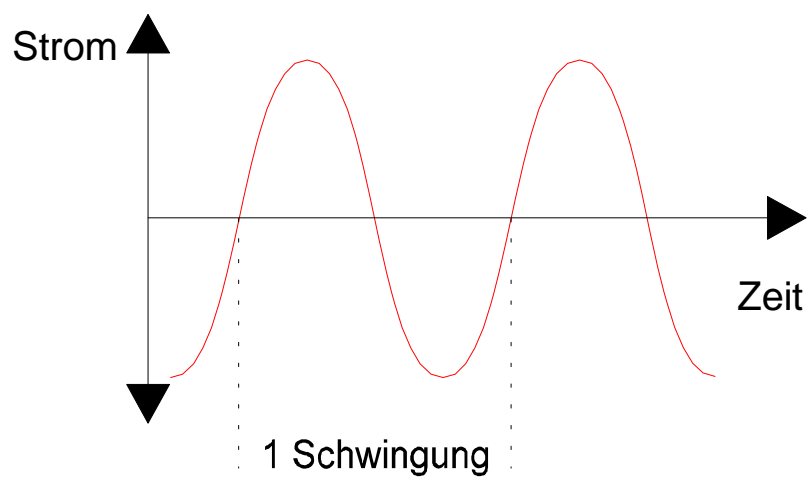




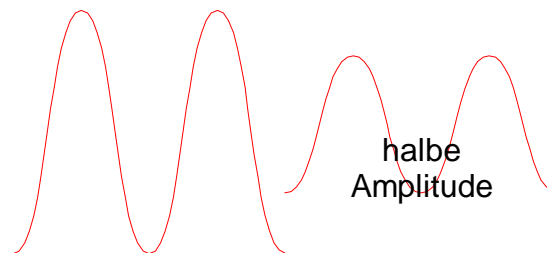
## Elektromagnetische Wellen

- Träger der Information
- entstehen durch Wechselströme
- zeitlicher Verlauf gleicht einer Sinuskurve.



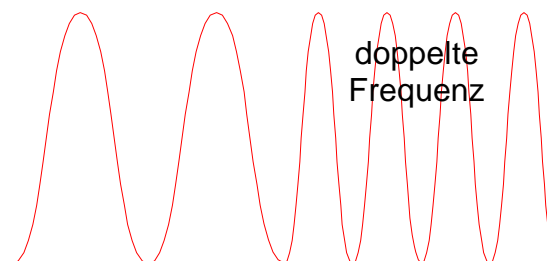
## Amplitude

- „Höhe“ der Schwingung
- Maximum des Stroms oder der Spannung



## Frequenz

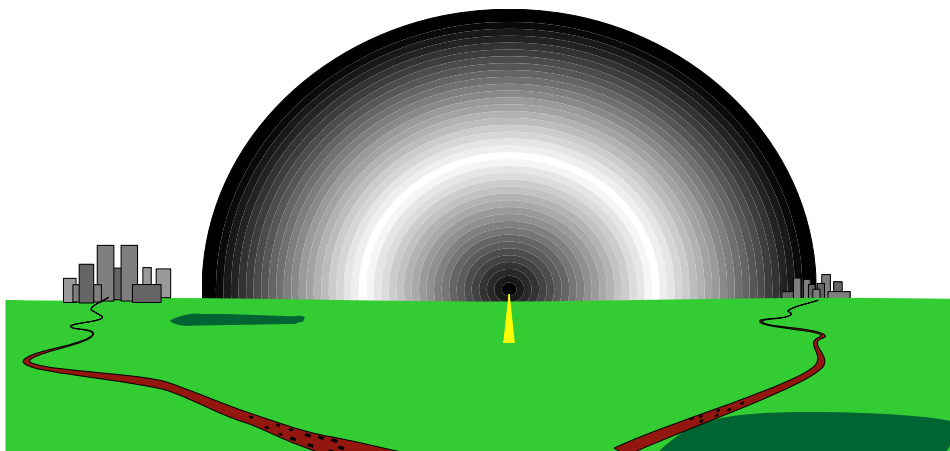
- Anzahl der Schwingungen pro Sekunde
- Einheit „Hertz“, 1 Hz = eine Schwingung pro Sekunde



- gebräuchliche Einheiten:
  - 1 kHz = 1000 Hz
  - 1 MHz = 1000 kHz = 1.000.000 Hz
  - 1 GHz = 1000 MHz = 1.000.000 kHz = 1.000.000.000 Hz

## Raumwelle

- Energie des Wechselstroms wird in den Raum abgestrahlt
- elektromagnetisches Wechselfeld: Bereich hoher und niedriger Energie folgen aufeinander
- gleiche Frequenz wie Wechselstrom
- Welle pflanzt sich durch den Raum fort
- Ausbreitung mit Lichtgeschwindigkeit (ca. 300.000 km/s)





## Wellenlänge

- Räumliche Ausdehnung einer Schwingung im Raum
- Benennung:  $\lambda$  (Lambda)
- Berechnung aus Ausbreitungsgeschwindigkeit ( $c$ ) und Frequenz ( $f$ ):

$$\lambda[m] = \frac{c[m/s]}{f[Hz]}$$

---

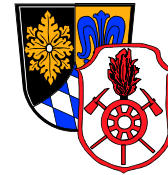
Beispiel:

Eine elektromagnetische Welle der Frequenz  $f=150$  MHz schwingt 150 Millionen mal pro Sekunde. In dieser Zeit legt die Welle eine Strecke von 300.000 km oder 300 Millionen Meter zurück. Die Entfernung zwischen zwei Wellengipfeln oder Tälern, also unsere Wellenlänge beträgt demnach

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{300.000.000 \text{ m/s}}{150.000.000 \text{ 1/s}} = 2m$$

Weitere Beispiele:

- $f=75$  MHz:  $\lambda = \frac{300.000.000}{75.000.000} m = 4m$
- $f=200$  kHz (Langwellenrundfunk):  $\lambda = \frac{300.000.000}{200.000} m = 1500m$
- $f=900$  GHz (D-Netz Mobilfunk):  $\lambda = \frac{300.000.000}{900.000.000} m = 0,33m = 33cm$



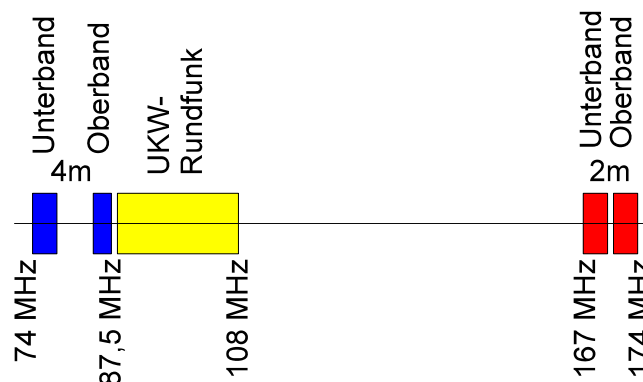
## Wellenbereiche

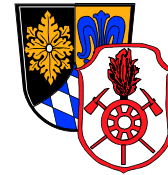
- Einteilung der Funkwellen anhand der Wellenlänge:

Name	$\lambda$	f
Langwelle (Kilometerwellen)	10 km - 1 km	30 - 300 kHz
Mittelwelle	1 km - 100m	300 kHz - 3 MHz
Kurzwellen (HF)	100m - 10m	3 - 30 MHz
VHF(Ultrakurzwellen, Meterwellen)	10m - 1m	30 - 300 MHz
UHF(Dezimeterwellen)	1m - 10cm	300 MHz - 3 GHz

### Bereiche für BOS-Funk:

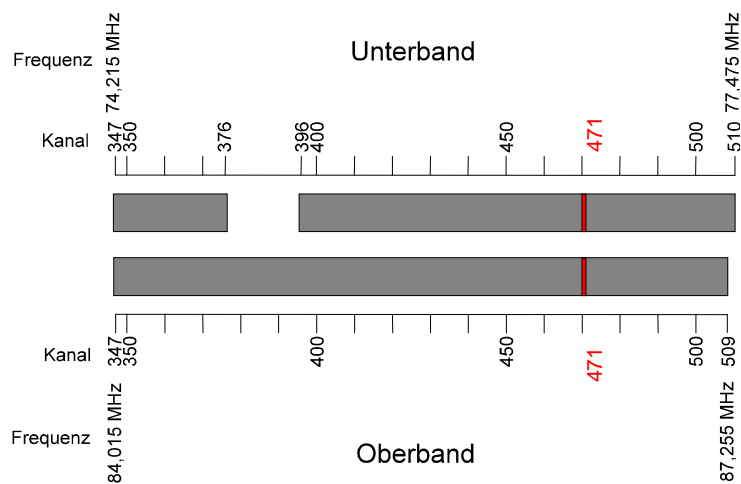
- 8m-Band, ca. 35/39 MHz, kaum genutzt
- 4m-Band, ca. 75/85 MHz
- 2m-Band, ca. 165/170 MHz
- 70cm-Band, ca. 444/449 MHz, Richtfunkstrecken





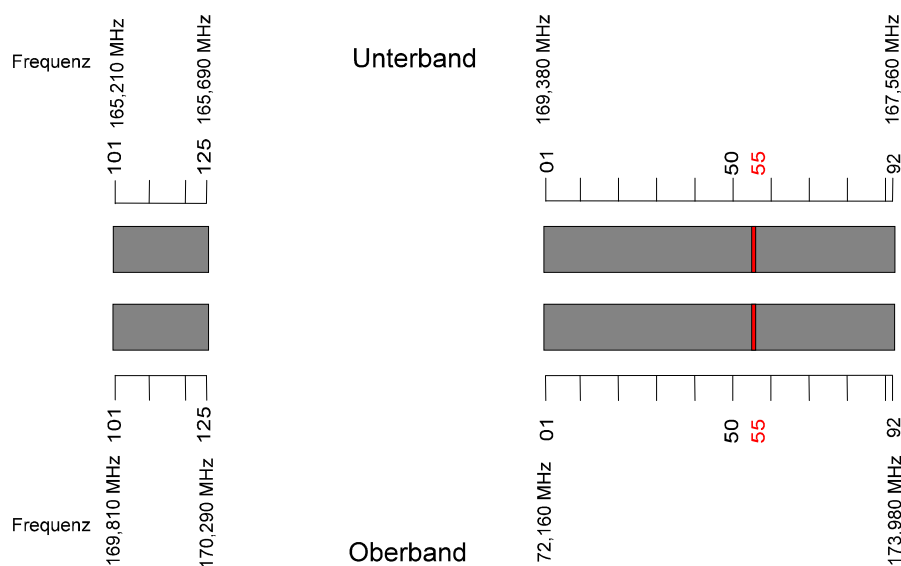
## Kanaleinteilung 4m-Band

- 164 Kanäle, Abstand 20 kHz
- Abstand Oberband/Unterband 9,8 MHz



## Kanaleinteilung 2m-Band

- bisheriger Bereich Kanal 01 bis 92, neuer Bereich Kanal 101 bis 125
- Abstand Oberband/Unterband 4,6 MHz



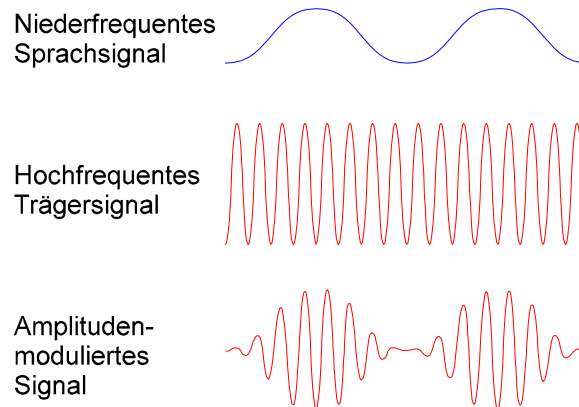


## Modulation

- Umwandlung der Schallwellen in elektrischen Wechselstrom (Mikrofon)
- Frequenzumfang der Sprache ca. 300 Hz bis 3 kHz
  - (Niederfrequenz NF)
- „Aufprägen“ der Sprachinformation auf die hochfrequente Trägerwelle
  - Hochfrequenz (HF), Trägerwelle nimmt Sprachsignal „huckepack“

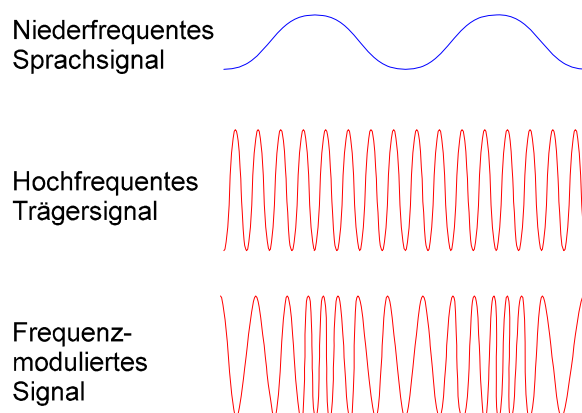
## Amplitudenmodulation (AM)

- NF-Signal beeinflusst Amplitude des HF-Signals



## Frequenzmodulation (FM)

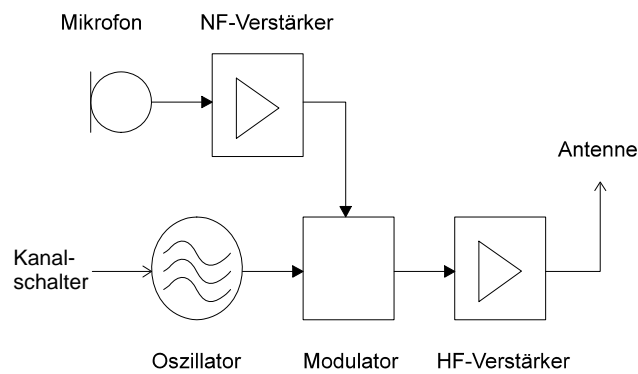
- NF-Signal beeinflusst Frequenz des HF-Signals
- Frequenz schwankt um eine Mittenfrequenz
- Hub: max. Abweichung von der Mittenfrequenz



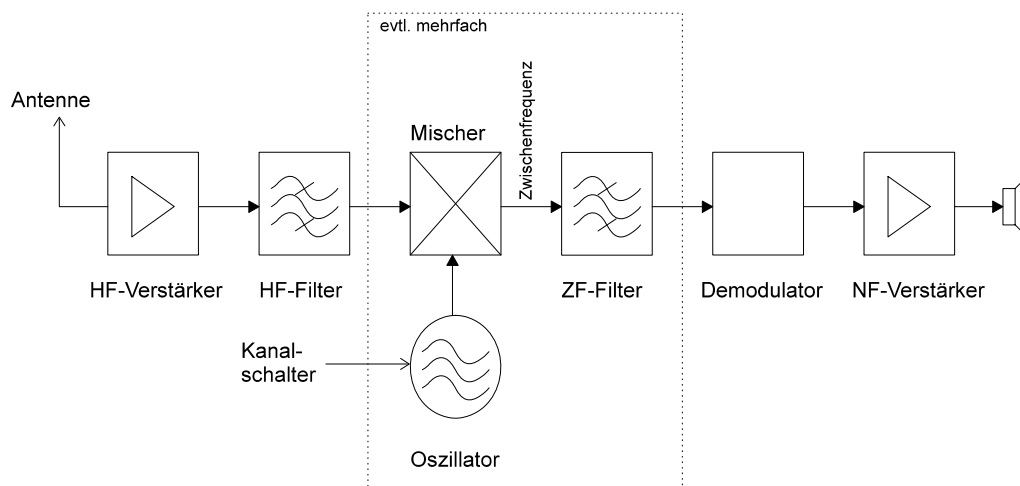




## Sender:

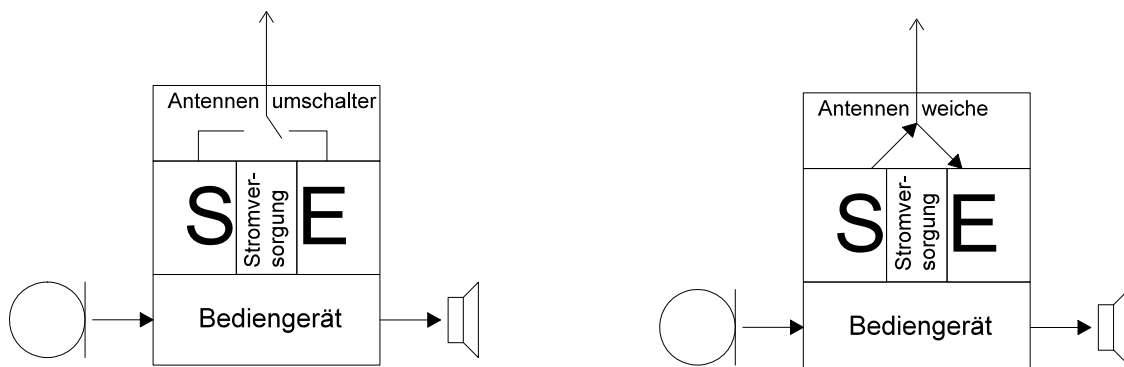


## Empfänger



## Funkgerät als Sendeempfänger

- Stromversorgung für alle Baugruppen
- Bedienteil
- Anschaltung der Antenne über
  - Antennenumschalter ( Sender und Empfänger sind abwechselnd angeschaltet)
  - Antennenweiche ( Sender und Empfänger sind gleichzeitig angeschaltet )

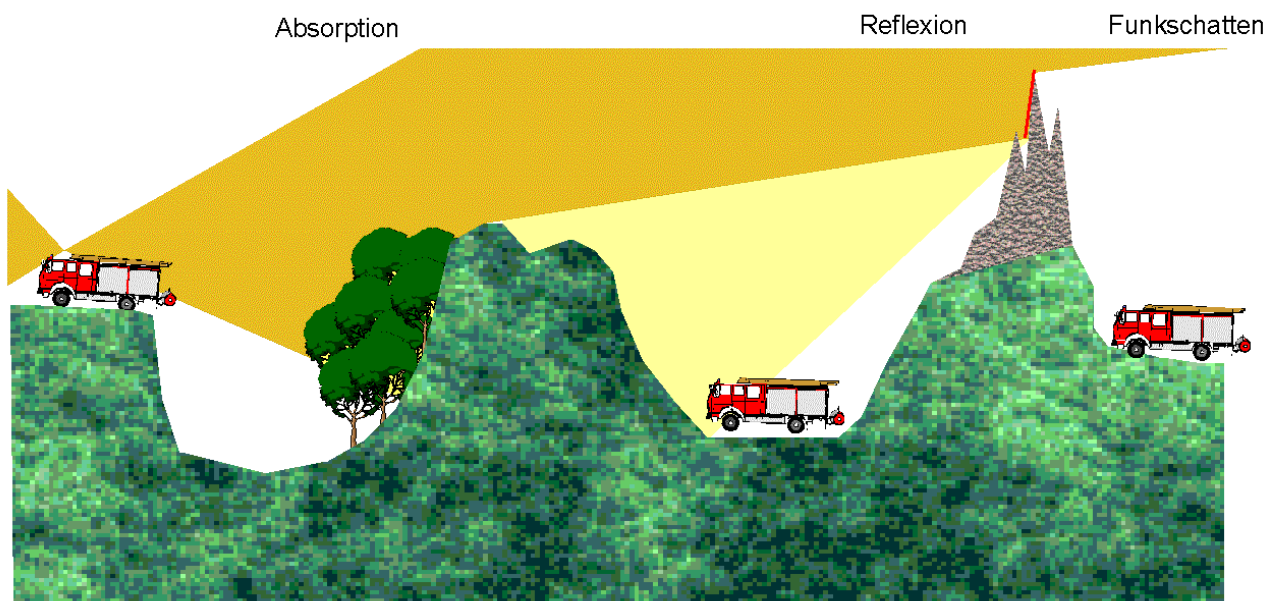


## Antenne

- Abstrahlung der vom Sender gelieferten Energie in den Raum
- Anpassung bei Längen von  $\lambda/2$ ,  $\lambda/4$ , oder  $5/8\lambda$
- möglichst senkrechte Aufstellung
- Zuführung des Sendesignals über abgeschirmtes Kabel  
Fahrzeugantennen auf dem Fahrzeugdach montieren

## Wellenausbreitung

- VHF-Wellen breiten sich ähnlich wie Licht aus
  - quasi-optische Ausbreitung
- Reflexion an harten Oberflächen, Absorption an weichen Oberflächen
- Dämpfung durch Luft



- „Funkschatten“ durch Hindernisse
- teilweise Auslöschung durch Mehrwegeempfang

**Abhilfe: Standortwechsel !**

## Reichweite

- Mindestsignalstärke (Feldstärke) am Empfangsort erforderlich
- $0,2\mu\text{V}$  bis  $1,0\mu\text{V}$  am Empfängereingang

Folgerung: Durch die Dämpfung während der Ausbreitung ist die Reichweite des Signals beschränkt !

**Die Reichweite ist unter anderem abhängig von:**

- Strahlungsleistung des Senders
  - doppelte Feldstärke erfordert 16-fache Leistung
- Höhe der Sendeantenne über Grund
  - doppelte Feldstärke fordert doppelte Antennenhöhe
- Empfängerempfindlichkeit
- Bodenform, Bodenbedeckung, Bebauung

## Überreichweiten

- besondere Wetterlagen: Inversion, Nebel
- Reflexion der Funkwellen an Atmosphärenschichten

