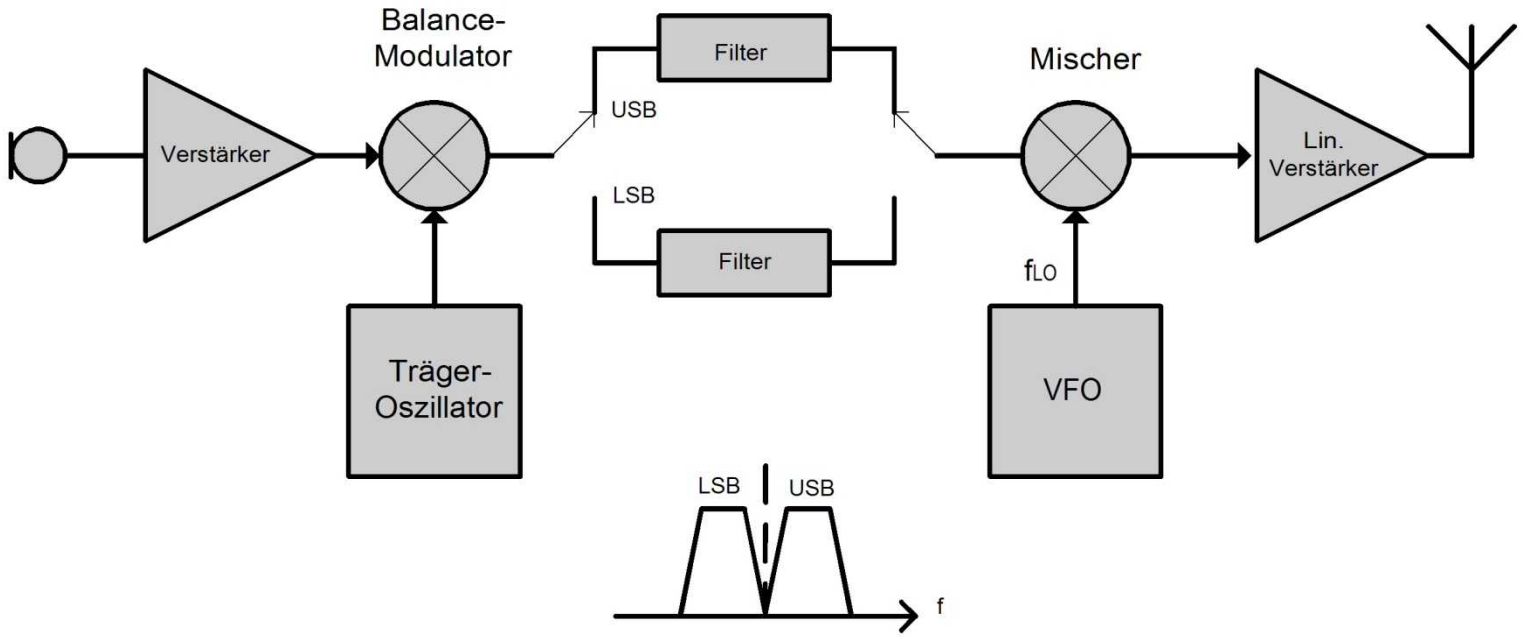
# SDR

## Software Defined Radio

Themen:

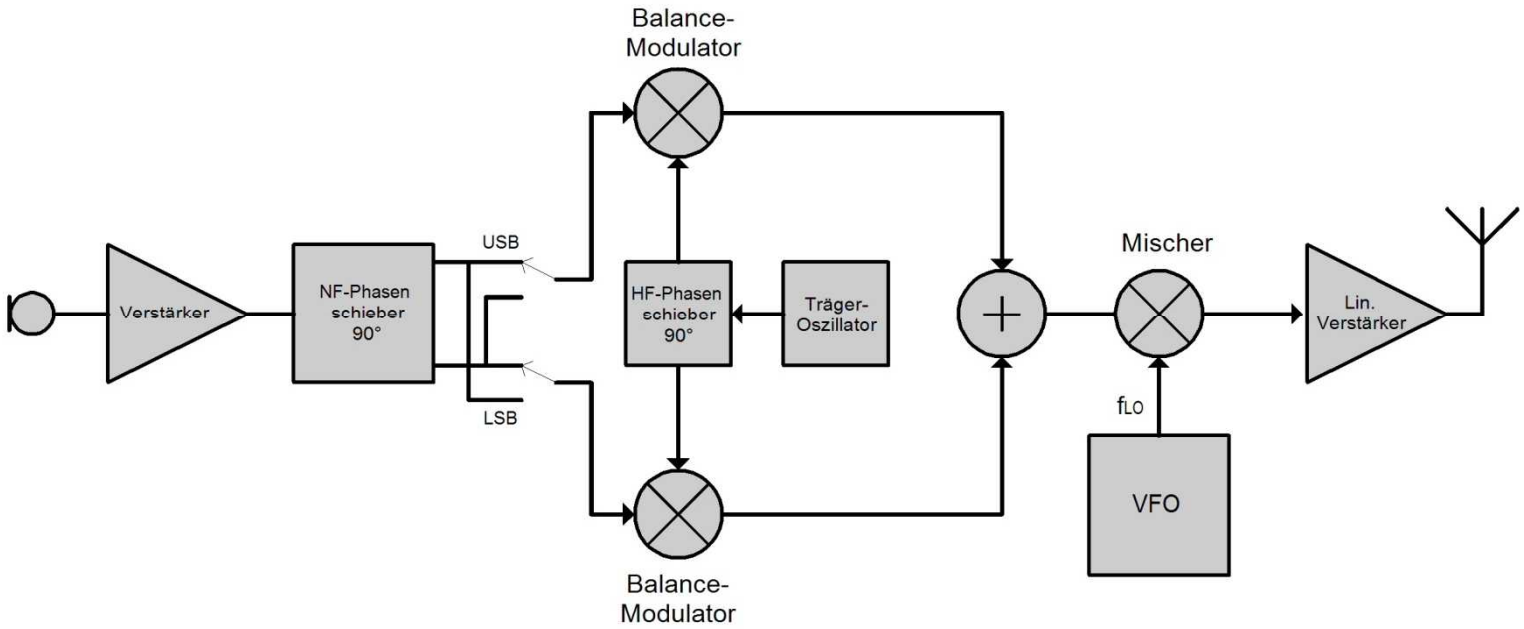
- Methoden zur Erzeugung eines Einseitenbandsignals
  ( Filter-, Phasenmethode, SDR )
- Definition des SDR
- Grundbausteine im SDR ( SDR-1000, SR100 )
  (IQ-Modulator, IQ-Demodulator, Mischer )
- Funktionsprinzip des SDR
- Schaltungstechnik des SDR
- Messergebnisse und Daten
- Praktische Erfahrungen u. Demonstration

# SDR



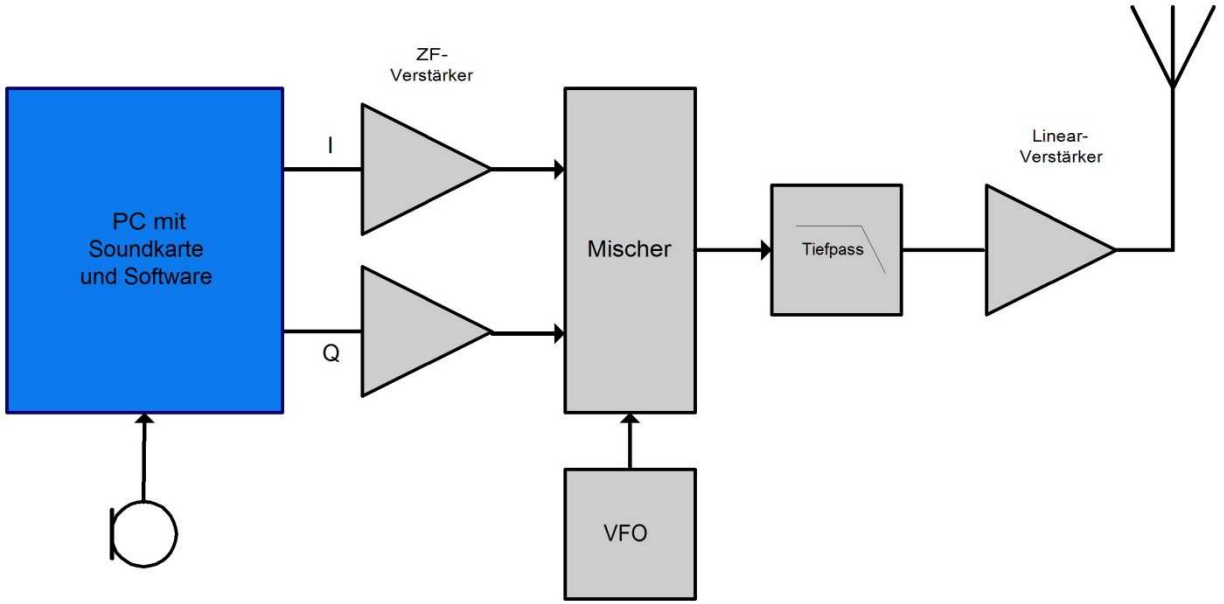

**Prinzip SSB-Sender nach der Filtermethode**

# SDR



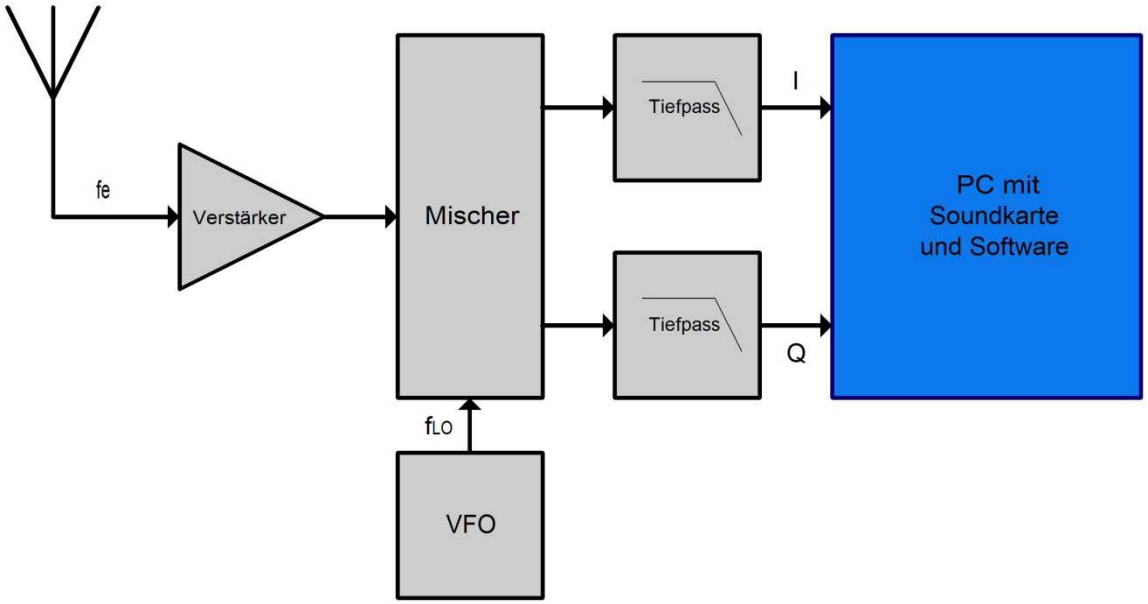

**SSB-Sender nach der Phasenmethode**

# SDR




**Softwaredefinierter SSB-Sender ( SDR )**

# SDR




**Software definierter SSB-Empfänger ( SDR )**

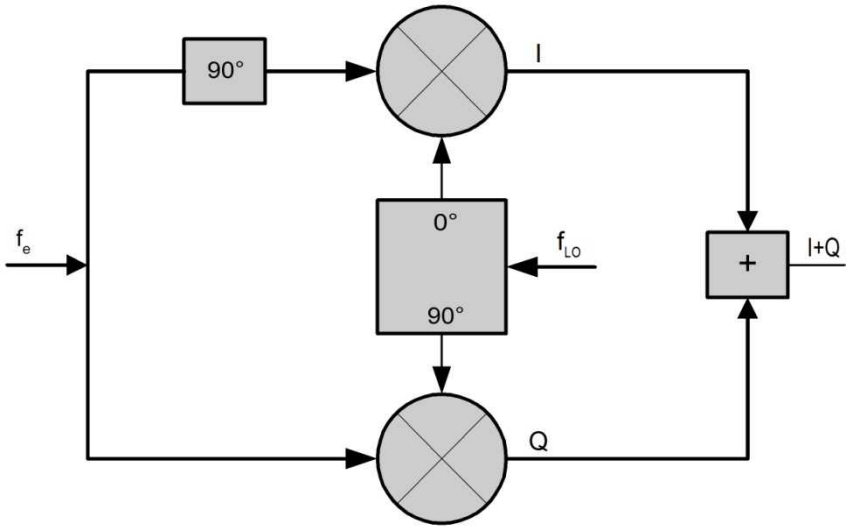
# SDR

Software Defined Radios ( SDRs) sind wesentlich Digital-Computer, die mit einer Antenne und einem Mikrofon verbunden werden. Nahezu alle signalverarbeitenden Prozesse werden durch Software erzeugt und gesteuert.

Zur Zeit wird in einem „Frontend“ auf eine Zwischenfrequenz von ca. 11 KHz heruntergemischt, damit die Signale von der Audiokarte des Computers verarbeitet werden können. Vergleichbares gilt für den Sender, PA!

**Definition SDR**

# SDR




$$I + Q = AB\cos((\omega_e - \omega_{LO})t)$$

$$Q = \frac{1}{2}AB\cos((\omega_e + \omega_{LO})t) + \frac{1}{2}AB\cos((\omega_e - \omega_{LO})t)$$

$$I = \frac{1}{2}AB\cos((\omega_e + \omega_{LO})t + 180) + \frac{1}{2}AB\cos((\omega_e - \omega_{LO})t)$$

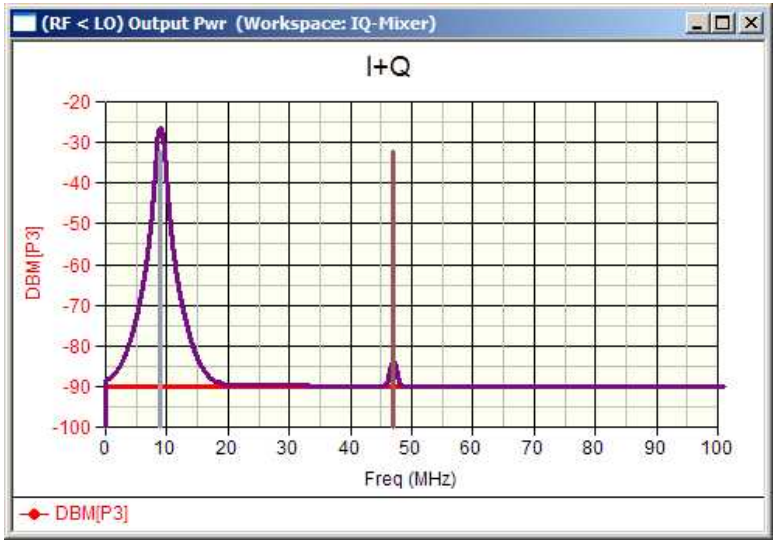
**Quadraturmodulator**

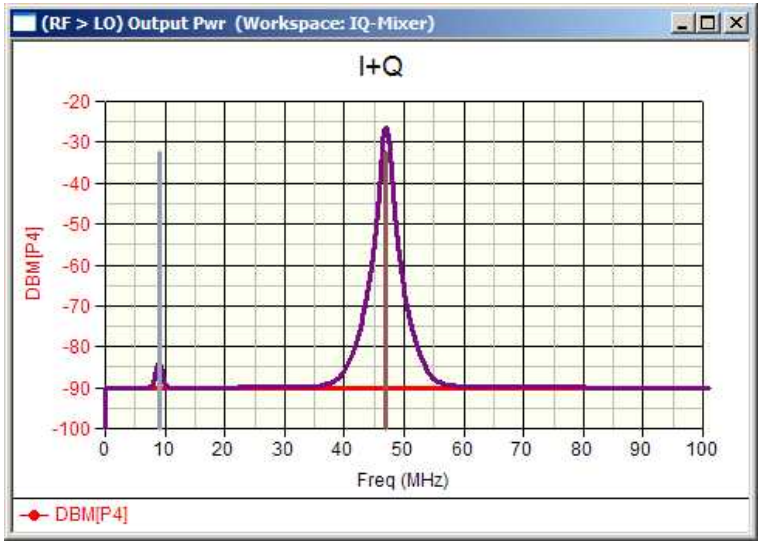
# SDR

Am Ausgang nur noch die Differenzfrequenz $\omega_e - \omega_{LO}$

**o d e r** nach Umschaltung $\omega_{LO}$ von 0°/90° auf 90°/0°

Die Summenfrequenz $\omega_e + \omega_{LO}$

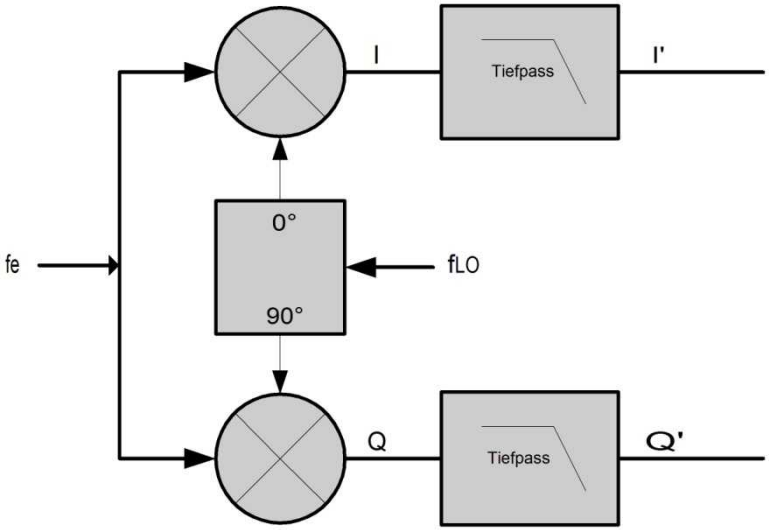



Beispiel: $f_e$ = 28 MHZ, $f_{LO}$ = 19 MHZ

**Quadraturmodulator**

# SDR




$$I' = \frac{1}{2} AB \cos\left(\omega_e - \omega_{LO}\right)t$$

$$Q' = \frac{1}{2} AB \cos\left(\left(\omega_e - \omega_{LO}\right)t - 90\right)$$

$$Q = \frac{1}{2} AB \cos\left(\left(\omega_e + \omega_{LO}\right)t + 90\right) + \frac{1}{2} AB \cos\left(\left(\omega_e - \omega_{LO}\right)t - 90\right)$$

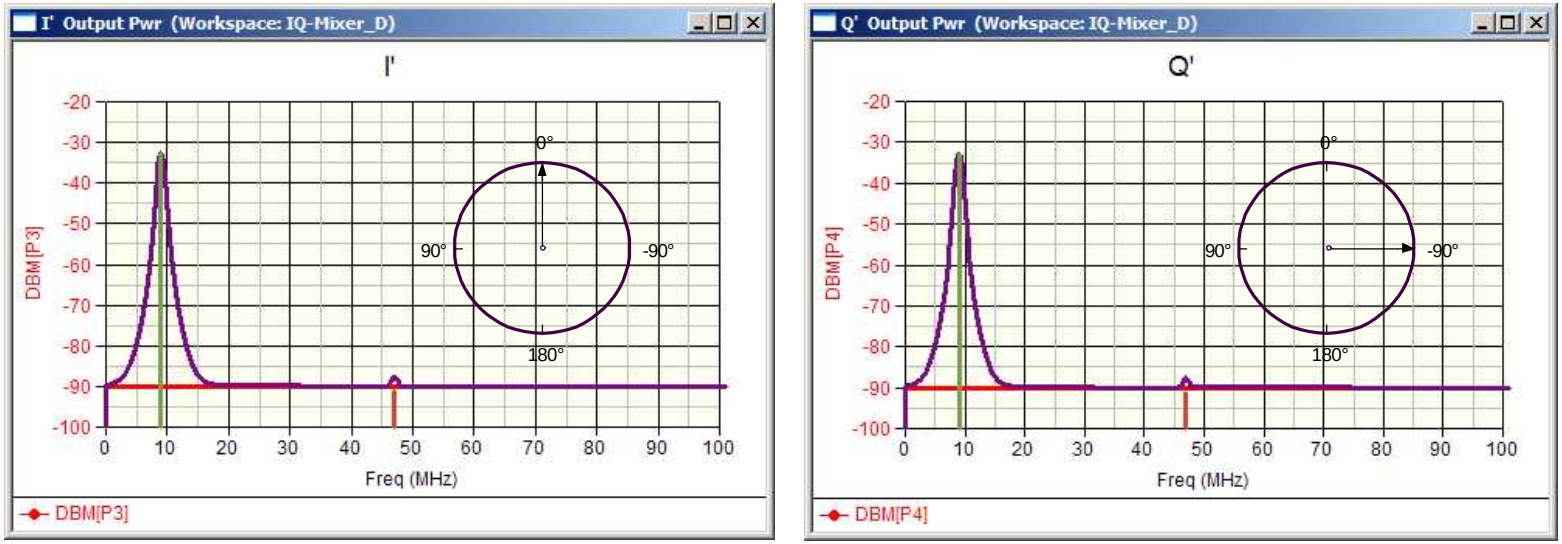
$$I = \frac{1}{2} AB \cos\left(\left(\omega_e + \omega_{LO}\right)t + (0+0)\right) + \frac{1}{2} AB \cos\left(\left(\omega_e - \omega_{LO}\right)t + (0-0)\right)$$

**Quadraturdemodulator**

# SDR

Am Ausgang I‘ die Differenzfrequenz $\omega_e - \omega_{LO}$ mit $\varphi = 0°$

Am Ausgang Q‘ die Differenzfrequenz $\omega_e - \omega_{LO}$ mit $\varphi = -90°$




Beispiel: $f_e$ = 28 MHZ, $f_{LO}$ = 19 MHZ

**Quadraturdemodulator**

# SDR

## Was kann ein Quadraturmodulator?

Er liefert die Summen- oder Differenzfrequenz von 2 Signalen

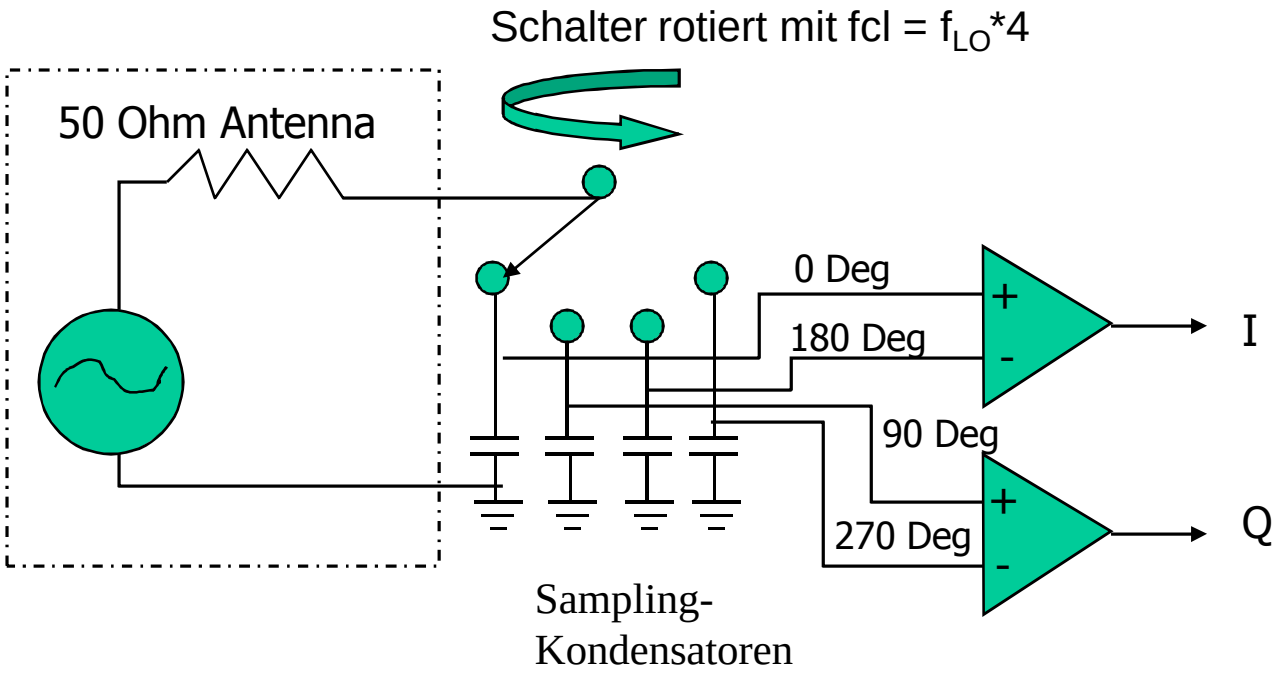
( Spiegelunterdrückung, PC oder 90° )

## Was kann ein Quadraturdemodulator?

Er liefert die Summen- **und/oder** Differenz-frequenz ( Filter! ) von 2 Signalen mit 90° Phasenverschiebung, also ein I- und ein Q-Signal

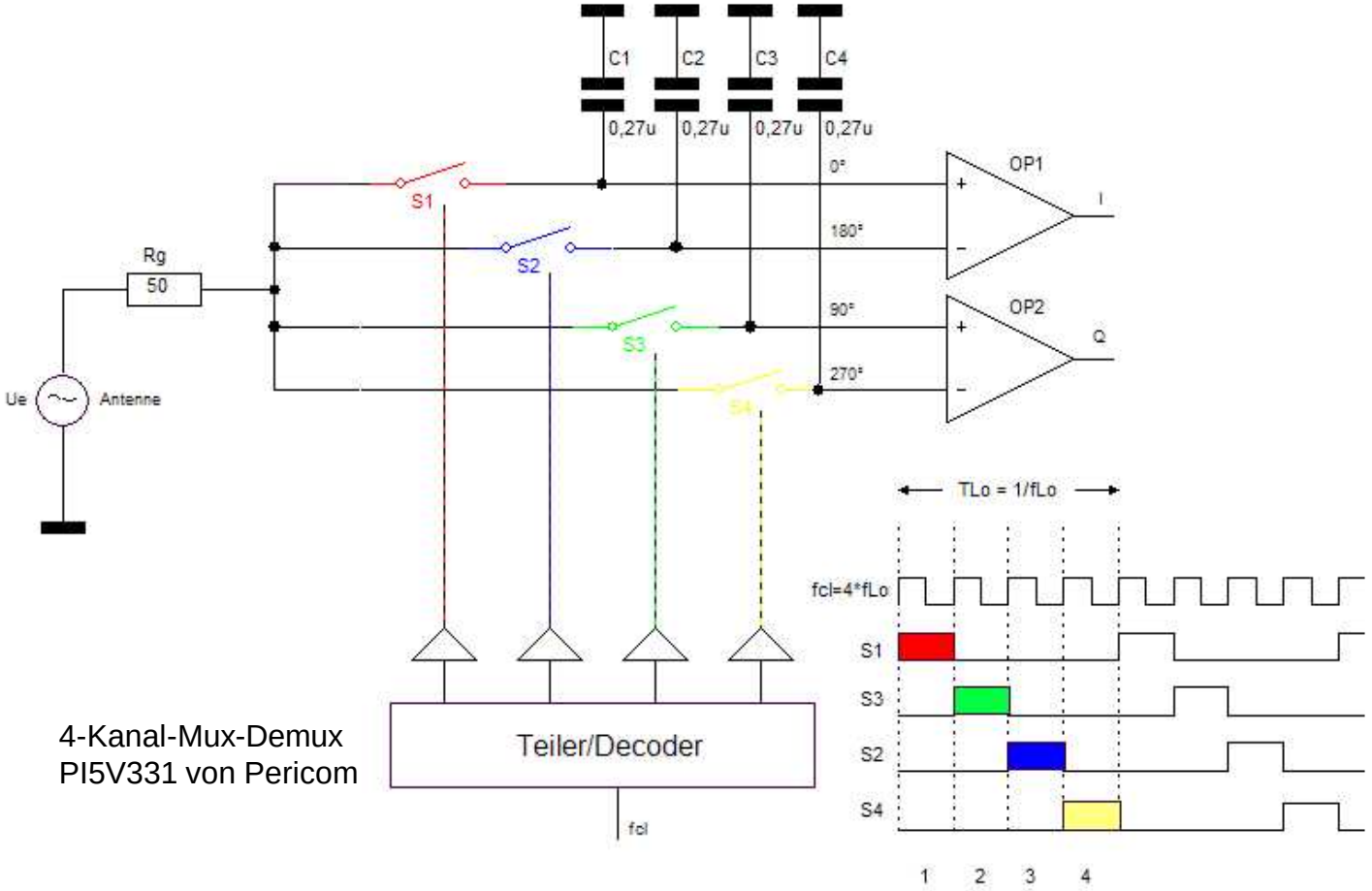
**Quadraturmodulator, Quadraturdemodulator**

# SDR




**Prinzip desTayloe-Mischers**

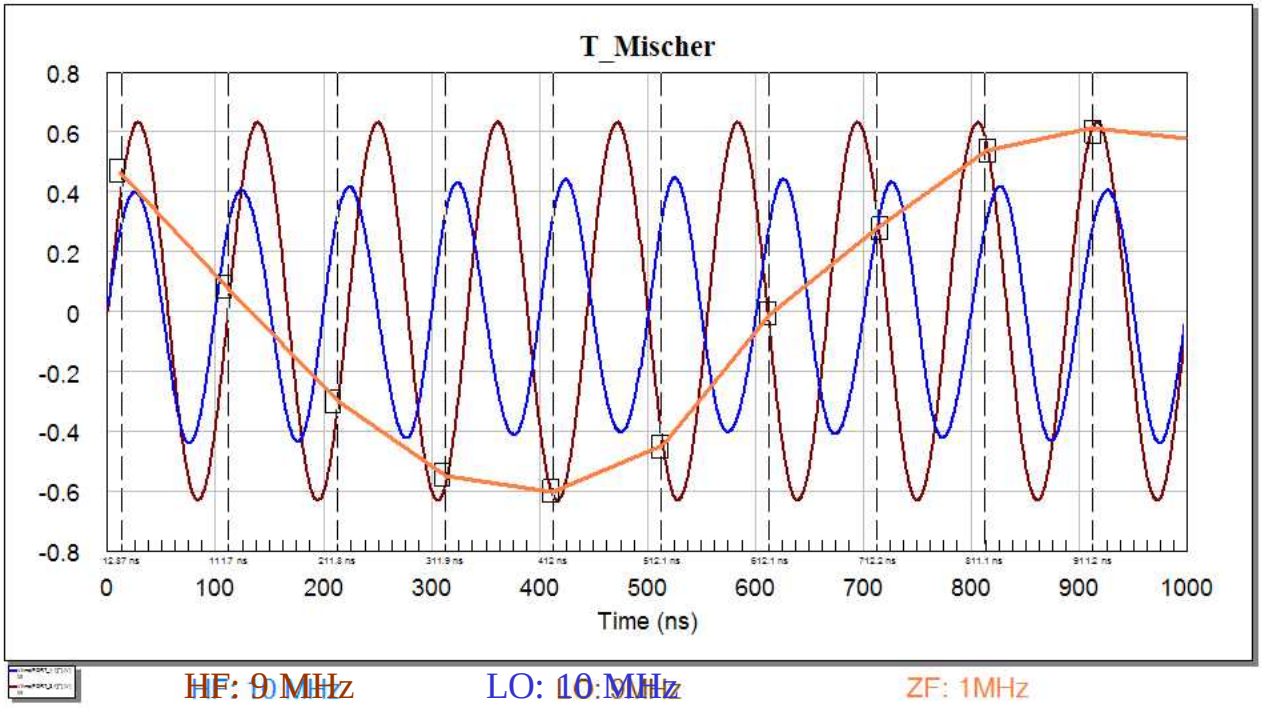
# SDR




4-Kanal-Mux-Demux
PI5V331 von Pericom

**Prinzip desTayloe-Mischers**

# SDR




Abtastung ( hier ) zwischen 0°, 90° der Oszillatorschwingung und Spannungsverlauf am Sampling-Kondensators C1

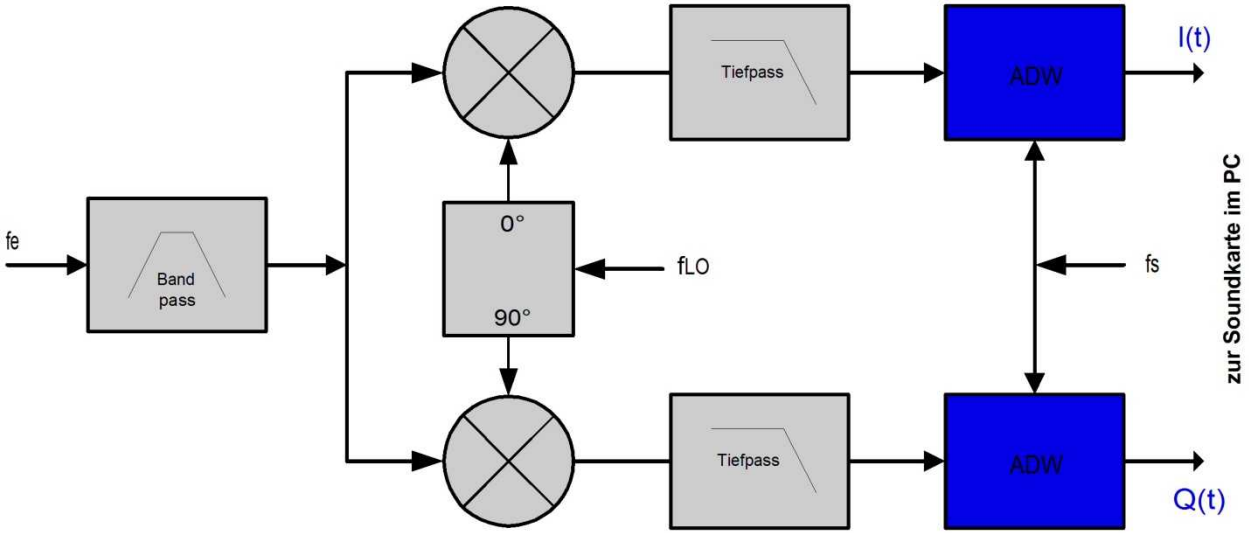
**Funktion desTayloe-Mischers**

## Was kann ein Tayloe-Mischer?

1. Liefert ein I- und ein Q-Signal
2. Unterdrückt Spiegelfrequenz (mit PC)
3. Geringe Mischverluste ( < 2dB )
4. Geringes Rauschen
5. Linearität ( IP3 ~ +30 dBm )

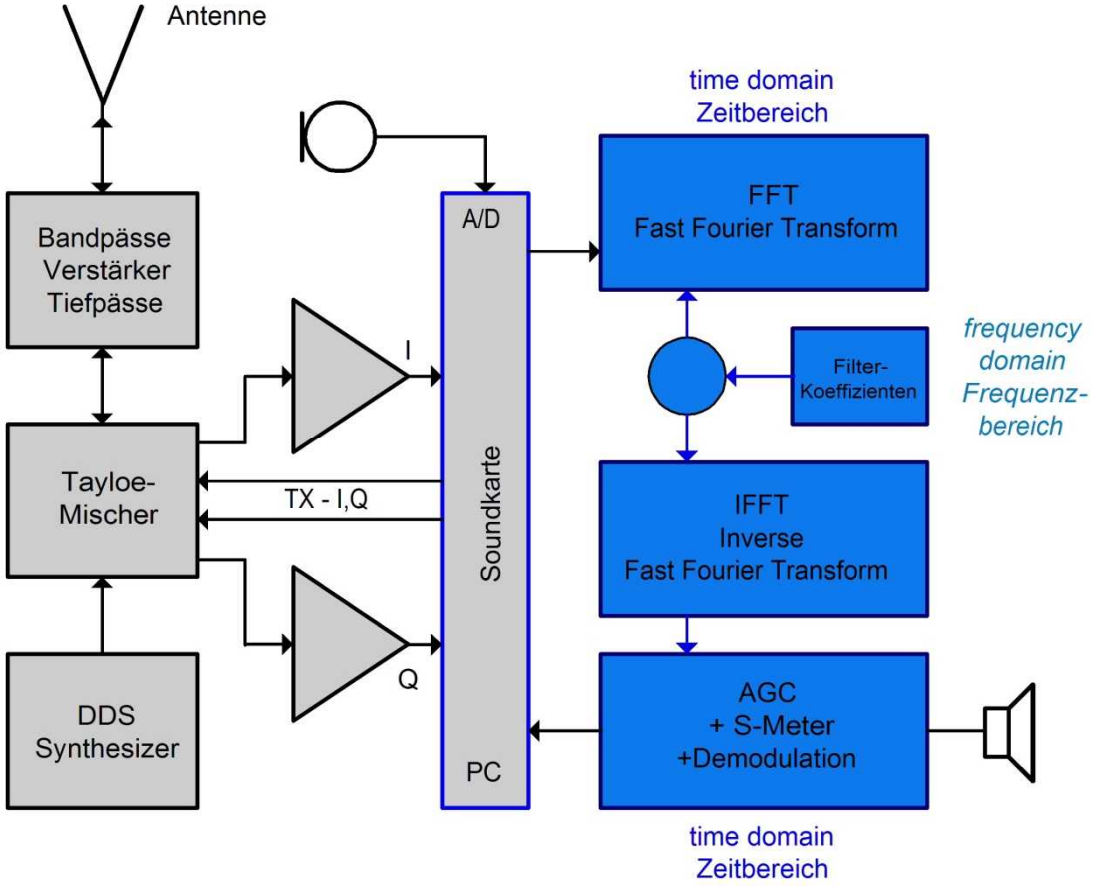
**Tayloe-Mischers**

# SDR



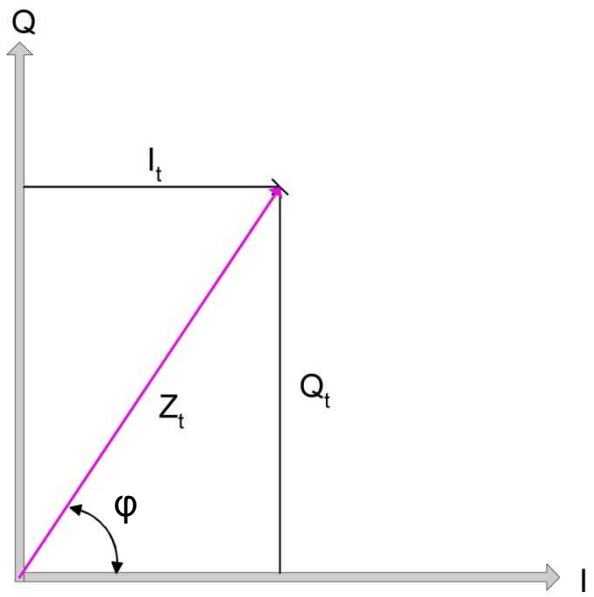

**Prinzip eines SDR-Empfängers**

# SDR




**Blockschaltbild des SDR-Transceivers SDR-1000**

# SDR




Die momentanen Amplitudenwerte des empfangenen Signals $I_t$ und $Q_t$ werden geometrisch addiert.

Der Betrag des Zeigers $Z_t$ wird aus

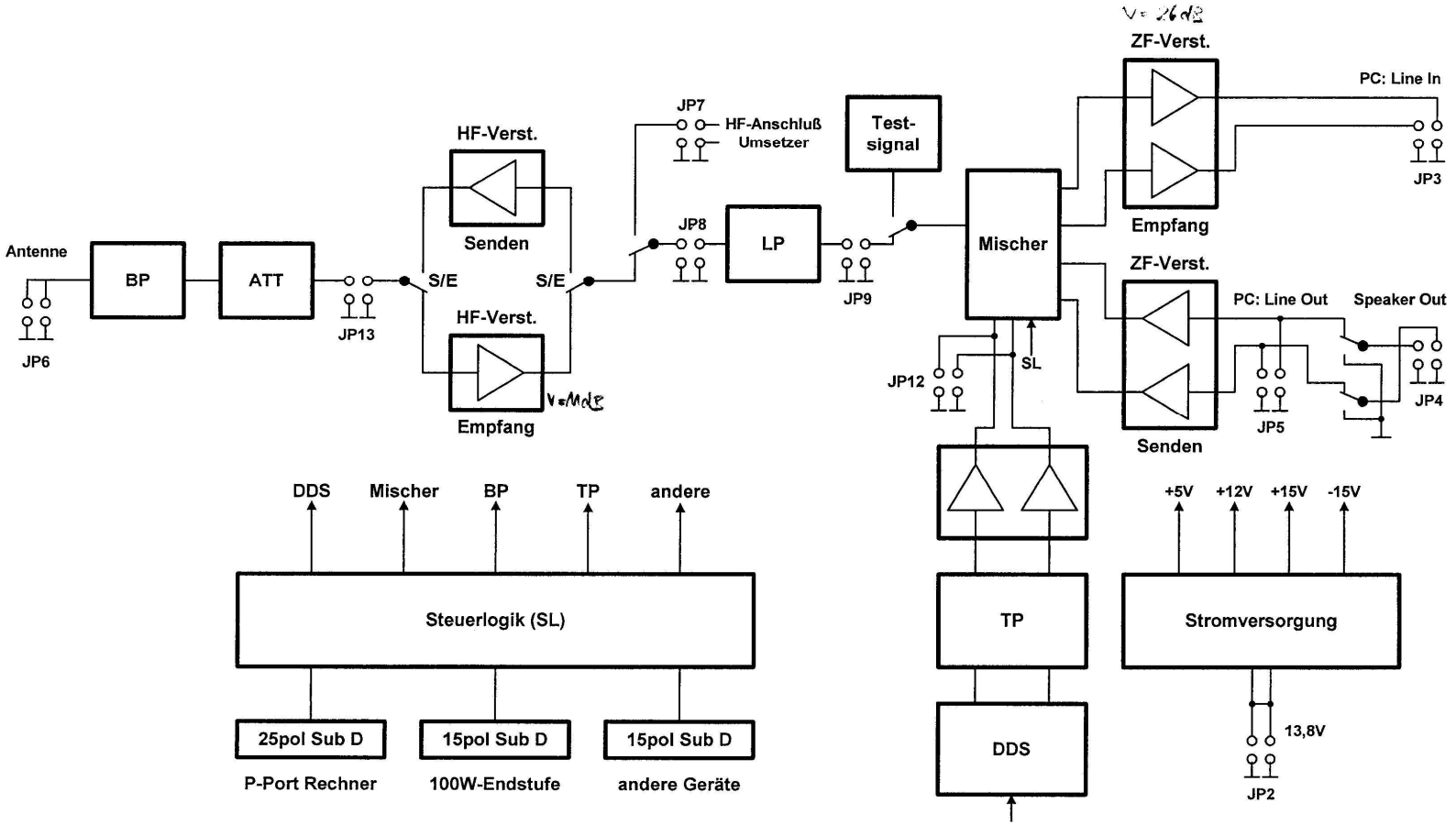
$$Z_t = \sqrt{I_t^2} + Q_t^2$$

gewonnen. Und der momentane Phasenwinkel des empfangenen Signals aus:

$$\varphi_t = \arctan\left(\frac{Q_t}{I_t}\right)$$

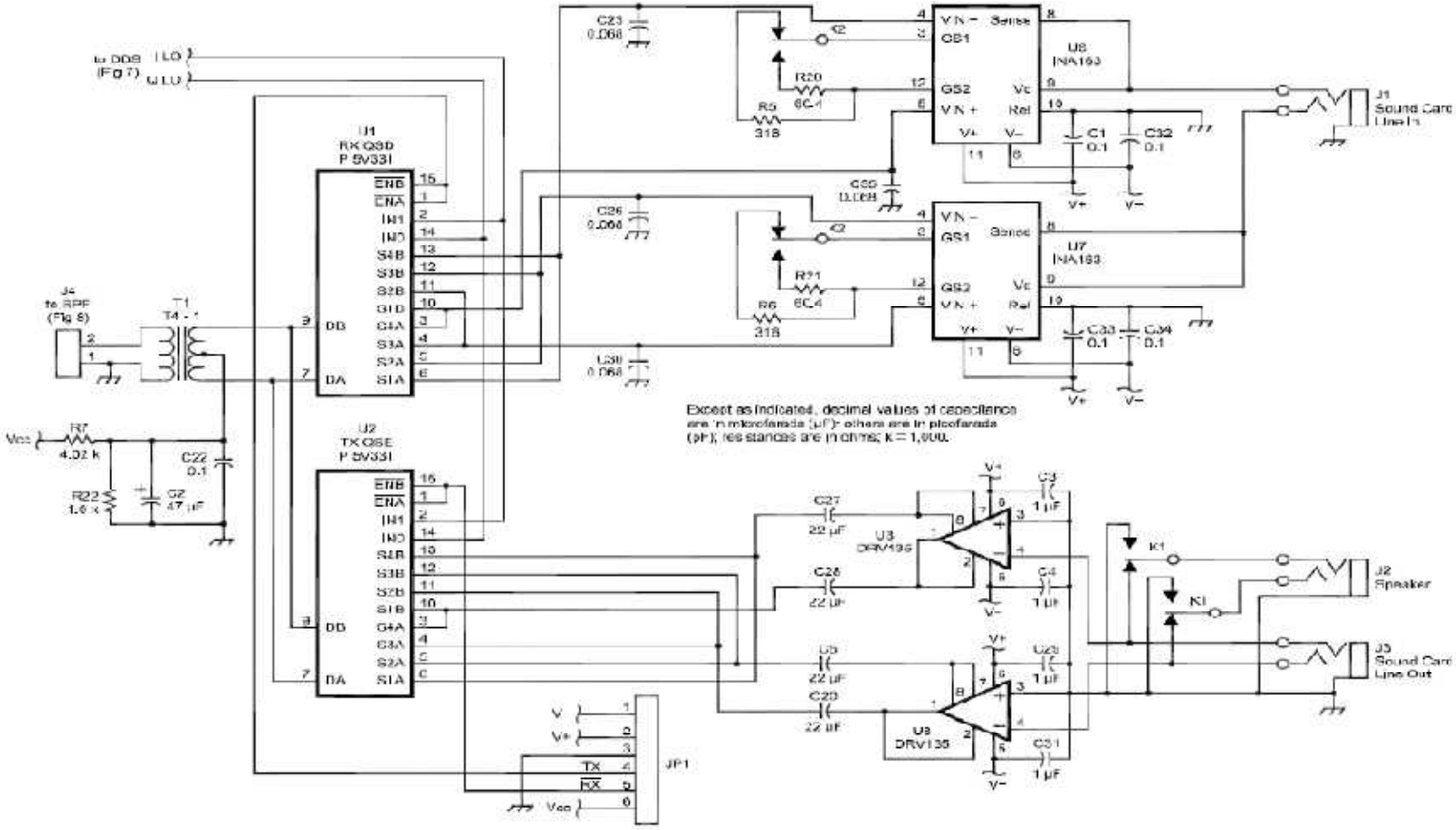
**Demodulation im Rechner ( PC ) mit IQ-Signalen**

# SDR




**Blockschaltbild des Transceivers SR-100**

# SDR




**Tayloe-Mischer, ZF-Verstärker**

# SDR

**DDS-Synthesizer und**

**Tiefpassfilter im**

**SDR-1000**

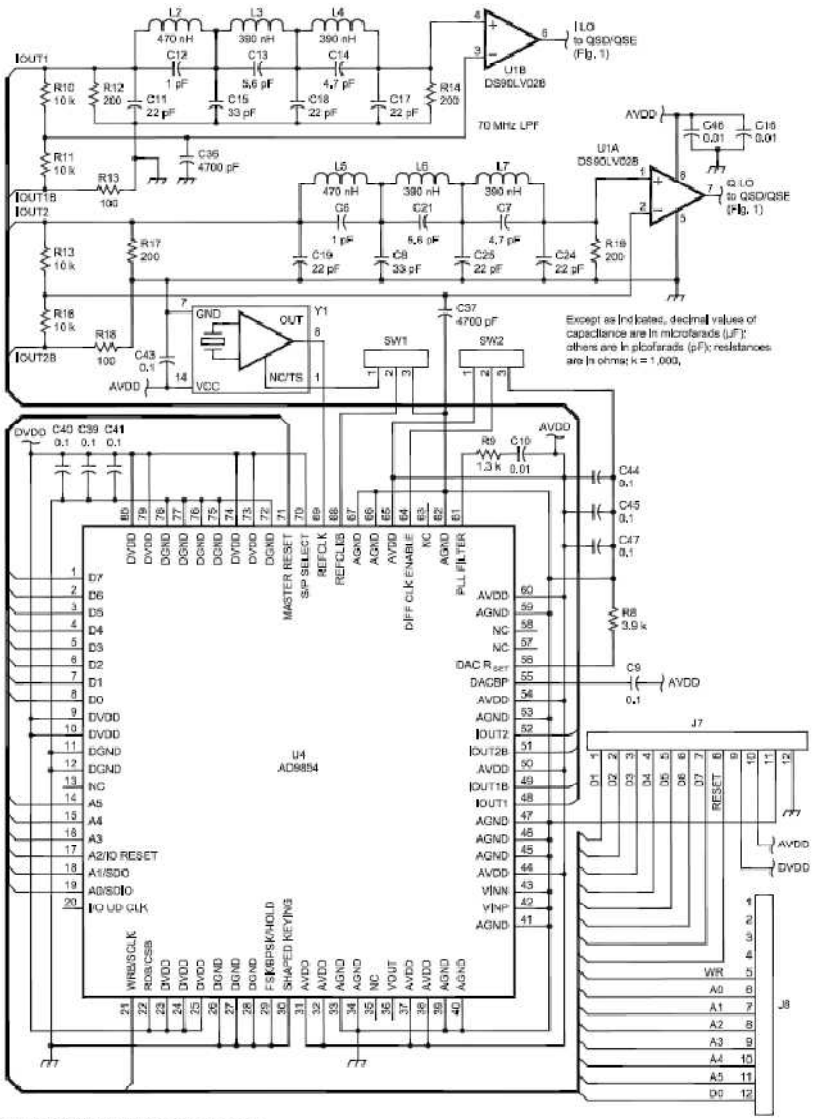
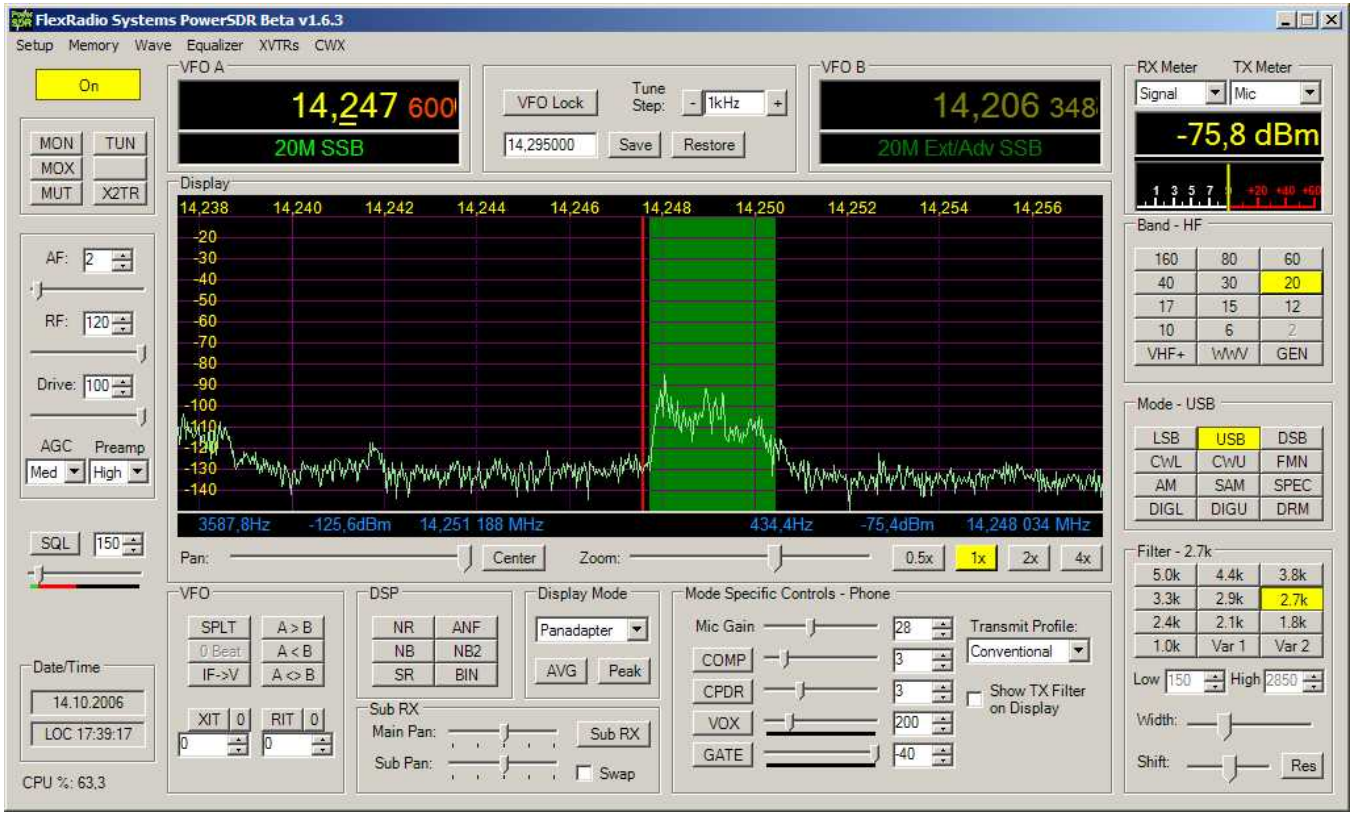


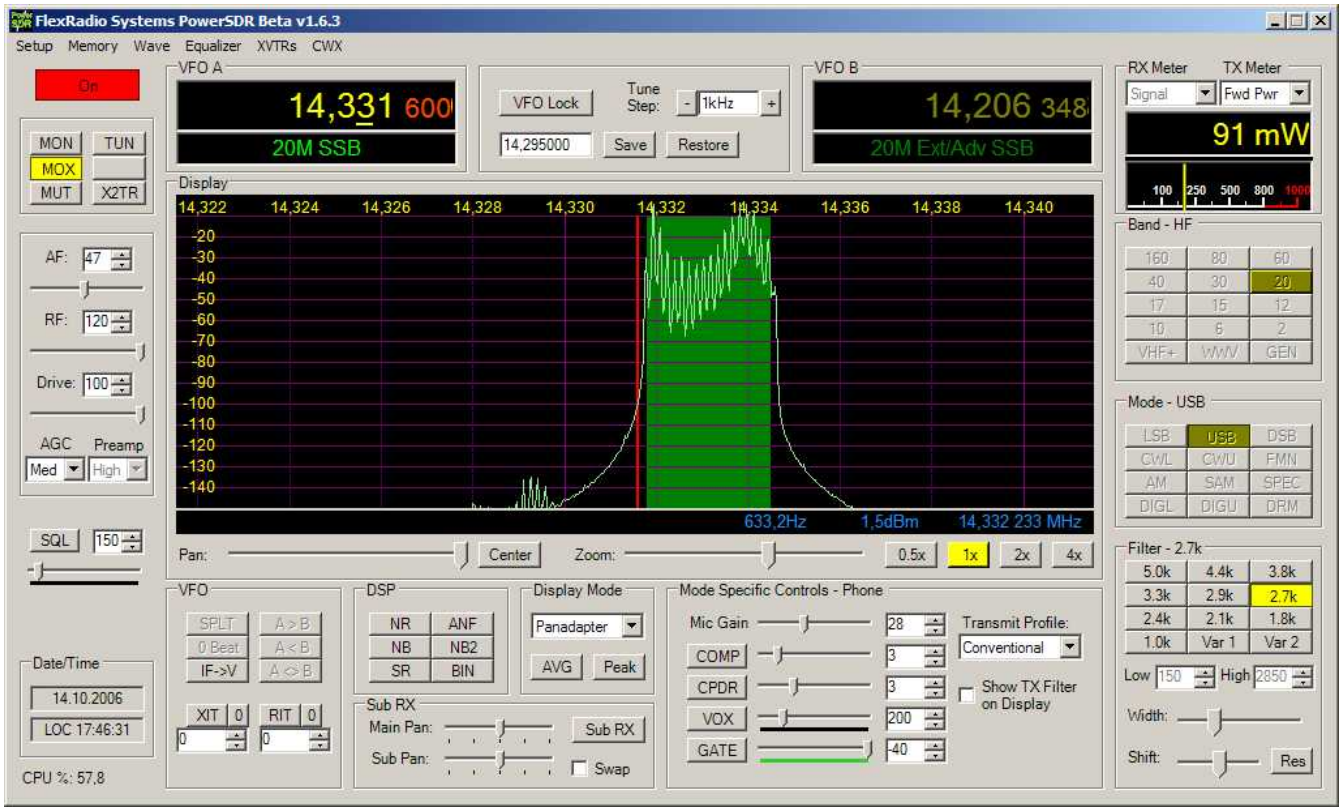

Fig 7—SDR-1000 quadrature DDS schematic.

# SDR



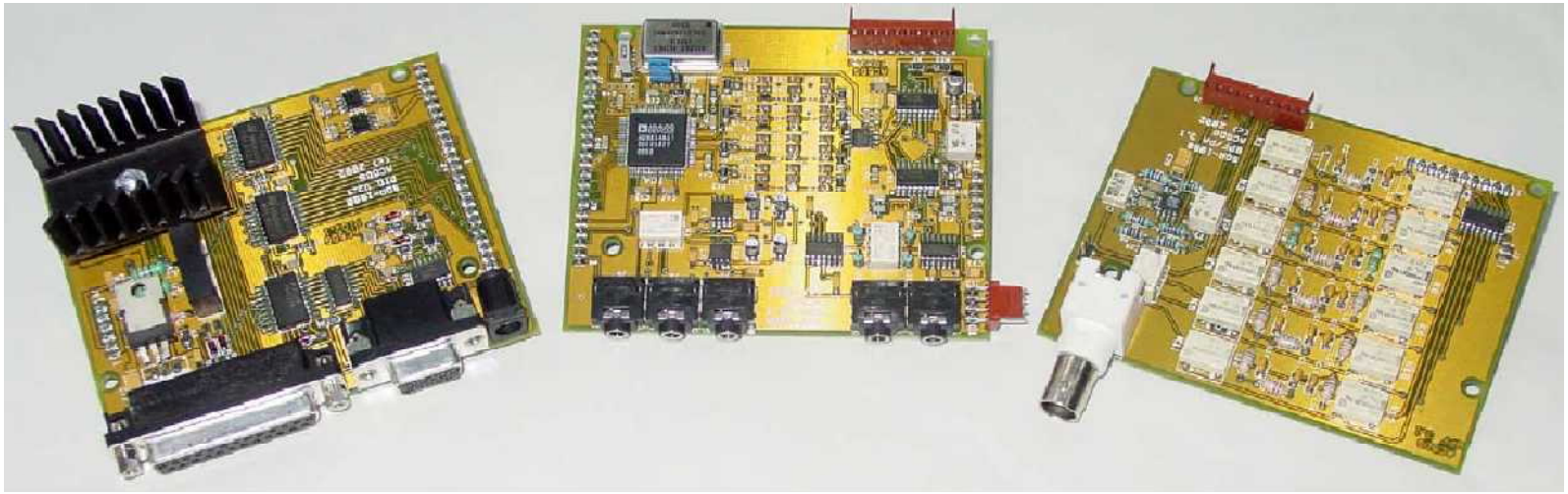

**Bildschirmfoto der FLEXRADIO-Software beim Empfang**

# SDR



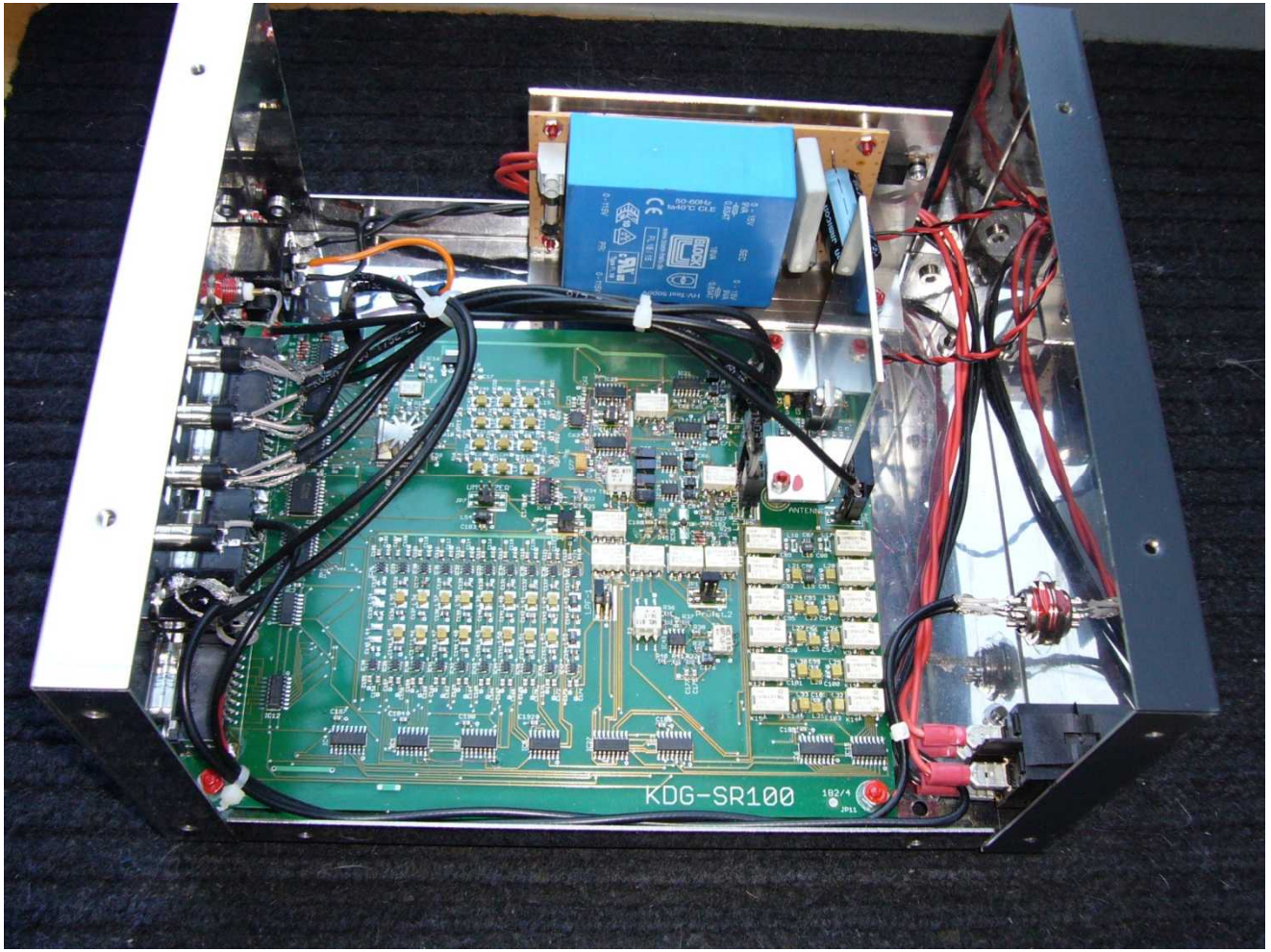

**Bildschirmfoto der FLEXRADIO-Software beim Senden**

# SDR



**Platinen des SDR-1000 von Flexradio ohne Vorverstärker**

# SDR




**Blick in den SR-100 von Kneisner & Döring**

# SDR

| Herstellerangaben | SDR-1000 | SR-100 | Gemessen |
|---|---|---|---|
| | | | |
| Frequenbereich Rx | 0,015 - 60 MHz | 0,015 - 60 MHz | |
| Grenzempfindlich-keit, S/N = 1, B = 500 Hz | -135 dBm | -109 dBm ! | -110 dBm |
| IP3, 20 kHz | +26 dBm | +9 dBm | |
| Spiegelfrequenz-unterdrückung | k.A. | k.A. | 60 dB |

**Vergleich einiger Kennwerte des SDR-RX**

# SDR

Flexradio:
http://www.flex-radio.com

Kneisner & Döring:
http://www.kd-elektronik.com