



# Amateurfunk Prüfungsvorbereitung Klasse E

4.6 Sender und Empfänger

# 4.6 Sender und Empfänger

## Methodik und Hinweis auf mögliche Fehler

Die richtigen Lösungen zu den Prüfungsfragen sind aus dem Fragenkatalog bekannt, hier geht es nur um den Weg dorthin.

- Bei Rechenaufgaben bekommst Du einen hoffentlich hinreichend nachvollziehbaren Lösungsweg präsentiert, der Dir zeigt, wie Du auf den richtigen Wert kommst.
- Bei Wissensfragen in Textform bekommst Du eine Argumentation, warum die richtige Lösung richtig und die anderen Lösungsvorschläge falsch sind.
- Außerdem bekommst Du die Hintergrundinformationen, die Du benötigst, um die Wissens-/Textaufgaben lösen zu können. Dies kann in vielen Fällen ausreichend sein, hängt aber auch von Deinen persönlichen Kenntnissen in Mathematik und Physik ab.
- Dieses Lernmaterial kann einen Amateurfunk-Prüfungsvorbereitungskurs vor Ort oder Online und/oder ein Lehrbuch selbstverständlich nicht ersetzen, sondern nur ergänzen.

**Die Unterlage wurden nach bestem Wissen und Gewissen erstellt. Fehler sind jedoch nicht gänzlich auszuschließen ...**

# 4.6 Sender und Empfänger

## Überblick

<u>Kapitel</u>	<u>Thema</u>	<u>Fragen</u>	<u>Anzahl</u>
4.6.1	Empfänger	EF101 – EF102	2
4.6.2	Empfängerstufen	EF201 – EF219	19
4.6.3	Sender und Senderstufen	EF301 – EF310	10
4.6.4	Leistungsverstärker	EF401 – EF405	5
4.6.5	Konverter und Transverter	EF501 – EF505	5
4.6.6	Digitale Signalverarbeitung	EF601 – EF603	3
Summe			44

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.1 Empfänger / Empfängertypen I - Geradeausempfänger

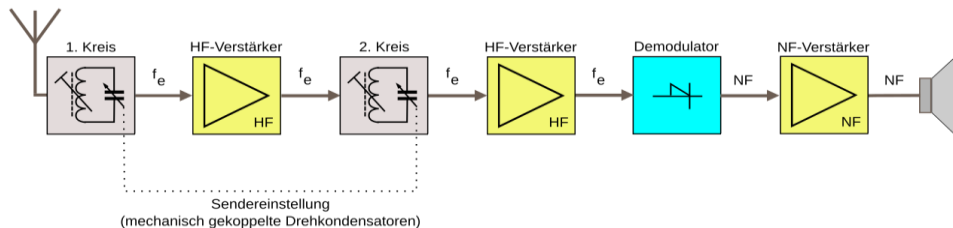
### Geradeausempfänger

#### Einfacher Empfängeraufbau (Technik-Frühzeit!):

- Frequenzselektion, HF-Verstärkung und Demodulation finden auf derselben Frequenz (Empfangsfrequenz) statt – daher „geradeaus“ – daher kein Mischer.
- Kommt noch in **DCF77** Funkuhren vor.
- Einfachste Form: Detektorempfänger

#### Zahl der verwendeten Schwingkreise

- „Einkreiser“, „Zweikreiser“ und „Dreikreiser“, wobei die Synchronizität der verwendeten Schwingkreise zunehmend schwieriger wird.



#### Schematischer Aufbau:

- Signalgemisch der Antenne wird über Schwingkreis selektiert, HF verstärkt, ggf. gefiltert und demoduliert.

#### Vorteile:

- keine Nebenempfangsfrequenzen oder Pfeifstellen.

#### Nachteile:

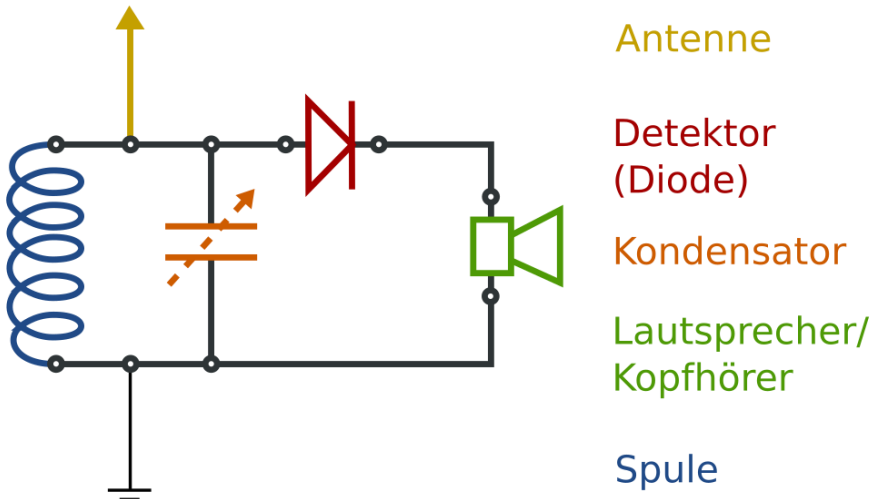
- Genauer Bandpass-Filter bei mehreren Schwingkreisen aufgrund Toleranzen unmöglich.
- **Mangelnde Trennschärfe** (Schwingkreis basierte Filter haben keine ausreichend schmale Bandbreite)
- Hoher Abschirmungs- und Entkopplungsaufwand wegen Rückkopplungen des HF-Verstärkerausgangs mit der Antenne, da „alles“ auf der gleichen Frequenz.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.1 Empfänger / Empfängertypen I – Geradeausempfänger - Detektorempfänger

Schaltbild identifizieren können!

### Geradeausempfänger - Detektorempfänger



#### Einfachste Form des Geradeausempfängers:

- Eingänge für Antenne und Erde
- Schwingkreis als Filter zur Abstimmung auf einen Sender (besser mehrere Schwingkreise)
- Der Sperrkreis erzeugt einen großen Widerstand bei der Resonanzfrequenz, was zu einer entsprechenden Spannung an der Diode führt
- Hüllkurvendemodulator in Form einer Diode (Gleichrichter) – beseitigt Symmetrie und erzeugt pulsierende Gleichspannung.
- Ausgang für hochohmigen Kopfhörer. Dieser kann wegen seiner Trägheit nur in Form von NF schwingen (der Hüllkurve).

Eignung natürlich nur für Amplituden-Modulation.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.1 Empfänger / Empfängertypen II - Überlagerungsempfänger

### Überlagerungsempfänger = Superheterodynempfänger = Superhet = Super

#### Eingangssignal

Die Antenne empfängt das hochfrequente Funksignal (HF-Signal).

#### HF-Verstärker

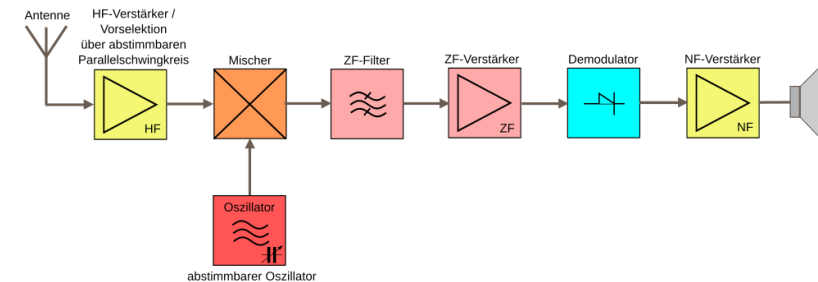
Ein optionaler HF-Verstärker bietet eine erste Selektivität.

#### Mischer

Das Eingangssignal wird mit einem Signal aus einem lokalen Oszillator (LO) gemischt. Der LO erzeugt eine Frequenz, die um den Betrag der Zwischenfrequenz (ZF) von der Empfangsfrequenz abweicht.

#### Zwischenfrequenz (ZF)

Durch die Mischung entsteht eine konstante Zwischenfrequenz. Diese feste ZF ermöglicht eine effiziente Verstärkung und Filterung.



#### ZF-Filter und -Verstärker

Die ZF wird in hochselektiven, filtergekoppelten Verstärkerstufen verarbeitet. Dies bietet den Großteil der Verstärkung und schmalbandige Filterung.

#### Demodulator

Aus der ZF wird das Nutzsignal (z.B. Audio) extrahiert.

#### Abstimmbarer Lokaloszillator

Durch Änderung der LO-Frequenz können verschiedene Sender empfangen werden, während die ZF konstant bleibt.

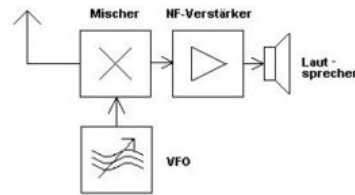
# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.1 Empfänger / Empfängertypen III - Direktüberlagerungsempfänger

**Direktüberlagerungsempfänger = Direktmischempfänger = Homodynempfänger = einfache Form des Super**

### Einfacher Aufbau

- Bandpass
- Mischer
- VFO (Variabler Frequenz-Oszillator)
- NF-Filter



### Direkte Mischung

- Empfangssignal wird direkt mit dem HF-Signal des Lokalen Oszillators (LO) gemischt.

### Oszillatorfrequenz

= **Empfangsfrequenz oder liegt ihr sehr nahe – siehe EF208.**

### Keine Zwischenfrequenz ZF

- Die Oszillatorfrequenz entspricht der Empfangsfrequenz, wodurch das Nutzsignal direkt ins Niederfrequenzspektrum umgesetzt wird.

### Unterschied zum Super

- Die Mischung führt direkt zum Niederfrequenzsignal, ohne eine Zwischenfrequenz zu erzeugen.
- Es gibt keinen ZF-Verstärker, da die Verstärkung und Selektion im NF-Verstärker erfolgen
- Spiegelspektren werden vermieden, da direkt auf die Empfangsfrequenz gemischt wird.

### Einsatz

- Einsatz für CW und SSB
- Häufig in digitalen Übertragungen und bei der digitalen Signalverarbeitung eingesetzt, insbesondere bei Modulationsverfahren mit hoher spektraler Effizienz wie der Quadraturamplitudenmodulation (QAM).

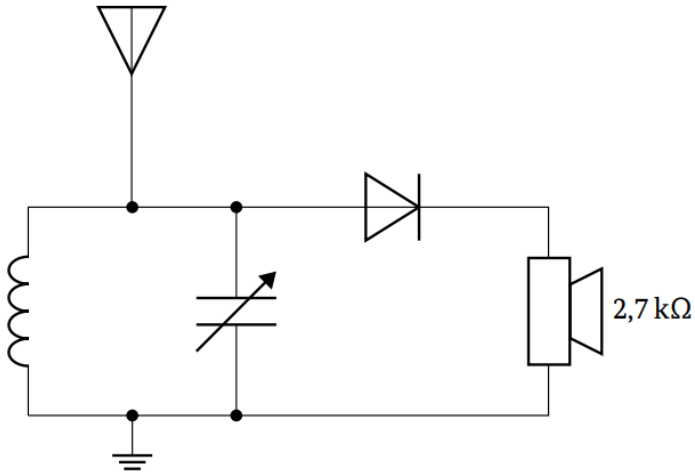
# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.1 Empfänger

**EF101 Was stellt nachfolgende Schaltung dar?**

**Erklärung:**

Siehe vorhergehende Folien



**A** Detektorempfänger

**B** Verstärker

**C** Oszillator

**D** Modulator



# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.1 Empfänger

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

**A** Bessere Trennschärfe

**B** Höhere Bandbreiten

**C** Geringere Anforderungen an die VFO-Stabilität

**D** Wesentlich einfachere Konstruktion

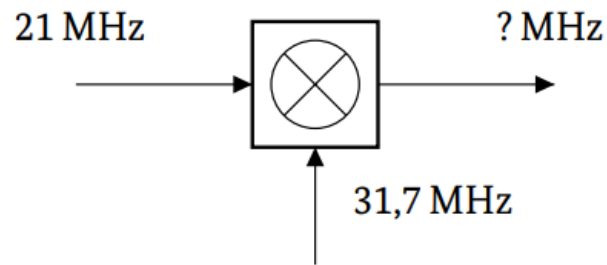
**Erklärung:**

Siehe vorhergehende Folien

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.2 Empfängerstufen

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



- 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

**Lösung / Rechenweg:**

$$f_{m_1} = f_1 + f_2$$
$$f_{m_2} = |f_1 - f_2|$$

*Aufgabenstellung:*

$$f_1 = 21 \text{ MHz}$$
$$f_2 = 31,7 \text{ MHz}$$

*Einsetzen:*

$$f_{m_1} = 21 + 31,7 \text{ MHz} = 52,7 \text{ MHz}$$
$$f_{m_2} = |21 - 31,7| \text{ MHz} = |-10,7| \text{ MHz}$$
$$f_{m_2} = 10,7 \text{ MHz}$$

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.2 Empfängerstufen

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

**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

**Lösung / Rechenweg:**

$$f_{m_1} = f_1 + f_2$$

$$f_{m_2} = |f_1 - f_2|$$

*Aufgabenstellung:*

$$f_1 = 28 \text{ MHz}$$

$$f_2 = 38,7 \text{ MHz}$$

*Einsetzen:*

$$f_{m_1} = 28 + 38,7 \text{ MHz} = 66,7 \text{ MHz}$$

$$f_{m_2} = |28 - 38,7| \text{ MHz} = |-10,7| \text{ MHz}$$

$$f_{m_2} = 10,7 \text{ MHz}$$

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.2 Empfängerstufen

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

**A** 9 MHz und 69 MHz

**B** 9 MHz und 39 MHz

**C** 30 MHz und 39 MHz

**D** 39 MHz und 69 MHz

**Lösung / Rechenweg:**

$$f_{m_1} = f_1 + f_2$$

$$f_{m_2} = |f_1 - f_2|$$

*Aufgabenstellung:*

$$f_1 = 30 \text{ MHz}$$

$$f_2 = 39 \text{ MHz}$$

*Einsetzen:*

$$f_{m_1} = 30 + 39 \text{ MHz} = 69 \text{ MHz}$$

$$f_{m_2} = |30 - 39| \text{ MHz} = |-9| \text{ MHz}$$

$$f_{m_2} = 9 \text{ MHz}$$

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.2 Empfängerstufen

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

**A** 9 MHz und 281 MHz

**B** 127 MHz und 154 MHz

**C** 272 MHz und 290 MHz

**D** 118 MHz und 163 MHz

**Lösung / Rechenweg:**

$$\begin{aligned}f_{m_1} &= f_1 + f_2 \\f_{m_2} &= |f_1 - f_2|\end{aligned}$$

*Aufgabenstellung:*

$$\begin{aligned}f_1 &= 136 \text{ MHz} \\f_2 &= 145 \text{ MHz}\end{aligned}$$

*Einsetzen:*

$$\begin{aligned}f_{m_1} &= 136 + 145 \text{ MHz} = 281 \text{ MHz} \\f_{m_2} &= |136 - 145| \text{ MHz} = |-9| \text{ MHz} \\f_{m_2} &= 9 \text{ MHz}\end{aligned}$$

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.2 Empfängerstufen

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

**A** 9 MHz und 281 MHz

**B** 127 MHz und 154 MHz

**C** 272 MHz und 290 MHz

**D** 154 MHz und 281 MHz

**Lösung / Rechenweg:**

$$f_{m_1} = f_1 + f_2$$

$$f_{m_2} = |f_1 - f_2|$$

*Aufgabenstellung:*

$$f_1 = 136 \text{ MHz}$$

$$f_2 = 145 \text{ MHz}$$

*Einsetzen:*

$$f_{m_1} = 136 + 145 \text{ MHz} = 281 \text{ MHz}$$

$$f_{m_2} = |136 - 145| \text{ MHz} = |-9| \text{ MHz}$$

$$f_{m_2} = 9 \text{ MHz}$$

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.2 Empfängerstufen

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

- 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.

**Erklärung:**

**A:**

Eine Mischstufe sollte gut abgeschirmt sein, um unerwünschte Abstrahlungen zu vermeiden, denn durch Mischer können unerwünschte Frequenzen entstehen.

Eine gute Abschirmung verhindert, dass unerwünschte Signale abgestrahlt werden oder von außen in die Mischstufe eindringen.

**B:**

Niederfrequente Entkopplung nicht ausreichend, um Abstrahlungen im gesamten Frequenzspektrum zu verhindern.

**C:**

Eine fehlende Erdung könnte sogar zu mehr Störungen führen.

**D:**

Eine stabile Verbindung Mischstufe-VFO ist für die präzise Frequenzumsetzung erforderlich ist.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.2 Empfängerstufen

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

**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

**Erklärung:**

**A:**

Sehr effektiv, da ein Metallgehäuse mit seiner leitfähigen Schicht, die das abzuschirmende Objekt vollständig umgibt, als Faradayscher Käfig fungiert und elektro-magnetische Störungen (EMI) sowohl nach innen als auch nach außen abschirmt.

**B:**

Keine Abschirmung würde zu unkontrollierten Abstrahlungen führen – B scheidet aus.

**C:**

Hilfreich, aber nicht ausreichend für eine effektive Abschirmung – C scheidet aus.

**D:**

Ungesiebte, d.h. gleichgerichtete, aber nicht geglättete, somit stark pulsierende, Speisespannung würde sogar zusätzliche Störungen einbringen – D scheidet aus.



# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.2 Empfängerstufen

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

**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.

**Erklärung:**

**A:**

Siehe vorhergehende Folien

**B:**

Eine weit höhere Oszillatorfrequenz würde zu einer hohen ZF führen, was dem Prinzip des Direktüberlagerungsempfängers widerspricht – B scheidet aus.

**C:**

Eine viel niedrigere Frequenz würde nicht die gewünschte direkte Umsetzung ermöglichen – C scheidet aus.

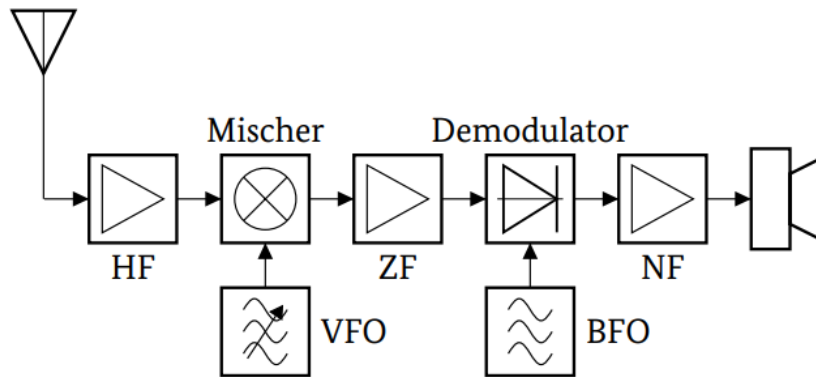
**D:**

Ein Direktüberlagerungsempfänger hat keine Zwischenfrequenz im klassischen Sinne. Ziel ist die direkte Umsetzung ohne Umweg über eine Zwischenfrequenz – D scheidet aus.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.2 Empfängerstufen

**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

**Erklärung:**

**A:**

Der BFO (Beat Frequency Oszillator) ist ein Überlagerungoszillator, der das ZF-Signal (Zwischenfrequenz) eines Empfängers mit einem Hilfsträger überlagert, um Signale ohne eigenen Träger wie CW oder SSB hörbar zu machen – A ist korrekt.

**B:**

Die Mischung zur Erzeugung der ZF erfolgt durch den Mischer, nicht durch den BFO – B scheidet aus.

**C:**

Der BFO dient nicht zur Unterdrückung von Amplitudenüberlagerungen – C scheidet aus.

**D:**

Der BFO wird nicht zur Unterdrückung von FM-Signalen verwendet – D scheidet aus.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.2 Empfängerstufen / Schmale Bandbreite und hohe Trennschärfe

Bandbreite eines Empfangssystems		Trennschärfe	
<ul style="list-style-type: none"><li><b>beschreibt den Frequenzbereich, in dem das System Signale empfangen und verarbeiten kann.</b></li></ul> <p>Ein System mit einer schmalen Empfängerbandbreite kann nur eine begrenzte Frequenzspanne abdecken – dadurch können Signale, die außerhalb dieses Bereichs liegen, effektiv ausgeblendet oder unterdrückt werden.</p> <p>Mit einer schmaleren Bandbreite kann das System benachbarte Signale besser unterscheiden, da weniger Überlappung zwischen den Signalen im Frequenzbereich besteht.</p>		<ul style="list-style-type: none"><li><b>beschreibt die Fähigkeit eines Systems, benachbarte Signale oder Frequenzen zu unterscheiden.</b></li></ul> <p>Eine hohe Trennschärfe bedeutet, dass das System in der Lage ist, benachbarte Frequenzen oder Signale klar voneinander zu trennen.</p> <p>Das führt zu einer besseren Trennschärfe.</p>	
<b>Bessere Selektion</b>	Der Empfänger kann das gewünschte Signal präziser aus dem Frequenzspektrum herausfiltern.		
<b>Unterdrückung von Störsignalen</b>	Benachbarte Frequenzen werden stärker gedämpft, was die Interferenz mit dem Zielsignal reduziert.		
<b>Erhöhte Empfangsqualität</b>	Durch die Reduzierung von Störsignalen wird das Signal-Rausch-Verhältnis verbessert.		
<b>Beschneidung NF-Bandbreite</b>	Zu starke Einengung der Bandbreite kann die NF-Bandbreite (Wiedergabequalität!) beschneiden.		

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.2 Empfängerstufen

### EF210 Wozu führt eine schmale Empfängerbandbreite?

**A** Hohe Trennschärfe.

**B** Niedrige Trennschärfe.

**C** Niedrige Spiegelfrequenzunterdrückung.

**D** Hohe Spiegelfrequenzunterdrückung.

### Erklärung:

**A:**

Siehe vorhergehende Folie

**B:**

falsch, da eine schmale Bandbreite die Trennschärfe erhöht, nicht verringert – B scheidet aus.

**C:**

Eine schmale Bandbreite trägt tatsächlich zur Verbesserung der Spiegelfrequenzunterdrückung bei, da sie unerwünschte Signale außerhalb des gewünschten Frequenzbereichs reduziert – C scheidet aus.

**D:**

Eine schmale Bandbreite kann zur Spiegelfrequenzunterdrückung beitragen, aber der primäre und direktere Effekt ist die Erhöhung der Trennschärfe – D scheidet aus.

# 4.6 Sender und Empfänger

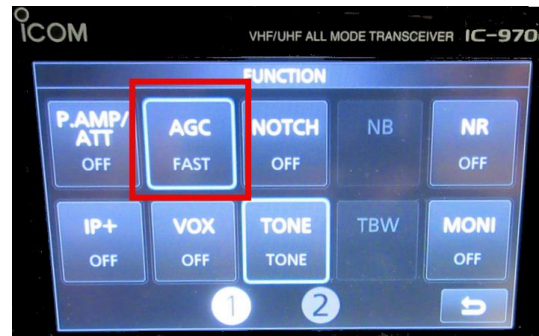
## 4.6.2 Empfängerstufen / Automatic Gain Control (AGC) oder Automatische Verstärkungsregelung

### Automatische Verstärkungsregelung (AGC)

- Mechanismus, der dazu dient, Pegelschwankungen im NF-Ausgangssignal zu reduzieren, die durch Schwankungen im HF-Eingangssignal – z.B. durch Fading – verursacht werden.
- passt die Verstärkung des Empfängers automatisch an die Stärke des empfangenen Signals an, um einen möglichst konstanten Ausgangspegel und damit eine gleichmäßige und klare Signalqualität zu gewährleisten:
  - Bei schwachen Signalen erhöht die AGC die Verstärkung
  - bei starken Signalen wird sie reduziert

Je nach Qualität des Tranceivers lässt sich einstellen, wie schnell oder langsam die AGC auf die Schwankungen reagiert:

- Langsam / Slow – für SSB sinnvoll
- Normal / Medium – für SSB oder CW
- Schnell / Fast – bei CW sinnvoll
- Deaktivieren – bei digitalen Betriebsarten



**Achtung:** Nicht verwechseln mit ALC = Automatic Level Control – betrifft die Aussendung, nicht den Empfang!

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.2 Empfängerstufen

**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**

**Erklärung:**

**A:**

Siehe vorhergehende Folie

**B:**

Das ist ein Mechanismus zur Unterdrückung von Störimpulsen, nicht zur Kompensation von Eingangssignalschwankungen – B scheidet aus.

**C:**

NF-Filter dienen zur Frequenzselektion, nicht zur Pegelregelung – C scheidet aus.

**D:**

Die NF-Vorspannungsregelung bezieht sich auf die Einstellung des Arbeitspunkts von Verstärkern und hat nichts mit der Kompensation von Eingangssignalschwankungen zu tun – D scheidet aus.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.2 Empfängerstufen

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

**A** Automatische Verstärkungsregelung

**B** Automatischer Antennentuner

**C** Automatische Gleichlaufsteuerung

**D** Automatische Frequenzkorrektur

**Erklärung:**

Siehe vorhergehende Folien

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.2 Empfängerstufen / Noise Reduction

### Noise Reduction = Rauschunterdrückungsverfahren

- **technische Methoden im Bereich der Signalverarbeitung, um das unerwünschte Rauschen in einem Nutzsignal zu reduzieren**
- Einsatz spezieller Filter, die bestimmte Frequenzanteile im Signal unterdrücken oder verstärken, um das Verhältnis zwischen Nutzsignal und Rauschen (Signal-to-Noise Ratio, SNR, S/N) zu verbessern.

Andere Definition von SNR:

Verhältnis von relevanter zu irrelevanter Information auf einen Kommunikationskanal.

$$SNR_{dB} = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{P_{Signal}}{P_{Rauschen}} \right)$$

Beispiele:

SNR = 60 für klare Musikaufnahmen

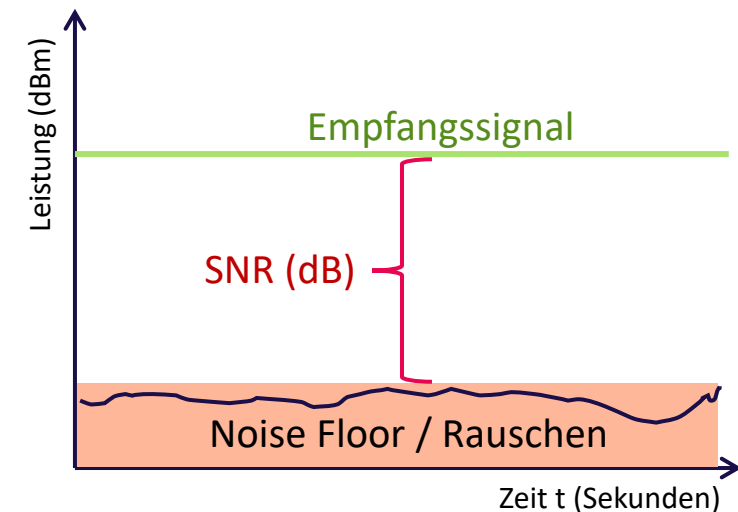
SNR = 90 bei hochwertigen Audioverstärkern

SNR = 110 bei Hi-Fi-Lautsprechern

SNR = 10 für stabile drahtlose Kommunikation

SNR = 20-30 für gute Sprachqualität

SNR = 10-20 Rauschen deutlich wahrnehmbar, Verständlichkeit akzeptabel





# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.2 Empfängerstufen

**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

**Erklärung:**

Siehe vorhergehende Folie

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.2 Empfängerstufen

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

**A Noise Blanker**

**B Notch Filter**

**C Passband Tuning**

**D Automatic Gain Control**

**Erklärung:**

**A:**

Genau dafür sind Noise Blanker konstruiert – A ist korrekt.

**B:**

Eliminierung von Störsignalen auf einer bestimmten Frequenz aber nicht speziell für impulsförmige Störungen – B scheidet aus.

**C:**

Dient zur Anpassung der Durchlassbandbreite des Empfängers, ist aber nicht spezifisch für die Unterdrückung von Impulsstörungen ausgelegt – C scheidet aus.

**D:**

Dient zur Anpassung der Empfängerverstärkung an unterschiedliche Signalstärken, ist aber nicht speziell für die Unterdrückung von Impulsstörungen konzipiert – D scheidet aus.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.2 Empfängerstufen

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

**A** Notchfilter

**B** Tiefpassfilter

**C** Hochpassfilter

**D** Bandpassfilter

**Erklärung:**

**A:**

Ein Notchfilter ist genau für die gesuchte Funktion konstruiert – A ist korrekt.

**B, C:**

Ein Tiefpassfilter/Hochpassfilter lässt alle Frequenzen unterhalb/oberhalb einer bestimmten Frequenz passieren und ist damit im allgemeinen keinesfalls für einen schmalen Frequenzbereich konstruiert – B und C scheiden aus.

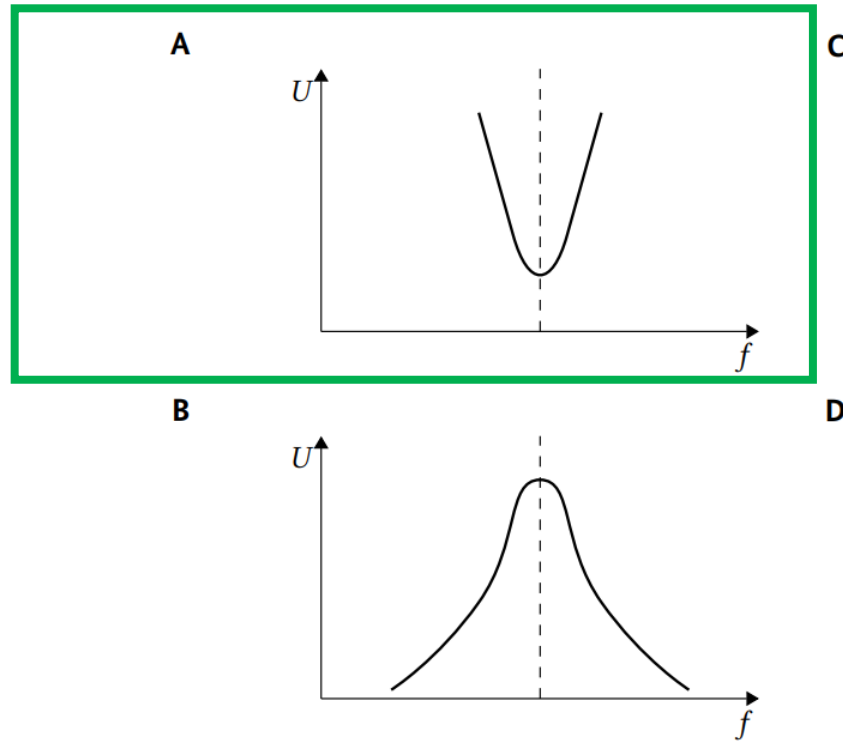
**D:**

Ein Bandpassfilter ist das genaue Gegenteil der gesuchten Baugruppe. Er lässt Frequenzen in einem schmalen Frequenzbereich passieren und unterdrückt sie nicht – D scheidet aus.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.2 Empfängerstufen

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



**Erklärung:**

**A:**

Bei einer bestimmten Frequenz (gestrichelte Linie) drückt der Notchfilter die Spannung und dämpft damit eine spezielle Frequenz zielgenau.  
A ist korrekt.

**B:**

Bandpass-Filter, lässt einen gewissen Frequenzbereich durch und unterdrückt rechts und links davon alle Frequenzen – B scheidet aus.

**C:**

Hochpass-Filter lässt alle höheren Frequenzen ab einer gewissen Grenzfrequenz passieren – C scheidet aus.

**D:**

Schlecht abgestimmter Bandpass-Filter, sog. Sattelbandpass oder Doppelbuckel-Bandpass. Kein Notchfilter – D scheidet aus.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.2 Empfängerstufen

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

**A Dämpfungsglied**

**B ZF-Filter**

**C Rauschsperr**

**D Oszillator**

**Erklärung:**

**A:**

Ein Dämpfungsglied (auch Abschwächer genannt) ist eine effektive Baugruppe zur Verminderung der Übersteuerung eines Empfängereingangs. Es reduziert den Signalpegel am Eingang des Empfängers und verhindert so eine mögliche Übersteuerung der Eingangsstufen – A ist korrekt.

**B, C, D:**

ZF-Filter dienen der Frequenzselektion. Die Rauschsperr (Squelch) unterdrückt Rauschen bei schwachen Signalen und der Oszillator ist für die Erzeugung der für den Empfang notwendigen Referenzfrequenzen notwendig. Diese Baugruppen verhindern aber keine Übersteuerungen am Empfängereingang – B, C und D scheiden aus.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.2 Empfängerstufen / Einsatz von UHF-Vorverstärkern

### UHF-Vorverstärker

- **möglichst nahe an der Antenne platzieren, um die bestmögliche Leistung zu erzielen!**

### Warum?

- **Signalverstärkung**  
Der Vorverstärker kann das schwache Antennensignal direkt am Ort der Entstehung verstärken, bevor es durch Kabelverluste abgeschwächt wird.
- **Verbessertes Signal-Rausch-Verhältnis**  
Durch die Platzierung direkt an der Antenne wird das Signal verstärkt, bevor zusätzliches Rauschen durch lange Kabelstrecken eingeführt wird.
- **Kompensation von Kabelverlusten**  
Die Installation von Vorverstärkern möglichst unmittelbar am Antennen-Speisepunkt hilft, Dämpfungen in den Zuleitungskabeln zwischen Antennen und Shack zu kompensieren.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.2 Empfängerstufen

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

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

**Erklärung:**

**A:**

Siehe vorhergehende Folie

**B:**

Kabelverluste schwächen das Signal ab, bevor es verstärkt werden kann – B scheidet aus.

**C:**

Der UHF-Vorverstärker ist für den Empfang, nicht für das Senden gedacht – C scheidet aus.

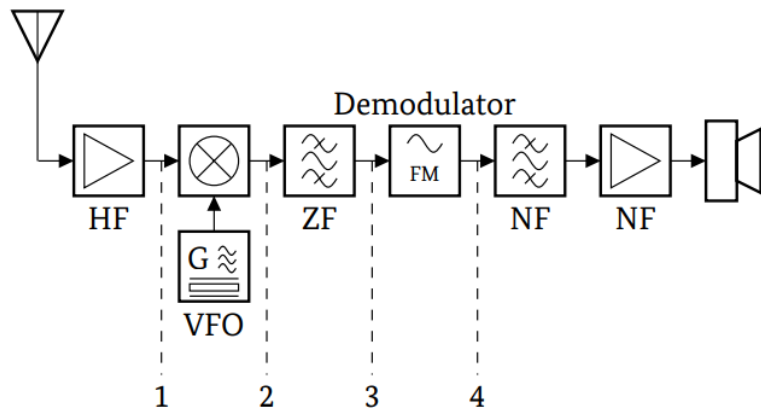
**D:**

Zu spät in der Signalkette – D scheidet wie B aus.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.2 Empfängerstufen

**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?



**Erklärung:**

**A:**

An Punkt 4 liegt das Signal als FM-demoduliertes Audiosignal in der vollen Bandbreite vor, d.h. noch nicht durch ein NF-Filter begrenzt. Hier lässt sich das rohe Audiosignal abgreifen – wichtig für Datenkommunikation und digitale Betriebsarten – A ist korrekt.

**B, C, D:**

An den Punkten 1, 2 und 3 ist das Signal noch frequenzmoduliert und daher nicht als Audiosignal nutzbar – B, C und D scheiden aus.

**A Punkt 4**

**B Punkt 1**

**C Punkt 2**

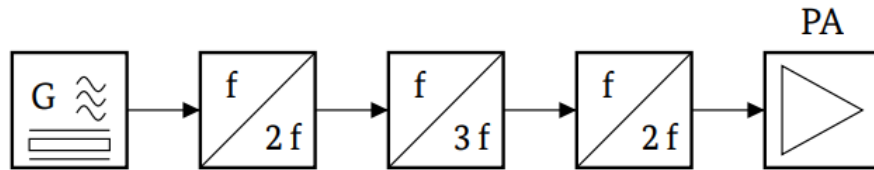
**D Punkt 3**



# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.3 Sender und Senderstufen

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



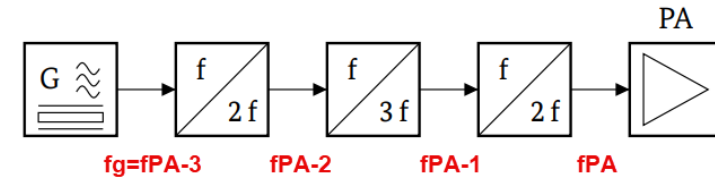
**A** 12,1 MHz

**B** 36,3 MHz

**C** 18,15 MHz

**D** 24,2 MHz

**Lösung / Rechenweg:**



*Rückwärtsrechnen:*

$$f_{PA} = 145,2 \text{ MHz}$$

$$f_{PA-1} = \frac{145,2}{2} \text{ MHz} = 72,6 \text{ MHz}$$

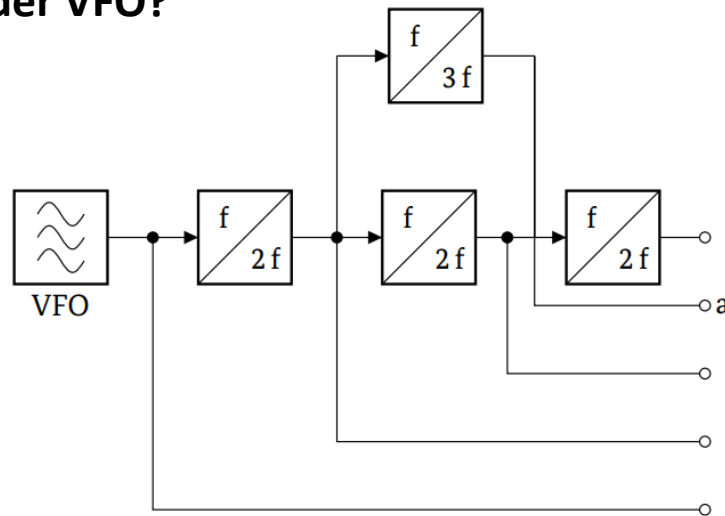
$$f_{PA-2} = \frac{72,6}{3} \text{ MHz} = 24,2 \text{ MHz}$$

$$f_{PA-3} = \frac{24,2}{2} \text{ MHz} = 12,1 \text{ MHz} = f_g$$

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.3 Sender und Senderstufen

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



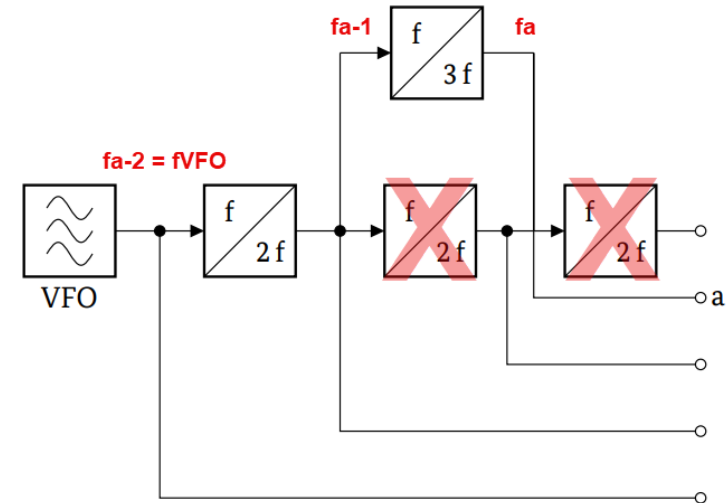
**A** 3,560 MHz

**B** 4,272 MHz

**C** 7,120 MHz

**D** 5,340 MHz

**Lösung / Rechenweg:**



*Rückwärtsrechnen:*

$$f_a = 21,36 \text{ MHz}$$

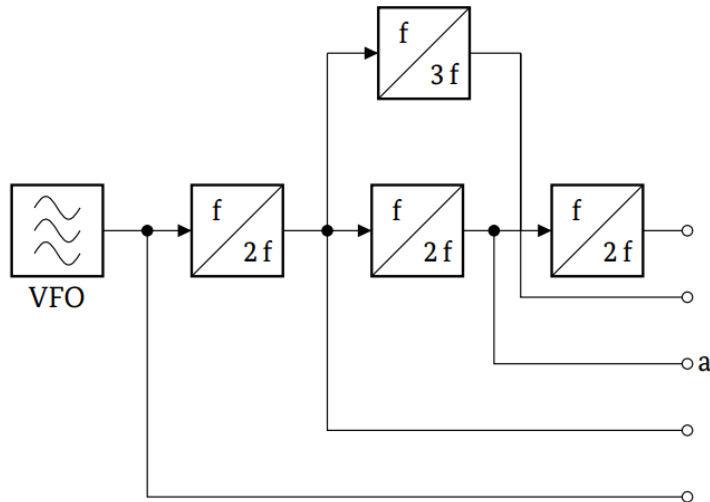
$$f_{a-1} = \frac{21,36}{3} \text{ MHz} = 7,12 \text{ MHz}$$

$$f_{a-2} = \frac{7,12}{2} \text{ MHz} = 3,56 \text{ MHz} = f_{VFO}$$

## 4.6 Sender und Empfänger

### 4.6.3 Sender und Senderstufen

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



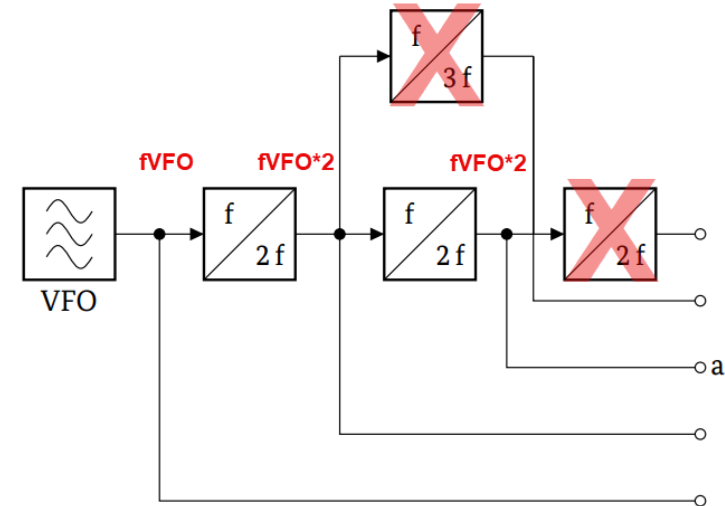
**A** 14,04 MHz

**B** 7,02 MHz

**C** 21,06 MHz

**D** 28,08 MHz

**Lösung / Rechenweg:**



*Vorwärtsrechnen:*

$$f_{VFO} = 3,51 \text{ MHz}$$

$$f_a = f_{VFO} \cdot 2 \cdot 2 = 3,51 \text{ MHz} \cdot 4 = 14,04 \text{ MHz}$$

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.3 Sender und Senderstufen

**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.

**Erklärung:**

**A:**

Schwankende Temperaturänderungen erfolgen i.d.R. langsam und nicht abrupt. Diese beeinflussen Induktivitäten und Kapazitäten im VFO und damit die Frequenz des Oszillators.

**B:**

Schnelle Frequenzsprünge sind untypisch für temperaturbedingte Änderungen, die normalerweise graduell verlaufen – B scheidet aus.

**C, D:**

Diese Aussagen beziehen sich auf Amplitudenänderungen, während Temperatureinflüsse primär die Frequenz beeinflussen, nicht die Amplitude – C und D scheiden aus.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.3 Sender und Senderstufen / ALC – Automatic Level Control

### ALC = Automatic Level Control

- System zur Regelung der Sendeleistung in Funkgeräten, das die **Ausgangsleistung des Senders automatisch anpasst (begrenzt), um Übersteuerung zu verhindern.**

#### Ziel

- Gleichmäßige Leistung und ein sauberes, unverzerrtes Signal
- Zu hohe Ausgangsleistungen verhindern, die zu unerwünschten harmonischen Verzerrungen führen.

#### Der Weg dahin ...

1. Überwachung der Ausgangsleistung der Senderstufe
2. Vergleich mit einem einstellbaren Schwellwert
3. Erzeugung einer Regelspannung, falls Schwellwert überschritten
4. Regelspannung **reduziert die Amplitude des Sendesignals in der vorgelagerten HF-Verstärkerstufe**



ALC nutzen	ALC abschalten
AM, SSB, CW	Digitale Betriebsarten wie FT8, PSK31, da es hier durch ALC-Regulation zu Verzerrungen im Sendesignal kommen kann

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.3 Sender und Senderstufen

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

- 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.

**Erklärung:**

Siehe vorhergehende Folie

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.3 Sender und Senderstufen

Dynamic Compressor	Noise Blanker (NB)
<p><b>Stufe in einem Sender, die die leisen Anteile eines Sprachsignals gegenüber den lauten etwas anhebt.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• D.h. der Dynamikumfang des Sprachsignals verringert sich, die mittlere Lautstärke wird angehoben.</li><li>• D.h. der mittlere Signalpegel des Signals wird angehoben</li></ul> <p>Vorsicht hinsichtlich Übermodulation und Verzerrungen! Zu starke Kompression kann zu Splatter führen und die Verständlichkeit beeinträchtigen.</p>	<p><b>Filter, der kurze Störimpulse im Empfangssignal unterdrückt, z.B.:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zündstörungen von Kraftfahrzeugen</li><li>• Atmosphärische Störungen</li><li>• Andere impulsartige Störgeräusche</li></ul> <p>Der NB funktioniert, indem er kurzzeitige Störspitzen erkennt und für deren Dauer das Empfangssignal stummschaltet. Er ist jedoch weniger wirksam gegen breitbandige Störungen wie das Rauschen von Schaltnetzteilen.</p>
Clarifier = RIT (Receiver Incremental Tuning)	Notchfilter = Kerbfilter
<p>Ermöglicht eine Feinabstimmung der Empfangsfrequenz ohne die Sendefrequenz zu verändern – besonders für:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• SSB-Verbindungen, um die Verständlichkeit der empfangenen Sprache zu optimieren</li><li>• Um leichte Frequenzabweichungen der Gegenstation auszugleichen</li><li>• Bei instabilen Eigenbaugeräten, um der Frequenzdrift zu folgen</li></ul>	<p>Sehr schmalbandiges Filter, das eine bestimmte Frequenz im Empfangssignal unterdrückt.</p> <p>Z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Gezieltes Ausblenden störender Träger oder Pfeiftöne</li><li>• Verbesserung der Signalqualität bei Vorhandensein von Störsignalen auf einer spezifischen Frequenz</li></ul>

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.3 Sender und Senderstufen

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

**A** Dynamic Compressor

**B** Noise Blanker

**C** Clarifier

**D** Notchfilter

**Erklärung:**

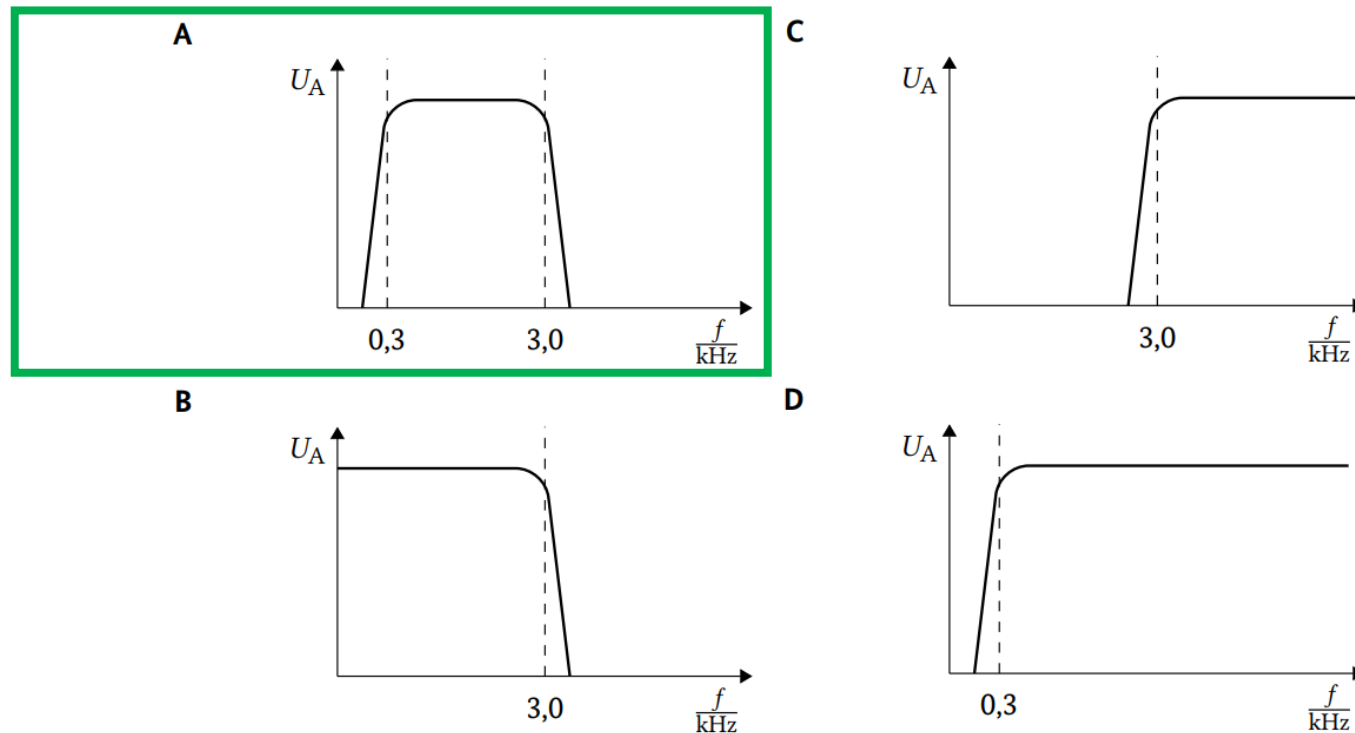
Siehe vorhergehende Folie



# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.3 Sender und Senderstufen

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



**Erklärung:**

**A:**

Bandpass, der den für Sprachverständlichkeit wichtigen Frequenzbereich von 300 – 3000 Hz passieren lässt. Filtert zu hohe und zu niedrige Frequenzen. A ist korrekt.

**B:**

Hochpass, der erst Frequenz ab 3000 Hz passieren lässt, d.h. es wird keine Sprache mehr übertragen. Selbst Gesang (Hoher Sopran) endet bei 1047 Hz – B scheidet aus.

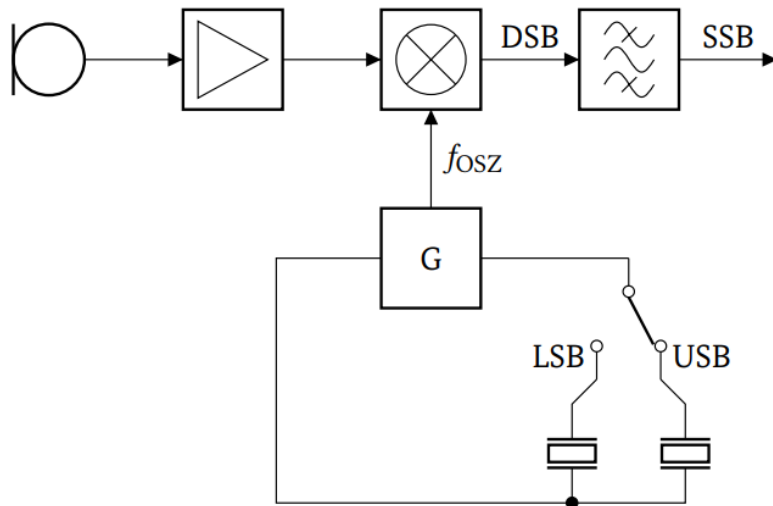
**C, D:**

C (Tiefpass < 3000 Hz) und D (Hochpass > 300 Hz) Für die Verständlichkeit grundsätzlich ok. Es werden aber auch unnötige Frequenzen < 300 Hz bzw. > 300 Hz übertragen, die die Bandbreite erhöhen (z.B. bei SSB) und daher ineffizient sind – C und D scheiden aus.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.3 Sender und Senderstufen

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



**A** ca. 2,5 kHz

**B** ca. 6,0 kHz

**C** ca. 1,0 kHz

**D** ca. 12,5 kHz

**Erklärung:**

**A:**

Für eine gute Sprachverständlichkeit müssen die Frequenzen der menschlichen Stimme von ca. 300 Hz bis 2700 Hz übertragen werden können, entspricht einer Bandbreite von ca. 2400 Hz – A ist korrekt.

**B:**

Zu hohe Bandbreite für Sprachverständlichkeit in SSB – B scheidet aus. Eher eine AM-Bandbreite.

**C:**

Zu geringe Bandbreite für Sprachverständlichkeit in SSB – C scheidet aus.

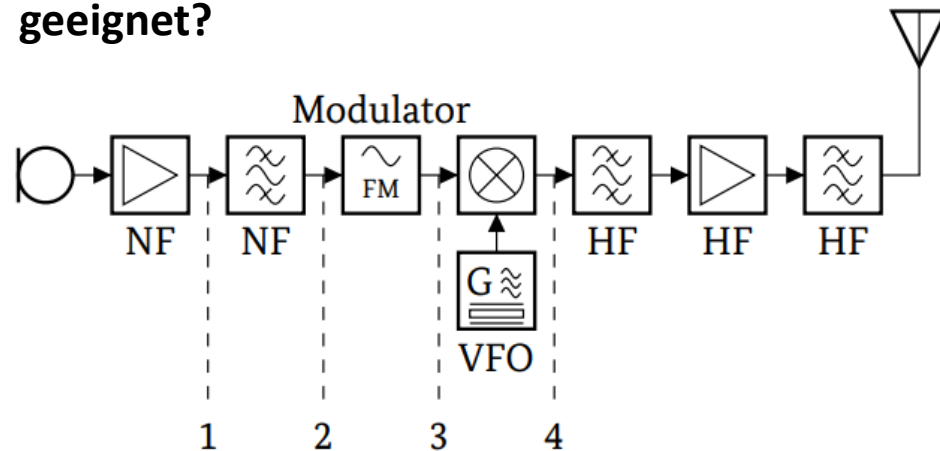
**D:**

Zu hohe Bandbreite für Sprachverständlichkeit in SSB – D scheidet aus.  
12,5 kHz ist eine typische FM-Bandbreite.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.3 Sender und Senderstufen

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



**A** Punkt 2

**B** Punkt 1

**C** Punkt 3

**D** Punkt 4

**Erklärung:**

**A:**

An Punkt 2 kann das Datensignal direkt dem Modulator zugeführt werden, ohne durch zusätzliche Filter oder Verstärker beeinflusst zu werden – A ist korrekt.

**B:**

An Punkt 1 würde das Datensignal durch den NF-Filter begrenzt werden, was die Bandbreite von 9600 Baud einschränken könnte – B scheidet aus.

**C:**

An Punkt 3 würde das Datensignal die FM-Modulation „überschreiben“. Die Bandbreite wäre z.B. nicht kompatibel – C scheidet aus.

**D:**

An Punkt 4 ist das Datensignal (NF) völlig inkompatibel mit dem gemischten HF-Signal – D scheidet aus.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.3 Sender und Senderstufen

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

**A** 2,4 kHz

**B** 800 Hz

**C** 455 kHz

**D** 10,7 MHz

**Erklärung:**

**A:**

Die NF-Bandbreite zur Übertragung menschlicher Sprache ist ca. 2,4 kHz.

AM-Modulation erzeugt zwei SSB-HF-Signale mit derselben Bandbreite (LSB und USB).

Die Bandbreite des Filters muss groß genug sein, um das gewünschte LSB/USB durchzulassen, und gleichzeitig eng genug, um das nicht gewünschte andere zu unterdrücken. A ist also korrekt.

**B:**

800 Hz reichen für ein SSB-Signal nicht aus, eher Bandbreite eines CW-Filters – B scheidet aus.

**C, D:**

455 kHz und 10,7 MHz sind übliche Zwischenfrequenzen bei Empfängern und wesentlich zu groß, um sinnvoll ein SSB-Seitenband zu unterdrücken – C und D scheiden aus.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.4 Leistungsverstärker

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

- 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.

**\*rated output power**

That power available at a specified output of a device under specified conditions of operation. Note: Rated output power may be further described; e.g., maximum rated output power, average rated output power. (ATIS.org, Alliance for Telecommunications Industry Solutions)

**\*Output power**

Peak envelope power measured at the output terminals of the transmitter.  
(3.5 of Technical Specifications for Amateur Radio Equipment, National Communications Commission Taiwan, January 12, 2018)

**Erklärung:**

**A:**

Diese richtige Antwort ist scheinbar so simpel, dass es keine offiziellen Quellen (Normen, Gesetze, Verordnungen) dafür gibt\*.

**B:**

Eher ein Maß für die tatsächlich abgestrahlte Leistung unter Berücksichtigung der Reflexionen – B scheidet aus.

**C:**

Ist nicht die Ausgangsleistung des Senders, sondern bezieht bereits Antennencharakteristik und Umgebungseinflüsse mit ein – C scheidet aus.

**D:**

In jedem Fall inkorrekt, da die Summe in keinem Fall ein sinnvoller Wert ist (eher die Differenz) – D scheidet aus.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.4 Leistungsverstärker / Peak-Envelope-Power (PEP)

**AFuV vom 27. Mai 2024 (siehe auch: Radio Regulations 2024 / 1.157 - peak envelope power (of a radio transmitter))**

§2 Begriffsbestimmungen

7. "Spitzenleistung (PEP)" die Leistung, die der Sender unter normalen Betriebsbedingungen während einer Periode der Hochfrequenzschwingung bei der höchsten Spitze der Modulationshüllkurve durchschnittlich an einen reellen Abschluss-widerstand abgeben kann.

### PEP-Messung mit der Zweiton-Methode

- Ein Zweitonsignal wird generiert, wobei zwei gleich große Signale mit einem Frequenzabstand von etwa 5-50 kHz verwendet werden.
- Zwei Tönen führen zu einer Verdopplung der Amplitude des kombinierten Signals im Vergleich zu einem einzelnen Ton. Dies bedeutet, dass die PEP höher ist und somit ein genaueres Maß für die tatsächliche Leistung des Senders unter Betriebsbedingungen liefert. Die Spitze-Spitze-Spannung  $U_{SS}$  des kombinierten Zweitonsignals kann mit dem Oszilloskop erfasst werden.
- Verzerrungen, die bei der Messung eines einzelnen Tons auftreten können, werden minimiert. Das ermöglicht eine genauere Erfassung der tatsächlichen Leistung, die während der Sprachmodulation oder bei variierenden Signalen auftritt.
- Da PEP als Durchschnittsleistung über einen Radiofrequenzzyklus an der Spitze der Modulationshüllkurve definiert ist, sorgt das Zweitonsignal dafür, dass diese Definition korrekt angewendet wird und die Messung den Anforderungen an die PEP entspricht.
- Es gilt:  $U_{eff} = \frac{U_{SS}}{2 \cdot \sqrt{2}}$  - Wenn man  $R = 50 \Omega$  ansetzt, kann man berechnen:  $PEP = \frac{U_{eff}^2}{R}$

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.4 Leistungsverstärker

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

**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

**Erklärung:**

**A:**

Siehe vorhergehende Folie

**B:**

Ein unmodulierter Träger gibt keine Informationen über die Hüllkurve oder die Spitzenleistung während der SSB-Übertragung – B scheidet aus.

**C:**

Nach dem Antennentuner bedeutet, das hier Reflexionen und anderen Einflüsse enthalten sein können. Dies Messung ist verfälscht – C scheidet aus.

**D:**

Um PEP korrekt zu messen, muss der Sender mit einem modulierten Signal betrieben werden, da dies die Spitzenleistung während der Modulation zeigt – D scheidet aus.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.4 Leistungsverstärker / Begriffsklärung – Typen von Verstärkern

Linearer Verstärker	Nicht-linearer Verstärker
<ul style="list-style-type: none"><li>• verstärkt Eingangssignale ohne Verzerrung. Er arbeitet im linearen Bereich seiner Kennlinie und sorgt dafür, dass die Form des Eingangssignals im Ausgangssignal erhalten bleibt.</li><li>• Wird häufig in Audioanwendungen und Kommunikationssystemen eingesetzt, wo eine hohe Signalqualität erforderlich ist.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ein nichtlinearer Verstärker verstärkt Signale in einem nichtlinearen Bereich, was zu Verzerrungen führen kann.</li><li>• Die Beziehung zwischen Eingang und Ausgang ist nicht proportional.</li><li>• Wird in speziellen Anwendungen eingesetzt, wo bestimmte Verzerrungen gewünscht sind.</li></ul>
Begrenzerverstärker	Vervielfacher
<ul style="list-style-type: none"><li>• nichtlinearer Verstärker, der das Ausgangssignal ab einem bestimmten Pegel begrenzt.</li><li>• Amplitudenschwankungen werden unterdrückt, während die Frequenzänderungen erhalten bleiben.</li><li>• Wird oft in FM-Empfängern verwendet, um Störimpulse zu minimieren und die Signalqualität zu verbessern.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verstärker, der die Frequenz eines Eingangssignals vervielfacht. Dies geschieht typischerweise durch nichtlineare Effekte.</li><li>• Bezieht sich nicht wie die anderen Begriffe auf eine allgemeine Verstärkung sondern auf eine spezielle Funktionalität</li><li>• Häufig in Frequenzsynthesizern und bestimmten Kommunikationssystemen verwendet, um Signale auf höhere Frequenzen zu bringen.</li></ul>



# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.4 Leistungsverstärker

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

**A** Als linearer Verstärker

**B** Als Begrenzerverstärker

**C** Als nichtlinearer Verstärker

**D** Als Vervielfacher

**Erklärung:**

**A:**

Bei SSB ist es wichtig, dass die Informationen, die im Signal enthalten sind, während der Verstärkung nicht verändert werden und keine neuen Frequenzen oder unerwünschte Nebenwellen erzeugt werden, daher ist A korrekt.

**B, C:**

Würde zu Verzerrungen führen, die die Sprachverständlichkeit beeinträchtigen – B und C scheiden aus.

**D:**

Frequenzverdopplungen oder –vervielfachungen sind bei SSB nicht zielführend – D scheidet aus.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.4 Leistungsverstärker

**EF404 Wann sollte ein Sender auf mögliche Oberwellenaus-sendungen überprüft werden?**

- 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.

**Erklärung:**

**A:**

Eine falsche Justierung kann dazu führen, dass der Verstärker nicht mehr im linearen Bereich arbeitet, wodurch Oberwellen erzeugt werden können, die nicht im ursprünglichen Signal enthalten sind – A ist korrekt.

**B:**

Störsignale können durch andere Faktoren verursacht werden, die nichts mit Oberwellen zu tun haben – B scheidet aus.

**C:**

Unnötige Maßnahme, nur bei Änderungen am Sender – C scheidet aus.

**D:**

Keine proaktive Vorgehensweise, sondern eine Reaktion auf ein Symptom, daher nicht die beste Antwort – D scheidet aus.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.4 Leistungsverstärker / Entkopplungskondensatoren

### Entkopplungskondensatoren

- **sorgen dafür, dass Störungen** (insbesondere hochfrequentes Signalrauschen und Spannungs- oder Stromspitzen) **von der Stromversorgung des Systems ferngehalten werden**. Ohne ordnungsgemäße Entkopplung können HF-Störungen die Signalqualität beeinträchtigen, was zu Verzerrungen oder Fehlern in der Datenübertragung führen kann.
- werden typischerweise in der Nähe von Bauteilen wie Leistungsverstärkern, Mikrocontrollern, Spannungsreglern oder HF-Schaltungen eingesetzt.
- Ein gut gewählter Entkopplungskondensator verhindert die Übertragung von hochfrequenten Störungen zwischen verschiedenen Bereichen eines Systems oder zwischen Systemen.

### Wirkprinzip

Kondensatoren wirken als kurzgeschlossene Strecken für hochfrequente Signale und lassen diese in die Masse abfließen, während sie für niedrigfrequente (DC-) Spannungen als Blockade fungieren.

### Häufig als keramische Kondensatoren

Sehr gut geeignet für HF-Anwendungen aufgrund ihres breiten Frequenzbereichs und niedrigen ESR (Equivalent Series Resistance), d.h. schnelle Reaktion des Kondensators bei schnellen Spannungsänderungen.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.4 Leistungsverstärker

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

**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.

**Erklärung:**

**A:**

Entkoppelung ist eine wichtige Maßnahme, dass HF-Störungen nicht in die Stromversorgung eindringen. Schutz der empfindlichen Senderkomponenten vor Störungen, die das Signal beeinträchtigen – A ist korrekt.

**B:**

Niederohmige Verbindung ist notwendig, um ausreichende Ströme zu liefern und Spannungsabfälle zu minimieren. Hochohmige Verbindungen könnten zu einer instabilen Stromversorgung führen – B scheidet aus.

**C:**

Führt zu Erdschleifen/Störungen – C scheidet aus.

**D:**

HF-Störungen dringen leichter ins System ein – D scheidet aus.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.5 Konverter und Transverter / Transverter

### Ein Transverter (= Transceiver + Konverter) ...

- wird zwischen einen Transceiver und eine Antenne geschaltet, um **die Frequenz des Signals zu ändern**.
- ermöglicht es, mit einem vorhandenen Funkgerät auf Frequenzen zu arbeiten, für die es ursprünglich nicht ausgelegt ist (Kostenersparnis!).
- wird häufig im Amateurfunk eingesetzt, um Funkgeräte auf höhere Frequenzen (z.B. VHF, UHF oder SHF) zu erweitern – z.B. die Umwandlung eines 10 m-Band-Signals eines KW-Transceivers in das 2 m-Band.
- verfügt über eine **interne Umschaltung für Sende- und Empfangsmodi**, was ihn von einfachen Konvertern unterscheidet, die nur in eine Richtung (entweder senden oder empfangen) arbeiten.
- **besteht aus einem TX-Zweig (setzt die Sendefrequenz um) und einem RX-Zweig (setzt die Empfangsfrequenz um)**.
- besteht aus **einem oder mehreren Mischern**, die das Eingangssignal mit einer Oszillatorfrequenz kombinieren, um das Ausgangssignal auf die gewünschte Frequenz zu bringen.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.5 Konverter und Transverter

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

**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.

**Erklärung:**

**A:**

(Transceiver)  $10\text{m} \rightleftharpoons 70\text{cm}$  (Antenne)  
Das ist die korrekte Beschreibung eines Transverters, er setzt Sende- und Empfangssignale bidirektional in das jeweils andere Frequenzband um.

**B:**

(Transceiver)  $10\text{m} \leftarrow 70\text{cm}$  (Empfangsantenne)  
(Transceiver)  $70\text{cm} \rightarrow 10\text{m}$  (Sendeantenne)  
Keine Transverter-Funktion – B scheidet aus.

**C:**

Ein Transverter ändert die Frequenz eines Signals, nicht die Modulationsart – C scheidet aus.

**D:**

Ein Transverter ändert die Frequenz eines Signals, nicht die (digitale) Modulationsart – D scheidet aus.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.5 Konverter und Transverter

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

**A** Durch Mischung

**B** Durch Vervielfachung

**C** Durch Frequenzteilung

**D** Durch Rückkopplung

**Erklärung:**

**A:**

Bei der Frequenzumsetzung wird das ursprüngliche Signal (z.B. von einem Transceiver) mit einer bestimmten Oszillatorfrequenz gemischt, um ein neues Signal im gewünschten Frequenzband zu erzeugen. Dies geschieht typischerweise in einem oder mehreren Mischern innerhalb des Transverters – A ist korrekt.

**B, C und D:**

Vervielfachung = Frequenz-Erhöhung, Frequenzteilung = Frequenz-Verminderung und Rückkopplung sind keine Prinzipien eines Transverters, der die Umsetzung zwischen verschiedenen Frequenzbändern vornimmt – B, C und D scheiden aus.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.5 Konverter und Transverter / Blockschaltbild eines Transverters

Das Blockschaltbild zeigt einen Transceiver (rechts), der im 10m-Band arbeitet und eine Antenne (links), die auf dem 2 m-Band empfängt bzw. aussendet.

Man erkennt zwei verschiedene Zweige:

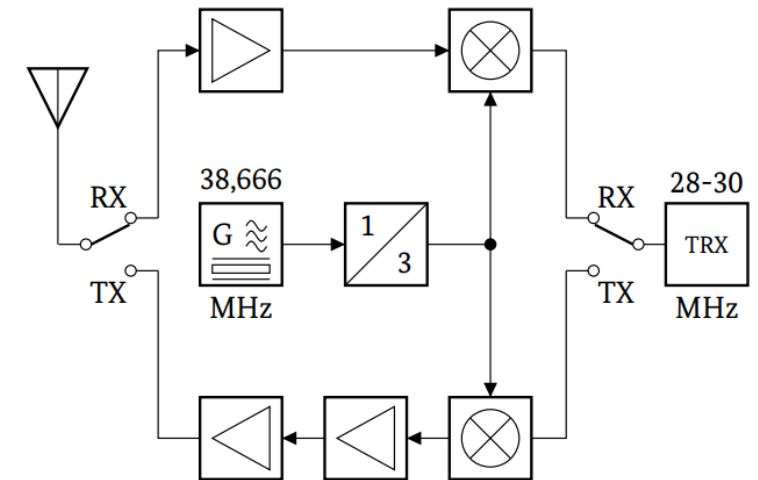
- Den RX-Zweig (oben) für den Empfang und einem Verstärker, dessen Output als ein Input für den Empfangsmischer dient.
- Den TX-Zweig (unten) für das Senden. Hier dient der Output des Transceivers als ein Input für den Sendemischer. Nach dem Mischer ist ein Vor- und ein Leistungsverstärker zu erkennen, bevor der Output an die Antenne geht.

In der Mitte ist ein 38,666 MHz Oszillator zu sehen, dessen Frequenz über den [1/3] Vervielfacher verdreifacht wird (115,998 MHz).

Diese Frequenz wird als weitere Mischfrequenz sowohl für den Empfangsmischer als auch für den Sendemischer verwendet:

**TX:**  
 $28,0/30,0 \text{ MHz} + 115,998 \text{ MHz} = 143,998 \text{ MHz}/145,998 \text{ MHz}$  (Grenzen 2 m-Band)

**RX:**  
 $143,998 \text{ MHz}/145,998 \text{ MHz} - 115,998 \text{ MHz} = 28,0/30,0 \text{ MHz}$  (Grenzen 10m-Band)

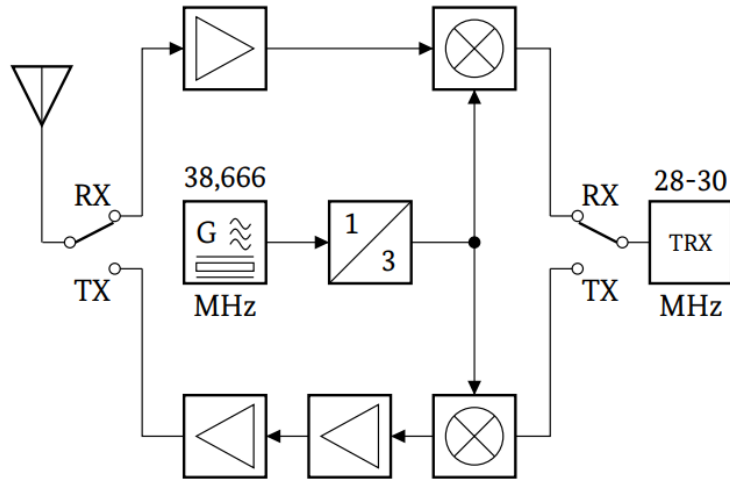




# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.5 Konverter und Transverter

**EF503 Was stellt folgendes Blockschaltbild dar?**



**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

**Erklärung:**

**A:**

Es gibt einen TX- und RX-Zweig, einen TX/RX-Umschalter und einen Oszillator mit Frequenzvervielfacher sowie Mischer – die Bestandteile, die in der richtigen Zusammenschaltung einen Transverter ausmachen.

**B:**

Ein Empfangskonverter hat keinen TX-Zweig und RX/TX-Umschalter – B scheidet aus.

**C:**

Ein Vorverstärker braucht kein TX-Zweig, keine Mischer und zusätzliche Oszillatoren – C scheidet aus.

**D:**

Der Transceiver ist das TRX-Schaltbild (28-30 MHz) ganz rechts – nicht das gesamte Blockschaltbild – D scheidet aus.

## 4.6 Sender und Empfänger

### 4.6.5 Konverter und Transverter / Blockschaltbild einer Konverterschaltung

Ein 144 MHz Signal (2 m-Band, VHF) durchläuft einen Bandpassfilter und bildet den ersten Input für den folgenden Mischer.

Ein 10 MHz temperatur-kontrollierter Oszillator (TCXO) bildet zusammen mit einem externen GPS-Signal den Input für eine PLL (Phase Locked Loop), die ein 2,256 GHz Signal ausgibt, welches als zweiter Input für den Mischer dient.

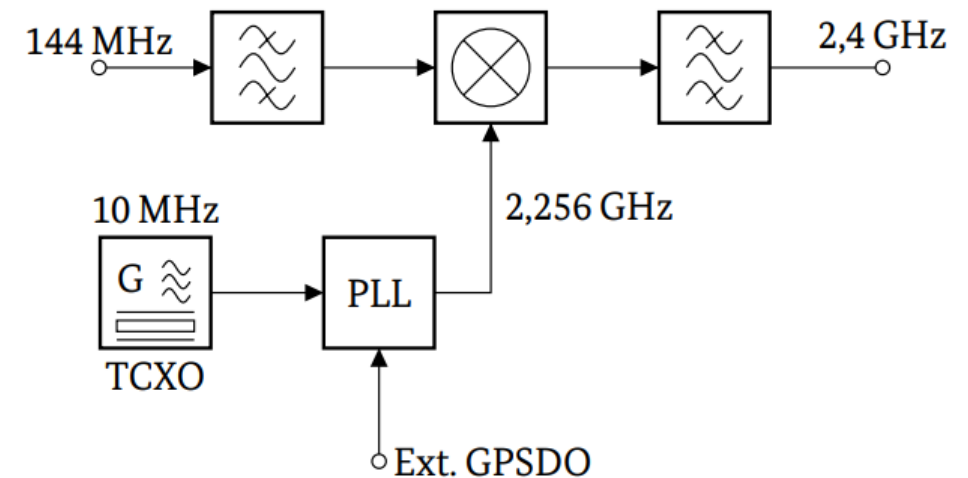
Im Mischer entsteht ein 2,4 GHz Signal und ein 2,112 GHz Signal. Letzteres passiert den Bandpassfilter nach dem Mischer nicht.

**Letztlich wird ein 2m Band Signal in ein 13cm Signal konvertiert, d.h. die Umsetzung erfolgt nur in eine Richtung.**

#### Transverter oder nicht?

Es handelt sich nicht um einen Transverter:

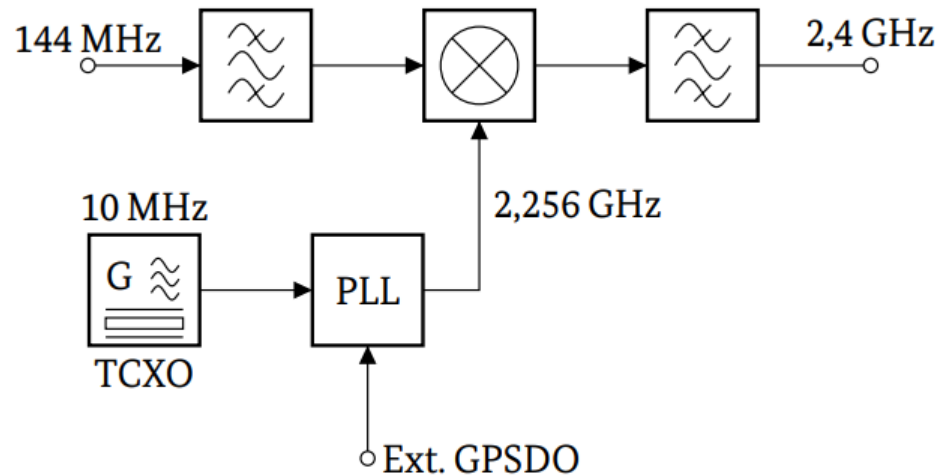
- Die Umsetzung erfolgt nur in eine Richtung (2m/144 MHz nach 13cm/2,5 GHz).
- Ein Transverter hätte einen Sende- und einen Empfangszweig (TX und RX). Es gibt in diesem Blockschaltbild weder einen Sende- noch einen Empfangszweig und genauso wenig eine Umschaltung zwischen beiden Zweigen.



# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.5 Konverter und Transverter

EF504 Was stellt die nachfolgende Schaltung dar?



**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

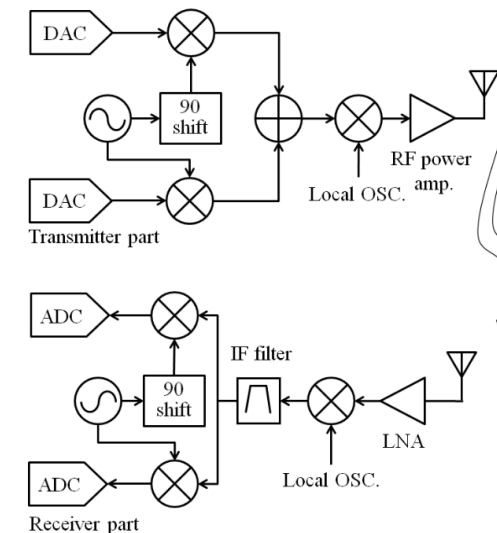
Erklärung:

**A, B, C:**

Siehe vorhergehende Folie

**D:**

Eine I/Q-Mischerstufe enthält Blockschaltbilder zur Erzeugung eines 90° Phasenversatzes. So etwas fehlt hier. D scheidet aus.



# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.5 Konverter und Transverter

**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?**

**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 heruntergemischt wird, verringert sich dadurch die Abweichung.

**C** Da die Frequenz des Oszillators für die Sendefrequenz vervielfacht wird, nehmen die Nebenaussendungen mit zunehmender Frequenzabweichung zu.

**D** Da die Frequenz des Oszillators für die Sendefrequenz heruntergemischt wird, verringert sich bei zunehmender Frequenzabweichung der Modulationsgrad.

**Erklärung:**

**A:**

Ist korrekt, da die Oszillatorfrequenz für die Sendefrequenz vervielfacht wird. Als Konsequenz wird auch jede Abweichung vervielfacht.

**B, D:**

Scheiden damit bereits aus.

**C:**

Die Vervielfachung der Abweichung ist nicht genannt - C scheidet auch aus.

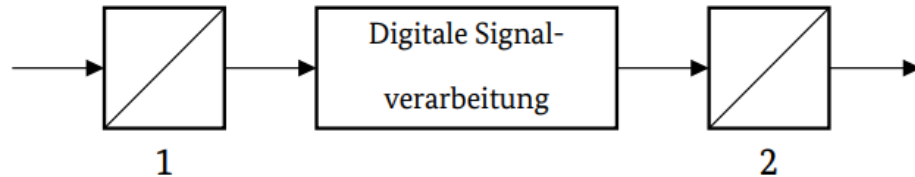
**Zusatzargument:**

Bei schmalbandigen Betriebsarten wie SSB (Single Sideband) führen selbst kleine Frequenzabweichungen zu unakzeptablen Verschiebungen in der Zielfrequenz – wie in A angeführt.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.6 Digitale Signalverarbeitung

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



**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

**Erklärung:**

**A:**

Um analoge Signale digital verarbeiten zu können, müssen sie digital vorliegen, d.h. sie müssen mit einem A/D-Umsetzer von analog in Digital gewandelt werden.

Nach der digitalen Signalverarbeitung müssen die digitalen Signale wieder nach analog gewandelt werden, um sie z.B. am Lautsprecher auszugeben, d.h. es ist eine D/A-Umsetzung erforderlich.

A ist korrekt.

**B, C, D:**

Diese Kombinationen ergeben keinen Sinn, da entweder die digitale Signalverarbeitung nicht erfolgen kann (analoges statt digitales Eingangssignal) oder die Nachverarbeitung nicht erfolgen kann (digitales statt analoges Eingangssignal) – B,C und D scheiden aus.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.6 Digitale Signalverarbeitung

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

**A** digitalisiert werden.

**B** demoduliert werden.

**C** von Rauschen befreit werden.

**D** von Oberschwingungen befreit werden.

**Erklärung:**

**A:**

Digitale Signalverarbeitung setzt ein digitales Format voraus, d.h. das analoge Signal muss zuvor mit einem Analog-Digital-Wandler (A/D) digitalisiert werden – A ist korrekt.

**B:**

Demodulation ist nicht notwendig oder relevant für die digitale Filterung eines analogen Signals – B scheidet aus.

**C:**

Keine Voraussetzung für die digitale Filterung. Tatsächlich kann die Rauschentfernung selbst ein Ziel der digitalen Filterung sein – C scheidet aus.

**D:**

Entfernung von Oberschwingungen = spezifische Art der Filterung und keine Voraussetzung für die digitale Signalverarbeitung – D scheidet aus.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.6 Digitale Signalverarbeitung / SDR

SDR = Software Defined Radio

### Definition

= **wesentliche Teile der Signalverarbeitung in einem SDR-Transceiver oder -Empfänger sind durch Software realisiert.**

Anstelle fest verdrahteter analoger Schaltungen werden die Signale digitalisiert und dann mittels digitaler Signalverarbeitung (DSP) weiterverarbeitet.

#### 1. Flexibilität

Die Eigenschaften des Geräts können durch Softwareänderungen angepasst werden.

#### 2. Digitale Signalverarbeitung

Nach der Analog-Digital-Wandlung (A/D-Wandlung) erfolgt die weitere Verarbeitung digital.

#### 3. Komplexe Signalverarbeitung

SDRs können I/Q-Signale verarbeiten, was eine bessere Spiegelfrequenzunterdrückung ermöglicht.

SDR bedeutet nicht, dass das gesamte Gerät aus Software besteht.

Hardware-Komponenten wie Antennen, Analog-Digital-Umsetzer und Verstärker sind weiterhin notwendig.

# 4.6 Sender und Empfänger

## 4.6.6 Digitale Signalverarbeitung

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

- 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

**Erklärung:**

Siehe vorhergehende Folie