



# Amateurfunk Prüfungsvorbereitung Klasse E

4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

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 ...**

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

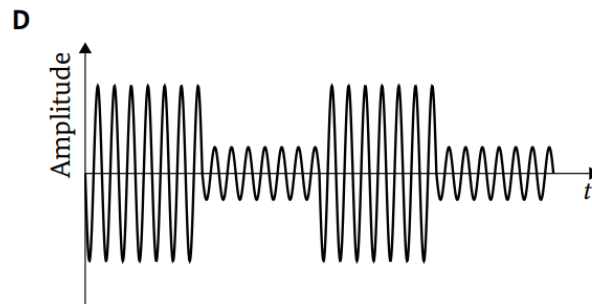
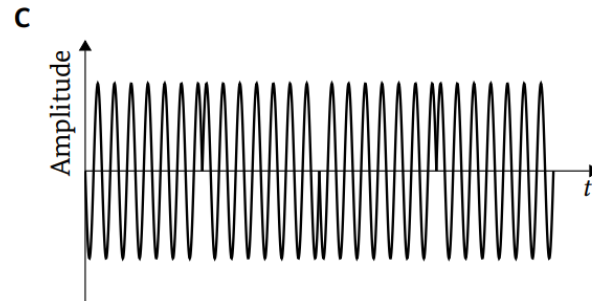
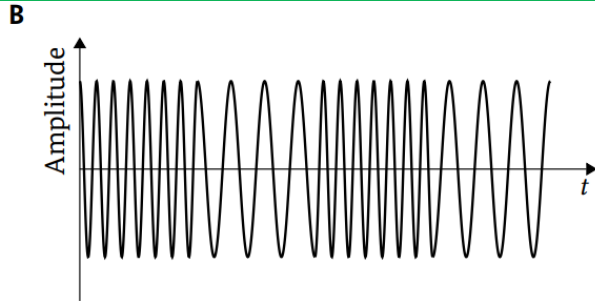
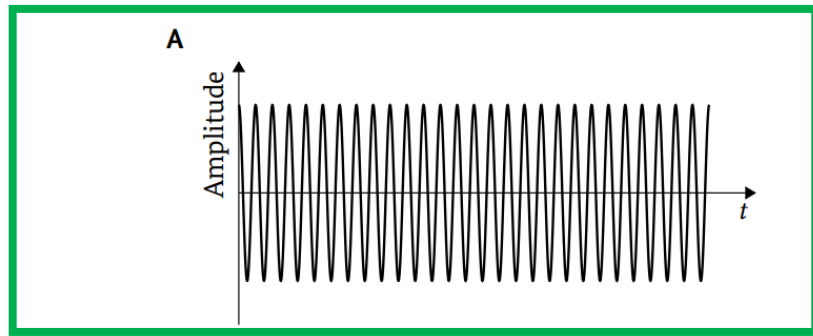
## Überblick

<u>Kapitel</u>	<u>Thema</u>	<u>Fragen</u>	<u>Anzahl</u>
4.5.1	Modulation allgemein	EE101	1
4.5.2	Amplitudenmodulation AM, SSB, CW	EE201 – EE207	7
4.5.3	Frequenz- und Phasenmodulation	EE301 – EE306	6
4.5.4	Digitale Übertragungsverfahren	EE401 – EE415	15
		<b>Summe</b>	<b>29</b>

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.1 Modulation allgemein

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



**Erklärung:**

**A:**

Unmodulierte Sinuswelle, z.B. ein Träger.  
A ist korrekt.

**B:**

Frequenzmoduliertes Signal – B scheidet aus.  
Ein Frequenzumtastungssignal (FSK, Frequency-Shift-Keying), bei dem nur 2 Frequenzen übermittelt werden – B scheidet aus.

**C:**

Phasenumtastungssignal (PSK, Phase-Shift-Keying), hier bleibt die Frequenz unverändert i. G.  
z. FSK – C scheidet aus.

**D:**

Amplitudenumtastungssignal ASK (Amplitude-Shift-Keying) – D scheidet aus.

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.2 Amplitudenmodulation AM, SSB, CW

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

**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.

### Erklärung:

**A:**

AM umfasst das untere und das obere Seitenband sowie den Träger selbst und belegt damit etwas mehr als das Doppelte eines Seitenbandes an Bandbreite. A ist korrekt.

**B, C:**

Die Bandbreitenverhältnisse sind nicht korrekt wiedergegeben. B und C scheiden aus.

**D:**

Diese Aussage ist falsch, da die Seitenbänder Bestandteile des amplitudenmodulierten Trägers sind – D scheidet aus.

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.2 Amplitudenmodulation AM, SSB, CW

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

- 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

**Erklärung:**

**A:**

$AM = HF\text{-Träger} \cdot NF\text{-Signal}$

Dadurch werden Frequenzkomponenten oberhalb und unterhalb der Trägerfrequenz – die Seitenbänder – erzeugt, die jeweils die Bandbreite des NF-Signals besitzen.

A ist korrekt.

**B:**

Einfach falsch – B scheidet aus.

**C:**

Das wäre die Bandbreite des AM-Signals – C scheidet aus.

**D:**

Informationsübertragung benötigt Bandbreite und kann nicht Null sein – D scheidet aus.

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.2 Amplitudenmodulation AM, SSB, CW

**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?

**A** 21,251 MHz

**B** 21,250 MHz

**C** 21,249 MHz

**D** 21,260 MHz

**Lösung / Rechenweg:**

Da es sich um USB handelt, muss 1 kHz addiert werden, um die Frequenz des modulierten HF-Signals zu erhalten:

$$f = 21\,250\,000 + 1\,000 \text{ Hz}$$

$$f = 21\,251\,000 \text{ Hz} = 21,251 \text{ MHz}$$

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.2 Amplitudenmodulation AM, SSB, CW

**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?

**A** 3,648 MHz

**B** 3,648 MHz und 3,650 MHz

**C** 3,652 MHz

**D** 3,648 MHz und 3,652 MHz

**Lösung / Rechenweg:**

Da es sich um LSB handelt, müssen 2 kHz abgezogen werden, um die Frequenz des modulierten HF-Signals zu erhalten:

$$f = 3\,650\,000 - 2\,000 \text{ Hz}$$

$$f = 3\,648\,000 \text{ Hz} = 3,648 \text{ MHz}$$



# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.2 Amplitudenmodulation AM, SSB, CW

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

**A** Verringern der NF-Amplitude

**B** Lauter ins Mikrofon sprechen

**C** Verringern der Squelcheinstellung

**D** Erhöhen der NF-Bandbreite

**Erklärung:**

**A:**

Bei SSB-Sendern steht die Ausgangsleistung in direktem Zusammenhang mit der NF-Amplitude. Eine Verringerung dieser führt zu einer geringeren Modulation des SSB-Signals, was wiederum eine Verkleinerung der Ausgangsleistung zur Folge hat.

**B:**

Lauteres Sprechen ins Mikrofon erhöht die NF-Amplitude und damit die Ausgangsleistung.

**C:**

Die Squelch-Einstellung betrifft hauptsächlich den Empfang und hat keinen direkten Einfluss auf die Sendeleistung.

**D:**

Erhöhung der NF-Bandbreite verringert nicht die Ausgangsleistung, sondern führt zu unerwünschten Nebeneffekten wie Splatter.

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.2 Amplitudenmodulation AM, SSB, CW

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

**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

**Erklärung:**

**A:**

Die Ausgangsleistung eines SSB-Senders hängt direkt mit der NF-Amplitude zusammen. Eine zu geringe Mikrofonverstärkung resultiert in einer niedrigen NF-Amplitude.

Bei SSB-Sendern kann die Leistung durch Verringerung der NF-Ansteuerung reduziert werden, was bei zu geringer Mikrofonverstärkung der Fall ist.

**B, D:**

Störungen auf anderen oder benachbarten Frequenzen werden eher durch eine zu hohe Mikrofonverstärkung hervorgerufen – B und D scheiden aus.

**C:**

Die SSB-Bandbreite wird durch die Filtercharakteristik bestimmt und nicht durch die Mikrofonverstärkung – C scheidet aus.

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.2 Amplitudenmodulation AM, SSB, CW / Bandbreite von CW

**CW-Bandbreite ist abhängig von der Sendegeschwindigkeit.**

Überraschend, da ja nur 2 Informationen (Kurz, Lang) übertragen werden ...?

### 1. Argumentation über die Flankenform

Beim Ein- und Ausschalten des Signals entstehen Flanken. Bei einer höheren Sendegeschwindigkeit sind diese steiler. Steilere Flanken benötigen eine größere Bandbreite.

### 2. Argumentation über die Fourier-Analyse

Ein CW-Signal besteht aus einer Summe von Sinusschwingungen unterschiedlicher Frequenzen. Je schneller die Sendegeschwindigkeit, desto mehr höherfrequente Anteile sind enthalten, desto mehr Bandbreite wird benötigt.

### 3. Argumentation über den Informationsgehalt

Höhere Sendegeschwindigkeit bedeutet mehr Informationen pro Zeiteinheit. Nach dem Shannon-Hartley-Theorem erfordert eine höhere Informationsrate eine größere Bandbreite.

**Näherungsformel für die CW-Bandbreite:**  $B_{CW} [Hz] \approx 4 \cdot WPM$  (*Worte pro Minute*)

**Bei typischen 25 WPM ist die CW-Bandbreite also ca. 100 Hz – im Gegensatz zu AM mit ca. 5,4 kHz und SSB mit ca. 2,5 bis 2,8 kHz.**

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.2 Amplitudenmodulation AM, SSB, CW

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

**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.

**Erklärung:**

Siehe vorhergehende Folie

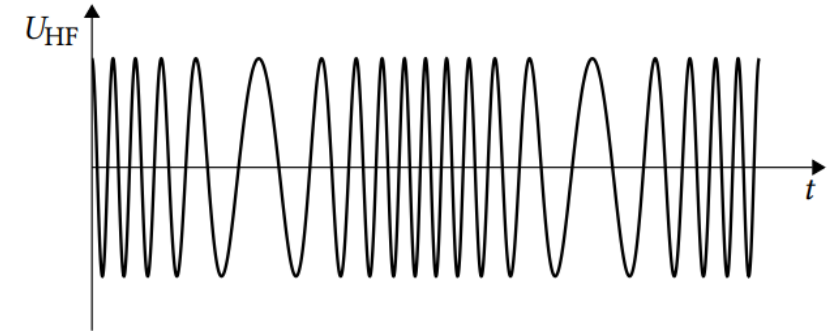
# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.3 Frequenz- und Phasenmodulation / Überblick Frequenzmodulation

### Frequenzmodulation

- Bei der Frequenzmodulation (FM) wird die Frequenz des Trägersignals durch das Nutzsignal (NF-Signal) verändert.
- Die Amplitude bleibt dabei konstant.

FM-Signalverlauf:



Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Höhere Störfestigkeit gegenüber Amplitudenstörungen</b></li><li>• Bessere Audioqualität gegenüber AM oder SSB</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Größere Bandbreite im Vergleich zu AM oder SSB</li><li>• Komplexere Sender- und Empfängertechnik</li></ul>

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.3 Frequenz- und Phasenmodulation / Frequenzhub

### Frequenzhub $\Delta f_T$ = Trägerfrequenzauslenkung

- Ist die halbe Differenz zwischen der höchsten und niedrigsten Momentanfrequenz im FM-Signal:

$$\Delta f_T = \frac{f_{max} + f_{min}}{2}$$

$$\text{Abgeleitet: Der Modulationsindex } \beta = \frac{\Delta f_t}{f_{max}}$$

- Ist die maximale Abweichung der momentanen Frequenz vom der Trägerfrequenz, da die Trägerfrequenz in der Mitte zwischen  $f_{max}$  und  $f_{min}$  liegt.

### Eigenschaften

- **Der Frequenzhub ist direkt proportional zur Amplitude des modulierenden Signals (Lautstärke).**
- **Ein größerer Frequenzhub führt zu einer größeren belegten Bandbreite der HF-Aussendung**
- Ein größerer Frequenzhub führt aber auch zu einem besseren Rauschabstand zum Signal.

### Typischer Wert

- $\Delta f_T = 3 \text{ bis } 5 \text{ kHz}$  für Schmalband-FM (Narrow Band FM, NBFM)

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.3 Frequenz- und Phasenmodulation / Frequenzmodulation Bandbreite

### Carson-Formel zur Abschätzung der Bandbreite bei FM-Modulation:

$$BW \approx 2(\Delta f + f_{NF})$$

BW = Bandbreite des FM-Signals

$\Delta f$  = Frequenzhub

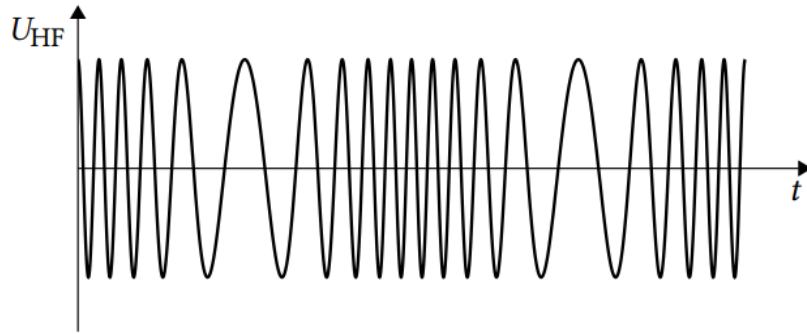
$f_{NF}$  = maximale Frequenz des NF-Signals

Parameter	Schmalband-FM (NFM)	Breitband-FM (WFM)
Frequenzhub $\Delta f$	Gering (< 5 kHz)	Hoch (> 75 kHz)
Bandbreite	Schmal (z.B. 12,5 kHz)	Breit (z.B. 200 kHz)
Anwendung	Funkgeräte, AFU	UKW-Rundfunk, TV-Ton

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.3 Frequenz- und Phasenmodulation

EE301 Welches Modulationsverfahren zeigt das Bild?



**A** FM

**B** AM

**C** USB

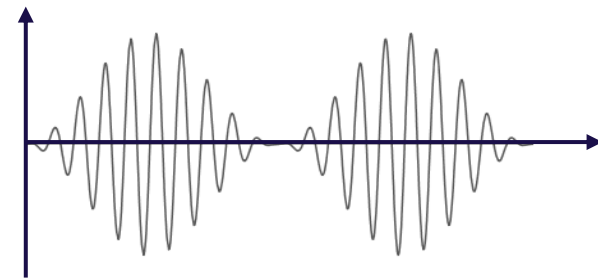
**D** LSB

Erklärung:

**A:**

Es handelt sich um ein FM-Signal. Genauer: ein FSK-Signal (nur 2 Frequenzen).

**B:**



**C:**

USB ist eine AM mit Unterdrückung des unteren Seitenbandes und des Trägers – C scheidet aus.

**D:**

LSB ist eine AM mit Unterdrückung des oberen Seitenbandes und des Trägers – D scheidet aus.



# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.3 Frequenz- und Phasenmodulation

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

**A** geringeren Beeinflussung durch Amplitudenstörungen.

**B** geringen Anforderungen an die Bandbreite.

**C** größeren Entfernungsüberbrückung.

**D** geringeren Leistungsaufnahme bei fehlender Modulation.

### Erklärung:

**A:**

Bei FM bleibt die Stärke des Signals immer gleich, da die Information in die Frequenz des Signals gepackt wird.

Das macht FM-Signale weniger anfällig für Störungen der Amplitude.

**B:**

FM benötigt eine größere Bandbreite als SSB – B scheidet aus.

**C:**

SSB ermöglicht i.d.R. eine größere Reichweite als FM bei gleicher Sendeleistung – C scheidet aus.

**D:**

Die Leistungsaufnahme ist bei FM konstant, während sie bei SSB bei fehlender Modulation geringer sein kann – D scheidet aus.

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.3 Frequenz- und Phasenmodulation

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

**A** FM

**B** SSB

**C** DSB

**D** AM

**Erklärung:**

**A:**

FM wird am wenigsten durch Amplitudenstörungen in Kraftfahrzeugen beeinträchtigt. Dies liegt daran, dass bei FM die Information in der Frequenz des Signals und nicht in der Amplitude codiert ist.

A ist korrekt.

**B, C, D:**

SSB, DSB (double-side-band) und AM gehören alle zur Familie der Amplitudenmodulation.

Diese sind daher besonders anfällig für Störungen der Amplitude.

B, C und D scheiden aus.

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.3 Frequenz- und Phasenmodulation

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

**A** einer größeren HF-Bandbreite.

**B** einer Erhöhung der Senderausgangsleistung.

**C** einer Erhöhung der Amplitude der Trägerfrequenz.

**D** einer Reduktion der Amplituden der Seitenbänder

**Erklärung:**

Siehe vorhergehende Folie

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.3 Frequenz- und Phasenmodulation

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

A Hubeinstellung.

B HF-Begrenzung.

C Vorspannungsreglereinstellung.

D Trägerfrequenz.

**Erklärung:**

**A:**

Siehe vorhergehende Folien.  
A ist korrekt.

**B:**

Die HF-Begrenzung betrifft die Amplitude des HF-Signals, nicht aber die Bandbreite des FM-Signals – B scheidet aus.

**C:**

Vorspannungseinstellung betrifft die Arbeitspunkteinstellung von Verstärkern und hat nichts mit der Bandbreite eines FM-Signals zu tun – C scheidet aus.

**D:**

Führt zu einer Aussendung auf einer anderen Frequenz, aber nicht zu einer Verminderung der Bandbreite – D scheidet aus.

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.3 Frequenz- und Phasenmodulation

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

- 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.

**Erklärung:**

**A:**

Bei der Frequenzmodulation (FM) wird die Lautstärke-Information durch die Größe der Trägerfrequenzauslenkung (Frequenzhub) übertragen. Sie ist proportional zur Amplitude des modulierenden Signals. Ein lauterer NF-Signal führt zu einer größeren Trägerfrequenzauslenkung. A ist korrekt.

**B, C:**

Die Häufigkeit der Trägerfrequenzänderung oder des Frequenzhubes bestimmt die Tonhöhe (Frequenz) des Signals, nicht die Lautstärke – B und C scheiden aus.

**D:**

Bei FM bleibt die Amplitude des HF-Signals konstant – D scheidet aus.

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.4 Digitale Übertragungsverfahren / Symbolrate und Datenübertragungsrate

Symbolrate = „Baudrate“	Datenübertragungsrate
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>gibt an, wie viele Symbole pro Sekunde übertragen werden – gemessen in Baud (Bd).</b></li><li>• Ein Symbol kann mehrere Bits darstellen, abhängig von der Modulationstechnik.</li><li>• Bei binären Modulationsverfahren, wo jedes Symbol nur zwei Zustände hat, entspricht die Symbolrate der Datenübertragungsrate.</li><li>• Beispiel: Wenn ein System 1000 Symbole pro Sekunde überträgt und jedes Symbol ein Bit repräsentiert, beträgt die Symbolrate 1000 Bd und die Bitrate ebenfalls 1000 bit/s.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>beschreibt die Menge an Daten, die pro Zeiteinheit übertragen wird, gemessen in in Bits pro Sekunde (bit/s).</b></li><li>• berücksichtigt die Anzahl der Bits, die pro Symbol übertragen werden. Wenn ein Symbol mehrere Bits repräsentiert, ist die Datenübertragungsrate höher als die Symbolrate.</li></ul> $\text{Datenübertragungsrate} \left[ \frac{\text{bit}}{\text{s}} \right] = \text{Symbolrate [Bd]} \cdot \frac{\text{Anzahl bit}}{\text{Symbol}}$ <ul style="list-style-type: none"><li>• Beispiel: Wenn ein System 1000 Symbole pro Sekunde überträgt und jedes Symbol 2 Bits darstellt, beträgt die Bitrate 2000 bit/s – die Symbolrate aber 1000 Bd.</li></ul>

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.4 Digitale Übertragungsverfahren

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

**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).

### Erklärung:

**A:**

Bandbreite – Frequenzen – Hz ist korrekt.  
Datenübertragungsrate – Datenmenge pro Zeiteinheit – Bit/s ist korrekt.

**B:**

Bandbreite ist ein Frequenzumfang, keine Datenmenge. Datenübertragungsrate wird bezieht sich nicht auf Symbole und Baud, sondern Bit/s – B scheidet aus.

**C:**

Die Datenübertragungsrate entspricht nur in Sonderfällen der Symbolrate, nicht allgemein – C scheidet aus.

**D:**

Symbolrate wird in Baud angegeben, nicht in Bit/s – D scheidet aus.

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.4 Digitale Übertragungsverfahren

**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?**

**A Einseitenbandmodulation (SSB)**

**B Frequenzmodulation (FM)**

**C Amplitudenmodulation (AM)**

**D Phasenmodulation (PM)**

**Erklärung:**

**A:**

Bei SSB bleibt die Bandbreite des NF-Signals erhalten und wird so in HF umgesetzt.

**B:**

Nach der Carson-Formel  $BW \approx 2(\Delta f + f_{NF})$  zur Abschätzung der Bandbreite bei FM ergibt sich selbst bei minimalem Frequenzhub  $\Delta f$  die doppelte Bandbreite des NF-Signals – B scheidet aus.

**C:**

Bei AM verdoppelt sich die Bandbreite – C scheidet aus.

**D:**

Da PM und FM eng verwandt sind (beides Winkelmodulationsverfahren) gilt auch hier die Carson-Formel (s.o.), da  $\Delta f \sim \Delta\varphi$ , dem Phasenhub – D scheidet aus.



# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.4 Digitale Übertragungsverfahren

**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?

**A** 50 Hz

**B** 100 Hz

**C** 25 Hz

**D**  $\sqrt{2} \cdot 50$  Hz

**Erklärung:**

**A:**

**Die HF-Bandbreite eines SSB-Signals entspricht genau der Bandbreite des modulierenden NF-Signals.**

Dies ist einer der Vorteile der SSB-Modulation, da sie eine effiziente Nutzung des Frequenzspektrums ermöglicht.

Bei SSB wird nur ein Seitenband übertragen, während der Träger und das andere Seitenband unterdrückt werden.

Dadurch wird die benötigte Bandbreite im Vergleich zur Amplitudenmodulation (AM) halbiert.

A ist korrekt.

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.4 Digitale Übertragungsverfahren

**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?

- 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.

**Erklärung:**

**A:**

Die Anzahl der empfangbaren Signale hängt von der Art der digitalen Signale ab. **Einige digitale Betriebsarten benötigen weniger Bandbreite als andere, was es ermöglicht, mehrere Signale innerhalb der 2,4 kHz SSB-Bandbreite unterzubringen.**

Moderne digitale Betriebsarten im Amateurfunk sind oft sehr schmalbandig. Beispielsweise hat PSK31 eine Bandbreite von nur etwa 31 Hz, während FT8 etwa 50 Hz benötigt.

Dies bedeutet, dass mehrere solcher Signale gleichzeitig innerhalb der 2,4 kHz Bandbreite empfangen werden können.

A ist korrekt.

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.4 Digitale Übertragungsverfahren / WSPR und CW für automatische Empfangsberichte

### **Automatisierte Empfangsberichte über WSPR (Weak Signal Propagation Reporter) und CW**

#### **CW-Signale**

- Im Reverse Beacon Network (RBN), bei dem automatisierte Empfänger, sogenannte "Skimmer-Stationen", CW-Signale aufnehmen, analysieren und Berichte erstellen.

#### **WSPR**

- WSPR-Stationen senden periodisch Signale mit geringer Leistung aus. Empfangsstationen weltweit, die WSPR-Software verwenden, empfangen diese Signale und melden die Empfangsberichte automatisch an die WSPRnet-Plattform.

#### **PSK-Reporter**

- weitere wichtige Plattform, die Empfangsberichte für verschiedene digitale Betriebsarten sammelt und visualisiert. Berichte enthalten: Rufzeichen, Signalstärke, Frequenz, Distanz und Standort der sendenden und empfangenden Station.

**Durch die Suche nach dem eigenen Rufzeichen auf diesen Plattformen** können Funkamateure die Reichweite ihrer Sendeanlage testen, die Effektivität ihrer Antennen analysieren und Ausbreitungsbedingungen studieren.

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.4 Digitale Übertragungsverfahren

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

**Erklärung:**

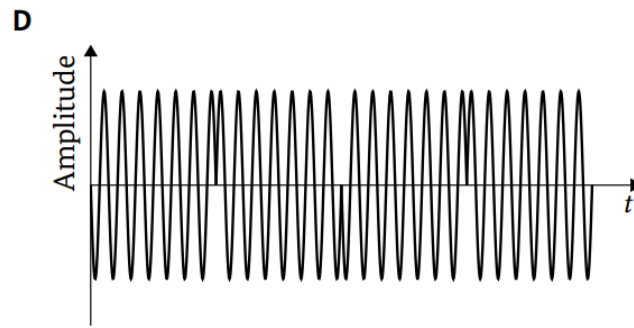
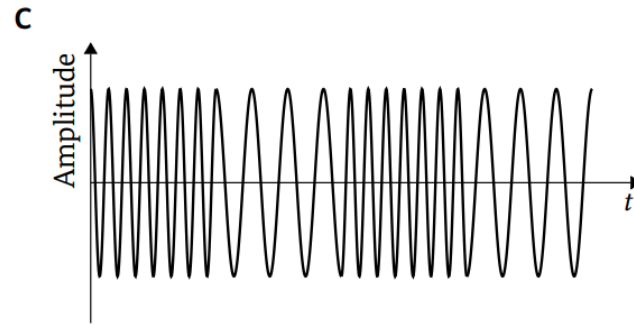
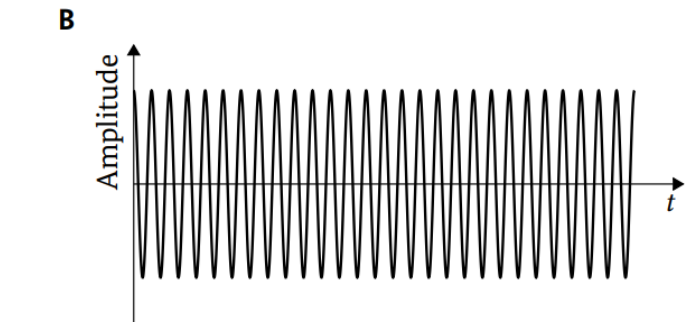
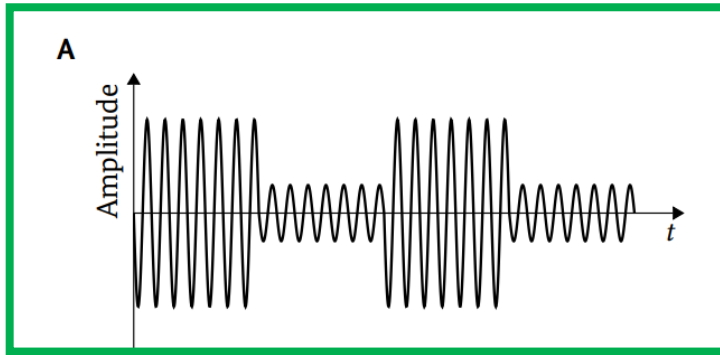
Siehe vorhergehende Folie

- 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 „AUTO RSVP“ (vom französischen „répondez s’il vous plaît“) 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

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.4 Digitale Übertragungsverfahren

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



**Erklärung:**

**A:**

Zeigt ein Signal mit Amplitudenumtastung (ASK) – A ist korrekt.

**B:**

Zeigt einen unmodulierten Träger – B scheidet aus.

**C:**

Zeigt ein Signal mit Frequenzumtastung (FSK) – C scheidet aus.

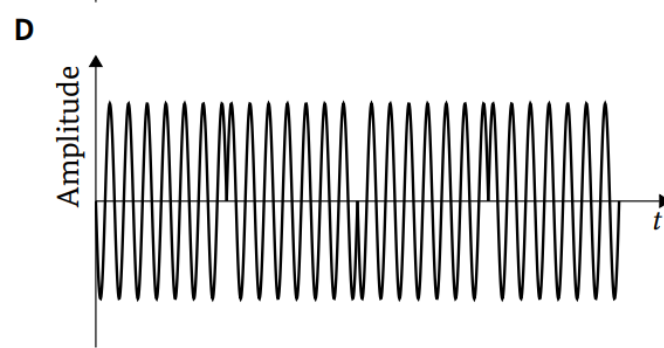
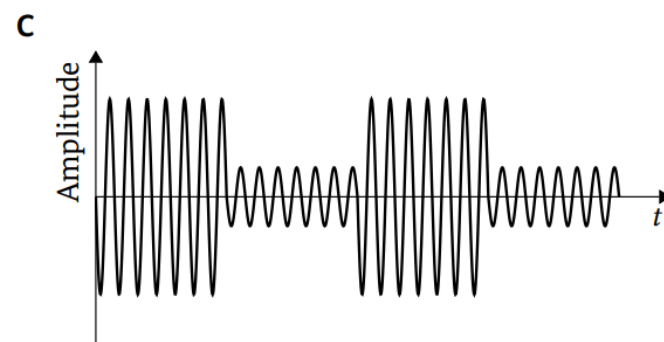
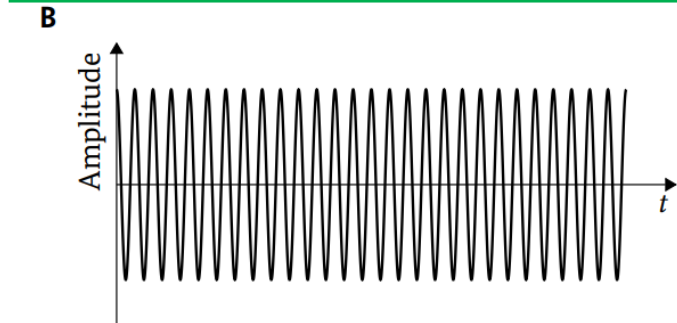
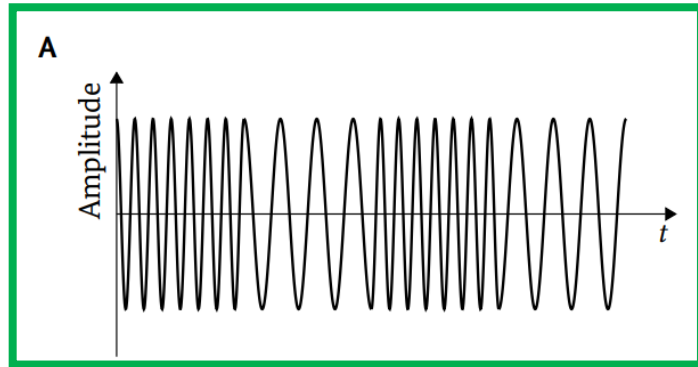
**D:**

Zeigt ein Signal mit Phasenumtastung (PSK) – D scheidet aus.

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.4 Digitale Übertragungsverfahren

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



**Erklärung:**

**A:**

Zeigt ein Signal mit Frequenzumtastung (FSK) – A ist korrekt.

**B:**

Zeigt einen unmodulierten Träger – B scheidet aus.

**C:**

Zeigt ein Signal mit Amplitudenumtastung (ASK) – C scheidet aus.

**D:**

Zeigt ein Signal mit Phasenumtastung (PSK) – D scheidet aus.

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.4 Digitale Übertragungsverfahren / Audio Frequency Shift Keying (AFSK)

### Audio Frequency Shift Keying (AFSK)

- **digitale Modulationsart, die auf der Frequenzumtastung (FSK) basiert** und als Besonderheit Frequenzen im Niederfrequenzbereich (NF, 16 Hz bis 20 kHz) verwendet.
- Bei AFSK wird nicht die hochfrequente Trägerschwingung direkt umgetastet, sondern ein Sub-Träger in Niederfrequenz (Audio).
  - Einer digitalen „0“ (Space) entspricht hierbei eine niedrige Frequenz, einer digitalen „1“ (Mark) eine hohe Frequenz.
  - **Das so erzeugte NF-Signal kann dann verwendet werden, um einen Hochfrequenzträger zu modulieren, typischerweise mittels Frequenzmodulation (FM).**
  - Es wird also doppelt moduliert: Audio → digitales NF-Signal → FM modulierte HF-Signal
- ermöglicht die Übertragung digitaler Daten über Funkkanäle, die ursprünglich für analoge Signale ausgelegt waren.
- Anwendung in der Betriebsart: Packet Radio

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.4 Digitale Übertragungsverfahren

### 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

### Erklärung:

Siehe vorhergehende Folie



# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.4 Digitale Übertragungsverfahren / Übersicht Multiplexverfahren I

### Zeitmultiplex (TDMA)

Time Division Multiple Access

TDMA ist Multiplexverfahren, bei dem mehrere Nutzer einen Übertragungskanal zeitgesteuert gemeinsam verwenden.

- Die verfügbare Übertragungszeit wird in diskrete Zeitintervalle, sogenannte Zeitschlitze, unterteilt.
- Jeder Benutzer oder jedes Signal erhält einen zugewiesenen Zeitschlitz für die Übertragung.
- **Die Zeitschlitze wiederholen sich im schnellen zeitlichen Wechsel in einer TDMA-Runde.**
- Während seines Zeitschlitzes hat ein Benutzer die volle Bandbreite des Kanals zur Verfügung.

#### Vorteile

- **Effiziente Bandbreitennutzung**  
Mehrere Signale teilen sich einen Kanal
- **Reduzierte Latenz**  
Vorhersehbarer und deterministischer Zugriff auf den Kanal
- **Flexibilität**  
Zeitschlitze können dynamisch zugewiesen werden

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.4 Digitale Übertragungsverfahren / Übersicht Multiplexverfahren II

### Frequenzmultiplex (FDMA)

Frequency Division Multiple Access

FDMA ist ein Multiplexverfahren, bei dem mehrere Signale gleichzeitig über verschiedene Frequenzen übertragen werden.

- verfügbare Bandbreite wird in einzelne schmalbandige Frequenzkanäle unterteilt.
- **Jedem Nutzer oder Signal wird ein eigener Frequenzkanal zugewiesen, den er zeitgleich neben den anderen Nutzern verwendet**  
Zum Beispiel kann bei einer Betriebsfrequenz im 25 kHz-Kanalraster eine Aufteilung in 4 Frequenzkanäle mit je 6,25 kHz Bandbreite erfolgen.

#### Vorteile

- Einfache technische Realisierung des Modulationsverfahrens
- Nutzung der Kanäle ohne zentrale Steuerung möglich
- Größere Funkreichweite im Vergleich zu anderen Verfahren

#### Nachteile

- Störungen einzelner Frequenzen beeinflussen den betroffenen Kanal stark.
- Geringere Datenübertragungsraten
- Schlechtere Sprachübertragungsqualität.

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.4 Digitale Übertragungsverfahren / Übersicht Multiplexverfahren III

### **Codemultiplex (CDMA)**

Code Division Multiple Access

CDMA ist Multiplexverfahren, das die gleichzeitige Übertragung verschiedener Nutzdatenströme auf einem gemeinsamen Frequenzbereich ermöglicht.

- **CDMA nutzt Spreizcodes zur Frequenzspreizung und Unterscheidung der Datenströme.**
- **Alle Teilnehmer verwenden das gleiche Frequenzband zu allen Zeiten gemeinsam.**
- Die Nutzdaten werden mit speziellen Spreizcodes codiert, die oft auf Pseudozufall basieren.
- Am Empfänger werden die Signale durch Korrelation mit dem Spreizcode wieder getrennt.

#### **Vorteile**

- Höhere Teilnehmerkapazität im Vergleich zu FDMA/TDMA-Systemen
- Keine aufwendige Frequenzplanung nötig
- Flexiblere Netzwerke, besonders bei Erweiterungen
- Besserer Umgang mit Mehrwegeausbreitung durch große Bandbreite

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.4 Digitale Übertragungsverfahren

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

- 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

**Erklärung:**

Siehe vorhergehende Folien

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.4 Digitale Übertragungsverfahren

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

**Erklärung:**

Siehe vorhergehende Folien

**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

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.4 Digitale Übertragungsverfahren

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

**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

**Erklärung:**

Siehe vorhergehende Folien

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.4 Digitale Übertragungsverfahren

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

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

**Erklärung:**

**A:**

Jedes Paket enthält die Zieladresse und wird von Router zu Router weitergeleitet, bis es sein Ziel erreicht – A ist korrekt.

**B:**

Erhöht die Netzwerkbelastung unnötig und garantiert nicht, dass Pakete ihr Ziel erreichen.

**C:**

Zerstört den Vorteil der Paketvermittlung, da die Daten dann nicht mehr effizient durch das Netzwerk geleitet werden können.

**D:**

Würde die Flexibilität und Effizienz der Paketvermittlung reduzieren, die gerade darauf basiert, dass Daten in kleine, unabhängige Einheiten aufgeteilt werden.

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.4 Digitale Übertragungsverfahren

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

- 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)

**Erklärung:**

**A:**

Die Subnetzmaske dient dazu, den Netzwerkanteil und den Hostanteil einer IP-Adresse zu trennen – auf der Grundlage einer logischen UND-Verknüpfung.

Alle Geräte mit IP-Adressen, die den gleichen Netzwerkanteil haben, befinden sich im selben Subnetz und sind direkt – ohne Router – erreichbar.

A ist korrekt.

**B, C, D:**

Diese Informationen sind nicht über IP-Adresse und Subnetzmaske ermittelbar.

B, D und scheiden aus.



# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.4 Digitale Übertragungsverfahren

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

**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.

**Erklärung:**

**A:**

Diese Aussage ist korrekt.

**B:**

Das würde keinen Sinn ergeben – außerdem kann die IP V4 Subnetzmaske nur 4 Zeichen aufnehmen. Deutsche Amateurfunkrufzeichen sind i.d.R. länger – B scheidet aus.

**C:**


Firmeninterne Intranets verwenden auch das IP-Protokoll und sind dennoch nicht erreichbar. Es gibt also Abschottungsmöglichkeiten – C scheidet aus.

**D:**

Die Nutzung des IP-Protokolls ist unabhängig von der Bandbreite (im Sinne einer Datenübertragungsrate) – sie bestimmt nur die Geschwindigkeit – D scheidet aus.

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.4 Digitale Übertragungsverfahren / SSTV und ATV

<b>SSTV = Slow Scan Television (Schmalband-Fernsehen)</b>	<b>ATV = Amateur Television</b>
<p data-bbox="107 411 1031 508"><b>Analoge Betriebsart im Amateurfunkdienst zur Übertragung von Standbildern.</b></p> <ul data-bbox="107 582 1243 1025" style="list-style-type: none"><li>• Bilder werden zeilenweise abgetastet und in Tonsignale umgewandelt</li><li>• Helligkeitswerte werden durch Frequenzen zwischen 1500 Hz (schwarz) und 2300 Hz (weiß) dargestellt.</li><li>• Ein 1200-Hz-Taktsignal synchronisiert Sender und Empfänger.</li><li>• Farbbilder werden in Rot-, Grün- und Blau-Auszüge zerlegt und sequentiell übertragen.</li></ul>  <p>The image shows a radio tower with a call sign 'ON1GL' in blue at the bottom. Above the tower, the text 'CQSSSTV' is written in large red letters with a white outline. At the top of the image, there is a green bar with 'ON1GL' on the left and 'MMSSTV Ver 1.11' on the right.</p>	<p data-bbox="1291 411 2364 508"><b>Betriebsart des Amateurfunkdienstes zur Übertragung von bewegten Bildern und Ton</b></p> <ul data-bbox="1291 582 2415 1025" style="list-style-type: none"><li>• Übertragung von Fernsehbildern in Broadcast-Qualität</li><li>• Nutzung verschiedener Übertragungsstandards wie NTSC, PAL und SECAM</li><li>• Frequenzbänder oberhalb von 2 m</li><li>• in Deutschland ab dem 70-cm-Band (430 MHz) erlaubt</li><li>• Modulationsarten: Amplitude Modulation (AM) oder Vestigial Sideband (VSB)</li><li>• Bandbreite: Etwa 5 MHz für Bildsignal</li></ul>

# 4.5 Modulations- und Übertragungsverfahren

## 4.5.4 Digitale Übertragungsverfahren

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

**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

**Erklärung:**

Siehe vorhergehende Folie