



**Amateurfunk-Gruppe**  
*der RWTH Aachen*  
*am Institut für Hochfrequenztechnik*

DLØUA  
DBØSDA

# Q-Schlüssel

Matti Reiffenrath, DC1DMR  
viele Grafiken von Eckart Moltrecht, DJ4UF ([www.dj4uf.de](http://www.dj4uf.de))

# Q-Schlüssel

Amateurfunk-Gruppe  
der RWTH Aachen  
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA  
DBØSDA

- Abkürzungen beginnend mit Q, 3 Buchstaben
- Eingeführt zur Vereinfachung bei CW
  - In der Praxis auch beim Sprechfunk, sollten aber eigentlich nicht verwendet werden!
- Unabhängig von Landessprachen
- Werden z.B. auch im Flugfunk genutzt
- Amateurfunk: von QRA bis QUZ
- Lassen sich als Aussage oder Frage nutzen



# Q-Schlüssel

Amateurfunk-Gruppe  
der RWTH Aachen  
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA  
DBØSDA

- Ablauf einer Funkverbindung (QSO)
  - QRV (Empfangs-/Sendebereitschaft)
  - QRX (wieder rufen um...) (auch "afk")
  - QRT (Einstellung der Übermittlung)
  - QRZ (Welches Rufzeichen?) "QRZ de DC1DMR"
  - QSL (Empfangsbestätigung)
- Einstellungen am Funkgerät
  - QSY (Frequenzwechsel)
  - QRP (Leistung verringern), Synonym für <5-10W
  - QRO (Leistung erhöhen)

# Q-Schlüssel

Amateurfunk-Gruppe  
der RWTH Aachen  
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA  
DBØSDA

- Störungen
  - QRM 1-5 ("menschengemachte" Störungen)
  - QRN 1-5 (atmosphärische Störungen)
  - QRK 1-5 (Verständlichkeit der Zeichen)
  - QSB (Schwankungen der Signalstärke)
- Weitere
  - QTH (Standort), als Ort oder Locator
  - QRL (bin beschäftigt), Synonym für Arbeitsstätte



**Amateurfunk-Gruppe**  
*der RWTH Aachen*  
*am Institut für Hochfrequenztechnik*

DLØUA  
DBØSDA

# Amateurfunk- Sender

# Themen für heute

**Amateurfunk-Gruppe**  
*der RWTH Aachen*  
*am Institut für Hochfrequenztechnik*

DLØUA  
DBØSDA

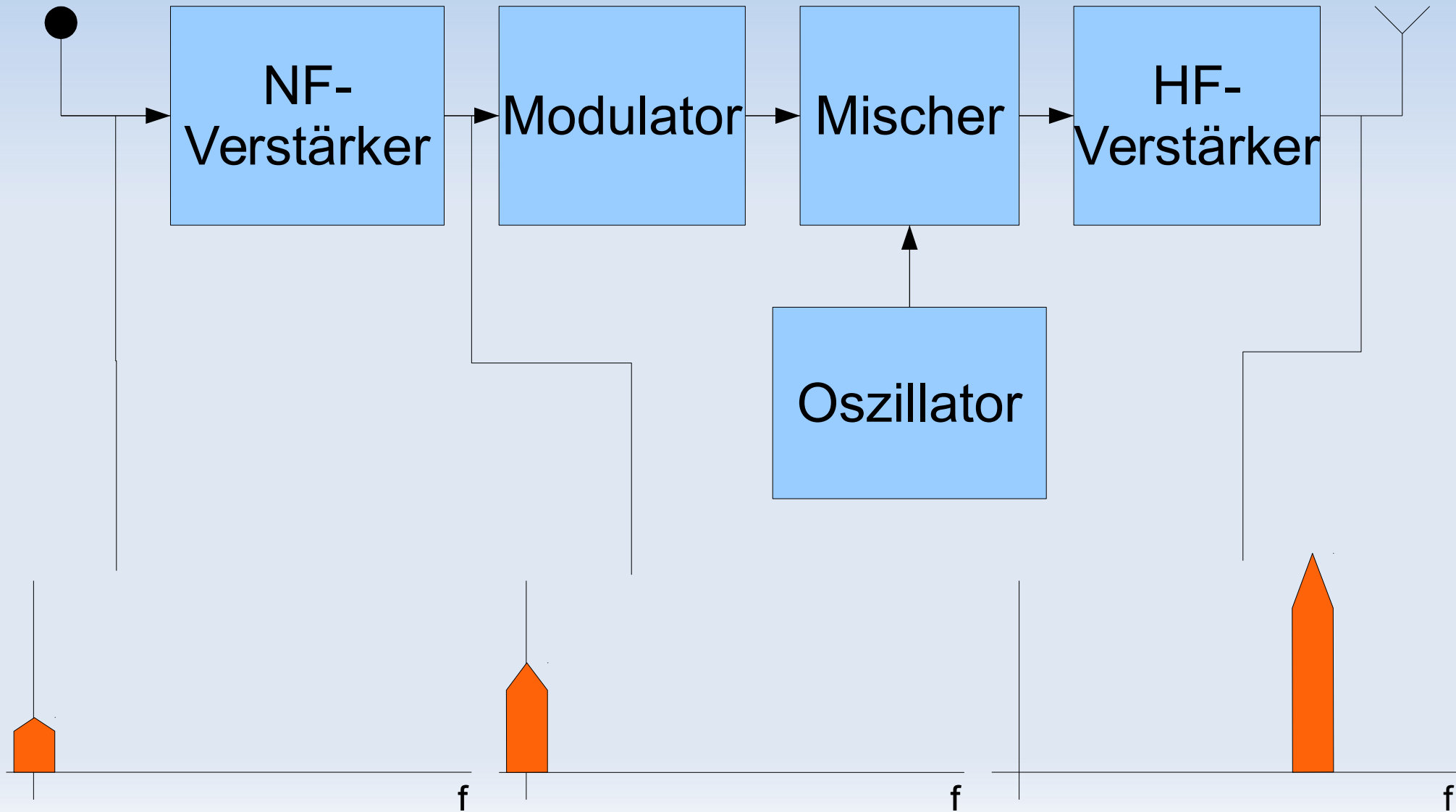
- Prinzip eines Senders
- Wichtige Funktionsblöcke
  - Wiederholung: Oszillatoren, Mischer
  - Modulatoren: AM, SSB und FM
- Verstärker / Endstufen
- Störungsvermeidung
- Geräte-Funktionen

# Prinzip eines Senders

Amateurfunk-Gruppe  
der RWTH Aachen  
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA  
DBØSDA

Mikrofon



# Oszillator

Amateurfunk-Gruppe  
der RWTH Aachen  
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA  
DBØSDA

- Erzeugt HF-Signal mit möglichst genauer Frequenz
- Verschiedene Ausführungen:
  - LC-Schwingkreis (Temperatureinfluss!)
  - CO (Crystal Oscillator)
  - VFO (Variable Frequency Oscillator)
    - PLL (Phased Locked Loop)
    - DDS (Direct Digital Synthesizer)



# Prüfung Klasse E: TD604

Amateurfunk-Gruppe  
der RWTH Aachen  
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA  
DBØSDA

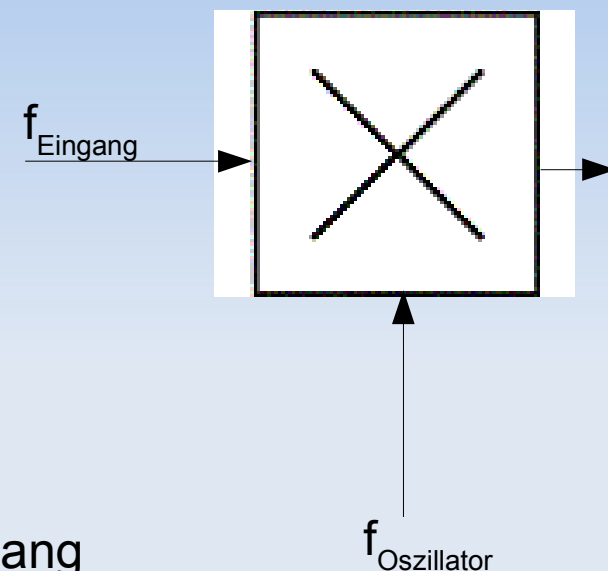
- Wie verhält sich die Frequenz eines LC-Oszillators bei Temperaturanstieg, wenn die Kapazität des Schwingkreiskondensators mit dem Temperaturanstieg geringer wird?
  - Die Schwingungen reißen ab (Aussetzer).
  - Die Frequenz wird erhöht.
  - Die Frequenz wird niedriger.
  - Die Frequenz bleibt stabil.

# Mischer

Amateurfunk-Gruppe  
der RWTH Aachen  
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA  
DBØSDA

- Nichtlineares Bauteil
- Erzeugt "Mischfrequenzen" aus Eingangssignalen
- Ausgangsfrequenzen:  
 $f_{\text{Oszillator}} + f_{\text{Eingang}}$  und  $f_{\text{Oszillator}} - f_{\text{Eingang}}$
- Bei Sender nur **eine** Ausgangsfrequenz gewünscht: Filter!



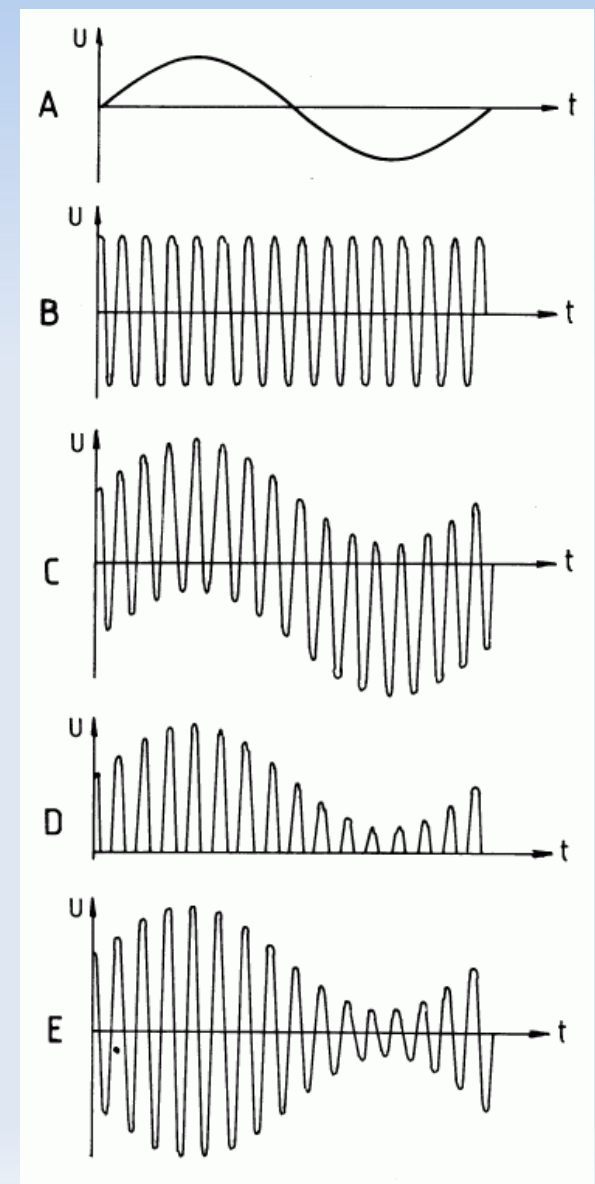
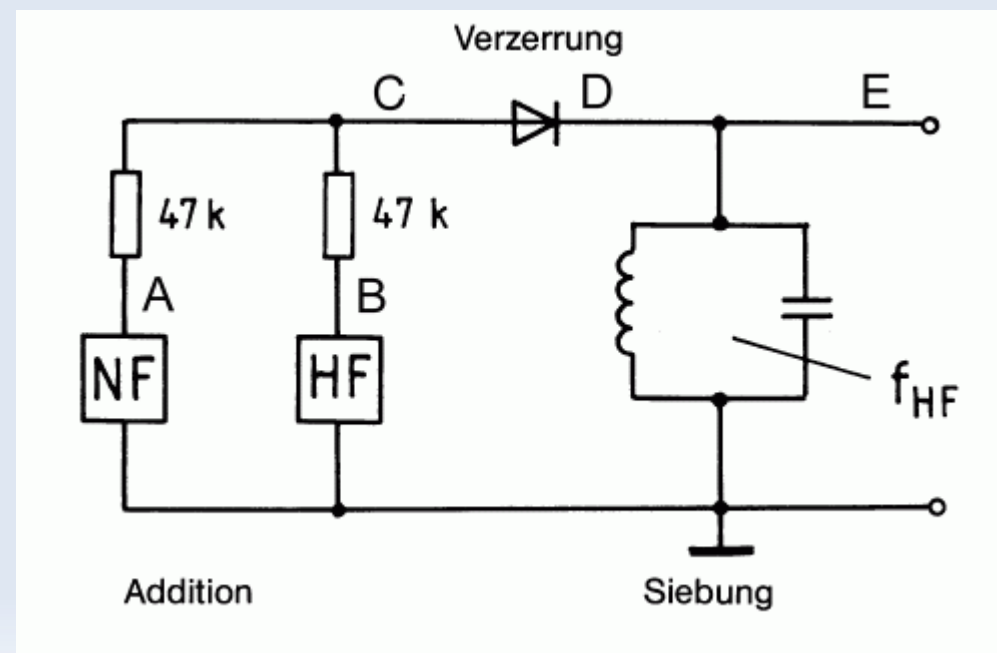


# Modulation: AM

Amateurfunk-Gruppe  
der RWTH Aachen  
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA  
DBØSDA

- Addition von NF und HF
- Unterdrückung einer Halbwelle
- Regeneration der neg. Halbwelle durch Schwingkreis

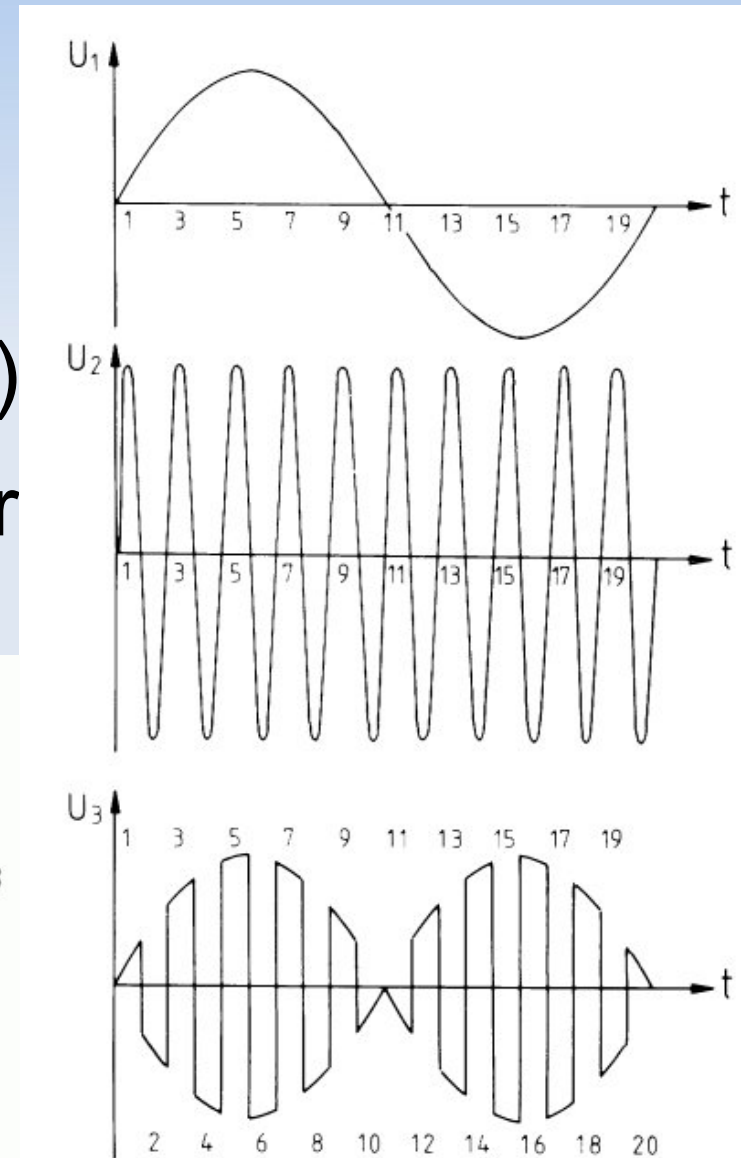
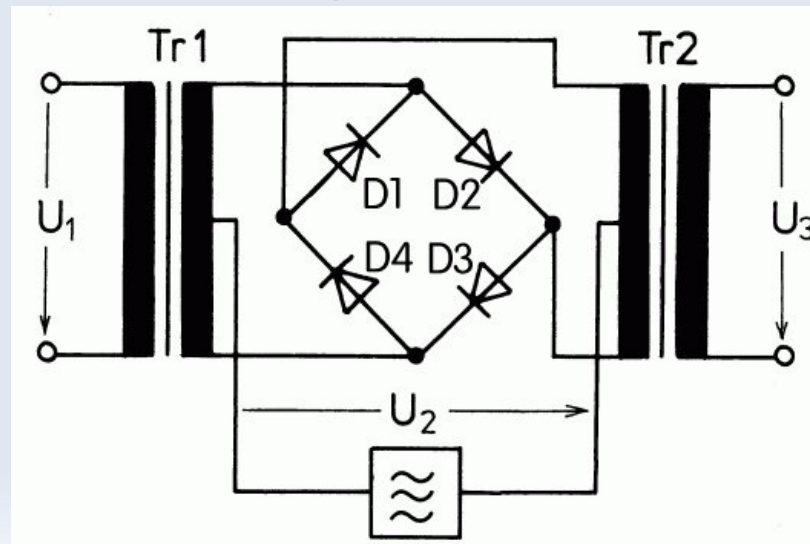


# Modulation: SSB

Amateurfunk-Gruppe  
der RWTH Aachen  
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA  
DBØSDA

- Erzeugung von AM ohne Träger mittels Ringmodulator (auch: Balance-Mischer)
- Eingänge: NF ( $U_1$ ) und HF ( $U_2$ )
- Ausgang ( $U_3$ ): AM ohne Träger mit Phasensprüngen



# Prüfung Klasse A: TF313

Amateurfunk-Gruppe  
der RWTH Aachen  
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA  
DBØSDA

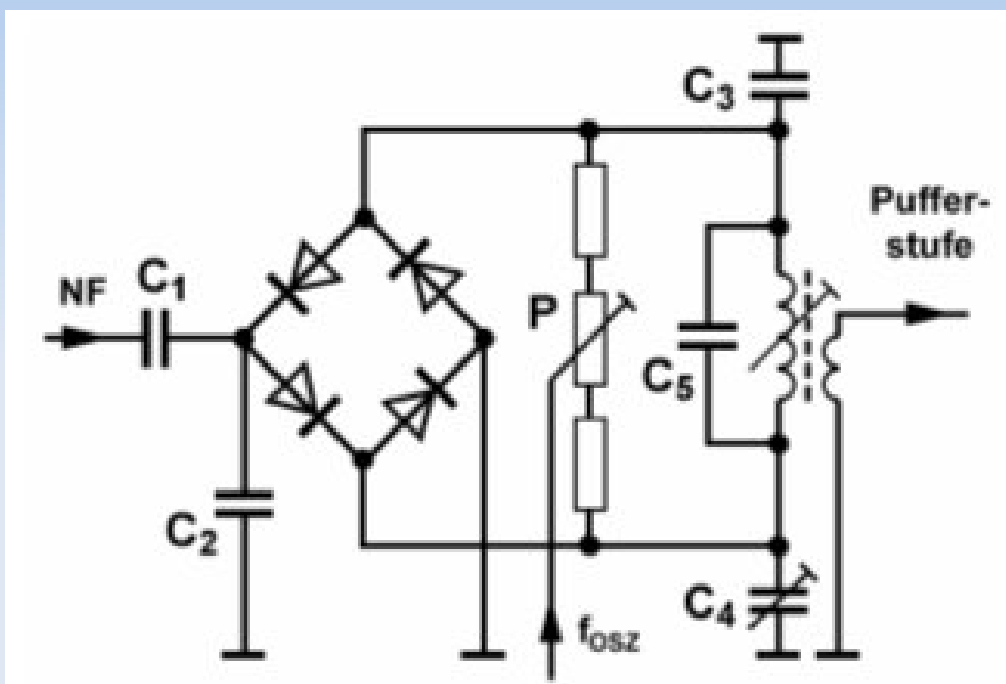
- Wozu dienen P und C4 bei dieser Schaltung?

zum Ausgleich von Frequenzgang- und Laufzeitunterschieden.

zur Einstellung des Frequenzhubes mit Hilfe der ersten Trägernullstelle.

zur Einstellung der Trägerunterdrückung nach Betrag und Phase.

zur Einstellung des Modulationsgrades der erzeugten AM-Signale.

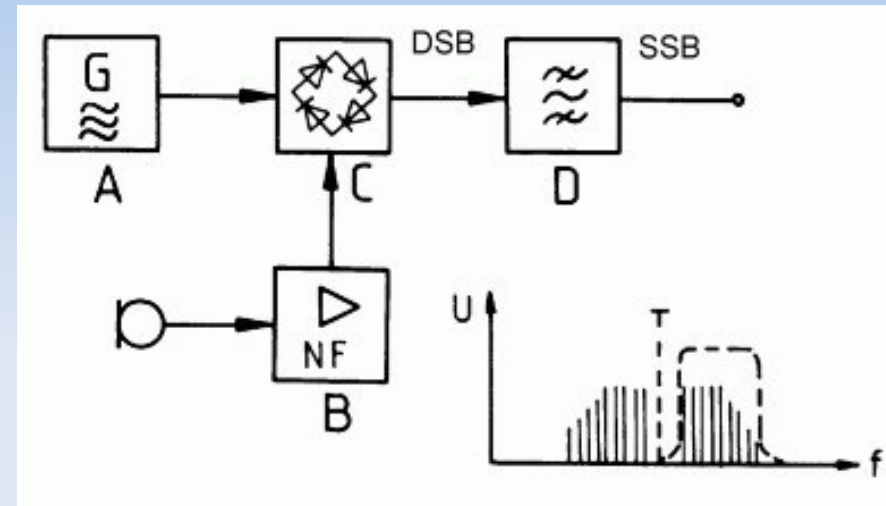


# Modulation: SSB

Amateurfunk-Gruppe  
der RWTH Aachen  
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA  
DBØSDA

- Entfernung des 2. Seitenbandes per Filter
- Ausgangsleistung direkt abhängig von NF-Lautstärke
- Bandbreite unabhängig von NF-Lautstärke
- Genaue Einstellung oder Speech Processor



# Prüfung Klasse E: TG101

Amateurfunk-Gruppe  
der RWTH Aachen  
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA  
DBØSDA

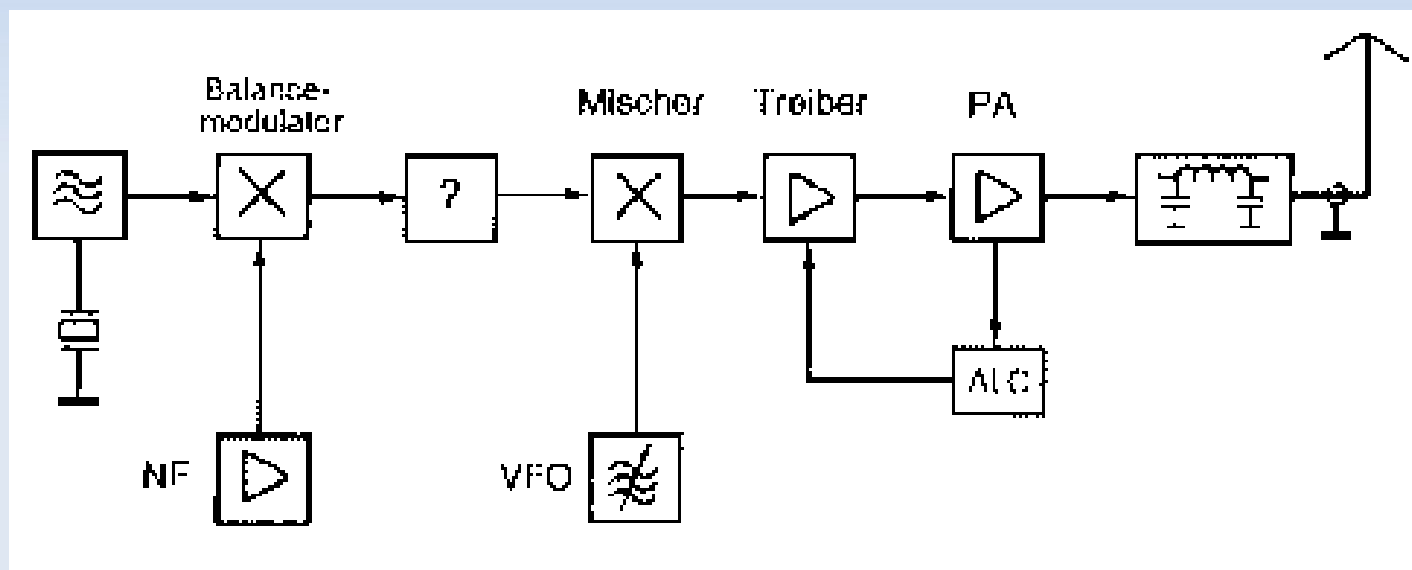
- Wie kann die hochfrequente Ausgangsleistung eines SSB-Senders vermindert werden?
  - Durch die Veränderung des Arbeitspunktes der Endstufe.
  - Durch die Verringerung des Hubes und/oder durch Einfügung eines Dämpfungsgliedes zwischen Steuersender und Endstufe.
  - Nur durch Verringerung des Hubes allein.
  - Durch die Verringerung der NF-Ansteuerung und/oder durch Einfügung eines Dämpfungsgliedes zwischen Steuersender und Endstufe.

# Prüfung Klasse A: TG101

Amateurfunk-Gruppe  
der RWTH Aachen  
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA  
DBØSDA

- Dieses Blockschaltbild zeigt einen SSB-Sender. Welche Stufe muss beim "?" arbeiten?



- Ein Quarzfilter als Seitenbandsperre
- Ein USB-Hochpass als Trägerfrequenzsperre
- Ein LSB-Tiefpass als Trägerfrequenzsperre
- Ein ZF-Notchfilter als Seitenbandsperre



# Modulation: FM

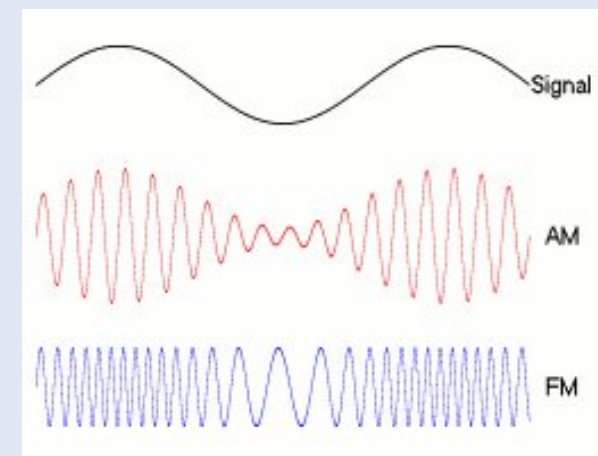
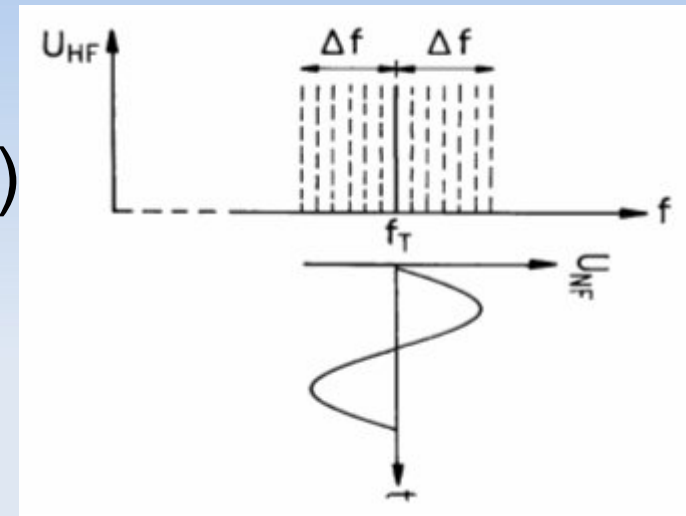
Amateurfunk-Gruppe  
der RWTH Aachen  
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA  
DBØSDA

- Kennwerte:
  - Hub  $\Delta f$  (abhängig von Lautstärke)
  - Modulationsindex  $m$   

$$m = \Delta f_T / f_{NFmax}$$
  - Bandbreite  $B$   

$$B_{FM} = 2 \cdot (\Delta f_T + f_{NFmax})$$
- Schmalband-FM ab etwa  $m < 0,5$ 
  - $B_{FM} \approx 2 \cdot (f_{NFmax})$

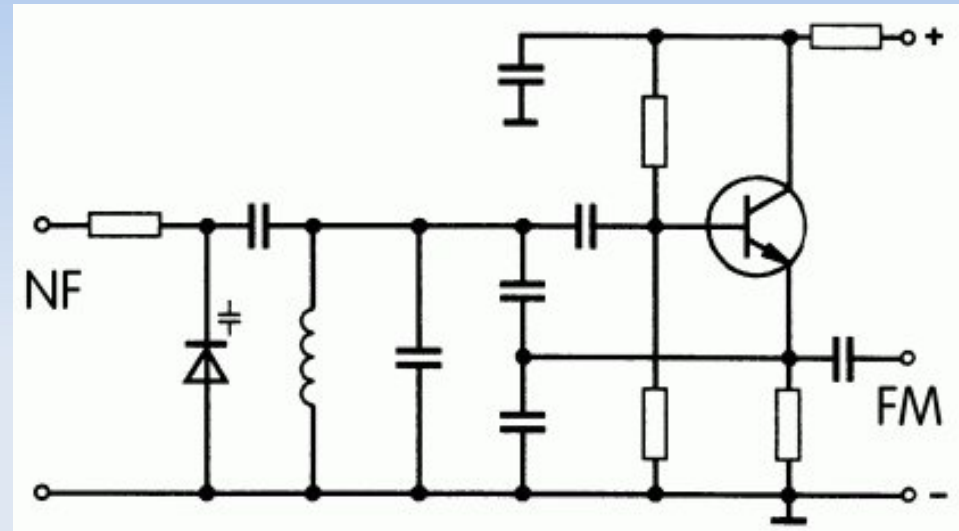


# Modulation: FM

Amateurfunk-Gruppe  
der RWTH Aachen  
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA  
DBØSDA

- Hier: Colpitts-Oszillator
- Kapazitätsdiode (Varicap) parallel zu LC-Schwingkreis
- Zu großer Hub:  
zu große HF-Bandbreite
  - Folge: Störung von Nachbarkanälen, Verzerrungen am Empfänger
  - Begrenzung von Lautstärke/Hub notwendig
- hier: HF-Leistung unabhängig von NF-Leistung!



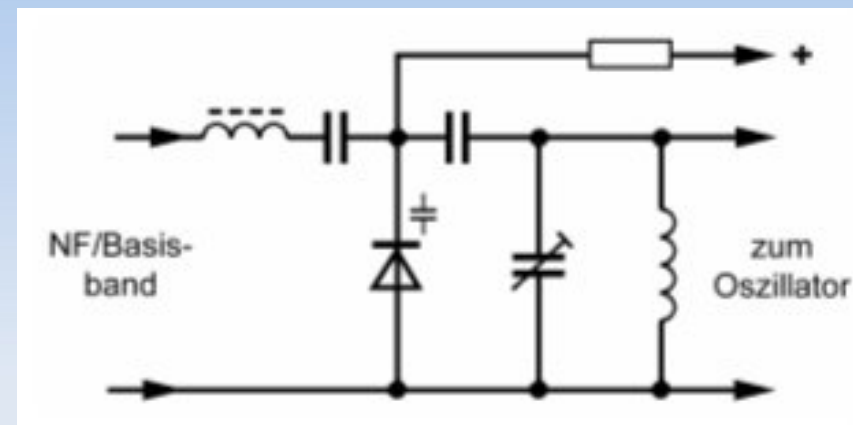
# Prüfung Klasse A: TG212

Amateurfunk-Gruppe  
der RWTH Aachen  
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA  
DBØSDA

- Dieser Schaltungsauszug ist Teil eines Senders.

Welche Funktion hat die Diode?



- Sie beeinflusst die Resonanzfrequenz des Schwingkreises in Abhängigkeit von den Frequenzen im Basisband und moduliert so die Oszillatorfrequenz.
- Sie richtet das Eingangssignal gleich und erzeugt so die Betriebsspannung für den Oszillator, um diesen von der Stromversorgung der anderen Stufen zu entkoppeln.
- Sie begrenzt die Amplituden des Eingangssignals und vermeidet so die Übersteuerung der Oszillatorstufe.
- Sie dient zur Erzeugung von Amplitudenmodulation und zur Abstimmung der Oszillatorfrequenz.

# Prüfung Klasse A: TG301

Amateurfunk-Gruppe  
der RWTH Aachen  
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA  
DBØSDA

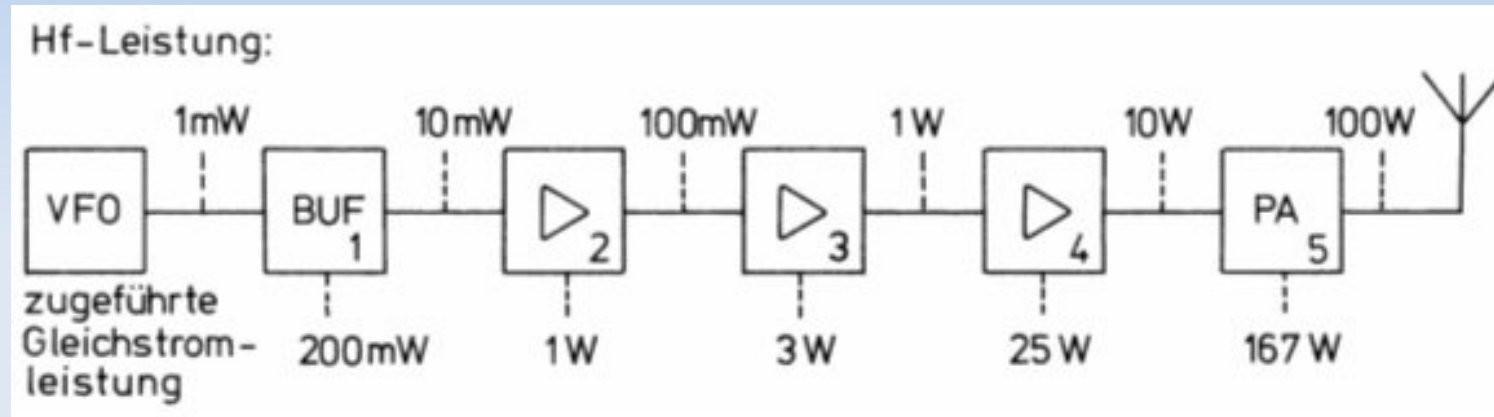
- Was kann man bezüglich der Ausgangsleistung eines FM-Senders in Abhängigkeit von der Modulation aussagen?
  - Sie reduziert sich um 50 %, wenn der Sender moduliert wird.
  - Sie variiert mit der Modulationsleistung, wenn der Sender moduliert wird.
  - Sie ist unabhängig von der Modulation.
  - Sie geht gegen Null, wenn der Sender nicht moduliert wird.

# Verstärker / Endstufen

Amateurfunk-Gruppe  
der RWTH Aachen  
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA  
DBØSDA

- Meist mehrstufige Leistungserhöhung



- Wirkungsgrad  $\eta = P_{\text{HF}} / P_{\text{DC}}$

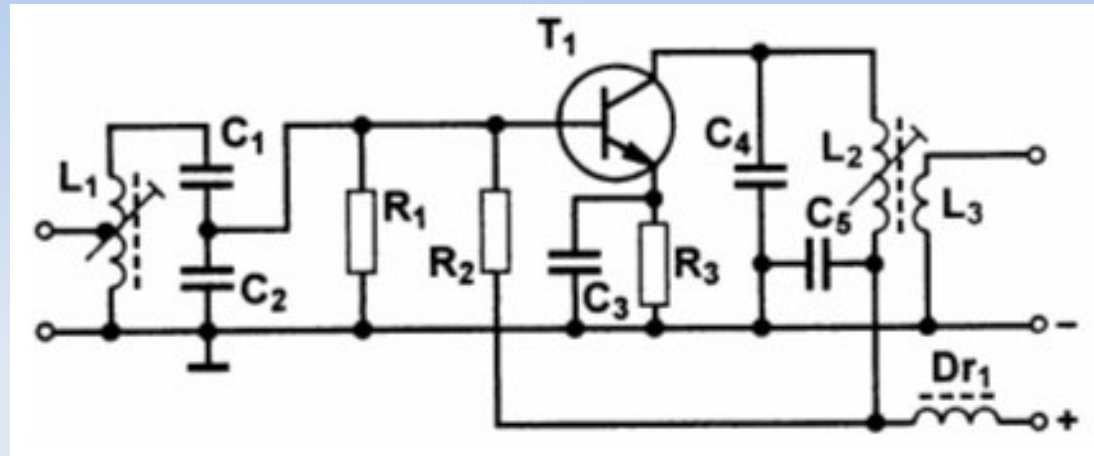
# Beispiel: UKW-Endstufe

Amateurfunk-Gruppe  
der RWTH Aachen  
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA  
DBØSDA

- Ein- und Ausgangswiderstands-  
transformation

$$L_1, C_1, C_2 / L_2, L_3, C_4$$



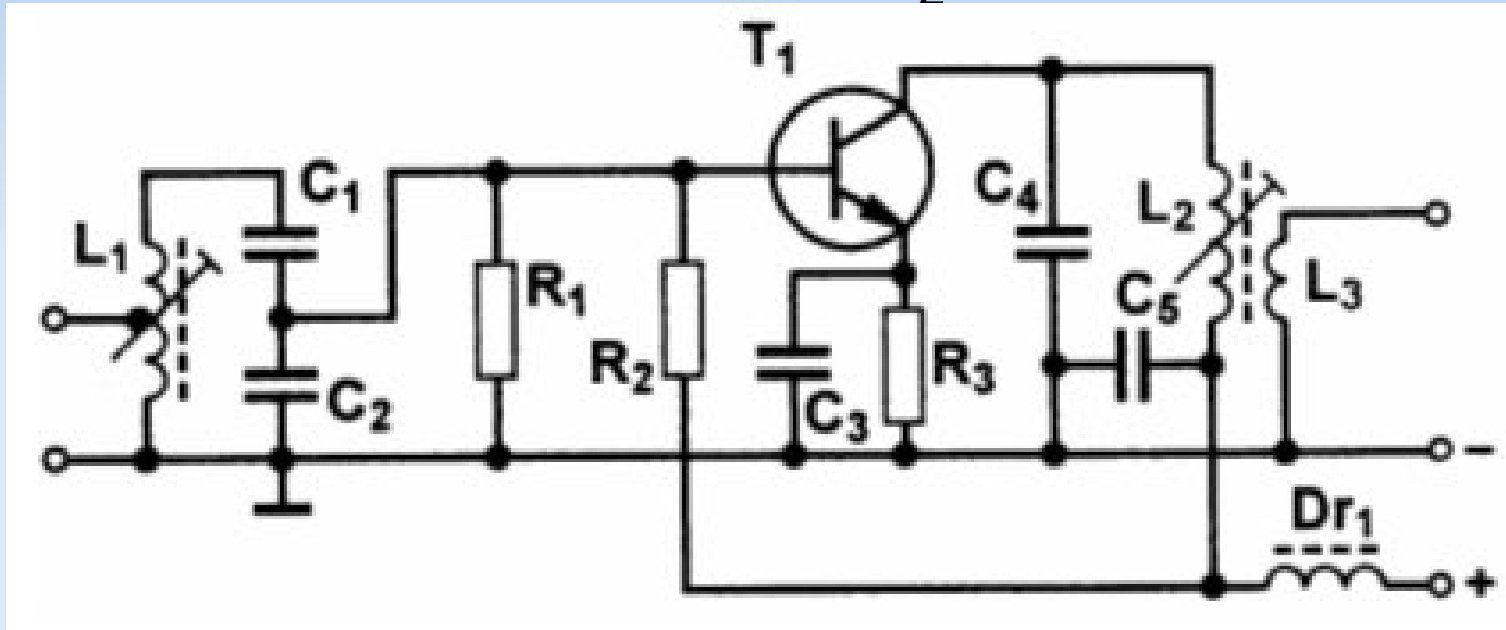
- HF-Entkopplung der  
Stromversorgung: Drossel  $Dr_1$ ,  $C_5$
- Einstellung des Arbeitspunktes von  $T_1$  durch  
 $R_2/R_1$
- $R_3, C_3$  zur Stabilisierung und Strombegrenzung

# Prüfung Klasse A: TG224

Amateurfunk-Gruppe  
der RWTH Aachen  
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA  
DBØSDA

- Welchem Zweck dient  $C_2$  in der Schaltung?



- Zur Gleichstromentkopplung
- Zur Verhinderung der Schwingneigung
- Zur Festlegung der HF-Kopplung
- Zur Unterdrückung von Oberwellen

# Vermeidung von Störungen

**Amateurfunk-Gruppe**  
*der RWTH Aachen*  
*am Institut für Hochfrequenztechnik*

DLØUA  
DBØSDA

- Tiefpassfilter gegen Oberwellen
- Einhaltung der Übertragungsbandbreite
  - Durch Begrenzung des Hubs bei FM
- Prüfung an Abschlusswiderstand statt Antenne



# Prüfung Klasse E: TG105

Amateurfunk-Gruppe  
der RWTH Aachen  
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA  
DBØSDA

- Was bewirkt eine zu geringe Mikrofonverstärkung bei einem SSB-Transceiver?
  - Verringerung der Modulationsqualität
  - geringe Ausgangsleistung
  - Störungen von Stationen, die auf einem anderen Frequenzband arbeiten
  - Splatter bei Stationen, die auf dem Nachbarkanal arbeiten.

# Übliche Geräte-Funktionen

**Amateurfunk-Gruppe**  
*der RWTH Aachen*  
*am Institut für Hochfrequenztechnik*

DLØUA  
DBØSDA

- PTT – Push To Talk
- RIT – Receiver Incremental Tuning
- VOX – Voice Operated Exchange
- AGC – Automatic Gain Control
- Speech Processor