amateurfunk-oe.at
OE · ÖSTERREICH

Der Empfänger: vom Detektor zum Superhet

Blockschaltbild · Empfindlichkeit · Detektorempfänger · Superhet und ZF · Mischer · Spiegelfrequenz · Doppelsuper

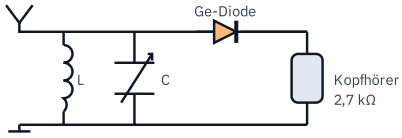
Blockschaltbild und Empfindlichkeit



Geradeausempfänger: Antenne → Bandpass → HF-Verstärker → Demodulator (Diode) → NF-Verstärker → Lautsprecher. Die Frequenz bleibt bis zum Demodulator gleich. Ein Sender hätte das Mikrofon am Eingang und die Antenne am Ausgang.

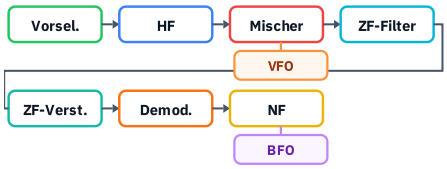
Demodulator: gewinnt aus dem modulierten Träger die NF (Sprache unter 20 kHz) zurück. **Empfindlichkeit** = Fähigkeit, **schwache Signale** zu empfangen.

Detektorempfänger



- Schwingkreis aus Spule und Drehkondensator wählt den Sender: $f_0 = 1 / (2\pi \cdot \sqrt{(L \cdot C)})$.
- **Diode** (Detektor) richtet gleich, der träge **hochohmige Kopfhörer** wirkt als Tiefpass und bildet die Hüllkurve (NF) nach.
- **Keine Batterie**: Energie nur aus dem Antennensignal, also nur starke Ortssender. Niederohmiger Kopfhörer bedämpft den Kreis: breit und leise.
- 1. Oktober 1924: RAVAG in Wien, „Welle 530“ = 530 m ≈ 566 kHz.

Überlagerungsempfänger (Superhet)



- VFO und Mischer setzen jede Empfangsfrequenz auf eine **feste ZF** um. Beispiel KW 3 bis 30 MHz, ZF 455 kHz, VFO oberhalb: **3,455 bis 30,455 MHz**.
- Vorteil gegenüber dem Geradeausempfänger: **bessere Trennschärfe**, weil feste ZF-Filter steil und schmal sein können (CW 0,5, SSB 2,7, AM 6, FM 12 kHz).
- **Nahselektion bestimmt das ZF-Filter.** Die Vorselektion ist breit (Weitabselektion, Spiegel).
- Aufwendiger, und der VFO muss sehr stabil sein. BFO und Produktdetektor machen SSB und CW hörbar.
- **Direktmischer:** ZF = NF, der Oszillator liegt **ganz nahe an der Empfangsfrequenz** (7,150 MHz – 1 kHz).

Mischer

- Linear (Widerstand): Signale werden nur addiert, **keine neuen Frequenzen**. Mischer arbeiten im **nichtlinearen Bereich** (Diode, Transistor) oder schalten im Takt des Oszillators.
- Es entstehen $f_O - f_E$, $f_O + f_E$ und viele Produkte höherer Ordnung. Beispiel 16,1 – 7,1 = 9 MHz, Summe 23,2 MHz.
- **Balancierter Ringmischer** (Balancemischer, Ringmodulator): unterdrückt Eingangssignale und Störprodukte am besten, wirkt als Polwender $u_A = u_E \cdot \mathrm{sgn}(u_O)$. LO deutlich größer als das Signal, High-Level bis +10 dBm.
- Additiver Diodenmischer, Doppeldiodenmischer, Dualtransistormischer: lassen ein Eingangssignal durch.

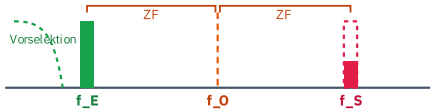


Ring: Kathode an Anode



Brücke: 2 K oben, 2 A unten

Spiegelfrequenz




```
f_ZF = |f_E - f_O|
oben: f_S = f_E + 2 · f_ZF
unten: f_S = f_E - 2 · f_ZF
```

Zwei Frequenzen ergeben dieselbe ZF. Abstand Empfangs- und Spiegelfrequenz = **2 · ZF**, der Spiegel liegt auf der Seite des Oszillators. Dämpfung nur durch die **Vorselektion** vor dem Mischer, bestimmt hauptsächlich durch die **Höhe der ZF**. ZF-Filter und ZF-Verstärkung helfen nicht. Hohe 1. ZF (z. B. 50 MHz): Spiegel weit außerhalb der Kurzwelle.

f_E · gegeben (MHz)	Weg	f_S
3,5 · ZF 0,455	f_O 3,955	**4,41**
145,6 · VCO 134,9	ZF 10,7 unten	**124,2**
28,3 · Quarz 39	ZF 10,7 oben	**49,7**
14,24 · LO 24,94	ZF 10,7 oben	**35,64**
28,5 · ZF 10,7 oben	f_O 39,2	**49,9**
14 · ZF 50 oben	f_O 64	**114**

Doppelsuper

- **Hohe 1. ZF**: gute Spiegelunterdrückung. **Niedrige 2. ZF**: gute Trennschärfe.
- Faustregel: 1. ZF höher als $2 \cdot f_{max}$, nach dem Roofing-Filter herunter auf eine niedrige 2. ZF.
- **Roofing-Filter** direkt nach dem 1. Mischer, mindestens so breit wie die breiteste vorgesehene Betriebsart.
- VFO (abstimmbar) am 1. Mischer, CO (Quarz) am 2. Mischer, BFO am Produktdetektor. Jede Stufe: $f_{Osz} = f_{Ein} + f_{Aus}$ oder $|f_{Ein} - f_{Aus}|$.

f_E · ZF (MHz)	VFO	CO
21,1 · 9 / 0,46 · CO unten	**30,1**	**8,54**
28 · 10,7 / 0,46 · beide oben	**38,70**	**11,16**
3,65 · 50 / 9 / 0,455	**46,35 41 / 9,455**	

KW 3 bis 30 MHz mit 1. ZF 50 MHz: VFO **20 bis 47 MHz** oder **53 bis 80 MHz**.

Quellen: Grundlagen der Empfängertechnik; RAVAG 1924 (bmwet.gv.at); vereinfachte Modelle; Idee nach 50ohm.de (Aufbau eines Empfängers, Detektorempfänger, Einfachsuper I und II, Mischer II, Spiegelfrequenzen, Doppelsuper). Angaben ohne Gewähr.
Online mit Übungen: amateurfunk-oe.at/lernmaterial/empfaenger/

Stand November 2026

ÜBUNGSBOGEN

Quiz: Der Empfänger

Name: _____

Kreuzen Sie jeweils die richtige Antwort an. Die Lösungen stehen unten auf der Seite.

Ergebnis: ____ / 12

1. Blockschaltbild: Antenne, Bandpass, Verstärker, Diode, Verstärker, Lautsprecher. Was ist das?

- ☐ **A** ein Sender mit Modulator und Endstufe
- ☐ **B** eine Relaisfunkstelle mit Ein- und Ausgabe
- ☐ **C** ein einfacher Empfänger (Geradeausempfänger)
- ☐ **D** ein Tongenerator mit nachfolgender Endstufe

2. Was bringt beim Doppelsuper eine niedrige zweite ZF?

- ☐ **A** eine gute Trennschärfe gegen Nachbarn
- ☐ **B** eine höhere Empfindlichkeit am Eingang
- ☐ **C** eine bessere Kreuzmodulationsfestigkeit
- ☐ **D** eine gute Spiegelfrequenzunterdrückung

3. Spule parallel zum Drehkondensator, dahinter Diode und Kopfhörer 2,7 kΩ, keine Batterie. Was ist das?

- ☐ **A** ein Oszillator
- ☐ **B** ein Detektorempfänger
- ☐ **C** ein Modulator
- ☐ **D** ein HF-Verstärker

4. Wichtigster Vorteil des Überlagerungsempfängers gegenüber dem Geradeausempfänger?

- ☐ **A** eine bessere Trennschärfe
- ☐ **B** ein weniger kritischer VFO
- ☐ **C** ein einfacherer Aufbau
- ☐ **D** eine größere Bandbreite

5. Wo liegt beim Direktüberlagerungsempfänger die Oszillatorfrequenz?

- ☐ **A** weit oberhalb der Empfangsfrequenz
- ☐ **B** bei der halben Empfangsfrequenz
- ☐ **C** genau auf der Zwischenfrequenz
- ☐ **D** ganz nahe bei der Empfangsfrequenz

6. Wodurch wird die Nahselektion eines Superhets hauptsächlich bestimmt?

- ☐ **A** durch den Empfangsvorverstärker
- ☐ **B** durch den Bandpass vor dem Mischer
- ☐ **C** durch das Filter auf der ZF
- ☐ **D** durch die Verstärkung der ZF-Stufe

7. In welchem Bereich ihrer Kennlinie arbeitet eine Mischstufe?

- ☐ **A** im nichtlinearen Bereich
- ☐ **B** im kapazitiven Bereich
- ☐ **C** im induktiven Bereich
- ☐ **D** im linearen Bereich

8. Welche Mischerschaltung unterdrückt Eingangssignale und Störprodukte am besten?

- ☐ **A** der Doppeldiodenmischer
- ☐ **B** der additive Diodenmischer
- ☐ **C** der Eintakt-Transistormischer
- ☐ **D** der balancierte Ringmischer

9. Welchen Abstand haben beim Einfachsuper Empfangs- und Spiegelfrequenz?

- ☐ **A** die Oszillatorfrequenz
- ☐ **B** die doppelte Zwischenfrequenz
- ☐ **C** die einfache Zwischenfrequenz
- ☐ **D** die doppelte Empfangsfrequenz

10. Wodurch wird die Spiegelfrequenzdämpfung eines Superhets bestimmt?

- ☐ **A** durch die Vorselektion vor dem Mischer
- ☐ **B** durch das ZF-Filter nach dem Mischer
- ☐ **C** durch die Kennlinie des Demodulators
- ☐ **D** durch den Tiefpass im NF-Teil

11. Einfachsuper, ZF 9 MHz, Empfang 7,1 MHz, Oszillator oberhalb. Wo liegt die Spiegelfrequenz?

- ☐ **A** 23,2 MHz
- ☐ **B** 1,9 MHz
- ☐ **C** 16,1 MHz
- ☐ **D** 25,1 MHz

12. Doppelsuper, 1. ZF 10,7 MHz, 2. ZF 455 kHz, Empfang 14,2 MHz, beide Oszillatoren oberhalb?

- ☐ **A** VFO 3,5 MHz, CO 10,245 MHz
- ☐ **B** VFO 14,655 MHz, CO 11,155 MHz
- ☐ **C** VFO 24,9 MHz, CO 10,245 MHz
- ☐ **D** VFO 24,9 MHz, CO 11,155 MHz

LÖSUNGEN

1 C · Antenne vorn, Diode als Demodulator, Lautsprecher hinten.
2 A · Schmale, steile Filter gelingen auf tiefer Frequenz.
3 B · Schwingkreis, Diode, Kopfhörer als Tiefpass.
4 A · Feste ZF-Filter sind schmal und steil.
5 D · Die Differenz ist direkt die hörbare NF.
6 C · Das schmale ZF-Filter trennt die Nachbarn.
7 A · Nur nichtlinear entstehen neue Frequenzen.
8 D · Symmetrisch: Die Eingangssignale heben sich auf.
9 B · Je eine ZF links und rechts vom Oszillator.
10 A · Hinter dem Mischer liegt der Spiegel auf der ZF.
11 D · f_S = 16,1 + 9 = 25,1 MHz = 7,1 + 2 · 9.
12 D · 14,2 + 10,7 = 24,9 und 10,7 + 0,455 = 11,155.

Quellen: Grundlagen der Empfängertechnik; RAVAG 1924 (bmwet.gv.at); vereinfachte Modelle; Idee nach 50ohm.de (Aufbau eines Empfängers, Detektorempfänger, Einfachsuper I und II, Mischer II, Spiegelfrequenzen, Doppelsuper). Angaben ohne Gewähr.
Online mit Übungen: amateurfunk-oe.at/lernmaterial/empfaenger/

Stand November 2026