne, (TX-Delay bis 100 Millisekunden) bis sie auf der Sollfrequenz ankommen, bis das PLL-System „ingerastet“ ist.

Diese Zeitspanne schimpft sich „TX-Delay“ = Sende-Verzögerung.

**TG301** Ein Sender mit 1 Watt Ausgangsleistung ist an eine Endstufe mit einer Verstärkung von 10 dB angeschlossen. Wie groß ist der Ausgangspegel der Endstufe ?

Lösung: 10 dBW

$$\text{Formel: Leistungsverhältnis} = 10^{\frac{\text{dB}}{10}}$$

Das heißt : Leistungsverhältnis = 10 hoch zehntel dB

$$10 \text{ dB geteilt durch } 10 = 10^1$$

$$10^1 = 10\text{-fach (Verstärkungsfaktor)}$$

$$1 \text{ Watt verzehnfachen} = 10 \text{ dBW}$$

Aus 1 Watt wird bei einer Verstärkung um 10 dB eine Leistung von 10 Watt.  
(Die Antwort **dBW** kann verunsichern! Gibt es nur bei Angabe des Pegels).  
Am Rechengang ändert sich nichts, gegenüber 'normaler' dB- Berechnung.

$$10^1 = 1 \text{ [EXP] } 1 \quad (\text{Einmal zehn hoch eins})$$

**TG302**

Ein HF-Leistungsverstärker hat einen Gewinn von 16 dB.  
Welche HF-Ausgangsleistung ist zu erwarten, wenn der Verstärker mit 1 W HF-Eingangsleistung angesteuert wird ?

Lösung: 40 W

$$\text{Formel: Leistungsverhältnis} = 10^{\frac{\text{dB}}{10}}$$

Das heißt : Leistungsverhältnis = 10 hoch zehntel dB

<b>Taschenrechner:</b>	<b>&gt; Eingabe</b>	<b>= Ausgabe</b>
Zehntel-dB =	> 16 dB ÷ 10	= 1,6
Leistungsverhältnis	> 1,6 • [10 <sup>x</sup> ]	= 39,8-fach
Ausgangspegel	> 1 W • 39,8	= ca. 40 Watt

### Leistungsverstärkung :

1 dB = 1,259-fach  
 2 dB = 1,585-fach  
 3 dB = 2-fach  
 6 dB = 4-fach  
 10 dB = 10-fach  
 20 dB = 100-fach  
 30 dB = 1000-fach  
 40 dB = 10 000-fach

Noch einfacher, wenn man sich überlegt: 10 dB ist eine Verzehnfachung,  
und 6 dB ist eine Vervierfachung.

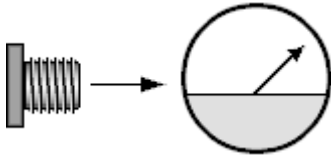
Dann sind 16 dB eine Verstärkung um das Vierzigfache

10 dB ist eine Verzehnfachung, und 6 dB ist eine Vervierfachung. Zusammen 40-fach.

**TG303** Die Ausgangsleistung eines Senders ist

Lösung: die unmittelbar nach dem Senderausgang messbare Leistung, bevor sie Zusatzgeräte (z.B. Anpassgeräte) durchläuft.

Man muß schon direkt am Senderausgang messen, sonst bekommt man falsche Ergebnisse.



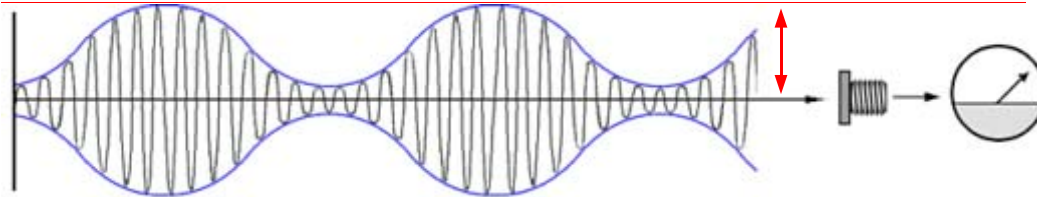
Die Bezeichnung Ausgangsleistung sagt schon, daß am Senderausgang ohne energiemindernde Zwischenschaltungen zu messen ist.

Und um eine definierte Ausgangsleistung herzustellen, moduliert man in SSB mit einem Zweitton-Sinussignal.

.....unmittelbar nach dem Senderausgang.....

**TG304** Die Spitzenleistung eines Senders ist die

Lösung: HF- Leistung bei der höchsten Spitze der Hüllkurve.



Man braucht sich nur die falschen Antworten anzusehen, um zu wissen, sie sind falsch . . .

**Spitzenleistung** ist gefragt - Angeboten wird:

- > Durchschnittsleistung einer SSB-Übertragung.
- > Spitzen-Spitzen-Leistung bei den höchsten Spitzen der Modulationshüllkurve.
- > Mindestleistung bei der Modulationsspitze.

Höchste Spitze der Hüllkurve.

**TG305** Eine Verdoppelung der Leistung entspricht wieviel dB ?

Lösung: 3 dB

Verdoppelung oder Halbierung bedeutet 2-faches  
bzw. halbes Leistungsverhältnis.

Beispiel:  $100 \div 50 = 2$

$2 \cdot \text{LOG} = 0,301 \cdot 10 = 3,01 \text{ dB}$

3 dB = Verdoppelung

6 dB = Vervierfachung = eine S- Stufe

10 dB = Verzehnfachung

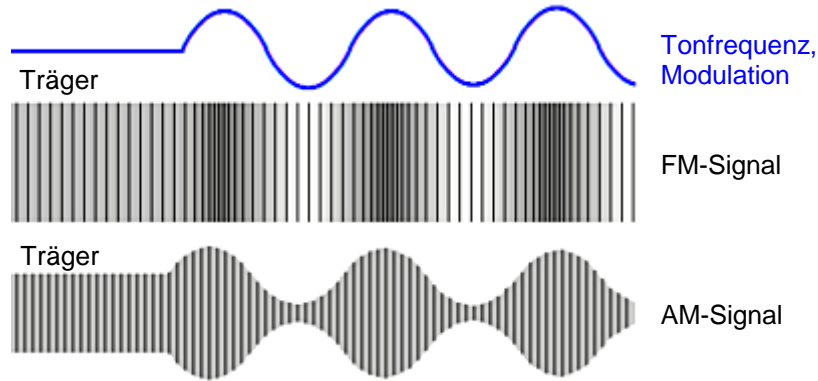
20 dB = Verhundertfachung der Leistung - usw.

3 dB = Verdoppelung.



**TG306** Die Ausgangsleistung eines FM-Senders

Lösung: wird nicht durch die Modulation beeinflusst.



Das Bild zeigt oben das Modulationssignal (blau), beginnend mit dem unmodulierten Träger.

Darunter sieht man die Wirkung auf das hochfrequente FM-Signal. Hier sollen enger folgende Striche eine höhere FM-Hochfrequenz bedeuten. Die Schwingungen erfolgen schneller aufeinander.

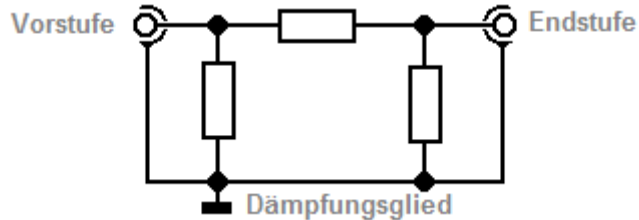
Je nach der Frequenz des Modulationssignals ändert sich die Geschwindigkeit der hochfrequenten Schwingungen, aber nicht die Amplitude. Die Sendeleistung ist also stets gleichgroß.

Für eine Gegenprobe darunter die Darstellung eines AM-Signals.

Die Ausgangsleistung eines FM-Senders wird nicht durch die Modulation beeinflusst. Aber die Frequenz.

**TG307** Wie wird in der Regel die hochfrequente Ausgangsleistung eines SSB-Senders vermindert ?

Lösung: Durch die Verringerung der NF- Ansteuerung und / oder durch Einfügung eines Dämpfungsgliedes zwischen Steuersender und Endstufe.



Bei SSB-Betrieb steuert die Mikrofon-Lautstärke die Leistung des HF-Signals. Mit dem Regler 'Mike Gain' hat man eine Möglichkeit zum Dosieren der Leistung.

Leiseres Sprechen ist eine zweite Möglichkeit.

Ein Widerstands-Dämpfungsglied (Bild) könnte auch benutzt werden.

Es gibt bei SSB- Sendern eine sog. ALC (Automatic- Level- Control) deren Regelstärke einstellbar ist.

**TG401** Was kann man tun, wenn der Hub bei einem Handfunkgerät oder Mobiltransceiver zu groß ist ?

Lösung: Leiser ins Mikrofon sprechen.



Der Hub ist u.a. auch von der Lautstärke abhängig, mit der man ins Mikrofon spricht, also von der erzeugten Mikrofonspannung.

**TG402** In welcher der folgenden Antworten sind Betriebsarten üblicher Kurzwellentransceiver aufgezählt ?

Lösung: USB, LSB, FM, AM, CW.

USB : SSB Oberes Seitenband (Upper-Sideband)  
LSB : SSB Unteres Seitenband (Lower-Sideband)  
FM : Frequenzmodulation  
AM : Amplitudenmodulation  
CW : Morsetelegraphie (Continuous-Wave)

In den falschen Antworten sind Betriebsarten aufgeführt, die nur mit Zusatzgeräten (Modems, TNCs, u.ä.) realisierbar sind, und die der Transceiver standardmäßig nicht anbietet:

**> PSK31, SSTV, Amtor, Pactor.**

USB, LSB, FM, AM, CW sind richtig.

**TG403** Wenn man beim Funkbetrieb die Empfangsfrequenz gegenüber der Sendefrequenz geringfügig verstellen möchte, muß man

Lösung: die RIT bedienen.

**R**ceiver **I**ncremental **T**uning, = Empfänger Zusatz Abstimmung,  
(auch Empfänger-Feinverstimmung) - wird auch Clarifier genannt.

Wenn Sender und Empfänger auf geringfügig ungleicher Frequenz arbeiten.

**TG404** Wie wird die Taste am Mikrofon bezeichnet, mit der man einen Transceiver auf Sendung schalten kann ?

Lösung: PTT

**PTT** : **P**ush **T**o **T**alk - Wörtlich: drücken zum Sprechen

**TG405** Wie wird der Funkbetrieb bezeichnet, bei dem man einen Transceiver allein durch die Stimme auf Sendung schalten kann ?

Lösung: VOX-Betrieb

VOX-Betrieb = **V**oice **O**perating **X**mitting = Stimme bewirkt Sendung.

(In Sprechpausen hält ein einstellbarer VOX-Delay den Sender noch kurzzeitig eingeschaltet.)

Xmitting, eine im Englischen verwendete Abkürzung für Sendung - wie z.B. auch bei Happy Xmas.

**TG501** Wodurch werden Tastklicks bei einem CW-Sender hervorgerufen ?

Lösung: Durch zu steile Flanken der Tastimpulse.



CW-Sender = Morse-Telegrafie-Sender.

CW = Continuous Wave = Kontinuierliche Welle.  
Der Sender sendet entweder den unmodulierten Träger - oder - nichts.  
Dieses Ein-/Ausschalten des Senders erzeugt Rechtecksignale.



Rechtecksignale stören Ohren und Nachbarfrequenzen.



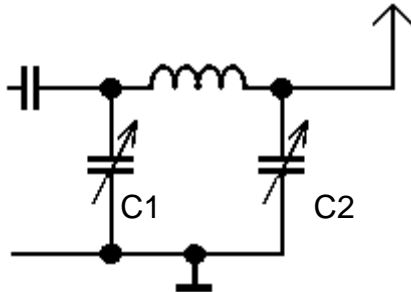
Mit einem Filter, das der Taste nachgeschaltet ist, werden die Zeichen erst allmählich wirksam, und klingen auch allmählich wieder ab.

. . . zu steile Flanken . . .



**TG502** Welches Filter wäre zwischen Senderausgang und Antenne eingeschleift am besten zur Verringerung der Oberwellenausstrahlung geeignet ?

Lösung: Ein Tiefpassfilter.



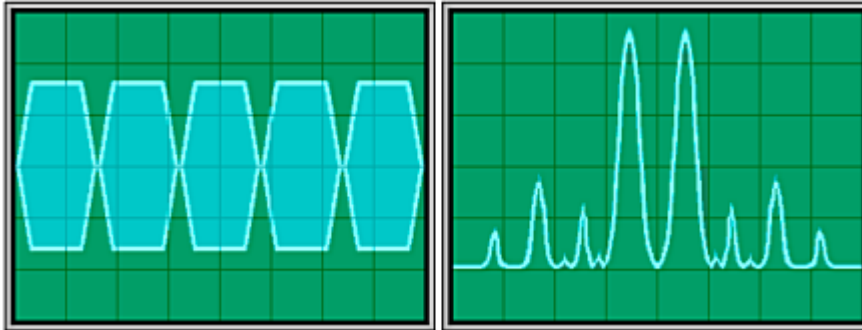
Ein Tiefpaß, der hier als Pi-Filter geschaltet ist.

Mit C1 und C2 läßt sich Resonanz und Anpassung an die Endstufe und an die Antenne einstellen.

Pi- Filter von seinem Aussehen, wie der griechische Buchstabe  $\pi$ .

**TG503** Um Nachbarkanalstörungen zu minimieren sollte die Übertragungsbandbreite bei SSB

Lösung: höchstens 3 kHz betragen.



Wenn mehr als 3 kHz Bandbreite vorhanden sind, beginnen Nachbarkanalstörungen.

Größere Überschreitungen:

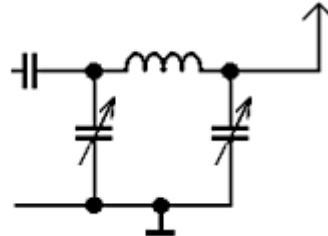
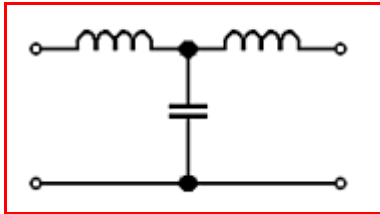
Das Signal wird in den Modulationsspitzen begrenzt. (Bild links)

Die Spektrumanalyse zeigt zahlreiche Nebenprodukte. (Bild rechts)

Höchstens 3 kHz .

**TG504** Welche Schaltung wäre zwischen Senderausgang und Antenne eingeschleift am besten zur Verringerung der Oberwellenausstrahlungen geeignet ?

Lösung: Im roten Rahmen.



Oberwellenausstrahlung verhindert man mit einem Tiefpaß.  
Tiefpässe sind so gebaut, daß sich der Kondensator nie in der Signal-Leitung (oben) befindet.

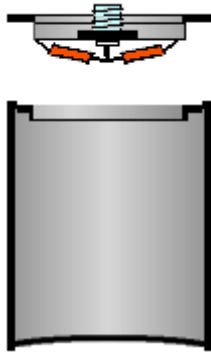
In allen anderen Antworten sind es Hochpässe,  
bei denen der Kondensator in der Signalleitung ist.

Links der gefragte Tiefpass, und rechts ein gebräuchliches Pi-Filter,  
wie es zwischen Sender-Endstufe und Antenne geschaltet wird.

Rot umrandet: Ein Tiefpaß.

**TG505** Bei der erstmaligen Prüfung eines Senders sollten die Signale zunächst

Lösung: in eine künstliche 50  $\Omega$ -Antenne eingespeist werden.



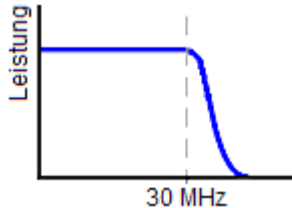
Eine Kunstantenne ist ein Sender-Abschlußwiderstand, der die Sende-Energie nicht nach außen dringen läßt. Sie wird in einem geschlossenen Abschirm-Gehäuse in Widerstände eingespeist, die die HF in Wärme umsetzen.

Das Bild zeigt eine Drückdeckel-Dose in deren Deckel eine HF-Buchse angebracht ist. Am Anschlußpin der HF-Buchse sind die Lastwiderstände gegen Masse angelötet.

Kunstantennen, (Dummy-Load) dienen zu Meßzwecken und zur Einstellung einer Senderstufe.

**TG506** Welche Filtercharakteristik würde sich am besten für einen KW-Mehrband-Sender eignen ?

Lösung: Das angezeigte Filterdiagramm.



### Ein Tiefpaßfilter.

Die Frequenzen aller Kurzwellenbänder sind durchzulassen.  
Die Kurzwellenbänder enden bei 30 MHz.

Ein Filter das die Frequenzen oberhalb 30 MHz nicht durchläßt ist angebracht.

Die Wirkung eines Tiefpasses im Durchlaßdiagramm.

**TH101** Was sind typische KW-Amateurfunksendeantennen ?

Lösung: Langdraht-Antenne, Groundplane-Antenne, Yagiantenne, Dipolantenne, Windom-Antenne, Delta-Loop-Antenne.

**Für Kurzwellen**

**Delta-Loop**  
**Langdraht**  
**Groundplane**  
**Yagi**  
**Dipol**  
Rhombus  
Cubical-Quad  
**Windom-Antenne**  
J-Antenne  
W3DZZ

**Für UHF / VHF**

Yagi  
Groundplane  
HB9CV-Antenne  
Kreuzyagi  
Dipol-Antenne  
Langyagi-Antenne  
J-Antenne  
Sperrtopf  
Quad-Antenne  
Helix-Antenne

**Für SHF**

Hornstrahler  
Parabolspiegel  
Helix-Antenne  
Groundplane  
Yagi-Antenne  
Langyagi-Antenne  
Quad-Antenne  
Gruppenantennen

**Gestockte Yagi, Gruppenantennen und Kreuzyagiantennen sind keine KW-Antennen.**

**TH102** Welche Antennenformen werden im VHF-UHF-Bereich bei den Funkamateuren in der Regel **nicht** verwendet ?

Lösung: Langdraht-Antenne

**Für Kurzwellen**

Delta-Loop  
**Langdraht**  
Groundplane  
Yagi  
Dipol  
Rhombus  
Cubical-Quad  
Windom-Antenne  
J-Antenne  
W3DZZ

**Für UHF /VHF**

Yagi  
Groundplane  
HB9CV-Antenne  
Kreuzyagi  
Dipol-Antenne  
Langyagi-Antenne  
J-Antenne  
Sperrtopf  
Quad-Antenne  
Helix-Antenne

**Für SHF**

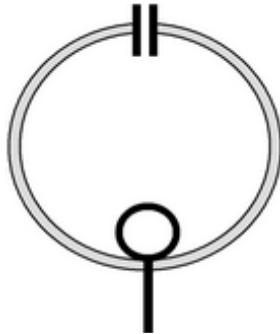
Hornstrahler  
Parabolspiegel  
Helix-Antenne  
Groundplane  
Yagi-Antenne  
Langyagi-Antenne  
Quad-Antenne  
Gruppenantennen

Im VHF und UHF- Bereich sind nur Antennen mit kleineren Abmessungen anzutreffen.

## TH103

Welche magnetischen Antennen eignen sich für Sendebetrieb und strahlen dabei im Nahfeld ein starkes magnetisches Feld ab ?

Lösung: Magnetische Ringantennen mit einem Umfang von etwa  $\lambda / 10$ .



### Prinzip einer Magnetringantenne.

Sie ist ein Schwingkreis mit einer Spule, die nur eine Windung hat. Oben sieht man den Schwingkreiskondensator, mit dem auf die exakte Frequenz abgestimmt wird.

Es wird vorwiegend die magnetische Komponente der Antenne wirksam. Im Strommaximum erfolgt über eine Koaxial-Kabel- Koppelspule die Speisung.

Die Antenne ist sehr schmalbandig - nur wenige kHz - und kann deshalb sehr wirkungsvoll Störungen ausblenden.

Ringantennen mit einem Umfang von etwa  $\lambda / 10$ .



**TH104** Berechnen Sie die elektrische Länge eines  $5/8 \lambda$  langen Vertikalstrahlers für das 10-m-Band ( 28,5 MHz ).

Lösung: 6,58 m

<b>Taschenrechner:</b>	<b>&gt; Eingaben</b>	<b>= Ausgabe</b>
<i>Lichtgeschwindigk.</i>	> <b>300 000</b> km/s	= <b>300 000</b>
<i>geteilt durch Frequenz</i>	> <b>300</b> Mio m ÷ <b>28,5</b> Mio Hz	= <b>10,526 m</b>
<i>1/8 davon</i>	> <b>10,526</b> m ÷ <b>8</b>	= <b>1,316 m</b>
<i>multipliziert mit 5</i>	> <b>1,316</b> m • <b>5</b>	= <b>6,579 m</b>

Auch diese Antenne muß noch etwas verkürzt werden, weil kapazitive Einflüsse in ihrer Umgebung auf sie einwirken.

Ein Spule verlängert den Strahler zur Gesamtlänge von  $\frac{3}{4}$  Wellenlänge, damit ein Fußpunkt-widerstand von ca. 50 Ohm erreicht wird.

Der  $\lambda 5/8$ -Strahler erreicht einen Gewinn von ca. 3 dB über Dipol.

Länge = Lambda durch 8 mal 5.

## TH105

Sie wollen verschiedene Antennen testen, ob sie für den Funkbetrieb auf Kurzwelle für das 80-m-Band geeignet sind. Man stellt Ihnen jeweils drei Antennen zur Verfügung. Welches Angebot wählen sie, um nur die drei **besonders** geeigneten Antennen testen zu müssen?

Lösung: Dipol, Delta-Loop, W3DZZ-Antenne.

### Für Kurzwellen

#### Delta-Loop

Langdraht  
Groundplane  
Yagi

#### Dipol

Rhombus  
Cubical-Quad  
Windom-Antenne  
J-Antenne

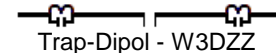
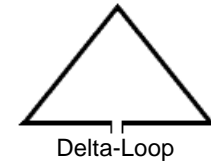
#### W3DZZ

### Für UHF /VHF

Yagi  
Groundplane  
HB9CV-Antenne  
Kreuzyagi  
Dipol-Antenne  
Langyagi-Antenne  
J-Antenne  
Sperrtopf  
Quad-Antenne  
Helix-Antenne

### Für SHF

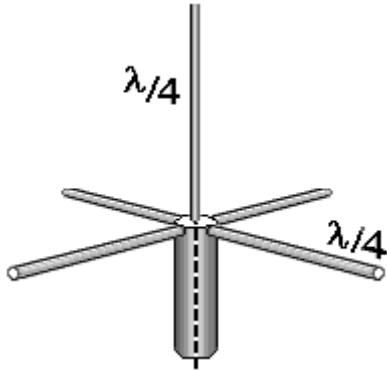
Hornstrahler  
Parabolspiegel  
Helix-Antenne  
Groundplane  
Yagi-Antenne  
Langyagi-Antenne  
Quad-Antenne  
Gruppenantennen



Besonders für 80-m geeignet sind Dipol, Delta-Loop, W3DZZ-Antenne.

**TH106** Welche Antenne gehört **nicht** zu den symmetrischen Antennen ?

Lösung: Groundplane.



Symmetrische Antennen haben in der Regel zwei gleichlange Elemente oder Elementhälften.

Ihre Speisung über Koaxialkabel erfordert die Zwischenschaltung eines Symmetriergliedes.

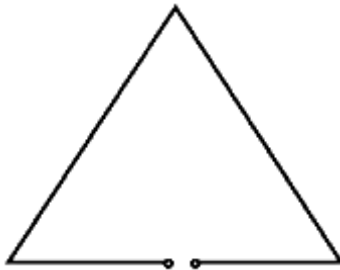
Die unsymmetrische Groundplane-Antenne weist nicht diese Gleichheit der Strahler auf.

Sie läßt sich ohne Symmetrierglieder leichter an Koaxialkabel anpassen.

Die **Groundplane** ist nicht symmetrisch. **Vorsicht ! Eine „NICHT-Frage“.**

**TH107** Wie nennt man eine Schleifenantenne, die aus drei gleichlangen Drahtstücken besteht ?

Lösung: Delta-Loop-Antenne

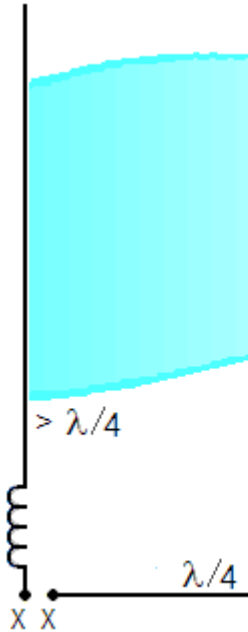


Sie sieht aus, wie der griechische Buchstabe  $\Delta$  (Delta).  
Und sie beschreibt einen Loop = eine Windung.

Eine sehr beliebte Antenne.

**TH108** Bei welcher Länge hat eine Vertikalantenne die günstigsten Strahlungseigenschaften ?

Lösung:  $5 \lambda/8$



Bei längeren Antennen als  $5/8\lambda$  bildet sich eine weitere steilstrahlendere Strahlungskeule im Diagramm aus, und deren Energie geht verloren.

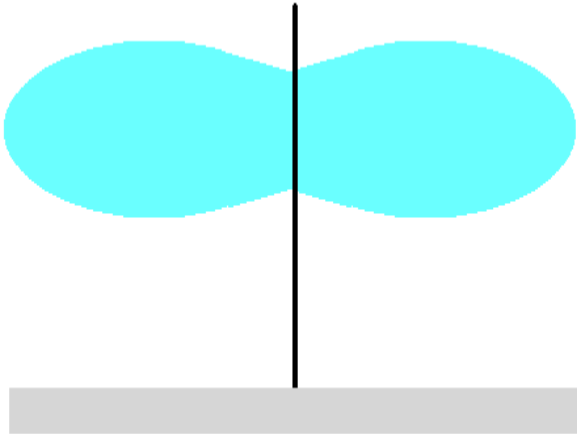
Sie ist eigentlich  $6/8$  Lambda lang, eine Spule ersetzt das letzte nichtstrahlende Achtel.

Mit Viertelwellenlangen Radials versehen ist sie recht gewinnbringend. - ca. 3 dBd.

ca. 3 dBd Gewinn.

**TH109** Eine Vertikalantenne erzeugt

Lösung: einen flachen Abstrahlwinkel.



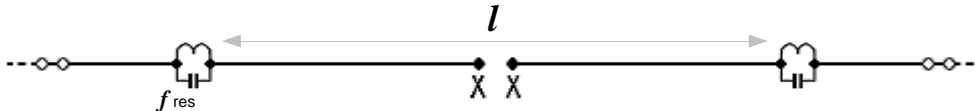
Der flache Abstrahlwinkel begünstigt ihr DX-Verhalten.

Der flache Abstrahlwinkel ermöglicht günstige Reflexion an der Ionosphäre für große Distanz (DX).

**TH110**

Sie wollen eine Zweibandantenne für 160 und 80 m selbst bauen. Welche der folgenden Antworten enthält die richtige Drahtlänge  $l$  zwischen den Schwingkreisen und die richtige Resonanzfrequenz  $f_{\text{res}}$  der Kreise ?

Lösung:  $l$  beträgt zirka 40 m,  $f_{\text{res}}$  liegt bei zirka 3,65 MHz.



Eine halbe Wellenlänge für 80 m = 40 m. Das muß auch die Länge zwischen den Sperrkreisen sein.

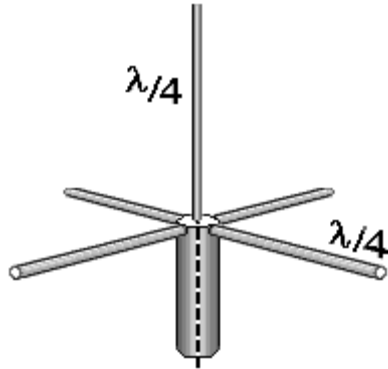
Und die Sperrkreise sind für die Mittenfrequenz des 80-m-Bandes zu bemessen - also für 3,65 MHz. Für das 80m-Band endet hier also der strahlende Teil der Antenne.

Die kurzen Drähte außerhalb der Traps bringen die Antenne auf 160m in Resonanz.

Das schimpft sich "Trap-Dipol". Trap = Falle.

**TH111** Die elektrischen Gegengewichte einer Ground-Plane-Antenne bezeichnet man auch als

Lösung: Radiale.



Die Radiale ergänzen die Antenne zu einem Halbwellenstrahler. Radiale heißen sie, weil sie radial vom Strahler weg angeordnet sind. Sie bilden ein Erdnetz nach.

Der Strahler und die Radiale dieser Groundplane sind je eine Viertel-Wellenlänge lang.

Symmetrische Antennen haben in der Regel zwei gleichförmige Elementhälften.

Ihre Speisung über Koaxialkabel erfordert die Zwischenschaltung eines Symmetriergliedes.

Unsymmetrische Antennen wie diese weisen nicht diese Gleichheit der Strahler auf.

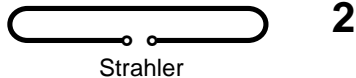
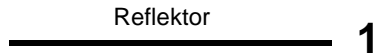
Sie lassen sich ohne Symmetrierglieder direkt an unsymmetrisches Koaxialkabel anschließen.

Sie sind radial vom Strahler weg angeordnet.



**TH112** Das folgende Bild enthält eine einfache Richtantenne.  
Die Bezeichnungen der Elemente in numerischer Reihenfolge lauten

Lösung: 1 Reflektor, 2 Strahler und 3 Direktor.



Die Speisung erfolgt  
am Faltdipol als Strahler.

Der Reflektor ist länger  
als der Strahler.


Direktoren bestimmen  
wo es lang geht.  
Die Strahlungsrichtung  
ist die Richtung:  
Strahler → Direktor.

Erfinder sind die Japaner Yagi und Uda - und so wird die Antenne auch Yagi genannt.


**TH113** An welchem Element einer Yagi-Antenne erfolgt die Energieeinspeisung ?  
Sie erfolgt am

Lösung: Strahler


Reflektor **1**



Faltdipol = Strahler **2**



Direktor **3**

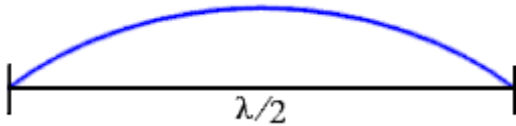


Die Speisung erfolgt  
am Faltdipol als Strahler.

Am Strahler ist der Speisepunkt.

**TH201** Welche elektrische Länge muss eine Dipolantenne haben, damit sie in Resonanz ist ?

Lösung: Sie muß ein ganzzahliges Vielfaches von  $\lambda/2$  betragen (  $n \cdot \lambda/2$ ,  $n = 1, 2, 3\dots$ ).



In einer Halbwelle ist die gesamte Information einer hochfrequenten Welle enthalten. Der Halbwellenstrahler ist folglich die realisierbare Bezugsantenne mit 0-dB- Gewinn.

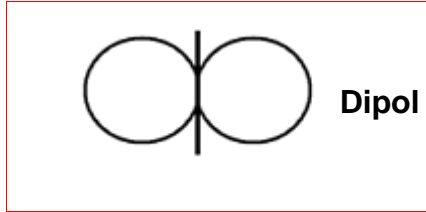
Die Antenne darf mehrere Halbwellen lang sein.

Eine theoretische, nicht realisierbare, kugelförmig strahlende Antenne, die zu Berechnungszwecken herangezogen wird, ist der Isotropstrahler, dessen Feldstärke um 2,15 dB geringer ist.

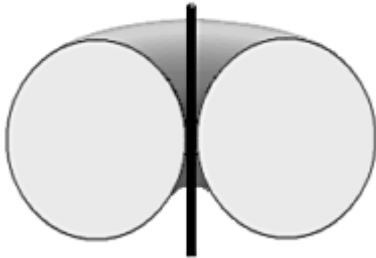
$n$ - mal  $\lambda/2$  = alle Vielfachen von  $\lambda/2$  .

**TH202** Welches Strahlungsdiagramm ist der Antenne richtig zugeordnet ?

Lösung: Dipol



Nur dieses Diagramm ist richtig !

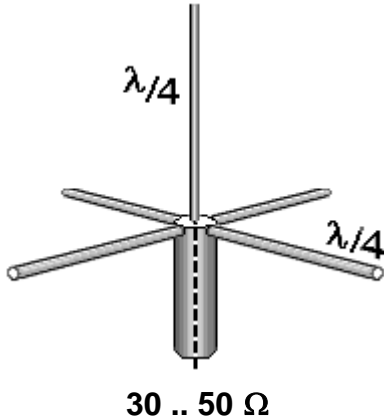


Ein Fahrradschlauch wurde um den Dipol gewickelt . . .  
So stellen wir uns das bildlich vor !

Gesucht wird das rot Umrandete.

**TH203** Welchen Eingangs- bzw. Fußpunktwiderstand hat die Grundplane ?

Lösung: ca. 30 ... 50  $\Omega$



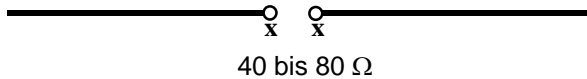
30  $\Omega$  - Das kommt dann in Frage, wenn die Radiale wie bei der Antenne auf dem Bild, horizontal angebracht sind.

Strahler und Radiale koppeln weniger kapazitiv, wenn man die Radiale auf 135° vom Strahler nach unten neigt.

Durch diese Maßnahme steigt der Fußpunktwiderstand auf ca. 50  $\Omega$ .

**TH204** Die Impedanz in der Mitte eines Halbwellendipols beträgt  
je nach Aufbauhöhe ungefähr

Lösung: ca. 40 bis 80  $\Omega$



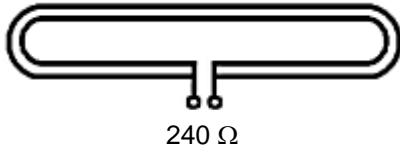
Strahler und Erdoberfläche koppeln weniger kapazitiv,  
wenn sich die Antenne weiter vom Erdboden entfernt befindet.

Die Impedanz steigt damit an.

Impedanz = Wechselstrom-Eingangswiderstand.

**TH205** Ein Faltdipol hat einen Eingangswiderstand von ungefähr

Lösung:  $240 \Omega$



Gegenüber einem gestreckten Dipol verteilen sich im Faltdipol Ströme und Spannungen wie in einem Aufwärtstransformator, der die Spannung verdoppelt, bei halbem Strom.

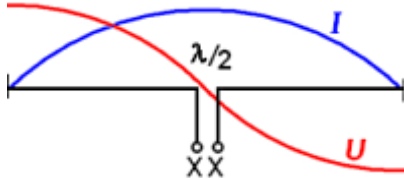
Denn der Faltdipol hat „die doppelte Windungszahl“ gegenüber dem gestreckten Dipol.

Daraus resultiert der Fußpunktswiderstand von ca. 240 Ohm.

Doppelte Spannung, halber Strom ergibt ein Verhältnis des Eingangswiderstandes von 1 zu 4.

**TH206** Ein Halbwellendipol wird auf der Grundfrequenz in der Mitte

Lösung: stromgespeist.



Am Ende einer Leitung kann kein Strom fließen.  
So bildet sich denn auch zur Mitte der Halbwelle ein **Strombauch I**,  
und ein **Spannungsknoten U** aus,  
und an den Enden kehren sich die Verhältnisse um.

Die Bezeichnungen (Knoten und Bauch) haben sie von ihrem Aussehen,  
und sollen viel oder wenig Strom bzw. Spannung symbolisieren.  
Strom und Spannung haben eine Phasenverschiebung von 90 Grad,  
wie auch bei den Schwingkreisen.

Und wo viel Strom und wenig Spannung ist, ist der Widerstand klein.  
Man bezeichnet die Speisung der Antenne deshalb als stromgespeist.

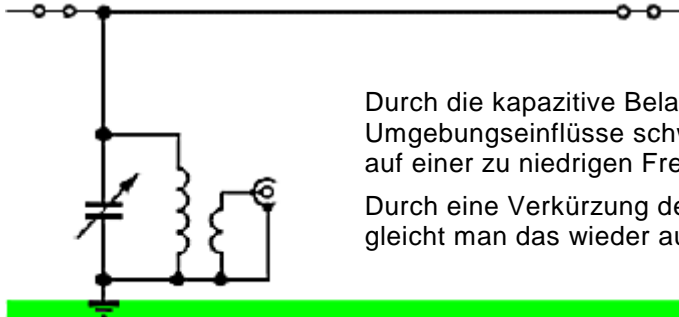
Gespeist dort, wo der Strom groß ist.



## TH207

Welcher Prozentsatz entspricht dem Korrekturfaktor, der üblicherweise für die Berechnung der Länge einer Drahtantenne verwendet wird ?

Lösung: 95 %.



Durch die kapazitive Belastung mit der Erde und durch andere Umgebungseinflüsse schwingt die Antenne auf einer zu niedrigen Frequenz.

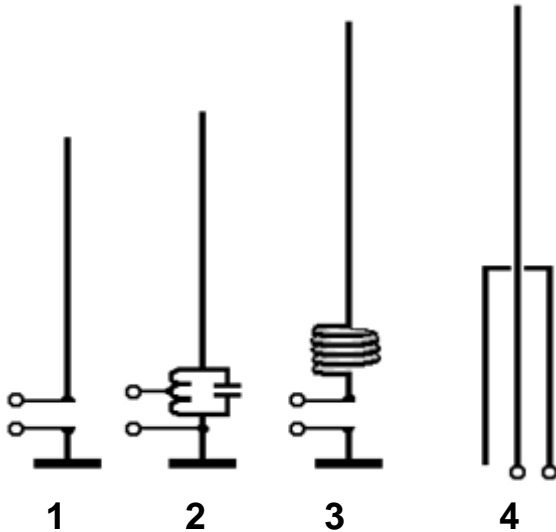
Durch eine Verkürzung des Strahlers gleicht man das wieder aus.

Vk = Verkürzungsfaktor: Die Antenne muß kürzer sein.

## TH208

Das Bild enthält verschiedene UKW- Vertikalantennen. In welcher der folgenden Zeilen ist die entsprechende Bezeichnung der Antenne richtig zugeordnet ?

Lösung: Bild 1 zeigt einen  $\lambda/4$ -Vertikalstrahler (Viertelwellenstab).

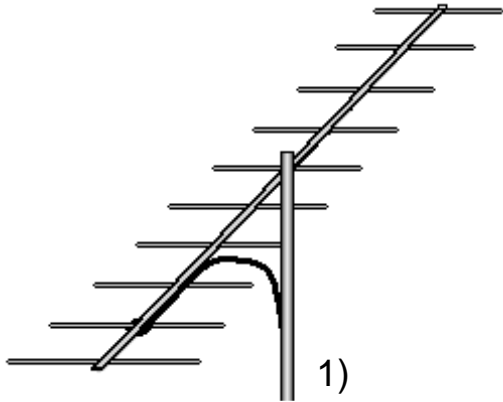


1) = Richtig ist nur der  $\lambda/4$ -Vertikalstrahler.

(Viertelwellenstab) kommt nur in der richtigen Antwort vor.

**TH209** Das Bild enthält verschiedene UKW- Antennen.  
Welche der folgenden Antworten ist richtig ?

Lösung: Bild 1 zeigt eine horizontal polarisierte Yagi-Antenne.

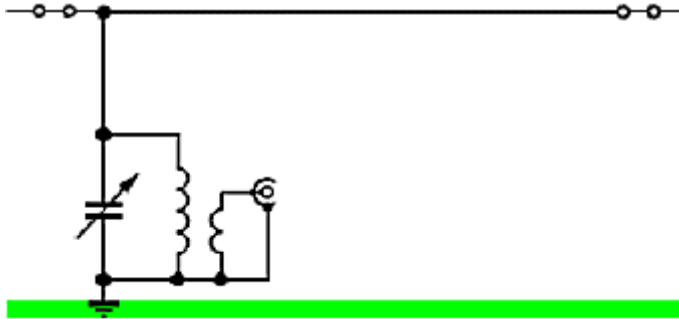


Die weiteren Bilder sind [vertikal polarisierte Antennen](#) oder [Kreuzyagis](#).

Horizontale Yagi- Richtantenne.

**TH210** Eine Drahtantenne für den Amateurfunk im KW-Bereich

Lösung: kann eine beliebige Länge haben.



Sie wird mittels Spule verlängert,  
oder mit Anpaß- oder Transformationsgliedern (Balun) elektrisch  
angepaßt.

Kann beliebig lang sein.

## TH301

Am Ende einer Leitung ist nur noch ein Viertel der Leistung vorhanden.  
Wie groß ist das Dämpfungsmaß des Kabels ?

Lösung: 6 dB

$$dB = \text{Leistungsverhältnis} \cdot \log \cdot 10$$

### Leistungsverhältnisse :

1 dB = 1,259- fache Leistungsverstärkung

2 dB = 1,585- fache Leistungsverstärkung

3 dB = 2- fache Leistungsverstärkung

**6 dB = 4- fache, (6-dB = eine S-Stufe)**

9 dB = 8- fache Leistungsverstärkung

10 dB = 10- fache Leistungsverstärkung

20 dB = 100- fache Leistungsverstärkung

30 dB = 1000- fache Leistungsverstärkung

40 dB = 10 000- fache Leistungsverstärkung

50 dB = 100 000- fache Leistungsverstärkung

60 dB = 1000 000- fache Leistungsverstärkung

70 dB = 10 000 000- fache Leistungsverstärkung

Dezi -Bel kann man einfach zusammenzählen: Angenommen es sei 14 dB :

10 dB ist = 10-fach

+ 3 dB = verdoppelt = 20-fach

multipliziert mit 1,259 (1 dB) = 25,18-fach

Ohm'sche, kapazitive und induktive Verluste bestimmen die Kabeldämpfung.

**TH302** Am Ende einer Leitung ist nur noch ein Zehntel der Leistung vorhanden.  
Wie groß ist das Dämpfungsmaß des Kabels ?

Lösung: 10 dB

$$dB = \text{Leistungsverhältnis} \cdot \log \cdot 10$$

### Leistungsverhältnisse :

1 dB = 1,259- fache Leistungsverstärkung	20 dB = 100- fache Leistungsverstärkung
2 dB = 1,585- fache Leistungsverstärkung	30 dB = 1000- fache Leistungsverstärkung
3 dB = 2- fache Leistungsverstärkung	40 dB = 10 000- fache Leistungsverstärkung
6 dB = 4- fache, (6-dB = eine S-Stufe)	50 dB = 100 000- fache Leistungsverstärkung
9 dB = 8- fache Leistungsverstärkung	60 dB = 1000 000- fache Leistungsverstärkung
<b>10 dB = 10- fache Leistungsverstärkung</b>	70 dB = 10 000 000- fache Leistungsverstärkung

Dezi -Bel kann man einfach zusammenzählen: Angenommen es sei 13 dB :

10 dB ist	= 10-fach
+ 3 dB = verdoppelt	= 20-fach

Ohm'sche, kapazitive und induktive Verluste bestimmen die Kabeldämpfung.

### TH303

Eine HF-Ausgangsleistung von 100 W wird in eine angepasste Übertragungsleitung eingespeist. Am antennenseitigen Ende der Leitung beträgt die Leistung 50 W bei einem Stehwellenverhältnis von 1:1. Wie hoch ist die Leitungsdämpfung ?

Lösung: 3 dB

$$dB = \text{Leistungsverhältnis} \cdot \log \cdot 10$$

#### Leistungsverhältnisse :

1 dB = 1,259- fache Leistungsverstärkung

2 dB = 1,585- fache Leistungsverstärkung

**3 dB = 2- fache Leistungsverstärkung**

6 dB = 4- fache, (6-dB = eine S-Stufe)

9 dB = 8- fache Leistungsverstärkung

10 dB = 10- fache Leistungsverstärkung

20 dB = 100- fache Leistungsverstärkung

30 dB = 1000- fache Leistungsverstärkung

40 dB = 10 000- fache Leistungsverstärkung

50 dB = 100 000- fache Leistungsverstärkung

60 dB = 1000 000- fache Leistungsverstärkung

70 dB = 10 000 000- fache Leistungsverstärkung

Dezi -Bel kann man einfach zusammenzählen: Angenommen es sei 12 dB :

6 dB ist = 4-fach

4-fach x 4fach = 16-fach

Ohm'sche, kapazitive und induktive Verluste bestimmen die Kabeldämpfung.

**TH304** Welcher der nachfolgenden Zusammenhänge ist richtig ?

Lösung: 0 dBm entspricht 1mW; 3 dBm entspricht 2mW; 20 dBm entspricht 100mW;

$$\text{Milliwatt} = 10^{\frac{\text{dBm}}{10}} ; \quad \text{Pegel} = 10 \cdot \text{Log} \frac{P}{P_0}$$

### dB- Milliwatt

<b>0 dBm</b>	<b>= 1 Milliwatt</b>	10 dBm	= 10 Milliwatt (0,01 Watt)
1 dBm	= 1,258 Milliwatt	<b>20 dBm</b>	<b>= 100 Milliwatt (0,1 Watt)</b>
2 dBm	= 1,584 Milliwatt	30 dBm	= 1000 Milliwatt (1 Watt)
<b>3 dBm</b>	<b>= 2 Milliwatt</b>	40 dBm	= 10 000 Milliwatt (10 Watt)
6 dBm	= 4 Milliwatt	usw . . .	
9 dBm	= 8 Milliwatt		

dBm = dB-Milliwatt • Es ist das gleiche Rechenverfahren, wie bei allen dB-Werten, nur eben in Milliwatt.



**TH305** Welche Dämpfung hat ein 25 m langes Koaxkabel vom Typ Aircell 7 bei 145 MHz ?  
(siehe hierzu beiliegendes Diagramm)

Lösung: 1,9 dB

Zwei einander ähnliche Fragen gibt es - also:  
Das Diagramm in der Formelsammlung benutzen,  
oder diese beiden Ergebnisse auswendig können:

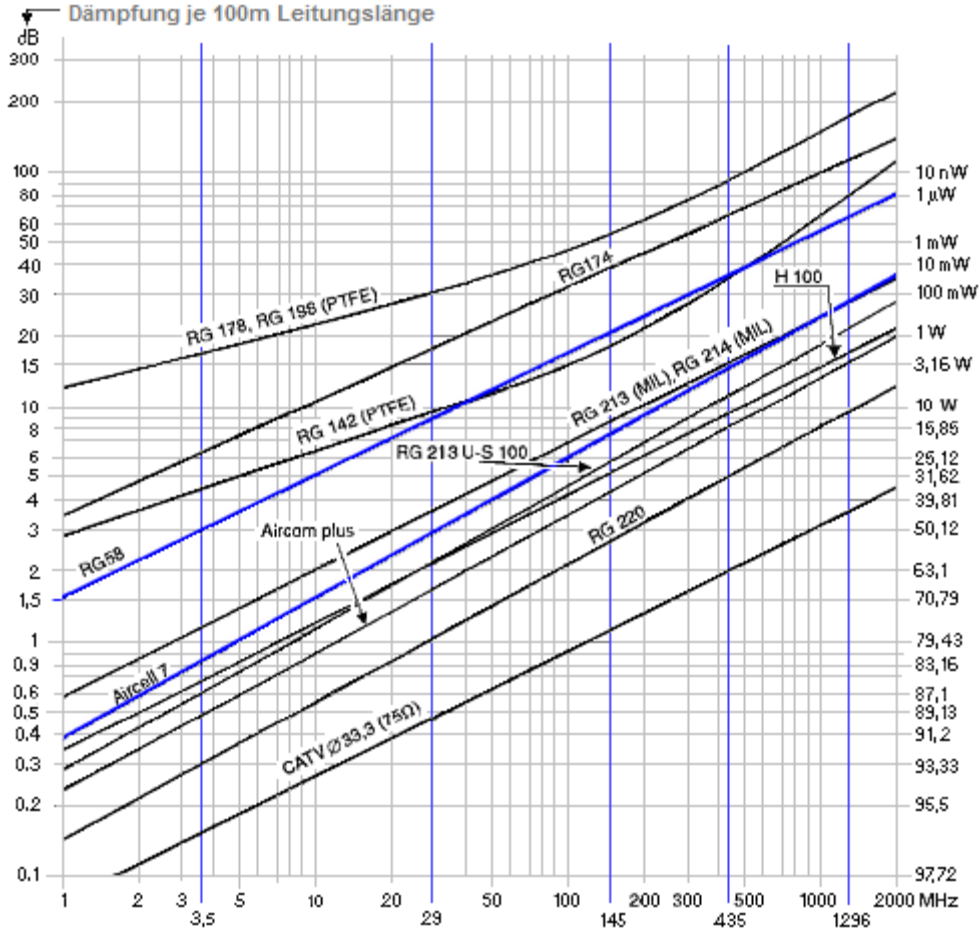
<b>Aircell 7</b>	<b>25 m =</b>	<b>145 MHz</b>	<b>1,9 dB</b>
RG 58	20 m =	29 MHz	1,8 dB

**Formelsammlung benutzen** geht so:

- 1) Anhand des Kabeldämpfungs-Diagramms wird der Dämpfungswert für 100m festgestellt.
- 2) Ich stelle beispielsweise für mein Aircell-7 Kabel die Dämpfung mit 15 dB auf 435 MHz fest.
- 3) 15 dB geteilt durch die 100 (Meter) = 0,15 dB x der Länge meines 20-m langen Kabels.
- 4) Zum Ergebnis: Nun also  $0,15 \times 20\text{-m} = \mathbf{3\ dB}$  •  
Von meinen 35 W erreichen nur noch 17,5 Watt meine Antenne.

### Kabeldämpfungs-Diagramm in TH305a

Die bei der Prüfung beigegebene Formelsammlung benutzen.



Die hier aufgeführten Werte entsprechen der Leistung, die am Ende eines 100-m langen Kabels, von 100 Watt noch übrig sind !!!

So kommen z. B. auf 435 MHz von meinen 100 Watt, am Ende des 100-m langen Kabels vom Typ Aircell-7 - nur noch 3,16 Watt an.

Bei RG-58 sind es gar nur noch 50 mW.

Eine Formelsammlung wird Ihnen zur Prüfung beigegeben. Darin ist auch dieses Diagramm enthalten.

**TH306** Welche Dämpfung hat ein 20 m langes Koaxkabel vom Typ RG 58 bei 29 MHz ?  
(siehe hierzu beiliegendes Diagramm)

Lösung: 1,8 dB

Zwei einander ähnliche Fragen gibt es - also:  
Das Diagramm in der Formelsammlung benutzen,  
oder diese beiden Ergebnisse auswendig können:

Aircell 7 25 m = 145 MHz 1,9 dB

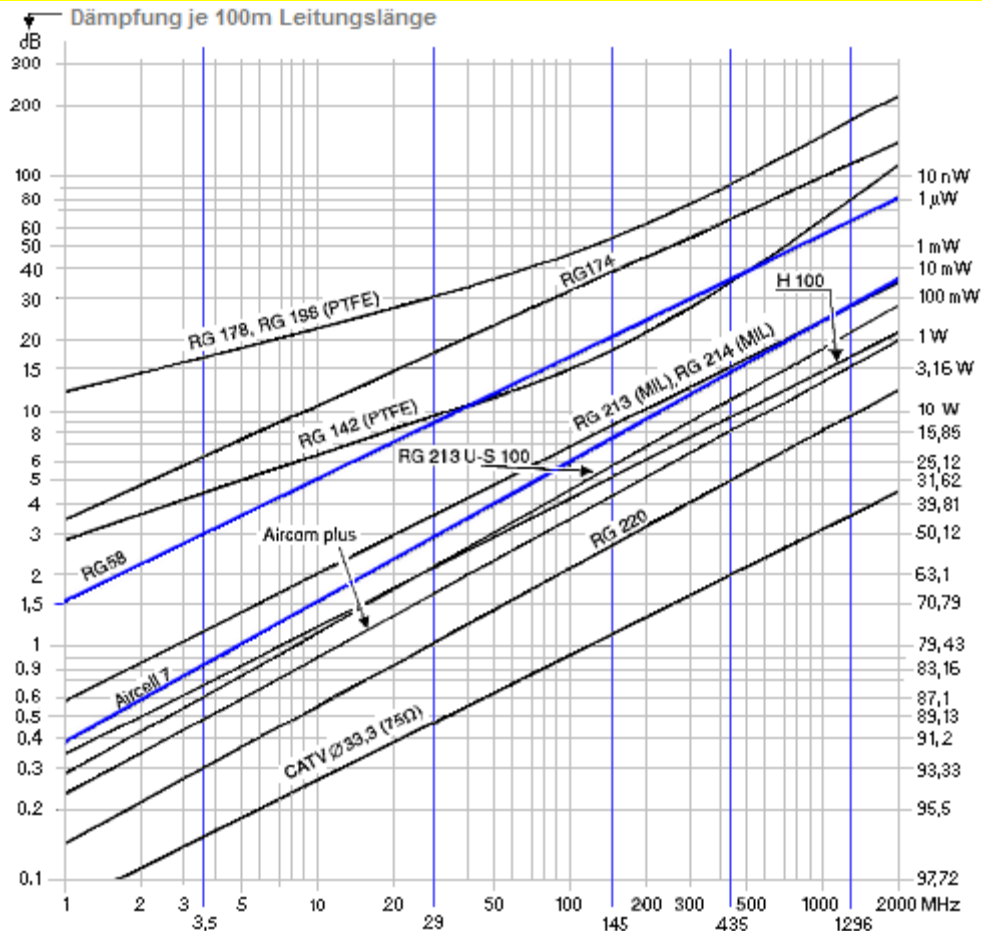
**RG 58 20 m = 29 MHz 1,8 dB**

**Formelsammlung benutzen** geht so:

- 1) Anhand des Kabeldämpfungs-Diagramms wird der Dämpfungswert für 100m festgestellt.
- 2) Ich stelle beispielsweise für mein Aircell-7 Kabel die Dämpfung mit 15 dB auf 435 MHz fest.
- 3) 15 dB geteilt durch die 100 (Meter) = 0,15 dB x der Länge meines 20-m langen Kabels.
- 4) Zum Ergebnis: Nun also  $0,15 \times 20\text{-m} = \mathbf{3\ dB}$  •  
Von meinen 35 W erreichen nur noch 17,5 Watt meine Antenne.

### Kabeldämpfungs-Diagramm in TH306a

Die bei der Prüfung beigegebene Formelsammlung benutzen.



Die hier aufgeführten Werte entsprechen der Leistung, die am Ende eines 100-m langen Kabels, von 100 Watt noch übrig sind !!!

So kommen z. B. auf 435 MHz von meinen 100 Watt, am Ende des 100-m langen Kabels vom Typ Aircell-7 - nur noch 3,16 Watt an.

Bei RG-58 sind es gar nur noch 50 mW.

Eine Formelsammlung wird Ihnen zur Prüfung beigegeben. Darin ist auch dieses Diagramm enthalten.

## TH307 Der Wellenwiderstand einer Leitung

Lösung: ist im HF-Bereich in etwa konstant und unabhängig vom Leitungsabschluß.

HF- Bereich meint den Bereich der Kurzwellen, wo sich Ungenauigkeiten einer Leitung noch kaum auswirken.

Fertigungstoleranzen bei der Herstellung preiswerter Kabel machen sich schon bei VHF in geringem Maße bemerkbar.

Je höher die Frequenz dann wird, umso hochwertiger sollte daher das Kabel sein.

Wird die Leitung nämlich um eine Ecke gebogen, ändern billige Kabel gern ihren Wellenwiderstand. Und das umso mehr, je höher die Frequenz wird.

Der HF- Bereich reicht von Langwelle bis 30 MHz.

**TH308** Koaxialkabel weisen typischerweise Wellenwiderstände von

Lösung: 50, 60 und 75  $\Omega$  auf.



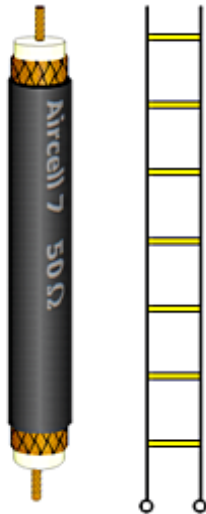
Amateurfunksender werden überwiegend mit 50-Ohm-Kabel betrieben.

UKW Rundfunk und Fernsehen benutzen 60- und 75-Ohm-Kabel.

Amateurfunksender werden überwiegend mit 50-Ohm-Kabel betrieben.

**TH309** Welche Vorteile hat eine Paralleldraht-Speiseleitung gegenüber der Speisung über ein Koaxialkabel ?

Lösung: Sie hat geringere Dämpfung und hohe Spannungsfestigkeit.



Die Dämpfungswerte der "Hühnerleiter" genannten Zweidrahtleitung sind die kleinsten.

Die Drähte sind weit auseinander, das sichert hohe Spannungsfestigkeit.

Es fällt der größte Teil der kapazitiven Verluste weg, die ein Koaxialkabel aufweist.

Mit zunehmendem Abstand der Drähte wächst der Wellenwiderstand. Werte um 300-Ohm .... 600-Ohm sind gebräuchlich.

Ein Nachteil: Sie strahlen doch etwas von der Energie in ihre Umgebung, und sind gegen Umgebungseinflüsse empfindlicher als Koaxialkabel.

Hühnerleiter = geringe Dämpfung, Hochspannungsfest.

**TH310** Wann ist eine Speiseleitung unsymmetrisch ?

Lösung: Wenn die beiden Leiter unterschiedlich geformt sind, z.B. Koaxialkabel.



Unsymmetrisch sind z.B. Koaxialkabel wie ganz links.

Symmetrisch sind Leitungen, die zwei gleiche Leiter mit einem gleichbleibenden Abstand voneinander haben.

Wie z.B. die Hühnerleiter oder dieses Flachbandkabel:



Die Dämpfungswerte der "Hühnerleiter" genannten Zweidrahtleitung sind die kleinsten.

Die Drähte sind weit auseinander, das sichert hohe Spannungsfestigkeit.

Es fällt der größte Teil der kapazitiven Verluste weg, die ein Koaxialkabel aufweist.

Mit zunehmendem Abstand der Drähte wächst der Wellenwiderstand. Werte um 300-Ohm .... 600-Ohm sind gebräuchlich.

Unsymmetrisch sind z. B. Koaxialkabel.



**TH311** Welche Leitungen sollten für die HF-Verbindungen zwischen Einrichtungen der Amateurfunkstelle verwendet werden, um unerwünschte Abstrahlungen zu vermeiden ?

Lösung: Hochwertige Koaxialkabel.



### Wann ist ein Koaxialkabel hochwertig ?

Zwei Faktoren bestimmen wesentlich, ob ein Koax-Kabel als hochwertig zu betrachten ist:

1. **Das Schirmungsmaß.** Damit ist gemeint, wieviel der zu übertragenden Energie aus dem Kabel nach außen dringen, und andere hochfrequente Einrichtungen stören kann.

Hier gibt es Kabel mit doppelter Abschirmung, deren Außenleiter aus Kupferfolie und einem Abschirmgeflecht besteht, welches die Folie umschließt.

Dämpfungsmaße bis 90 dB werden damit erreicht.

(Von einem Watt dringt noch 0,000 000 001 Watt durch).

2. **Dämpfungsverluste.** Schon die Drahtstärke bestimmt sie mit, denn je dünner Kabelinnen- und Außenleiter sind, umso größer ihr ohmscher Widerstand.

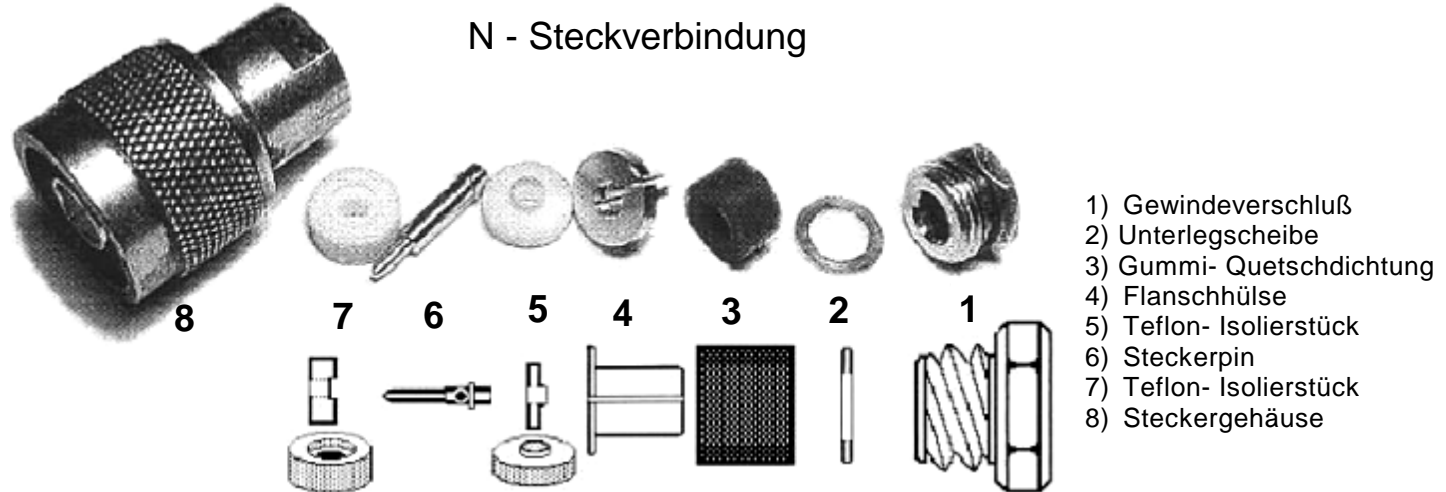
Ein zweiter Gesichtspunkt ist die Kapazität, die zwischen Kabelinnen- und Außenleiter vorhanden ist. Diese Kapazität legt einen kleinen Teil der Hochfrequenz an Masse.

Solange die Kapazität klein gehalten werden kann, z.B. dadurch daß die beiden Leiter durch hochwertige Isolatoren auf Abstand gehalten werden, bleiben die Verluste in erträglichen Grenzen. Teflon ist ein verlustarmer Isolator, gefolgt von PE-Schaum. Vollmaterial schneidet am schlechtesten ab.

Innerhalb der Geräte werden kurze, dünne Koaxialkabel mit Durchmessern von ca. 2...4 -mm verlegt.

**TH312** Welches der folgenden Koaxsteckverbindersysteme ist für sehr hohe Frequenzen (70-cm-Band) und hohe Leistungen am besten geeignet ?

Lösung: N

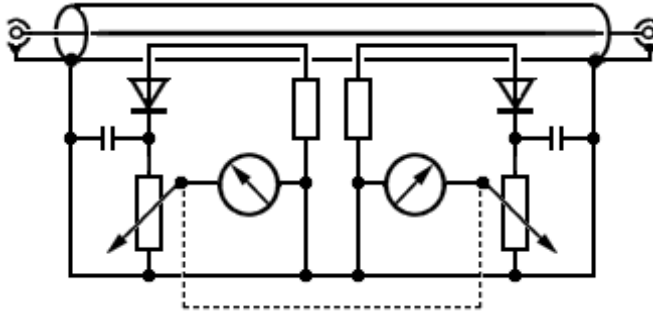


Im Bild ist unten die Reihenfolge der Teile zur Steckermontage aufgezeigt (Beginnend mit 1).  
Vom Fachhändler erhält man auf Wunsch eine genaue Montageanleitung.

N-Norm: Das ergibt eine zugfeste, für UHF hochwertige und wasserdichte Verbindung.

**TH401** Bei welchem Stehwellenverhältnis (VSWR) ist eine Antenne am besten an die Leitung angepaßt ?

Lösung: 1



### Reflektometer oder Stehwellen-Meßgerät.

Gemessen wird damit die Anpassung - das VSWR. Eingefügt zwischen Senderausgang und Antenne wird hin- und rücklaufende Welle erfasst.

Der linke Meßzweig erfäßt den (möglichst nicht) vorhandenen Rücklauf: Das Meßinstrument zeigt deshalb möglichst keinen Rücklauf an.

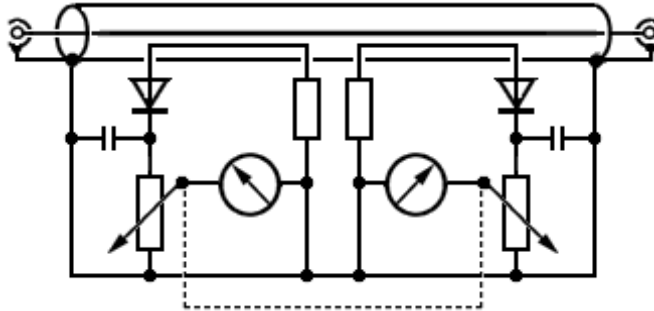
Der rechte Zweig ist der Vorlaufzweig: Das Doppelpotentiometer wird so eingestellt, daß das rechte Meßinstrument genau Vollausschlag anzeigt.

Weitere Bezeichnungen sind : SWR-Meter, Stehwellen-Meßbrücke, VSWR-Meter, Reflektometer usw . . .

VSWR = Valence of **S**tanding **W**ave **R**atio = Stehwellenverhältnis. • VSWR 1 bedeutet: Perfekte Anpassung.

**TH402** Fehlanpassungen oder Beschädigungen von HF-Übertragungsleitungen

Lösung: führen zu Reflexionen des übertragenen HF-Signals und einem erhöhten VSWR.



### Reflektometer oder Stehwellen-Meßgerät.

Gemessen wird damit die Anpassung - das VSWR. Eingefügt zwischen Senderausgang und Antenne wird hin- und rücklaufende Welle erfasst.

Der linke Meßzweig erfäßt den (möglichst nicht) vorhandenen Rücklauf: Das Meßinstrument zeigt deshalb möglichst keinen Rücklauf an.

Der rechte Zweig ist der Vorlaufzweig: Das Doppelpotentiometer wird so eingestellt, daß das rechte Meßinstrument genau Vollausschlag anzeigt.

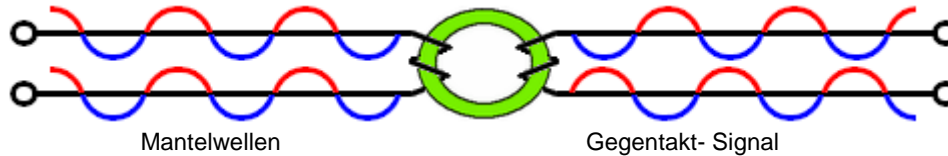
Weitere Bezeichnungen sind : SWR-Meter, Stehwellen-Meßbrücke, VSWR-Meter, Reflektometer usw . . .

Fehlanpassung ist erkennbar mit einem Stehwellenmeßgerät.

### TH403

Welche Auswirkungen hat es, wenn eine symmetrische Antenne (Dipol) mit einem Koaxkabel gleicher Impedanz gespeist wird ?

Lösung: Die Richtcharakteristik der Antenne wird verformt und es können Mantelwellen auftreten.

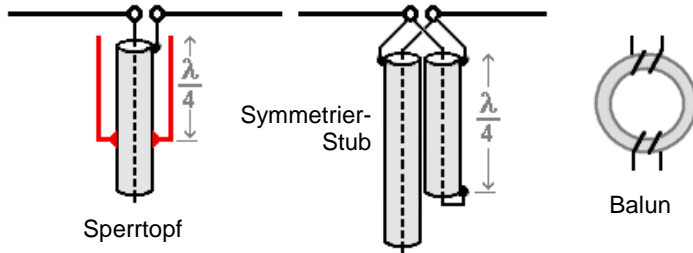


- Die Antenne schießt in eine etwas verkehrte Richtung.
- Das Kabel transportiert Gleichtaktsignale (Mantelwellen) und fängt seinerseits zu strahlen an.
- Mantelwellen werden durch Mantelwellendrosseln zu Gegentaktsignalen gewandelt, und so minimiert.

"Die Antenne schießt", sagt man.

**TH404** Ein symmetrischer Halbwellendipol wird direkt über ein Koaxialkabel von einem Sender gespeist. Das Kabel ist senkrecht am Haus entlang verlegt und verursacht geringe Störungen. Um das Problem weiter zu verringern, empfiehlt es sich

Lösung: den Dipol über ein Symmetrierglied zu speisen.

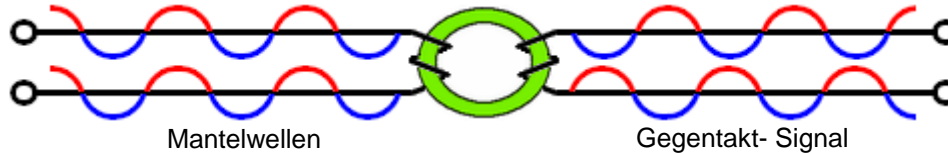


Außer mit einem Balun kann die Speisung der Antenne auch mit den hier vorgestellten Symmetriergliedern symmetriert werden.

## TH405

Auf einem Ferritkern sind etliche Windungen Koaxialkabel aufgewickelt.  
Diese Anordnung kann dazu dienen

Lösung: Mantelwellen zu dämpfen.



Das Kabel transportiert Gleichtaktsignale (Mantelwellen) und fängt seinerseits zu strahlen an. Mantelwellendrosseln bzw. Trafos dämpfen die Mantelwellen.

Wenn die HF auf die Außenhaut des Koax-Schirms gelangt, spricht man von Mantelwellen.

Mantelwellen dämpfen.

**TH406** Am Eingang einer Antennenleitung misst man ein VSWR von 3.  
Wie groß ist in etwa die rücklaufende Leistung am Messpunkt,  
wenn die vorlaufende Leistung dort 100 Watt beträgt ?

Lösung: 25 W.

**reeller Widerstand**  $R_2 = \text{SWR} \cdot Z$

Gesucht wird der reelle Widerstand  $R_2$ , der momentan an der Antenne herrscht :  
 $R_2 = \text{SWR} \cdot Z$        $3 \cdot 50 \text{ Ohm}$       **= 150 Ohm**

---

**Reflexionsfaktor**  $r = (R_2 - Z) \div (R_2 + Z)$

Gesucht wird nun der Reflexionsfaktor  $r$  :  
 $r = \frac{R_2 - Z}{R_2 + Z} = \frac{150 \text{ Ohm} - 50 \text{ Ohm}}{150 \text{ Ohm} + 50 \text{ Ohm}} = \frac{100}{200}$  geteilt durch:  
Reflexionsfaktor = **0,5**

---

**Rückflußfaktor**  $P_{\text{rück}} = r^2 \cdot P_{\text{vorlauf}} \text{ ( } P_{\text{vor}} \text{ 100 W )}$

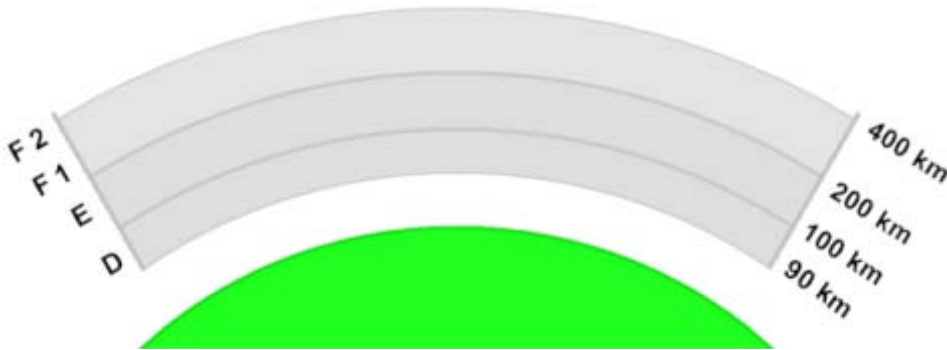
Rückflußfaktor =  $r^2 \cdot \text{Vorlauf} = (0,5^2 = 0,25) \cdot 100 \text{ Watt}$       **= 25 %**  
Rücklaufleistung      **= 25 Watt**  
Leistung an der Antenne      **= 75 Watt**

Rücklauffaktor: Bei  $r^2$  handelt es sich um  $r$  zum Quadrat - also  $r$  mal  $r$ .



**T1101** Welche ionosphärischen Schichten bestimmen die Funkwellenausbreitung am Tage ?

Lösung: Die D-, E-, F1- und F2-Schicht.

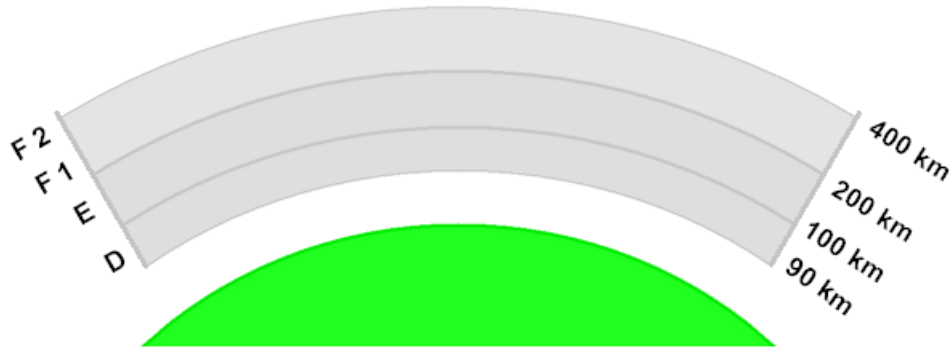


Weil tagsüber die Sonne auf die Schichten der Ionosphäre einwirkt, werden die Schichten aktiviert.

Es sind alle Schichten der Ionosphäre: Die D-, E-, F1- und F2-Schicht.

**TI102** Welche ionosphärischen Schichten bestimmen die Fernausbreitung in der Nacht ?

Lösung: Die F2-Schicht.



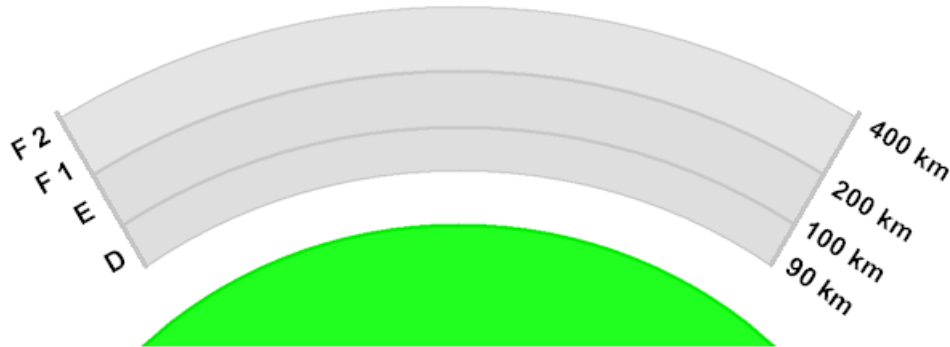
Nachts ist die Strahlung der Sonne so weit abgesunken, daß nur die äußere Schicht der Ionosphäre noch aktiv sein kann.  
Tiefer angesiedelte Schichten können weltweiten DX- Verkehr nicht mehr behindern, weil sie inaktiv sind.

F2 - die „Nachtschicht“.

**TI103**

In welcher Höhe befinden sich die für die Fernausbreitung ( DX ) wichtigen ionosphärischen Schichten? Sie befinden sich in ungefähr

Lösung: 200 bis 500 km Höhe.

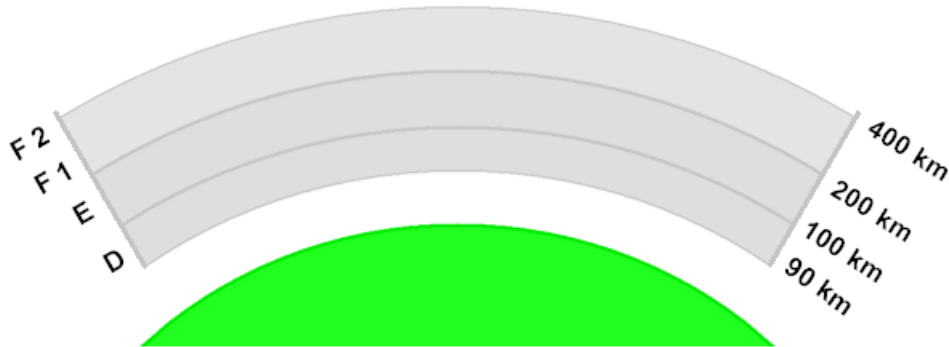


Die Ionosphäre darf man sich vorstellen,  
wie die Stimmungen einer launischen Schwiegermutter.  
Man kann nur ungefähre Höhenangaben machen.  
Die Übergänge von einer zur  
anderen Schicht variieren recht kräftig.

Je nach molekularer Momentan- Struktur.

**TI104** Welchen Einfluss hat die D-Schicht auf die Fernausbreitung ?

Lösung: Die D-Schicht führt tagsüber zu starker Dämpfung im 80- und 160-m-Band.



Naturgemäß sendet die Sonne tagsüber die größte Menge - auch an UV-Strahlung aus. Dadurch werden auch die untersten Ionosphärenschichten ionisiert.

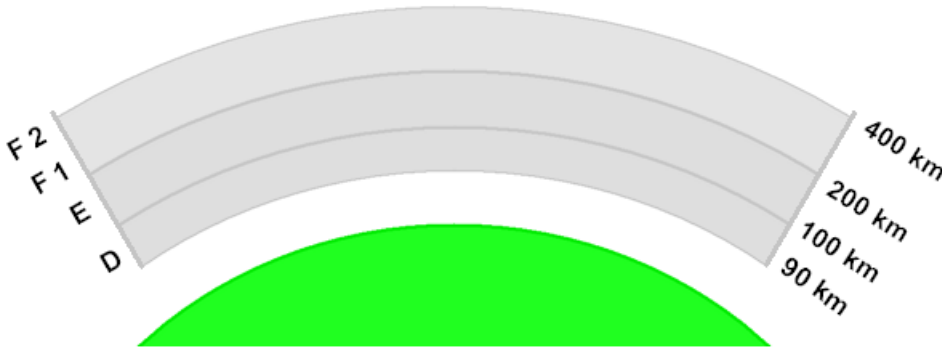
Eine unangenehme Eigenschaft der D-Schicht: Sie absorbiert, anstatt zu reflektieren.

Am Tage werden die Wellen beim Durchgang durch die D-Schicht so stark gedämpft, daß keine ionosphärische Reflexion zustande kommt. Die Tagesfeldstärke ist durch die Bodenwelle allein bedingt. Die Tagesfeldstärke ist sehr stabil, sodaß sie eine fast schwundfreie Übertragung liefert.

Absorption statt Reflexion....

**TI105** Wie kommt die Fernausbreitung einer Funkwelle auf den Kurzwellenbändern zustande ?  
Sie kommt zustande durch die Reflexion an

Lösung: elektrisch aufgeladenen Luftschichten in der Ionosphäre.



Die Fähigkeit der Ionosphäre, Funkwellen zu reflektieren, ist durch das Vorhandensein frei beweglicher elektrischer Ladungen bedingt. Je mehr solcher Ladungen in einem Kubikzentimeter vorhanden sind, desto besser wird die Ionosphäre reflektieren.

Man nennt diese Zahl der frei beweglichen Ladungsträger pro  $\text{cm}^3$  die Trägerdichte. Der Übergang von Schicht zu Schicht, zum Weltraum, oder zur Atmosphäre ist fließend.

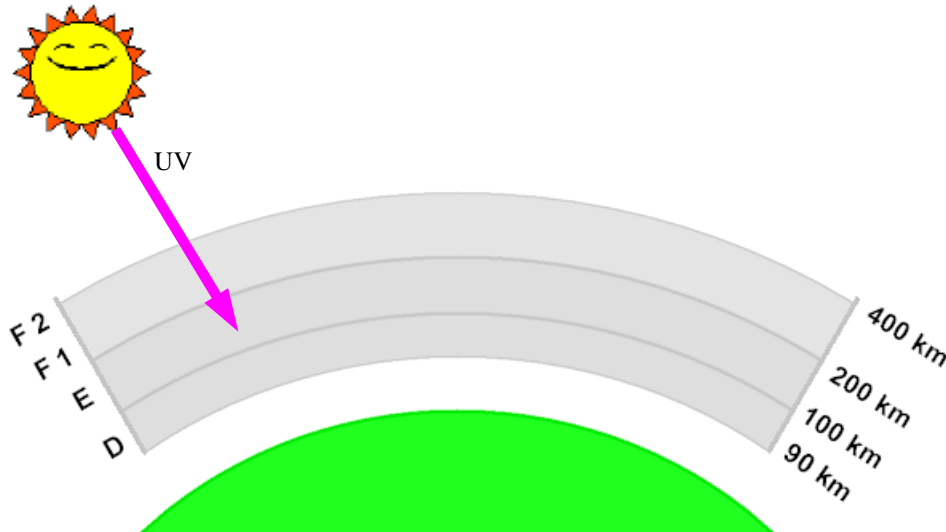
Durch die von der Sonne ausgehende unterschiedliche Intensität der UV-Strahlung werden die Schichten je nach der Trägerdichte ionisiert.

Die von der Sonne ausgehende UV-Strahlung ionisiert hohe Luftschichten.

**TI106**

Welche Schicht ist für die gute Ausbreitung  
im 10-m-Band in den Sommermonaten verantwortlich ?

Lösung: Die E-Schicht.



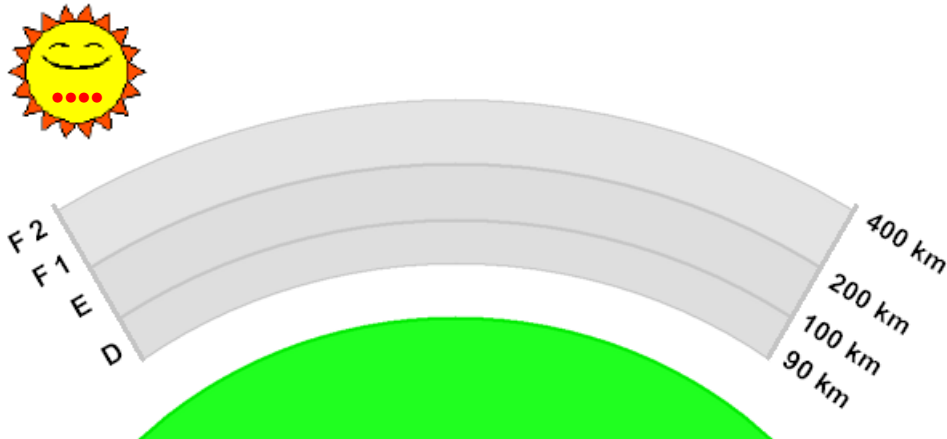
Weil die Sonne in den Sommermonaten bis auf die E-Schicht der Ionosphäre einwirkt, ist diese Schicht ionisiert und reflektierend.

Die von der Sommersonne ausgehende UV-Strahlung ionisiert die E-Schicht.

**TI107**

Die Sonnenfleckenanzahl ist einem regelmäßigen Zyklus unterworfen. Welchen Zeitraum hat dieser Zyklus zirka ?

Lösung: 11 Jahre

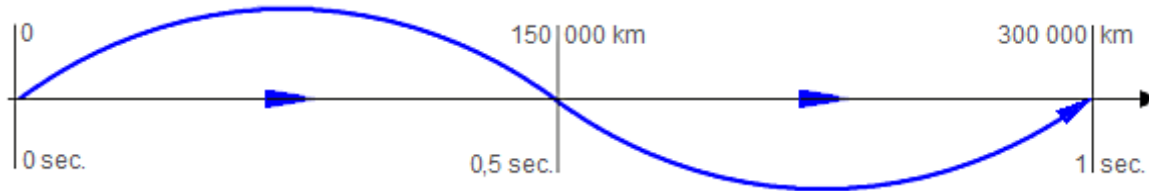


Die Sonnenstrahlung ist keine gleichbleibende Größe. Das hängt mit der Erscheinung der Sonnenflecken zusammen. Die Sonnenfleckenhäufigkeit ändert sich in ungefähr 11-jährigem Rhythmus. In den Jahren mit besonders großer Fleckenzahl ist auch die Ionisierung der ionosphärischen, und besonders der tief liegenden Schichten größer.

Ungefähr 11-jähriger Rhythmus.

**T1201** Die Ausbreitungsgeschwindigkeit freier elektromagnetischer Wellen beträgt etwa

Lösung: 300 000 km /s.



Die Wellenlänge wird - wie jede Strecke - in Metern gemessen. Eine hochfrequente Welle breitet sich mit Lichtgeschwindigkeit aus: 300 000 km/sec.

Die gezeichnete Wellenlänge beträgt hier 300 000 km. (oder auch 300 Mio. m)  
Dargestellt ist die Frequenz 1 Hertz mit der Wellenlänge = 300 000 000 Meter.

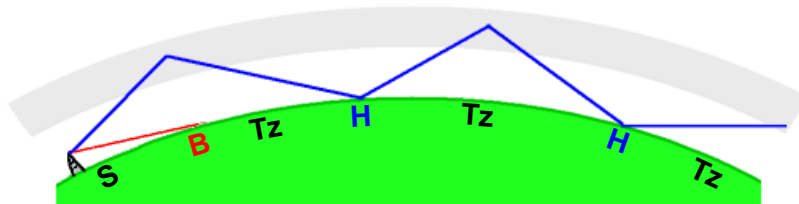
Der Beginn der Aussendung (rechts) erreicht das in 300 000 km Entfernung befindliche Ziel in dem Moment, in dem das Ende der Aussendung gerade den Sender verläßt.

Elektromagnetische Wellen breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit aus.



**TI202** Unter der "Toten Zone" wird der Bereich verstanden,

Lösung: der durch die Bodenwelle nicht mehr erreicht wird  
und durch die reflektierte Raumwelle noch nicht erreicht wird.



Die Bodenwelle des Senders **S** reicht etwas über den geografischen Horizont hinaus, bis zum Punkt **B**.

Danach folgt die erste Tote Zone **Tz**.

Bei dem Punkt **H** (Hop 1 = Sprung 1) ist Raumwellenempfang möglich.

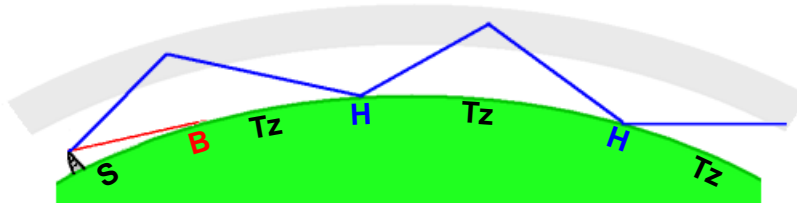
Dieses Spiel setzt sich nun fort, u.U. um den ganzen Erdball.

2. Tote Zone - Hop2 usw. . . .

**TI203**

Welche der folgenden Aussagen trifft für KW-Funkverbindungen zu, die über Bodenwellen erfolgen?

Lösung: Die Bodenwelle folgt der Erdkrümmung und geht über den geografischen Horizont hinaus. Sie wird in höheren Frequenzbereichen stärker gedämpft als in niedrigeren Frequenzbereichen.



Die Bodenwelle des Senders **S** reicht etwas über den geografischen Horizont hinaus und folgt ein wenig der Erdkrümmung bis zum Punkt **B**.

Danach folgt die erste Tote Zone **Tz**.

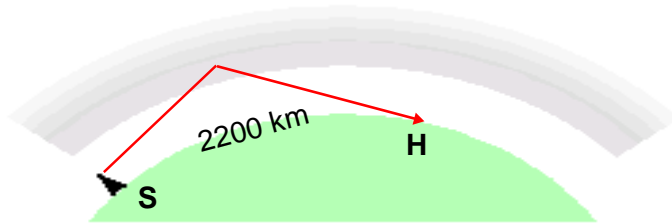
Bei dem Punkt **H** (Hop 1 = Sprung 1) ist Raumwellenempfang möglich. Dieses Spiel setzt sich nun fort, u.U. um den ganzen Erdball.

2. Tote Zone - Hop2 usw. . . .

Die Bodenwelle folgt etwas der Erdkrümmung. . . . in höheren Frequenzbereichen stärker gedämpft. . . .

**TI204** Wie groß ist in etwa die maximale Entfernung, die ein KW-Signal bei Reflexion an der E-Schicht auf der Erdoberfläche mit einem Sprung (Hop) überbrücken kann ?

Lösung: Etwa 2 200 km.

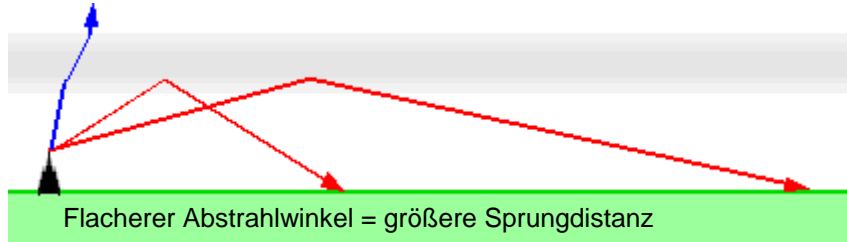


Die E- Schicht ist die niedrigste reflexionsfähige Schicht.  
Deshalb ermöglicht sie Verbindungen über die kleinsten Distanzen.  
Als maximale Sprungdistanz wird 2200 km angesehen.

E-Schicht = Maximale Sprungentfernung 2200 km.

**T1205** Von welchem der genannten Parameter ist die Sprungdistanz abhängig, die ein KW-Signal auf der Erdoberfläche überbrücken kann ? Sie ist abhängig

Lösung: vom Abstrahlwinkel der Antenne.



Es gilt bei der Reflexion das optische Gesetz:  
Einfallswinkel = Ausfallswinkel.

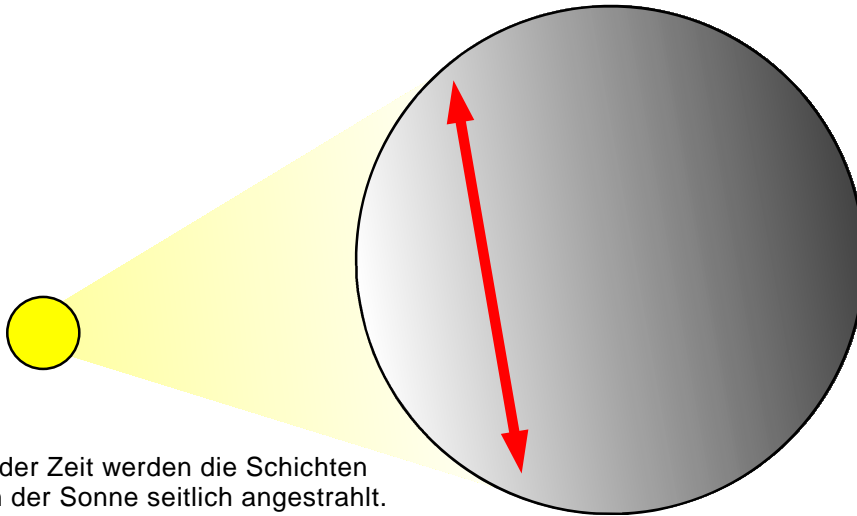
Das zu steil abgestrahlte Signal wird nicht zur Erde zurückreflektiert und strahlt ins Weltall.

Falsch sind = **Senderleistung, Gewinn und Polarisation.**

**T1206**

Bei der Ausbreitung auf Kurzwelle spielt die sogenannte "Grey Line" eine besondere Rolle. Was ist die "Grey Line" ?

Lösung: Der Streifen der Dämmerungsphase vor Sonnenaufgang oder nach Sonnenuntergang.

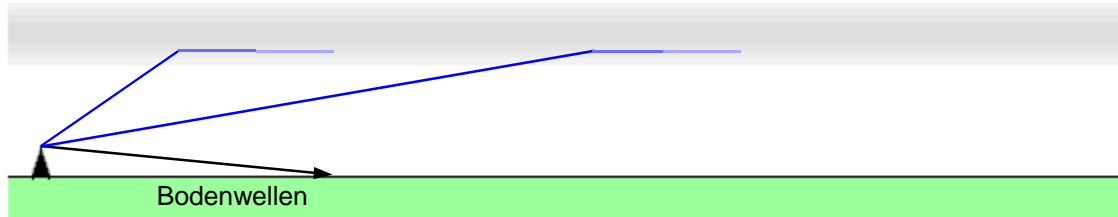


Das wird gern benutzt, - ist aber natürlich nur von begrenzter Dauer.

**TI207**

Was versteht man unter dem Begriff "Mögel-Dellinger-Effekt" ?

Lösung: Den totalen, zeitlich begrenzten Ausfall der Reflexion an der Ionosphäre.



Die Ursache des Mögel-Dellinger-Effekts ist in plötzlichen Ausbrüchen ultravioletter Strahlung auf der Sonne zu suchen, die die Ionosphäre bis zur D-Schicht durchdringt und diese sehr stark ionisiert.

Die in die D-Schicht eindringenden Grenz- und Kurzwellen werden dann in ihr so stark gedämpft, daß keine Reflexion an der F-Schicht mehr möglich ist.

Bei einem Mögel-Dellinger-Effekt glaubt mancher Funkamateurl, sein Transceiver sei defekt - weil die Bänder so leer sind, daß er sein Gerät zur Reparatur einschickt.

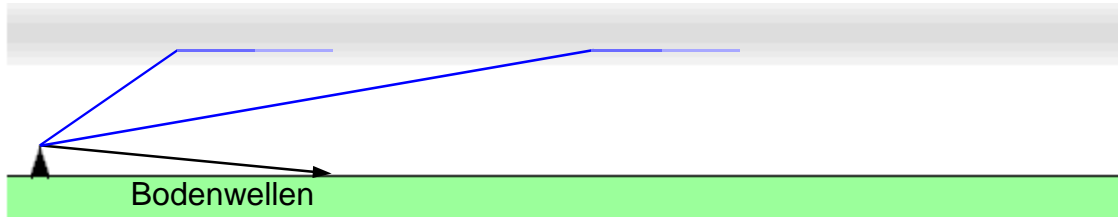
Funkbetrieb ist nur noch über Bodenwellen möglich.

Die Herren Mögel, und Dellinger entdeckten dieses Phänomen.

**TI208**

Ein plötzlicher Anstieg der Intensitäten von UV- und Röntgenstrahlung nach einem Flare (Energieausbruch der Sonne) führt zu erhöhter Ionisierung der D-Schicht und damit zu kurzzeitigem Totalausfall der ionosphärischen Kurzwellenausbreitung. Diese Erscheinung wird auch als

Lösung: Mögel-Dellinger-Effekt bezeichnet.



Die Ursache des Mögel-Dellinger-Effekts ist in plötzlichen Ausbrüchen ultravioletter Strahlung auf der Sonne zu suchen, die die Ionosphäre bis zur D-Schicht durchdringt und diese sehr stark ionisiert.

Die in die D-Schicht eindringenden Grenz- und Kurzwellen werden dann in ihr so stark gedämpft, daß keine Reflexion an der F-Schicht mehr möglich ist.

Bei einem Mögel-Dellinger-Effekt glaubt mancher Funkamateurliebling, sein Transceiver sei defekt - weil die Bänder so leer sind, daß er sein Gerät zur Reparatur einschickt.

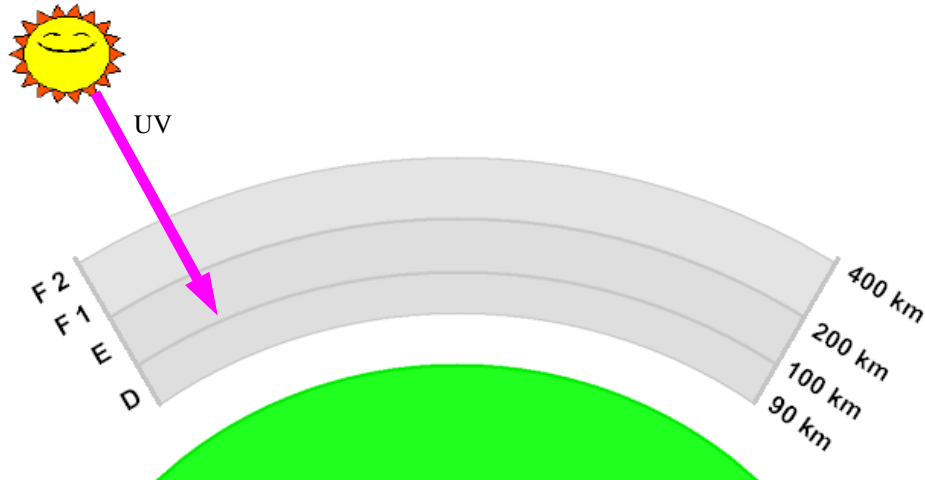
Funkbetrieb ist nur noch über Bodenwellen möglich.

Die Herren Mögel, und Dellinger entdeckten dieses Phänomen.

**TI209**

Unter dem Begriff "Short Skip" versteht man Funkverbindungen besonders im 10-m-Band mit Sprungentfernungen unter 1000 km, die

Lösung: durch Reflexion an sporadischen E-Schichten ermöglicht werden.



Weil die Sonne besonders in den Sommermonaten auf die Schichten der Ionosphäre einwirkt, sind alle Schichten ionisiert.

Die E-Schicht ist die niedrigste reflexionsfähige Schicht. Deshalb ermöglicht sie Verbindungen über die kleinsten Distanzen.

Stationen aus ganz Europa sind dann auf Frequenzen im und oberhalb des 10-m-Bandes mit großer Feldstärke zu erreichen.

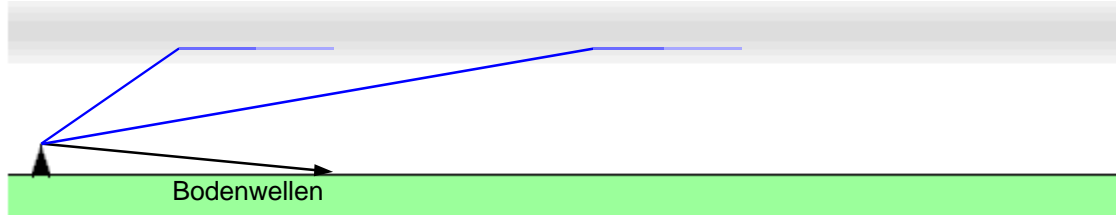
Sporadisch - also von begrenzter Dauer.



**TI210**

Warum sind Signale im 160- und 80- Meter-Band tagsüber nur schwach und nicht für den weltweiten Funkverkehr geeignet? Sie sind ungeeignet wegen der Tagesdämpfung in der

Lösung: D-Schicht.



Die Ursache des Mögel-Dellinger-Effekts ist in plötzlichen Ausbrüchen ultravioletter Strahlung auf der Sonne zu suchen, die die Ionosphäre bis zur D-Schicht durchdringt und diese sehr stark ionisiert.

Die in die D-Schicht eindringenden Grenz- und Kurzwellen werden dann in ihr so stark gedämpft, daß keine Reflexion an der F-Schicht mehr möglich ist.

Bei einem Mögel-Dellinger-Effekt glaubt mancher Funkamateurliebling, sein Transceiver sei defekt - weil die Bänder so leer sind, daß er sein Gerät zur Reparatur einschickt.

Funkbetrieb ist nur noch über Bodenwellen möglich.

Mit dem Begriff „Tagesdämpfung“ ist immer nur die D- Schicht verbunden.

**TI211** In welcher Ionosphärischen Schicht treten gelegentlich Auroraerscheinungen auf ?

Lösung: In der E-Schicht.

Im Magnetfeld der Erde werden die Teilchen auf komplizierten Bahnen auf die Nachtseite der Erde gelenkt und rufen dann mehr oder weniger starke Störungen der Ionosphäre hervor, die meist von Nordlichtern begleitet sind.

Im Polargebiet, d. h. nördlich des 55. bis 60. Breitengrades und im entsprechenden Umkreis des Südpols wird dabei oft die F -Schicht vollkommen zerstört.

Die Veränderungen in der Ionosphäre verursachen erhebliche Schwankungen im Magnetfeld der Erde.

Bei solchen Aurora- Bedingungen sind die Töne stark verbrummt. Es werden deshalb unter anderem gerne CW-Verbindungen benutzt.

Teilweise aus "Radiowellen" © Der Bundesminister der Verteidigung • Führungsstab Bundeswehr

Aurora = Nordlicht • In der E-Schicht.

**TI212** Was bedeutet die „MUF“ bei der Kurzwellenausbreitung ?

Lösung: Höchste brauchbare Frequenz.

Die höchste brauchbare Frequenz (MUF = maximal usable frequency).

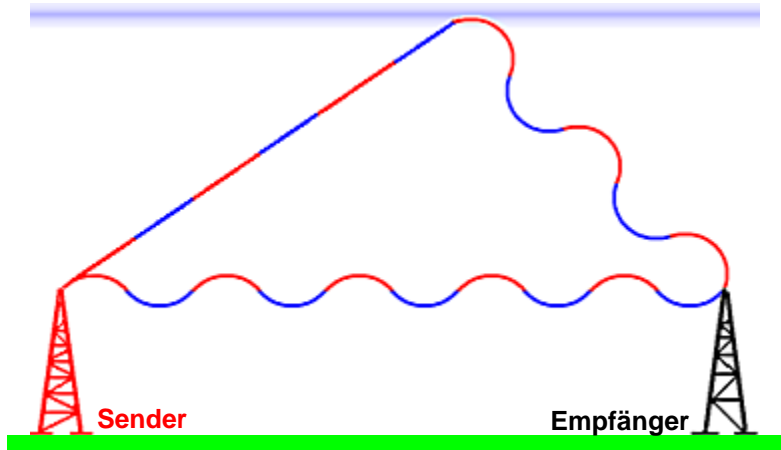
Fallen die Wellen nicht senkrecht, sondern schräg in die Ionosphäre ein (bei allen praktischen Funklinien), so ist die Reflexionsgrenze nicht mehr durch die kritische Frequenz, sondern durch die sogenannte Grenzfrequenz gegeben, d. h. die "höchste brauchbare Frequenz".

Die Grenzfrequenz hängt eng mit der kritischen Frequenz zusammen.

Teilweise aus "Radiowellen" © Der Bundesminister der Verteidigung • Führungsstab Bundeswehr

**TI213** Wie nennt man den ionosphärischen Feldstärkeschwund durch Überlagerung von Boden- und Raumwelle, der sich bei der Kurzwellenausbreitung besonders bei AM bemerkbar macht ?

Lösung: Fading.



Raumwelle und Bodenwelle kommen mit  $180^\circ$  Phasenverschiebung am Empfangsort an, und löschen sich in diesem Fall total aus.

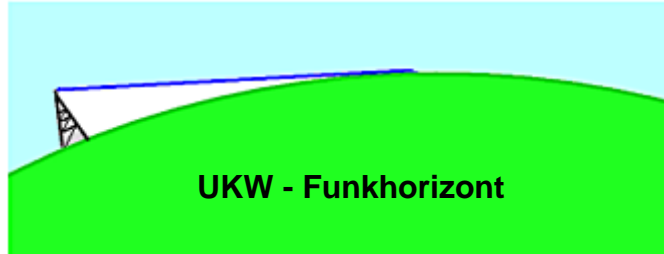
Kleinere Phasenverschiebungen bewirken nur Teilauslöschungen.

Fading - engl. = Schwund, verschwinden.

**TI301**

Wie weit etwa reicht der Funkhorizont im UKW- Bereich über den geographischen Horizont hinaus ? Er reicht etwa

Lösung: 15 % weiter als der geographische Horizont.



**Eine Näherungsformel aus Rothammel:**

Die Reichweite in Kilometern errechnet sich für UKW aus:  
Wurzel aus Höhe Sender, plus Wurzel aus Höhe Empfänger ( über NN )  
multipliziert mit 4,13

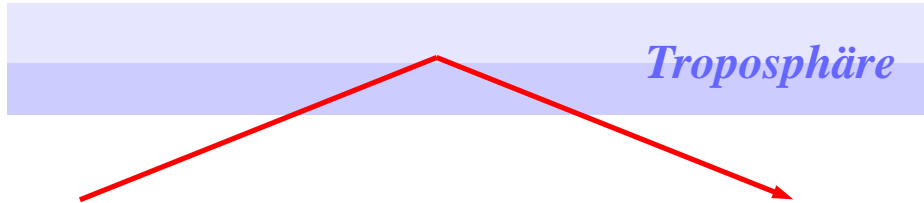
Beispiel: Höhe Sender sei 100-m, Empfänger ebenfalls 100-m  
Wurzel aus beiden, je 10

$$10 + 10 = 20 \cdot 4,13 = \mathbf{82,6 \text{ km}}$$

Durch Beugung an der Erdoberfläche oder auch an Hindernissen = weiter als der geographische Horizont.

**TI302** Überhorizontverbindungen im UHF / VHF-Bereich kommen u.a. zustande durch

Lösung: Streuung der Wellen an troposphärischen Bereichen unterschiedlicher Beschaffenheit.



Die Troposphäre in der sich unser Wetter abspielt, verhält sich normalerweise so, - daß die Temperatur mit zunehmender Höhe abnimmt.

Sie verhält sich aber zeitweise, wetterbedingt unnormal.

Es kommt zu Inversionen, kalte Schichten legen sich z. B. unter wärmere Schichten und ähnlich. Kalte Schichten haben eine größere Dichte als warme.

Und wie in der Optik, werden Strahlen beim Übergang in eine unterschiedliche Dichte gebeugt, ihr Weg wird abgelenkt.

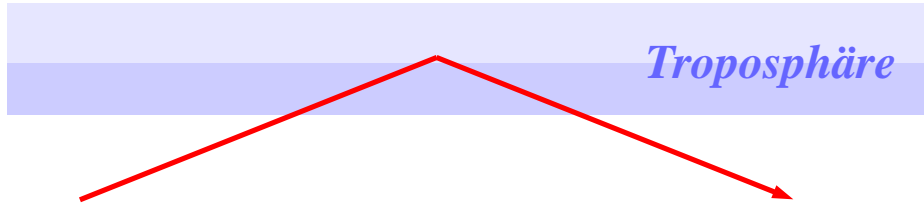
Auf diese Weise werden Ultrakurzwellen bei Inversionswetterlagen so gebeugt, daß unter Umständen Reichweiten von 1000 km und mehr erreicht werden.

Ähnlich wie die Kurzwellen an der Ionosphäre abgelenkt werden, wirkt sich das bei UKW aus, allerdings in Höhen bis etwa 10 km.

. . . . unterschiedlicher Beschaffenheit - kommt nur bei der richtigen Antwort vor.

**TI303** Für VHF-Weitverkehrsverbindungen wird hauptsächlich die

Lösung: troposphärische Ausbreitung genutzt.



Die Troposphäre in der sich unser Wetter abspielt, verhält sich normalerweise so, - daß die Temperatur mit zunehmender Höhe abnimmt.

Sie verhält sich aber zeitweise, wetterbedingt unnormal.

Es kommt zu Inversionen, kalte Schichten legen sich z. B. unter wärmere Schichten und ähnlich. Kalte Schichten haben eine größere Dichte als warme.

Und wie in der Optik, werden Strahlen beim Übergang in eine unterschiedliche Dichte gebeugt, ihr Weg wird abgelenkt.

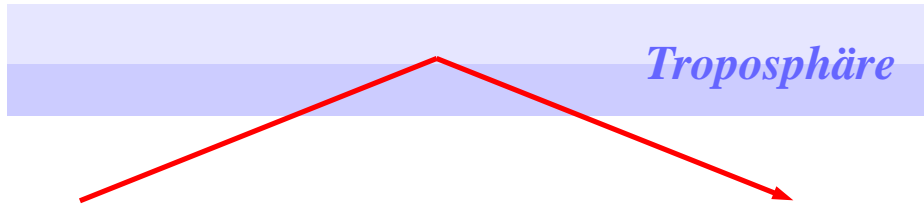
Auf diese Weise werden Ultrakurzwellen bei Inversionswetterlagen so gebeugt, daß unter Umständen Reichweiten von 1000 km und mehr erreicht werden.

Ähnlich wie die Kurzwellen an der Ionosphäre abgelenkt werden, wirkt sich das bei UKW aus, allerdings in Höhen bis etwa 10 km.

Zauberworte: troposphärische Ausbreitung.

**TI304** Was ist die "Troposphäre"? Die Troposphäre ist der

Lösung: untere Teil der Atmosphäre, in der die Erscheinungen des Wetters stattfinden.



Die Troposphäre in der sich unser Wetter abspielt, verhält sich normalerweise so, - daß die Temperatur mit zunehmender Höhe abnimmt.

Sie verhält sich aber zeitweise, wetterbedingt unnormal.

Es kommt zu Inversionen, kalte Schichten legen sich z. B. unter wärmere Schichten und ähnlich. Kalte Schichten haben eine größere Dichte als warme.

Und wie in der Optik, werden Strahlen beim Übergang in eine unterschiedliche Dichte gebeugt, ihr Weg wird abgelenkt.

Auf diese Weise werden Ultrakurzwellen bei Inversionswetterlagen so gebeugt, daß unter Umständen Reichweiten von 1000 km und mehr erreicht werden.

Ähnlich wie die Kurzwellen an der Ionosphäre abgelenkt werden, wirkt sich das bei UKW aus, allerdings in Höhen bis etwa 10 km.

Wetter ist angesagt.



**TI305** Wie wirkt sich die Antennenhöhe auf die Reichweite einer UKW-Verbindung aus?  
Die Reichweite steigt mit zunehmender Antennenhöhe, weil

Lösung: die optische Sichtweite zunimmt.



Je hochfrequenter ein HF-Signal, umso mehr nähert es sich den Lichtwellenlängen.

Die Lichtwellen, wie auch unsere Ultrakurzwellen folgen den optischen Gegebenheiten.

Wenn also optische Sichtverbindung zwischen Sende und Empfangsort besteht, ermöglicht das eine sichere Verbindung.

UKW geht sehr gut bei optischer Sichtverbindung.

**TI306**

Was ist die Ursache für Aurora-Erscheinungen ? Die Ursache ist

Lösung: Das Eindringen geladener Teilchen von der Sonne in die Atmosphäre.

Im Magnetfeld der Erde werden die Teilchen auf komplizierten Bahnen auf die Nachtseite der Erde gelenkt und rufen dann mehr oder weniger starke Störungen der Ionosphäre hervor, die meist von Nordlichtern begleitet sind.

Im Polargebiet, d. h. nördlich des 55. bis 60. Breitengrades und im entsprechenden Umkreis des Südpols wird dabei oft die F -Schicht vollkommen zerstört.

Die Veränderungen in der Ionosphäre verursachen erhebliche Schwankungen im Magnetfeld der Erde.

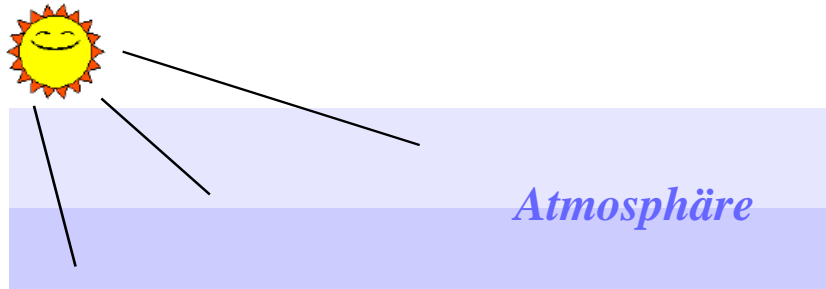
Bei solchen Aurora- Bedingungen sind die Töne stark verbrummt. Es werden deshalb unter anderem gerne CW-Verbindungen benutzt.

Teilweise aus "Radiowellen" © Der Bundesminister der Verteidigung • Führungsstab Bundeswehr

. . . . von der Sonne in die Atmosphäre.

**TI307** Wie wirkt sich "Aurora" auf die Signalqualität eines Funksignals aus ?

Lösung: CW-Signale haben einen flatternden und verbrummten Ton.

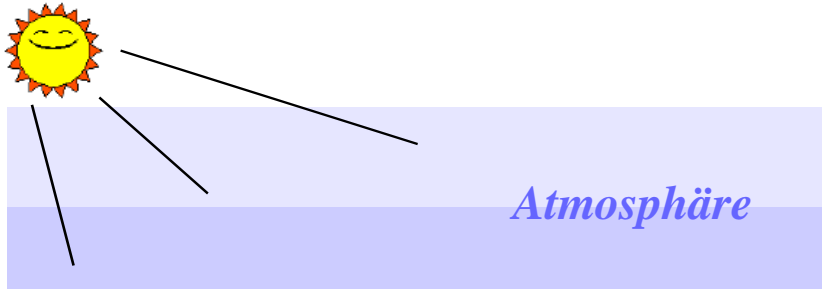


Bei Aurora- Bedingungen sind die Töne stark verbrummt.  
Deshalb werden unter anderem gerne CW-Verbindungen benutzt.

Ursache für Aurora ist das Eindringen geladener Teilchen  
von der Sonne in die Atmosphäre.

**TI308** Welche Betriebsart eignet sich am besten für Auroraverbindungen ?

Lösung: CW



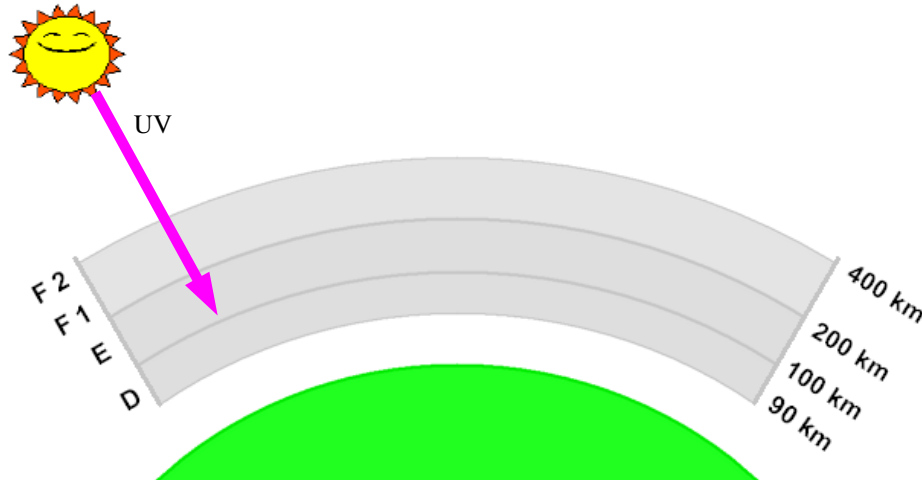
Bei Aurora- Bedingungen sind die Töne stark verbrummt.  
Deshalb werden unter anderem gerne CW-Verbindungen benutzt.

Ursache für Aurora ist das Eindringen geladener Teilchen  
von der Sonne in die Atmosphäre.

CW = continuous wave = gleichmäßige Welle (Morsetelegrafie).

**TI309** Was verstehen Sie unter dem Begriff "Sporadic- E" ? Ich verstehe darunter

Lösung: die Reflexion an lokal begrenzten Bereichen mit ungewöhnlich hoher Ionisation innerhalb der E-Schicht.



Weil die Sonne in den Sommermonaten besonders auf die Schichten der Ionosphäre einwirkt, sind alle Schichten ionisiert.

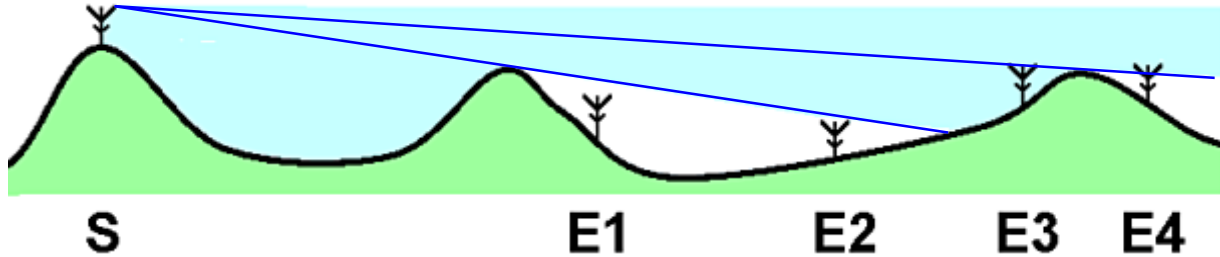
Die E- Schicht ist die niedrigste reflexionsfähige Schicht. Deshalb ermöglicht sie Verbindungen über die kleinsten Distanzen.

Stationen aus ganz Europa sind dann auf Frequenzen im und oberhalb des 10-m Bandes mit großer Feldstärke zu erreichen.

Hohe Ionisation innerhalb der E-Schicht.

**TI310** In dem folgenden Geländeprofil sei S ein Sender im 2-m-Band, E1 bis E4 vier Empfangsstationen. Welche Funkstrecke geht wahrscheinlich am besten, welche am schlechtesten ?

Lösung: Am besten S - E3, am schlechtesten S - E1

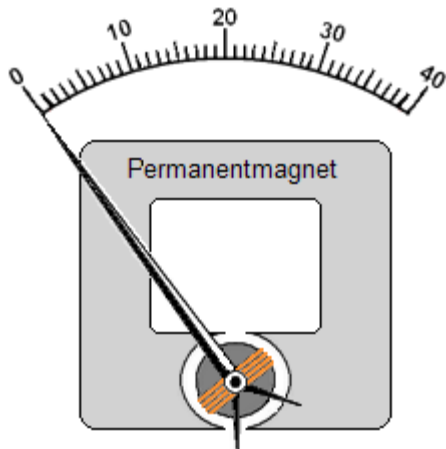


Je hochfrequenter ein HF-Signal, umso mehr nähert es sich den physikalischen Eigenschaften der Lichtwellen.

Die Lichtwellen, wie auch unsere Ultrakurzwellen folgen den optischen Gegebenheiten. Wenn also optische Sichtverbindung zwischen Sender und Empfangsort besteht, ermöglicht das eine sichere Verbindung.

**TJ101** Das Prinzip eines Drehspulmessgeräts beruht auf

Lösung: der Wechselwirkung der Kräfte zwischen einem permanent magnetischen und einem elektromagnetischen Feld.



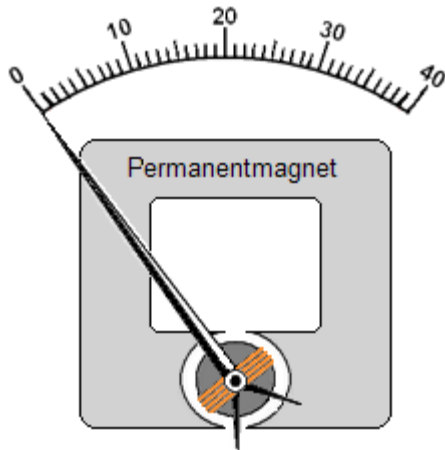
Bei Drehspulmesswerken dreht sich eine Spule infolge des durchfließenden Meßstromes zwischen den Polen eines Dauermagneten.

Mit Drehspulinstrumenten können nur Gleichspannungen gemessen werden. Zur Messung von Wechselspannung wird ihnen ein Gleichrichter vorgeschaltet.

Für die Antwort: . . . zwischen einem permanent magnetischen und einem elektromagnetischen Feld.

**TJ102** Die Auflösung eines Messinstrumentes entspricht

Lösung: der kleinsten Einteilung der Anzeige.



**Eine 40-teilige Skala:**

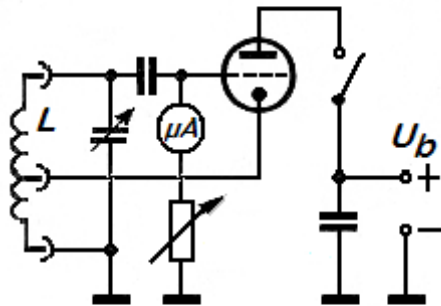
Angenommen die 40 am Skalenende des Bildes sind Milliampere, dann ist die Auflösung = 1 mA, weil sie in 40 Einzelschritten angezeigt werden kann.

Weil Einzelschritte angezeigt werden können.

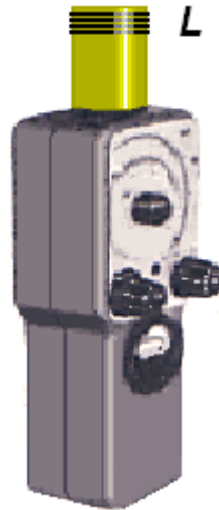


**TJ103** Was ist ein Dipmeter ? Ein Dipmeter ist

Lösung: ein abstimmbarer Oszillator mit einem Indikator, der anzeigt, wenn von einem angekoppelten Resonanzkreis bei einer Frequenz HF-Energie aufgenommen oder abgegeben wird.



*Grid-dip-Meter*



Ein **Frequenzmesser** zum Ermitteln der Frequenz z.B. von Schwingkreisen - auch Antennen usw.

Der zu messende passive Schwingkreis wird lose mit der Steckspule **L** des Dipmeters gekoppelt.

Er entzieht dem Schwingkreis des Dipmeters Energie, was bei Resonanz mit einem Rückgang (**Dip**) des Anzeigeinstrumentes angezeigt wird.

Darüber hinaus kann man bei aktiv schwingenden Geräten die erzeugte Frequenz messen. In dem Fall erzeugt der Dipper keine HF, sondern arbeitet wie ein Absorptionsfrequenzmesser.

Die Anzeige-Genauigkeit ist ca. 10%

Rückgang (**Dip**) des Anzeigeinstrumentes. • Wie das 'Flagge dippen'.

**TJ104** Wozu wird ein Dipmeter beispielsweise verwendet ?  
Ein Dipmeter wird verwendet zur

Lösung: ungefähren Bestimmung der Resonanzfrequenz eines Schwingkreises.



Ein **Frequenzmesser** zum Ermitteln der Frequenz  
z.B. von Schwingkreisen - auch Antennen usw.

Der zu messende passive Schwingkreis wird lose  
mit der Steckspule **L** des Dipmeters gekoppelt.

Er entzieht dem Schwingkreis des Dipmeters Energie,  
was bei Resonanz mit einem Rückgang (**Dip**)  
des Anzeigeelements angezeigt wird.

Darüber hinaus kann man bei aktiv schwingenden  
Geräten die erzeugte Frequenz messen.  
In dem Fall erzeugt der Dipper keine HF,  
sondern arbeitet wie ein Absorptionsfrequenzmesser.  
Die Anzeige-Genauigkeit ist ca. 10%

Rückgang (**Dip**) des Anzeigeelements. • Wie das 'Flagge dippen'.

**TJ105**

Welches dieser Meßgeräte ist für die Ermittlung der Resonanzfrequenz eines Traps, das für einen Dipol genutzt werden soll, am besten geeignet ?

Lösung: Dipmeter.



Ein **Frequenzmesser** zum Ermitteln der Frequenz z.B. von Schwingkreisen - auch Antennen usw.

Der zu messende passive Schwingkreis wird lose mit der Steckspule  $L$  des Dipmeters gekoppelt.

Er entzieht dem Schwingkreis des Dipmeters Energie, was bei Resonanz mit einem Rückgang (**Dip**) des Anzeigeelements angezeigt wird.

Darüber hinaus kann man bei aktiv schwingenden Geräten die erzeugte Frequenz messen. In dem Fall erzeugt der Dipper keine HF, sondern arbeitet wie ein Absorptionsfrequenzmesser.

Die Anzeige-Genauigkeit ist ca. 10%

Diese Frage sollte nicht gestellt werden, denn Frequenzmessgerät ist sachlich richtig, wird aber als falsch gewertet.

Falsch = **VSWR-Messbrücke, Frequenzmessgerät, Resonanzwellenmesser.**

**TJ106** Wie ermittelt man die Resonanzfrequenz eines Schwingkreises ?  
man ermittelt sie

Lösung: durch Messung von L und C und Berechnung oder z.B. mit einem Dipmeter.



Ein **Frequenzmesser** zum Ermitteln der Frequenz  
z.B. von Schwingkreisen - auch Antennen usw.

Der zu messende passive Schwingkreis wird lose  
mit der Steckspule **L** des Dipmeters gekoppelt.

Er entzieht dem Schwingkreis des Dipmeters Energie,  
was bei Resonanz mit einem Rückgang (**Dip**)  
des Anzeigeinstruments angezeigt wird.

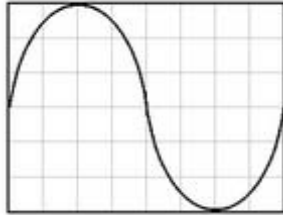
Darüber hinaus kann man bei aktiv schwingenden  
Geräten die erzeugte Frequenz messen.  
In dem Fall erzeugt der Dipper keine HF,  
sondern arbeitet wie ein Absorptionsfrequenzmesser.

Die Anzeige-Genauigkeit ist ca. 10%

L-Messung: Der Spule wird ein bekannter Kondensator parallelgeschaltet - dann gemessen und gerechnet . . .

**TJ107** Für welche Messungen verwendet man ein Oszilloskop ?  
Ein Oszilloskop verwendet man, um

Lösung: Signalverläufe sichtbar zu machen, um beispielsweise Verzerrungen zu erkennen.

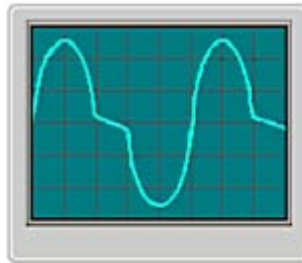


Formen von Signalen kann nur ein Oszilloskop anzeigen.

... beispielsweise Verzerrungen erkennen.

**TJ108** Welches dieser Geräte wird für die Anzeige von NF-Verzerrungen verwendet ?

Lösung: Ein Oszilloskop.

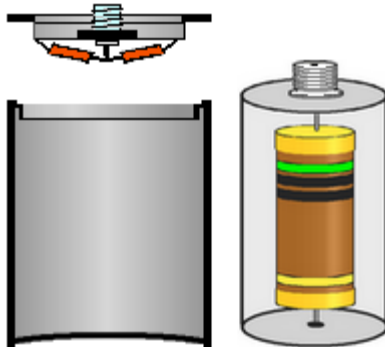


Verzerrte Signale  
kann nur ein Oszilloskop anzeigen.

**Voltmeter, Vielfachmeßgeräte und Frequenzzähler erkennen keine Kurvenformen.**

**TJ109** Eine künstliche Antenne für den VHF-Bereich könnte beispielsweise aus

Lösung: ungewendelten Kohleschichtwiderständen zusammengebaut sein.



Eine Kunstantenne ist ein Sender-Abschlußwiderstand zu Testzwecken, der die Sende-Energie nicht nach außen dringen läßt. Sie wird in einem geschlossenen Gehäuse in Widerstände eingespeist, die die HF in Wärme umsetzen.

Das Bild zeigt das Innere einer Drückdeckel-Dose in deren Deckel eine HF-Buchse angebracht ist. Am Anschlußpin der HF-Buchse sind die Lastwiderstände gegen Masse angelötet,

Ungewendelte Widerstände, weil gewendelte Widerstände wie Spulen wirken würden.

**TJ110**

Welche der folgenden Bauteile könnten für eine genaue künstliche Antenne, die bei 28 MHz eingesetzt werden soll, verwendet werden?

Lösung: 10 Kohleschichtwiderstände von 500  $\Omega$ .



Die Parallelschaltung von 10 dieser Widerstände ergibt genau 50 Ohm.

Eine Kunstantenne ist ein Sender-Abschlußwiderstand, der bei Test- und Abgleicharbeiten die Sende-Energie nicht nach außen dringen läßt.

Sie wird in einem geschlossenen Gehäuse in Widerstände eingespeist, die die HF in Wärme umsetzen.

Ungewendelte Widerstände sollten es auch hier sein, weil gewendelte Widerstände wie Spulen wirken würden.

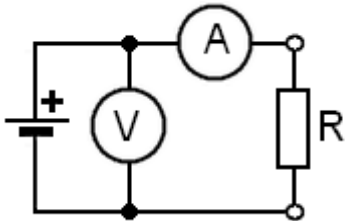


**TJ201**

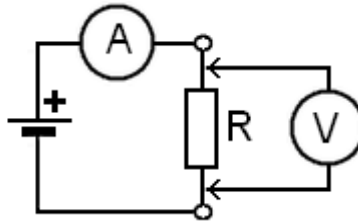
Welche Schaltung könnte dazu verwendet werden, den Wert eines Widerstandes anhand des Ohmschen Gesetzes zu ermitteln ?

Lösung: Die linke Zeichnung aus dem Fragenkatalog.

**Diese ist zu finden:**



**Diese wäre besser:**



Strommesser ( A ) werden in Reihe zum Stromfluß geschaltet.

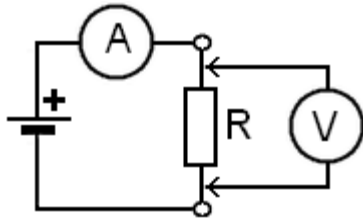
Spannungsmesser ( V ) werden parallel zur Spannungsquelle bzw. besser - zum Verbraucher - geschaltet.

Die vorgegebene Schaltung ergibt 100% Fehlmessung, wenn Strommesser und das Meßobjekt R gleiche Werte aufweisen.

Die gesuchte Schaltung hat Mängel — Sie mißt die Spannung nicht am Verbraucher.

**TJ202** Wie werden elektrische Spannungsmesser an Messobjekte angeschlossen, und welche Anforderungen muss das Messgerät erfüllen, damit der Messfehler möglichst gering bleibt ?

Lösung: Der Spannungsmesser ist parallel zum Messobjekt anzuschließen und sollte hochohmig sein.



Der hochohmige Spannungsmesser ist parallel zum, und möglichst nahe am Messobjekt anzuschließen.

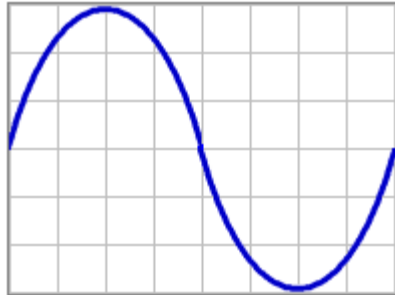
Digital-Multimeter sind mit mehr als 1 Meg-Ohm Innenwiderstand, für die meisten Meßaufgaben gut geeignet.

Hochohmig, weil sonst möglicherweise schon durch das Meßinstrument die Spannung zusammenbricht.

**TJ203**

Die Zeitbasis eines Oszilloskops ist so eingestellt, dass ein Skalenteil 0,5 ms entspricht. Welche Frequenz hat die angelegte Spannung ?

Lösung: 250 Hz.



0,5 ms / Div.

Die Sinuskurve erstreckt sich über 8 Skalenteile von je 0,5 ms = **4 ms**.

Da hier nach Frequenz gefragt ist, gilt die Formel:

$$f = 1 \div t$$

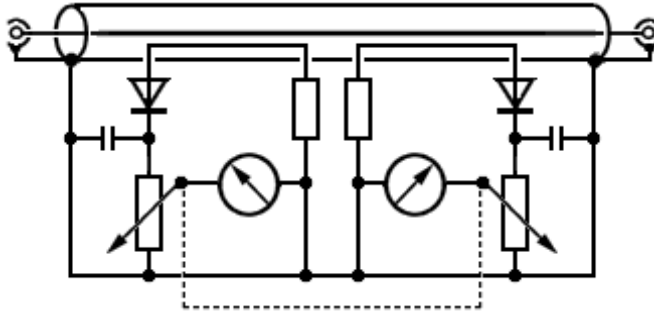
8 Div  $\times$  0,000 5 sec. = 0,004 sec.

$$1 \div 0,004 \text{ s} = 250 \text{ Hz}$$

0,5 ms / Div. Das heißt 0,5 Millisekunden pro Teilung - (Division = Abteilung).

**TJ204** Für welchen Zweck wird eine Stehwellenmessbrücke verwendet ?

Lösung: Zur Überprüfung der Anpassung des Senders an die Antenne.



### Reflektometer oder Stehwellen-Meßgerät.

Gemessen wird damit die Anpassung :  
Eingefügt zwischen Senderausgang und Antenne wird hin- und rücklaufende Welle erfasst.

**Der Meßvorgang:** Der Sender wird eingeschaltet •  
Das Doppelpotentiometer wird so eingestellt, daß das rechte  $\mu\text{A}$ -Meter für den Vorlaufwert Vollausschlag anzeigt. • Damit ist das Gerät "geeicht", und zeigt am linken Messinstrument den richtigen Rücklaufwert an. Wird kein Rücklauf angezeigt, dann ist die Anpassung einwandfrei.

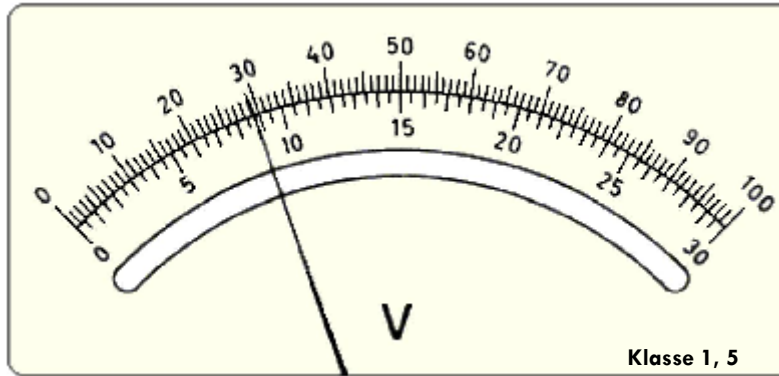
Weitere Bezeichnungen sind : SWR-Meter, Stehwellen-Meßbrücke oder VSWR-Brücke.

**VSWR =** Valece of **S**tanding **W**ave **R**atio • Es gibt unterschiedliche Bezeichnungen für diesen Meßknecht.

**TJ205**

Welche Spannung wird bei dem folgenden Meßinstrument angezeigt, wenn dessen Meßbereich auf 10 V eingestellt ist ?

Lösung: 2,93 V



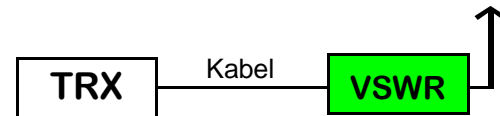
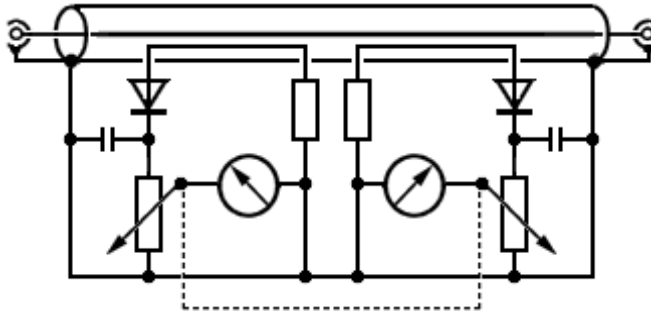
2,93 V - weil alle Zahlenangaben auf der oberen Skala im 10 Volt- Bereich durch 10 zu teilen sind.

Im 10 Volt- Bereich ist durch 10 zu teilen.

**TJ206**

An welcher Stelle einer Antennenanlage muß ein VSWR-Meter eingeschleift werden, um Aussagen über die Antenne selbst machen zu können ?  
Das VSWR-Meter muß eingeschleift werden zwischen

Lösung: Antennenkabel und Antenne.



### **Reflektometer oder Stehwellen-Meßgerät.**

Gemessen wird damit die Anpassung der Antenne:

Eingefügt direkt vor dem Antennenanschluß wird hin- und rücklaufende Welle erfasst. Ermöglicht eine Aussage über das SWR der Antenne. (In diesem Fall nur der Antenne).

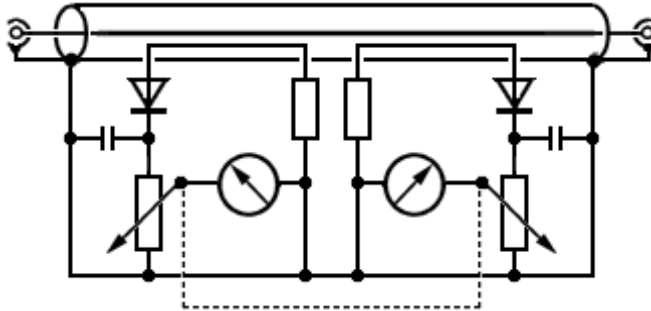
Weitere Bezeichnungen sind : SWR-Meter, Stehwellen-Meßbrücke oder VSWR-Brücke.

Es gibt unterschiedliche Bezeichnungen für diese Meßgeräte.

**TJ207**

Ein Stehwellenmessgerät wird in ein ideal angepasstes Sender- / Antennensystem eingeschleift. Das Messgerät sollte

Lösung: ein Stehwellenverhältnis von 1 anzeigen.



### Reflektometer oder Stehwellen-Meßgerät.

Gemessen wird damit die Anpassung :

Eingefügt zwischen Senderausgang und Antenne wird hin- und rücklaufende Welle erfasst.

**Der Meßvorgang:** Der Sender wird eingeschaltet •

Das Doppelpotentiometer wird so eingestellt, daß das rechte  $\mu\text{A}$ -Meter für den Vorlaufwert Vollausschlag anzeigt. • Damit ist das Gerät 'geeicht', und zeigt am linken Messinstrument den richtigen Rücklaufwert an. Das linke  $\mu\text{A}$ -Meter zeigt hier keinen Rücklauf an, was ein SWR von 1 bedeutet : Optimale Anpassung.

Weitere Bezeichnungen sind : SWR-Meter, Stehwellen-Meßbrücke oder VSWR-Brücke.

Ein Stehwellenverhältnis von 1 bedeutet: Optimale Anpassung.

**TJ208** Welches dieser Messgeräte ist für genaue Frequenzmessungen am besten geeignet ?

Lösung: ein Frequenzzähler.



Frequenzzähler haben eine hohe Auflösung, und durch Quarzsteuerung eine große Genauigkeit um exakte Frequenzmessungen durchzuführen.

Die quarzgesteuerte 'Zeitbasis' öffnet den HF-Eingang für eine wählbare Zeit - die Torzeit - . Die während dieser Zeit eintreffende HF wird digitalisiert und in einer Torzeitpause zur Anzeige gebracht.

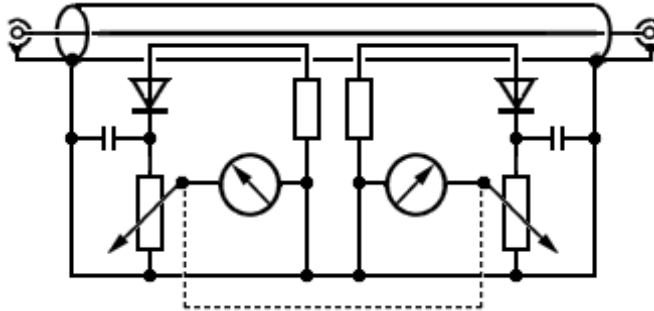
Dieser Vorgang wird ständig wiederholt, und kann damit auch anzeigen, wenn sich die Meßfrequenz im Laufe der Zeit ändern sollte.

Die weiteren angebotenen Geräte sind weniger oder garnicht geeignet.



**TJ209** Wie mißt man das Stehwellenverhältnis ? Man mißt es

Lösung: mit einer VSWR-Messbrücke.



### Reflektometer oder Stehwellen-Meßgerät.

Gemessen wird damit die Anpassung :

Eingefügt zwischen Senderausgang und Antenne wird hin- und rücklaufende Welle erfasst.

**Der Meßvorgang:** Der Sender wird eingeschaltet •

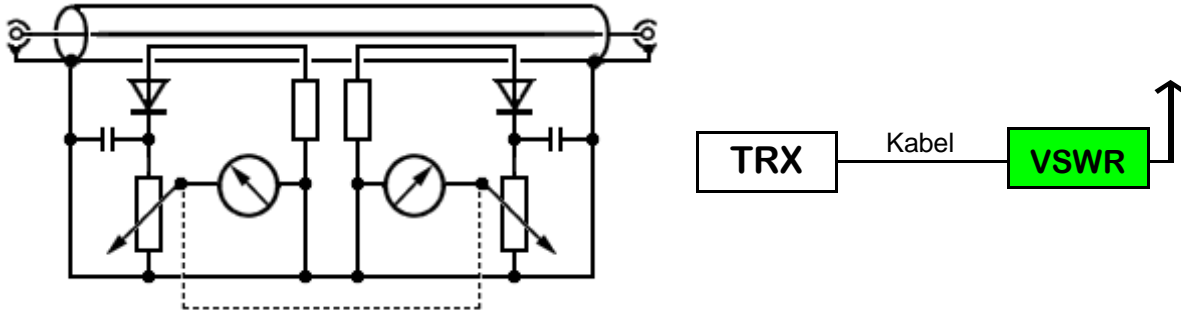
Das Doppelpotentiometer wird so eingestellt, daß das rechte  $\mu\text{A}$ -Meter für den Vorlaufwert Vollausschlag anzeigt. • Damit ist das Gerät 'geeicht', und zeigt am linken Messinstrument den richtigen Rücklaufwert an. Das linke  $\mu\text{A}$ -Meter zeigt hier keinen Rücklauf an, was ein SWR von 1 bedeutet : Optimale Anpassung.

Weitere Bezeichnungen sind : SWR-Meter, Stehwellen-Meßbrücke oder VSWR-Brücke.

VSWR = Value of Standing Wave Ratio • Es gibt unterschiedliche Bezeichnungen für diesen Meßdiener.

**TJ210** Ein Stehwellenmessgerät wird eingesetzt bei Sendern zur Messung

Lösung: der Antennenanpassung.



### Reflektometer oder Stehwellen-Meßgerät.

Gemessen wird damit die Anpassung der Antenne:

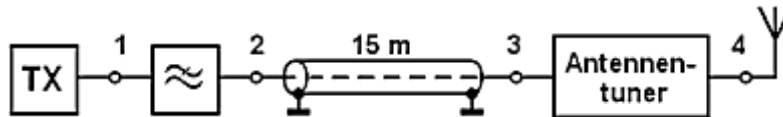
Eingefügt direkt vor dem Antennenanschluß wird hin- und rücklaufende Welle erfaßt. Ermöglicht eine Aussage über das SWR der Antenne. (In diesem Fall nur der Antenne).

Weitere Bezeichnungen sind : SWR-Meter, Stehwellen-Meßbrücke oder VSWR-Brücke.

Es gibt unterschiedliche Bezeichnungen für dieses Meßgerät.

**TJ211** An welchem Punkt sollte das Stehwellenmessgerät eingeschleift werden um zu prüfen, ob der Sender gut an die Antennenanlage angepaßt ist ?

Lösung: Punkt 1



Man möchte hier ja schließlich wissen, ob der Senderausgang richtig mit 50 Ohm abgeschlossen ist.

Am Punkt 4 eingeschleift, würde man eine Aussage über die Antenne bekommen.

Man will wissen, ob der Sender gut an die Antennenanlage angepaßt ist, und keinen Schaden nimmt .

**TK101** Wie äußert sich Zustopfen bzw. Blockierung eines Empfängers ?

Lösung: Durch den Rückgang der Empfindlichkeit und ggf. das Auftreten von Brodelgeräuschen.

Die Eingangsstufen werden durch ein zu starkes Signal so weit von der AGC zurückgeregelt, daß nichts mehr empfangen wird.

Der Arbeitspunkt der Eingangs- und evtl. weiterer Stufen ist soweit übersteuert, daß ein Brodeln hörbar wird.

Brodelgeräusche.

**TK102** Welche Effekte werden durch Intermodulation hervorgerufen ?

Lösung: Es treten Phantomsignale auf, die bei Einschalten eines Abschwächers verschwinden.

Wenn zum Nutzsignal ein nahes, sehr starkes Signal von einer anderen Quelle auftritt, modulieren sich beide Signale gegenseitig.

Sie bilden Summen- und Differenzfrequenzen, die dann verschwinden, wenn durch Abschwächen, die Kennlinien der Eingangsstufen nicht mehr übersteuert werden.

Ursache der Intermodulation sind Unlinearitäten von Empfängerstufen.

**TK103** Welche Reaktion ist angebracht, wenn Störungen im TV-Rundfunk beim Nachbarn nicht mit den zur Verfügung stehenden Mitteln beseitigt werden können ?

Lösung: Sie empfehlen dem Nachbarn höflich, sich an die Bundesnetzagentur zur Prüfung der Störungsursache zu wenden.

Dem Nachbarn höflich entgegenkommen sollte für den Ruf eines Funkamateurs selbstverständlich sein.

Denn in den überwiegenden Fällen sitzt die Minderheit der Funkamateure für die Öffentlichkeit am kürzeren Hebel. Das sollte man bitte nie vergessen !

Und : Die Funkstörungsmeßstelle ist überwiegend mit Funkamateuren besetzt, die niemandem den Kopf abreißen, sondern eher als Ratgeber agieren.

Auch „unangenehmen“ Nachbarn gegenüber : Wir bleiben höflich !!!

**TK104** Bei der Überprüfung des Ausgangssignals eines Senders sollte die Dämpfung der Oberwellen mindestens

Lösung: den geltenden Richtwerten entsprechen.

Wer

hätte

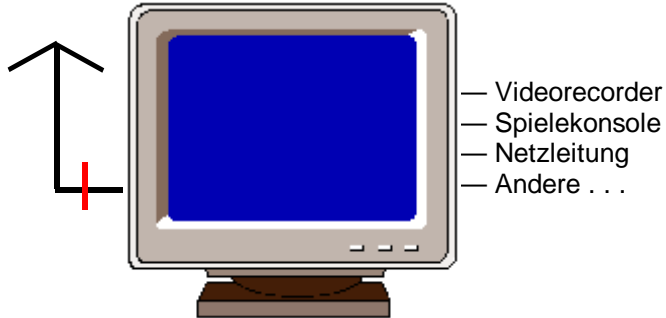
das

gedacht ???

Nur die Antwort, in der keine dB vorkommen ist richtig

**TK105** In welchem Fall spricht man von Einströmungen bei EMV ?  
Einströmungen liegen dann vor, wenn die HF

Lösung: über Leitungen oder Kabel in das zu überprüfende Gerät gelangt.



Festzustellen ist Einströmung, wenn von dem gestörten Gerät zunächst einmal die Antenne entfernt wurde.

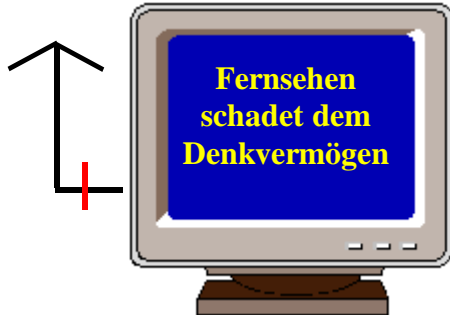
Wird das Gerät dann immer noch gestört, dann kommen die Störungen auf anderen Wegen als über die Antenne in das Gerät.

Nach und nach wird nun Kabel für Kabel entfernt, bis die Ursache gefunden ist.



**TK106** In welchem Fall spricht man von Einstrahlungen bei EMV ?  
Einstrahlungen liegen dann vor, wenn die HF

Lösung: über das ungenügend abgeschirmte Gehäuse in die Elektronik gelangt.



Festzustellen ist Einströmung, wenn von dem gestörten Gerät zunächst einmal die Antenne entfernt wurde.

Wird das Gerät dann immer noch gestört, dann kommen die Störungen auf anderen Wegen als über die Antenne in das Gerät.

Nach und nach wird nun Kabel für Kabel entfernt, bis die Ursache gefunden ist.

Führt auch das nicht zum Erfolg, so ist zu vermuten, daß es sich um Direkteinstrahlung in die Elektronik handelt. Meistens hat der Gerätehersteller Bauteile 'gespart', die der vorschriftsmäßigen Störsicherheit dienen sollten. Der Verkäufer muß in dem Fall für Abhilfe sorgen.

Über ungenügend abgeschirmte Gehäuse . . . .

**TK107** Wie nennt man die elektromagnetische Störung, die durch die Aussendung des reinen Nutzsignals beim Empfang anderer Frequenzen in benachbarten Empfängern auftreten kann ?

Lösung: Blockierung oder störende Beeinflussung.



Die Eingangsstufen werden durch ein zu starkes Signal (möglicherweise eines Funkamateurs) so weit zurückgeregelt, daß nichts mehr empfangen wird. Wenn die Störung nach dem Entfernen der Empfangsantenne verschwindet, kann angenommen werden, daß Blockierung oder störende Beeinflussung vorliegt.

Da versagen auch die Selektionsmittel des Fernsehers.

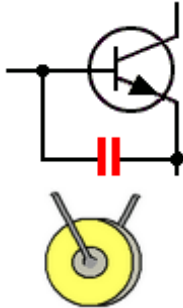
Man rückt solchen Problemen auf der Empfängerseite zu Leibe, indem man es z.B. mit einem Hochpaßfilter am Antennen-Eingang versucht.

Stammt die Störung von einem UKW- Amateur, dann hilft eher ein Saugkreis, der für die Mittenfrequenz des Störers bemessen ist. Dieser ist ebenfalls direkt an den Antennen-Eingang des gestörten Gerätes anzuschließen.

## TK201

Wie kommen Geräusche aus den Lautsprechern einer abgeschalteten Stereoanlage möglicherweise zustande ?

Lösung: Durch Gleichrichtung starker HF-Signale in der NF-Endstufe der Stereoanlage.



Die Basis- Emitterstrecke des Empfangsgerätes, auf welche das nahe Sendesignal einwirkt, demoduliert dieses und erzeugt so ein AM-Signal.

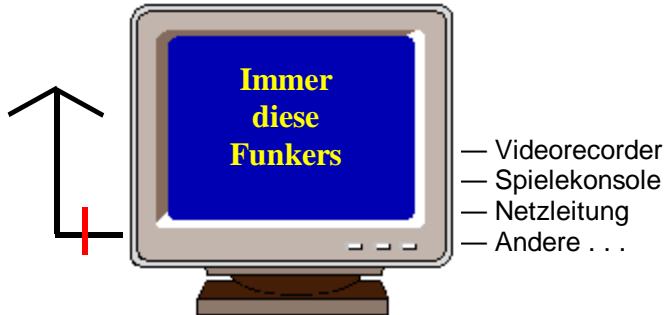
Keramische Kondensatoren zwischen Basis und Emitteranschluß der Endstufe des gestörten Gerätes schaffen oft Abhilfe.

Schirmen Sie die Leitungen für Zusatzlautsprecher ab.

Die Lautsprecher-Leitung ist oft die 'Empfangsantenne'.

**TK202** Ein Fernsehgerät wird durch das Nutzsignal einer KW-Amateurfunkstelle gestört.  
Wie dringt das Signal mit größter Wahrscheinlichkeit in das Fernsehgerät ein?

Lösung: Über jeden beliebigen Leitungsanschluss und / oder über die ZF-Stufen.



Festzustellen ist die Ursache, wenn von dem gestörten Gerät die Antenne entfernt wurde. Nun wird Kabel für Kabel entfernt, bis die Ursache gefunden ist.

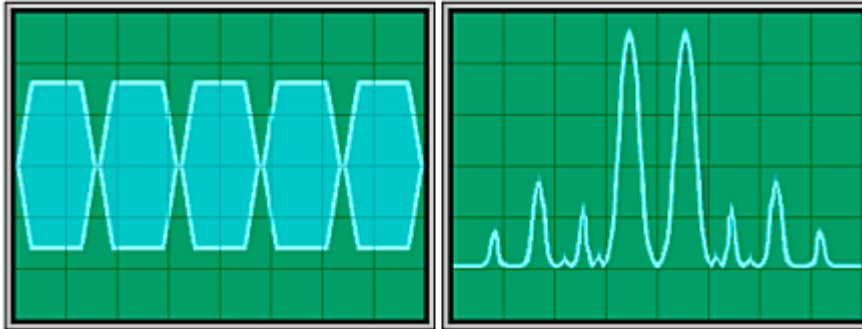
Wird das Gerät dann immer noch gestört, dann kommen die Störungen auf anderen Wegen als über die Kabel in das Gerät.

Direkteinstrahlung in die Elektronik bleibt übrig.

Über jeden beliebigen Leitungsanschluss . . .

**TK203** Die Übersteuerung eines Leistungsverstärkers führt zu

Lösung: einem hohen Nebenwellenanteil.



Die abgekappten Modulationsspitzen des Oszilloskopschirms weisen auf eine Übersteuerung hin.

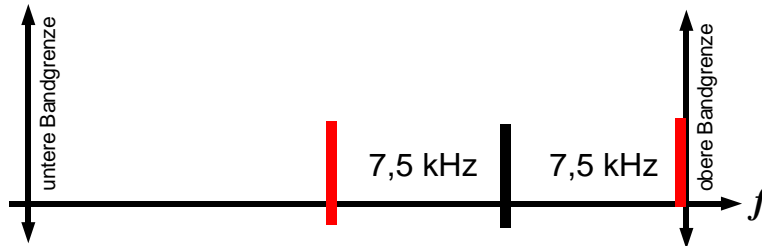
Die beiden großen Amplituden der Spektral-Analyse zeigen oberes und unteres Seitenband, alles übrige sind Nebenwellen.

Übersteuerung führt zu Nebenwellen.

**TK204**

Die gesamte Bandbreite einer FM-Übertragung beträgt 15 kHz.  
Wie nah an der Bandgrenze kann ein Träger übertragen werden,  
ohne dass Außerbandaussendungen erzeugt werden ?

Lösung: 7,5 kHz.



Unteres oder oberes Seitenband haben je 7,5 kHz,  
also die Hälfte der gesamten Bandbreite.

7,5 kHz von der Bandgrenze.

**TK301** Durch welche Maßnahme kann die übermäßige Bandbreite einer 2-m-FM-Übertragung verringert werden? Durch die Änderung der

Lösung: Hubeinstellung.

Der Hub ist eine Veränderung der Frequenzvariation in Abhängigkeit, und im Zusammenwirken mit der Modulationsspannung.

Der Regler für die Hub-Einstellung ist so einstellbar, daß bei gleicher Modulationsspannung eine größere oder kleinere Frequenzvariation erfolgt.

### Wie kann man es sich vorstellen?

Wir stellen uns ein Gummiband vor. Es hört auf den Namen Hub. Auf dieses Gummiband schreiben wir die Modulationsfrequenzen von 1Hz bis zur oberen und unteren NF-Frequenzgrenze des Modulationsspektrums auf:

3kHz ..... 2kHz ..... 1kHz ..... 0 ..... 1kHz ..... 2kHz ..... 3kHz

Damit hätten wir alle Modulationsfrequenzen - und allerdings erst dann auch den Hub, wenn wir das Gummiband auseinander ziehen. Haben wir es mit dem Hub-Regler auf doppelte Länge gebracht, dann haben wir genausoviel Hub wie die höchste Modulationsfrequenz. Das entspräche dem Modulationsindex = 1. Dieser Modulations-Index wird angestrebt, um das Qualitäts-Maximum der Modulation zu erreichen.

Hub verringern.

**TK302** Ein Sender sollte so betrieben werden, dass

Lösung: er keine unerwünschten Aussendungen hervorruft.

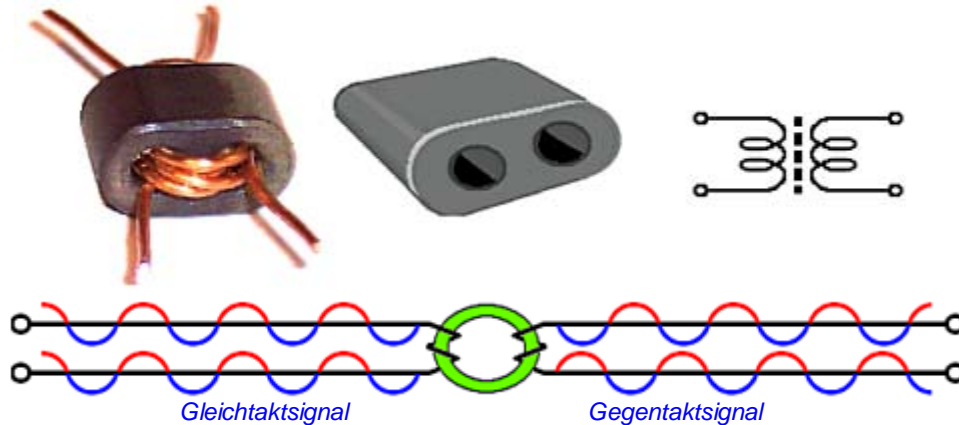


Neeee - sowattt



**TK303** Durch eine Mantelwellendrossel  
in einem Fernseh-Antennenzuführungskabel

Lösung: werden Gleichtakt-HF-Störsignale unterdrückt.



Mantelwellen sind Gleichtaktsignale auf einer Leitung.

Mit Mantelwellen- Drossel oder -Trafo wird das Signal auf der Leitung zum Gegentaktsignal, d. h. einer positiven Halbwelle auf dem einen Leitungsdraht steht im gleichen Abschnitt auf dem gegenüber liegenden Draht eine negative Halbwelle gegenüber. Gegentaktsignale löschen sich gegenseitig für die Strahlung aus. Sie werden also nur noch transportiert.

Auf Doppel-Loch-Ferritkern gewickelt. Bifilar wurden ca. 2½ Windungen benötigt. (Bifilar ist zweidrahtig).

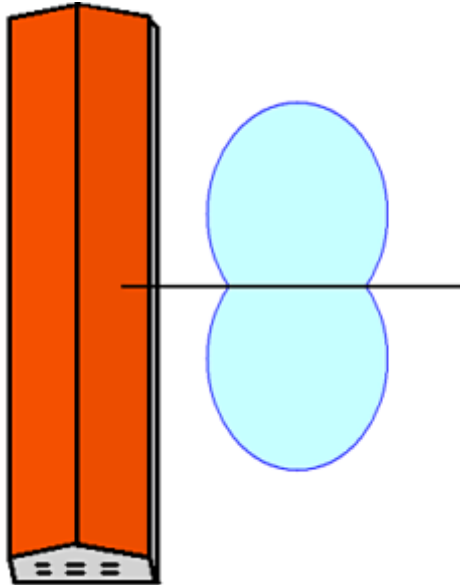
Die wirken Wunder !! Sehr empfehlenswert - habe ich selbst erlebt.

**TK304**

Ein Funkamateure wohnt in einem Reihenhause.

An welcher Stelle sollte die KW-Drahtantenne angebracht werden, um störende Beeinflussungen auf ein Mindestmaß zu begrenzen ?

Lösung: Rechtwinklig zur Häuserzeile mit abgewandter Strahlungsrichtung.



Man tut gut daran, von vornherein alles zur Störverminderung mögliche zu tun.

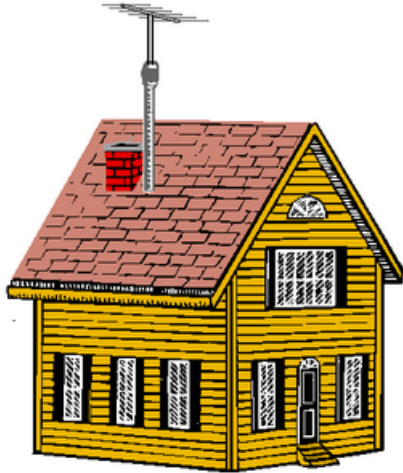
Eine der Maßnahmen ist die Berücksichtigung des Strahlungsdiagramms seiner Antenne.

Mit abgewandter Strahlungsrichtung.

**TK305**

Beim Betrieb Ihres 2-m-Senders wird bei einem Ihrer Nachbarn ein Fernsehempfänger gestört, der mit einer Zimmerantenne betrieben wird. Zur Behebung des Problems schlagen Sie dem Nachbarn vor,

Lösung: eine außen angebrachte Fernsehantenne zu installieren.



Eine außen angebrachte Fernsehantenne vergrößert das Nutzsignal des TV-Gerätes. Der Störabstand vergrößert sich damit ebenfalls.

Die Wirkung ist groß.

**TK306** Die Bemühungen, die durch eine in der Nähe befindliche Amateurfunkstelle hervorgerufenen Fernsehstörungen zu verringern, sind fehlgeschlagen. Als nächster Schritt ist

Lösung: die zuständige Außenstelle der Bundesnetzagentur um Prüfung der Gegebenheiten zu bitten.



Da werden Sie geholfen ..... *Hi*.  
Die Mitarbeiter der BNetzA sind meist  
selbst Funkamateure, - nett und kompetent.  
Die beißen nicht . . .

Es wird überwiegend positiv darüber berichtet.

**TK307** Um die Störwahrscheinlichkeit zu verringern, sollte die benutzte Sendeleistung

Lösung: auf das für eine zufriedenstellende Kommunikation erforderliche Minimum eingestellt werden.

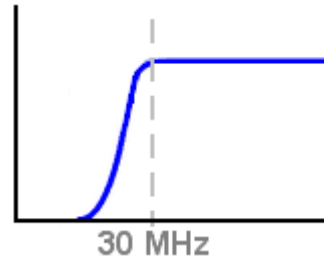
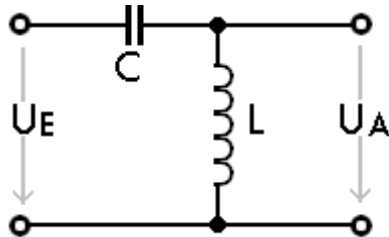


Das sorgt jederzeit für ein harmonisches Verhältnis - nicht nur zu den Nachbar(innen).

Harmonischen-Verhältnis - Na na.....

**TK308** Welches Filter sollte im Störfall für die Dämpfung von Kurzwellensignalen in ein Fernsehantennenkabel eingeschleift werden ?

Lösung: Ein Hochpassfilter.



**Dem gestörten Gerät ist ein Hochpaß vorzuschalten.**

Fernsehempfänger werden zumeist durch Harmonische und Oberwellen gestört. Das sind immer Frequenzen, die oberhalb der Sollfrequenz ausgestrahlt werden.

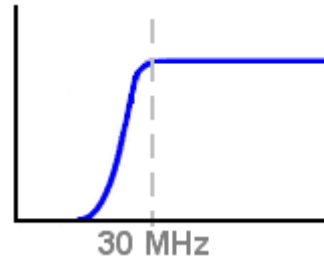
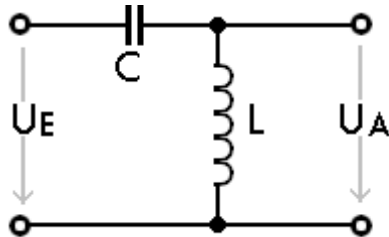
Harmonische werden mit Hochpaß in der Empfängerleitung geschwächt.

Abhilfe schaffen auch Tiefpässe am Senderausgang (Oberwellenfilter), die die Stör-Frequenzen oberhalb des Amateurbandes reduzieren.

Weil die Empfangsfrequenzen des Fernseh-Empfängers im VHF und UHF-.Bereich liegen.

**TK309** Was sollte zur Herabsetzung starker Signale eines 28-MHz-Senders in das Fernseh-Antennenzuführungskabel eingeschleift werden ?

Lösung: Ein Hochpassfilter.



**Dem gestörten Gerät ist ein Hochpaß vorzuschalten.**

Fernsehempfänger werden zumeist durch Harmonische und Oberwellen gestört. Das sind immer Frequenzen, die oberhalb der Sollfrequenz ausgestrahlt werden.

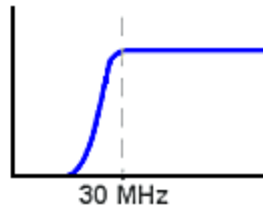
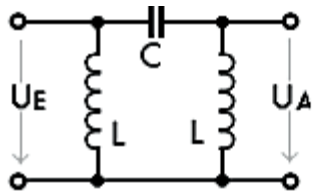
Harmonische werden mit Hochpaß in der Empfängerleitung geschwächt.

Abhilfe schaffen auch Tiefpässe am Senderausgang (Oberwellenfilter), die die Stör-Frequenzen oberhalb des Amateurbandes reduzieren.

Ein Hochpassfilter, weil die Empfangsfrequenzen des Fernseh-Empfängers im VHF und UHF-.Bereich liegen.

**TK310** Welche Filter sollten im Störfall vor die einzelnen Leitungsanschlüsse eines UKW- oder Fernsehgrundfunkgeräts oder angeschlossener Geräte eingeschleift werden, um Kurzwellensignale zu dämpfen ?

Lösung: Ein Hochpassfilter vor dem Antennenanschluss und zusätzlich je eine Ferritdrossel vor alle Leitungsanschlüsse der gestörten Geräte.



**Dem gestörten Gerät ist ein Hochpaß vorzuschalten.**

Fernsehempfänger werden zumeist durch Harmonische und Oberwellen gestört. Das sind immer Frequenzen, die oberhalb der Sollfrequenz ausgestrahlt werden.

Harmonische werden mit Hochpaß in der Empfängerleitung geschwächt.

Abhilfe schaffen auch Tiefpässe am Senderausgang (Oberwellenfilter), die die Stör-Frequenzen oberhalb des Amateurbandes reduzieren.

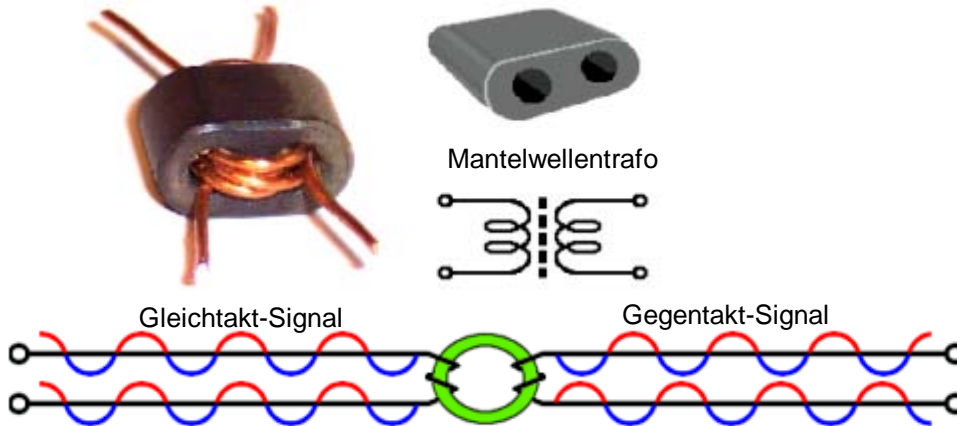
Ein Hochpassfilter, weil die Empfangsfrequenzen des Fernseh-Empfängers im VHF und UHF-Bereich liegen.



**TK311**

Die Signale eines 144-MHz-Senders werden in das Abschirmgeflecht des Antennenkabels eines FM-Rundfunkempfängers induziert und verursachen Störungen. Eine Möglichkeit zur Verringerung der Störungen besteht darin,

Lösung: eine Mantelwellendrossel einzubauen.



Mantelwellen sind Gleichtaktsignale auf einer Leitung, wie im Bild.

Mit Mantelwellen- Drossel oder -Trafo wird das Signal auf der Leitung zum Gegentaktsignal, d. h. einer positiven Halbwelle auf dem einen Leitungsdraht steht im gleichen Abschnitt auf dem gegenüber liegenden Draht eine negative Halbwelle gegenüber. Gegentaktsignale löschen sich gegenseitig für die Strahlung aus. Sie werden also nur noch transportiert.

Mantelwellendrosseln haben sich vielfach bewährt.

**TK312** Um die Störwahrscheinlichkeit im eigenen Haus zu verringern, empfiehlt es sich vorzugsweise

Lösung: eine getrennte HF-Erdleitung zu verwenden.



Getrennt von der sonstigen häuslichen Erdung ist gemeint.

Eigentlich eine Selbstverständlichkeit.

**TK313** Bei der Hi-Fi-Anlage des Nachbarn wird Einströmung in die NF-Endstufe festgestellt.  
Eine mögliche Abhilfe wäre

Lösung: geschirmte Lautsprecherleitungen zu verwenden.



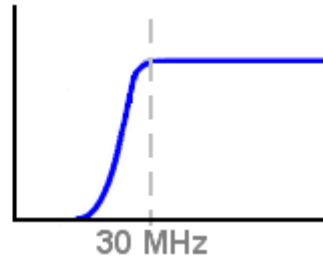
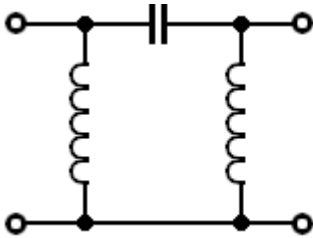
Solch eine Abschirmung wird nur am Beginn der Leitung mit der Masse des gestörten Gerätes verbunden, um nicht eine 'Brummschleife' zu erzeugen.

Notfalls in den Außenleiter eines Koax-Kabels einziehen.

**TK314** Eine KW-Amateurfunkstelle verursacht im Sendebetrieb in einem in der Nähe betriebenen Fernsehempfänger Störungen. Welches Filter schleifen Sie in das Fernsehantennenkabel ein, um die Störwahrscheinlichkeit zu verringern ?

Lösung: Das Hochpaßfilter.

Lösung:



**Dem gestörten Gerät ist ein Hochpaß vorzuschalten.**

Fernsehempfänger werden zumeist durch Harmonische und Oberwellen gestört. Das sind immer Frequenzen, die oberhalb der Sollfrequenz ausgestrahlt werden.

Harmonische werden mit Hochpaß in der Empfängerleitung geschwächt.

Abhilfe schaffen auch Tiefpässe am Senderausgang (Oberwellenfilter), die die Stör-Frequenzen oberhalb des Amateurbandes reduzieren.

Zu finden ist das Hochpassfilter.

**TK315** Bei einem Wohnort in einem Ballungsgebiet empfiehlt es sich, während der abendlichen Fernsehstunden

Lösung: mit keiner höheren Leistung zu senden, als für eine sichere Kommunikation erforderlich ist.

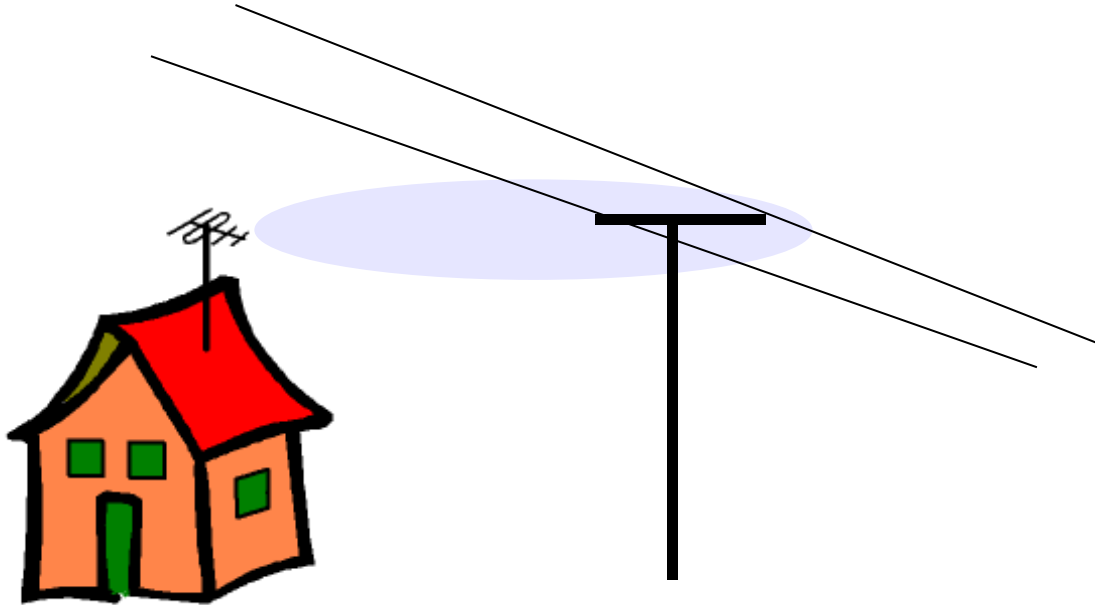


Das sorgt jederzeit für ein harmonisches Verhältnis - nicht nur zu den Nachbarinnen.

..... eine sichere Kommunikation .....

**TK316** Falls sich eine Antenne in der Nähe und parallel zu einer 230-V-Wechselstrom-Freileitung befindet,

Lösung: können Hochfrequenzströme eingekoppelt werden.



Die Freileitung wirkt hier wie eine Empfangsantenne. Das Ergebnis wirkt sich auch auf die Nachbarn aus.

Hochfrequenzströme werden eingekoppelt.

**TK317** Eine 435-MHz-Sendeantenne mit hohem Gewinn ist unmittelbar auf eine UHF-Fernseh-Empfangsantenne gerichtet. Dies führt gegebenenfalls zu

Lösung: einer Übersteuerung eines TV-Empfängers.



Die Eingangsstufen werden durch ein zu starkes Signal des Funkamateurs so weit zurückgeregelt, daß nichts mehr empfangen wird.

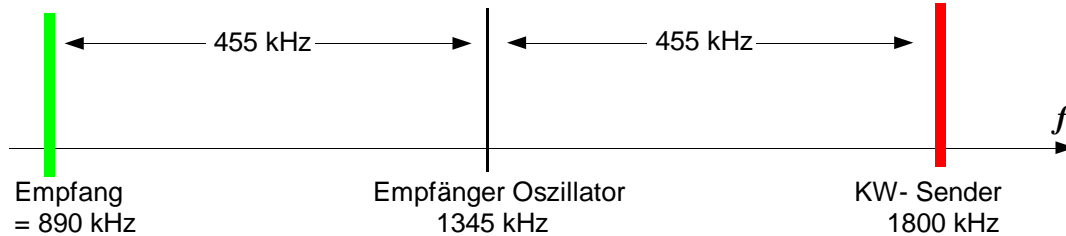
Da versagen auch die Selektionsmittel des Fernsehers. Der Empfang ist blockiert.

Das Problem wurde schon in Frage TK107 beschrieben.

Die Eingangsstufe des Fernsehers wird übersteuert, und blockiert.

**TK318** Im Mittelwellenbereich ergeben sich häufig Spiegelfrequenzstörungen durch

Lösung: Sender im 160-m-Band



**Zum Beispiel bei einer Empfänger-ZF von 455 kHz :**

Sender auf  $1,8 \text{ MHz} - 2 \cdot \text{ZF} = 910 \text{ kHz}$ ;  $1800 - 910 = 890 \text{ kHz}$   
im Mittelwellen-Rundfunkband

Die Spiegelfrequenzstörungen durch Sender im 160-m-Band.



**TK319** Ein korrodierter Anschluß an der Fernseh-Empfangsantenne ihres Nachbarn

Lösung: kann in Verbindung mit dem Signal naher Sender unerwünschte Mischprodukte erzeugen, die den Fernsehempfang stören.

Der korrodierte Anschluß wirkt wie ein Halbleiter,  
der starke Signale gleichrichtet.

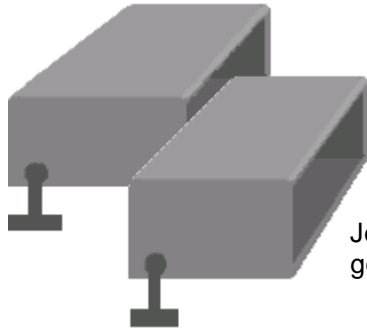
Blechdächer machen Musik - das hat's in unmittelbarer Nähe  
starker Rundfunksender schon gegeben . . .

Das hochfrequente Feld spendete benachbarten  
Kleingärtnern die Energie, um mit Hilfe einer Antenne  
eine Lampe zu betreiben.

Die Metalloxide haben u.U. Halbleitereigenschaften. - Blechdächer geraten ins Schwingen . . .

**TL101** Um eine Amateurfunkstelle in Bezug auf EMV zu optimieren

Lösung: sollten alle Einrichtungen mit einer guten HF-Erdung versehen werden.



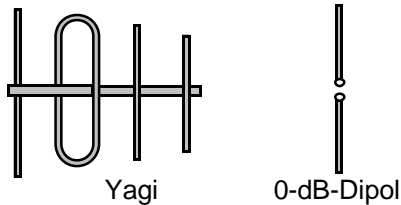
Jede einzelne Einheit wird an einem gemeinsamen Massepunkt geerdet.

Gute HF-Erdung aller Einheiten ist wichtig.

## TL201

Nach welcher der Antworten kann die ERP (Effective Radiated Power) berechnet werden, und worauf ist die ERP bzw. der zu verwendende Antennengewinn bezogen?

Lösung:  $ERP = (P_{\text{SENDER}} - P_{\text{VERLUSTE}}) \cdot G_{\text{ANTENNE}}$  bezogen auf einen Halbwellendipol.



$$\text{Formel: } P_{ERP} = 10 \frac{dB}{10}$$

ERP effective radiated power, zu deutsch: effektive Strahlungsleistung ist die Strahlungsleistung, die die (evtl. verstärkende) Antenne abstrahlt.

Von der Sendeleistung wird zunächst der Kabelverlust abgezogen, um dann mit dem Antennengewinn der gewinnbringenden Antenne multipliziert zu werden.

Der Gewinn der Antenne ist auf den Halbwellendipol - den 0-dB-Dipol bezogen.

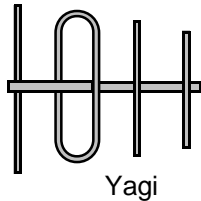
$P_{\text{SENDER}} - \text{Verluste} \cdot \text{Antennengewinn}$  bezogen auf den Halbwellendipol.

$P_{\text{SENDER}} - \text{Verluste} \cdot \text{Antennengewinn}$  bezogen auf den Halbwellendipol.

## TL202

Nach welcher der Antworten kann die EIRP berechnet werden, und worauf ist die EIRP bzw. der zu verwendende Antennengewinn bezogen?

Lösung:  $EIRP = (P_{SENDER} - P_{VERLUSTE}) \cdot G_{ANTENNE}$  bezogen auf einen isotropen Kugelstrahler.



Yagi



Kugelstrahler



0-dB-Dipol

$$\text{Formel: } P_{EIRP} = 10^{\frac{dB}{10}}$$

EIRP effective isotropic radiated power,  
zu deutsch: effektive kugelförmige Strahlungsleistung  
(einer gedachten, nicht realisierbaren, kugelförmig strahlenden Antenne)

**Beispiel** mit 0-dB-Antenne:

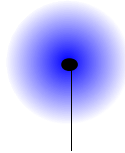
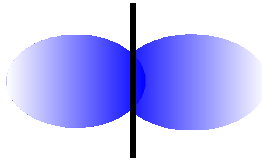
$P_{SENDER} = 1 \text{ Watt} - 3 \text{ dB Verlust} \cdot \text{Antennengewinn}$   
bezogen auf Isotropstrahler (+ 2,15 dB).

$1 \text{ W} - 3 \text{ dB} = 0,5 \text{ W}; \quad 0,5 \text{ W} \cdot 1,64 = 0,822 \text{ W}; \quad (EIRP = P \cdot 1,64 \text{ (2,15 dB)}).$

$$EIRP = (P_{SENDER} - P_{VERLUSTE}) \cdot G_{ANTENNE}$$

## TL203 Was versteht man unter dem Begriff "EIRP" ?

Lösung: Es ist das Produkt aus der zugeführten Leistung und dem Gewinnfaktor der Antenne und stellt die Leistung dar, die man einem isotropen Strahler zuführen müsste, damit dieser im Fernfeld dieselbe elektrische Feldstärke erzeugte wie die Antenne.



EIRP heißt Strahlungsleistung über einen (gedachten) und real nicht existierenden Kugelstrahler. (rechtes Bild)  
EIRP = effective isotropic radiated power.

Der gedachte Kugelstrahler strahlt im Gegensatz zum Halbwellendipol in alle Richtungen, und müsste mit 2,15 dB mehr Leistung angesteuert werden um am Empfangsort die gleiche Feldstärke zu erzeugen, wie der Halbwellendipol in seinen Vorzugsrichtungen.

**ERP** ist die Strahlungsleistung, die die (evtl. verstärkende) Antenne abstrahlt. ERP heißt effective radiated power, zu deutsch: effektive Strahlungsleistung. Der Gewinn der realen Antenne ist auf den Halbwellendipol - den 0-dB-Dipol bezogen.

Leistung eines isotropen Strahlers (Kugelstrahler).

**TL204** Ein Sender mit 0,6 Watt Ausgangsleistung ist über eine Antennenleitung, die 1 dB Kabelverluste hat, an eine Richtantenne mit 11 dB Gewinn (auf den Dipol bezogen) angeschlossen. Welche EIRP wird von der Antenne maximal abgestrahlt ?

Lösung: 9,8 Watt.

$$\text{Leistungsverhältnis} = 10^{\frac{dB}{10}}$$

<b>Gewinn =</b>	<b>11 dB minus 1 dB Kabelverlust = 10 dB + 2,15 (dBi)</b>	<b>= 12,15 dBi</b>
<b>Leistungsverhältnis:</b>	<b>Zehntel-dB = 1,215 ; 1,215 [10<sup>x</sup>]</b>	<b>= 16,4-fach</b>
<b>Leistung (dBi) =</b>	<b>16,4 mal 0,6 Watt</b>	<b>= 9,84 Watt</b>

Zehn hoch: Exponentenrechnung = 1.215 [10<sup>x</sup>].

**TL205** Ein Sender mit 5 Watt Ausgangsleistung ist über eine Antennenleitung, die 2 dB Kabelverluste hat, an eine Richtantenne mit 5 dB Gewinn (auf Dipol bezogen) angeschlossen. Welche EIRP wird von der Antenne maximal abgestrahlt ?

Lösung: 16,4 Watt.

$$\text{Leistungsverhältnis} = 10^{\frac{dB}{10}}$$

**Gewinn =** 5 dB minus 2 dB Kabelverlust = 3 dB + 2,15 (dBi) = 5,15 dBi  
**Leistungsverhältnis:** Zehntel-dB = 0,515 ; 0,515 [10<sup>X</sup>] = 3,27-fach  
**Leistung (dBi) =** 3,27 mal 5 Watt = 16,36 Watt

Zehn hoch: Exponentenrechnung = 0.515 [10<sup>X</sup>].

**TL206**

Ein Sender mit 75 Watt Ausgangsleistung ist über eine Antennenleitung, die 2,15 dB Kabelverluste hat, an eine Dipol-Antenne angeschlossen. Welche EIRP wird von der Antenne maximal abgestrahlt ?

Lösung: 75 Watt.

$$\text{Leistungsverhältnis} = 10^{\frac{dB}{10}}$$

$$\text{Gewinn} = 0 \text{ dB minus } 2,15 \text{ dB Kabelverlust} + 2,15 \text{ (dBi)} = \pm 0 \text{ dBi}$$

$$\text{Leistung (dBi)} = 75 \text{ Watt} \pm 0 \text{ dB} = 75 \text{ Watt}$$

Kabelverlust (2,15 dB), und Gewinn (EIRP= 2,15 dBi) heben sich auf.



**TL207** Muss ein Funkamateurl als Betreiber einer ortsfesten Amateurfunkstelle bei der Sendart F3E und einer Senderleistung von 6 Watt an einer 15-Element-Yagiantenne mit 13 dB Gewinn für 2 m die Einhaltung der Personenschutzgrenzwerte nachweisen ?

Lösung: Ja, er ist in diesem Fall verpflichtet die Einhaltung der Personenschutzgrenzwerte nachzuweisen.

Die Bestimmung heißt: Für eine ortsfeste Funkanlage mit einer Sendeleistung > 10 Watt EIRP usw. . . .

Hier haben wir aber  $6 \text{ Watt} \times 13 \text{ dBd} + 2,15 \text{ dBi} = 15,15 \text{ dBi}$   
15,15 dB entsprechen 32,7-facher Leistungsverstärkung:

6 Watt mal 32,7 sind aber 196,4 Watt, und eben nicht die 10 W EIRP.

Zur Berechnung und Erstellung der Selbsterklärung existieren Computerprogramme.

**TL208** Sie besitzen einen  $\lambda/4$ -Vertikalstrahler. Da Sie für diese Antenne keine Selbsterklärung abgeben möchten und somit nur eine Strahlungsleistung von kleiner 10 W EIRP verwenden dürfen, müssen Sie die Sendeleistung soweit reduzieren, dass sie unter diesem Wert bleiben. Wie groß darf die Sendeleistung dabei sein ?

Lösung: kleiner 3 Watt (Zuleitungsverluste vernachlässigt). (\*\*)

$$\text{Leistungsverhältnis} = 10^{\frac{dB}{10}}$$

Für mich hat ein Viertelwellen-Vertikalstrahler 0 dBd Gewinn -

**aber ausgehend von den Vorgaben der BNetzA -**

bei denen der  $\lambda/4$  -Vertikalstrahler einen Gewinn von 3 dBd aufweist,  
kommt man auf das Lösungsergebnis der Frage **TL208: kleiner 3 Watt**

(\*\*) = Das glaube ich nicht! • Und diese Aufgabe aus dem Fragenkatalog der Kl. A kann das erklären :

**TH210 Warum ist eine  $\lambda$ -5/8-Antenne besser als eine  $\lambda/4$  -Antenne für VHF-UHF-Mobilbetrieb geeignet ?**

**Lösung: Sie hat mehr Gewinn.**

Wieso hat ein Viertelwellenstrahler mehr Gewinn als ein Halbwelldipol? • Leute, - werft eure 5/8 Antenne weg !

**TL209**

Sie möchten den Personenschutz-Sicherheitsabstand für die Antenne Ihrer Amateurfunkstelle für das 10-m-Band und die Betriebsart RTTY berechnen. Der Grenzwert im Fall des Personenschutzes beträgt 28 V/m. Sie betreiben einen Dipol, der von einem Sender mit einer Leistung von 100 W über ein Koaxialkabel gespeist wird. Die Kabeldämpfung sei vernachlässigbar. Wie groß muß der Sicherheitsabstand sein ?

Lösung: 2,50 m

$$r = \frac{\sqrt{30 \Omega \cdot EIRP}}{E = (28 \text{ V/m})}$$

**E** = el. Feldstärke ( Volt /meter )

**r** = radius = Abstand in Metern

**EIRP = ERP + 2,15 dB**

**Dipol = 2,15 dBi Gewinn**

$$EIRP = 100 \text{ Watt} + 2,15 \text{ dB} = \mathbf{0,215 [10^X]} \times 100 \text{ w} = \mathbf{164 \text{ Watt}}$$

$$30 \Omega \cdot 164 \text{ Watt} = \mathbf{4921,7}$$

$$\text{Wurzel aus } \mathbf{4921,7} \quad \sqrt{\quad} = \mathbf{70,155}$$

$$\text{Sicherheitsabstand} = \mathbf{70,155} \div 28 \text{ V/m} = \mathbf{2,505 \text{ m}}$$

2,15 dBi = Einzugeben ist: **0.215 [10<sup>x</sup>]**.

**TL210** Sie möchten den Personenschutz-Sicherheitsabstand für die Antenne Ihrer Amateurfunkstelle für das 10-m-Band und die Betriebsart FM berechnen. Der Grenzwert im Fall des Personenschutzes beträgt 28 V/m. Sie betreiben eine Yagi-Antenne mit einem Gewinn von 7,5 dBd. Die Antenne wird von einem Sender mit einer Leistung von 100 W über ein langes Koaxialkabel gespeist. Die Kabeldämpfung beträgt 1,5 dB. Wie groß muss der Sicherheitsabstand sein ?

Lösung: 5,01 m

$$r = \frac{\sqrt{30 \Omega \cdot EIRP}}{E = (28 \text{ V/m})}$$

**E** = el. Feldstärke ( Volt /meter )

**r** = radius = Abstand in Metern

**EIRP = ERP + 2,15 dB**

<b>2,15 dBi</b>	+ <b>7,5</b> Yagi – <b>1,5</b> Kabel	<b>= 8,15 dBi</b>
EIRP =	<b>0.815 [10<sup>X</sup>] × 100 w</b>	<b>= 653,13 W</b>
	<b>30 Ω • 653,13 Watt</b>	<b>= 19594</b>
Wurzel aus	<b>19594</b>	<b>= 140</b>
Sicherheitsabstand =	<b>140 ÷ 28 V/m</b>	<b>= 5 m</b>

8,15 dBi = Einzugeben ist: **0.815 [10<sup>X</sup>]**.

**TL211**

Sie möchten den Personenschutz-Sicherheitsabstand für die Antenne Ihrer Amateurfunkstelle für das 2-m-Band und die Betriebsart FM berechnen. Der Grenzwert im Fall des Personenschutzes beträgt 28 V/m. Sie betreiben eine Yagi-Antenne mit einem Gewinn von 11,5 dBd. Die Antenne wird von einem Sender mit einer Leistung von 75 W über ein Koaxialkabel gespeist. Die Kabeldämpfung beträgt 1,5 dB. Wie groß muss der Sicherheitsabstand sein ?

Lösung: 6,86 m

$$r = \frac{\sqrt{30 \Omega \cdot EIRP}}{E = (28 \text{ V/m})}$$

**E** = el. Feldstärke ( Volt /meter )

**r** = radius = Abstand in Metern

**EIRP = ERP + 2,15 dB**

<b>2,15 dBi</b>	<b>+ 11,5 Yagi</b>	<b>- 1,5 Kabel</b>	<b>= 12,15 dBi</b>
EIRP =	<b>1,215 [10<sup>X</sup>]</b>	<b>× 75 w</b>	<b>= 1230,44 W</b>
Wurzelninhalt	<b>30 Ω • 1230,44 Watt</b>		<b>= 36913</b>
Wurzel aus	<b>36913</b>		<b>= 192</b>
Sicherheitsabstand =	<b>192 ÷ 28 V/m</b>		<b>= 6,86 m</b>

12,15 dBi = Einzugeben ist: **1,215 [10<sup>X</sup>]**.

**TL212** Sie errechnen einen Sicherheitsabstand für Ihre Antenne. Von welchem Punkt aus muss dieser Sicherheitsabstand eingehalten werden, wenn Sie bei der Berechnung die Fernfeldnäherung verwendet haben ?

Lösung: Von jedem Punkt der Antenne.



Natürlich von jedem Punkt der Antenne.

Sicherheitsabstand = Natürlich von jedem Punkt der Antenne.

**TL213** Mit welcher Ausgangsleistung rechnen Sie im Fall des Personenschutzes, um den Sicherheitsabstand zu ermitteln ?

Lösung: Mit dem Mittelwert der Ausgangsleistung gemittelt über ein Intervall von 6 Minuten.

Das ist ein Vorgabe-Wert der Behörde.  
Das dürften auch wohl realistische Werte sein.

Man geht davon aus, daß in je 6 Minuten Funkbetrieb je 1-mal gesendet wird.

Ein realistischer Vorgabe-Wert der Behörde.

**TL214** Herzschrittmacher können auch durch die Aussendung einer Amateurfunkstelle beeinflusst werden.  
Gibt es einen zeitlichen Grenzwert für die Einwirkdauer?

Lösung: Nein, die Feldstärke beeinflusst unmittelbar, also zeitunabhängig.

Denn der Herzschrittmacher wird ja unmittelbar  
durch die zu hohe Feldstärke außer Betrieb gesetzt.

Nicht erst nach einem Zeitablauf oder einem Mittelwert.

Patient tot - Funkamateure grübeln noch .....

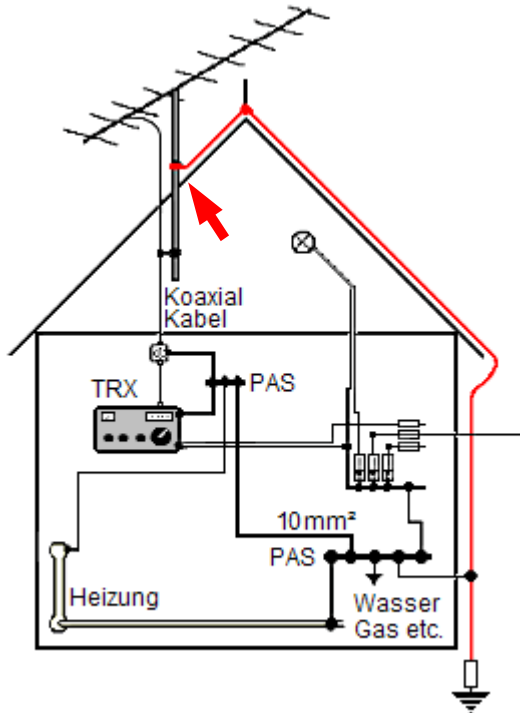
. . . . Schaufeln wir zeitunabhängig ein Grab.....



**TL301**

Unter welchen Bedingungen darf das Standrohr einer Amateurfunkantenne auf einem Gebäude mit einer vorhandenen Blitzschutzanlage verbunden werden ?

Lösung: Wenn die vorhandene Blitzschutzanlage fachgerecht aufgebaut ist und das Standrohr mit ihr auf dem kürzesten Weg verbunden werden kann.



Die DIN-Norm muß fachgerecht eingehalten werden, sonst zahlt im Schadensfall kaum eine Versicherung.

Die Blitzschutzanlage muß fachgerecht aufgebaut sein.

**TL302**

Welches Material und welcher Mindestquerschnitt ist bei einer Erdungsleitung zwischen einem Antennenstandrohr und einer Erdungsanlage für nach DIN VDE 0855 Teil 300 Funksender bis 1kW zu verwenden ?

Lösung: Als geeigneter Erdungsleiter gilt ein Einzelmassivdraht mit einem Mindestquerschnitt von 16 mm<sup>2</sup> Kupfer, isoliert oder blank, oder 25 mm<sup>2</sup> Aluminium isoliert oder 50 mm<sup>2</sup> Stahl.

**Mindestquerschnitt eines Einzelmassivdrahtes:**

$$r = \sqrt{A / \pi}$$

r = radius (mm)  
A = Fläche (mm<sup>2</sup>)

**Beispiel Kupfer:**

16 mm<sup>2</sup> geteilt durch Pi (3,1415) = 5,09  
Radius = Wurzel aus 5,09 = 2,256  
Durchmesser = 2 × r = 4,513 mm

Für Aluminium ergibt sich der erforderliche Durchmesser = 5,6 mm  
Bei Stahl = 8 mm

Die DIN-Norm muß fachgerecht eingehalten werden,  
sonst zahlt im Schadensfall kaum eine Versicherung.

DIN VDE 0855 Teil 300 ist einzuhalten.

**TL303** Unter welchen Bedingungen darf ein Fundamenterder als Blitzschutzerder verwendet werden ?

Lösung: Jeder ordnungsgemäß verlegte Fundamenterder kann verwendet werden, sofern alle Blitzschutzleitungen bis zur Potentialausgleichsschiene getrennt geführt werden.

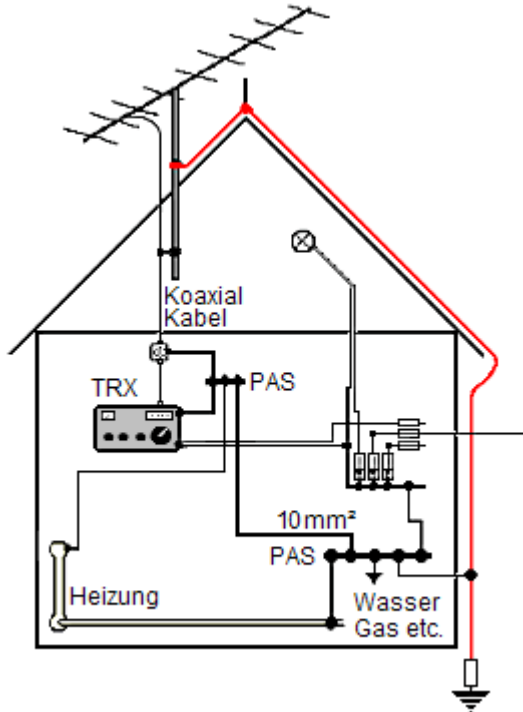
Die DIN-Norm muß fachgerecht eingehalten werden, sonst zahlt im Schadensfall kaum eine Versicherung.

Es gibt örtlich unterschiedliche Bestimmungen.

DIN VDE 0855 Teil 300 ist einzuhalten.

**TL304** Welche Sicherheitsmaßnahmen müssen zum Schutz gegen atmosphärische Überspannungen und zur Verhinderung von Spannungsunterschieden bei Koaxialkabel-Niederführungen ergriffen werden ?

Lösung: Die Außenleiter (Abschirmung) aller Koaxialkabel-Niederführungen müssen über einen Potentialausgleichsleiter normgerecht mit Erde verbunden werden.



Die Außenleiter aller Koaxialkabel- Niederführungen müssen über einen Potentialausgleichsleiter normgerecht mit Erde verbunden werden.

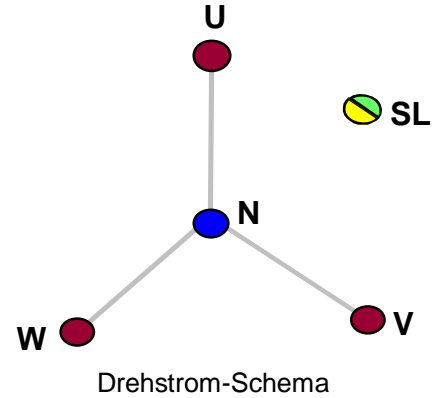
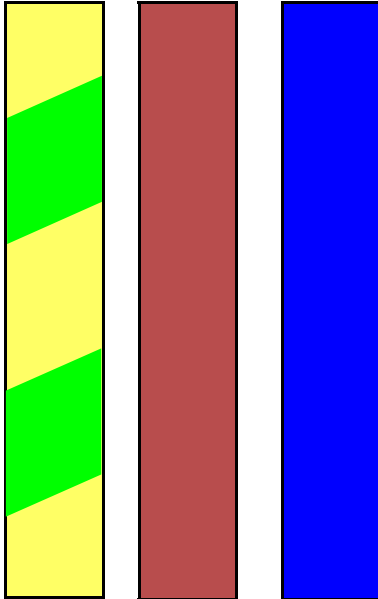
Normgerecht sind vorgeschriebene Querschnitte, und großflächige Verbindungen. (min. 10-mm<sup>2</sup>).

DIN VDE 0855 Teil 300 ist einzuhalten.

**TL305**

Welche der Antworten A bis D enthält die heutzutage normgerechten Adern-Kennfarben von 3-adrigen, isolierten Energieleitungen und -kabeln in der Abfolge: Schutzleiter, Außenleiter, Neutralleiter ?

Lösung: grüngelb, braun, blau



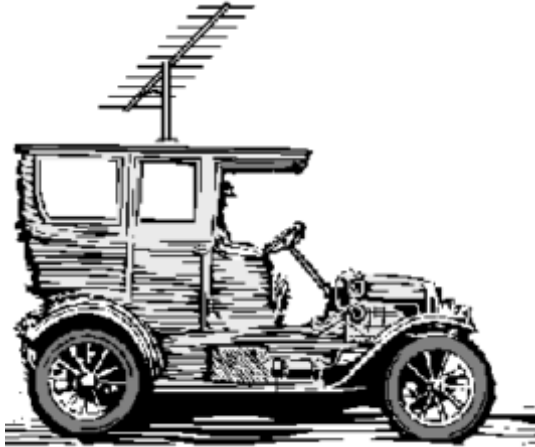
Mit Außenleiter ist eine der drei Phasen (U, V, W) einer Drehstromleitung gemeint.

Schutzleiter = grüngelb, Außenleiter = braun, Neutralleiter (auch Null-Leiter) = blau ...

**TL306**

Damit die Zulassung eines Kraftfahrzeugs nicht ungültig wird, sind vor dem Einbau einer mobilen Sende-/ Empfangseinrichtung grundsätzlich

Lösung: die Anweisungen des Kfz-Herstellers zu beachten.



Der Hersteller hat mit den Behörden,  
in Bezug auf Sendeanlagen im KFZ  
Vereinbarungen getroffen,  
um Störungen jeder Art zu minimieren.

Verschiedene Fahrzeugtypen erfordern unterschiedliche Einbaumaßnahmen.

**TL307** Wo sollte aus funktechnischer Sicht eine mobile VHF-Antenne an einem PKW vorzugsweise installiert werden ?

Lösung: Auf der Mitte des Daches.

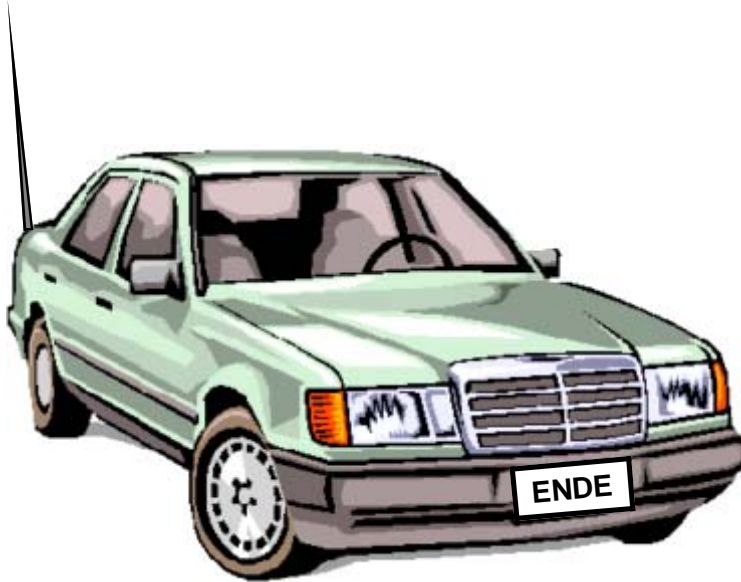
Abgeschirmt vom Zündverteiler,  
und in alle Richtungen frei strahlend.



Verschiedene Ansichten kursieren aber über den günstigsten Platz.

**TL308** Um ein Zusammenwirken mit der Elektronik des Kraftfahrzeugs zu verhindern, sollte das Antennenkabel

Lösung: möglichst weit von der Fahrzeugverkabelung entfernt verlegt werden.



Abgeschirmt vom Zündverteiler und der Verkabelung.

Sonst beginnt das Fahrzeug möglicherweise seine ersten Flug- oder Schwimmversuche . . . .