

# Lernkrücken für den Amateurfunkkurs der Klasse E von A02

DJ1TF - Thomas Fritzsche

14. November 2025

## Inhaltsverzeichnis

<b>8</b>	<b>Grundlegende Schaltungen</b>	<b>3</b>
8.1	Schwingkreis I . . . . .	3
8.2	Oszillatoren . . . . .	11
8.3	Frequenzvervielfacher I . . . . .	13
8.4	Mischer . . . . .	14
8.5	Konverter und Transverter . . . . .	17
8.6	Verstärker . . . . .	19
<b>9</b>	<b>Modulation</b>	<b>21</b>
9.1	Unmodulierter Träger . . . . .	21
9.2	Einseitenbandmodulation (SSB) . . . . .	22
9.3	Frequenzmodulation (FM) . . . . .	25
9.4	Bandbreite . . . . .	27
9.5	Dynamikkompressor . . . . .	27
<b>10</b>	<b>Empfänger</b>	<b>28</b>
10.1	Detektorempfänger . . . . .	28
10.2	Überlagerungsempfänger (Einfachsuper) . . . . .	28
10.3	Trennschärfe I . . . . .	29
10.4	BFO I . . . . .	29
10.5	Vorverstärker und Dämpfungsglied . . . . .	30
10.6	Automatische Verstärkungsregelung (AGC) I . . . . .	30
10.7	Notch-Filter . . . . .	31
10.8	Rauschunterdrückung . . . . .	32
10.9	Frequenzmessung I . . . . .	32
<b>11</b>	<b>Sender</b>	<b>33</b>
11.1	ALC . . . . .	33
11.2	Senderausgangsleistung . . . . .	34
11.3	Unerwünschte Aussendungen II . . . . .	35
11.4	Störende Beeinflussung elektronischer Geräte I . . . . .	38
<b>12</b>	<b>Digitale Übertragungsverfahren</b>	<b>45</b>
12.1	Binäres Zahlensystem . . . . .	45
12.2	Digimode per SSB . . . . .	47
12.3	9600-Port . . . . .	49
12.4	Übersteuerung . . . . .	50
12.5	Automatische Empfangsberichte . . . . .	51
12.6	Paketvermittelte Netzwerke . . . . .	52
12.7	Amplituden- und Frequenzumtastung (ASK, FSK) . . . . .	53
12.8	AFSK . . . . .	54
12.9	Datenübertragungsrate . . . . .	55
12.10	Vielfachzugriff . . . . .	55
<b>13</b>	<b>Digitale Signalverarbeitung</b>	<b>57</b>

<b>14 Antennen und Übertragungsleitungen</b>	<b>58</b>
14.1 Polarisation II . . . . .	58
14.2 Antennenformen II . . . . .	61
14.3 Antennenlänge und -resonanz . . . . .	65
14.4 Verkürzungsfaktor I . . . . .	66
14.5 Fußpunktimpedanz I . . . . .	66
14.6 Yagi-Uda Antenne II . . . . .	68
14.7 Parabolspiegel I . . . . .	69
14.8 Strom- und Spannungsspeisung I . . . . .	70
14.9 Bauch und Knoten von Strom und Spannung . . . . .	71
14.10 Antennengewinn in dBi und dBd . . . . .	71
14.11 Standortwahl . . . . .	72
14.12 Übertragungsleitungen . . . . .	73
14.13 Kabeldämpfung I . . . . .	75
14.14 Stehwellenverhältnis (SWR) II . . . . .	79
14.15 Stehwellenmessgerät (SWR-Meter) I . . . . .	79
14.16 Vektorieller Netzwerkanalysator (VNA) I . . . . .	81
14.17 Mantelwellen I . . . . .	82
<b>15 Personenschutzabstand</b>	<b>85</b>
15.1 Äquivalente isotrope Strahlungsleistung (EIRP) II . . . . .	85
15.2 Personenschutzabstand II . . . . .	88
15.3 Grenzwerte . . . . .	89
15.4 Näherungsformel I . . . . .	90
<b>16 Sicherheit</b>	<b>92</b>
16.1 Öffnen elektrischer Geräte I . . . . .	92
16.2 Blitzerdung . . . . .	92
16.3 Schutzerdung und Potentialausgleich I . . . . .	93
16.4 Statische Aufladung von Antennen . . . . .	94
16.5 Berühren von Antennen I . . . . .	94
16.6 Aufenthalt im Strahlengang . . . . .	95

## Einleitung

In diesem Dokument stellen wir einige Informationen für den Klasse E Aufbaukurs des Ortsverbands A02 zusammen. Da sich Funker immer per “Du” ansprechen, will ich in diesem Dokument auch so machen.

Hauptfokus dieses Dokuments ist die Prüfungsvorbereitung und Lernhilfen zu geben. Die Inhalte können deshalb an einigen Stellen verkürzt oder gar Fehlerhaft sein. Damit möchte ich an die von Gunther Lindemann veröffentlichten Lernhilfen für den alten Fragenkatalog anknüpfen die mir beim Erwerb meiner eigenen Amateurfunklizenz viel geholfen hat. (Homepage: <https://dl9hcg.a36.de>). Dieses Dokument verwendet die Kapitalstruktur der DARC Lernplattform <http://50ohm.de>. Du kannst also alle Inhalte dort nachlesen und vertiefen. In diesem Dokument fassen wir die Inhalte absichtlich nur sehr knapp zusammen. In diesem Dokument beschränke ich mich auf die Inhalte die im Fragenkatalog vorkommen. Die Fragen und Musterantworten in diesem Dokument stammen aus der maschinenlesbaren Version des Fragenkatalog wie er am 16.6.2024 von der Bundesnetzagentur veröffentlicht wurde. Fragen und Musterantworten sind nur technisch konvertiert worden um mit dem Satzsystem Latex verarbeitet werden zu können.

Die Inhalte des Fragenkatalog unterliegt dabei den Bestimmungen: <https://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>. Wenn es sich nicht um ein triviale Definition handelt wird die Lösung jeder Frage im Detail im Block “Lösungsansatz” erklärt. Für die Musterantworten gilt, dass immer Antwort A die korrekte Antwort ist. Die falschen Antworten B/C/D sind auch angegeben, da es an einigen Stellen für Dich hilfreich sein kann mit dem Ausschlussprinzip zu arbeiten.

Viel Spaß und Erfolg beim gemeinsamen Hobby Amateurfunk!

73 DE DJ1TF - Thomas

## Haftung

Es sei darauf hingewiesen, dass der Autor ein Funkamateurl im wahrsten Sinne des Wortes ist. Als Amateur hat er keine berufliche Ausbildung im Bereich der hier dargestellten Amateurfunkthemen hat.

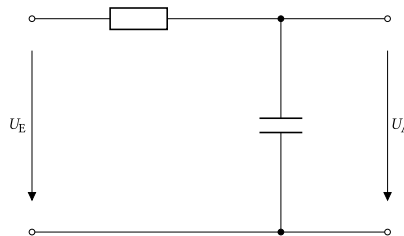
Deshalb kann dieses Dokument inhaltliche Fehler, sachlich falsche Aussagen enthalten. Der Autor ist dafür nicht haftbar. Das Ziel des Dokuments ist auch nicht eine möglichst genaue fachliche Darstellung der Themen, sondern vielmehr Lernhilfen zu geben, damit die Fragen in der Amateurfunkprüfung der Klasse E richtig beantwortet werden können. Jegliche Haftung ist ausgeschlossen.

## 8 Grundlegende Schaltungen

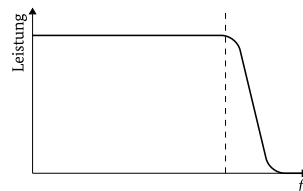
### 8.1 Schwingkreis I

In diesem Kapitel geht es um verschiedene Schwingkreise und Filter. Zunächst erinnern wir uns an den Spannungsteiler. Zudem erinnern wir uns an den frequenzabhängigen Wechselstromwiderstand eines Kondensators  $X_C$ .  $X_C$  ist bei niedrigen Frequenzen sehr hoch und niedrig für hohe Frequenzen. Merkhilfe: (Bei Frequenz 0 Hz leitet ein Kondensator nicht).

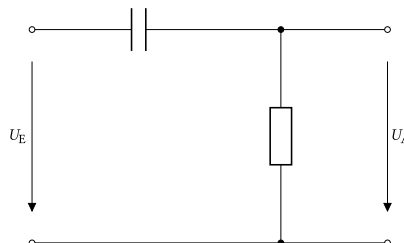
Schauen wir uns einen sehr einfachen Filter an:



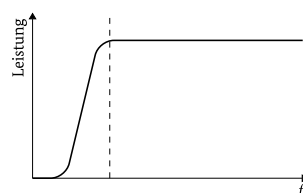
Hätten wir in der Schaltung statt des Kondensators einen Widerstand so hätten wir einen einfachen Spannungsteiler. Da wir hier aber einen Kondensator verwenden der einen von der Frequenz abhängigen Widerstand hat. D.h. der Spannungsteiler ist frequenzabhängig. Bei niedrigen Frequenzen wird der Kondensator einen sehr hohen Widerstand haben und die Leistung wird nicht reduziert. Bei hohen Frequenzen wird der Kondensator zunehmend leitend und damit ist die Leistung die den Filter passiert reduziert. Dies ist ein **Tiefpassfilter**. In einem Diagramm können wir dies wie folgt darstellen:



Was passiert, wenn wir in einem Spannungsteiler den anderen Widerstand durch einen Kondensator ersetzen? Also etwa so:



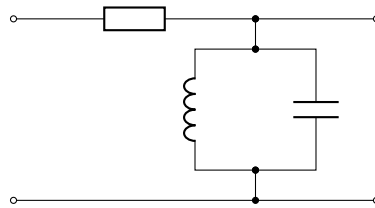
Bei niedrigen Frequenzen wird hier fast keine Leistung durchgelassen und bei hohen Frequenzen sehr viel. Es ist ein **Hochpassfilter**. Die Filtercharakteristik eines solchen Hochpassfilter sieht also folgendermaßen aus:



Jetzt, da wir RC-Filter kennengelernt haben, erinnern wir uns an den Wechselstromwiderstand  $X_L$  einer Spule. Der war genau umgekehrt zum Kondensator. Bei niedrigen Frequenzen leitet die Spule sehr gut und bei hohen Frequenzen haben wir mehr und mehr Widerstand. D.h. in unserem Spannungsteiler hätten wir auch einen Widerstand durch eine Spule ersetzen können und Hochpass und Tiefpass bauen können. Ersetzen wir einen der Widerstände durch einen Kondensator und den anderen durch eine Spule so sind beide Widerstände unseres Spannungsteilers frequenzabhängig. Der Effekt wird verstärkt. Wie sprechen von einem LC-Filter.

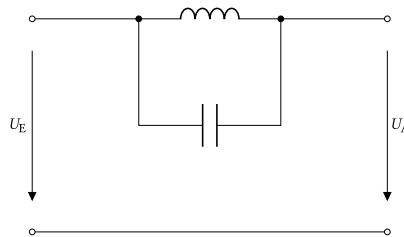
Eine wichtige **Merkregel für die Prüfung**: Um zu beantworten ob ein Filter ein Hochpass oder Tiefpass ist schauen wir uns die Position des Kondensators im Schaltbild an. Ist der "tief" eingezeichnet, so ist es ein Tiefpass. Ist er "hoch" eingezeichnet haben wir einen Hochpassfilter.

Nachdem wir uns mit Hochpass und Tiefpass beschäftigt haben, die im Grunde frequenzabhängige Spannungsteiler sind, wollen wir uns mit einer neuen Anordnung von Kondensator und Spule beschäftigen. Wenn wir sie parallel anordnen wie in diesem Schaltkreis:



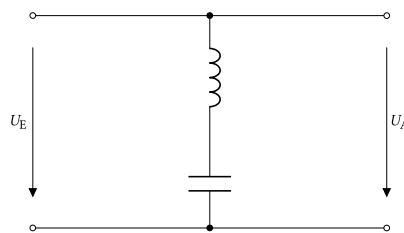
entsteht ein **Parallelschwingkreis**. Das bedeutet, dass wenn der Widerstand von Kondensator und Induktivität gleich sind, wird die Elektrische Energie ständig zwischen diesen beiden Komponenten ausgetauscht, also zwischen dem elektrischen Feld des Kondensators und dem magnetischen Feld der Spule. Man sagt auch der Schwingkreis ist in **Resonanz**. In einen idealen Parallelschwingkreis kann bei Resonanz kein Strom mehr hineinfließen, er hat einen hohen Widerstand. Es entsteht ein **Bandpass**.

Wir können den Parallelschwingkreis aber auch in dieser Konfiguration verwenden:



Dies ist eine Sperrkreis, da der Parallelschwingkreis bei Resonanz einen hohen Widerstand hat.

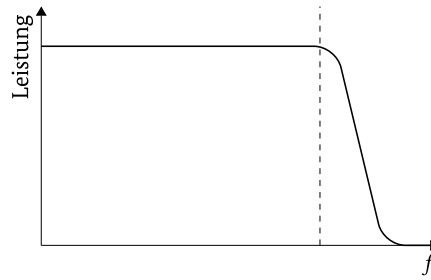
Neben dem Parallelschwingkreis gibt es natürlich auch den **Serienschwingkreises**.



In dieser Konfiguration hört er auf den ulkigen Namen **Saugkreis**. Auf der Resonanzfrequenz sind Kondensator und Spule beide leitend und diese Frequenzen werden quasi aus dem Signalweg gesaugt.

## Lösungen

**ED201** Wie wird die dargestellte Filtercharakteristik bezeichnet?




---

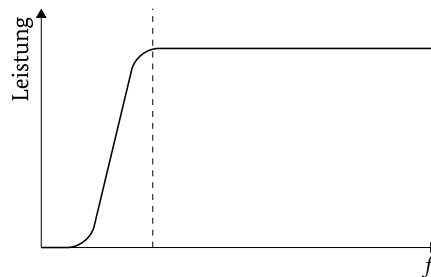
**Lösungsansatz:**

Hier ist alles nur umgekehrt wie in Frage ED201. Es handelt sich also um einen Hochpassfilter.

---

- (A) Tiefpass
- (B) Hochpass
- (C) Bandpass
- (D) Bandsperre

**ED202** Wie wird die dargestellte Filtercharakteristik bezeichnet?




---

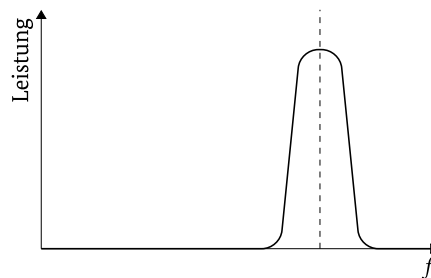
**Lösungsansatz:**

Hier ist alles nur umgekehrt wie in Frage ED201. Es handelt sich also um einen Hochpassfilter.

---

- (A) Hochpass
- (B) Tiefpass
- (C) Bandpass
- (D) Bandsperre

**ED203** Wie wird die dargestellte Filtercharakteristik bezeichnet?




---

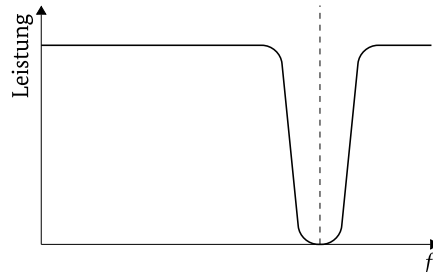
**Lösungsansatz:**

Es wird nur ein kleines Frequenzspektrum durchgelassen. Es ist ein Bandpass.

---

- (A) Bandpass
- (B) Bandsperre
- (C) Hochpass
- (D) Tiefpass

**ED204** Wie wird die dargestellte Filtercharakteristik bezeichnet?




---

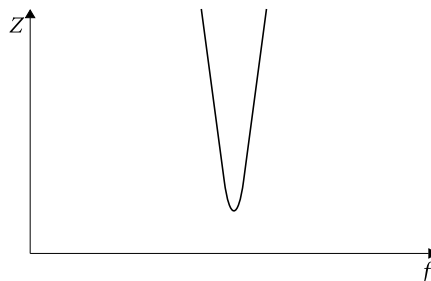
**Lösungsansatz:**

Umgekehrt wie in Frage ED203 wird hier jede Frequenz außerhalb eines Bereichs durchgelassen. Es ist eine Bandsperre.

---

- (A) Bandsperre
- (B) Bandpass
- (C) Tiefpass
- (D) Hochpass

**ED205** Der im folgenden Bild dargestellte Impedanzfrequenzgang ist typisch für ...




---

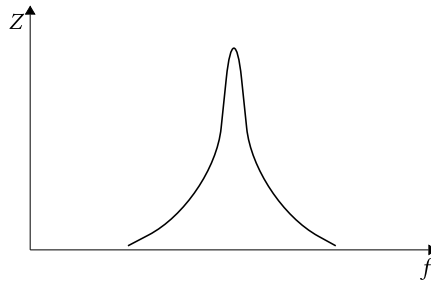
**Lösungsansatz:**

Niedriger Widerstand bei einer Frequenz. Wie in diesem Kapitel gelernt haben ist die ein Serienschwingkreises.

---

- (A) einen Serienschwingkreis.
- (B) einen Parallelschwingkreis.
- (C) eine Induktivität.
- (D) eine Kapazität.

**ED206** Der im folgenden Bild dargestellte Impedanzfrequenzgang ist typisch für ...




---

**Lösungsansatz:**

Gegenteil von Frage ED205. Ein Parallelschwingkreis.

---

- (A) einen Parallelschwingkreis.
- (B) einen Kondensator.
- (C) eine Spule.
- (D) einen Serienschwingkreis.

**ED207** Wie verhält sich ein Parallelschwingkreis bei der Resonanzfrequenz?

---

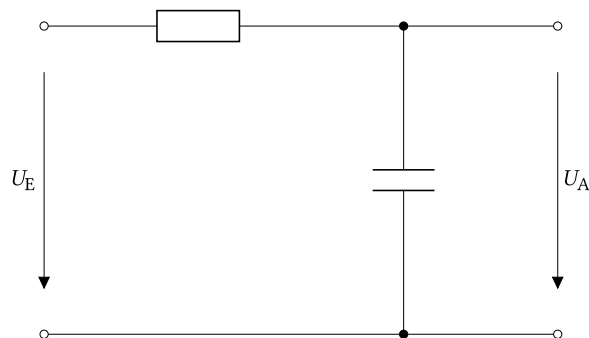
**Lösungsansatz:**

Wie in Frage ED206: ein hochohmiger Widerstand.

---

- (A) Wie ein hochohmiger Widerstand.
- (B) Wie ein niederohmiger Widerstand.
- (C) Wie ein Kondensator mit sehr kleiner Kapazität.
- (D) Wie eine Spule mit sehr großer Induktivität.

**ED208** Was stellt die folgende Schaltung dar?




---

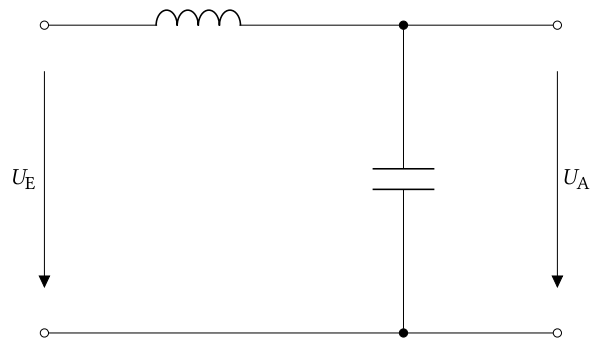
**Lösungsansatz:**

Der Kondensator ist "tief": Tiefpass.

---

- (A) Tiefpass
- (B) Sperrkreis
- (C) Bandpass
- (D) Hochpass

**ED209** Was stellt die folgende Schaltung dar?




---

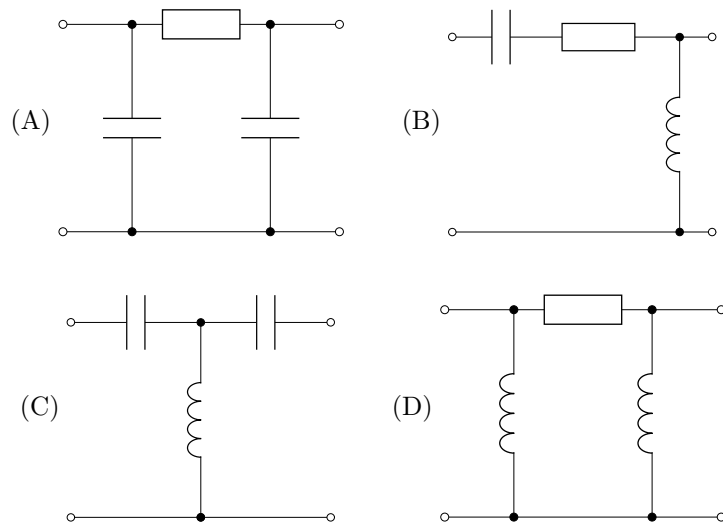
**Lösungsansatz:**

Nur in Bild A ist der Kondensator "tief".

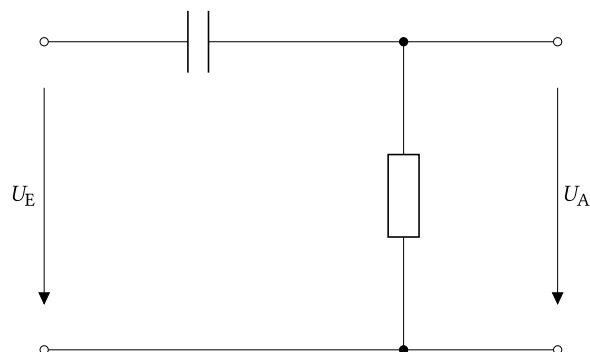
---

- (A) Tiefpass
- (B) Sperrkreis
- (C) Bandpass
- (D) Hochpass

**ED210** Welche Schaltung könnte für die Tiefpassfilterung in einem Mikrofonverstärker eingesetzt werden?



**ED211** Was stellt die folgende Schaltung dar?





---

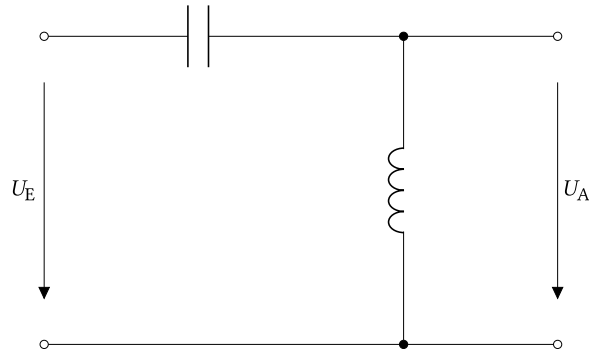
**Lösungsansatz:**

Der Kondensator ist "hoch": Hochpass.

---

- (A) Hochpass
- (B) Sperrkreis
- (C) Bandpass
- (D) Tiefpass

**ED212** Was stellt die folgende Schaltung dar?



---

**Lösungsansatz:**

Der Kondensator ist "hoch": Hochpass.

---

- (A) Hochpass
- (B) Sperrkreis
- (C) Bandpass
- (D) Tiefpass

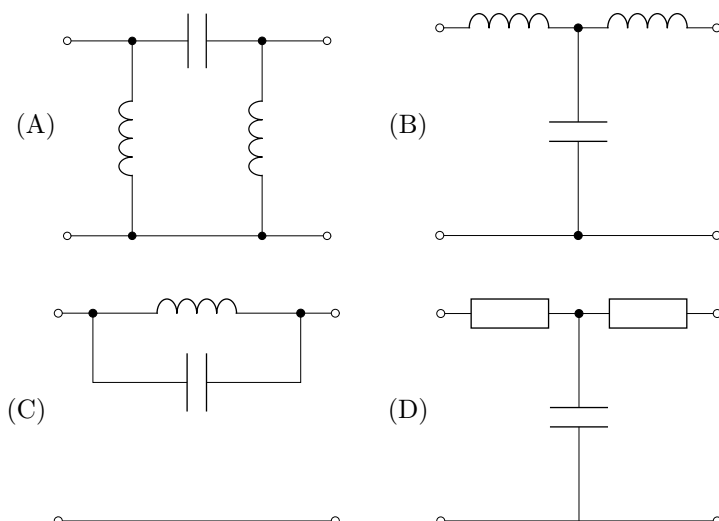
**ED213** Welche Schaltung stellt ein Hochpassfilter dar?

---

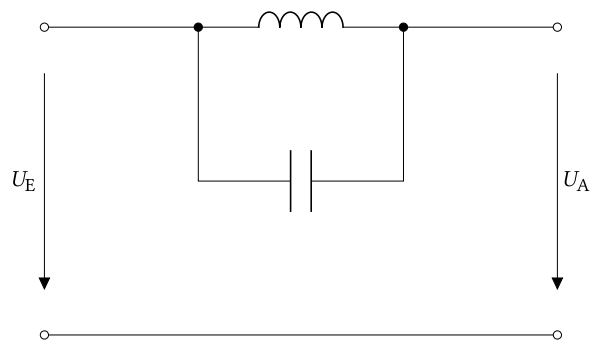
**Lösungsansatz:**

Nur in Bild A ist der Kondensator "hoch".

---



**ED214** Was stellt die folgende Schaltung dar?



---

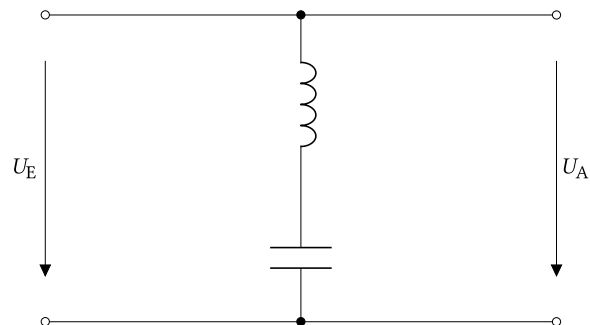
**Lösungsansatz:**

Wir haben einen Parallelschwingkreis im Signalweg. Der wird bei Resonanzfrequenz sperren: Sperrkreis.

---

- (A) Sperrkreis
- (B) Saugkreis
- (C) Bandpass
- (D) Tiefpass

**ED215** Was stellt die folgende Schaltung dar?



---

**Lösungsansatz:**

Wir haben einen Serienschwingkreises parallel zum Signalweg: Saugkreis. Diesen ulkigen Namen einfach merken!

---

- (A) Saugkreis
- (B) Sperrkreis
- (C) Bandpass
- (D) Tiefpass

**ED216** Welche Kondensatoren sollen vorzugsweise für HF-Filter verwendet werden?

- (A) Keramik- oder Luftkondensatoren
- (B) Aluminium-Elektrolytkondensatoren
- (C) Tantal-Elektrolytkondensatoren
- (D) Folienkondensatoren

## 8.2 Oszillatoren

Im letzten Kapitel haben wir bereits den Parallelschwingkreis kennen gelernt, in dem ein Kondensator und eine Spule in Resonanz gebracht werden. Solch ein Parallelschwingkreis ist das einfachste Beispiel von Schaltungen, die Schwingungen erzeugen. Wie sagen wir zu so einem Schwingkreis auch **Oszillator**. In Fall des Parallelschwingkreises handelt es sich um einen **LC-Oszillator**.

LC-Oszillatoren sind leider temperaturabhängig. Deshalb wird in modernen Schaltungen auf einen Schwingquarz zurückgegriffen. Wir haben dann einen **Quarz-Oszillator**.

Tipps für die Prüfung: bei allen Fragen, bei denen es um die Temperatur eines LC-Oszillators und dessen Frequenz geht, kannst Du immer das Gegenteil der Frage nehmen. Soll heißen: wenn die Temperatur steigt (Frage) ist die Antwort mit Frequenz fällt richtig.

### Lösungen

**ED501** Was ist ein LC-Oszillator? Es ist ein Schwingungserzeuger, wobei die Frequenz ...

---

**Lösungsansatz:**

L steht für die Spule und C für den Kondensator und ein Schwingkreis ist eine Art Oszillator.

---

- (A) von einer Spule und einem Kondensator als Schwingkreis bestimmt wird.
- (B) durch einen hochstabilen Quarz bestimmt wird.
- (C) mittels LC-Tiefpass gefiltert wird.
- (D) mittels LC-Hochpass gefiltert wird.

**ED502** Wie verhält sich die Frequenz eines LC-Oszillators, wenn bei zunehmender Temperatur die Kapazität des Kondensators größer wird?

---

**Lösungsansatz:**

Nach Tipp: "zunehmend", also Antwort mit "niedriger".

---

- (A) Die Frequenz wird niedriger.
- (B) Die Schwingungen reißen sofort ab.
- (C) Die Frequenz wird höher.
- (D) Die Frequenz bleibt stabil.

**ED503** Wie verhält sich die Frequenz eines LC-Oszillators, wenn bei zunehmender Temperatur die Kapazität des Kondensators kleiner wird?

---

**Lösungsansatz:**

Nach Tipp: "kleiner", also Antwort mit "höher".

---

- (A) Die Frequenz wird höher.
- (B) Die Schwingungen reißen sofort ab.
- (C) Die Frequenz wird niedriger.
- (D) Die Frequenz bleibt stabil.

**ED504** Wie verhält sich die Frequenz eines LC-Oszillators, wenn bei zunehmender Temperatur die Induktivität der Spule größer wird?

---

**Lösungsansatz:**

Nach Tipp: "zunehmend", also Antwort mit "niedriger".

---

- (A) Die Frequenz wird niedriger.
- (B) Die Frequenz wird höher.
- (C) Die Frequenz bleibt stabil.
- (D) Die Schwingungen reißen sofort ab.

**ED505** Wie verhält sich die Frequenz eines LC-Oszillators, wenn bei zunehmender Temperatur die Induktivität der Spule kleiner wird?

---

**Lösungsansatz:**

Nach Tipp: "kleiner", also Antwort mit "höher".

---

- (A) Die Frequenz wird höher.
- (B) Die Frequenz wird niedriger.
- (C) Die Schwingungen reißen sofort ab.
- (D) Die Frequenz bleibt stabil.

**ED506** Bei einem Quarz-Oszillator handelt es sich um einen Schwingungserzeuger, bei dem die Frequenz ...

---

**Lösungsansatz:**

Sollte klar sein.

---

- (A) durch einen Quarz bestimmt wird.
- (B) durch einen Quarz verstärkt wird.
- (C) mittels Quarz-Tiefpass gefiltert wird.
- (D) mittels Quarz-Hochpass gefiltert wird.

**ED507** Der Vorteil von Quarzoszillatoren gegenüber LC-Oszillatoren liegt darin, dass sie ...

---

**Lösungsansatz:**

Anfang des Kapitel erklärt: ein Quarz hat eine stabilere Frequenz. (z.B. bei ändernden Temperaturen)

---

- (A) eine bessere Frequenzstabilität aufweisen.
- (B) eine breitere Resonanzkurve haben.
- (C) einen größeren Abstimmbereich aufweisen.
- (D) keine Oberschwingungen erzeugen.

**EF207** Wie sollte ein Oszillator aufgebaut werden, um unerwünschte Abstrahlungen zu vermeiden?

---

**Lösungsansatz:**

Hier wird Hochfrequenz erzeugt. Eine Abschirmung macht Sinn.

---

- (A) Er sollte durch ein Metallgehäuse abgeschirmt werden.
- (B) Er sollte nicht abgeschirmt werden.
- (C) Er sollte niederohmig HF-entkoppelt sein.
- (D) Die Speisespannung sollte ungesiebt sein.

**EF304** Der VFO eines Senders ist schwankenden Temperaturen unterworfen. Welche wesentliche Auswirkung könnte dies haben?

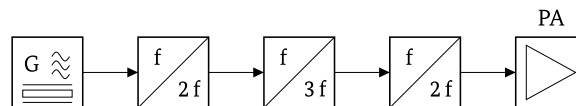
- (A) Die Frequenz des Oszillators ändert sich langsam.
- (B) Die Frequenz des Oszillators springt schnell zwischen verschiedenen Werten.
- (C) Die Amplitude der Oszillatorfrequenz schwankt langsam.
- (D) Die Amplitude des Oszillators springt schnell zwischen verschiedenen Werten.

### 8.3 Frequenzvervielfacher I

Um nicht für jede Frequenz die ein Funkgerät braucht einen anderen Quarz zu brauchen, kommen Frequenzvervielfacher zum Einsatz. Wie der Name schon angibt vervielfacht sich die Frequenz entsprechend eines Faktors. Im Blockschaltbild ist dieser Faktor angegeben.

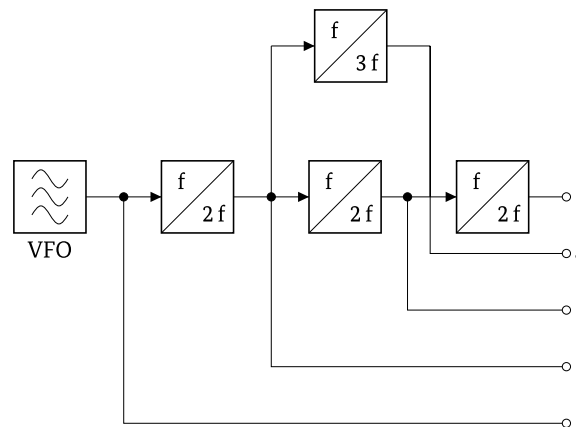
#### Lösungen

**EF301** Auf welcher Frequenz muss der Quarzoszillator schwingen, damit nach dem Blockschaltbild von der PA die Frequenz 145,200 MHz verstärkt wird?



- (A) 12,1 MHz
- (B) 36,3 MHz
- (C) 18,15 MHz
- (D) 24,2 MHz

**EF302** Am Ausgang a dieser Frequenzaufbereitung wird eine Frequenz von 21,360 MHz gemessen. Welche Frequenz hat der VFO?




---

#### Lösungsansatz:

Auf dem Bild erkennen wir, dass wir auf dem Weg vom VFO zu Punkt a an zwei Frequenzvervielfachern vorbeikommen, die den Faktor 2 und 3 haben. Wir gehen aber rückwärts und deshalb teilen wir durch 6.

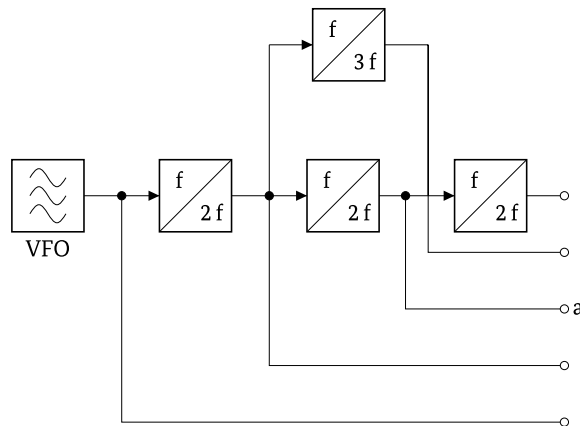
Rechnung:  $\frac{21,360 \text{ MHz}}{2 \cdot 3} = 3,56 \text{ MHz}$

---

- (A) 3,560 MHz
- (B) 4,272 MHz
- (C) 7,120 MHz

(D) 5,340 MHz

**EF303** Das Blockschaltbild stellt die Frequenzaufbereitung eines Mehrbandsenders dar. Welche Frequenz entsteht am Ausgang a, wenn der VFO auf 3,51 MHz eingestellt ist?



#### Lösungsansatz:

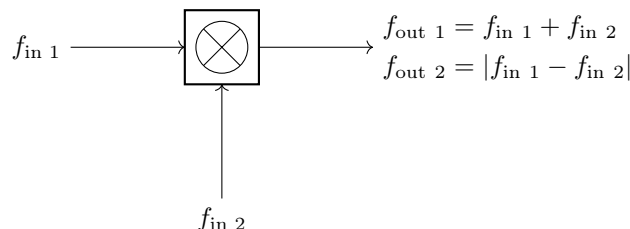
Auf dem Bild erkennen wir, dass wir auf dem Weg vom VFO zu Punkt *a* an zwei Frequenzvervielfachern vorbeikommen, die jeweils einen Faktor 2 haben.

Rechnung:  $3,51 \text{ MHz} \cdot 2 \cdot 2 = 14,04 \text{ MHz}$

- (A) 14,04 MHz
- (B) 7,02 MHz
- (C) 21,06 MHz
- (D) 28,08 MHz

## 8.4 Mischer

In einem Mischer werden zwei Eingangssignale zu einem Ausgangssignal gemischt. Das Blockschaltbild eines Mischers sieht aus wie eine Waschmaschine. Tatsächlich soll uns das Kreuz in der Mitte des Symbols an ein Multiplikationszeichen erinnern, da es sich um eine multiplikative Mischung von Frequenzen handelt. Beim Mischen entsteht aus den beiden Eingangsfrequenzen die Summe und Differenz Frequenz:



Wie solch ein Mischer funktioniert kannst Du mit dieser App interaktiv ausprobieren.

Hier nur eine kurze Erklärung wie sich dies Mathematisch herleiten lässt. Für die Prüfung brauchst Du diese Details nicht wissen! In unserem Beispiel haben wir ein empfangenes Signal  $S_{\text{empf}}$  und das Signal eines lokalen Oszillator  $S_{\text{LO}}$ .

$$S_{\text{empf}}(t) = A_{\text{empf}} \cdot \sin(\omega_{\text{empf}} t)$$

$$S_{\text{LO}}(t) = A_{\text{LO}} \cdot \sin(\omega_{\text{LO}} t)$$

Ein Multiplikativer Mixer wird unser Signal zu einem wie eine einfache Ausgangssignal  $S_{\text{out}}$  multiplizieren:

$$S_{\text{out}}(t) = S_{\text{empf}}(t) \cdot S_{\text{LO}}(t)$$

Wir verwenden die folgende Trigonometrie Formel:

$$\sin(A) \cdot \sin(B) = \frac{1}{2} [\cos(A - B) - \cos(A + B)]$$

Also gilt:

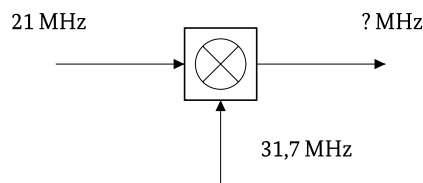
$$S_{\text{out}}(t) = A_{\text{empf}} A_{\text{LO}} \cdot \sin(\omega_{\text{empf}} t) \cdot \sin(\omega_{\text{LO}} t)$$

$$S_{\text{out}}(t) = \frac{1}{2} A_{\text{empf}} A_{\text{LO}} [\cos((\omega_{\text{empf}} - \omega_{\text{LO}})t) - \cos((\omega_{\text{empf}} + \omega_{\text{LO}})t)]$$

Summe und Differenz entstehen also einfach aus unserer Formel.

## Lösungen

**EF201** Welche wesentlichen Ausgangsfrequenzen erzeugt die in der Abbildung dargestellte Stufe?




---

### Lösungsansatz:

Wir rechnen:

- $31,7 \text{ MHz} - 21 \text{ MHz} = 10,7 \text{ MHz}$
  - $31,7 \text{ MHz} + 21 \text{ MHz} = 52,7 \text{ MHz}$
- 

- (A) 10,7 MHz und 52,7 MHz  
 (B) 42 MHz und 63,4 MHz  
 (C) 21 MHz und 63,4 MHz  
 (D) 21,4 MHz und 105,4 MHz

**EF202** Einem Mischer werden die Frequenzen 28 MHz und 38,7 MHz zugeführt. Welche Mischfrequenzen werden hauptsächlich erzeugt?

---

### Lösungsansatz:

Wir rechnen:

- $38,7 \text{ MHz} - 28 \text{ MHz} = 10,7 \text{ MHz}$
  - $38,7 \text{ MHz} + 28 \text{ MHz} = 66,7 \text{ MHz}$
- 

- (A) 10,7 MHz und 66,7 MHz  
 (B) 17,3 MHz und 49,4 MHz  
 (C) 56 MHz und 77,4 MHz  
 (D) 45,3 MHz und 88,1 MHz

**EF203** Welches sind die erwünschten Produkte, die bei der Mischung der Frequenzen 30 MHz und 39 MHz am Ausgang des Mischers entstehen?

---

**Lösungsansatz:**

Wir rechnen:

- $39 \text{ MHz} - 30 \text{ MHz} = 9 \text{ MHz}$
- $39 \text{ MHz} + 30 \text{ MHz} = 69 \text{ MHz}$

- 
- (A) 9 MHz und 69 MHz  
(B) 9 MHz und 39 MHz  
(C) 30 MHz und 39 MHz  
(D) 39 MHz und 69 MHz

**EF204** Einem Mischer werden die Frequenzen 136 MHz und 145 MHz zugeführt. Welche Mischfrequenzen werden hauptsächlich erzeugt?

---

**Lösungsansatz:**

Wir rechnen:

- $145 \text{ MHz} - 136 \text{ MHz} = 9 \text{ MHz}$
- $145 \text{ MHz} + 136 \text{ MHz} = 281 \text{ MHz}$

- 
- (A) 9 MHz und 281 MHz  
(B) 127 MHz und 154 MHz  
(C) 272 MHz und 290 MHz  
(D) 118 MHz und 163 MHz

**EF205** Welches sind die erwünschten Produkte, die bei der Mischung der Frequenzen 136 MHz und 145 MHz am Ausgang des Mischers entstehen?

---

**Lösungsansatz:**

Wir rechnen:

- $145 \text{ MHz} - 136 \text{ MHz} = 9 \text{ MHz}$
- $145 \text{ MHz} + 136 \text{ MHz} = 281 \text{ MHz}$

- 
- (A) 9 MHz und 281 MHz  
(B) 127 MHz und 154 MHz  
(C) 272 MHz und 290 MHz  
(D) 154 MHz und 281 MHz

**EF206** Wie sollte eine Mischstufe beschaffen sein, um unerwünschte Abstrahlungen zu vermeiden?

---

**Lösungsansatz:**

In der Frage geht es um “unerwünschte Abstrahlungen”, wir müssen also abschirmen.

- 
- (A) Sie sollte gut abgeschirmt sein.  
(B) Sie sollte niederfrequent entkoppelt werden.  
(C) Sie sollte nicht geerdet werden.  
(D) Sie sollte möglichst lose mit dem VFO gekoppelt sein.



## 8.5 Konverter und Transverter

Wir müssen Konverter und Transverter unterscheiden können.

**Konverter** setzen das Signal nur in eine Richtung um (entweder im Sendepfad oder im Empfangspfad).

**Transverter** verfügen über eine interne Sende-/Empfangsumschaltung und setzen das Signal in Sende- und Empfangsrichtung um (ähnlich wie ein Transceiver).

Wenn also eine "Sende-/Empfangsumschaltung" vorhanden ist, dann ist es ein Transverter.

### Lösungen

**EF501** Welche der nachfolgenden Antworten trifft für die Wirkungsweise eines Transverters zu? Ein Transverter setzt...

---

#### Lösungsansatz:

Der Transverter setzt natürlich vom 70cm Signal ins 10m Band um und umgekehrt. Aufpassen bei Antwort (B): Hier wird beim Senden und Empfangen jeweils von 70cm in's 10m Band umgesetzt. Das macht keinen Sinn.

- 
- (A) beim Empfangen z. B. ein 70 cm-Signal in das 10 m-Band und beim Senden das 10 m-Sendesignal auf das 70 cm-Band um.
  - (B) sowohl beim Senden als auch beim Empfangen z. B. ein 70 cm-Signal in das 10 m-Band um.
  - (C) sowohl beim Senden als auch beim Empfangen z. B. ein frequenzmoduliertes Signal in ein amplitudenmoduliertes Signal um.
  - (D) sowohl beim Senden als auch beim Empfangen z. B. ein DMR-Signal in ein D-Star-Signal um.

**EF502** Durch welchen Vorgang setzt ein Transverter einen Frequenzbereich in einen anderen um?

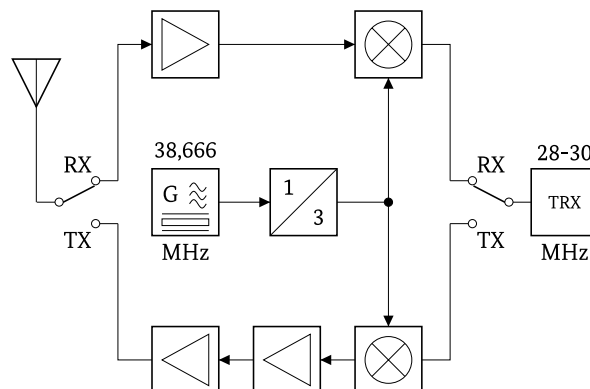
---

#### Lösungsansatz:

Im letzten Kapitel haben wir über den Mixer gesprochen. Hier wird Summe und Differenz Frequenz gebildet.

- 
- (A) Durch Mischung
  - (B) Durch Vervielfachung
  - (C) Durch Frequenzteilung
  - (D) Durch Rückkopplung

**EF503** Was stellt folgendes Blockschaltbild dar?



---

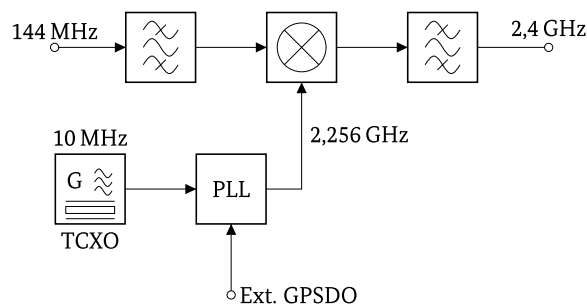
**Lösungsansatz:**

Im Blockschaltbild können wir die Sende-/Empfangsumschaltung erkennen wie zwischen RX und TX umschaltet. Es ist also der **Transverter**.

---

- (A) Einen Transverter für das 2 m-Band
- (B) Einen Empfangskonverter für das 2 m-Band
- (C) Einen Vorverstärker für das 10 m-Band
- (D) Einen Transceiver für das 10 m-Band

**EF504** Was stellt die nachfolgende Schaltung dar?



---

**Lösungsansatz:**

Es gibt keine Sende-/Empfangsumschaltung und überhaupt nur den Empfang. Es ist also ein **Konverter**.

---

- (A) Einen 13 cm-Konverter für einen VHF-Sender
- (B) Einen 13 cm-Transverter zur Vorschaltung vor einen VHF-Sender
- (C) Einen 13 cm-Transverter zur Vorschaltung vor einen VHF-Empfänger
- (D) Teile eines I/Q-Mischers für das 13 cm-Band

**EF505** Warum soll der Lokaloszillator (XO) in einem Transverter für Satellitenbetrieb mit einer Uplinkfrequenz von 2,4 GHz temperaturstabilisiert oder durch ein höherwertiges Frequenznormal synchronisiert sein?

---

**Lösungsansatz:**

Diese Fragen hat viele ähnlich Antworten. Liess dies alle genau durch! Es geht um den Satellitenbetrieb über die hohe Frequenz von 2,4 GHz. Wir müssen also die Sendefrequenz vervielfachen und damit vervielfachen wir auch Frequenzabweichungen.

---

- (A) Da die Frequenz des Oszillators für die Sendefrequenz vervielfacht wird, vervielfacht sich auch die Abweichung, die für SSB-Betrieb zu groß wäre.
- (B) Da die Frequenz des Oszillators für die Sendefrequenz heruntorgemischt wird, verringert sich dadurch die Abweichung.
- (C) Da die Frequenz des Oszillators für die Sendefrequenz vervielfacht wird, nehmen die Nebenausstrahlungen mit zunehmender Frequenzabweichung zu.
- (D) Da die Frequenz des Oszillators für die Sendefrequenz heruntorgemischt wird, verringert sich bei zunehmender Frequenzabweichung der Modulationsgrad.

## 8.6 Verstärker

Der Transistor ist für moderne Verstärker das Entscheidende Bauelement, dass uns hilft die Schaltungen aufeinander halten zu können. Für viele Jahre wurden auch Röhren verwendet, die auch heute noch viele Amateurfunker verwenden. Allerdings kommen sie nicht mehr im Fragenkatalog vor.

### Lösungen

**ED401** Was versteht man in der Elektronik unter Leistungsverstärkung?

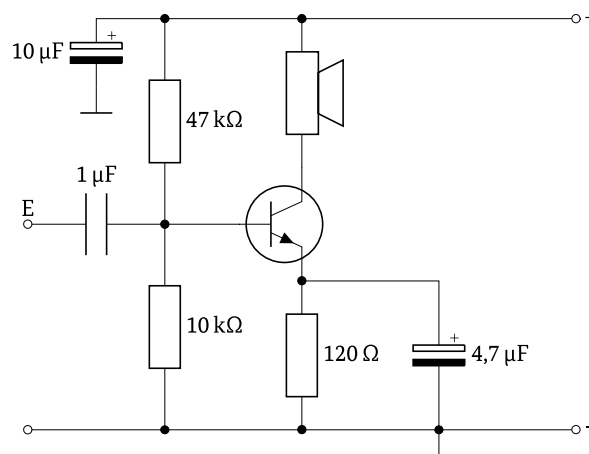
---

#### Lösungsansatz:

Die Frage ist einfach zu beantworten, hat aber mal wieder viele ähnlich Antworten. Zunächst schließen wir Antwort (C) und (D) aus, da wir ja mit dem Verstärker die Ausgangsleistung erhöhen wollen. Der Unterschied von (A) und (B) ist nur ob eine Spannungsquelle notwendig ist und auch dies ist einleuchtend, dass für eine Verstärkung Energie zugeführt werden muss. Deshalb brauchen wir eine Spannungsquelle.

- 
- (A) Die Ausgangsleistung ist gegenüber der Eingangsleistung größer und dazu ist eine Spannungsquelle notwendig.
  - (B) Die Ausgangsleistung ist gegenüber der Eingangsleistung größer, obwohl keine Spannungsquelle notwendig ist.
  - (C) Die Ausgangsleistung ist gleich der Eingangsleistung, obwohl keine Spannungsquelle notwendig ist.
  - (D) Die Ausgangsleistung ist gleich der Eingangsleistung, da eine Spannungsquelle notwendig ist.

**ED402** Worum handelt es sich bei dieser Schaltung?



---

#### Lösungsansatz:

In der Schaltung finden wir ganz Zentral den Transistor, der ja typisch ist für den Verstärker, also schließen wir schon mal (D) aus. Weiterhin finden wir das Schaltzeichen eines Lautsprechers im Schema, es geht also um Audio (NF).

- 
- (A) NF-Verstärker
  - (B) ZF-Verstärker
  - (C) HF-Verstärker
  - (D) Tongenerator

**ED403** Für welchen Zweck werden HF-Leistungsverstärker eingesetzt?

---

**Lösungsansatz:**

Die Antwort sollte klar sein, die alternativen Antworten (B),(C),(D) machen überhaupt keinen Sinn.

---

- (A) Anhebung des Sendesignals
- (B) Modulation des Sendesignals
- (C) Mischung des Sendesignals
- (D) Filterung des Sendesignals

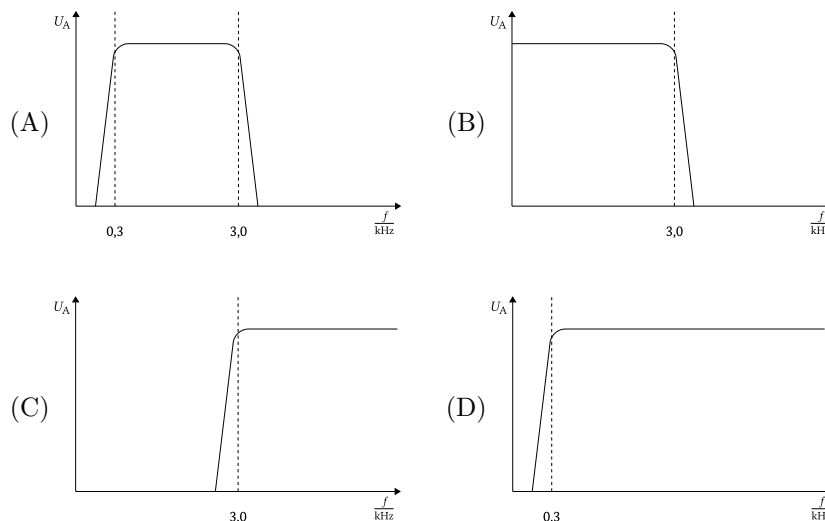
**EF307** Welcher Frequenzgang ist am besten für den Mikrofonverstärker eines Sprechfunkgeräts geeignet?

---

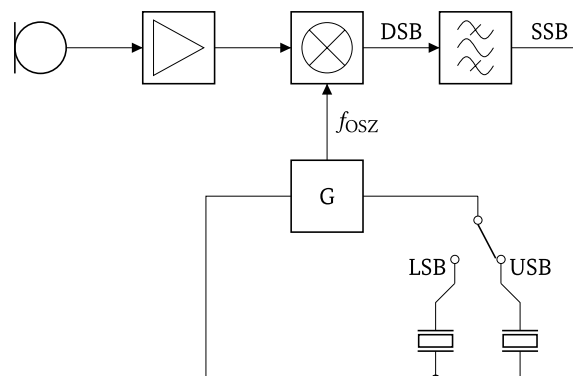
**Lösungsansatz:**

Hier geht es um Audio Signale vom Mikrofon. Das Menschliche Ohr kann bis maximal ca. 20k Hz hören, allerdings verwendet wird im Amateurfunk nur die untersten 2700Hz davon um nicht unnötig Bandbreite zu verschwenden. Die untersten 300Hz können wir nicht hören, deshalb kann ein Mikrofonverstärker mit der Kennlinie (A) auch als extra Filter dienen.

---



**EF308** Über welche Bandbreite sollte der in der Blockschaltung dargestellte NF-Verstärker für eine gute Sprachverständlichkeit mindestens verfügen?



---

**Lösungsansatz:**

Bereits aus der Frage erfahren wir, dass es um einen NF-Verstärker geht, auch wenn zur Verwirrung noch Mixer und Bandpass eingezeichnet sind. Die Bezeichnungen SSB und LSB/USB lässt uns erkennen, dass es um das gewünschte Audiospektrum von ca. 2,5 kHz geht.

---

- (A) ca. 2,5 kHz
- (B) ca. 6,0 kHz
- (C) ca. 1,0 kHz
- (D) ca. 12,5 kHz

**EF403** Wie ist die Ausgangsstufe eines SSB-Senders aufgebaut?

---

**Lösungsansatz:**

Wichtig ist, dass wir uns merken, dass ein SSB Verstärker die Signale **linear** verstärken soll. Er muss dabei z.B. die gesamte Bandbreite des Signals gleichmäßig abdecken und sollte nicht bei gewünschten Frequenzen (SSB) oder Amplituden einbrechen (die Amplitude eines SSB Signals hängt von der Lautstärke des NF Signals ab).

---

- (A) Als linearer Verstärker
- (B) Als Begrenzerverstärker
- (C) Als nichtlinearer Verstärker
- (D) Als Vervielfacher

**EF405** Wie sollte die Stromzufuhr in einem Sender beschaffen sein?

---

**Lösungsansatz:**

Die Stromversorgung in einem Sender, sollte niederohmig sein, um eine stabile und effiziente Energieversorgung der Senderendstufe zu gewährleisten. Die Antwort (C) und (D) macht ebenso keinen Sinn. Also merken wir uns, dass wir keine HF in der Stromzufuhr haben wollen. Bei Netzversorgung würden wir ja sonst auch die HF über das Stromnetz in der ganzen Nachbarschaft verteilen.

---

- (A) Sie sollte gegen HF-Einstrahlung gut entkoppelt sein.
- (B) Sie sollte möglichst hochohmig sein.
- (C) Sie sollte über das Leistungsverstärkergehäuse geführt werden.
- (D) Sie sollte mit möglichst wenig Kapazität gegen Masse ausgelegt werden.

## 9 Modulation

### 9.1 Unmodulierter Träger

Der unmodulierte Träger entspricht im zeitlichen Verlauf eine Sinus Funktion.

#### Lösungen

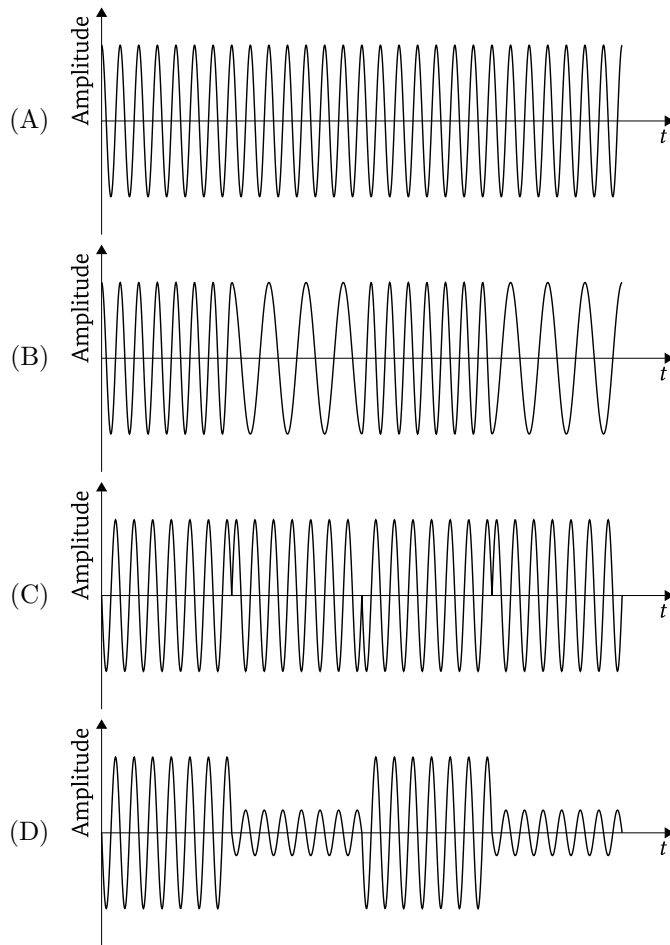
**EE101** Welches der folgenden Diagramme zeigt einen unmodulierten Träger?

---

**Lösungsansatz:**

In (A) haben wir einen unmodulierten Sinus. (B) ist Frequenzmoduliert (C) ist Phasenmoduliert und (D) ist Amplitudenmoduliert. Schau Dir einfach an was sich abweichend von einem Sinus Signal in den Diagrammen ändert.

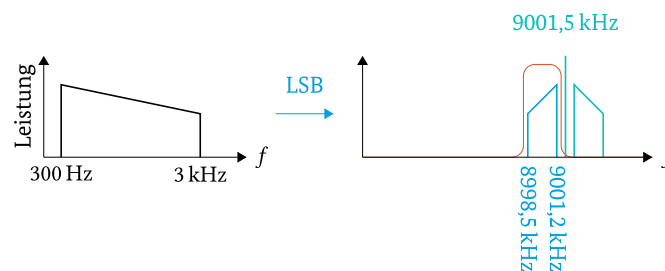
---



## 9.2 Einseitenbandmodulation (SSB)

Wir haben die SSB Modulation bereits im Klasse N Kurs kennengelernt. Ein SSB Signal entspricht im Grunde der Amplitudenmodulation AM, bei der der Träger und ein Seitenband unterdrückt werden.

Im Amateurfunk verwenden wir in der Regel die Audio Frequenzen von 300 Hz bis 3000 Hz, dies entspricht also in etwa 2.7 kHz. Auch die Bandbreite des ausgesendeten HF Seitenbandes ist in etwa so groß. Es gibt im Katalog viele Fragen zur Bandbreite von SSB oder des NF Signals die Du alle mit der Antwort um die 2.5-3 kHz richtig beantwortest.



### Lösungen

**EE201** Wie unterscheidet sich SSB von AM in Bezug auf die Bandbreite?

#### Lösungsansatz:

SSB unterscheidet sich von AM dadurch, dass nur eins von den beiden Seitenbändern hat und keinen Träger. In Bezug auf die Bandbreite ist es deshalb nur etwa halb so breit. Ansonsten unterscheidet sich SSB von AM nicht, Du kannst mit einem SSB Empfänger AM Empfangen, in dem Du deinen Empfänger auf jeweils eines der Seitenbänder einstellt.

- (A) SSB beansprucht weniger als die halbe Bandbreite der Modulationsart AM.
- (B) SSB beansprucht etwas mehr als die halbe Bandbreite der Modulationsart AM.
- (C) SSB beansprucht etwa  $1/4$  Bandbreite der Modulationsart AM.
- (D) SSB und AM lassen keinen Vergleich zu, da sie grundverschieden erzeugt werden.

**EE202** Wie groß ist in etwa die HF-Bandbreite, die für die Übertragung eines SSB-Signals erforderlich ist?

---

**Lösungsansatz:**

Die Bandbreite des NF Signals überträgt sich auf das HF Signal. Praktisch für Dich in der Prüfung, es gibt einige Fragen zur Bandbreite von NF und/oder SSB die nur minimal abweichen. Bei 2,4 kHz - 2,7 kHz liegst Du also fast immer richtig.

- 
- (A) Sie entspricht der Bandbreite des NF-Signals.
  - (B) Sie entspricht der Hälfte der Bandbreite des NF-Signals.
  - (C) Sie entspricht der doppelten Bandbreite des NF-Signals.
  - (D) Sie ist Null, weil bei SSB-Modulation der HF-Träger unterdrückt wird.

**EE203** Ein Träger von 21,250 MHz wird mit der NF-Frequenz von 1 kHz in SSB (USB) moduliert. Welche Frequenz tritt im ideal modulierten HF-Signal auf?

---

**Lösungsansatz:**

Wir addieren, da das Signal im oberen Seitenband liegt (USB). Pass mit MHz bzw. KHz auf!

Rechnung:  $21,250\text{MHz} + 1\text{ kHz} = 21,251\text{ MHz}$

- 
- (A) 21,251 MHz
  - (B) 21,250 MHz
  - (C) 21,249 MHz
  - (D) 21,260 MHz

**EE204** Ein Träger von 3,65 MHz wird mit der NF-Frequenz von 2 kHz in SSB (LSB) moduliert. Welche Frequenz/Frequenzen treten im modulierten HF-Signal hauptsächlich auf?

---

**Lösungsansatz:**

Wir subtrahieren, da das Signal im unteren Seitenband liegt (LSB). Pass mit MHz bzw. kHz auf!

Rechnung:  $3,65\text{ Mhz} + 2\text{ kHz} = 3,648\text{ MHz}$

- 
- (A) 3,648 MHz
  - (B) 3,648 MHz und 3,650 MHz
  - (C) 3,652 MHz
  - (D) 3,648 MHz und 3,652 MHz

**EE205** Welche der aufgeführten Maßnahmen verringert die Ausgangsleistung eines SSB-Senders?

---

**Lösungsansatz:**

Die Amplitude des NF Signal regelt bei SSB die Ausgangsleistung. Wenn wir die Ausgangsleistung reduzieren wollen sollten wir die Amplitude des NF Signals reduzieren.

- (A) Verringern der NF-Amplitude
- (B) Lauter ins Mikrofon sprechen
- (C) Verringern der Squelcheinstellung
- (D) Erhöhen der NF-Bandbreite

**EE206** Was bewirkt eine zu geringe Mikrofonverstärkung bei einem SSB-Transceiver?

---

**Lösungsansatz:**

Die Amplitude des NF Signal regelt bei SSB die Ausgangsleistung. Wenn unsere Mikrofonverstärkung nicht ausreicht haben wir auch nur eine geringe Ausgangsleistung.

---

- (A) geringe Ausgangsleistung
- (B) Störungen von Stationen, die auf einem anderen Frequenzband arbeiten
- (C) geringe Bandbreite
- (D) Störungen bei Stationen, die auf dicht benachbarten Frequenzen arbeiten

**EE207** Wie groß ist die Bandbreite von CW im Vergleich zu einem Sprachsignal in SSB oder AM?

---

**Lösungsansatz:**

CW hat eine deutliche geringere Bandbreite als Sprachsignale via SSB oder AM. Deshalb ist es deutlich effektiver und erfreut sich großer Beliebtheit der der Welt des Amateurfunk.

---

- (A) In beiden Fällen weist CW eine kleinere Bandbreite auf.
- (B) In beiden Fällen weist CW eine größere Bandbreite auf.
- (C) Die Bandbreite von CW ist kleiner als bei SSB, jedoch größer als bei AM.
- (D) Die Bandbreite von CW ist größer als bei SSB, jedoch kleiner als bei AM.

**EF310** Welche Bandbreite sollte das nachgeschaltete Filter zur Unterdrückung eines Seitenbandes bei der Erzeugung eines SSB-Telefoniesignals haben?

---

**Lösungsansatz:**

Wie bei vielen anderen SSB Fragen ist die Antwort um 2,5 kHz richtig, also (A)!

---

- (A) 2,4 kHz
- (B) 800 Hz
- (C) 455 kHz
- (D) 10,7 MHz

**EJ210** Um Störungen auf benachbarten Frequenzen zu minimieren, sollte die Übertragungsbandbreite bei SSB ...

---

**Lösungsansatz:**

Wie bei vielen anderen SSB Fragen ist die Antwort um 2,5 kHz richtig, also (A). In dieser Frage liegt der Wert bei 2,7 kHz noch ca. 300 Hz zum (gefilterten) Träger Abstand sind. Dies entspricht den tiefen NF Frequenzen die wir Menschen nicht hören können.

---

- (A) höchstens 2,7 kHz betragen.
- (B) höchstens 1,8 kHz betragen.



- (C) höchstens 3,1 kHz betragen.
- (D) höchstens 15,0 kHz betragen.

**EJ211** Um etwaige Funkstörungen auf Nachbarfrequenzen zu begrenzen, sollte bei SSB-Telefonie die höchste zu übertragende NF-Frequenz ...

- (A) unter 3 kHz liegen.
- (B) unter 1 kHz liegen.
- (C) unter 5 kHz liegen.
- (D) unter 10 kHz liegen.

**EJ215** Was bewirkt in der Regel eine zu hohe Mikrofonverstärkung bei einem SSB-Transceiver?

---

**Lösungsansatz:**

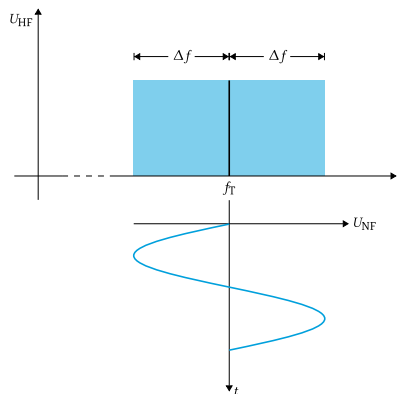
Eine zu hohe Mikrofonverstärkung führt zu einer Übersteuerung der Verstärkerendstufe und zu Splatter auf die Nachbarfrequenzen. Zudem machen wir es unserem Filter schwerer die Frequenzen außerhalb des Bandpass-Filters zu unterdrücken.

---

- (A) Störungen bei Stationen, die auf dicht benachbarten Frequenzen arbeiten
- (B) Störungen von Stationen, die auf einem anderen Frequenzband arbeiten
- (C) Störungen der Stromversorgung des Transceivers
- (D) Störungen von anderen elektronischen Geräten

### 9.3 Frequenzmodulation (FM)

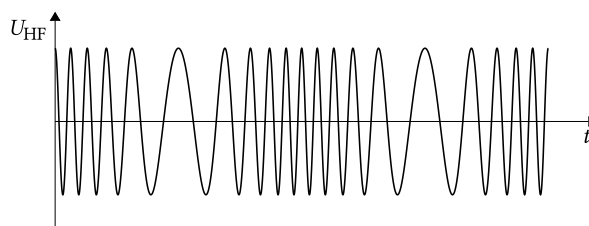
Wie der Name Frequenzmodulation (FM) bereits verrät wird beim FM die Frequenz des HF Trägers moduliert (verändert). Der Hub gibt an wie weit die Frequenz von der Grundfrequenz abgelenkt wird. Hier wird das NF Signal und die entsprechende Auslenkung des HF Trägers gezeigt:



Da FM über die Frequenz moduliert wird ist FM **unempfindlicher gegenüber Amplitudenstörungen**.

### Lösungen

**EE301** Welches Modulationsverfahren zeigt das Bild?



---

**Lösungsansatz:**

In diesem Bild ändert sich die Frequenz des Signals, wie sehen also FM.

---

- (A) FM
- (B) AM
- (C) USB
- (D) LSB

**EE302** FM hat gegenüber SSB den Vorteil der ...

---

**Lösungsansatz:**

Schon beim Empfang von FM Rundfunk hast Du bestimmt bemerkt, dass FM klarer klingt. Das liegt u.A. daran dass FM nicht von der Amplitude abhängt, die von vielen Einflüssen z.B. in der Atmosphäre (QRN / QRM) beeinflusst wird. Früher haben auch die Zündung in Automotoren für Störungen in AM gesorgt, die mit FM nicht auftreten.

---

- (A) geringeren Beeinflussung durch Amplitudenstörungen.
- (B) geringen Anforderungen an die Bandbreite.
- (C) größeren Entfernungsüberbrückung.
- (D) geringeren Leistungsaufnahme bei fehlender Modulation.

**EE303** Welches der nachfolgenden Modulationsverfahren wird am wenigsten durch Amplitudenstörungen in Kraftfahrzeugen beeinträchtigt?

---

**Lösungsansatz:**

FM wie in Frage EE302.

---

- (A) FM
- (B) SSB
- (C) DSB
- (D) AM

**EE304** Größerer Frequenzhub führt bei einem FM-Sender zu ...

---

**Lösungsansatz:**

Der Frequenzhub gibt an wie weit (Frequenz) der der Träger moduliert wird. Deshalb führt ein großer Frequenzhub zu einer großen HF Bandbreite.

---

- (A) einer größeren HF-Bandbreite.
- (B) einer Erhöhung der Senderausgangsleistung.
- (C) einer Erhöhung der Amplitude der Trägerfrequenz.
- (D) einer Reduktion der Amplituden der Seitenbänder.

**EE305** Durch welche Maßnahme kann eine zu große Bandbreite einer FM-Aussendung verringert werden? Durch die Verringerung der ...

---

**Lösungsansatz:**

Wir müssen den Frequenzhub reduzieren.

---

- (A) Hubeinstellung.
- (B) HF-Begrenzung.
- (C) Vorspannungsreglereinstellung.
- (D) Trägerfrequenz.

**EE306** Wodurch wird bei Frequenzmodulation die Lautstärke-Information übertragen?

---

**Lösungsansatz:**

Wie der Name Frequenzmodulation (FM) bereits impliziert wird die Lautstärke (NF Amplitude) über die Trägerfrequenzauslenkung moduliert.

---

- (A) Durch die Trägerfrequenzauslenkung.
- (B) Durch die Häufigkeit der Trägerfrequenzänderung.
- (C) Durch die Häufigkeit des Frequenzhubes.
- (D) Durch die Größe der Amplitude des HF-Signals.

## 9.4 Bandbreite

### Lösungen

**EA105** Welche Einheit wird üblicherweise für die Bandbreite verwendet?

---

**Lösungsansatz:**

In Hertz (Hz).

---

- (A) Hertz (Hz)
- (B) Baud (Bd)
- (C) Bit pro Sekunde (Bit/s)
- (D) Dezibel (dB)

## 9.5 Dynamikkompressor

### Lösungen

**EF306** Wie heißt die Stufe in einem Sender, welche die Eigenschaft hat, leise Anteile eines Sprachsignale gegenüber den lauten etwas anzuheben?

---

**Lösungsansatz:**

Da SSB von der Amplitude des NF (Audio) Signals abhängt, gibt der Dynamikkompressor schwache Audio Anteile an um ein stärkeres und klarer verständlicheres Signal zu erzeugen. Ist der Dynamikkompressor zu hoch eingestellt klingt das Signal aber unnatürlich und übermoduliert.

---

- (A) Dynamic Compressor
- (B) Noise Blanker
- (C) Clarifier
- (D) Notchfilter

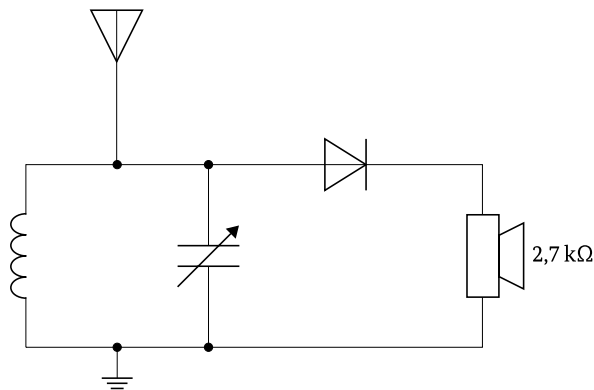
## 10 Empfänger

### 10.1 Detektorempfänger

Das in Frage EF101 gezeigte Schaltbild zeigt bereits alles was einen Detektorempfänger ausmacht. Wir haben keine externe Spannungsversorgung. Die Antenne fängt das HF Signal ein. Variabler Kondensator und eine Induktivität (Spule) bilden ein **Parallelschwingkreis** und selektieren die gewünschte Frequenz. Das Signal wird über eine Diode **gleichgerichtet**. Durch die Trägheit eines (hochohmigen) Kopfhörers wird ein hörbares NF Signal erzeugt. Die Nachteile sind klar: ohne Verstärker können nur sehr starke (AM) Stationen empfangen werden. Der Parallelschwingkreis ist sehr ungenau es wird ein großer Teil des Frequenzspektrums empfangen. Dennoch auch heute noch ein faszinierendes Bastelprojekt.

#### Lösungen

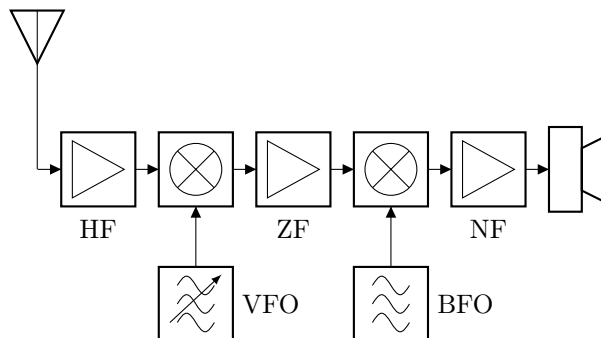
**EF101** Was stellt nachfolgende Schaltung dar?



- (A) Detektorempfänger
- (B) Verstärker
- (C) Oszillator
- (D) Modulator

### 10.2 Überlagerungsempfänger (Einfachsuper)

Wir haben im letzten Kapitel mit dem Detektorempfänger ein Beispiel eines sogenannten **Geradeausempfängers** kennengelernt. Hier entsteht die Audio Frequenz direkt aus der HF. Üblicher Weise wird die HF direkt auf Audio Frequenz gemischt. Deshalb spricht man auch von einem **Direktüberlagerungsempfänger**. Es ist jedoch üblich zunächst auf eine feste **Zwischenfrequenz** zu mischen. Diese Art von Empfänger nennt man Überlagerungsempfänger. Der Vorteil besteht in einer festen Zwischenfrequenz besteht darin, dass speziell für diese Zwischenfrequenz optimierte Filter verwendet werden können, z.B. für CW mit nur 300 Hz oder SSB mit 2400 Hz. Dadurch ergibt sich eine bessere **Trennschärfe**.



## Lösungen

**EF102** Welchen Vorteil bietet ein Überlagerungsempfänger gegenüber einem Geradeaus-Empfänger?

---

### Lösungsansatz:

Die Zwischenfrequenz eines Überlagerungsempfängers hat den Vorteil, dass mit speziellen Filtern eine höhere **Trennschärfe** erreicht werden kann.

---

- (A) Bessere Trennschärfe
- (B) Höhere Bandbreiten
- (C) Geringere Anforderungen an die VFO-Stabilität
- (D) Wesentlich einfachere Konstruktion

**EF208** Wo liegt bei einem Direktüberlagerungsempfänger üblicherweise die Oszillatorfrequenz für den Mischer?

---

### Lösungsansatz:

Der Direktempfänger mischt das HF Signal direkt auf Audiofrequenz NF. Im Mischer wird die Tatsache ausgenutzt, dass die Differenz der Frequenzen im gemischten Ausgang erzeugt wird. Wenn jetzt Empfangsfrequenz und HF annähernd die selbe Frequenz haben kommt man also in der Differenz in den NF Bereich.

---

- (A) Sie liegt in nächster Nähe zur Empfangsfrequenz.
- (B) Sie liegt sehr weit über der Empfangsfrequenz.
- (C) Sie liegt sehr viel tiefer als die Empfangsfrequenz.
- (D) Sie liegt bei der Zwischenfrequenz.

## 10.3 Trennschärfe I

Je kleiner die Empfängerbandbreite ist, desto enger ist auch mein Filter und das Signal wird deutlich besser. D.h. eine schmale Empfängerbandbreite führt zu einer hohen **Trennschärfe**. Für guten Empfang ist also eine schmale Bandbreite von Vorteil. Deshalb sind schmalbandige Übertragungsverfahren effektiver. Vergleiche z.B. CW mit SSB.

## Lösungen

**EF210** Wozu führt eine schmale Empfängerbandbreite?

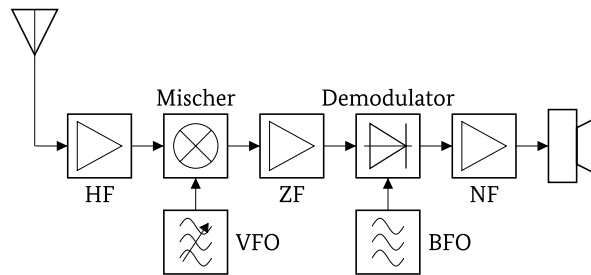
- (A) Hohe Trennschärfe.
- (B) Niedrige Trennschärfe.
- (C) Niedrige Spiegelfrequenzunterdrückung.
- (D) Hohe Spiegelfrequenzunterdrückung.

## 10.4 BFO I

Mit dem "Beat Frequenz Oscillator" (BFO) wird in Überlagerungsempfängern die ZF auf Audio gemischt und damit hörbar gemacht.

## Lösungen

**EF209** Welchem Zweck dient ein BFO in einem Empfänger?



- (A) Zur Hilfsträgererzeugung, um CW- oder SSB-Signale hörbar zu machen
- (B) Zur Mischung mit einem Empfangssignal zur Erzeugung der ZF
- (C) Zur Unterdrückung der Amplitudenüberlagerung
- (D) Um FM-Signale zu unterdrücken

## 10.5 Vorverstärker und Dämpfungsglied

### Lösungen

**EF217** Welche Baugruppe vermindert die Übersteuerung eines Empfängereingangs?

---

#### Lösungsansatz:

Seht starke Signale können einen Empfänger überlasten und müssen gedämpft werden. Dazu verwenden wir ein **Dämpfungsglied**.

---

- (A) Dämpfungsglied
- (B) ZF-Filter
- (C) Rauschsperr
- (D) Oszillator

**EF218** An welcher Stelle einer Amateurfunkanlage sollte ein UHF-Vorverstärker eingefügt werden?

---

#### Lösungsansatz:

Im UHF (Ultra Hoch Frequenz) sind die Verluste auf den Zuleitungen besonders hoch. Im schlimmsten Fall ist das Nutzsignal durch diese Dämpfung bereits komplett im Rauschen verschwunden. Deshalb werden HF (Vor-)Verstärker im UHF Bereich möglichst direkt an der Antenne montiert.

---

- (A) Möglichst direkt an der UHF-Antenne
- (B) Möglichst unmittelbar vor dem Empfängereingang
- (C) Zwischen Senderausgang und Antennenkabel
- (D) Zwischen Stehwellenmessgerät und Empfängereingang

## 10.6 Automatische Verstärkungsregelung (AGC) I

**AGC** steht für Automatic Gain Control oder auf Deutsch auch Automatische Verstärkerregelung.

Sie steuert der HF Verstärker automatisch nach. Wenn sehr starke Signale empfangen werden reduziert die AGC die Verstärker Leistung, wenn die Signale schwach sind regelt die AGC die Verstärkung nach oben. Dadurch wird das NF signal stabiler.

Achtung: Die AGC regelt den Empfänger. Es gibt eine Verstärkerregelung für den Sender (ALC), diese solltest Du in der Prüfung nicht verwechseln.

## Lösungen

**EF211** Womit werden Pegelschwankungen des NF-Ausgangssignals verringert, die durch Schwankungen im HF-Eingangssignal hervorgerufen werden?

- (A) Automatische Verstärkungsregelung
- (B) NF-Störaustaster
- (C) NF-Filter
- (D) NF-Vorspannungsregelung

**EF212** Was bedeutet an einem Schalter eines Empfängers die Abkürzung AGC?

- (A) Automatische Verstärkungsregelung
- (B) Automatischer Antennentuner
- (C) Automatische Gleichlaufsteuerung
- (D) Automatische Frequenzkorrektur

## 10.7 Notch-Filter

Sehr **schmalbandige Störungen** (QRM) können mit einem Kerbfilter auch **Notch-filter** eliminiert werden.

## Lösungen

**EF215** Welche Baugruppe kann empfangsseitig Störungen in einem schmalen Frequenzbereich unterdrücken?

- (A) Notchfilter
- (B) Tiefpassfilter
- (C) Hochpassfilter
- (D) Bandpassfilter

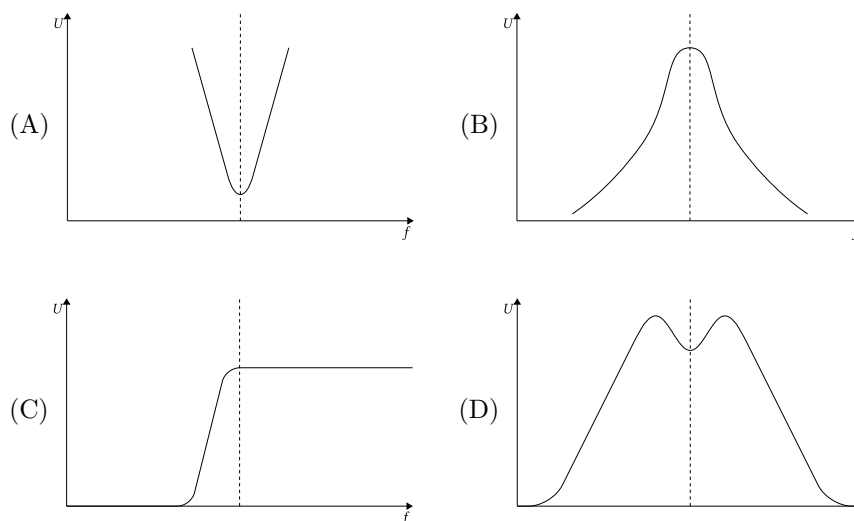
**EF216** Welches Diagramm stellt den Frequenzverlauf eines Empfänger-Notchfilters dar?

---

### Lösungsansatz:

Der Notchfilter ist ein Kerb-filter, d.h. er filtert nur einen kleinen Teil des Frequenzspektrums heraus, lässt den übrigen Teil des NF Spektrums durch. Es ist also die Kerbenform von (A).

---



## 10.8 Rauschunterdrückung

Die **Rauschunterdrückung**, auch auf Englisch als Noise Reduction(NR) benannt dient der Unterdrückung von Rauschen. Der **Noise Blanker** hingegen eliminiert impulsartige Störungen, wie sie z.B. früher von Motor Zündungen erzeugt wurden.

### Lösungen

**EF213** Welche Aufgabe hat das Rauschunterdrückungsverfahren (Noise Reduction) in einem Empfänger?

- (A) Verringerung des Rauschanteils im Signal
- (B) Verringerung des Rauschanteils in der Versorgungsspannung
- (C) Verringerung der Umgebungsgeräusche im Kopfhörer
- (D) Verringerung des Dynamikbereichs im ZF-Signal

**EF214** Welche Baugruppe könnte in einem Empfänger gegebenenfalls dazu verwendet werden, impulsförmige Störungen auszublenden?

- (A) Noise Blanker
- (B) Notch Filter
- (C) Passband Tuning
- (D) Automatic Gain Control

## 10.9 Frequenzmessung I

Frequenzzähler sind nützliche Messgeräte die, wie der Name bereits andeutet, um die Frequenz eines Signals zu messen. Genauer gesagt: die Frequenz eines unmodulierten Hochfrequenzsignals. Dies kann z.B. genutzt werden um die Frequenz z.B. eines lokalen Oszillator (LO) zu bestimmen.

### Lösungen

**EI501** Womit kann die Frequenz eines unmodulierten Hochfrequenzsignals gemessen werden? Mit einem ...

- (A) Frequenzzähler.
- (B) Widerstandsmessgerät.
- (C) Wechselspannungsmessgerät.
- (D) Wechselstromzähler.

**EI502** Das Bild stellt die Anzeige eines Frequenzzählers dar. Welchen Stellenwert hat die mit X gekennzeichnete Ziffer?



---

### Lösungsansatz:

Der Zähler zeigt MHz an. Dies bezieht sich auf den Punkt hinter der Ziffer 5. Wir Zählen die Stellen durch:

- $5 \cdot 1 \text{ MHz}$
  - $0 \cdot 100 \text{ kHz}$
  - $0 \cdot 10 \text{ kHz}$
  - $\underbrace{1 \cdot 1 \text{ kHz}}_{\text{Stelle mit X}}$
-



- (A) ein Kilohertz
- (B) ein Hertz
- (C) hundert Hertz
- (D) zehn Hertz

**EI503** Das Bild stellt die Anzeige eines Frequenzzählers dar. Welchen Stellenwert hat die mit X gekennzeichnete Ziffer?




---

**Lösungsansatz:**

Der Zähler zeigt MHz an. Dies bezieht sich auf den Punkt hinter der Ziffer 5. Wir Zählen die Stellen durch:

- $5 \cdot 1 \text{ MHz}$
- $0 \cdot 100 \text{ kHz}$
- $0 \cdot 10 \text{ kHz}$
- $1 \cdot 10 \text{ kHz}$
- $3 \cdot 100 \text{ Hz}$
- $\underbrace{7 \cdot 10 \text{ Hz}}_{\text{Stelle mit X}}$

- 
- (A) zehn Hertz
  - (B) ein Hertz
  - (C) hundert Hertz
  - (D) ein Kilohertz

**EI504** Wenn ein 10:1-Frequenzteiler vor einem Frequenzzähler geschaltet wird und der Zähler 14,5625 MHz anzeigt, beträgt die tatsächliche Frequenz ...

---

**Lösungsansatz:**

Ein 10:1 Frequenzteiler hat die Frequenz um einen einen Faktor 10 reduziert, aus 10 MHz wurde 1 MHz in der Anzeige. Für die Aufgabe müssen wir den angezeigten Wert mit 10 multiplizieren.

$$14,5625 \text{ MHz} \cdot 10 = 145,625 \text{ MHz}$$

Check: die Frequenz liegt im 2-Meter Amateurfunkband.

- 
- (A) 145,625 MHz.
  - (B) 1,45625 MHz.
  - (C) 14,5625 MHz.
  - (D) 14,5625 kHz.

## 11 Sender

### 11.1 ALC

Wir haben bereits im Kapitel 10.6 über die AGC gesprochen. Dies ist eine automatische Verstärker Steuerung für den Empfänger. Aber auch der Sender hat solch eine Steuerung: Automatic Level Control (ALC). Wie Du im Kapitel über SSB gelernt hast hängt hier die Signalstärke von der Amplitude des NF Signals ab, welches ganz natürlich schwankt wenn wir in das Mikrofon sprechen. Um diese Schwankungen entgegenzuwirken und damit die Endstufe zu schützen, reduziert die ALC Signalstärke (Amplitude) wenn sie über ein definiertes Limit geht.

## Lösungen

**EF305** Was bewirkt die ALC (Automatic Level Control) bei zu starkem NF-Signal in einem Transceiver?

---

### Lösungsansatz:

Wir hatten bereits sehr viele Fragen zu dem Thema.

---

- (A) Sie reduziert die Amplitude des Signals im Sendezweig vor dem Leistungsverstärker.
- (B) Sie erhöht die Amplitude des Signals im Sendezweig vor dem Leistungsverstärker.
- (C) Sie reduziert die Verstärkung von Verstärkerstufen im Empfangsteil.
- (D) Sie erhöht die Verstärkung von Verstärkerstufen im Empfangsteil.

## 11.2 Senderausgangsleistung

Die Definitionen der Senderausgangsleistung musst Du Dir einfach merken. Wie Du bereits bei der Klasse N gelernt hast, bist Du als Funkamateur verpflichtet dich an entsprechende Grenzwerte zu halten.

## Lösungen

**EF401** Die Ausgangsleistung eines Senders ist die unmittelbar nach ...

---

### Lösungsansatz:

Die "Ausgangsleistung" ist natürlich die Leistung direkt am Senderausgang (vor Zusatzgeräten). Vor- bzw. rücklaufende Leistung spielen keine Rolle.

---

- (A) dem Senderausgang messbare Leistung, bevor sie Zusatzgeräte durchläuft.
- (B) dem Senderausgang gemessene Differenz aus vorlaufender und rücklaufender Leistung.
- (C) der Antenne messbaren Leistung, die durch ein Feldstärkenmessgerät im Nahfeld ermittelt werden kann.
- (D) dem Senderausgang gemessene Summe aus vorlaufender und rücklaufender Leistung.

**EF402** Wie und wo wird die Ausgangsleistung eines SSB-Senders gemessen? Die maximale Hüllkurvenleistung (PEP) wird gemessen...

---

### Lösungsansatz:

Die Peak Envelop Power (PEP) oder auf Deutsch maximale Hüllkurvenleistung wird direkt am Senderausgang gemessen. Mit der Klasse E sind oft 100 W zulässig. Eine Antenne mit Gewinn kann die Abstrahlung noch verstärken.

---

- (A) direkt am Senderausgang bei Ein- oder Zweitonaussteuerung.
- (B) zwischen Antennentuner und Speisepunkt der Antenne mit unmoduliertem Träger.
- (C) zwischen Antennentuner und Speisepunkt bei Sprachmodulation.
- (D) direkt am Senderausgang mit unmoduliertem Träger.

**EJ209** Wie erfolgt die Messung der Leistungen, die zu unerwünschten Aussendungen führen?

---

### Lösungsansatz:

Hier geht es mit die Leistung die zu unerwünschten Aussendungen führt. Deshalb wird hier auch Stehwellenmessgerät und ggf. ein verwendeter Tiefpassfilter berücksichtigt werden.

---

- (A) Die Messung erfolgt am Senderausgang unter Einbeziehung des gegebenenfalls verwendeten Stehwellenmessgeräts und des gegebenenfalls verwendeten Tiefpassfilters.
- (B) Die Messung erfolgt am Fußpunkt der im Funkbetrieb verwendeten Antenne unter Einbeziehung des gegebenenfalls verwendeten Antennenanpassgeräts.
- (C) Die Messung erfolgt am Ausgang der Antennenleitung unter Einbeziehung des im Funkbetrieb verwendeten Antennenanpassgeräts.
- (D) Die Messung erfolgt am Senderausgang mit einem hochohmigen HF-Tastkopf und angeschlossenem Transistorvoltmeter.

### 11.3 Unerwünschte Aussendungen II

Unerwünscht Aussendungen entstehen oft durch **Oberwellen**. Diese können in der Regel durch einen **Tiefpassfilter** vermieden werden.

#### Lösungen

**EF404** Wann sollte ein Sender auf mögliche Oberwellenaussendungen überprüft werden?

---

**Lösungsansatz:**

Wenn die Senderendstufe neu eingestellt wurde sollte zur Sicherheit überprüft werden, dass keine Oberwellen entstehen. Wenn nach der Einstellung z.B. kein reiner Sinus mehr erzeugt wird sind Oberwellen dabei.

- 
- (A) Wenn der Arbeitspunkt der Endstufe neu justiert wurde.
  - (B) Bei Empfang eines Störsignals.
  - (C) Vor jedem Sendebetrieb.
  - (D) Wenn Splatter-Störungen zu hören sind.

**EJ201** Welche Signalform sollte der Träger einer hochfrequenten Schwingung haben, um Störungen durch Oberwellen zu vermeiden?

---

**Lösungsansatz:**

Nur sinusförmige Schwingungen haben keine Oberwellen. In dieser App kannst Du ausprobieren welche Oberwellen unterschiedliche Signale haben.

- 
- (A) sinusförmig
  - (B) rechteckförmig
  - (C) dreieckförmig
  - (D) kreisförmig

**EJ202** Wie kann man hochfrequente Störungen reduzieren, die durch Harmonische hervorgerufen werden? Sie können reduziert werden durch ein ...

---

**Lösungsansatz:**

Hochfrequente Störungen durch Harmonische werden durch Tiefpassfilter gefiltert. Hier wird explizit nach einem Oberwellenfilter gefragt. Nicht irritieren lassen! Die Frage EJ203 wird der Begriff Tiefpassfilter verwendet.

- 
- (A) Oberwellenfilter.
  - (B) Nachbarkanalfilter.

- (C) ZF-Filter.
- (D) Hochpassfilter.

**EJ203** Was für ein Filter muss zwischen Transceiver und Antennenzuleitung eingefügt werden, um Oberwellen zu reduzieren?

---

**Lösungsansatz:**

In dieser Fragen finden wir schnell, dass uns ein Tiefpassfilter hilft. Du kannst einen Tiefpassfilter in dieser App praktisch ausprobieren, in dem ein Rechtecksignal durch bei geeigneten Parametern durch einen Tiefpassfilter zu einem Sinus Signal wird.

- 
- (A) Tiefpassfilter
  - (B) Hochpassfilter
  - (C) CW-Filter
  - (D) NF-Filter

**EJ204** Welches Filter wäre zwischen Senderausgang und Antenne eingeschleift am besten zur Verringerung der Oberwellenausstrahlungen geeignet?

---

**Lösungsansatz:**

Der Tiefpassfilter ist mal wieder die richtige Antwort.

- 
- (A) Ein Tiefpassfilter
  - (B) Ein Hochpassfilter
  - (C) Ein Antennenfilter
  - (D) Ein Sperrkreisfilter

**EJ205** Um Oberwellenaussendungen eines UHF-Senders zu minimieren, sollte dem Gerät ...

---

**Lösungsansatz:**

Auch für UHF Sender wird man einen Tiefpassfilter verwenden, wenn man Oberwellen unterdrücken will.

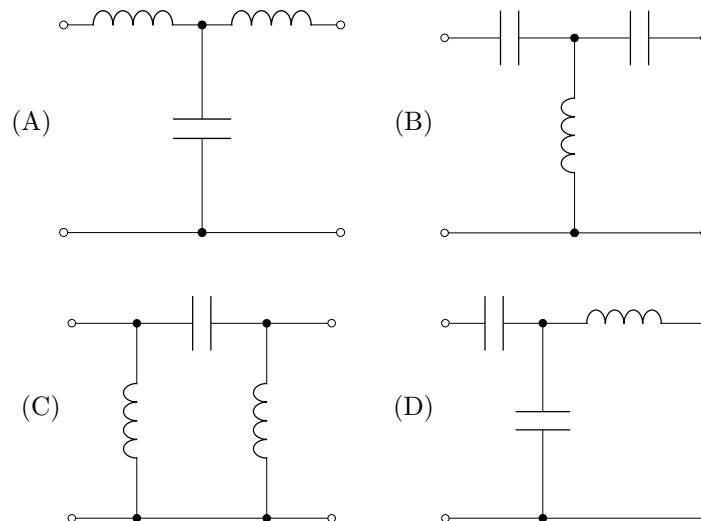
- 
- (A) ein Tiefpassfilter nachgeschaltet werden.
  - (B) ein Hochpassfilter nachgeschaltet werden.
  - (C) eine Bandsperre vorgeschaltet werden.
  - (D) ein Notchfilter vorgeschaltet werden.

**EJ206** Welche Schaltung wäre, zwischen Senderausgang und Antenne eingeschleift, am besten zur Verringerung der Oberwellenausstrahlungen geeignet?

---

**Lösungsansatz:**

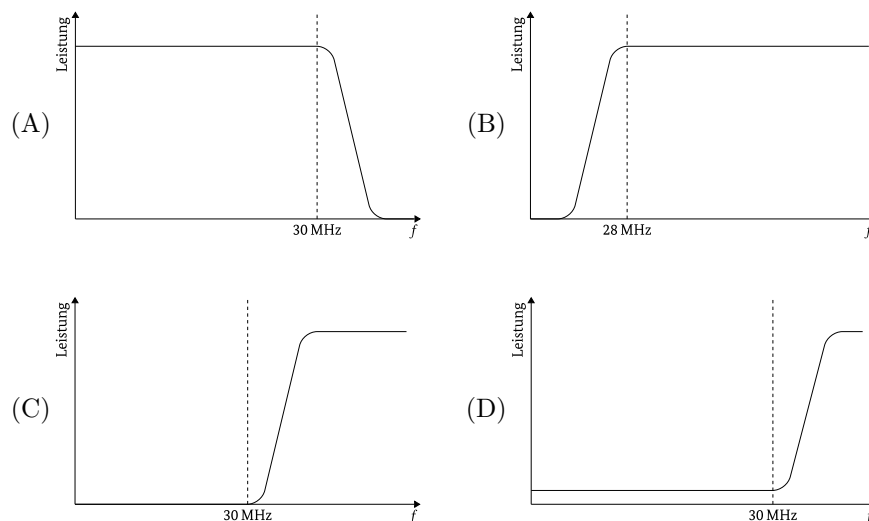
Es gibt mehrere Fragen nach denen dem Schaltbild eines Filters gefragt wird. Bei all Fragen kann man sich die Position des Kondensators im Vergleich zur Spule ansehen. Ist der Kondensator “unten” so handelt es sich um einen Tiefpass, sonst um einen Hochpass. Da Oberwellen mit einem Tiefpassfilter gedämpft werden bleibt nur diese Antwort. Beachte bitte, dass dies natürlich im allgemeinen nicht gilt, da es davon abhängt wie der Schaltplan gezeichnet wurde, aber die Schaltpläne des aktuellen Fragekatalogs wurden alle so gezeichnet, dass die Regel gilt.



**EJ207** Welche Charakteristik sollte ein Filter zur Verringerung der Oberwellen eines KW-Senders haben?

**Lösungsansatz:**

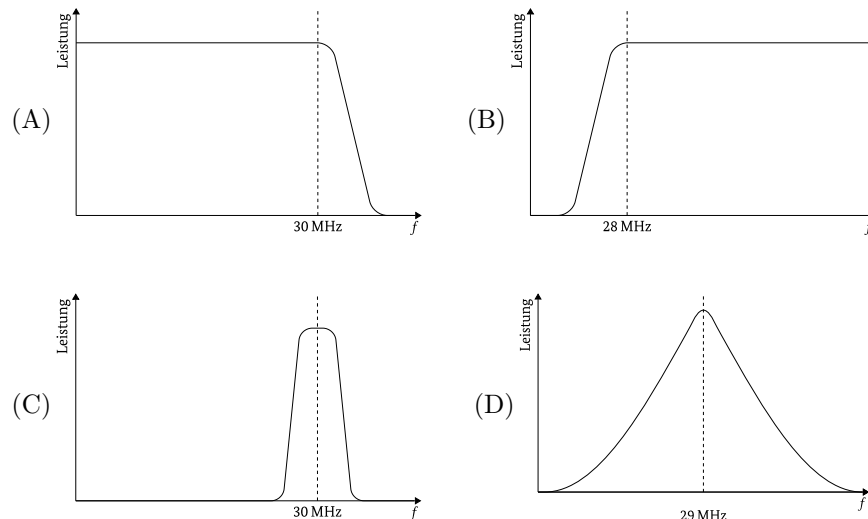
Ein Filter zur Verringerung von Oberwellen ist ein Tiefpassfilter. D.h. die tiefen Frequenzen werden ungehindert durchgelassen, die hohen Frequenzen werden abgeschwächt. In der Frage geht es um einen Kurzwellen-Sender, d.h. wir wollen alle Frequenzen unterhalb von 30 MHz durchlassen und nur oberhalb filtern. Dies finden wird in Bild A.



**EJ208** Welche Filtercharakteristik würde sich am besten für den Ausgang eines KW-Mehrband-Senders eignen?

**Lösungsansatz:**

Wie bei Frage EJ207: Ein Filter zur Verringerung von Oberwellen ist ein Tiefpassfilter. D.h. die tiefen Frequenzen werden ungehindert durchgelassen, die hohen Frequenzen werden abgeschwächt. In der Frage geht es um einen Kurzwellen-Sender, d.h. wir wollen alle Frequenzen unterhalb von 30 MHz durchlassen und nur oberhalb filtern. Dies finden wird in Bild A.



## 11.4 Störende Beeinflussung elektronischer Geräte I

Auch in diesem Kapitel geht es um unterschiedliche Störungen die mir einem Sender verursacht werden können. Wir unterscheiden zwei unterschiedliche Arten von Störungen.

**Einströmungen** Die Störung, bzw. die HF wird durch eine Zuleitung, z.B. Netzzuleitung, Antennen-zuleitung, Lautsprecherkabel etc. verursacht.

**Einstrahlung** Die HF gelangt direkt in der gestörte Gerät, z.B. da die Abschirmung nicht ausreicht.

### Lösungen

**EJ101** In welchem Fall spricht man von Einstömungen? Einstömungen liegen dann vor, wenn Hochfrequenz ...

---

#### Lösungsansatz:

Siehe Definition am Anfang des Kapitel.

---

- (A) über Leitungen oder Kabel in ein Gerät gelangt.
- (B) über das ungenügend abgeschirmte Gehäuse in die Elektronik gelangt.
- (C) über nicht genügend geschirmte Kabel zum Anpassgerät geführt wird.
- (D) wegen eines schlechten Stehwellenverhältnisses wieder zum Sender zurück strömt.

**EJ102** In welchem Fall spricht man von Einstrahlungen bei EMV? Einstrahlungen liegen dann vor, wenn die Hochfrequenz ...

---

#### Lösungsansatz:

Siehe Definition am Anfang des Kapitel.

---

- (A) über das ungenügend abgeschirmte Gehäuse in die Elektronik gelangt.
- (B) über Leitungen oder Kabel in das gestörte Gerät gelangt.
- (C) über nicht genügend geschirmte Kabel zum gestörten Empfänger gelangt.
- (D) wegen eines schlechten Stehwellenverhältnisses wieder zum Sender zurück strahlt.

**EJ103** Bereits durch die Aussendung des reinen Nutzsinalns können in benachbarten Empfängern Störungen beim Empfang anderer Frequenzen auftreten. Dabei handelt es sich um eine ...

---

**Lösungsansatz:**

Das Schlüsselwort ist **Übersteuerung**. D.h. das Signal ist einfach zu stark und überlasten den Empfänger in der Nähe.

---

- (A) Übersteuerung oder störende Beeinflussung.
- (B) Störung durch unerwünschte Aussendungen.
- (C) Störung durch unerwünschte Nebenaussendungen.
- (D) zunehmende Störung.

**EJ104** Um die Störwahrscheinlichkeit zu verringern, sollte die benutzte Sendeleistung ...

---

**Lösungsansatz:**

Dies ist leider ein Grundsatz der oft zu wenig berücksichtigt wird.

---

- (A) auf das für eine zufriedenstellende Kommunikation erforderliche Minimum eingestellt werden.
- (B) nur auf den zulässigen Pegel eingestellt werden.
- (C) auf die für eine zufriedenstellende Kommunikation erforderlichen 100 W eingestellt werden.
- (D) die Hälfte des maximal zulässigen Pegels betragen.

**EJ105** Bei einem Wohnort in einem Ballungsgebiet empfiehlt es sich, während der abendlichen Fernsehstunden ...

---

**Lösungsansatz:**

Nicht mit unnötig hoher Sendeleistung zu senden lohnt sich immer.

---

- (A) mit keiner höheren Leistung zu senden, als für eine sichere Kommunikation erforderlich ist.
- (B) nur mit effektiver Leistung zu senden.
- (C) nur mit einer Hochgewinn-Richtantenne zu senden.
- (D) die Antenne unterhalb der Dachhöhe herabzulassen.

**EJ106** Eine 432 MHz-Sendeantenne mit hohem Gewinn ist unmittelbar auf eine Fernseh-Empfangsantenne gerichtet. Dies führt ggf. zu ...

---

**Lösungsansatz:**

Mit hohem Gewinn senden wir ein Signal in der Nachbarschaft von TV Kanälen aus. Dies kann den Empfänger im TV Gerät übersteuern.

---

- (A) einer Übersteuerung eines TV-Empfängers.
- (B) Problemen mit dem 432 MHz-Empfänger.
- (C) Eigenschwingungen des 432 MHz-Senders.
- (D) dem Durchschlag des TV-Antennenkoaxialkabels.

**EJ107** Wodurch können Sie die Übersteuerung eines Empfängers erkennen?

---

**Lösungsansatz:**

Bei sehr starken Signalen wird ein Empfänger (z.B. AGC) die Verstärker zurückfahren um eine Übersteuerung zu vermeiden. Deshalb geht die Empfindlichkeit zurück.

---

- (A) Rückgang der Empfindlichkeit
- (B) Empfindlichkeitssteigerung
- (C) Auftreten von Pfeifstellen im gesamten Abstimmungsbereich
- (D) Zeitweilige Blockierung der Frequenzeinstellung

**EJ108** Wie sollte ein Abschirmgehäuse für HF-Baugruppen beschaffen sein?

---

**Lösungsansatz:**

Das Abschirmgehäuse ist in der Regel aus Metall um unerwünschte Aussendungen abzufangen.

---

- (A) Möglichst geschlossenes Metallgehäuse
- (B) Kunststoffgehäuse mit niedriger Dielektrizitätszahl
- (C) Metallblech unter der HF-Baugruppe
- (D) Kunststoffgehäuse mit hoher Dielektrizitätszahl

**EJ109** Falls sich eine Kurzwellen-Sendeantenne in der Nähe und parallel zu einer 230 V-Wechselstromleitung befindet, ...

---

**Lösungsansatz:**

Ohne Abschirmung können HF Signale in die 230 V Wechselstromleitung gelangen und dann über die Leitung in andere Geräte einströmen.

---

- (A) können Hochfrequenzströme ins Netz eingekoppelt werden.
- (B) können harmonische Schwingungen erzeugt werden.
- (C) könnte erhebliche Überspannung im Netz erzeugt werden.
- (D) kann 50 Hz-Modulation aller Signale auftreten.

**EJ111** Um die Störwahrscheinlichkeit im eigenen Haus zu verringern, empfiehlt es sich vorzugsweise ...

---

**Lösungsansatz:**

Diese Frage lässt sich gut durch das Ausschlussprinzip beantworten. Aber auch direkt macht es Sinn eine getrennte HF Erdung zu verwenden.

---

- (A) für Sendeantennen eine separate HF-Erdleitung zu verwenden.
- (B) Sendeantennen auf dem Dachboden zu errichten.
- (C) die Amateurfunkgeräte mit einem Wasserrohr zu verbinden.
- (D) die Amateurfunkgeräte mittels des Schutzleiters zu erden.

**EJ112** Welches Gerät kann durch Aussendungen eines Amateurfunksenders störende Beeinflussungen zeigen?

---

**Lösungsansatz:**

Einströmung via Netzanschluss.

---

- (A) LED-Lampe mit Netzanschluss
- (B) Dampfbügeleisen mit Bimetall-Temperaturregler
- (C) Staubsauger mit Kollektormotor



(D) Antennenrotor mit Wechselstrommotor

**EJ113** Wie kommen Geräusche aus den Lautsprechern einer abgeschalteten Stereoanlage möglicherweise zustande?

---

**Lösungsansatz:**

Die abgeschaltete Stereoanlage verhält sich hier wie ein Detektorempfänger.

---

- (A) Durch Gleichrichtung starker HF-Signale in der NF-Endstufe der Stereoanlage.
- (B) Durch Gleichrichtung der ins Stromnetz eingestrahlten HF-Signale an den Dioden des Netzteils.
- (C) Durch Gleichrichtung abgestrahlter HF-Signale an PN-Übergängen in der NF-Vorstufe.
- (D) Durch eine Übersteuerung des Tuners mit dem über die Antennenzuleitung aufgenommenen HF-Signal.

**EJ114** Bei der Musik-Anlage des Nachbarn wird Einströmung in die NF-Endstufe festgestellt. Eine mögliche Abhilfe wäre ...

---

**Lösungsansatz:**

Geschirmte Lautsprecherkabel können Einstrahlungen reduzieren.

---

- (A) geschirmte Lautsprecherleitungen zu verwenden.
- (B) ein NF-Filter in das Koaxialkabel einzuschleifen.
- (C) einen Serienkondensator in die Lautsprecherleitung einzubauen.
- (D) ein geschirmtes Netzkabel für den Receiver zu verwenden.

**EJ115** In einem Einfamilienhaus wird die Türsprechanlage durch den Betrieb eines nahen Senders gestört. Eine Möglichkeit zur Verringerung der Beeinflussungen besteht darin, ...

---

**Lösungsansatz:**

Abschirmen.

---

- (A) für die Türsprechanlage ein geschirmtes Verbindungskabel zu verwenden.
- (B) die Länge des Kabels der Türsprechanlage zu verdoppeln.
- (C) für die Türsprechanlage eine Leitung mit niedrigerem Querschnitt zu verwenden.
- (D) für die Türsprechanlage eine Leitung mit versilberten Kupferdrähten zu verwenden.

**EJ116** Ein 28 MHz-Sender beeinflusst den Empfänger eines DVB-T2-Fernsehgerätes über dessen Antenneneingang. Was sollte zur Abhilfe vor den Antenneneingang des Fernsehgerätes eingeschleift werden?

---

**Lösungsansatz:**

Die Frequenz von 28 MHz liegt im 10 m Band am oberen Ende der Kurzwelle. Dies sollte aus der Klasse N noch bekannt sein. Die TV Signale liegen viel höher. Wir wollen also hohe Frequenzen durchlassen (TV) aber die niedrigen HF Signale unterdrücken. Wir brauchen also einen Hochpassfilter.

---

- (A) Ein Hochpassfilter
- (B) Ein Tiefpassfilter
- (C) Ein UHF-Abschwächer

(D) Eine UHF-Bandsperre

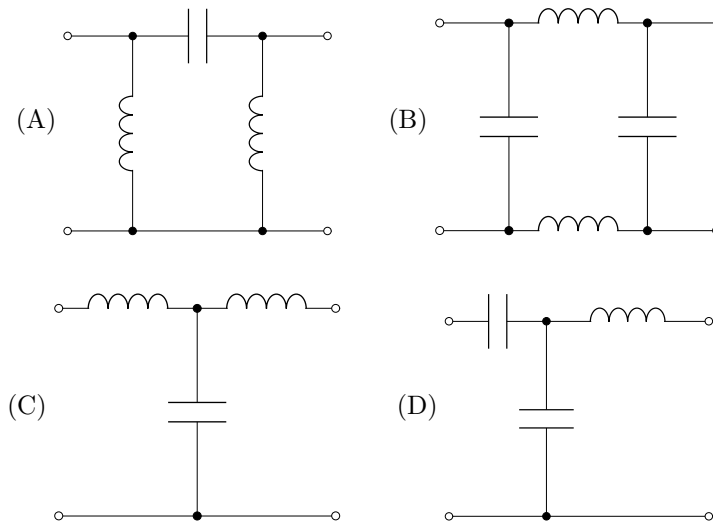
**EJ117** Eine KW-Amateurfunkstelle verursacht im Sendebetrieb in einem in der Nähe betriebenen Fernsehempfänger Störungen. Welches Filter schleifen Sie in das Fernsehantennenkabel ein, um die Störwahrscheinlichkeit zu verringern?

---

**Lösungsansatz:**

Wie in Frage EJ116 brauchen wir einen Hochpassfilter. Nach der Merkgel sind bei einem Hochpass Filter die Kondensatoren auch oben. Also Schaltbild A.

---



**EJ118** Durch eine Mantelwellendrossel in einem Fernseh-Antennenzuführungskabel ...

---

**Lösungsansatz:**

Eine so genannte Mantelwellensperre oder auch Mantelwellendrossel reduziert Gleichtaktströme. Dies ist HF die sich z.B. auf dem Außenmantel von Koaxialleitungen bilden könnte.

---

- (A) werden Gleichtakt-HF-Störsignale unterdrückt.
- (B) werden niederfrequente Störsignale unterdrückt.
- (C) werden alle Wechselstromsignale unterdrückt.
- (D) wird Netzbrummen unterdrückt.

**EJ119** Die Signale eines 144 MHz-Senders werden in das Koax-Antennenkabel eines UKW-/DAB-Rundfunkempfängers induziert und verursachen Störungen. Eine Möglichkeit zur Verringerung der Störungen besteht darin, ...

---

**Lösungsansatz:**

Wie in EJ118 kann eine Mantelwellendrossel diese unerwünschten Gleichtaktströme verringern und muss in das Koax vor dem Empfänger eingebaut werden.

---

- (A) eine Mantelwellendrossel in das Kabel vor dem Rundfunkempfänger einzubauen.
- (B) die Erdverbindung des Senders abzuklemmen.
- (C) das Abschirmgeflecht am Antennenstecker des Empfängers abzuklemmen.
- (D) den 144 MHz-Sender mit einem Tiefpassfilter auszustatten.

**EJ120** Welche Empfangs-Effekte werden durch Intermodulation hervorgerufen?

---

**Lösungsansatz:**

Es werden Mischfrequenzen erzeugt, Phantomsignale. Wir haben bereits über den Mischer gesprochen und eine der Frequenzen abgeschaltet wird verschwindet natürlich auch das Signal.

---

- (A) Es treten Phantomsignale auf, die bei Abschalten einer der beteiligten Mischfrequenzen verschwindet.
- (B) Das Nutzsignal wird mit einem anderen Signal moduliert und dadurch verständlicher.
- (C) Es treten Phantomsignale auf, die selbst bei Einschalten eines Abschwächers in den HF-Signalweg nicht verschwinden.
- (D) Dem Empfangssignal ist ein pulsierendes Rauschen überlagert, das die Verständlichkeit beeinträchtigt.

**EJ121** Ein korrodierter Anschluss an der Fernseh-Empfangsantenne des Nachbarn kann in Verbindung mit ...

---

**Lösungsansatz:**

Wir merken uns die Antwort.

---

- (A) dem Signal naher Sender unerwünschte Mischprodukte erzeugen, die den Fernsehempfang stören.
- (B) dem Oszillatorsignal des Fernsehempfängers unerwünschte Mischprodukte erzeugen, die den Fernsehempfang stören.
- (C) Einstreuungen aus dem Stromnetz durch Intermodulation Bild- und Tonstörungen hervorrufen.
- (D) dem Signal naher Sender parametrische Schwingungen erzeugen, die einen überhöhten Nutzsignalpegel hervorrufen.

**EJ122** Ihr Nachbar beklagt sich über Störungen seines Fernsehempfangs und vermutet ihre Amateurfunkaussendungen als Ursache. Welcher erste Schritt bietet sich an?

---

**Lösungsansatz:**

Das einfachste zuerst! Passen die Störungen überhaupt zeitlich zum Funkbetrieb? Es ist bereits oft vorgekommen, dass die Störungen auftreten obwohl die Amateurfunkanlage nicht in Betrieb war.

---

- (A) Sie überprüfen den zeitlichen Zusammenhang der Störungen mit ihren Aussendungen.
- (B) Sie überprüfen, ob der Nachbar sein Fernsehgerät ordnungsgemäß angemeldet hat.
- (C) Sie empfehlen die Erdung des Fernsehgerätes durch einen örtlichen Fachhändler.
- (D) Sie verweisen den Nachbarn auf die Angebote von Internet-Streamingplattformen.

**EJ123** Beim Betrieb eines 2 m-Senders wird bei einem Nachbarn ein Fernsehempfänger gestört, der mit einer Zimmerantenne betrieben wird. Zur Behebung des Problems ...

- (A) schlagen Sie dem Nachbarn vor, eine außen angebrachte Fernsehantenne zu installieren.
- (B) ein doppelt geschirmtes Koaxialkabel für die Antennenleitung zu verwenden.
- (C) einen Vorverstärker in die Antennenleitung einzuschleifen.
- (D) den Fernsehrundfunkempfänger zu wechseln.

**EJ124** Die Bemühungen, die durch eine in der Nähe befindliche Amateurfunkstelle hervorgerufenen Fernsehstörungen zu verringern, sind fehlgeschlagen. Als nächster Schritt ist ...

---

**Lösungsansatz:**

Eine Zimmerantenne ist für den Empfang nicht optimal und führen zu einem schlechten Signal Rauschabstand. Durch sind im Verhältnis auch die Störungen viel Stärker (siehe auch AGC). Eine Außenantenne kann die Situation verbessern.

---

- (A) die zuständige Außenstelle der Bundesnetzagentur um Prüfung der Gegebenheiten zu bitten.
- (B) der Sender an die Bundesnetzagentur zu senden.
- (C) die Rückseite des Fernsehgeräts zu entfernen und das Gehäuse zu erden.
- (D) ein Fernsehtechniker des Fachhandwerks um Prüfung des Fernsehgeräts zu bitten.

**EJ212** Sie modulieren Ihren FM-Sender mit einem AFSK-Signal (Niederfrequenzumtastung). Wie können Sie die Bandbreite der Aussendung reduzieren? Durch ...

---

**Lösungsansatz:**

AFSK (Audio Frequency Shift Keying) wirkt hier wie FM. Durch absenken des audio Pegel reduzieren wir also die Bandbreite.

---

- (A) Absenken des NF-Pegels oder des Frequenzhubs
- (B) Anheben des NF-Pegels oder des Frequenzhubs
- (C) Absenken der Sendeleistung oder der ZF
- (D) Anheben der Sendeleistung oder der ZF

**EJ213** Die Übersteuerung eines Leistungsverstärkers führt zu ...

---

**Lösungsansatz:**

Ist der Leistungsverstärker übersteuert, so sieht das Signal nicht mehr wie ein Sinus sondern eher wie ein Rechtecksignal. Dies führt zu viel Oberwellen. Aber auch Benachbarte Frequenzen werden durch sogenannte Splatter beeinflusst.

---

- (A) einem hohen Anteil an Nebenaussendungen.
- (B) lediglich geringen Verzerrungen beim Empfang.
- (C) einer besseren Verständlichkeit am Empfangsort.
- (D) einer Verringerung der Ausgangsleistung.

**EJ214** Ein SSB-Sender wird Störungen auf benachbarten Frequenzen hervorrufen, wenn ...

---

**Lösungsansatz:**

Insbesondere im SSB Bereich sind Splatter (Störungen auf Nachbarfrequenzen) zu beobachten, wenn die Leistungsstufe übersteuert wird. In einem modernen SDR Transceiver kann man sofort erkennen, dass dabei die übliche Bandbreite von ca. 2,4 kHz deutlich überschritten wird.

---

- (A) der Leistungsverstärker übersteuert wird.
- (B) das Antennenkabel unterbrochen ist.
- (C) die Ansteuerung der NF-Stufe zu gering ist.
- (D) der Antennentuner falsch abgestimmt ist.

**EJ216** Welche unerwünschte Auswirkung kann mangelhafte Frequenzstabilität eines Senders haben?

---

**Lösungsansatz:**

Die Antwort sollte unmittelbar klar sein.

---

- (A) Aussendungen außerhalb der Bandgrenzen
- (B) Spannungsüberschläge in der Endstufe des Senders
- (C) Überlastung der Endstufe des Senders
- (D) Verstärkte Oberwellenaussendung innerhalb der Bandgrenzen

## 12 Digitale Übertragungsverfahren

### 12.1 Binäres Zahlensystem

Wir verwenden im Alltag üblicherweise Zahlen im Dezimalsystem. D.h wir verwenden die Ziffern 0 bis 9 alle Zahlen darzustellen. In der Digitaltechnik hat sich allerdings hauptsächlich das Binärsystem durchgesetzt in dem nur die Ziffern 0 und 1 verwendet werden, die durch zwei Zustände (Strom ist ein oder aus) abgebildet werden können. Das Binärsystem wird manchmal auch Dualsystem genannt. Eine Ziffer die im Binärsystem (0 oder 1) wird auch Bit genannt. Üblicherweise fassen wir 8 Bit zu einer Zahl zusammen und nennen es Byte. Für die Stellen einer 8 Bit Zahl gilt:

$$2^7 = 128$$

$$2^6 = 64$$

$$2^5 = 32$$

$$2^4 = 16$$

$$2^3 = 8$$

$$2^2 = 4$$

$$2^1 = 2$$

$$2^0 = 1$$

Tipp für die Prüfung: viele Schul-Taschenrechner (nicht programmierbar und deshalb vielleicht von der Bundesnetzagentur für die Prüfung akzeptiert) können zwischen Zahlssystemen umrechnen.

### Lösungen

**EA201** Was ist der Vorteil des binären Zahlensystems gegenüber dem dezimalen Zahlensystem in elektronischen Schaltungen?

- (A) Die binären Ziffern 0 und 1 können als zwei elektrische Zustände dargestellt und dadurch einfach mittels Schaltelementen (z. B. Transistoren) verarbeitet werden.
- (B) Die Genauigkeit des binären Systems (mit zwei Ziffern) ist um den Faktor 5 höher als die des Dezimalsystems (mit 10 Ziffern).
- (C) Der Zwischenbereich zwischen 0 und 1 kann von analogen Verstärkerschaltungen mit hoher Genauigkeit abgebildet werden.
- (D) Je Ziffer kann mehr als ein Bit an Information übertragen werden (1 binäre Ziffer erlaubt die Übertragung von 8 Dezimalziffern).

**EA202** Wie viele unterschiedliche Zustände können mit einer Dualzahl dargestellt werden, die aus einer Folge von 3 Bit besteht?

---

**Lösungsansatz:**

Wir haben also 3 Bits. Wir können die Zahl  $111_2$  berechnen:

128	64	32	16	8	4	2	1
0	0	0	0	0	1	1	1

Also  $111_2 = 4 + 2 + 1 = 7$ . Dies ist aber keine der möglichen Antworten! Wir haben die 0 vergessen, es wurde ja nach “unterschiedliche(n) Zuständen” gefragt! Also ist 8 die richtige Antwort.

Es geht auch einfacher  $1000_2$  die nächst höhere Zahl ist können wir direkt mit  $8 = 2^3$  antworten.

- (A) 8
- (B) 4
- (C) 6
- (D) 16

**EA203** Wie viele unterschiedliche Zustände können mit einer Dualzahl dargestellt werden, die aus einer Folge von 4 Bit besteht?

**Lösungsansatz:**

Analog zu Frage EA202 rechnen wir  $2^4 = 16$ .

- (A) 16
- (B) 4
- (C) 6
- (D) 8

**EA204** Wie viele unterschiedliche Werte können mit einer fünfstelligen Dualzahl dargestellt werden?

**Lösungsansatz:**

Analog zu Frage EA202 rechnen wir  $2^5 = 32$ .

- (A) 32
- (B) 5
- (C) 64
- (D) 128

**EA205** Berechnen Sie den dezimalen Wert der Dualzahl 01001110. Die Dezimalzahl lautet:

**Lösungsansatz:**

Wir rechnen:

128	64	32	16	8	4	2	1
0	1	0	0	1	1	1	0

Also:  $64 + 8 + 4 + 2 = 78$

- (A) 78
- (B) 156
- (C) 142
- (D) 248

**EA206** Berechnen Sie den dezimalen Wert der Dualzahl 10001110. Die Dezimalzahl lautet:

---

**Lösungsansatz:**

Wir rechnen:

128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	0	0	1	1	1	0

Also:  $128 + 8 + 4 + 2 = 142$

- 
- (A) 142
  - (B) 78
  - (C) 156
  - (D) 248

**EA207** Berechnen Sie den dezimalen Wert der Dualzahl 10011100. Die Dezimalzahl lautet:

---

**Lösungsansatz:**

Wir rechnen:

128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	0	1	1	1	0	0

Also:  $128 + 16 + 8 + 4 = 156$

- 
- (A) 156
  - (B) 142
  - (C) 78
  - (D) 248

**EA208** Berechnen Sie den dezimalen Wert der Dualzahl 11111000. Die Dezimalzahl lautet:

---

**Lösungsansatz:**

Wir rechnen:

128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	1	1	1	0	0	0

Also:  $128 + 64 + 32 + 16 = 248$

- 
- (A) 248
  - (B) 78
  - (C) 156
  - (D) 142

## 12.2 Digimode per SSB

Digitale Signale werden oft nicht direkt (nativ) vom Funkgerät verarbeitet. Vielmehr wird das Funkgerät im Modus SSB betrieben, die Audio Signale kommen aber natürlich nicht via Mikroton sondern werden per USB Audio interface von einem Computer erzeugt.

## Lösungen

**EE402** Welche Modulation wird am Transceiver eingestellt, um ein schmalbandiges digitales Signal (z. B. BPSK31 oder FT8), das per Audiosignal als NF eingespeist wird, unter Beibehaltung der Bandbreite in HF umzusetzen?

---

### Lösungsansatz:

Wie im Eingang zu diesem Kapitel beschrieben wird in der Regel SSB verwendet.

---

- (A) Einseitenbandmodulation (SSB)
- (B) Frequenzmodulation (FM)
- (C) Amplitudenmodulation (AM)
- (D) Phasenmodulation (PM)

**EE403** Bei der Aussendung eines digitalen Signals mittels eines Funkgerätes in SSB-Einstellung beträgt die NF-Bandbreite des in das Funkgerät eingespeisten Signals 50 Hz. Wie groß ist die HF-Bandbreite?

---

### Lösungsansatz:

Wie bereits im Kapitel zur Modulation erklärt sind bei SSB NF und HF Bandbreite identisch.

---

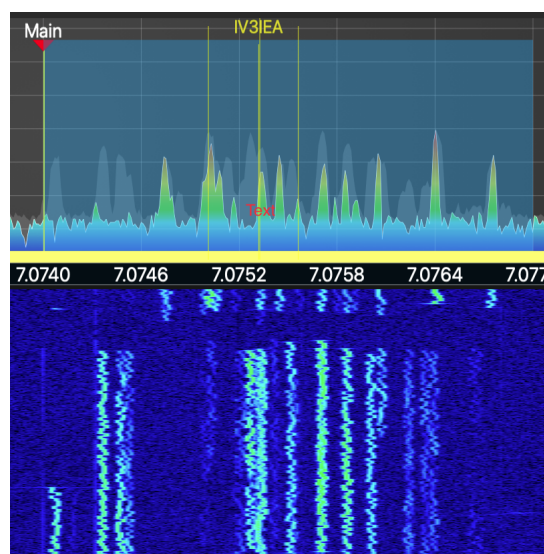
- (A) 50 Hz
- (B) 100 Hz
- (C) 25 Hz
- (D)  $\sqrt{2} \cdot 50$  Hz

**EE404** Wie viele digitale Signale unterschiedlicher Stationen können mit einem analogen Funkgerät (2,4 kHz SSB-Bandbreite) und einem über die Audio-Schnittstelle angeschlossenen Computer gleichzeitig empfangen und dekodiert werden?

---

### Lösungsansatz:

Über die Audio Schnittstelle wird am PC die komplette Bandbreite von 2,4 kHz empfangen. Digitale Signale haben oft eine Bandbreite von nur wenigen Hertz und können somit gleichzeitig empfangen werden. Hier ein Bild eines Wasserfalls mit Spektrum. Im Audio Empfangsbereich liegen viele Signale:





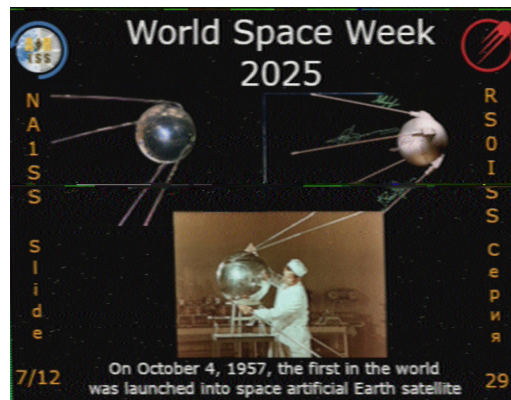
- 
- (A) Es können je nach Art der Signale ein oder mehrere Signale empfangen werden.
  - (B) Es können maximal zwei Signale empfangen werden (eines pro Seitenband).
  - (C) Es kann maximal ein Signal empfangen werden, da ein Seitenband genutzt wird.
  - (D) Es kann maximal ein Signal empfangen werden, außer das Funkgerät verfügt über doppelte Kanalbandbreite.

**EE415** Welcher Unterschied zwischen ATV und SSTV ist richtig?

---

**Lösungsansatz:**

Du musst die einfach merken, dass SSTV (Slow Scan TV) Bilder sind. Diese werden z.B. auch von der ISS im 2 m Band gesendet. Hier als Anschauung ein SSTV Bild:



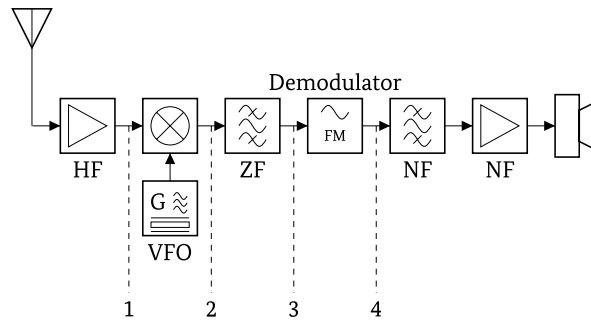
- 
- (A) SSTV überträgt Standbilder, ATV bewegte Bilder.
  - (B) SSTV wird nur auf Kurzwelle, ATV auf UKW verwendet.
  - (C) SSTV belegt eine größere Bandbreite als ATV.
  - (D) SSTV ist schwarzweiß, ATV in Farbe.

### 12.3 9600-Port

Der 9600-Port dient der schnellen digitalen Datenkommunikation (z.,B. Packet Radio, APRS) mit 9600 Baud. Er umgeht die sprachoptimierte Audioverarbeitung des Transceivers durch direkte Einspeisung analoger Audiosignale vom externen Modem/TNC in den Frequenzmodulator. Dies ermöglicht höhere Übertragungsraten im Vergleich zu herkömmlichen 1200-Baud-Verbindungen über den Mikrofonanschluss. Die übertragenen Signale sind analog (AFSK/FSK Töne), nicht digital im Sinne von TTL-Pegeln. Damit hat der 9600-Port eine größere Bandbreite als die Anbindung via SSB die wir im vorherigen Kapitel kennengelernt haben und steuert den Modulator/Demodulator direkt an.

#### Lösungen

**EF219** Manche FM-Transceiver verfügen über einen analogen Datenanschluss (z. B. mit DATA beschriftet oder als 9600-Port bezeichnet). Welcher Punkt im dargestellten Empfangszweig wird über diesen Anschluss üblicherweise herausgeführt?

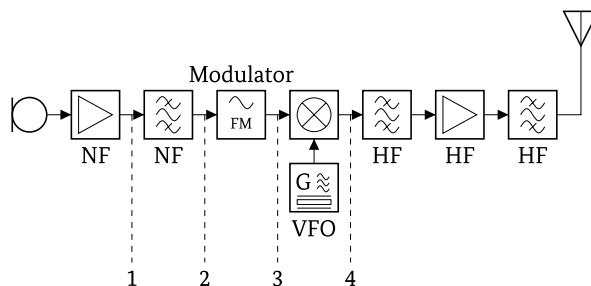


### Lösungsansatz:

Wie wir im Eingang zu diesem Kapitel gelernt haben umgeht der 9600-Port den Audio Bereich des Funkgeräts und steuert direkt den Demodulator an. Der Demodulator ist zwischen 3 und 4. Wir wählen 4, da dies nach der NF Verarbeitung aber vor dem Demodulator ist.

- (A) Punkt 4
- (B) Punkt 1
- (C) Punkt 2
- (D) Punkt 3

**EF309** Welcher der eingezeichneten Punkte in einem FM-Sender ist für die Zuführung eines 9600-Baud-Datensignals am besten geeignet?



### Lösungsansatz:

Wir gehen analog zu Frage EF219 vor. Es kommt nur 2 in Frage, da dies nach dem NF Bandpassfilter aber vor dem Modular ist. Achtung: die Position 1 ist im NF Teil des Senders. Bitte nicht verwirren lassen.

- (A) Punkt 2
- (B) Punkt 1
- (C) Punkt 3
- (D) Punkt 4

## 12.4 Übersteuerung

Wir haben gelernt, dass viele Digitale Signale über ein Audio Interface und dem Transceiver im SSB Modus erzeugt werden. Wir wissen auch, dass es in SSB auf den Audio Pegel ankommt um einen störungsfreien Betrieb durchzuführen.

## Lösungen

**EJ217** Was kann auftreten, wenn bei digitalen Übertragungsverfahren (z. B. RTTY, FT8, Olivia) die automatische Pegelregelung (ALC) eines Funkgerätes im SSB-Betrieb eingreift?

---

### Lösungsansatz:

Wenn die ALC eingreift ist das Audio Signal zu hoch eingestellt. Dadurch kann es zu Störungen auf den Nachbarfrequenzen kommen.

---

- (A) Störungen von Übertragungen auf Nachbarfrequenzen
- (B) Störungen von Computern oder anderen digitalen Geräten
- (C) Störungen von Stationen auf anderen Frequenzbändern
- (D) Störungen von nachfolgenden Sendungen auf derselben Frequenz

**EJ218** Wie sollte bei digitalen Übertragungsverfahren (z. B. FT8, JS8, PSK31) der NF-Pegel am Eingang eines Funkgerätes mit automatischer Pegelregelung (ALC) im SSB-Betrieb eingestellt sein, um Störungen zu vermeiden?

---

### Lösungsansatz:

Wie schon seit Frage EJ217 bekannt wollen wir nicht, dass die ALC aktiv wird. Allerdings sollte der Pegel natürlich möglichst hoch sein. Deshalb stellen wir den Pegel genau so hoch, dass die ALC gerade so keinen Ausschlag hat. Dies können wir z.B. für den FT-8 Betrieb machen in dem wir der Audio Regler (am Computer) des Audio Interface hochdrehen und dabei die ALC beobachten. Wenn die ALC ausschlägt gehen wir mit der Lautstärke noch etwas herunter.

---

- (A) So niedrig, dass die automatische Pegelregelung (ALC) nicht eingreift.
- (B) 18 dB höher als die Lautstärke, bei der die automatische Pegelregelung (ALC) eingreift.
- (C) Alle Bedienelemente sind auf das Maximum einzustellen.
- (D) Die NF-Lautstärke muss  $-\infty$  dB (also Null) betragen.

**EJ219** Was ist zu tun, wenn es bei digitalen Übertragungsverfahren zu Störungen kommt, weil die automatische Pegelregelung (ALC) eines Funkgerätes im SSB-Betrieb eingreift?

---

### Lösungsansatz:

Wie in Frage EJ218 erklärt reduzieren wir den NF-Pegel (Lautstärke) noch etwas.

---

- (A) Der NF-Pegel am Eingang des Funkgerätes sollte reduziert werden.
- (B) Die Sendeleistung sollte erhöht werden.
- (C) Das Oberwellenfilter sollte abgeschaltet werden.
- (D) Es sollte mit der RIT gegengesteuert werden.

## 12.5 Automatische Empfangsberichte

Viele Stationen Empfangen Radio Signale und verbreiten diese via Internet (WebSDR), Besonders im digitalen Bereich könne diese Signale automatisch dekodiert werden und der Empfang kann an zentrale Server berichtet werden. Dort können sie zentral eingesehen werden. Z.B. werden automatisiert dekodierte CW Signale vom Reverse Beaken Network gesammelt. FT8 und PSK vom PSK reporter.

## Lösungen

**EE405** Wie können Sie automatische Empfangsberichte zu Aussendungen erhalten, z. B. um die Reichweite ihrer Sendeanlage zu testen?

- (A) Durch Aussendung einer Nachricht mittels geeignetem digitalen Verfahren (z. B. CW oder WSPR) und Suche nach Ihrem Rufzeichen auf passenden Internetplattformen
- (B) Durch Aussendung einer Nachricht mittels geeignetem digitalen Verfahren (z. B. CW oder WSPR) unter Angabe Ihrer E-Mail-Adresse und der Anzahl der maximal gewünschten Empfangsberichte
- (C) Durch Aussendung Ihres Rufzeichens mittels Telegrafie (5 WPM) mit dem Zusatz "ÄUTO RSVP"(vom französischen "répondez s'il vous pla textasciicircumit") und Abhören der 10 kHz höher gelegenen Frequenz
- (D) Durch Aussendung Ihres Rufzeichens mittels Telegrafie (12 WPM) mit dem Zusatz "R"(für Report) und Abhören der 10 kHz tiefer gelegenen Frequenz

## 12.6 Paketvermittelte Netzwerke

In diesem Kapitel haben wir einige Fragen zu den Grundlagen eines **Paketvermittelten Netzwerk**. Es geht konkret um das IP-Protokoll, dass dem Internet wie Du es kennst zu Grunde liegt. Die Details verrate ich jeweils bei den Fragen.

### Lösungen

**EE412** Wie können Informationen innerhalb eines paketvermittelten Netzes zwischen zwei Stationen ausgetauscht werden, die sich nicht direkt erreichen können?

---

#### Lösungsansatz:

Wie allgemein bekannt werden Informationen im Internet via Paketen verteilt. Das Internet besteht dabei aus vielen kleinen Netzwerken die diese Pakete austauschen. Du hast vermutlich bei Dir zuhause einen Internet Router (in vielen Fällen ist dies eine FritzBox). Er stellt für Dich die Verbindung von Deinem lokalen Netzwerk (WLAN) zu allen anderen Netzwerken her. D.h. wenn Du an Deinem Computer eine Internetseite öffnest, werden eine oder mehrere Pakete erzeugt die zunächst alle an Deinen Router gehen. Der leitet sie dann an das Netzwerk Deines Internet Providers weiter und solange **weitergeleitet** bis das Paket den Zielservers erreicht.

- 
- (A) Durch Weiterleitung über Zwischenstationen (Paketweiterleitung)
  - (B) Durch wiederholte Aussendung (Paketwiederholung)
  - (C) Durch Entpacken vor der Sendung (Paketdekompression)
  - (D) Durch Zusammenfassung von Übertragungen (Paketdefragmentierung)

**EE413** Was ergibt sich aus der eingestellten IP-Adresse und Subnetzmaske einer Kommunikationsschnittstelle beim Internetprotokoll (IP)?

---

#### Lösungsansatz:

Die IP-Adresse und die Subnetzmaske definieren zusammen das lokale Netzwerk, indem sie bestimmen, welcher Teil der IP-Adresse die Netzwerk-ID (das lokale Netz) und welcher Teil die Host-ID (ein spezifisches Gerät innerhalb dieses Netzes) identifiziert.

- 
- (A) Der direkt (d. h. ohne Router) über die Schnittstelle erreichbare Adressbereich
  - (B) Die Protokoll- und Portnummer des über die Schnittstelle verwendeten Protokolls
  - (C) Die Gegenstelle und die durch das Teilnetz verwendete Bandbreite
  - (D) Das Standardgateway und die maximale Anzahl der Zwischenstationen (Hops)

**EE414** Kann das Internetprotokoll (IP) im Amateurfunk verwendet werden?

---

**Lösungsansatz:**

Für diese Frage ist die Musterantwort schlecht formuliert. Das Internet ist zunächst ein Netzwerk, dass das Internet Protokoll (IP) befolgt. Diese IP Pakete können auch mit Amateurfunk weitergeleitet werden, wobei z.B. das Rufzeichen in höheren Netzwerkebene (z.B. TCP) ausgetauscht werden. Wir merken uns die Formulierung der Musterantwort.

---

- (A) Ja, es ist nicht auf das Internet beschränkt.
- (B) Ja, die Kodierung des Amateurfunkrufzeichens erfolgt in der Subnetzmaske.
- (C) Nein, Internetnutzern würde so Zugang zum Amateurfunkband ermöglicht.
- (D) Nein, die benötigte Bandbreite steht im Amateurfunk nicht zur Verfügung.

## 12.7 Amplituden- und Frequenzumtastung (ASK, FSK)

Im Kapitel 9 zur Modulation hast Du bereits FM und AM kennengelernt. Diese Arten der Modulation lassen sich auch auf digitale Übertragungsverfahren anwenden. Da die Grundlage der Modulation hier digital ist sprechen wir von einer **Umtastung**.

**ASK** (Amplitude Shift Keying) oder auf Deutsch Amplitudenumtastung. Hier werden für 0 bzw. 1 jeweils unterschiedliche Amplituden gesendet.

**FSK** (Frequency Shift Keying) oder auf Deutsch Frequenzumtastung. Es werden unterschiedliche Frequenzen gesendet.

### Lösungen

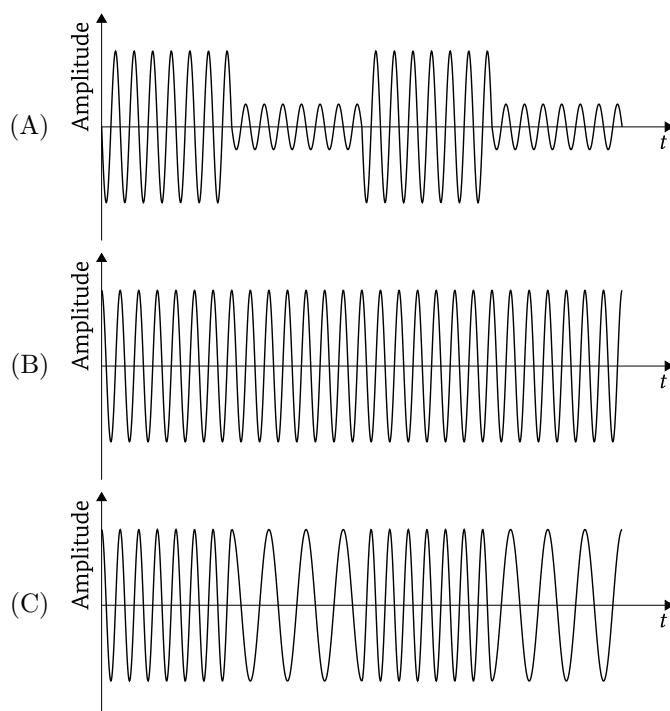
**EE406** Welches der folgenden Diagramme zeigt einen erkennbar durch Amplitudenumtastung (ASK) modulierten Träger?

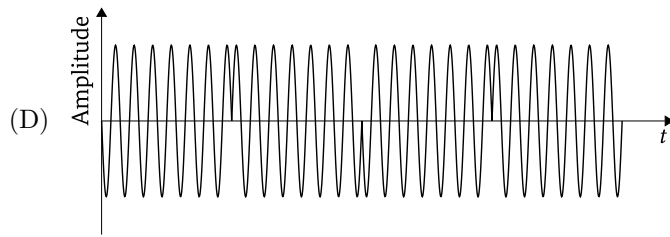
---

**Lösungsansatz:**

Nur in der Musterlösung A ändert sich die Amplitude.

---





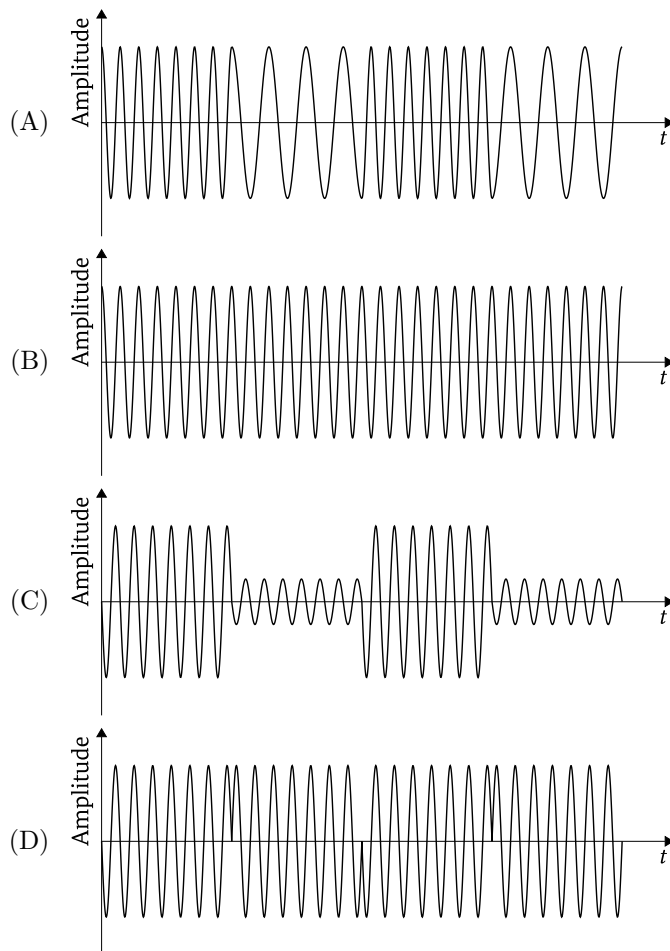
**EE407** Welches der folgenden Diagramme zeigt einen erkennbar durch Frequenzumtastung (FSK) modulierten Träger?

---

**Lösungsansatz:**

Nur in der Musterlösung A ändert sich die Frequenz.

---



## 12.8 AFSK

Wir haben bereits ASK und FSK im letzten Kapitel kennengelernt. Bei AFSK (Audio Shift Keying) wird das NF Signal digital umgetastet, in dem verschiedene Tonhöhen für 0 und 1 erzeugt werden. Dies wird dann z.B. via FM moduliert und gesendet (also FSK). Ein bekanntest AFSK Signal ist z.B. APRS (Automatic Packet Reporting System), dass in Europa auf 144,800 MHz gesendet wird.

### Lösungen

**EE408** Was ist Audio Frequency Shift Keying (AFSK)?

- (A) Ein durch Frequenzumtastung erzeugtes NF-Signal, mit dem ein Hochfrequenzträger (z. B. mittels FM) moduliert werden kann

- (B) Ein hochfrequentes PSK-Signal, das mittels automatischer Umtastung auf zwei NF-Träger übertragen wird, um Bandbreite zu sparen
- (C) Eine Kombination aus digitaler Amplituden- und Frequenzmodulation, um zwei Informationen gleichzeitig zu übertragen
- (D) Ein unmodulierter Hochfrequenzträger, bei dem die Frequenzabweichung im hörbaren Bereich liegt

## 12.9 Datenübertragungsrate

In diesem Kapitel geht es um die Datenübertragungsrate. Wir haben im Kapitel 12.1 zum binären Zahlensystem bereits gelernt, was ein **Bit** ist. Die Datenübertragungsrate gibt einfach an wie viele **Bits pro Sekunde** übertragen werden.

### Lösungen

**EA106** Welche Einheit wird üblicherweise für die Datenübertragungsrate verwendet?

- (A) Bit pro Sekunde (Bit/s)
- (B) Baud (Bd)
- (C) Hertz (Hz)
- (D) Dezibel (dB)

**EE401** Welcher Unterschied besteht zwischen der Bandbreite und der Datenübertragungsrate?

---

#### Lösungsansatz:

Wie wissen die Bandbreite wird in Hertz angegeben es geht um den genutzten Frequenzbereich. Die Datenübertragungsrate aber in Bits pro Sekunde also der Datenmenge die pro Sekunde übertragen wird.

---

- (A) Als Bandbreite wird der genutzte Frequenzbereich (in Hz) und als Datenübertragungsrate die je Zeiteinheit übertragene Datenmenge (in Bit/s) bezeichnet.
- (B) Als Bandbreite wird die übertragene Datenmenge (in Hz) und als Datenübertragungsrate die je Zeiteinheit übertragenen Symbole (in Baud) bezeichnet.
- (C) Die Datenübertragungsrate (in Bit/s) entspricht der Symbolrate (in Baud). Die Bandbreite (in Hz) entspricht der maximal möglichen Datenübertragungsrate (in Bit/s).
- (D) Die Datenübertragungsrate (in Baud) entspricht der Symbolrate (in Bit/s). Die Bandbreite (in Hz) entspricht der minimal möglichen Datenübertragungsrate (in Baud).

## 12.10 Vielfachzugriff

In der drahtlosen Kommunikation sind **Frequenzmultiplex (FDMA)**, **Zeitmultiplex (TDMA)** und **Codemultiplex (CDMA)** die zentralen Verfahren, um das gemeinsame Frequenzspektrum effizient unter mehreren Nutzern aufzuteilen und Interferenzen zu minimieren. Die Wahl des Verfahrens hängt von den spezifischen Anforderungen an Bandbreite, Nutzerzahl und Robustheit ab.

### FDMA (Frequency Division Multiple Access)

- *Funktionsweise:* Das Frequenzband wird in mehrere getrennte Frequenzkanäle unterteilt, wobei jeder Kanal einem einzelnen Nutzer fest zugewiesen wird (**Trennung über Frequenz**).
- *Kurzcharakteristik:* Einfaches, etabliertes Verfahren; jedoch bandbreitenineffizient bei vielen Nutzern.
- *Anwendungsbeispiele:* Analoge Mobilfunknetze (z.B. AMPS), Satellitenkommunikation.

### TDMA (Time Division Multiple Access)

- *Funktionsweise:* Alle Nutzer teilen sich denselben Frequenzkanal, erhalten aber nacheinander in festgelegten Zeitintervallen Zugriff auf den Kanal (**Trennung über Zeit**).
- *Kurzcharakteristik:* Hohe Frequenzeffizienz; erfordert jedoch präzise Synchronisation der Zeitschlitze.
- *Anwendungsbeispiele:* GSM (2G Mobilfunknetze), DECT.

### CDMA (Code Division Multiple Access)

- *Funktionsweise:* Alle Nutzer nutzen denselben Frequenzkanal zur gleichen Zeit. Die Trennung erfolgt über individuelle, orthogonale **Spreizcodes**.
- *Kurzcharakteristik:* Höchste Flexibilität und Kapazität; sehr robust gegen Störungen; erfordert aber komplexe Signalverarbeitung.
- *Anwendungsbeispiele:* UMTS (3G Mobilfunknetze), GPS.

**Zusammenfassung:** FDMA ist die einfachste Methode, während TDMA und insbesondere CDMA zunehmend effizienter und komplexer werden. CDMA bietet die größte Flexibilität bei begrenzter Bandbreite und vielen Nutzern, erfordert jedoch auch die technologisch aufwendigste Umsetzung.

### Lösungen

**EE409** Wie werden bei Zeitmultiplexverfahren (TDMA) mehrere Signale gleichzeitig übertragen?

---

**Lösungsansatz:**

Das T in TDMA steht für “time” also **Zeit**.

---

- (A) Im schnellen zeitlichen Wechsel auf derselben Frequenz
- (B) Zeitgleich auf unterschiedlichen Frequenzen
- (C) Zeitgleich mit Spreizcodierung im selben Frequenzbereich
- (D) Zeitgleich auf unterschiedlichen Wegen

**EE410** Wie werden bei Frequenzmultiplexverfahren (FDMA) mehrere Signale gleichzeitig übertragen?

---

**Lösungsansatz:**

Das F in FDMA steht für “frequency” also **Frequenz**.

---

- (A) Zeitgleich auf unterschiedlichen Frequenzen
- (B) Im schnellen zeitlichen Wechsel auf derselben Frequenz
- (C) Zeitgleich mit Spreizcodierung im selben Frequenzbereich
- (D) Zeitgleich auf unterschiedlichen Wegen

**EE411** Wie werden bei Codemultiplexverfahren (CDMA) mehrere Signale gleichzeitig übertragen?

---

**Lösungsansatz:**

Das C in CDMA steht für “code”, hier geht es um **Spreizcodes**.

---

- (A) Zeitgleich mit Spreizcodierung im selben Frequenzbereich
- (B) Zeitgleich auf unterschiedlichen Frequenzen
- (C) Im schnellen zeitlichen Wechsel auf derselben Frequenz
- (D) Zeitgleich auf unterschiedlichen Wegen



## 13 Digitale Signalverarbeitung

Um ein Signal digital verarbeiten zu können müssen wir es zunächst digitalisieren. Um ein analoges Signal zu Digitalisieren brauchen wir einen sogenannten **A/D-Umsetzer**. Das Blockschaltbild sieht folgendermaßen aus:

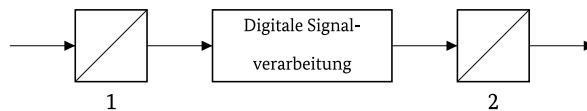


Natürlich können wir auch umgekehrt ein Digitales Signal in ein analoges umsetzen. Dies ist ein **D/A-Umsetzer** und das Blockschaltbild sieht folgendermaßen aus.



### Lösungen

**EF601** Folgendes Blockschaltbild stellt das Prinzip einer digitalen Signalverarbeitung dar. Welche Aufgaben haben die beiden Blöcke 1 und 2?



---

#### Lösungsansatz:

Wie eingangs des Kapitels beschrieben können brauchen wir zunächst einen A/D-Umsetzer und nach der Digitalen Verarbeitung einen D/A-Umsetzer.

- 
- (A) 1: A/D-Umsetzer, 2: D/A-Umsetzer
  - (B) 1: D/A-Umsetzer, 2: A/D-Umsetzer
  - (C) beides D/A-Umsetzer
  - (D) beides A/D-Umsetzer

**EF602** Was ist die Voraussetzung, um ein analoges Signal mit digitaler Signalverarbeitung zu filtern? Das Eingangssignal muss zunächst ...

---

#### Lösungsansatz:

digitalisiert werden.

- 
- (A) digitalisiert werden.
  - (B) demoduliert werden.
  - (C) von Rauschen befreit werden.
  - (D) von Oberschwingungen befreit werden.

**EF603** Worauf deutet die Bezeichnung SDR bei einem Transceiver oder Empfänger hin?

---

#### Lösungsansatz:

Die Abkürzung SDR steht für Software Defined Radio. Hier wird mindestens ein Teil der Signalverarbeitung in Software realisiert. Manchmal wird dazu bereits sehr früh im HF-Teil des Empfängers digitalisiert, manchmal wird auch ein Teil z.B. die IF in klassischen Schaltungen realisiert und nur der NF Bereich ist Digital.

Einige SDR's sind über das Internet kostenlos erreichbar, z.B. über sogenannte WebSDR.

---

- (A) Zumindest ein Teil der Signalaufbereitung ist in Software realisiert.
- (B) Es werden spezielle Antennenanschlüsse für digitale Signale verwendet.
- (C) Zumindest im NF-Bereich wird Analogtechnik eingesetzt, um besseren Klang zu erreichen.
- (D) Die Aussendung bzw. der Empfang erfolgt über das Internet und nicht per Funk.

## 14 Antennen und Übertragungsleitungen

### 14.1 Polarisation II

Die Polarization einer Antenne wird nach der Richtung der Hauptstrahlrichtung in Bezug zur Erdoberfläche angegeben.

#### Lösungen

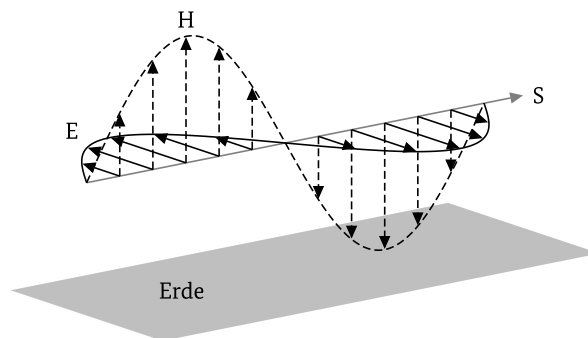
**EG222** Die Polarisation einer Antenne ...

- (A) wird nach der Ausrichtung der elektrischen Feldkomponente in der Hauptstrahlrichtung in Bezug zur Erdoberfläche angegeben.
- (B) wird nach der Ausrichtung der magnetischen Feldkomponente in der Hauptstrahlrichtung in Bezug zur Erdoberfläche angegeben.
- (C) entspricht der Richtung der magnetischen Feldkomponente des empfangenen oder ausgesendeten Feldes in Bezug auf die Nordrichtung (Azimut).
- (D) entspricht der Richtung der elektrischen Feldkomponente des empfangenen oder ausgesendeten Feldes in Bezug auf die Nordrichtung (Azimut).

**EB305** Die Polarisation einer elektromagnetischen Welle ist durch die Richtung ...

- (A) des elektrischen Feldes (Vektor des E-Feldes) bestimmt.
- (B) des magnetischen Nordpols (relativ zur Antenne) bestimmt.
- (C) der Ausbreitung (S-Vektor/Poynting-Vektor) bestimmt.
- (D) des unmittelbaren Nahfeldes ( $\lambda/4$ -Bereich) bestimmt.

**EB306** Das folgende Bild zeigt eine Momentaufnahme eines elektromagnetischen Feldes. Welche Polarisation hat die skizzierte Welle?




---

#### Lösungsansatz:

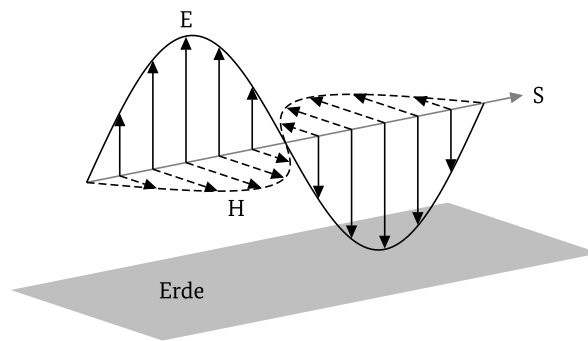
Wir müssen uns daran orientieren in welche Richtung das elektrische Feld in Bezug auf die Erde orientiert ist. Die elektrische Feldkomponente (mit **E** bezeichnet) ist horizontal.

---

- (A) Horizontale Polarisation
- (B) Vertikale Polarisation
- (C) Rechtszirkulare Polarisation

(D) Linkszirkulare Polarisation

**EB307** Das folgende Bild zeigt eine Momentaufnahme eines elektromagnetischen Feldes. Welche Polarisation hat die skizzierte Welle?



---

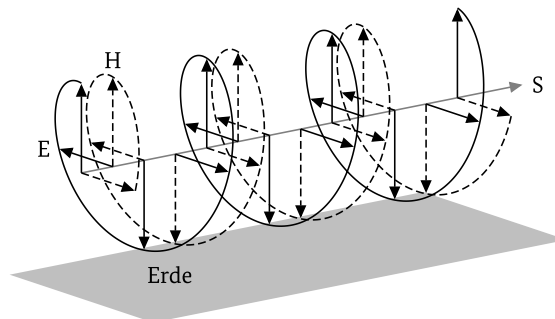
**Lösungsansatz:**

Analog zu Frage EB305, nur ist das elektrische Feld hier vertikal ausgerichtet.

---

- (A) Vertikale Polarisation
- (B) Horizontale Polarisation
- (C) Linkszirkulare Polarisation
- (D) Rechtszirkulare Polarisation

**EB308** Das folgende Bild zeigt eine Momentaufnahme eines elektromagnetischen Feldes. Welche Polarisation hat die skizzierte Welle?



---

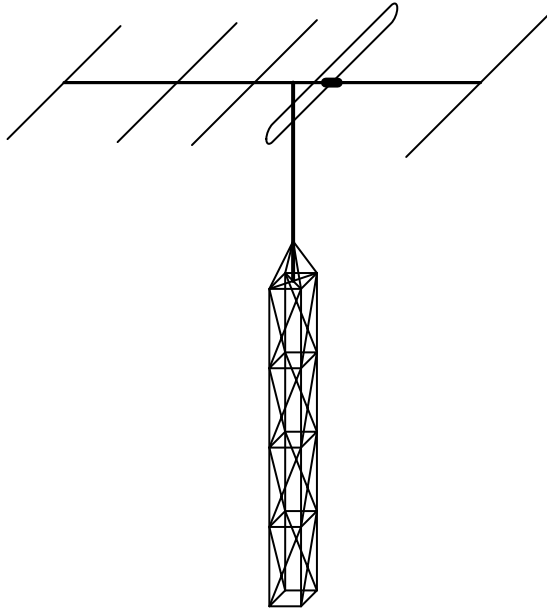
**Lösungsansatz:**

Die elektrische Feldkomponente dreht sich quasi im Kreis in Bezug auf Erde und Hauptstrahlrichtung. Wir nennen dies als zirkulare Polarisation.

---

- (A) Zirkulare Polarisation
- (B) Horizontale Polarisation
- (C) Vertikale Polarisation
- (D) Diagonale Polarisation

**EB309** Die Polarisation des Sendesignals in der Hauptstrahlrichtung dieser Richtantenne ist ...




---

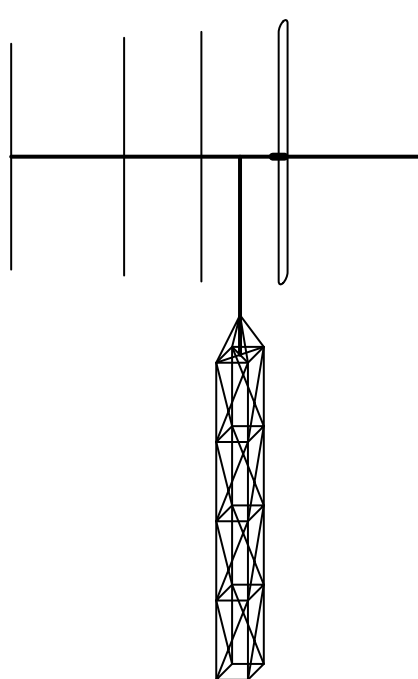
**Lösungsansatz:**

Bei allen dipolartigen Antennen können wir die Orientierung des Strahlers orientieren. Dies hilft auch für diesen Beam bei dem der Strahler offenbar horizontal orientiert ist.

---

- (A) horizontal.
- (B) vertikal.
- (C) rechtsdrehend.
- (D) linksdrehend.

**EB310** Die Polarisierung des Sendesignals in der Hauptstrahlrichtung dieser Richtantenne ist ...




---

**Lösungsansatz:**

Analog zu Frage EB309, die Ausrichtung des Strahlers ist vertical orientiert.

---

- (A) vertikal.
- (B) horizontal.
- (C) rechtsdrehend.
- (D) linksdrehend.

## 14.2 Antennenformen II

Antennen sind für den Funkamateure eines der wichtigsten Themen. Die perfekte Antenne für alles gibt es nicht, jede Antenne bringt unterschiedliche Vor- und Nachteile mit sich. Wie fangen direkt mit den Fragen an und klären Vor- und Nachteile.

### Lösungen

**EG101** Wie nennt man eine Schleifenantenne, die aus drei gleich langen Drahtstücken besteht?

---

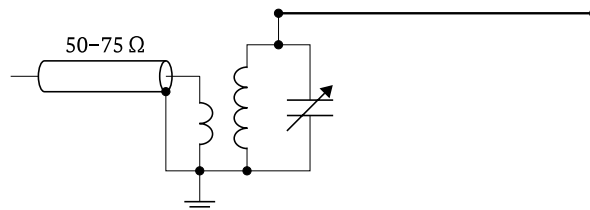
#### Lösungsansatz:

Es gibt verschiedene Schleifenantennen, die wie der Name schon verrät eine Schleife bilden. Sie können z.B. als Quadrat oder Dreieck aufgespannt werden. In der Konfiguration als Dreieck sprechen wir von einer **Delta-Loop-Antenne**.

---

- (A) Delta-Loop-Antenne
- (B) 3-Element-Quad-Loop-Antenne
- (C) W3DZZ-Antenne
- (D) 3-Element-Beam

**EG103** Welche Antenne ist hier dargestellt?



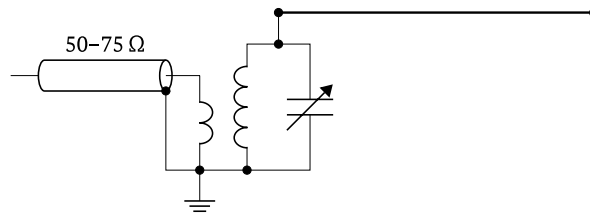
#### Lösungsansatz:

Wir sehen die Antenne besteht aus einem Draht der offenbar am Ende gespeist wird, also eine sogenannte **Endgespeiste Antenne**. Die hohe Impedanz (einige tausend Ohm) einer Endgespeisten Antenne müssen wir auf die 50 Ohm anpassen die das Funkgerät erwartet. Wie haben nur noch die Option A und C über. In diesem Fall können wir vielleicht den Parallelschwingkreis erkennen. Dies ist eine sogenannte Fuchs Antenne (benannt nach Josef Fuchs) mit einfachem Anpassglied.

---

- (A) Endgespeiste Antenne mit einfachem Anpassglied
- (B) Einseitig geerdeter Winkeldipol mit Oberwellenfilter
- (C) Endgespeiste Antenne mit Collins-Filter zur Anpassung
- (D) Einband-Drahtantenne mit Preselektor

**EG104** Welche Antennenart ist hier dargestellt?




---

**Lösungsansatz:**

Siehe Frage EG103.

---

- (A) Fuchs-Antenne
- (B) Windom-Antenne
- (C) Dipol-Antenne
- (D) Groundplane-Antenne

**EG105** Welche Antennenform eignet sich für Sendebetrieb und weist dabei im Nahfeld ein starkes magnetisches Feld auf?

---

**Lösungsansatz:**

Die meisten Antennen strahlen über die elektrische Komponente des elektromagnetischen Felds. Das Schlüsselwort "magnetisches Feld" finden wir bereits in der Frage. Wie wählen also die Antwort **magnetische Ringantenne**. Die Antenne ist beliebt, da sie eine relativ kleine Bauform von nur etwas  $\frac{\lambda}{10}$  hat.

---

- (A) Eine magnetische Ringantenne mit einem Umfang von etwa  $\lambda/10$
- (B) Eine Ferritstabantenne
- (C) Ein Faltdipol
- (D) Eine Cubical-Quad-Antenne

**EG106** Was sind gebräuchliche Kurzwellen-Amateurfunksendeantennen?

---

**Lösungsansatz:**

Die einzige Antenne die wir hier noch nicht explizit besprochen haben ist die **Windom-Antenne**. Dies ist eine Mehrband Drahtantenne für die Kurzwelle. Die anderen Antenne aus Antwort (A) sollten Dir bekannt vorkommen. Gegenprobe: (B) eine Parabolantenne kennst Du vermutlich als Satellitenschüssel. Für Kurzwelle mit Sicherheit zu groß. (C) eine Patchantenne kann direkt auf einer Leiterbahn verwendet werden. GPS Empfänger verwenden manchmal solche Antenne. Nichts für die Kurzwelle. (D) Ein Hornstrahler ist eine Mikrowellen-Antenne (z.B. für Radio Astronomie), also keine Kurzwelle.

---

- (A) Langdraht-Antenne, Yagi-Uda-Antenne, Dipol-Antenne, Windom-Antenne, Delta-Loop-Antenne
- (B) Langdraht-Antenne, Groundplane-Antenne, Parabolantenne, Windom-Antenne, Delta-Loop-Antenne
- (C) Groundplane-Antenne, Dipol-Antenne, Windom-Antenne, Delta-Loop-Antenne, Patchantenne
- (D) Schlitzantenne, Groundplane-Antenne, Hornstrahler, Dipol-Antenne, Windom-Antenne

**EG107** Sie wollen verschiedene Antennen für den Funkbetrieb auf Kurzwelle für das 80 m-Band testen. Welche drei Antennen sind besonders geeignet?

---

**Lösungsansatz:**

Eine W3DZZ Antenne ist eine für 80m geeignete Antenne die mit Sperrkreisen arbeitet. Oft wird die W3DZZ auf 40m und 80m betrieben. Wir können wieder einige Antennen aus den Antworten für das 80m Band ausschließen. (B) Sowohl die Kreuz-Yagi-Uda Antenne wie auch die Groundplane wären für 80 m einfach zu groß. (C) Eine Sperrkopfantenne ist eher für 70cm und (D) der Parabolspiegel müsste für 80 m gigantisch sein.

---

- (A) Dipol, Delta-Loop, W3DZZ-Antenne
- (B) Kreuz-Yagi-Uda, Groundplane-Antenne, Dipol
- (C) Dipol, Sperrtopfantenne, W3DZZ-Antenne
- (D) Dipol, Delta-Loop, Parabolspiegel

**EG108** Warum ist eine  $5/8\lambda$ -Antenne besser als eine  $\lambda/4$ -Antenne für VHF-UHF-Mobilbetrieb geeignet? Sie ...

---

**Lösungsansatz:**

Eine  $5/8 - \lambda$  Antenne ist gegenüber einer  $\lambda/4$  Antenne zunächst länger. Im 70 cm Band ist dies aber oft noch unkritisch. Bauartbedingt hat sie mehr Gewinn. Für die Prüfung kannst Du es Dir einfach so merken Längere Antenne ergibt mehr Gewinn. (gilt natürlich nicht im Allgemeinen, aber hoffentlich für diese Frage.)

---

- (A) hat mehr Gewinn.
- (B) verträgt mehr Leistung.
- (C) ist leichter zu montieren.
- (D) ist weniger störanfällig.

**EG213** Welche Antenne gehört nicht zu den symmetrischen Antennen?

---

**Lösungsansatz:**

Eine symmetrische Antenne ist, wie der Name vermuten lässt symmetrische aufgebaut. Was wichtigste Beispiel ist der Dipol, der wegen der gleich aufgebauter Dipolhälften symmetrische ist. Dies ist für (B),(C) und (D) der Fall. Hier wird aber gefragt, welche Antenne nicht symmetrisch ist. Die Groundplane hat keine zweite Dipolhälfte und dafür Radials. Sie ist nicht symmetrisch.

---

- (A) Groundplane
- (B) Faltdipol
- (C) Lang-Yagi-Uda
- (D) mittengespeister  $\lambda/2$ -Dipol

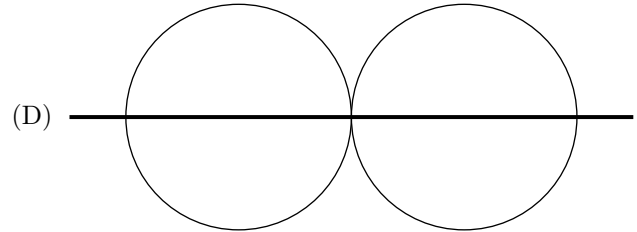
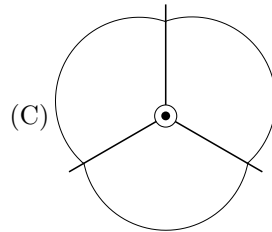
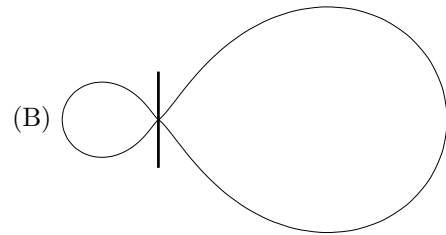
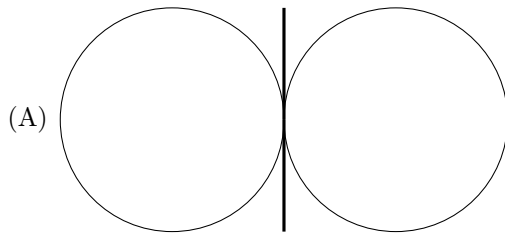
**EG214** Welches der Bilder zeigt das Strahlungsdiagramm eines Halbwellendipols?

---

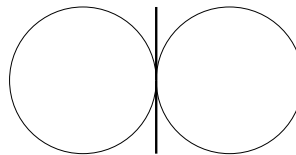
**Lösungsansatz:**

Wir erkennen Strahlungsdiagramm (B) als Beam (z.B. Yagi-Uda) (ähnlich Dipol aber mit Gewinn in eine Richtung) und (C) als Groundplane (wir sehen 3 Radials). Für einen Dipol gilt, dass die Hauptstrahlrichtung wie in (A) senkrecht zur Aufspannungsrichtung der Dipolhälften ist.

---



**EG215** Für welche Antenne ist dieses Strahlungsdiagramm typisch?




---

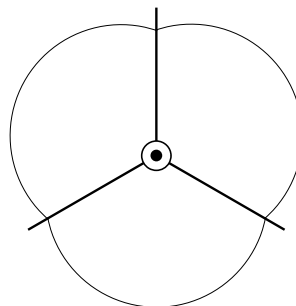
**Lösungsansatz:**

Analog zur Frage EG214.

---

- (A) Halbwellendipol
- (B) Yagi-Uda-Antenne
- (C) Groundplane
- (D) Kugelstrahler

**EG216** Für welche Antenne ist dieses Strahlungsdiagramm typisch?




---

**Lösungsansatz:**

Analog zur Frage EG214.

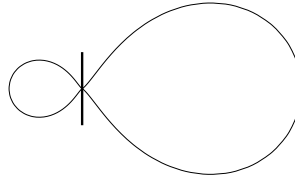
---

- (A) Groundplane
- (B) Kugelstrahler
- (C) Dipol



(D) Yagi-Uda

**EG217** Dieses Strahlungsdiagramm ist typisch für ...



---

**Lösungsansatz:**

Analog zur Frage EG214.

---

- (A) eine Richtantenne.
- (B) einen Halbwellendipol.
- (C) einen Viertelwellenstrahler.
- (D) eine Marconi-Antenne.

**EG219** Eine  $\lambda/2$ -Vertikalantenne erzeugt ...

---

**Lösungsansatz:**

Bereits eine  $\lambda/4$  Vertikalantenne hat eine flache Abstrahlung.

---

- (A) einen flachen Abstrahlwinkel.
- (B) zirkulare Polarisierung.
- (C) einen hohen Abstrahlwinkel.
- (D) elliptische Polarisierung.

### 14.3 Antennenlänge und -resonanz

In diesem Kapitel geht es um die Resonanz von Antenne. Hier geht es aber nur um 3 relativ einfache Fragen.

#### Lösungen

**EG102** Eine Drahtantenne für den Amateurfunk im KW-Bereich ...

---

**Lösungsansatz:**

Diese Frage ist etwas verwirrend für jeden der zunächst an  $\lambda/2$ ,  $\lambda/4$  die in den falschen Antworten genannt werden. Tatsächlich kann man sehr viele verschiedene Längen von Drahtantennen anpassen damit sie auf einem Amateurfunk Kurzwellenband resonant ist. Dies ist die "richtige" Antwort.

Realitätscheck: Das ist dies natürlich nicht general korrekt: die Länge ist nicht beliebig. Ist die Antenne viel zu kurz, so wird selbst im perfekt angepassten Aufbau diese Antenne einen so schlechten Wirkungsgrad haben, dass sie quasi unbrauchbar ist.

---

- (A) kann grundsätzlich eine beliebige Länge haben.
- (B) muss unbedingt  $\lambda/2$  lang sein.
- (C) muss genau  $\lambda/4$  lang sein.
- (D) muss eine Länge von  $3/4\lambda$  haben.

**EG109** Berechnen Sie die elektrische Länge eines  $5/8 \lambda$  langen Vertikalstrahlers für das 10 m-Band (28,5 MHz).

---

**Lösungsansatz:**

Rechnung:

$$\lambda = \frac{300}{28,5 \text{ MHz}} \approx 10,53$$

$$\frac{5}{8} \cdot \lambda = \frac{5}{8} \cdot 10,53 \approx 6,58$$

- 
- (A) 6,58 m
  - (B) 3,29 m
  - (C) 2,08 m
  - (D) 5,26 m

**EG110** Die Länge des Drahtes zur Herstellung eines Faltdipols entspricht ...

---

**Lösungsansatz:**

Ein **Faltdipol** ist quasi eine plattgedrückte Ganzwellenschleifen. Die Drahtlänge ist eine Wellenlänge.

- 
- (A) einer Wellenlänge.
  - (B) einer Halbwellenlänge.
  - (C) zwei Wellenlängen.
  - (D) vier Wellenlängen.

## 14.4 Verkürzungsfaktor I

Die Lichtgeschwindigkeit beträgt im Vakuum  $c = 299\,792\,458 \text{ m/s}$ . Wir haben die bereits für die Klasse N verwendet um die Wellenlänge zu berechnen:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Die Lichtgeschwindigkeit ist allerdings in Leitungen (z.B. Antennendrähten) etwas langsamer. Nach einer Faustregel ist die Geschwindigkeit etwa 95%. Der Verkürzungsfaktor  $k_v$  gibt dies an. Also nach Faustregel:  $k_v \approx 0.95$ .

Für die Wellenlänge gilt:

$$\lambda_{\text{Leitung}} = k_v \cdot \frac{c}{f}$$

In der Realität gibt es unterschiedliche Verkürzungsfaktoren abhängig von der Art der Leitung. Oft gibt es ein Datenblatt in dem man genauere Angaben finden kann.

Wenn Du die Länge eines Antennendrahtes berechnest solltest Du trotz Berücksichtigung des Verkürzungsfaktor in der Regel immer ein 10-15% längeres Stück abschneiden, dass kannst Du dann immer noch trimmen:

“Abschneiden ist einfacher als dranschneiden.”

## 14.5 Fußpunktimpedanz I

Wir haben den Begriff **Impedanz** bereits als Wechselstromwiderstand kennengelernt. Bei der **Fußpunktimpedanz** geht es um die Impedanz am Einspeisepunkt der Antenne.

Unsere Transceiver erwarten in der Regel eine Impedanz von  $50 \Omega$ . Unterschiedliche Antennen und Aufbauvarianten (z.B. Höhe) haben unterschiedliche Fußpunktimpedanz. Diese musst Du einfach lernen.

## Lösungen

**EG207** Die Fußpunktimpedanz eines mittengespeisten Halbwellendipols in einer Höhe von mindestens einer Wellenlänge über dem Boden beträgt ungefähr ...

---

**Lösungsansatz:**

Der Halbwellendipol ist die bekannteste Antenne. Du musst Dir merken, dass die Impedanz (wenn noch montiert) nicht  $50\ \Omega$  beträgt sondern etwas höher ist. Die beträgt etwa  $75\ \Omega$ . Die falschen Antworten kannst Du ggf. auch ausschließen.

- 
- (A) 75 Ohm.
  - (B) 50 Ohm.
  - (C) 30 Ohm.
  - (D) 600 Ohm.

**EG208** Der Fußpunktwiderstand in der Mitte eines Halbwellendipols beträgt je nach Aufbauhöhe ungefähr ...

---

**Lösungsansatz:**

In Frage EG207 haben wir den Dipol mit  $75\ \Omega$  angegeben. In der Praxis liegt es oft niedriger und stellt für unseren Transceiver kein Problem dar.

- 
- (A) 40 bis 90 Ohm.
  - (B) 100 bis 120 Ohm.
  - (C) 120 bis 240 Ohm.
  - (D) 240 bis 600 Ohm.

**EG209** Welchen Eingangswiderstand hat ein gestreckter mittengespeister Halbwellendipol?

---

**Lösungsansatz:**

Analog zu Frage EG208.

- 
- (A) ca. 40 bis 90 Ohm
  - (B) ca. 30 Ohm
  - (C) ca. 120 Ohm
  - (D) ca. 240 bis 300 Ohm

**EG210** Welchen Eingangs- bzw. Fußpunktwiderstand hat ein Faltdipol?

---

**Lösungsansatz:**

Das kannst Du Dir die richtigen Werte merken: nimm den größten Wert. Generell gilt für den Faltdipol, dass die Spannung verdoppelt wird und der benötigte Strom sich halbiert. Dies entspricht einer Vervierfachung.

- 
- (A) ca. 240 bis 300 Ohm
  - (B) ca. 30 bis 60 Ohm
  - (C) ca. 60 Ohm
  - (D) ca. 120 Ohm

**EG211** Welchen Eingangswiderstand hat eine Groundplane-Antenne?

---

**Lösungsansatz:**

Die Groundplane Antenne ist ja eine Art von Dipol (also nur eine Dipolhälfte + Radials). Da oft auch sehr bodennah, kannst Du Dir merken, dass wir einen niedrigen Fußpunktwiderstand haben. Die wählen also Antwort (A) die auch unsere markanten  $50\Omega$  enthält.

---

- (A) ca. 30 bis 50 Ohm
- (B) ca. 60 bis 120 Ohm
- (C) ca. 600 Ohm
- (D) ca. 240 Ohm

## 14.6 Yagi-Uda Antenne II

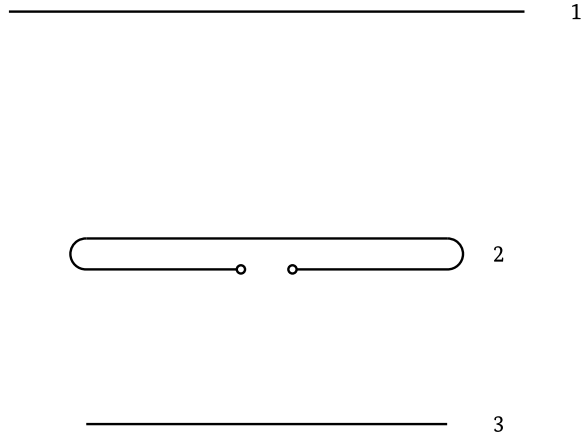
Die Yagi-Uda Antenne wurde ab 1924 von den Japanern Hidetsugu Yagi und Shintaro Uda entwickelt.

Der generelle Aufbau ist vielen zugundestens durch TV- und Rundfunk Antennen bekannt, grob gesprochen besteht sie aus unterschiedlichen Elementen die in Hauptstrahlrichtung immer kleiner werden. Eines der Elemente ist der **Strahler**. Oft ist er als Dipol oder als Faltdipol ausgeführt. Er hat den Einspeisepunkt der ganzen Antenne.

Die Elemente länger als der Strahler werden **Reflektor** genannt. Die Elemente kürzer als der Strahler werden **Direktor** genannt.

### Lösungen

**EG111** Das folgende Bild enthält eine einfache Richtantenne. Die Bezeichnungen der Elemente in numerischer Reihenfolge lauten ...



- (A) 1 Reflektor, 2 Strahler und 3 Direktor.
- (B) 1 Strahler, 2 Direktor und 3 Reflektor.
- (C) 1 Direktor, 2 Strahler und 3 Reflektor.
- (D) 1 Direktor, 2 Reflektor und 3 Strahler.

**EG212** An welchem Element einer Yagi-Uda-Antenne erfolgt die Energieeinspeisung? Sie erfolgt am ...

---

**Lösungsansatz:**

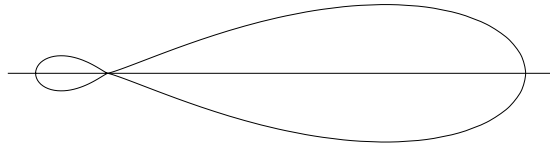
Wie im Eingang des Kapitels beschrieben.

---

- (A) Strahler
- (B) Direktor

- (C) Reflektor
- (D) Strahler und am Reflektor gleichzeitig

**EG218** Für welche Antenne ist dieses Strahlungsdiagramm typisch?




---

**Lösungsansatz:**

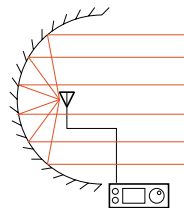
Das Strahlungsdiagramm zeigt eine klare Richtcharakteristik. D.h. viel mehr Leistung geht nach rechts als nach links. Dies ist typisch für einen Beam. Nur Antwort (A) enthält mit der Yagi-Uda Antenne einen Beam der in Frage kommt.

---

- (A) Yagi-Uda
- (B) Groundplane
- (C) Dipol
- (D) Kugelstrahler

## 14.7 Parabolspiegel I

Wenn Du bei einem Parabolspiegel an eine Satellitenschüssel denkst, dann ist das genau richtig. Diese Art der Antenne kann einen sehr großen Antennengewinn haben, da alle Radiowellen am sogenannten **Spiegelkörper** zu einem zentralen Punkt gebündelt werden.



Da der Spiegelkörper mindestens fünf Wellenlängen entsprechen sollte, ist dies nur etwas für kleine Wellenlängen. In diesem Frequenzbereich von 1 GHz bis 300 GHz sind wir im so genannten Mikrowellenbereich.

### Lösungen

**EG113** Eine scharf bündelnde Antenne für den Mikrowellenbereich besteht häufig aus einem ...

---

**Lösungsansatz:**

Wie suchen eine Antenne für den Mikrowellenbereich die "scharf bündelt". Hier solltest Du die Parabolantenne kennen. Die Frage Antwort (B) ist auch etwas gemein formuliert: den isotropen Strahler gibt es in der Praxis ja nicht. Also geht es um die Erregerantenne (Feed).

---

- (A) paraboloid geformten Spiegelkörper und einer Erregerantenne (Feed).
- (B) paraboloid geformten Spiegelkörper und einem isotropen Strahler.
- (C) zylindrisch konvex geformten Spiegelkörper und einer Erregerantenne (Feed).
- (D) hyperbolisch konkav geformten Spiegelkörper und einem isotropen Strahler.

**EG114** Welcher Durchmesser sollte für eine Parabolspiegelantenne im Hinblick auf möglichst hohen Gewinn gewählt werden?

---

**Lösungsansatz:**

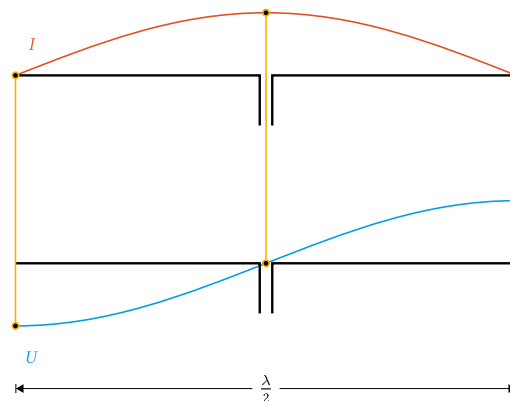
Merke dir einfach, dass die Parabolantenne sehr groß ist.

---

- (A) Mindestens fünf Wellenlängen ( $\lambda$ ) der verwendeten Frequenz.
- (B) Genau zwei Wellenlängen ( $\lambda$ ) der verwendeten Frequenz.
- (C) Höchstens drei Wellenlängen ( $\lambda$ ) der verwendeten Frequenz.
- (D) Eine Wellenlänge ( $\lambda$ ) der verwendeten Frequenz.

## 14.8 Strom- und Spannungsspeisung I

Wir wollen uns in diesem Kapitel damit beschäftigen, wie sich Strom und Spannung auf einer Antenne verteilen. Wenn wir dies für den Dipol aufmalen sieht es in etwa so aus:



Du kannst Dir diese Verteilung ganz einfach merken, in dem Du betrachtest, was für eine Situation wir an den Enden des Dipols haben. Da der Leiter hier physikalisch zu Ende ist, kann hier kein Strom mehr fließen, der Widerstand ist also unendlich groß. Nach dem Ohmschen Gesetz haben wir dann auch unendlichen Spannung. Dies gilt zunächst mathematisch, in der Realität liegt die Impedanz natürlich nicht bei Unendlich, ist aber schon ca.  $6000\Omega$ . Wir sprechen von einem **Stromknoten** und einem **Spannungsbauch**.

Die Situation am Einspeisepunkt des Dipols ist genau umgekehrt. Hier fließt bei niedriger Impedanz der meiste Strom und deshalb ist die Spannung niedrig. Wie sprechen von einem **Strombauch** und einem **Spannungsknoten**.

Eine Antenne die an einem Strombauch gespeist wird heisst auch **stromgespeist**. Umgekehrt eine Antenne mit Speisung an einem Spannungsbauch wird auch **spannungsgespeist** genannt.

## Lösungen

**EG204** Ein Dipol wird stromgespeist, wenn an seinem Einspeisepunkt ...

---

**Lösungsansatz:**

Wir haben in der Einleitung zu diesem Kapitel gelernt, dass der Dipol an seinem Einspeisepunkt (in der Mitte) einen Strombauch und Spannungsknoten hat.

---

- (A) ein Spannungsknoten und ein Strombauch vorhanden sind. Er ist dann niederohmig.
- (B) ein Spannungsbauch und ein Stromknoten vorhanden sind. Er ist dann hochohmig.
- (C) ein Spannungs- und ein Strombauch vorhanden sind. Er ist dann niederohmig.
- (D) ein Spannungs- und ein Stromknoten vorhanden sind. Er ist dann hochohmig.

**EG205** Ein Dipol wird spannungsgespeist, wenn an seinem Einspeisepunkt ...

---

**Lösungsansatz:**

Siehe Frage EG204.

---

- (A) ein Spannungsbauch und ein Stromknoten liegt. Er ist dann hochohmig.
- (B) ein Spannungsknoten und ein Strombauch liegt. Er ist dann niederohmig.
- (C) ein Spannungs- und ein Strombauch liegt. Er ist dann niederohmig.
- (D) ein Spannungs- und ein Stromknoten liegt. Er ist dann hochohmig.

**EG206** Ein Halbwellendipol wird auf der Grundfrequenz in der Mitte ...

- (A) stromgespeist.
- (B) spannungsgespeist.
- (C) endgespeist.
- (D) parallel gespeist.

## 14.9 Bauch und Knoten von Strom und Spannung

### Lösungen

**EG203** Welche Aussage zur Strom- und Spannungsverteilung auf einem Dipol ist richtig?

---

**Lösungsansatz:**

Siehe Frage EG204.

---

- (A) An den Enden eines Dipols entsteht immer ein Stromknoten und ein Spannungsbauch.
- (B) An den Enden eines Dipols entsteht immer ein Spannungsknoten und ein Strombauch.
- (C) Am Einspeisepunkt eines Dipols entsteht immer ein Spannungsknoten und ein Strombauch.
- (D) Am Einspeisepunkt eines Dipols entsteht immer ein Spannungsbauch und ein Stromknoten.

## 14.10 Antennengewinn in dBi und dBd

Wir erinnern uns, dass die Angabe dBi ein Antennengewinn in Bezug auf den Isotropenstrahler ist und dBd den Gewinn in Bezug auf den Dipol. Der Unterschied sind die 2,15 dBi des Dipols.

### Lösungen

**EG220** Der Gewinn von Antennen wird häufig in dBi angegeben. Auf welche Vergleichsantenne bezieht man sich dabei? Man bezieht sich dabei auf den ...

---

**Lösungsansatz:**

Der Buchstabe i in dBi verrät es: Isotropenstrahler.

---

- (A) Isotropstrahler.
- (B) Halbwellenstrahler.
- (C) Horizontalstrahler.
- (D) Vertikalstrahler.

**EG221** Ein Antennenhersteller gibt den Gewinn einer Antenne mit 5 dBd an. Wie groß ist der Gewinn der Antenne in dBi?

---

**Lösungsansatz:**

Wir müssen den Gewinn von 2,15 dB des Dipols addieren. Tipp: den Gewinn des Dipols findest Du in der Formelsammlung. Rechnung:

$$5 \text{ dBd} + 2,15 \text{ dB} = 7,15 \text{ dBi}$$

---

- (A) 7,15 dBi
- (B) 5 dBi
- (C) 2,5 dBi
- (D) 2,85 dBi

## 14.11 Standortwahl

### Lösungen

**EG112** Welcher Standort ist für eine HF-Richtantenne am besten geeignet, um mögliche Beeinflussungen bei den Geräten des Nachbarn zu vermeiden?

---

**Lösungsansatz:**

Eine Richtantenne kann mit ihrem hohen Gewinn schnell zu Störungen verursachen. Um dies zu vermeiden sollte die Antenne so hoch und weit weg wie möglich montiert werden.

---

- (A) So hoch und weit weg wie möglich
- (B) An der Seitenwand zum Nachbarn
- (C) Auf dem Dach, wobei die Dachfläche des Nachbarn mit abgedeckt werden sollte
- (D) So niedrig und nah am Haus wie möglich

**EG223** Eine im Außenbereich installierte Sendeantenne hat den Vorteil, dass ...

---

**Lösungsansatz:**

Im Haus verlaufen viel teils ungeschirmte Leitungen. Um zu vermeiden, dass die Sendeantenne HF in diese Leitungen koppelt ist es ratsam Sendeantennen außerhalb des Haus zu montieren.

---

- (A) die Kopplung mit den elektrischen Leitungen im Haus reduziert wird.
- (B) sie in geringerem Ausmaß Ausstrahlungen unterworfen ist.
- (C) sie eine geringere Anzahl von Harmonischen abstrahlt.
- (D) das Sendesignal einen niedrigeren Pegel aufweist.

**EJ110** Ein Funkamateur wohnt in einem Reihnhaus. An welcher Stelle sollte eine Drahtantenne für den Sendebetrieb auf dem 80 m-Band angebracht werden, um störende Beeinflussungen möglichst zu vermeiden?

---

**Lösungsansatz:**

Erinnere Dich an die Richtcharakteristik des Dipols. Wenn der Draht rechtwinklig gespannt ist geht die meiste Strahlung nicht in Richtung der Häuserzeile.

---



- (A) Drahtführung rechtwinklig zur Häuserzeile
- (B) Am gemeinsamen Schornstein neben der Fernsehantenne
- (C) Entlang der Häuserzeile auf der Höhe der Dachrinne
- (D) Möglichst innerhalb des Dachbereichs

## 14.12 Übertragungsleitungen

In diesem Kapitel soll es um die Übertragungsleitungen gehen, also um die Leistungen die wir verwenden um den Transceiver mit der Antenne zu verwenden. In der Regel verwenden wir Koaxkabel, aber es gibt auch alternativen wie eine parallele Zweidrahtleitung.



Unsere Übertragungsleitungen, z.B. Koaxkabel haben auf der Kurzwelle einen annähernd konstanten Wert, der von der Leitungscharakteristik und z.B. dem Aufbau der Abschirmung abhängt.

### Lösungen

**EG301** Der Wellenwiderstand einer Leitung ...

---

#### Lösungsansatz:

Wie in im Kapitel beschrieben ist die Impedanz unserer Übertragungsleitung konstant.

---

- (A) ist im HF-Bereich in etwa konstant und unabhängig vom Leitungsabschluss.
- (B) ist völlig frequenzunabhängig.
- (C) hängt von der Beschaltung am Leitungsende ab.
- (D) hängt von der Leitungslänge und der Beschaltung am Leitungsende ab.

**EG302** Welche Leitungen sollten für die HF-Verbindungen zwischen Einrichtungen in der Amateurfunkstelle verwendet werden, um unerwünschte Abstrahlungen zu vermeiden?

---

#### Lösungsansatz:

Mit gutem Koaxkabel können wir die Kabeldämpfung gering halten und vermeiden, dass Störungen einstrahlen.

---

- (A) Hochwertige Koaxialkabel
- (B) Symmetrische Feederleitungen
- (C) Unabgestimmte Speiseleitungen
- (D) Hochwertige abgeschirmte Netzanschlusskabel

**EG303** Welcher der folgenden Koaxialstecker besitzt einen definierten Wellenwiderstand von 50 Ohm bis in den GHz-Bereich und hat die höchste Spannungsfestigkeit für die Übertragung hoher Leistungen?

---

**Lösungsansatz:**

Merken! Der N-Stecker gerne auch im UKW Bereich verwendet.

---

- (A) N-Stecker
- (B) SMA-Stecker
- (C) UHF-Stecker
- (D) BNC-Stecker

**EG304** Wann ist eine Speiseleitung unsymmetrisch?

---

**Lösungsansatz:**

In diesem Kapitel haben wir bereits Koaxkabel und die parallele Zweidrahtleitung erwähnt. Bei einem Koaxkabel denen die beiden Leiter völlig anders aus, dies ist eine unsymmetrische Speiseleitung. Dahingehend sind bei einer symmetrischen Zweidrahtleitung (wie der Name schon sagt) beide Leitungen gleich geformt.

---

- (A) Wenn die beiden Leiter unterschiedlich geformt sind, z. B. Koaxialkabel.
- (B) Wenn die hin- und zurücklaufende Leistung verschieden sind.
- (C) Wenn sie außerhalb ihrer Resonanzfrequenz betrieben wird.
- (D) Wenn die Länge nicht einem Vielfachen von  $\lambda/2$  entspricht.

**EG305** Welche Vorteile hat eine Paralleldraht-Speiseleitung gegenüber der Speisung über ein Koaxialkabel?

---

**Lösungsansatz:**

Eine Paralleldrahtleitung hat eine sehr geringe Dämpfung und ist deshalb relativ populär.

---

- (A) Sie hat geringere Dämpfung und hohe Spannungsfestigkeit.
- (B) Sie vermeidet Mantelwellen durch Wegfall der Abschirmung.
- (C) Sie erlaubt leichtere Kontrolle des Wellenwiderstandes durch Verschieben der Spreizer.
- (D) Sie bietet guten Blitzschutz durch niederohmige Drähte.

**EG306** Um Ordnung in der Amateurfunkstelle herzustellen, verlegen Sie alle Netzanschlusskabel und HF-Speiseleitungen in einem Kabelkanal. Welchen Nachteil kann diese Maßnahme haben?

---

**Lösungsansatz:**

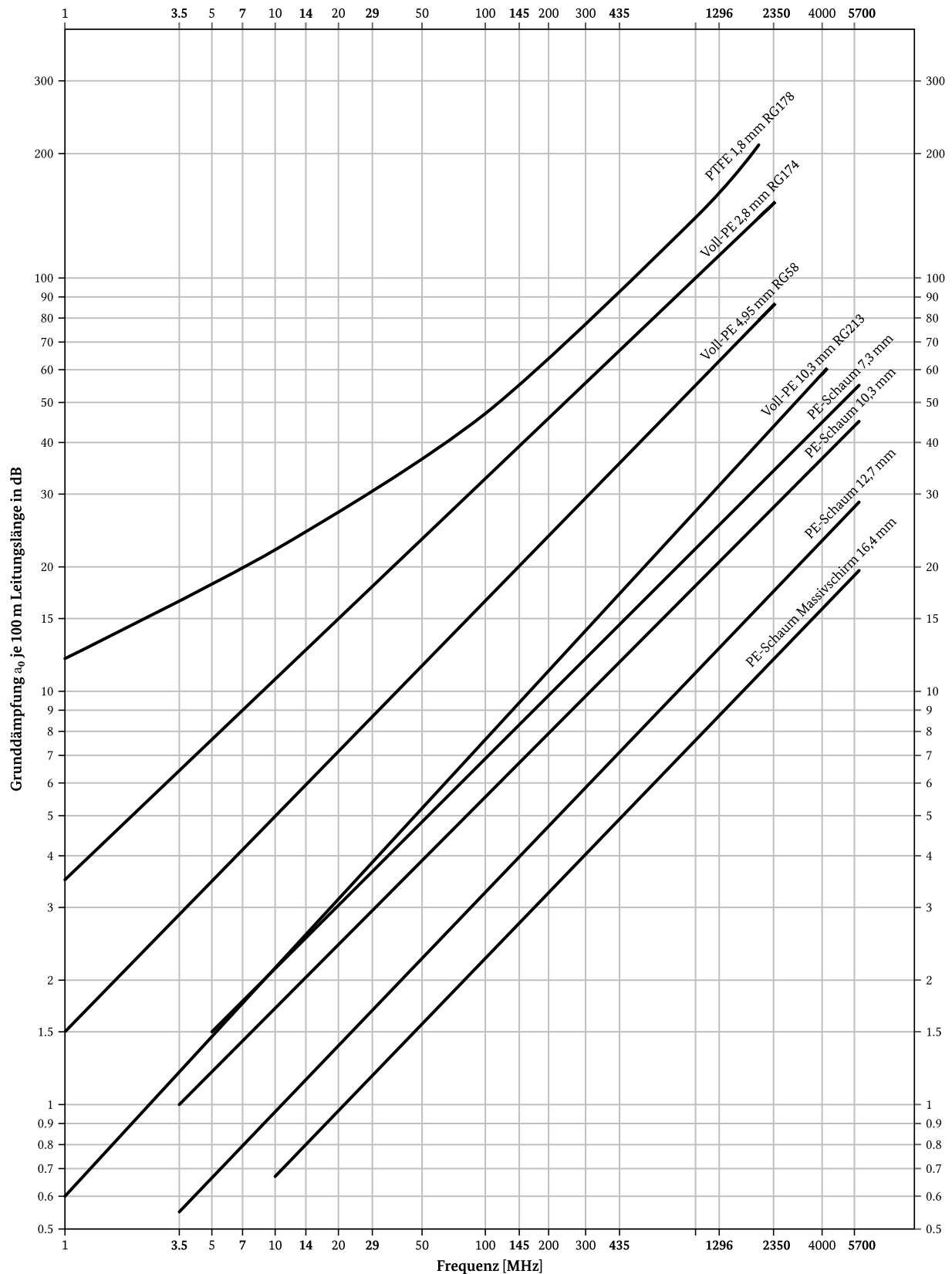
Wenn HF- und Netzkabel parallel liegen, kann HF in die Netzkabel einströmen.

---

- (A) Die nebeneinander liegenden HF- und Netzkabel können Einkopplungen in das Versorgungsnetz hervorrufen.
- (B) Die nebeneinander liegenden HF- und Netzkabel können zu unerwünschter 50 Hz-Modulation auf dem Koaxialkabel führen.
- (C) Zwischen den nebeneinander liegenden HF- und Netzkabeln kann es zu Spannungsüberschlägen kommen.
- (D) Die nebeneinander liegenden HF- und Netzkabel können sich bei guter Isolierung nicht gegenseitig beeinflussen.

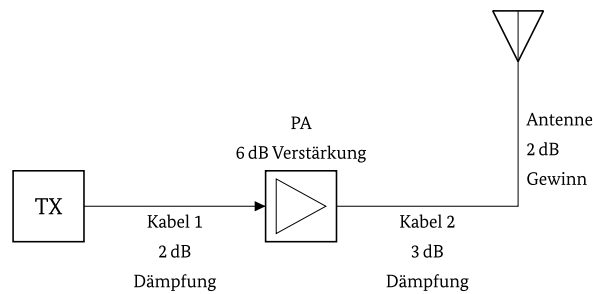
### 14.13 Kabeldämpfung I

Die Kabeldämpfung unterschiedlicher Arten von Koaxkabel unterscheidet sich. In der Regel wird die Dämpfung pro 100 m Kabel in Datenblättern angegeben. Für die Prüfung bekommst du das folgende Diagramm als Anhang zur Formelsammlung, in der du alle Werte ablesen kannst. Du musst also für die Kabeldämpfung nichts auswendig lernen.



## Lösungen

**EG307** Die Skizze zeigt den Aufbau einer Amateurfunkstelle. Die Summe aller Kabelverluste in Dezibel betragen ...



---

### Lösungsansatz:

Einfache Rechnung für die beiden Kabelstücke gilt:

$$2 \text{ dB} + 3 \text{ dB} = 5 \text{ dB}$$

---

- (A) 5 dB
- (B) -5 dB
- (C) 3 dB
- (D) -3 dB

**EG308** Eine HF-Ausgangsleistung von 100 W wird in eine angepasste Übertragungsleitung eingespeist. Am antennenseitigen Ende der Leitung beträgt die Leistung 50 W bei einem SWR von 1. Wie hoch ist die Leitungsdämpfung?

---

### Lösungsansatz:

Einfache dB Überlegung: die Leistung halbiert sich auf der Übertragungsleitung (bei optimalen SWR von 1). Ein Faktor 2 entspricht aber genau 3 dB (Leistungsverhältnis). Dies hast Du Dir gemerkt, oder du findest sie in der Formelsammlung im Abschnitt Pegel. Da es um Dämpfung geht ist der positive Wert 3 dB richtig und -3 dB falsch.

- 
- (A) 3 dB
  - (B) -6 dB
  - (C) -3 dB
  - (D) 6 dBm

**EG309** Am Ende einer Antennenleitung ist nur noch ein Viertel der Leistung vorhanden. Wie groß ist das Dämpfungsmaß des Kabels?

---

### Lösungsansatz:

Aus Frage EG308 wissen wir, dass 3 dB der Hälfte entspricht. Ein viertel ist die Hälfte der Hälfte. In dB müssen wir die Werte addieren:

$$3 \text{ dB} + 3 \text{ dB} = 6 \text{ dB}$$

Alternativ kannst Du auch den Faktor 4 in der DB Tabelle der Formelsammlung finden und direkt auf 6 dB kommen.

---

- (A) 6 dB
- (B) 3 dB
- (C) 10 dB
- (D) 16 dB

**EG310** Am Ende einer Antennenleitung ist nur noch ein Zehntel der Leistung vorhanden. Wie groß ist das Dämpfungsmaß des Kabels?

---

**Lösungsansatz:**

Analog zu Frage EG309. Ein Faktor 10 entspricht 10 dB.

---

- (A) 10 dB
- (B) 3 dB
- (C) 6 dB
- (D) 16 dB

**EG311** Ein 100 m langes Koaxialkabel hat eine Dämpfung von 20 dB bei 145 MHz. Wie hoch ist die Dämpfung bei einer Länge von 20 m?

---

**Lösungsansatz:**

Dreisatz:

$$\frac{20 \text{ m}}{100 \text{ m}} \cdot 20 \text{ dB} = 4 \text{ dB}$$

---

- (A) 4 dB
- (B) 7,25 dB
- (C) 5 dB
- (D) 1,45 dB

**EG312** Welche Dämpfung ergibt sich auf der Grundlage des Kabeldämpfungsdiagramms für ein 100 m langes Koaxialkabel mit Voll-PE-Dielektrikum, 4,95 mm Durchmesser (Typ RG58), bei 145 MHz?

---

**Lösungsansatz:**

Du musst im Diagramm ablesen. Pass auf, dass Du die Kurve für das richtige Kabel verwendest. Einige Angaben klingen zu ähnlich. Prüfe, dass Du die Kurve mit Koax mit 4,95 mm Durchmesser verwendest. Du kannst 20 dB direkt ablesen.

---

- (A) 20 dB
- (B) 39 dB
- (C) 1 dB
- (D) 0 dB

**EG313** Welche Dämpfung ergibt sich auf der Grundlage des Kabeldämpfungsdiagramms für ein 15 m langes Koaxialkabel mit Voll-PE-Dielektrikum, 4,95 mm Durchmesser (Typ RG58), bei 145 MHz?

---

**Lösungsansatz:**

Zunächst wie in Frage EG312 ablesen. Die 20 dB gelten aber für 100 m. Du brauchst also den Dreisatz wie in Frage EG311.

$$\frac{15 \text{ m}}{100 \text{ m}} \cdot 20 \text{ dB} = 3 \text{ dB}$$

---

- (A) 3 dB
- (B) 4 dB
- (C) 2 dB
- (D) 1 dB

**EG314** Welche Dämpfung ergibt sich auf der Grundlage des Kabeldämpfungsdiagramms für ein 50 m langes Koaxialkabel mit Voll-PE-Dielektrikum, 2,8 mm Durchmesser (Typ RG174), bei 145 MHz?

---

**Lösungsansatz:**

Wie in den vorherigen Fragen lesen wir zunächst im Kabeldämpfungsdiagramm ab und finden 40 dB für 100 m. Ein Kabel, dass nur halb so lang ist hat also 20 dB Dämpfung.

- 
- (A) 20 dB
  - (B) 40 dB
  - (C) 68 dB
  - (D) 12 dB

**EG315** Welche Dämpfung ergibt sich auf der Grundlage des Kabeldämpfungsdiagramms für ein 40 m langes Koaxialkabel, PE-Schaum-Dielektrikum mit 12,7 mm Durchmesser, bei 435 MHz?

---

**Lösungsansatz:**

Wie in den vorherigen Fragen lesen wir zunächst im Kabeldämpfungsdiagramm ab und finden 7 dB für 100 m.

$$\frac{40 \text{ m}}{100 \text{ m}} \cdot 7 \text{ dB} = 2,8 \text{ dB}$$

- 
- (A) 2,8 dB
  - (B) 3,8 dB
  - (C) 1,8 dB
  - (D) 0,8 dB

**EG316** Welche Dämpfung ergibt sich auf der Grundlage des Kabeldämpfungsdiagramms für ein 40 m langes Koaxialkabel mit PE-Schaum-Dielektrikum und 10,3 mm Durchmesser im 23 cm-Band (1296 MHz)?

---

**Lösungsansatz:**

Wie in den vorherigen Fragen lesen wir zunächst im Kabeldämpfungsdiagramm ab und finden 20,5 dB für 100 m.

$$\frac{40 \text{ m}}{100 \text{ m}} \cdot 20,5 \text{ dB} = 8,2 \text{ dB}$$

Selbst wenn Du z.B. nicht exakt 20,5 dB abgelesen hast, bist Du noch nahe genug am Ergebnis um Antwort (A) zu wählen.

- 
- (A) 8,2 dB
  - (B) 12,6 dB
  - (C) 10,4 dB
  - (D) 6,2 dB

## 14.14 Stehwellenverhältnis (SWR) II

Wir merken uns die Angabe, dass ein SWR von 3 bedeutet, dass in etwa 25% der Leistung reflektiert wird. bedeutet.

### Lösungen

**EG401** Am Eingang einer Antennenleitung misst man ein SWR von 3. Wie groß ist dort in etwa die rücklaufende Leistung, wenn die vorlaufende Leistung 100 W beträgt?

---

**Lösungsansatz:**

100 W bei SWR 3 bedeutet nach Regel (25%) also 25 W rücklaufende Leistung.

---

- (A) 25 W
- (B) 12,5 W
- (C) 50 W
- (D) 75 W

**EG402** Sie messen ein Stehwellenverhältnis (SWR) von 3. Wieviel Prozent der vorlaufenden Leistung werden reflektiert?

---

**Lösungsansatz:**

Die Regel die wir uns gemerkt haben.

---

- (A) 25 %
- (B) 33 %
- (C) 50 %
- (D) 75 %

**EG403** Sie messen ein Stehwellenverhältnis (SWR) von 3. Wieviel Prozent der vorlaufenden Leistung werden abgegeben?

---

**Lösungsansatz:**

Analog zu EG402. Nur wird hier nach der vorlaufenden Leistung gefragt. Die müssen dann 75% sein.

---

- (A) 75 %
- (B) 50 %
- (C) 25 %
- (D) 29 %

## 14.15 Stehwellenmessgerät (SWR-Meter) I

### Lösungen

**EI401** Ein Stehwellenmessgerät wird eingesetzt bei Sendern zur Messung ...

---

**Lösungsansatz:**

Wir messen das SWR und damit wie gut unsere Antenne angepasst ist.

---

- (A) der Antennenanpassung.
- (B) der Oberwellenausgangsleistung.
- (C) der Bandbreite.
- (D) des Wirkungsgrades.

**EI402** Mit welchem Instrument kann die Anpassung zwischen einem UHF-Sender und der Speiseleitung zur Antenne angezeigt werden?

---

**Lösungsansatz:**

Klar, SWR-Meter.

---

- (A) SWR-Meter
- (B) Universalmessgerät mit Widerstandsanzeige
- (C) Interferometer
- (D) Anpassungsübertrager

**EI403** Wie misst man das Stehwellenverhältnis im Sendebetrieb? Man misst es ...

---

**Lösungsansatz:**

Eine SWR-Messbrücke ist nur eine andere Bezeichnung für SWR-Meter.

---

- (A) mit einer SWR-Messbrücke.
- (B) mit einem Absorptionswellenmesser.
- (C) durch Strommessung am Anfang und am Ende der Speiseleitung.
- (D) durch Spannungsmessung am Anfang und am Ende der Speiseleitung.

**EI404** An welcher Stelle muss ein SWR-Meter eingeschleift werden, um möglichst genaue Aussagen über die Antenne machen zu können? Das SWR-Meter muss eingeschleift werden zwischen ...

---

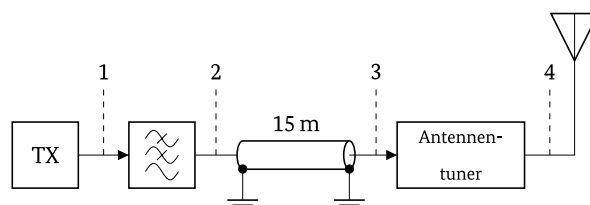
**Lösungsansatz:**

Wir messen idealer Weise am Speisepunkt der Antenne (also zwischen Antennenkabel und Antenne).

---

- (A) Antennenkabel und Antenne.
- (B) Senderausgang und Antennenkabel.
- (C) Zwischen Anpassgerät und Antennenkabel.
- (D) Senderausgang und Antennenanpassgerät.

**EI405** An welchem Punkt sollte das Stehwellenmessgerät eingeschleift werden, um zu prüfen, ob die Antennenanlage gut an den Sender angepasst ist?





---

**Lösungsansatz:**

Hier soll die gesamte Antennenanlage gemessen werden, also müssen wir den LPF berücksichtigen der hier verwendet wird und an Punkt 1 messen.

---

- (A) Punkt 1
- (B) Punkt 2
- (C) Punkt 3
- (D) Punkt 4

### 14.16 Vektorieller Netzwerkanalysator (VNA) I

Ein Vektorieller Netzwerkanalysator misst die sogenannten S-Parameter (Streuparameter), welche die Übertragungs- und Reflexionseigenschaften (Amplitude und Phase) eines Prüflings (z.B. Filter, Kabel, Antenne) als Funktion der Frequenz beschreiben.

#### Lösungen

**EI201** Wozu wird ein "vektorieller Netzwerkanalysator"(VNA) beispielsweise verwendet?

---

**Lösungsansatz:**

Wir können mit einem VNA z.B. Schwingkreise vermessen.

---

- (A) Zur genaueren Bestimmung von Resonanzfrequenzen und Impedanzen von Schwingkreisen und Antennen.
- (B) Zum Aufzeichnen des zeitlichen Verlaufs schneller Wechselströme.
- (C) Zur Überprüfung der Frequenzreinheit eines Senders.
- (D) Zur Bestimmung des Erdungswiderstandes einer Amateurfunkstation.

**EI202** Wie ermittelt man die Resonanzfrequenz eines Schwingkreises? Man ermittelt sie ...

---

**Lösungsansatz:**

Auch ohne VNA können wir über Induktivität und Kapazität die Resonanzfrequenz rechnerisch bestimmen. Mit einem VNA geht dies in der Regel direkt.

---

- (A) durch Messung von  $L$  und  $C$  und Berechnung oder z. B. mit einem vektoriellen Netzwerkanalysator (VNA).
- (B) mit einem Frequenzmesser oder einem Oszilloskop.
- (C) mit einem Digital-Multimeter in der Stellung Frequenzmessung.
- (D) mit Hilfe der S-Meter-Anzeige bei Anschluss des Schwingkreises an den Empfängereingang.

**EI203** Mit welchem Messgerät können Impedanzen, Blindwiderstände und Stehwellenverhältnisse direkt gemessen werden?

---

**Lösungsansatz:**

Dies sollte klar sein. Die falschen Antworten machen auch keinen Sinn. Selbst ein analoges Multi-meter wird nicht ausreichen.

---

- (A) vektorieller Netzwerkanalysator

- (B) analoges Multimeter
- (C) digitales Speicheroszilloskop
- (D) True RMS-Voltmeter

**EI204** Wozu ist ein vektorieller Netzwerkanalysator (VNA) beispielsweise geeignet?

---

**Lösungsansatz:**

Die Impedanz ist der frequenzabhängige Wechselstromwiderstand. Ein VNA ist gut für die Messung geeignet.

---

- (A) Messen von Impedanzen.
- (B) Datenübertragungsraten in Netzwerken erfassen.
- (C) Direkte Messung der Sendeleistung.
- (D) Messen von Oberschwingungen.

**EI205** Welche Maßnahme ist vor Gebrauch eines vektoriellen Netzwerkanalysators (VNA) zusammen mit dem Messaufbau durchzuführen?

---

**Lösungsansatz:**

Viel Messgeräte müssen vor Gebrauch kalibriert werden, insbesondere der VNA. Hierzu werden z.B. am Eingang Kurzschluss, Leerlauf und Anpassung ( $50\ \Omega$ ) gemessen.

---

- (A) Kalibrierung
- (B) Nullpunktabgleich
- (C) Einstellen der Triggerschwelle
- (D) Rauschunterdrückung aktivieren

**EI206** Sie ermitteln die Resonanzfrequenz und die Impedanz ihrer selbstgebauten Antennen mit Hilfe eines vektoriellen Netzwerkanalysators (VNA). Wie könnten Sie die Funktion des Gerätes vorher prüfen?

---

**Lösungsansatz:**

Die Zustände Kurzschluss, Leerlauf und Anpassung haben wir bereits bei Frage EI205 kennengelernt. Damit können wir den VNA überprüfen.

---

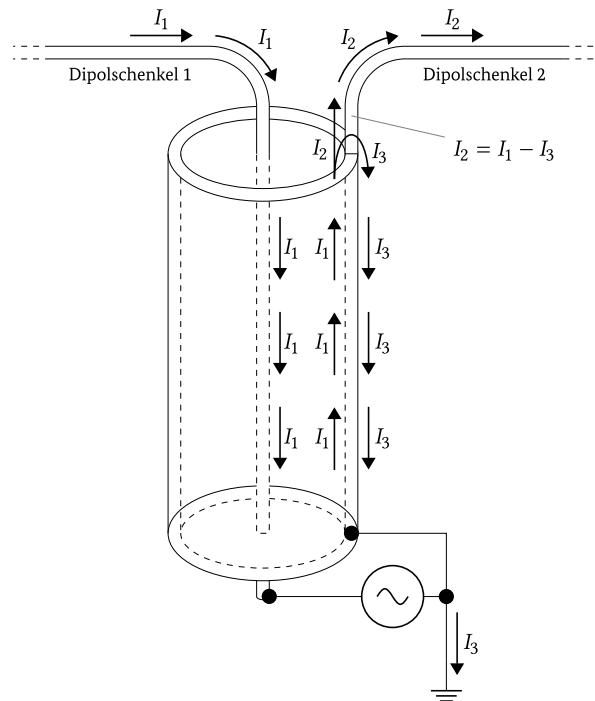
- (A) Durch Prüfen der Anzeigewerte in den Betriebszuständen Kurzschluss, Leerlauf und Anpassung. Das SWR sollte bei Anpassung nahe bei 1, bei Kurzschluss und Leerlauf unendlich sein.
- (B) Durch Prüfen der Anzeigewerte in den Betriebszuständen Leerlauf und Anpassung. Der Messanschluss des Gerätes darf keinesfalls kurzgeschlossen werden.
- (C) Durch Beschalten des Messeingangs am VNA mit einem Abschlusswiderstand. Das angezeigte SWR sollte im gesamten Frequenzbereich größer als 2 sein.
- (D) Durch Beschalten des Messeingangs am VNA mit einem Blindwiderstand. Der Anzeigewert des SWR muss bei allen Frequenzen nahe bei 1 sein.

## 14.17 Mantelwellen I

Ist eine Antenne über ein Koaxialkabel angeschlossen, so ist die HF in Prinzip durch die Abschirmung im inneren des Kabels eingeschlossen. Dennoch kann es vorkommen, dass ein Teil der HF Leistung über den Mantel des Koaxialkabel zurück läuft. Dies geschieht bereits dann wenn an das nicht symmetrische Koaxialkabel eine symmetrische Antenne angeschlossen wird. Dies nennt man **Mantelwellen** oder auch Mantelstrom.

## Lösungen

**EG404** Die Darstellung zeigt die bei Ankopplung eines Koaxialkabels an eine Antenne auftretenden Ströme. Wie wird der mit  $I_3$  bezeichnete Strom genannt?



---

### Lösungsansatz:

Der Strom  $I_3$  läuft auf dem Koaxialkabel zurück. Wir hatten dies im Kapitel als Mantelstrom bezeichnet.

---

- (A) Mantelstrom
- (B) Rückwärtsstrom
- (C) Potentialstrom
- (D) Phantomstrom

**EG405** Mantelwellen auf dem Koaxialkabel zur Antenne ...

---

### Lösungsansatz:

Mantelwellen sind nicht weiter abgeschirmt und können die HF auch in andere Geräte einstrahlen und damit Störungen verursachen.

---

- (A) können zu Störungen anderer Geräte und Störungen des eigenen Empfangs führen.
- (B) sind für die Funktionsweise jeder koaxial-gepeisten Antenne notwendig.
- (C) werden durch Fehlanpassung und Überlastung des Transceivers verursacht.
- (D) werden für die Messung des Stromes beim SWR verwendet.

**EG406** Welche Effekte treten auf, wenn ein Halbwellendipol mit einem Koaxkabel gleicher Impedanz mittig gespeist wird?

---

### Lösungsansatz:

Schließen wir den Halbwellendipol (symmetrisch) direkt an das Koaxialkabel (nicht symmetrisch) an, kommt es zu Mantelwellen.

---

- (A) Die Richtcharakteristik der Antenne wird verformt und es treten Mantelwellen auf.
- (B) Es treten keine nennenswerten Effekte auf, da die Antenne angepasst ist und die Speisung über ein Koaxkabel erfolgt, dessen Außenleiter Erdpotential hat.
- (C) Am Speisepunkt der Antenne treten gegenphasige Spannungen und Ströme gleicher Größe auf, die eine Fehlanpassung hervorrufen.
- (D) Es treten Polarisationsdrehungen auf, die von der Kabellänge abhängig sind.

**EG407** Wozu wird ein Symmetrierglied (Balun) beispielsweise verwendet?

---

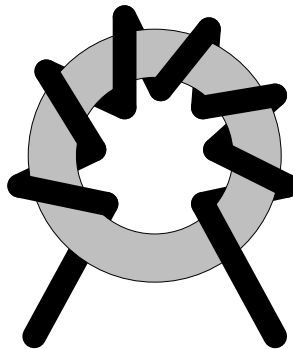
**Lösungsansatz:**

Ein Balun (Balanced / Unbalanced) ist wie die Frage bereits verrät ein Symmetrierglied. Es kann die nicht symmetrischen Signale unseres Koaxialkabels in symmetrische Signale umformen. Damit einem Balun zwischen Koaxialkabel und Antenne sollten weniger (Ideal: keine) Mantelwellen entstehen.

---

- (A) Zum Anschluss eines Koaxialkabels an eine Dipol-Antenne
- (B) Zur Einstellung der Frequenzablage für Relaisbetrieb
- (C) Zur Nutzung einer Wechselspannungsversorgung am Gleichstromanschluss eines Transceivers
- (D) Zur Umschaltung zwischen horizontaler und vertikaler Polarisation einer Kreuz-Yagi-Uda

**EG408** Auf einem Ferritkern sind einige Windungen Koaxialkabel aufgewickelt. Mit diesem Aufbau ...



---

**Lösungsansatz:**

Dies ist der einfache Aufbau eines Balun's den wir in Frage EG407 kennen gelernt haben und damit können wir Mantelwellen dämpfen.

---

- (A) lassen sich Mantelwellen dämpfen.
- (B) lassen sich statische Aufladungen verhindern.
- (C) lässt sich die Trennschärfe verbessern.
- (D) lassen sich Oberwellen unterdrücken.

## 15 Personenschutzabstand

### 15.1 Äquivalente isotrope Strahlungsleistung (EIRP) II

#### Lösungen

**EG501** Die äquivalente isotrope Strahlungsleistung (EIRP) ist ...

---

#### Lösungsansatz:

Ich finde diese Art von Fragen schwierig, da die Antworten alle ähnlich klingen. Es hilft zunächst alle Antworten zu lesen und zu festzustellen wo die Unterschiede sind. Es geht um EIRP und an dem Buchstaben I sollte sofort klar sein, dass es um den isotropen Strahler geht, d.h. Antwort (B) und (D) können sofort ausgeschlossen werden, da es hier um einen Dipol geht. Jetzt schauen wir uns Antwort (C) an und bemerken, dass es um die "höchste Spitze der Modulationshüllkurve" geht. Das hat was PEP (Peak Envelop Power) zu tun ist in der Tat eine falsche Antwort. Also ist (A) richtig.

- 
- (A) das Produkt aus der Leistung, die unmittelbar der Antenne zugeführt wird, und ihrem Gewinn in einer Richtung, bezogen auf den isotropen Strahler.
  - (B) das Produkt aus der Leistung, die unmittelbar der Antenne zugeführt wird, und ihrem Gewinn in einer Richtung, bezogen auf den Dipol.
  - (C) die durchschnittliche Leistung bei der höchsten Spitze der Modulationshüllkurve, die der Antenne zugeführt wird, und ihrem Gewinn in einer Richtung, bezogen auf den isotropen Strahler.
  - (D) die durchschnittliche Leistung bei der höchsten Spitze der Modulationshüllkurve, die der Antenne zugeführt wird, und ihrem Gewinn in einer Richtung, bezogen auf den Dipol.

**EG502** Nach welcher der Antworten kann die EIRP berechnet werden?

---

#### Lösungsansatz:

Wie in Frage EG501 geht es um EIRP also können nur die Antworten mit "isotropen Strahler" richtig sein, dies sind (A) und (C). Wir stellen fest, dass der Gewinn  $G_{\text{Antenne}}$  einmal multipliziert wird und einem addiert. Multiplizieren ist hier Richtig, da  $G$  als Gewinnfaktor verwendet wird (siehe z.B. Formelsymbole in der Formelsammlung)

- 
- (A)  $P_{\text{EIRP}} = (P_{\text{Sender}} - P_{\text{Verluste}}) \cdot G_{\text{Antenne}}$ , bezogen auf einen isotropen Strahler
  - (B)  $P_{\text{EIRP}} = (P_{\text{Sender}} \cdot P_{\text{Verluste}}) \cdot G_{\text{Antenne}}$ , bezogen auf einen Halbwellendipol
  - (C)  $P_{\text{EIRP}} = (P_{\text{Sender}} - P_{\text{Verluste}}) + G_{\text{Antenne}}$ , bezogen auf einen isotropen Strahler
  - (D)  $P_{\text{EIRP}} = (P_{\text{Sender}} - P_{\text{Verluste}}) + G_{\text{Antenne}}$ , bezogen auf einen Halbwellendipol

**EG503** Ein HF-Verstärker für 5,7 GHz speist eine Ausgangsleistung von 250 mW ohne Leitungsverluste direkt in einen Parabolspiegel mit einem Gewinn von 26 dBi ein. Wie hoch ist die äquivalente Strahlungsleistung (EIRP)?

---

#### Lösungsansatz:

Diese Frage ist viel einfacher zu lösen wie es zunächst aussieht. Es geht um einen Parabolspiegel mit 26 dBi = 20 dBi + 6 dBi. Warum den Gewinn gerade so aufteilen? In der Formelsammlung finden wir im Abschnitt Pegel Angaben: Der Gewinnfaktor (Leistung) von 20 dB entspricht Faktor 100. Der Gewinnfaktor von 6 dBi ist 4. Zusammen ergibt sich also der Gewinnfaktor von  $100 \cdot 4 = 400$ . Erwinnere Dich daran: Die Addition in der dB-Rechnung entspricht der Multiplikation wenn wir mit entsprechenden Gewinnfaktoren arbeiten. Also werden die 250 mW um einen Antennengewinn von Faktor 400 verstärkt.

$$250 \text{ mW} \cdot 400 = 100 \text{ W}$$

---

- (A) 100 W
- (B) 61 W
- (C) 6,5 W
- (D) 3,4 W

**EG504** Ein HF-Verstärker für 10,4 GHz speist eine Ausgangsleistung von 5 W direkt in einen Parabolspiegel mit einem Gewinn von 36 dBi ein. Wie hoch ist die äquivalente Strahlungsleistung (EIRP)?

---

**Lösungsansatz:**

Analog zu EG503 zerlegen wir die 36 dBi = 20 dB + 10 dB + 6 dB. Mit den Gewinnfaktoren aus der Umrechnungstabelle in der Formelsammlung ergibt sich:  $100 \cdot 10 \cdot 4 = 4000$ . Also:

$$5 \text{ W} \cdot 4000 = 20\,000 \text{ W}$$

- 
- (A) 20000 W
  - (B) 12195 W
  - (C) 180 W
  - (D) 110 W

**EG505** An einen Sender mit 100 W Ausgangsleistung ist eine Antenne mit einem Gewinn von 11 dBi angeschlossen. Die Dämpfung des Kabels beträgt 1 dB. Wie hoch ist die äquivalente Strahlungsleistung (EIRP)?

---

**Lösungsansatz:**

Wir haben 11 dBi Antennengewinn. Davon können wir aber 1 dB Dämpfung abziehen. In der Formelsammlung (Kapitel Pegel) entspricht dies einem Faktor 10. Also

$$100 \text{ W} \cdot 10 = 1000 \text{ W}$$

- 
- (A) 1000 W
  - (B) 164 W
  - (C) 100 W
  - (D) 1640 W

**EG506** Ein Sender mit 75 W Ausgangsleistung ist über eine Antennenleitung, die 2,15 dB (Faktor 1,64) Kabelverluste hat, an eine Dipol-Antenne angeschlossen. Welche EIRP wird von der Antenne maximal abgestrahlt?

---

**Lösungsansatz:**

Wir haben 75 W Ausgangsleistung. Die Kabelverluste entsprechen ganz genau dem Antennengewinn eines Dipol. Diese Angaben über den Dipol sind in der Formelsammlung (Strahlungsleistung und Gewinn von Antennen).

Da sich Gewinn und Verlust ausgleichen kommen auch 70 W EIRP heraus.

- 
- (A) 75 W
  - (B) 123 W
  - (C) 45,7 W
  - (D) 60,6 W

**EG507** An einen Sender mit 100 W Ausgangsleistung ist eine Dipol-Antenne angeschlossen. Die Dämpfung des Kabels beträgt 10 dB. Wie hoch ist die äquivalente isotrope Strahlungsleistung (EIRP)?

---

**Lösungsansatz:**

Die 10 dB Dämpfung entsprechen einem Faktor von 10. D.h. 100 W Ausgangsleistung werden zu 10 W an der Antenne. Es handelt sich um einen Dipol also müssen wir noch den Antennengewinn mit dem Faktor 1,64 berücksichtigen und bekommen also  $10 \text{ W} \cdot 1,64 = 16,4 \text{ W}$  heraus.

---

- (A) 16,4 W
- (B) 90 W
- (C) 164 W
- (D) 10 W

**EG508** Ein Sender mit 5 W Ausgangsleistung ist über eine Antennenleitung, die 2 dB Kabelverluste hat, an eine Richtantenne mit 5 dB Gewinn (auf den Dipol bezogen) angeschlossen. Welche EIRP wird von der Antenne abgestrahlt?

---

**Lösungsansatz:**

Ähnlich zu Frage EG507! Aus Kabelverlust und Antennengewinn haben wir 3 dB also ein Faktor 2 laut der Umrechnungstabelle. Aus 5 W werden mit dem Faktor 2 also 10 W. Jetzt aber aufpassen: der Antennengewinn was in dB (also in Bezug auf Dipol) angegeben. Um auf EIRP (Bezug Isotropenstrahler) zu kommen müssen wir den Gewinn des Dipols mit dem Faktor 1,64 berücksichtigen. Das Ergebnis ist also auch  $10 \text{ W} \cdot 1,64 = 16,4 \text{ W}$ .

---

- (A) 16,4 W
- (B) 8,2 W
- (C) 41,2 W
- (D) 9,98 W

**EG509** Ein Sender mit 0,6 W Ausgangsleistung ist über eine Antennenleitung, die 1 dB Kabelverluste hat, an eine Richtantenne mit 11 dB Gewinn (auf Dipol bezogen) angeschlossen. Welche EIRP wird von der Antenne maximal abgestrahlt?

---

**Lösungsansatz:**

Aus Antennengewinn und Kabelverlust ergeben sind 10 dB, also Faktor 10 Gewinn. Aus 0,6 W werden also 6 W. Wir berücksichtigen aber noch den Dipol Gewinnfaktor von 1,64 und erhalten:  $6 \text{ W} \cdot 1,64 = 9,84 \text{ W}$

---

- (A) 9,8 W
- (B) 6,0 W
- (C) 7,8 W
- (D) 12,7 W

**EG510** Ein Sender mit 8,5 W Ausgangsleistung ist über eine Antennenleitung, die 1,5 dB Kabelverluste hat, an eine Antenne mit 0 dB Gewinn (auf den Dipol bezogen) angeschlossen. Welche EIRP wird von der Antenne abgestrahlt?

---

**Lösungsansatz:**

Ich gebe zwei mögliche Lösungen an. Der Lösungsweg auf der 50 Ohm Webseite halte ich für unnötig kompliziert!

Zunächst haben wir 1,5 dB Kabelverlust aber einen Dipol mit Gewinn 2,15 dB. In Summe bleiben nur 0,64 dB Gewinn über.

Zunächst die Lösung mit **Überschlagsrechnung**: Schauen wir in der Tabelle die Gewinnfaktoren von 0 dB und 1 dB nach so entspricht dies Faktor 1 bis 1,26. Es gibt aber nur die Antwort (A) die sich aus 8,5 W Ausgangsleistung und solch einem Faktor nahe 1 ergeben könnte.

Eine **exakte Lösung**: In der Formelsammlung im Kapitel “Strahlungsleistung und Gewinn von Antennen” finden wir die Formel

$$G = 10^{\frac{g}{10 \text{ dB}}}$$

. Wir setzen ein um den exakten Gewinnfaktor zu errechnen:

$$G = 10^{\frac{0,64}{10 \text{ dB}}} \approx 1,16$$

.

$$8,5 \text{ W} \cdot 1,16 = 9,86 \text{ W}$$

- 
- (A) 9,9 W
  - (B) 19,7 W
  - (C) 12,0 W
  - (D) 6,0 W

**EG511** Sie möchten für Ihre Sendeanlage keine Anzeige einer ortsfesten Amateurfunkanlage nach § 9 BEMFV abgeben. Wie hoch darf die Sendeleistung für ihre Vertikalantenne mit 5,15 dBi Gewinn ohne Berücksichtigung der Kabelverluste maximal sein, damit die Strahlungsleistung von 10 W EIRP nicht überschritten wird?

---

#### Lösungsansatz:

Dies ist vermutlich eine der Kompliziertesten Fragen im ganzen Katalog der Klasse E. Wenn Du Dir die Antwort (A) mit 3 W merkst, ist dies sicherlich geschickt.

Dennoch geben wir wie bei Frage EG510 wieder zwei Lösungen an:

Zunächst die Lösung mit **Überschlagsrechnung**: Die 5,15 dBi sind annähernd 5 dBi und die können wir zerlegen in  $5 \text{ dBi} = 3 \text{ dBi} + 1 \text{ dBi} + 1 \text{ dBi}$ . Als Gewinnfaktor haben wir also etwa:  $2 * 1,26 * 1,26 = 3,1752$ . Rechnen wir von den maximal 10 W EIRP zurück, ergibt sich:

$$10/3,1752 \approx 3,1494 \text{ W}$$

die wir maximal aussenden können. D.h., auch wenn das Ergebnis denkbar knapp ist, 3 W können wir senden.

Eine **exakte Lösung**: Wir verwenden die Formel aus Frage EG510 um den Gewinnfaktor exakt zu berechnen.

$$G = 10^{\frac{5,15}{10 \text{ dB}}} \approx 3,273$$

Mit dem Gewinnfaktor können wir die maximale Ausgangsleistung mit  $10/3,273 \approx 3,0553$  ermitteln. Knapp aber 3 Watt sollten gerade noch unter dem Grenzwert liegen.

- 
- (A) 3 W
  - (B) 10 W
  - (C) 5 W
  - (D) 2 W

## 15.2 Personenschutzabstand II

Es geht in diesem Kapitel mal wieder um die 10 W EIRP Strahlungsleistung.



## Lösungen

**EK104** Muss ein Funkamateur als Betreiber einer ortsfesten Amateurfunkstelle bei FM-Telefonie und einer Sendeleistung von 6 W an einer 15-Element-Yagi-Uda-Antenne mit 13 dBd Gewinn im 2 m-Band die Einhaltung der Personenschutzgrenzwerte nachweisen?

---

### Lösungsansatz:

Nach all den Fragen in vorherigen Kapitel, sollte unmittelbar klar sein, dass der enorme Antennengewinn von 13 dBd der Yagi Uda Antenne. Problemlos ausreichen um bei 6 W Ausgangsleistung über den Grenzwert zu kommen. Selbst wenn wir den Gewinn mit 10 dBd etwas abrunden und den Gewinn des Dipols unberücksichtigt lassen, sind mit (Gewinnfaktor 10) schon über 10 W EIRP. D.h. ohne Rechnung ist bereits klar, dass wir in dieser Situation die Einhaltung der Personenschutzgrenzwerte nachzuweisen haben.

- 
- (A) Ja, er ist in diesem Fall verpflichtet die Einhaltung der Personenschutzgrenzwerte nachzuweisen.
  - (B) Nein, der Schutz von Personen in elektromagnetischen Feldern ist durch den Funkamateur erst bei einer Strahlungsleistung von mehr als 10 W EIRP sicherzustellen.
  - (C) Ja, für ortsfeste Amateurfunkstellen ist die Einhaltung der Personenschutzgrenzwerte in jedem Fall nachzuweisen.
  - (D) Nein, bei FM-Telefonie und Sendezeiten unter 6 Minuten in der Stunde kann der Schutz von Personen in elektromagnetischen Feldern durch den Funkamateur vernachlässigt werden.

**EK107** 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? Er muss eingehalten werden ...

---

### Lösungsansatz:

Eine Frage der Vorschriften die Du lernen musst, die aber auch Sinn macht.

- 
- (A) von jedem Punkt der Antenne.
  - (B) vom Einspeisepunkt der Antenne.
  - (C) von der Mitte der Antenne, d. h. dort, wo sie am Mast befestigt ist.
  - (D) vom untersten Punkt der Antenne.

## 15.3 Grenzwerte

### Lösungen

**EK101** Die Feldstärkegrenzwerte für den Schutz von Personen in elektromagnetischen Feldern sind von der Frequenz abhängig, weil ...

---

### Lösungsansatz:

Die Antwort sollte klar sein. Ist eine Formulierung die Du Dir merken solltest.

- 
- (A) die Fähigkeit des Körpers, hochfrequente Strahlung zu absorbieren, frequenzabhängig ist.
  - (B) niederfrequente elektromagnetische Felder energiereicher sind als hochfrequente.
  - (C) auf den Amateurfunkbändern unterschiedlich hohe Sendeleistungen zugelassen sind.
  - (D) die spezifische Absorptionsrate bei einigen Frequenzen nicht messbar ist.

**EK102** Mit welchem zeitlichen Bezug ist die Feldstärke für die Einhaltung der Grenzwerte der 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV) zu betrachten?

---

**Lösungsansatz:**

Auch diese Angaben musst Du Dir merken. Quadratisch und 6 Minuten.

---

- (A) Quadratisch gemittelt über 6 Minuten für Grenzwerte nach Anhang 1b, als kurzfristiger Effektivwert für Grenzwerte nach Anhang 1a und als momentaner Spitzenwert für Grenzwerte nach Anhang 3
- (B) Quadratisch gemittelt über 3 Minuten für Grenzwerte nach Anhang 1b, als kurzfristiger Effektivwert für Grenzwerte nach Anhang 1a und als momentaner Spitzenwert für Grenzwerte nach Anhang 3
- (C) Tagsüber maximale Momentanwerte und in den Nachtstunden zwischen Einbruch der Dunkelheit und Sonnenaufgang quadratisch gemittelt über 6 Minuten
- (D) Tagsüber maximale Momentanwerte und in den Nachtstunden zwischen Einbruch der Dunkelheit und Sonnenaufgang quadratisch gemittelt über 3 Minuten

**EK103** Zum Schutz von Personen in elektromagnetischen Feldern sind in bestimmten Fällen auch Grenzwerte für aktive Körperhilfen einzuhalten. Mit welchem zeitlichen Bezug ist die Feldstärke hierbei zu betrachten?

---

**Lösungsansatz:**

Es geht um aktive Körperhilfen. Dein maximales Signal sollte also immer den Grenzwert einhalten.

---

- (A) Als maximaler Momentanwert
- (B) Als minimaler Momentanwert
- (C) Quadratisch gemittelt über 6 Minuten
- (D) Quadratisch gemittelt über 3 Minuten

## 15.4 Näherungsformel I

In diesem Kapitel befassen wir uns mit Fragen wie wird den Personenschutz-Sicherheitsabstand bestimmen können, bzw. wann eine Näherungsformel für die Fernfeldberechnung zum Einsatz kommen kann.

### Lösungen

**EK105** Sie möchten den Personenschutz-Sicherheitsabstand für ihren neuen, fest aufgebauten Halbwelldipol für das 80 m-Band (3,5 - 3,8 MHz) bestimmen. Bei 100 W Sendeleistung errechnen Sie mit Hilfe der Näherungsformel für die Fernfeldberechnung einen erforderlichen Abstand von 3,65 m. Ist dieser Sicherheitsabstand gültig?

---

**Lösungsansatz:**

Hier müssen wir nicht den Personensicherheitsabstand bestimmen. Es wurde aber mit der Formel für die Fernfeldberechnung ermittelt wie müssen lediglich überprüfen ob der Abstand  $d$  ausreicht. Im Abschnitt Strahlungsleistung und Gewinn von Antennen finden wir unter Feldstärke im Fernfeld einer Antenne die Formel und auch die Angabe über den Abstand

$$d > \frac{\lambda}{2 \cdot \pi}$$

Für die Frequenz 3,5 MHz ist

$$\lambda = \frac{300}{3,5} = 85,71 \text{ m.}$$

Wir setzen ein

$$d > \frac{\lambda}{2 \cdot \pi} = \frac{85,71 \text{ m}}{2 \cdot \pi} = 13,64 \text{ m}$$

Da die Rechnung erst ab 13,64 m gültig ist, wir aber laut Frage 3,65 m ermittelt haben, kann die Rechnung nicht verwendet werden. wir müssen z.B. Messen.

- 
- (A) Der errechnete Abstand ist ungültig, da er im reaktiven Nahfeld der Antenne liegt, und muss deshalb durch andere Methoden wie z. B. Messungen der E- und H-Feldanteile, Simulations- oder Nahfeldberechnungen bestimmt werden.
  - (B) Der errechnete Personenschutz-Sicherheitsabstand ist gültig, da Berechnungen mit der Näherungsformel für die Fernfeldberechnung im Amateurfunk hinreichend genau sind.
  - (C) Der errechnete Personenschutz-Sicherheitsabstand muss erst noch mit einem Sicherheitszuschlag ( $\sqrt{2}$ ) multipliziert werden.
  - (D) Der errechnete Personenschutz-Sicherheitsabstand ist akzeptiert, sofern die vor Inbetriebnahme einzureichende Anzeige ortsfester Amateurfunkanlagen gemäß § 9 BEMFV von der Bundesnetzagentur nicht beanstandet wird.

**EK106** Wann ist die Berechnung des Personenschutz-Sicherheitsabstands mit der Näherungsformel für die Fernfeldberechnung auf den Bändern 160 m und 80 m ungültig? Die Berechnung ist ungültig, wenn das Ergebnis kleiner ist als ...

---

**Lösungsansatz:**

Wie in Frage EK105 überprüfen wir nur den Gültigkeitsbereich der Fernfeldberechnung. Wir wissen noch aus der vorherigen Frage, dass der Abstand im 80 m-Band näherungsweise 13,64 m betrug. Wir finden eine sehr ähnliche Angabe in der richtigen Antwort (A). Da  $\lambda$  im Zähler, muss für 160 m etwas der doppelte Abstand gelten, auch dass passt zu Antwort (A). Genau genommen sind die Angaben in Antwort (C) sogar noch kleiner. Diese Berechnungen wären also auch ungültig und Antwort (C) ist auch richtig. Aber die BnetzA lässt nur Antwort (A) zu.

- 
- (A) 160 m-Band: 25,5 m, 80 m-Band: 12,7 m
  - (B) 160 m-Band: 51,0 m, 80 m-Band: 25,4 m
  - (C) 160 m-Band: 12,8 m, 80 m-Band: 6,4 m
  - (D) 160 m-Band: 640 m, 80 m-Band: 320 m

**EK108** Sie möchten den Personenschutz-Sicherheitsabstand für die Antenne Ihrer Amateurfunkstelle für das 10 m-Band und das Modulationsverfahren FM berechnen. Der Grenzwert im Fall des Personenschutzes beträgt 28 V/m. Sie betreiben eine Yagi-Uda-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?

---

**Lösungsansatz:**

In der Formelsammlung finden wir

$$E = \frac{\sqrt{30 \Omega \cdot P_{\text{EIRP}}}}{d}$$
$$d = \frac{\sqrt{30 \Omega \cdot P_{\text{EIRP}}}}{E}$$

Wir haben 7,5 dB - 1,5 dB = 6 dB. Laut Tabelle in der Formelsammlung entspricht dies einem Faktor 4. Da die Antenne mit einem Gewinn in dBd angegeben ist müssen wir noch den Dipol Gewinnfaktor von 1,64 berücksichtigen:  $4 \cdot 1,64 = 6,56$ . Mit der Senderausgangsleistung von 100 W. Also

$$P_{\text{EIRP}} = 100 \text{ W} \cdot 6,56 = 656 \text{ W}$$

Wir setzen ein

$$d = \frac{\sqrt{30 \, \Omega \cdot 653 \, \text{W}}}{28 \text{V/m}} = 5,01 \, \text{m}$$

- 
- (A) 5,0 m
  - (B) 3,9 m
  - (C) 2,5 m
  - (D) 20,7 m

## 16 Sicherheit

### 16.1 Öffnen elektrischer Geräte I

#### Lösungen

**EK203** Mit welchen Gefahren muss beim Öffnen eines vom Netz getrennten Funk- oder anderen elektrisch betriebenen Gerätes gerechnet werden?

---

**Lösungsansatz:**

Diese Frage wäre ohne Gefahren sicher nicht im Katalog! Ohne Strom vom Netz können in Kondensatoren aber immer noch sehr hohe Ladungen gespeichert sein.

- 
- (A) Elektrischer Schlag durch aufgeladene Kondensatoren im Netzteil.
  - (B) Elektrischer Schlag durch Ladungen im Netztransformator.
  - (C) Keine Gefahr, da das Gerät vorher von der Stromversorgung getrennt worden ist.
  - (D) In der Ladedrossel eines Schaltnetzteiles können Spannungen gespeichert sein, die deutlich höher sind als die angelegte Versorgungsspannung.

### 16.2 Blitzzerdung

Antennenanlagen erhöhen in der Regel nicht die Wahrscheinlichkeit, dass ein Blitz einschlägt, aber wenn er einschlägt wird vermutlich eine vorhandene exponierte Antenne das Ziel sein. Deshalb müssen Antennenanlagen auf oder an Gebäuden geerdet bzw. in ein vorhandenes Blitzschutzsystem integriert werden.

#### Lösungen

**EK209** Unter welchen Bedingungen darf eine Gebäudeerdungsanlage für die Antennenerdung verwendet werden?

---

**Lösungsansatz:**

Beim Blitzschutz kein Unterschied zu anderen Anlagen.

- 
- (A) Jede Gebäudeerdungsanlage kann verwendet werden.
  - (B) Für jede Antenne muss eine separate Erdungsanlage unabhängig von der Gebäudeerdungsanlage aufgebaut werden.
  - (C) Wenn die Gebäudeerdung vom Prüf- und Messdienst der Bundesnetzagentur abgenommen wurde.
  - (D) Die Antennenanlage darf nicht über die von der Gebäudeerdungsanlage eingeschlossenen Fläche hinausragen.

**EK210** Welches Material und welcher Mindestquerschnitt kann für eine Erdungsleitung zwischen einem Antennenstandrohr und einer Erdungsanlage nach VDE 0855-300 beispielsweise verwendet werden?

---

**Lösungsansatz:**

Auswendig lernen.

---

- (A) Einzelmassivdraht aus Kupfer (16 mm<sup>2</sup>), Aluminium (25 mm<sup>2</sup>) oder Stahl (50 mm<sup>2</sup>).
- (B) Einzelmassivdraht aus Kupfer (16 mm<sup>2</sup>), Aluminium (25 mm<sup>2</sup>) oder Stahl (25 mm<sup>2</sup>).
- (C) Ein- oder mehrdrähtiger - aber nicht feindrähtiger - Leiter aus Kupfer (10 mm<sup>2</sup>) oder Aluminium (16 mm<sup>2</sup>).
- (D) Ein- oder mehrdrähtiger - aber nicht feindrähtiger - Leiter aus Kupfer (4 mm<sup>2</sup>) oder Aluminium (10 mm<sup>2</sup>).

**EK211** Unter welchen Bedingungen darf das Standrohr einer Amateurfunkantenne auf einem Gebäude mit dem gebäudeeigenen Blitzschutzsystem verbunden werden?

---

**Lösungsansatz:**

Schlüsselwort: Blitzschutzkonzept.

---

- (A) Wenn eine Blitzschutz-Fachkraft die Verbindung des Standrohres der Amateurfunkantenne mit dem Blitzschutzsystem im Blitzschutzkonzept vorsieht.
- (B) Nach den geltenden Vorschriften muss das Standrohr der Amateurfunkantenne mit einem Gebäudeblitzschutzsystem verbunden werden.
- (C) Nach den geltenden Vorschriften muss immer ein getrenntes Blitzschutzsystem für die Amateurfunkantenne aufgebaut werden.
- (D) Wenn für die Verbindungsleitung ein Kupferleiter mit ausreichend großem Querschnitt verwendet wird.

## 16.3 Schutz Erdung und Potentialausgleich I

### Lösungen

**EK208** Welche Maßnahmen müssen zum Personenschutz bei Koaxialkabeln zur Verhinderung von Spannungsunterschieden ergriffen werden?

---

**Lösungsansatz:**

Bei Koaxialkabel ist der Schutz recht einfach zu realisieren. Man verbindet die Schirme aller Koaxialkabel miteinander und schließt sie zusätzlich an die Haupterdungsschiene an.

---

- (A) Die Schirme aller Koaxialkabel von Antennen müssen miteinander und mit der Haupterdungsschiene verbunden werden.
- (B) Für alle Koaxialkabel von Antennen sind Überspannungsableiter vorzusehen.
- (C) Neben der Erdung des Antennenmastes sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich.
- (D) Die Koaxialkabel müssen ein Schirmungsmaß von mindestens 40 dB aufweisen.

## 16.4 Statische Aufladung von Antennen

### Lösungen

**EK206** Auf welchen besonderen Sicherheitsaspekt ist speziell bei ungeerdeten Drahtantennen zu achten?

---

**Lösungsansatz:**

Schon Regen und Hagel.

---

- (A) Bereits durch Regen oder Hagel kann es zu elektrischen Aufladungen der Antenne kommen.
- (B) Durch die Sendeleistung entstehen hohe Spannungen gegen Erde, die eine dickere Isolierung des Antennendrahtes erfordern.
- (C) Bei Sonnenstürmen entstehen elektrische Aufladungen, die hohe Spannungen erzeugen können.
- (D) Durch die fehlende Erdung und den Strombauch im Speisepunkt kann der Mittenisolator zu stark erhitzt werden und durchschmelzen.

**EK207** Wie lassen sich elektrostatische Aufladungen, die insbesondere bei ungeerdeten Drahtantennen auftreten können, wirkungsvoll vermeiden, ohne die Funktion der Funkanlage zu beeinträchtigen?

---

**Lösungsansatz:**

Wir können Ableitwiderstände verwenden. Müssen hochohmig sein, um die Antenne nicht zu beeinflussen.

---

- (A) Durch hochohmige Ableitwiderstände zwischen den Anschlüssen an der Antenne und dem Erdanschluss der Amateurfunkstelle.
- (B) Durch niederohmige Ableitwiderstände zwischen den Anschlüssen an der Antenne und dem Erdanschluss der Amateurfunkstelle.
- (C) Das Einschleifen eines Anpassgerätes zwischen Transceiver und Antenne neutralisiert die Aufladungen.
- (D) Mit Hilfe der Abblockkondensatoren in einem zwischengeschalteten Stehwellenmessgerät.

## 16.5 Berühren von Antennen I

### Lösungen

**EK202** Welche möglichen Gefahren bestehen beim Berühren von im Sendebetrieb befindlichen Antennen?

---

**Lösungsansatz:**

Ohne Gefahr gäbe es diese Frage nicht im Katalog, wir schließen also Antwort (B) und (C) sofort aus. Antwort (D) kann es auch nicht sein, da wir der Antenne keinen Gleichspannung zuführen. Antwort (A) klingt auch direkt logisch.

---

- (A) Verletzungen und Verbrennungen durch hochfrequente Spannungen.
- (B) Keine, da durch den SSkin-Effekt ein Stromfluss durch den menschlichen Körper verhindert wird.
- (C) Keine, sofern die Antenne ordnungsgemäß über ein Blitzschutzsystem mit Erde verbunden ist.
- (D) Stromschlag durch die Gleichspannungsversorgung der Sender-Endstufe, die direkt am Antennenausgang anliegt.

## 16.6 Aufenthalt im Strahlengang

### Lösungen

**EK201** Was ist aus Sicherheitsgründen besonders beim Umgang mit Mikrowellen zu beachten?

---

**Lösungsansatz:**

Du kannst Dich vielleicht noch an den enorm hohen Antennengewinn von Parabolspiegeln erinnern. Jeder der zuhause eine handelsübliche Mikrowelle besitzt sollte also die Antwort direkt auswählen können.

---

- (A) Ein Aufenthalt im direkten Strahlengang von Sendeantennen ist zu vermeiden.
- (B) Der Duty-Cycle des Senders sollte 50 % nicht überschreiten.
- (C) Es ist eine Kopfbedeckung aus Abschirmfolie (z. B. aus Aluminium) zu tragen.
- (D) Zur Einhaltung des Personenschutzes muss EMV-Schutzkleidung getragen werden.