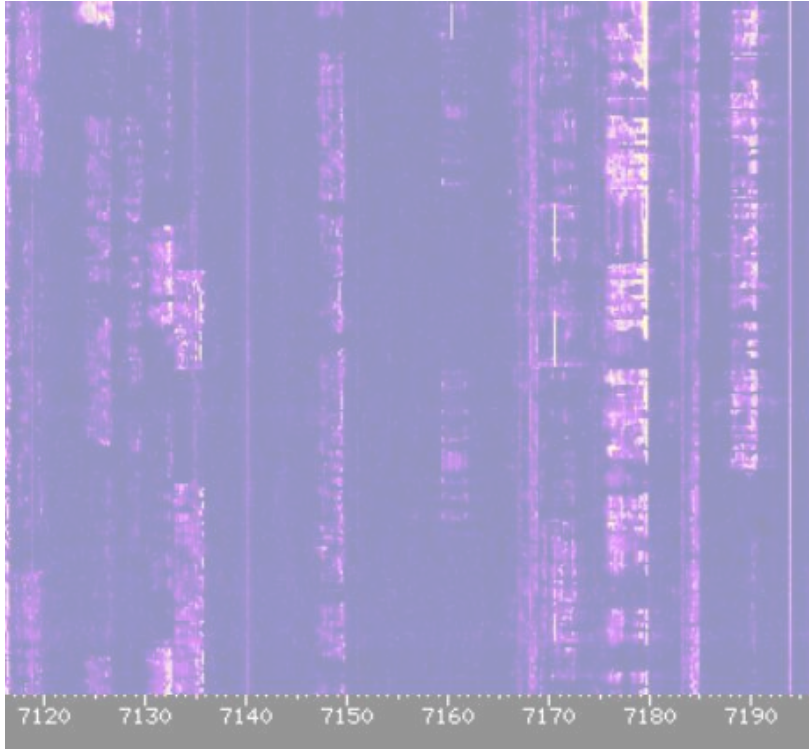
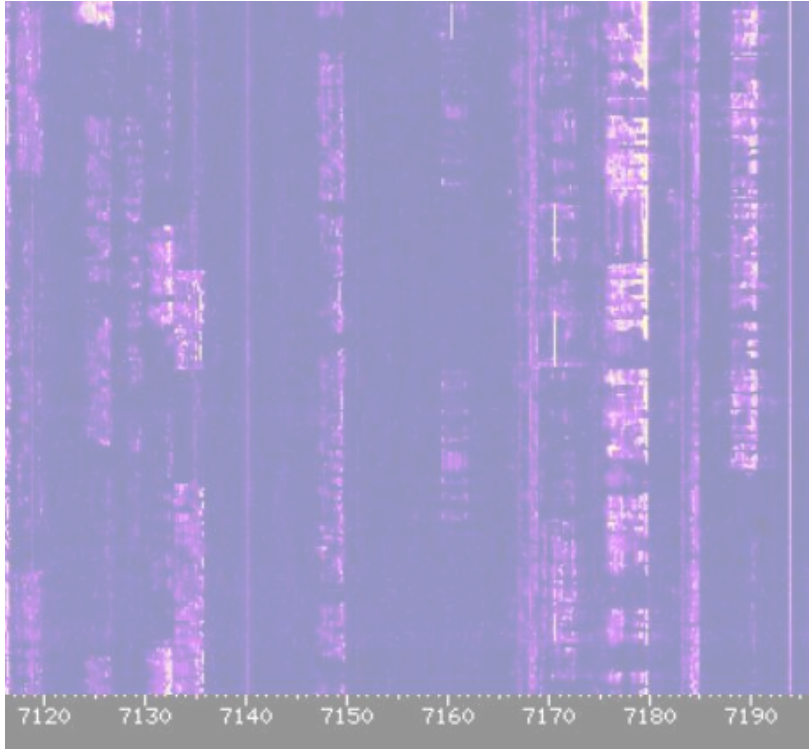


# Software Defined Radio - ein Streifzug -



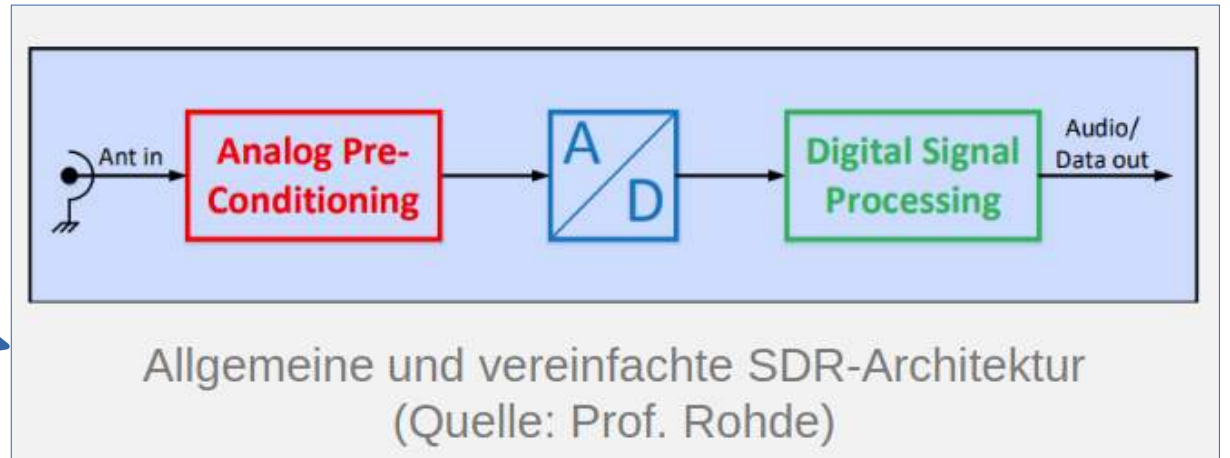
# Übersicht



- Visionen
- Entwicklungsschritte
- Warum Software Defined Radio ?
- Digitalisierung
- Historie
- Beispiele
- Quellen

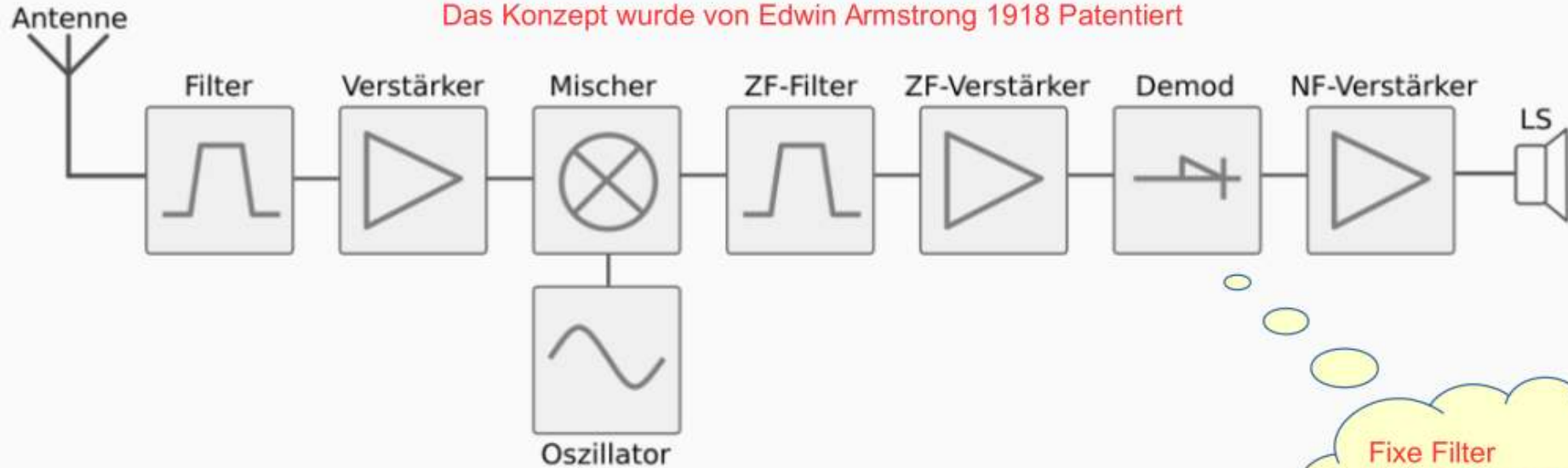
# Der zeitgemäße logische Schritt

- Mechanische Apparate
- Technik mit Röhren
- Transistoren
- Integrierte Schaltungen (IC)
- Mikroprozessoren
- PC
- FPGA



Quelle (6)

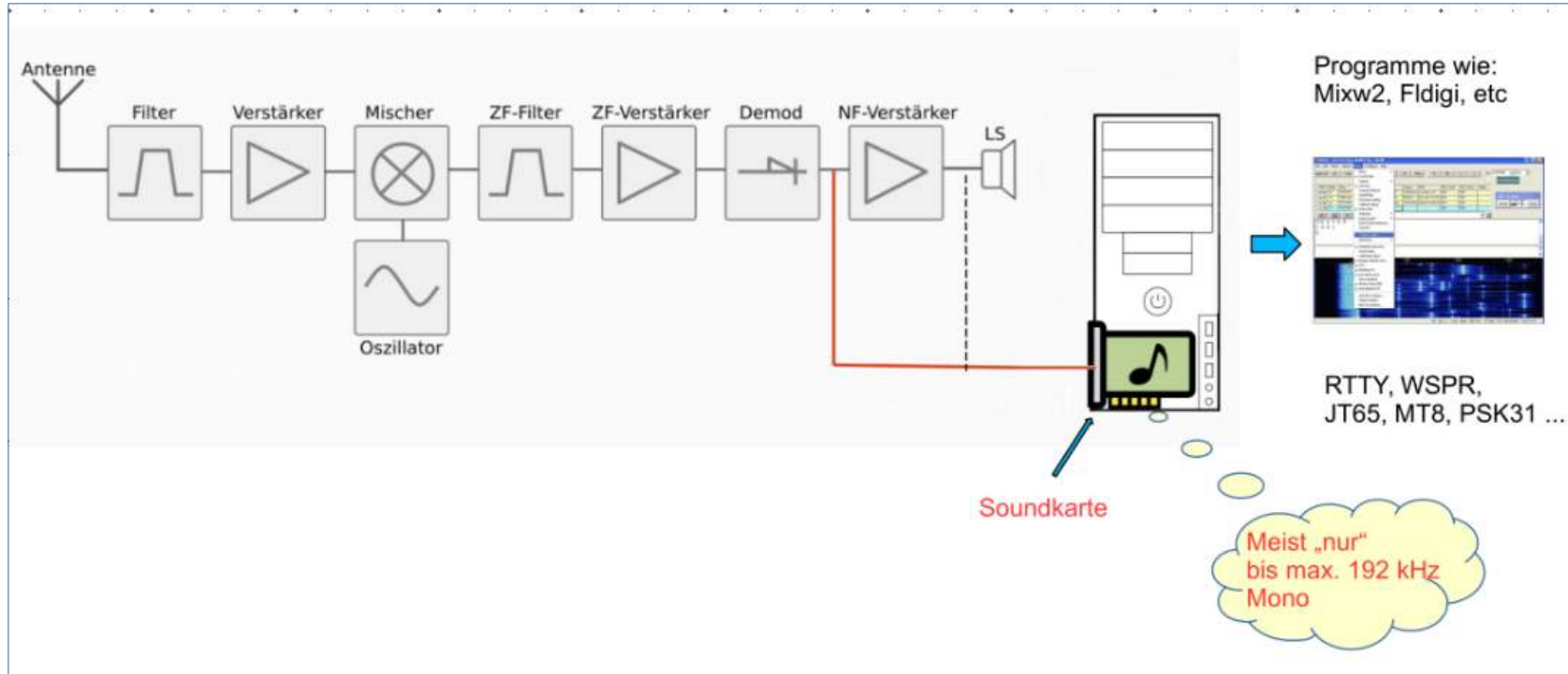
# Entwicklungsschritt (0) Klassischer Superhet-RX :



Fixe Filter  
Fixe Modulationsarten  
Fixe Fehler

# Entwicklungsschritt (1) Der Superhet + PC-Soundkarte

Der erste Schritt zum SDR: Klassischer RX + PC mit Soundkarteninterface

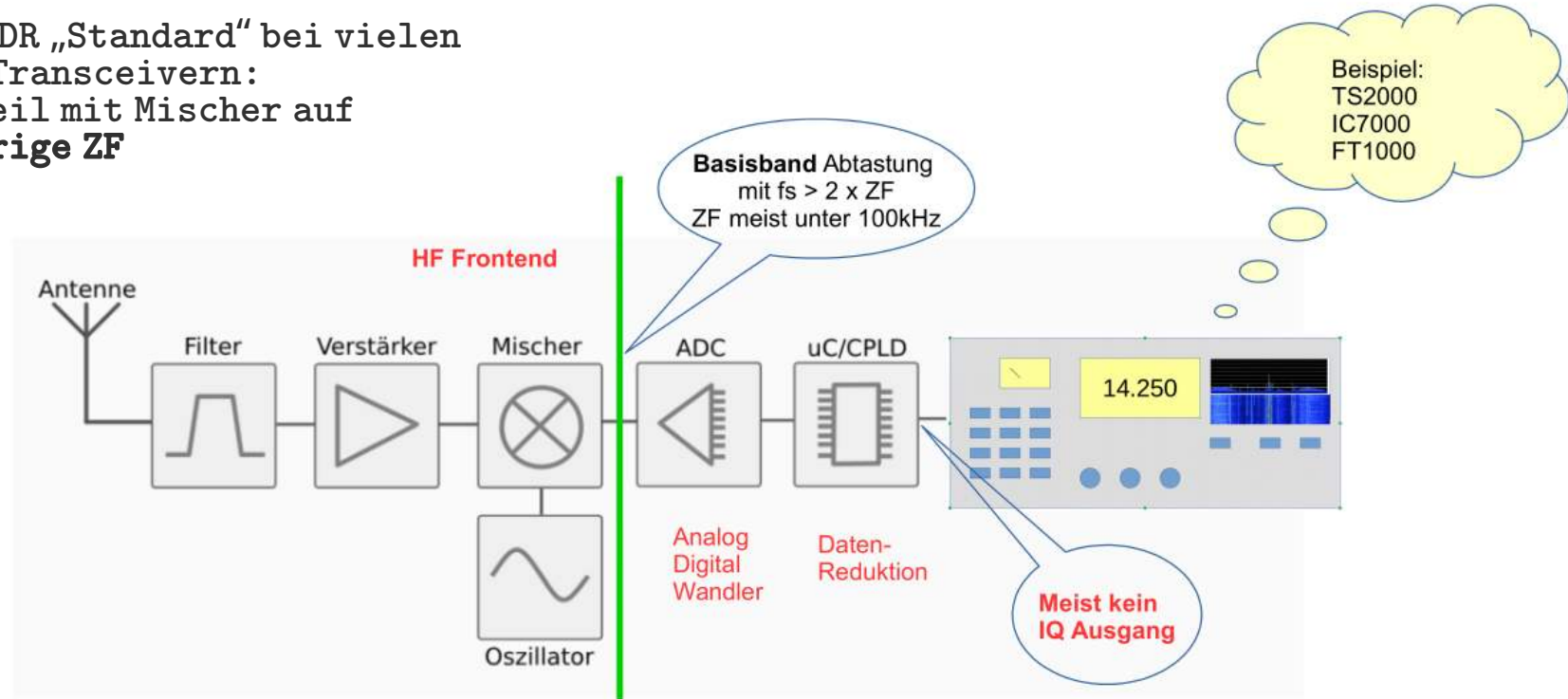


(c) OE5RNL - Ing. Reinhold Autengruber: SDR Grundlagen und Anwendungen V2,

Quelle (3)

# Entwicklungsschritt (2) Noch kein „echter“ SDR

Der SDR „Standard“ bei vielen DSP-Transceivern:  
Hf-Teil mit Mischer auf **niedrige ZF**



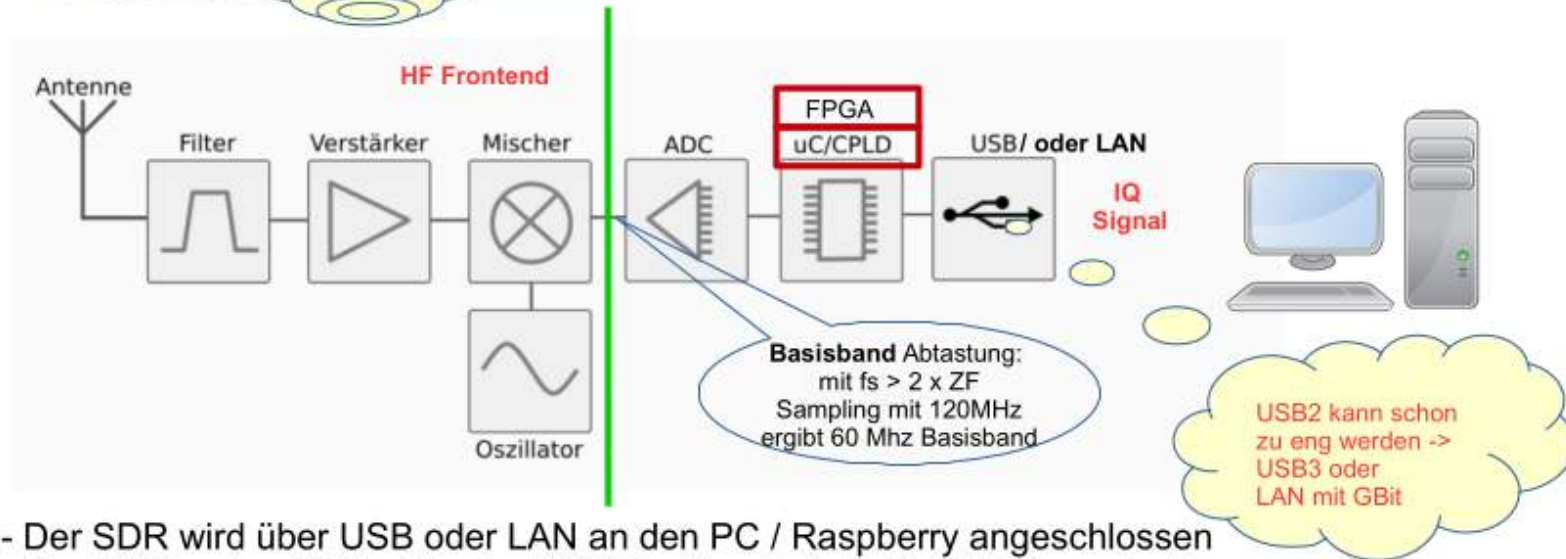
(c) OE5RNL - Ing. Reinhold Autengruber: SDR Grundlagen und Anwendungen V2,

Quelle (3)

# Entwicklungsschritt (3) Fast schon ein „echter“ SDR

Braucht einen PC.  
Hat aber noch einen echten HF Teil.  
Geht dafür bis einige Ghz !!!

RTL Stick 1.7 Ghz (ohne cpld)  
Hack-RF 6 GHz (cpld)  
Lime SDR 3,8 GHz (fpga) Dual RX/TX  
PlutoSDR 6 Ghz (fpga) Linux intern  
Und viele Andere ...

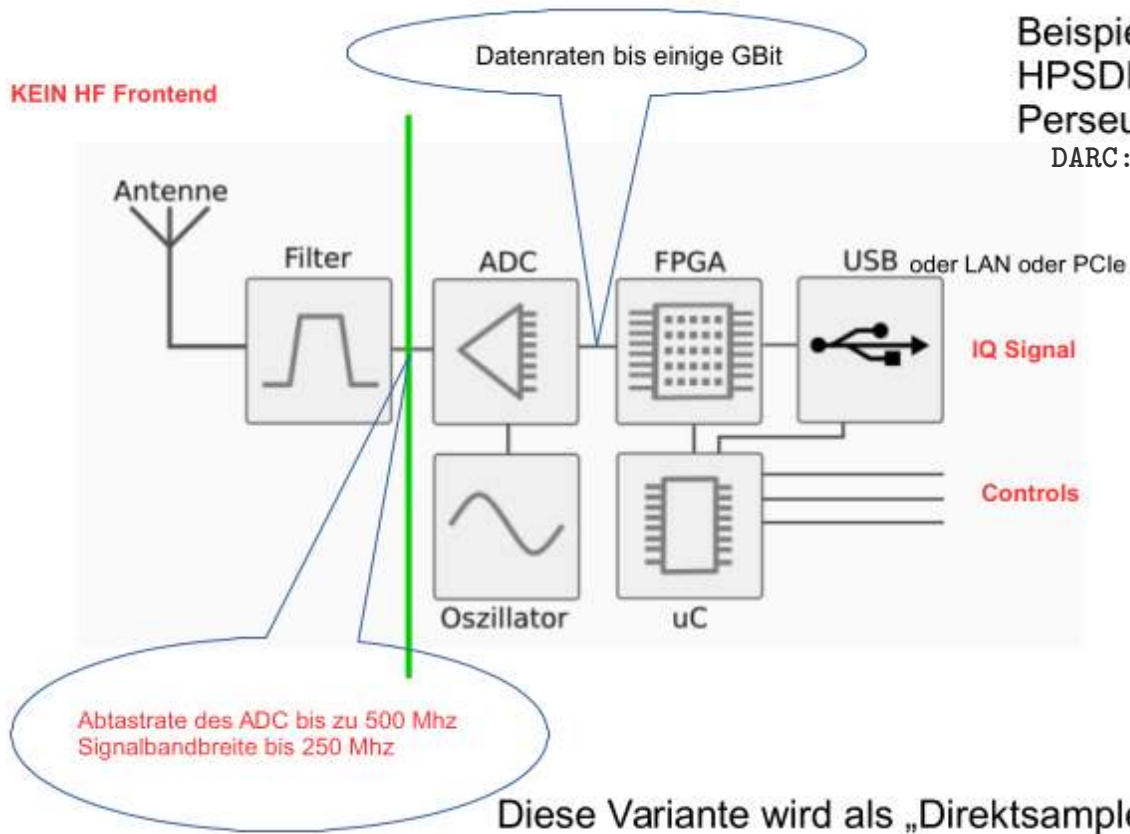


- Der SDR wird über USB oder LAN an den PC / Raspberry angeschlossen
- Das HF Frontend Filter/Mischer/VCO bestimmt stark die HF Eigenschaften

(c) OE5RNL - Ing. Reinhold Autengruber: SDR Grundlagen und Anwendungen V2,

Quelle (3)

# Entwicklungsschritt (4) Ein „echter“ SDR (noch mit PC)



Beispiel:  
HPSDR (Mercury, Hermes),  
Perseus, Kiwi-SDR ...  
DARC: R2T2

**Mit Bedienteil:**  
z.B: IC7300

**Web Frontend:**  
z.B: KIWI

**PC Programme:**  
Windows  
Linux Programme  
GNUradio  
...

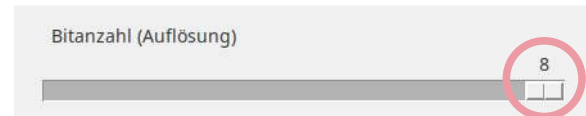
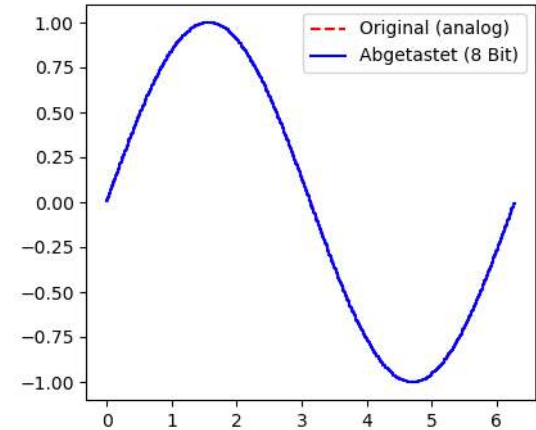
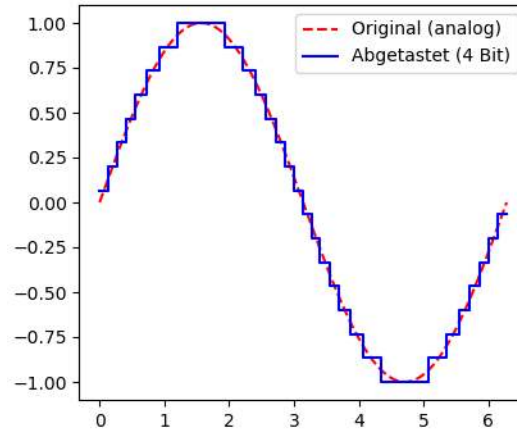
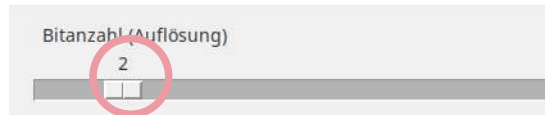
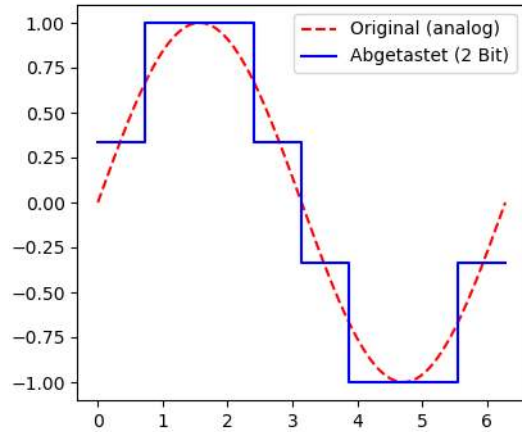
# Warum Software Defined Radio ?

- **Geringer Abgleich** erforderlich (beschränkt sich auf den HF-Teil )
- Fertigung erfolgt zu hohem Grade durch **automatische Bestückung**
- Nach der Digitalisierung ist alles **,nur' Software**
- Verwendung von hochintegrierter **Standardbautelemente**  
(Prozessor , FPGA, Speicher, Display )
- **Software-Update** ist jederzeit möglich für Fehlerbeseitigung  
oder neue Eigenschaften( neue Modulationsarten,  
Übertragungsprotokolle)
- **, simultaneous engineering'** : Die Software wird erst entwickelt, während  
die Hardware schon gebaut wird
- **Neue Eigenschaften** : Netzwerk, Remote,  
graphisches Display wie PC, Touchdisplay, Menue, Plugins( ,code plugs')
- Zunehmend offene Software **,Open Source'** ( z.B. :Gnu Radio )

# Nachteile ?

- Reparatur evtl. nur durch **Modul-Austausch**
- Abhängigkeit von **Hersteller-Software**
- **Netzwerk- Sicherheit ?**
- **Verfügbarkeit von Bauteilen** nach mehreren Jahren ? ; dadurch evtl. Reparatur von Oldtimern nicht mehr möglich.
- Relativ hoher **Stromverbrauch** ( Portabelbetrieb !)
- **Latenz** ; Laufzeit-Verzögerung durch digitale Verarbeitung

# Digitalisierung ? Auflösung / Bit Anzahl



8 Bit sieht gut aus , hat aber nur 256 Stufen !

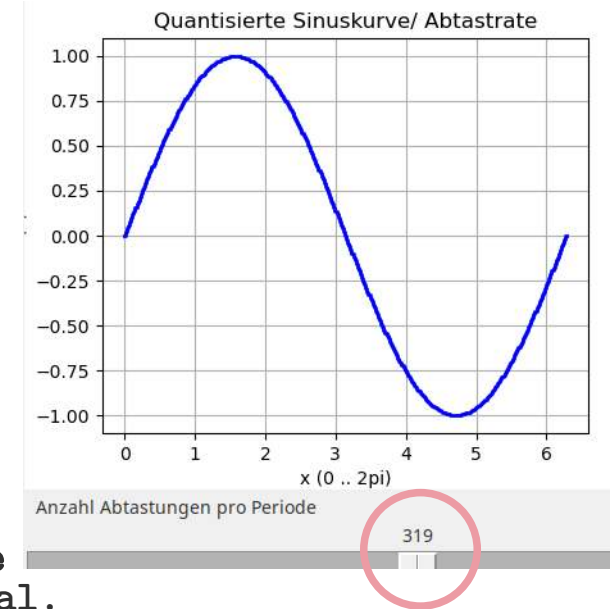
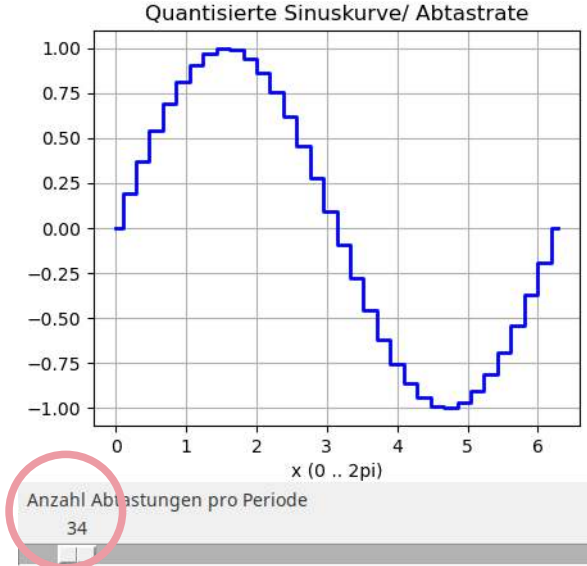
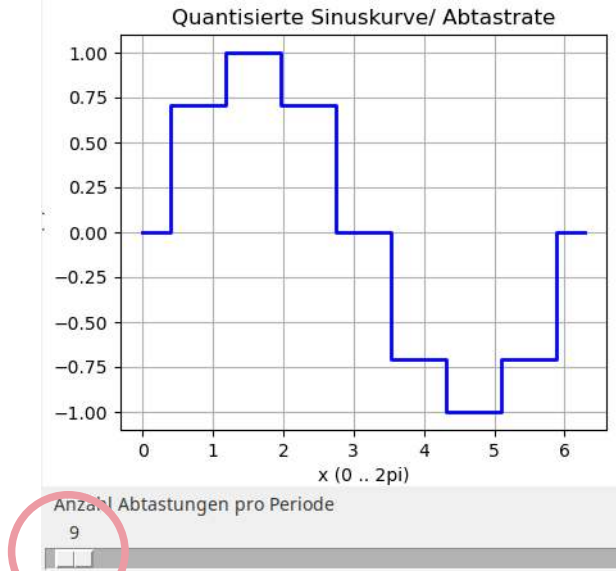
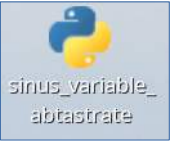
**Dynamikumfang** ( Unterschied zwischen leisen und lauten Stellen )

**6 dB/Bit ; z.B.:** bei 16-Bit => ca. 96 dB ( CD-Spieler ) ;

Vergleich Schallplatte : 50dB ( analog )

Unser Ohr hat ca. 120 dB Dynamikumfang ( Flüstern 20dB ; Schmerzgrenze 120 dB )

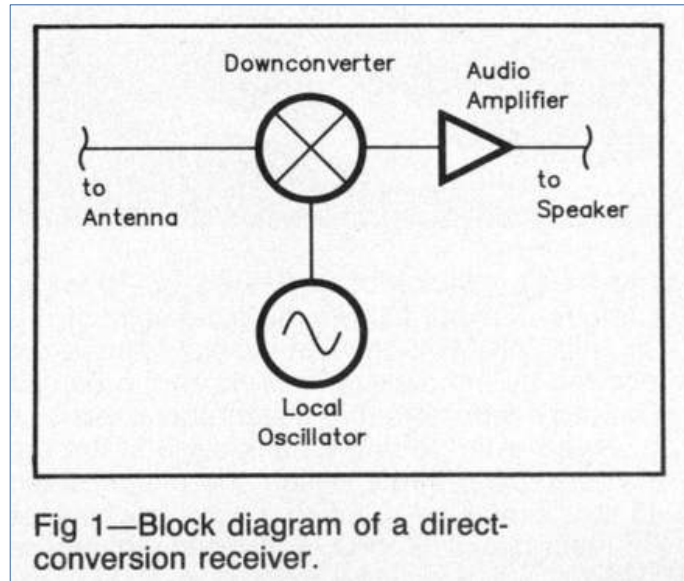
# Digitalisierung ? Abtastrate



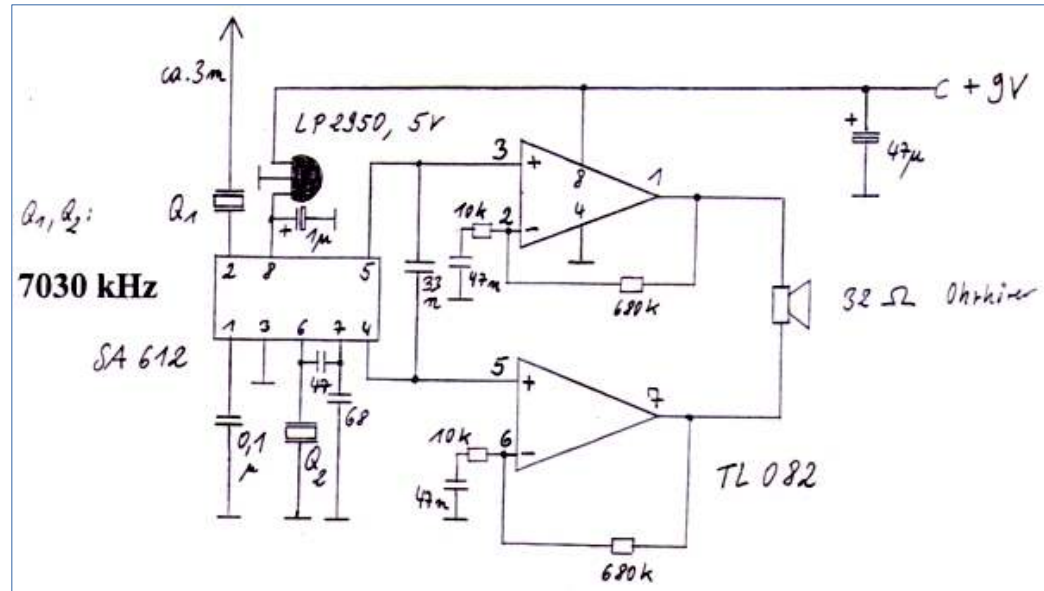
## Nyquist-Theorem:

Um ein Signal noch rekonstruieren zu können, muss die **Abtastrate mindestens doppelt so hoch sein wie die höchste Frequenz im Signal.**  
z.B.: wenn bis 30 MHz empfangen werden soll, muß die Abtastrate größer als 60 MHz sein ( IC7300 : Abtastrate=64 Mhz )

# Historie (1) Direct Conversion Receiver - analog



Quelle (7)



Quelle (11)

Das ‚Basisband‘ ist gleich der NF !

# Historie (2) Phasing Receiver, noch analog

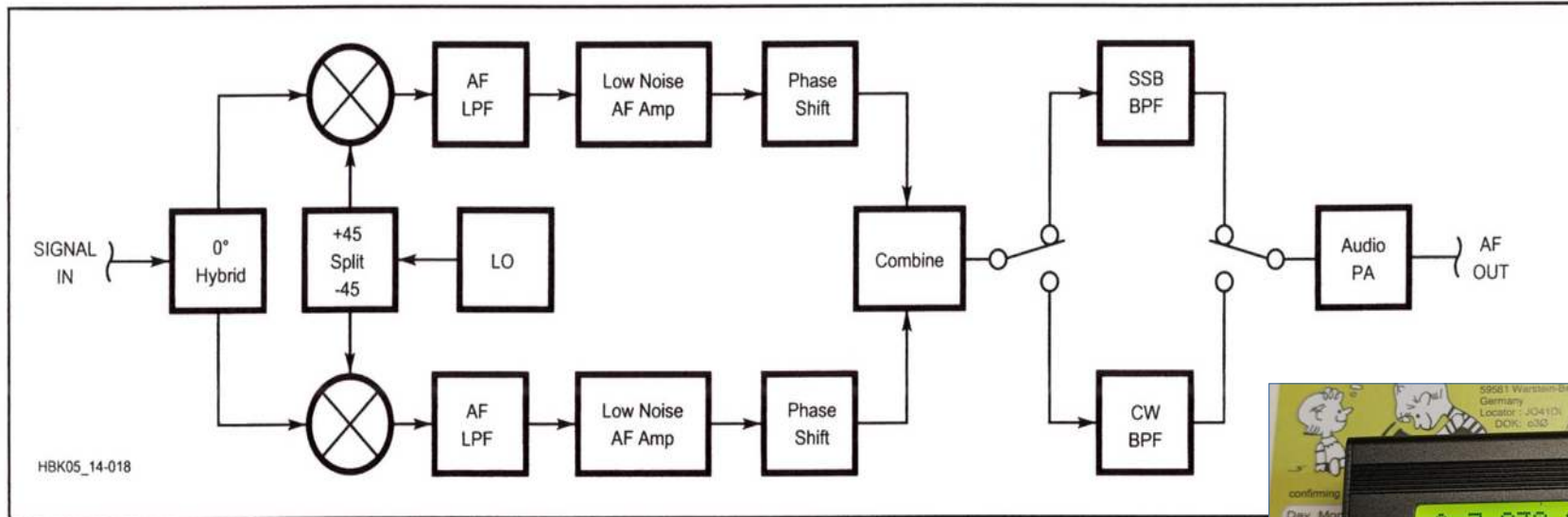


Fig 14.18—Typical block diagram of an image cancelling D-C receiver.

Quelle (7)

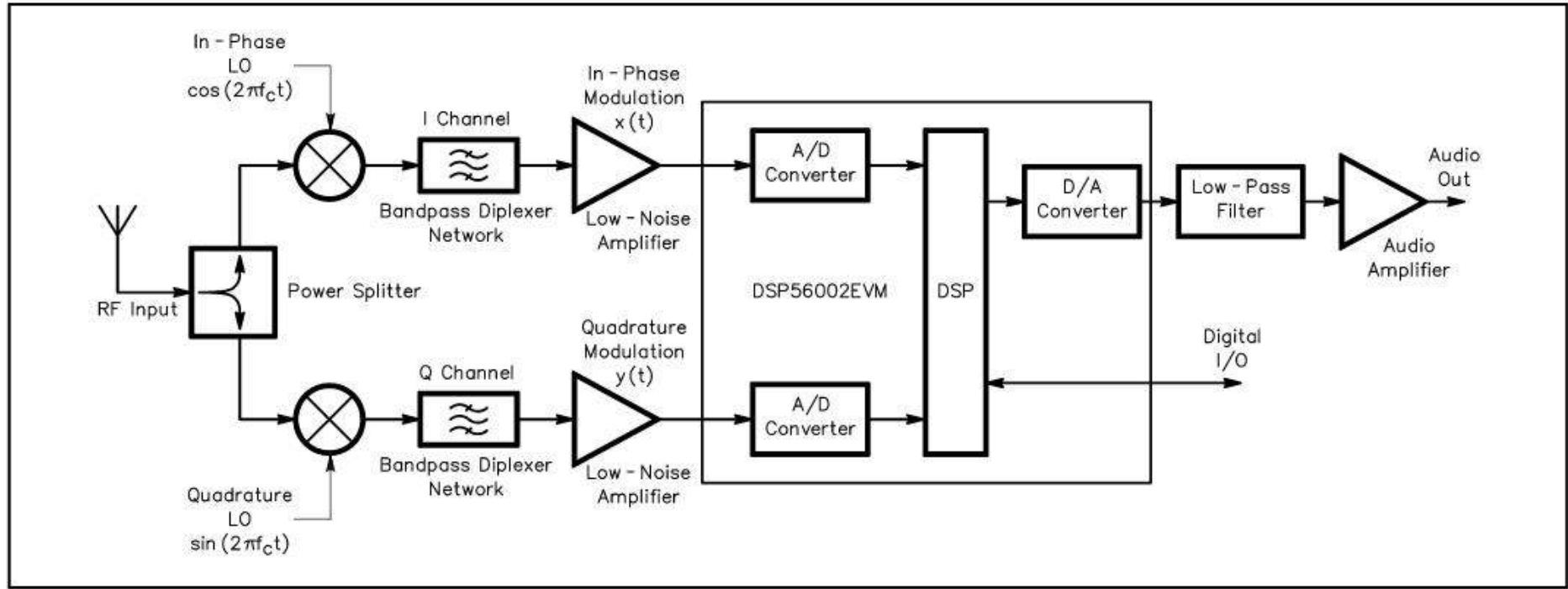
Kein HF-Filter erforderlich; Filterung auf NF-Seite

VFO mit 90° Phasenverschiebung durch digitalen Oszillator (SI5351)



Beispiel : QRP-LABS QCX

# Historie (3) Phasing Receiver, schon mit DSP

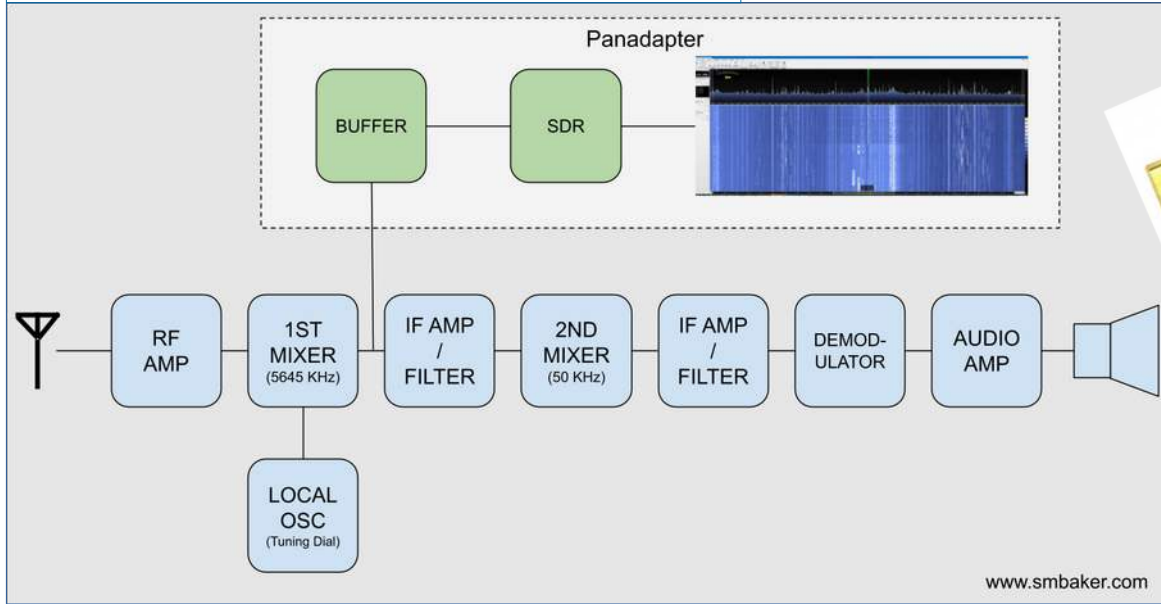


Quelle (7)

N.B.  $\sin()$  und  $\cos()$  sind um  $90^\circ$  phasenverschoben

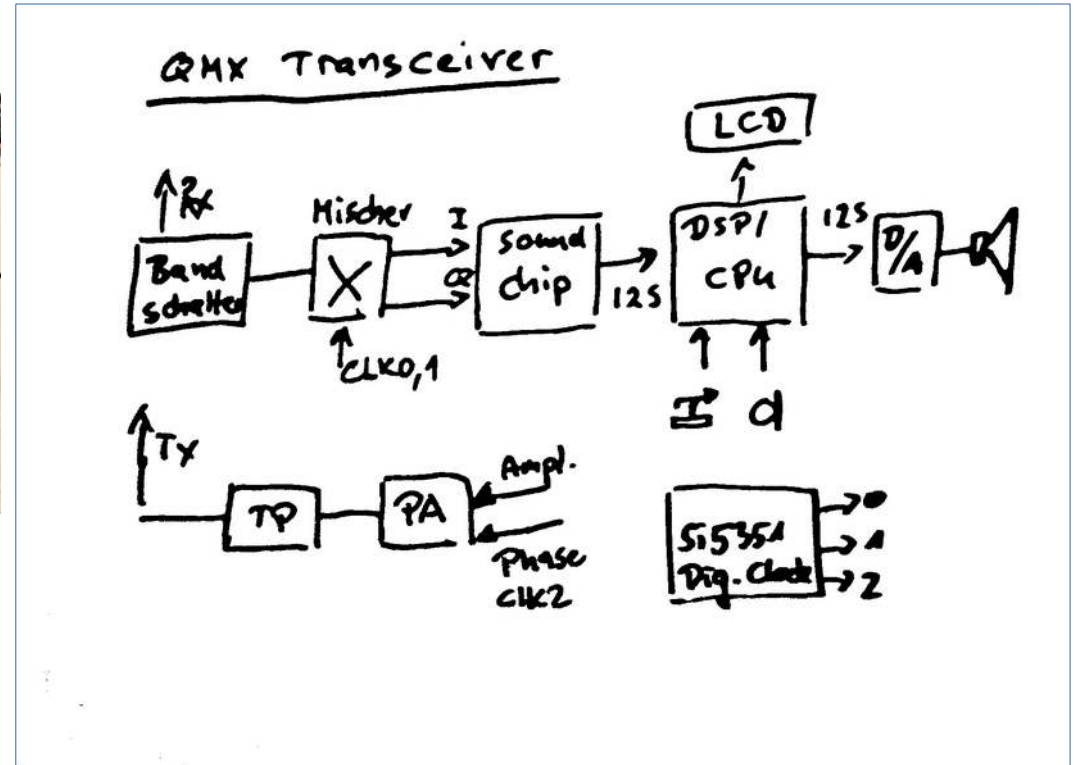
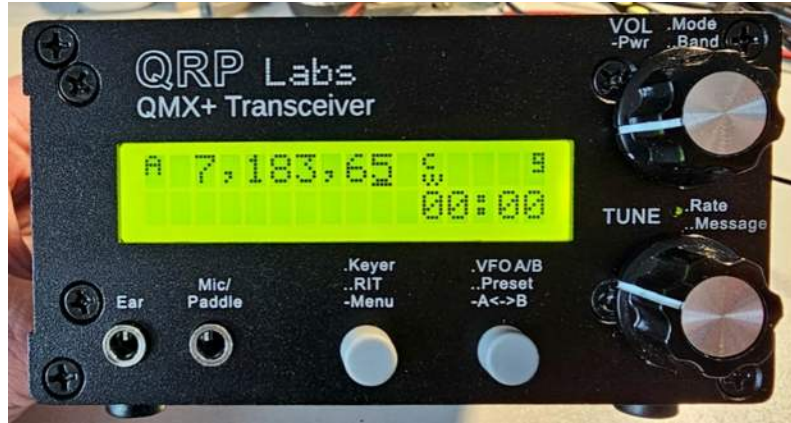
# Beispiel: Panorama-Zusatz mit SDR-Stick

## Panorama-Adapter für Kurzwelle



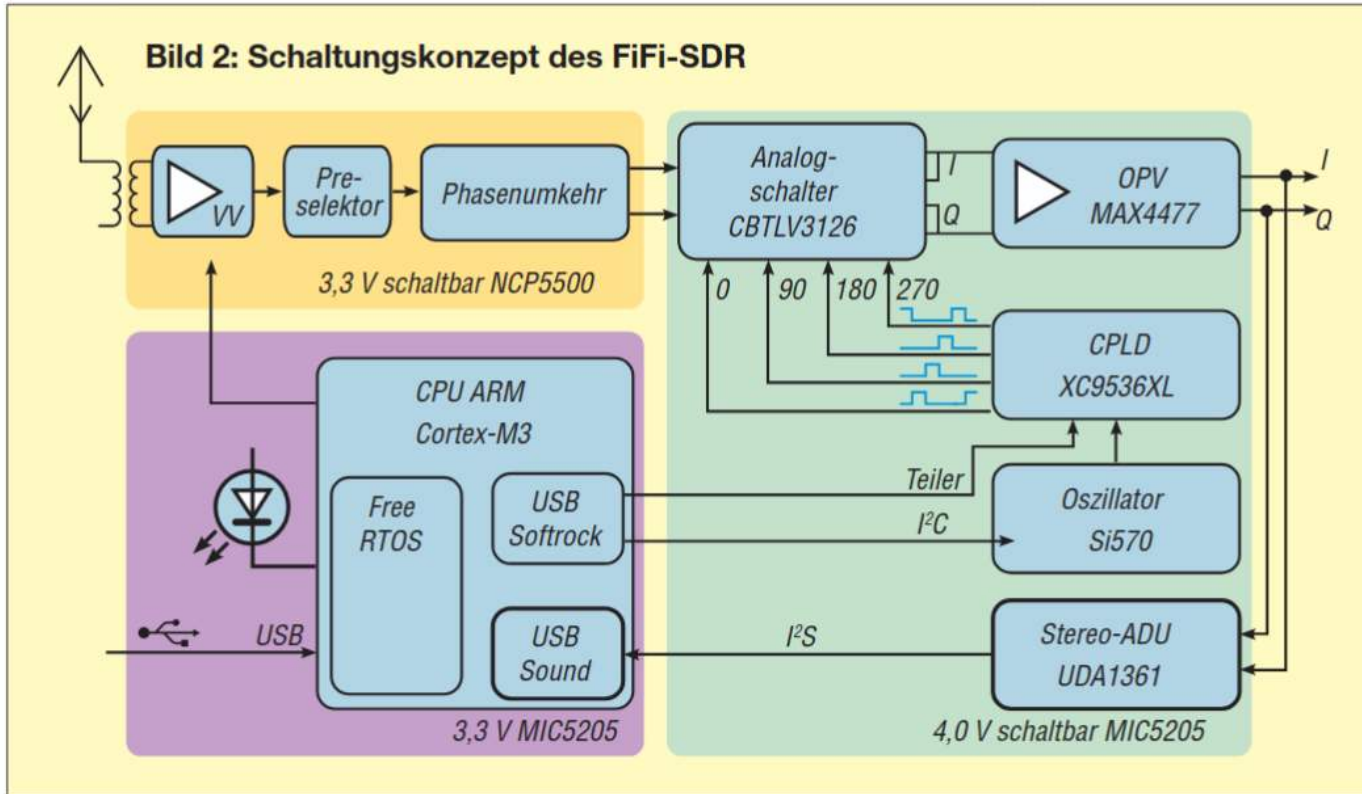
Nur eine Frequenz ( ZF ) , breitbandig vor ZF- Filter

# Beispiel: QRP Labs QMX



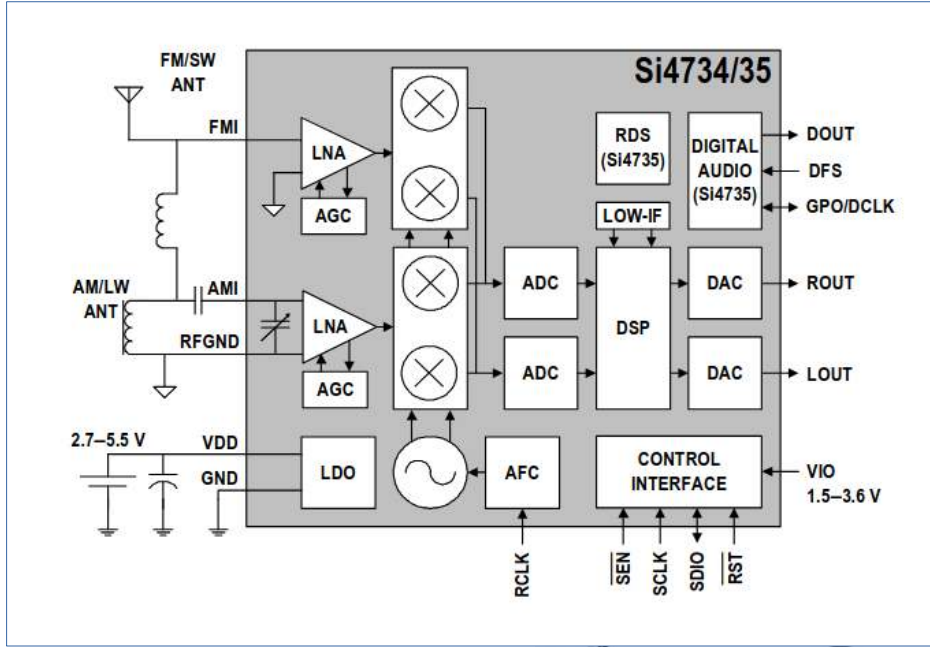
Quelle (8)

# Beispiel: FiFi-SDR

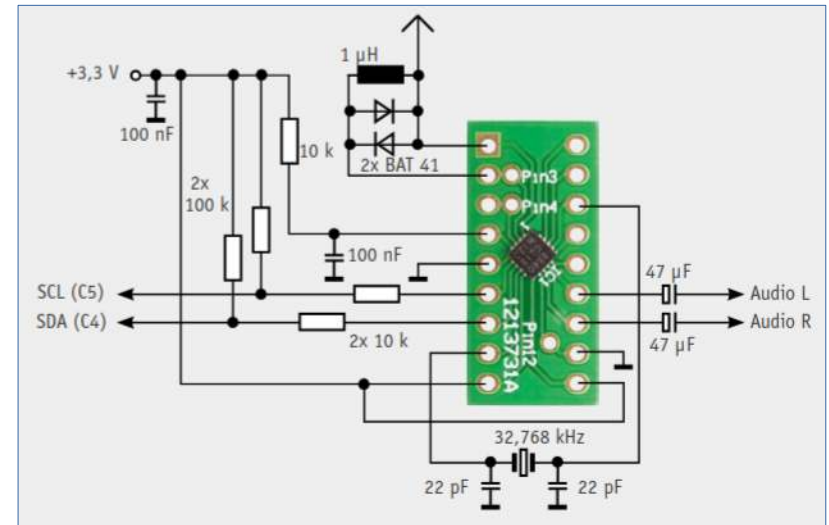
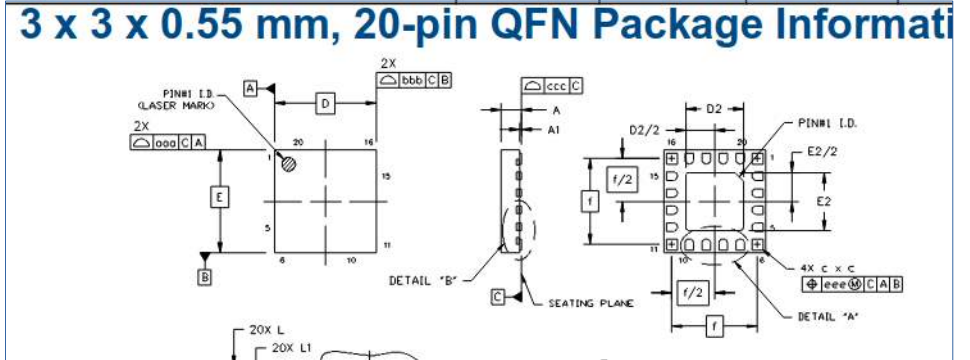


USB-Schnittstelle für Sound , Steuerung und Stromversorgung

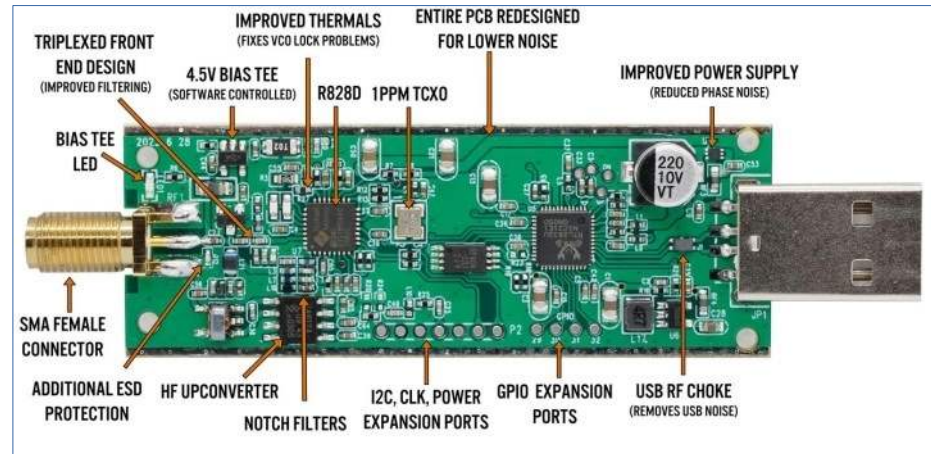
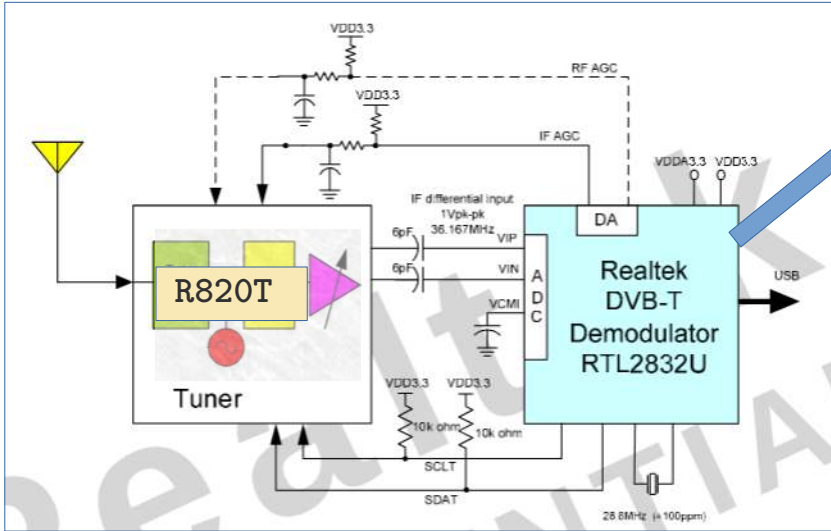
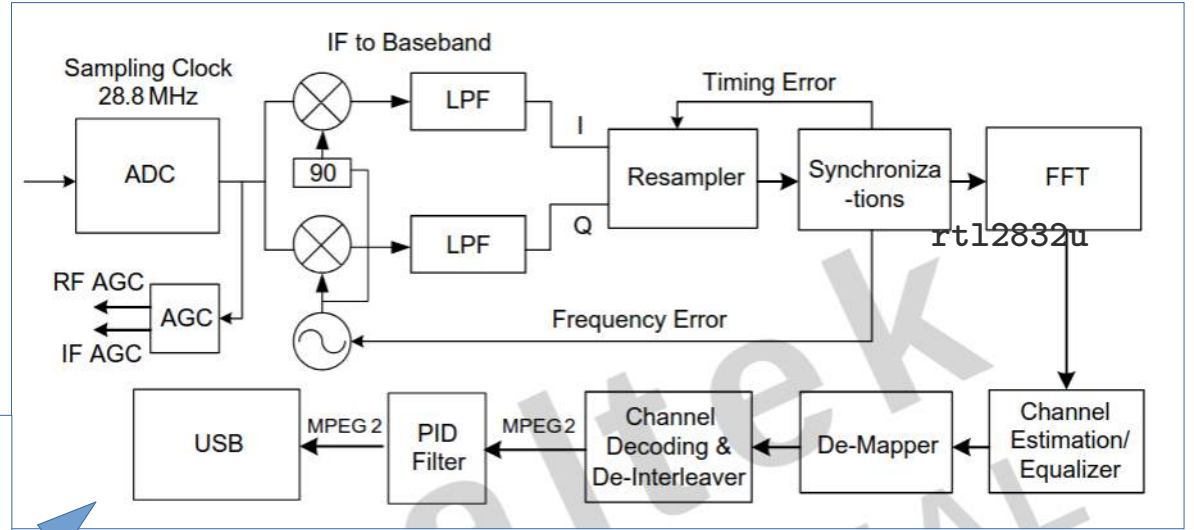
# Beispiel: Si4734 - ein beliebter SDR-Chip 3 mm x 3 mm



Quelle (9)



# Beispiel: RTL SDR V4



# Beispiel: SDR Baofeng - Chip

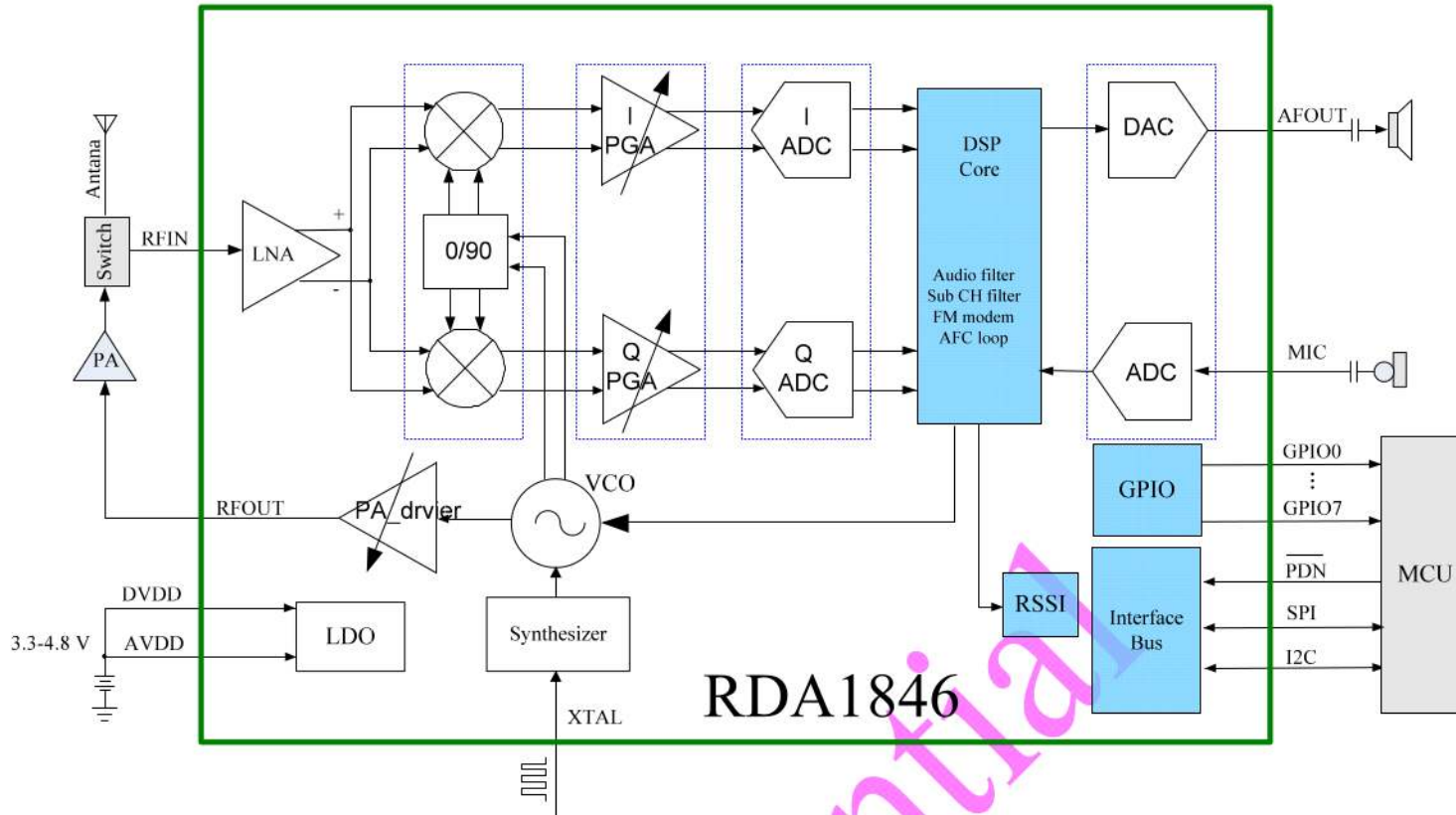
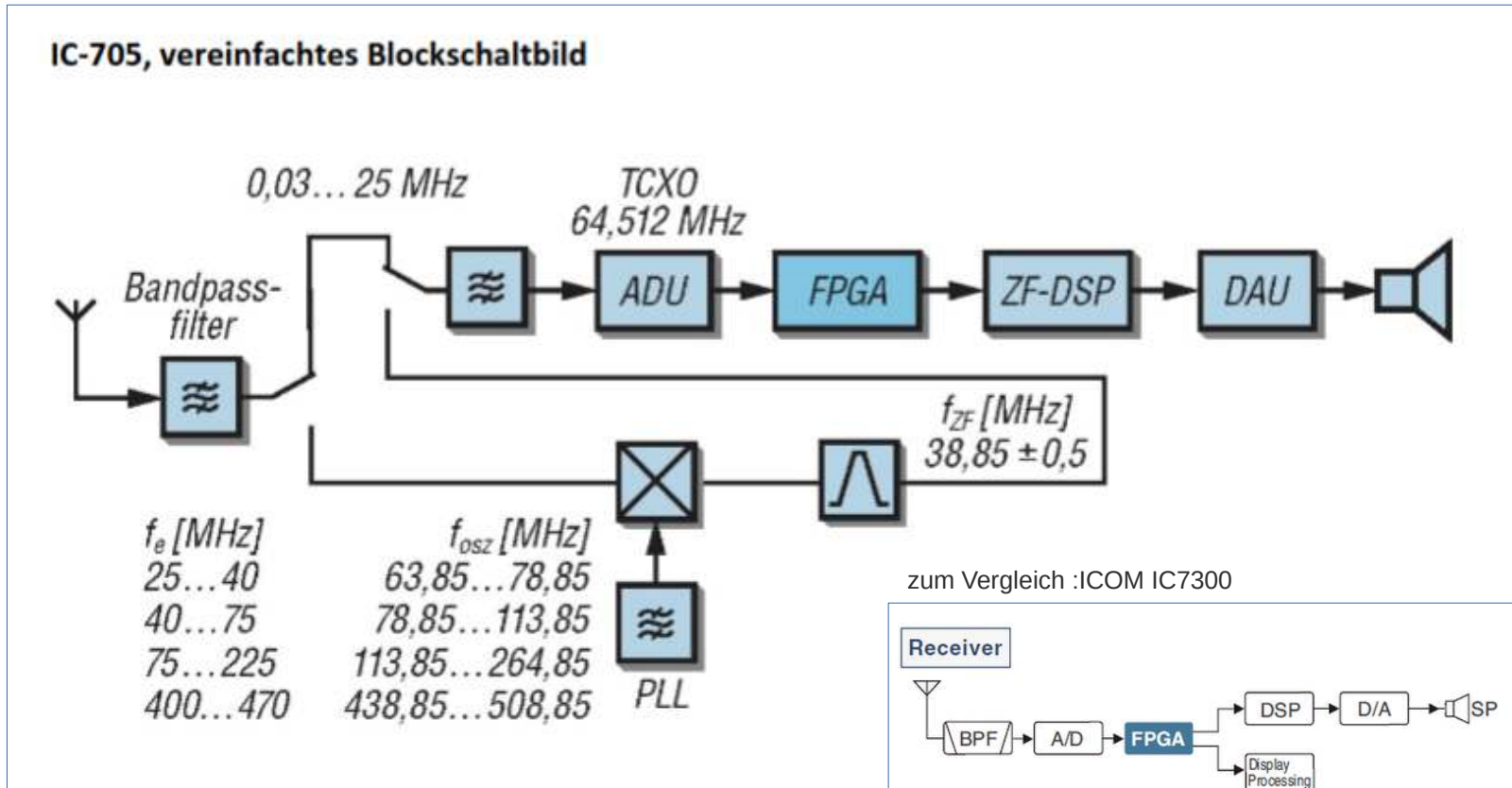


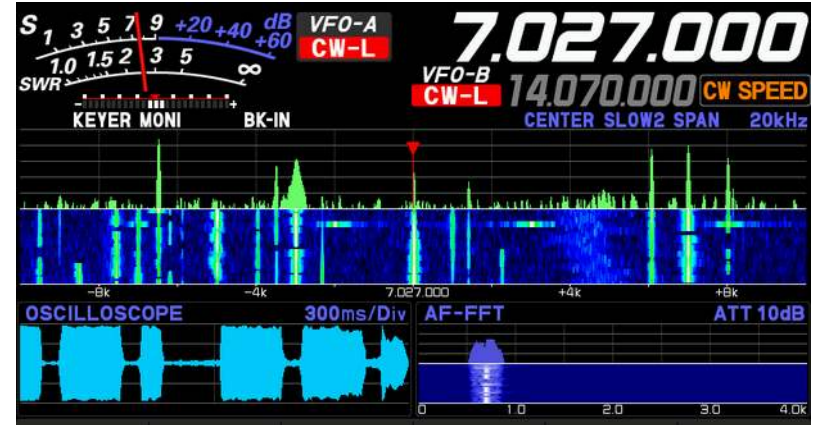
Figure 3.1 RDA1846 Block Diagram

Quelle (10)

# Beispiel: SDR-Transceiver ICOM IC-705 / IC-7300

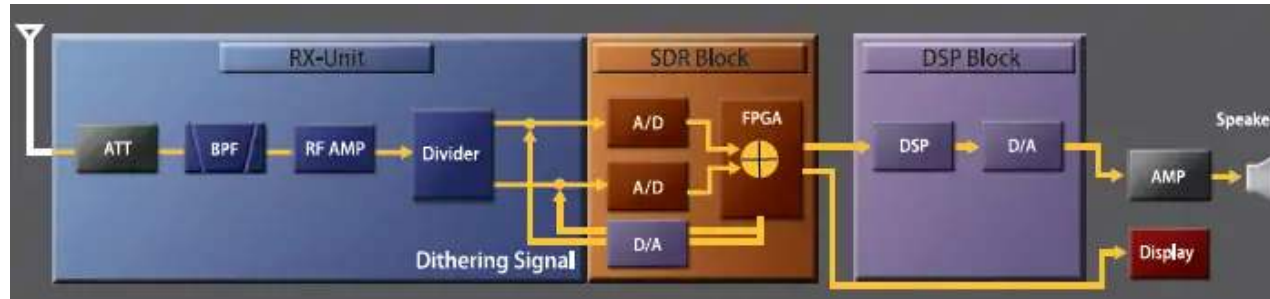


# Beispiel: FT-710



14-Bit-Dual-Channel-ADC

Dual-Core 32-Bit-Fließkomma-DSP



<https://www.radiomasterlist.com/en/yaesu-ft-710.html>

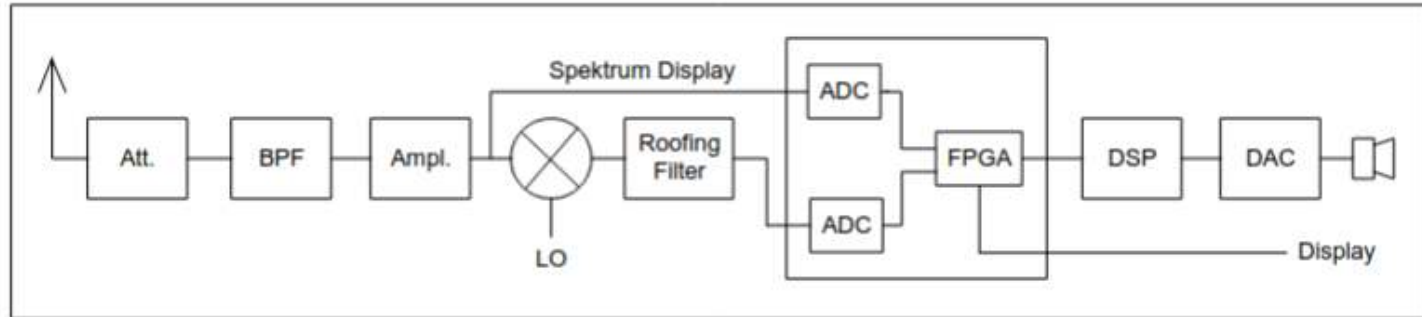
# Beispiel: FT-DX10



Hybrid SDR

first IF at 9 MHz

9-MHz-ZF



# Beispiele für Black Box SDR



AOR AR2300IQ , Black Box SDR-Empfänger  
40kHz-3150MHz

**PRODUKTION BEENDET**

AOR AR2300IQ – SDR-Empfänger mit einem Frequenzbereich von 40 kHz–3150 MHz

The image shows a black AOR AR2300IQ SDR receiver. It has a power switch on the left, a speaker grille in the center, and various ports on the right. The text to the right of the image provides details about the device, including its frequency range and a note that production has ended.

Quelle (2)



## FlexRadio 6400

Ratenzahlung ab 125,00 € / Monat

Nicht mehr verfügbar

Zubehör ansehen

- ✓ Kunden geben WiMo eine **4,4/5**
- ✓ Support & Beratung von **15 lizenzierten**
- ✓ Seit **1982** aktiv in Deutschland
- ✓ Versand von Lagerware innerhalb von 1
- ✓ Jetzt kaufen, **später zahlen** oder **finanz**

The image shows a FlexRadio 6400 SDR receiver. It is a black, rectangular device with a blue wave logo on the front. The text to the right of the image provides details about the device, including its price, availability, and customer reviews.

Quelle (3)

# Quellen

- (1) <https://de.freepik.com/> (Icons)
- (2) <https://www.aorja.com/>
- (3) <https://www.wimo.com/de/>
- (4) SDR Grundlagen und Anwendungen im Amateurfunk ( OE5RNL) <https://www.oevsv.at>
- (5) <https://www.funkamateurl.de/>
- (6) <https://www.rohde-stiftung.de/documents/Ulrich-L.-Rohde-SDR-talk.pdf>
- (7) ARRL – Handbook [www.arrl.org/](http://www.arrl.org/)
- (8) <https://qrp-labs.com>
- (9) <https://www.skyworksinc.com/en/Products/Audio-and-Radio/Si4734..>
- (10) <https://www.elinfor.com/pdf/RDA/RDA1846-RDA.pdf>
- (11) [https://hackrf.readthedocs.io/en/latest/hardware\\_components.html](https://hackrf.readthedocs.io/en/latest/hardware_components.html)
- (12) <https://www.elektronik-labor.de/HF/Direktmix.html>