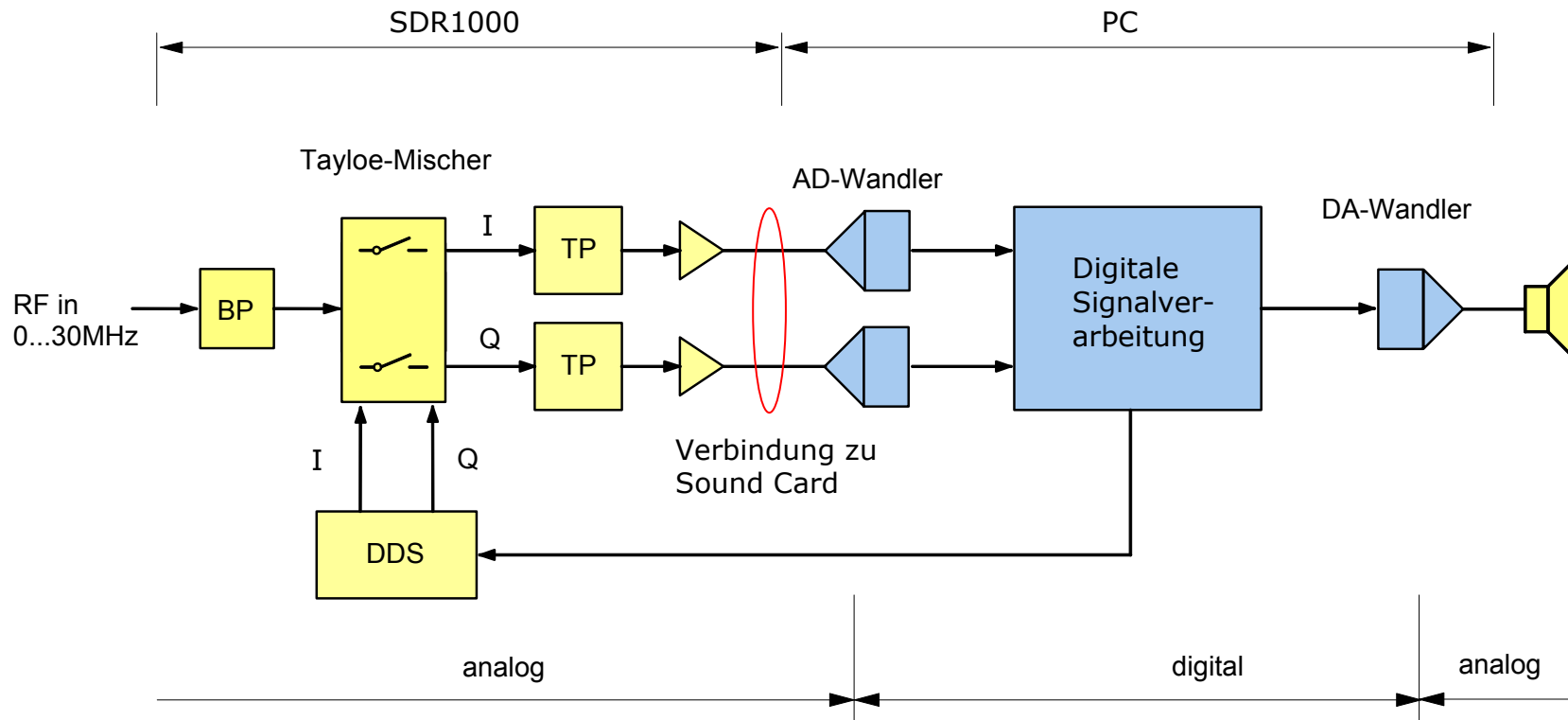
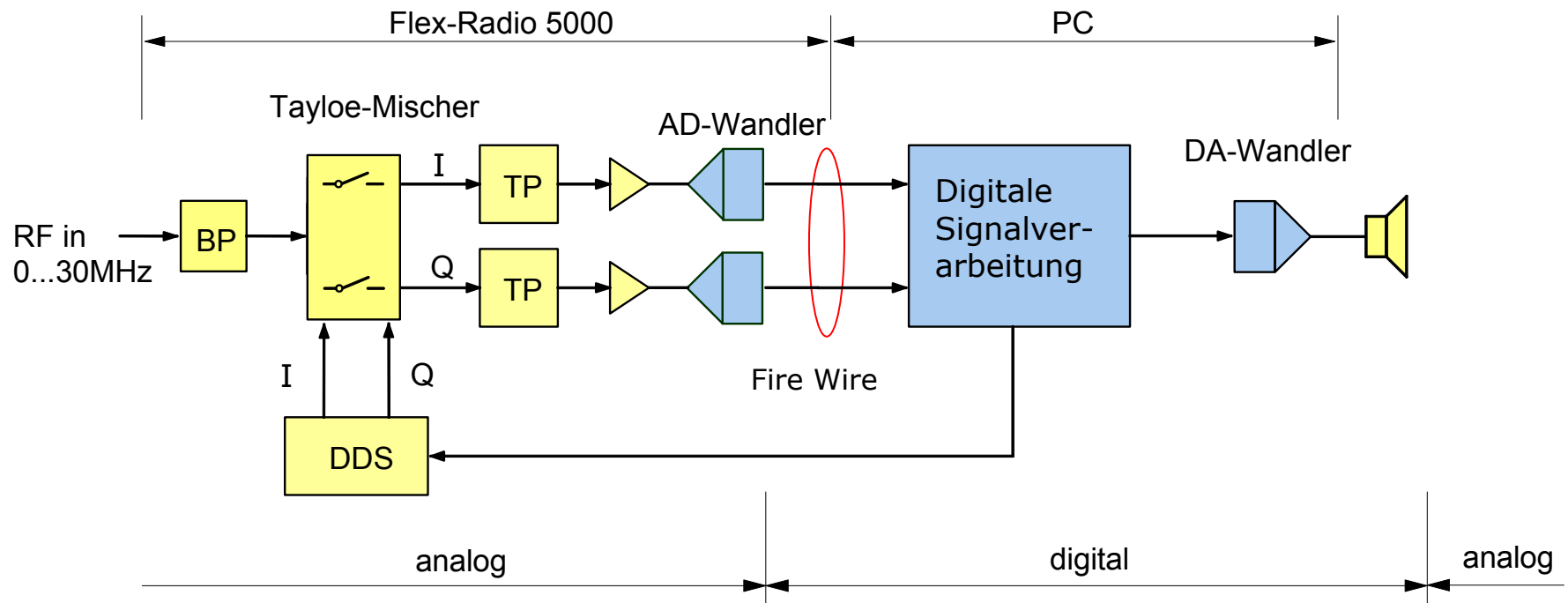


- Prinzip der digitalen Empfänger
  - Direct\_Conversion Rx
  - AD-Wandler
  - Digital Down Converters
  
- Die Funktionsblöcke des ADT-200A
  - DSP-Modul
  - PA-Modul
  - Preselector-Modul
  
- Eigenschaften des ADT-200A
  
- Das Bedienungskonzept des ADT-200A
  
- Wie weiter?

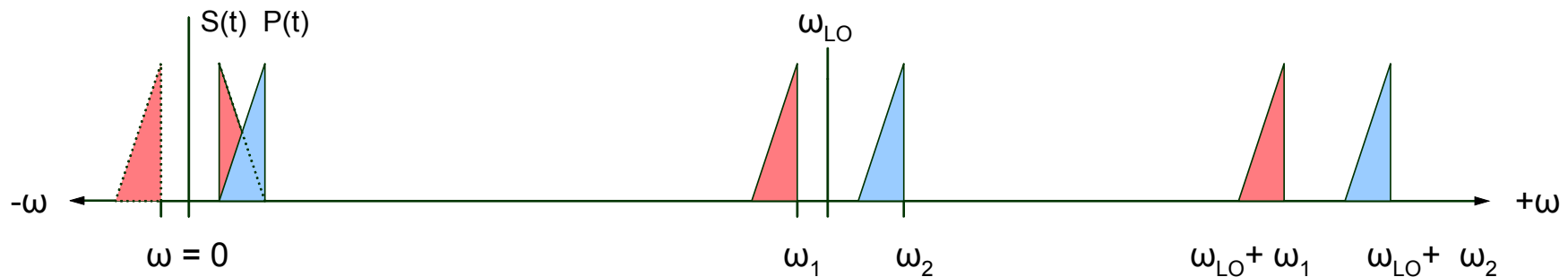
## Das Konzept des SDR-1000



## Das Konzept von Flex Radio

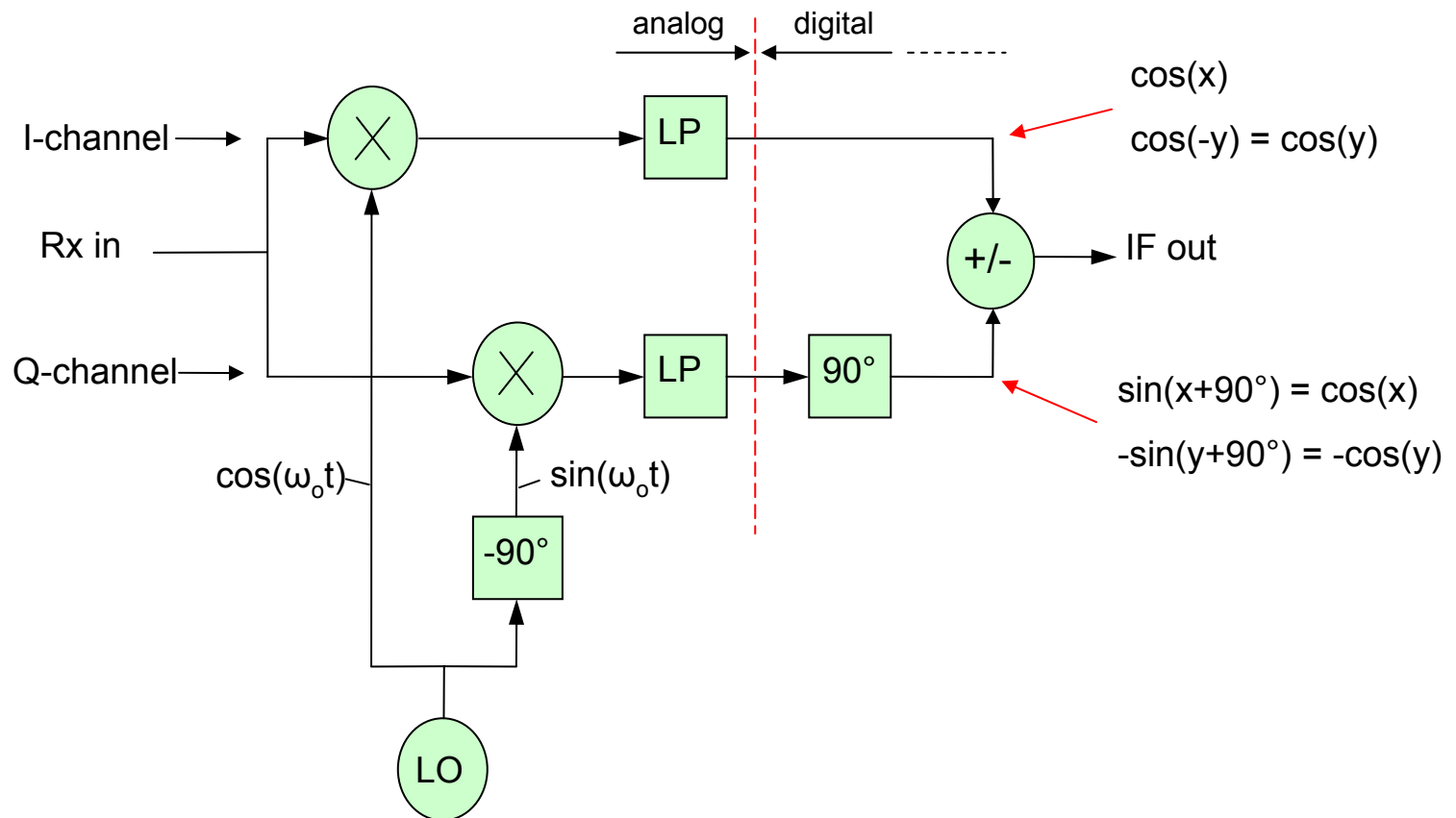


## Prinzip des Direct Conversion Empfängers



$$S(t) = A(t) \cdot e^{j\omega t} = A(t) \cdot \left[ \overset{\text{I-Kanal}}{\cos(\omega t)} + j \cdot \overset{\text{Q-Kanal}}{\sin(\omega t)} \right]$$

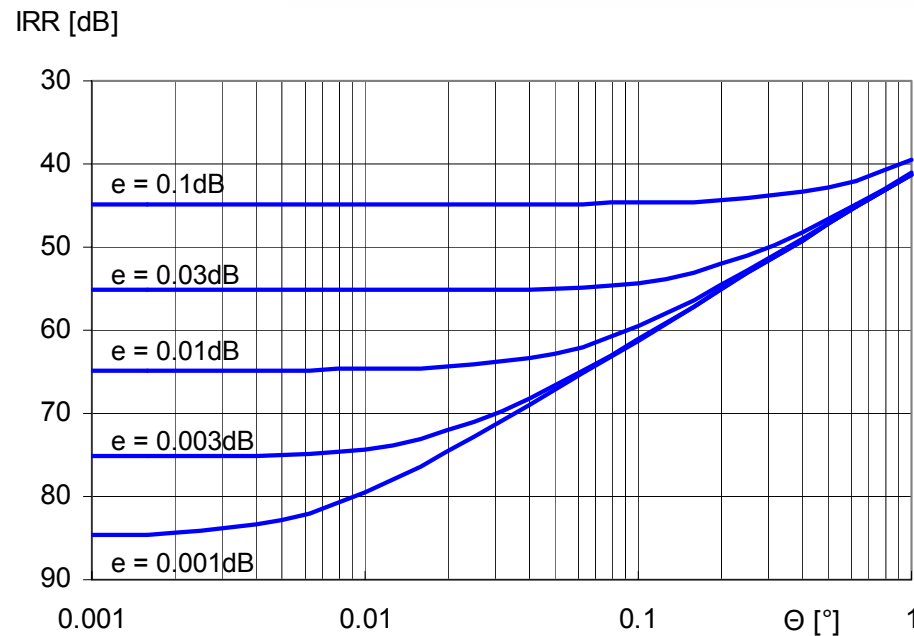
## Prinzip des Direct Conversion Empfängers



## Prinzip des Direct Conversion Empfängers

### Image Rejection Ratio (IRR)

$$\text{IRR} = \frac{1 - 2(1 + \epsilon)\cos\theta + (1 + \epsilon)^2}{1 + 2(1 + \epsilon)\cos\theta + (1 + \epsilon)^2}$$



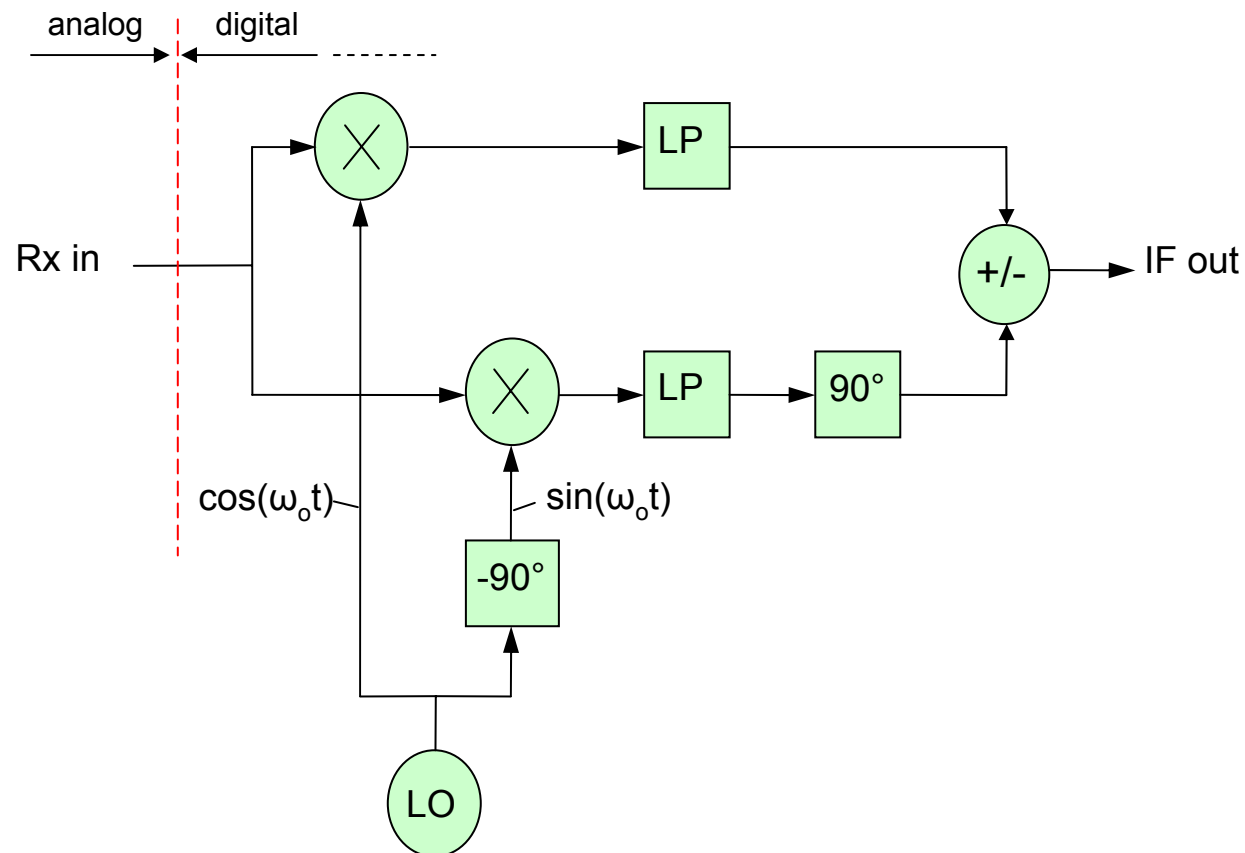
$\epsilon$  : Gain Error [-]

$\Theta$  : Phase Error [°]

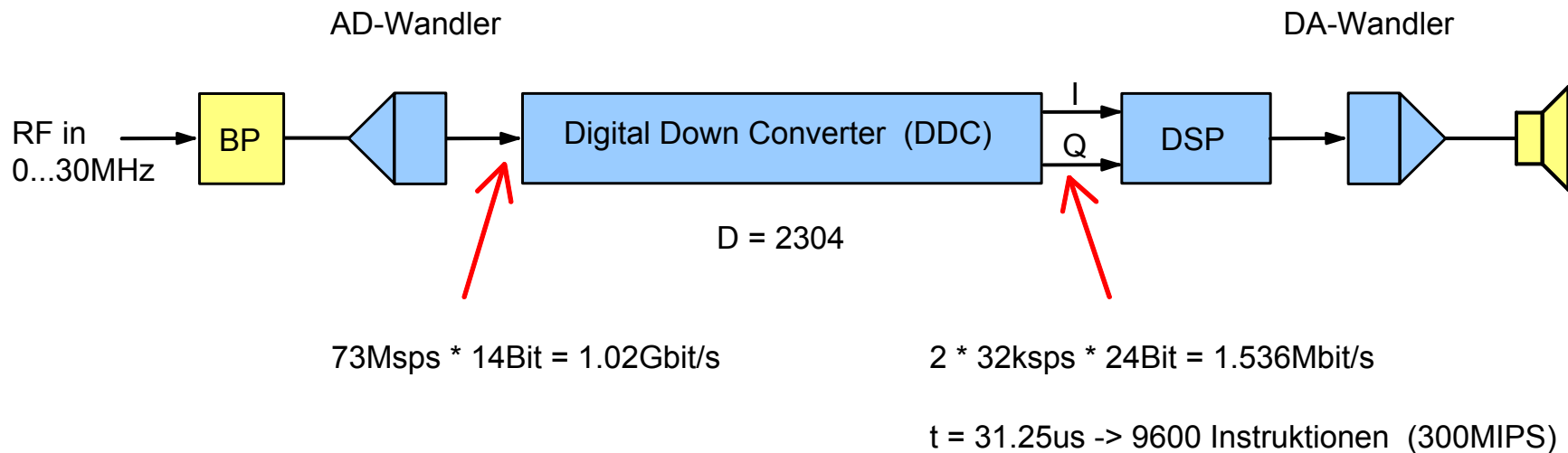
$e = 20 * \log(\epsilon)$

# Das Prinzip der digitalen Empfänger

## Prinzip des Direct Conversion Empfängers



## Der Signalfluss im digitalen Empfänger



Aufgaben des DDC's:

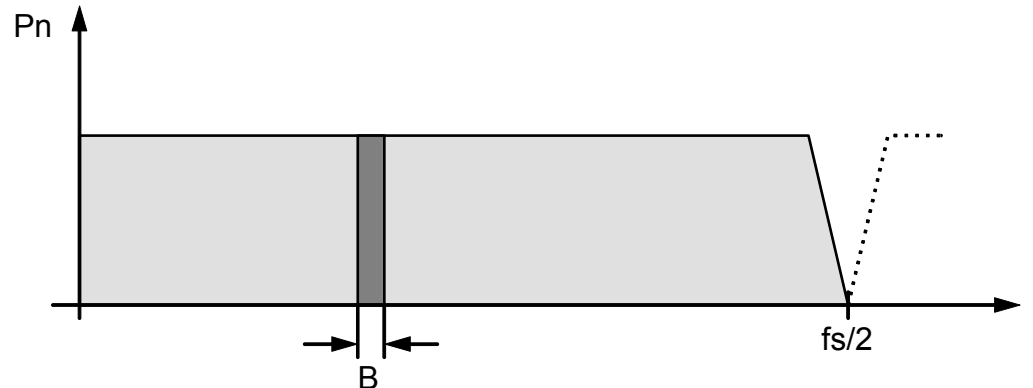
- Quadratur-Mischung des interessierenden Frequenzbandes auf die ZF  $\approx$  0Hz
- Reduktion der Samplerate (Dezimation)
- Erhöhung des Rauschabstandes (Integration)



## Der AD-Wandler beeinflusst folgende Eigenschaften des Rx

- Dynamikbereich → Auflösung in Bits
- Empfindlichkeit → Eingangsimpedanz
- Intermodulation IP2 und IP3 → Integrale Nichtlinearität
- Phasenrauschen → Eigenjitter

## Der Prozessgewinn des AD-Wandlers



Prozessgewinn:

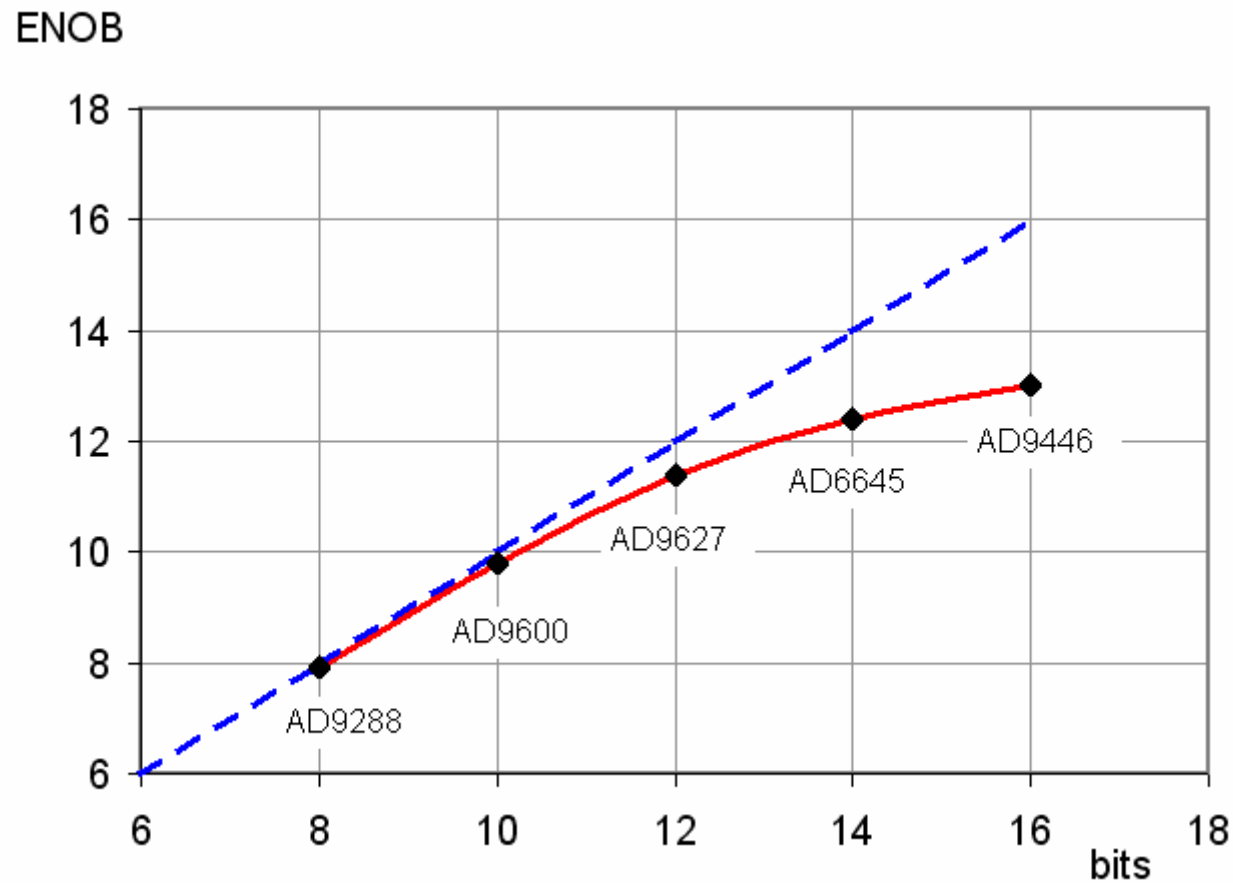
$$G_p = 10 \cdot \text{Log}_{10} \left( \frac{f_s}{2 \cdot B} \right)$$

Bei  $B = 2.4\text{kHz}$  und  $f_s = 73\text{Mps}$  folgt:

$$G_p = 41.2\text{dB}$$

Bei einem SNR von 75dB wird ein Dynamikbereich von 116.2dB erreicht

## Einfluss der Auflösung des AD-Wandlers



## Einfluss der Eingangsimpedanz des AD-Wandlers

Beispiel für den AD9446 (16bit):

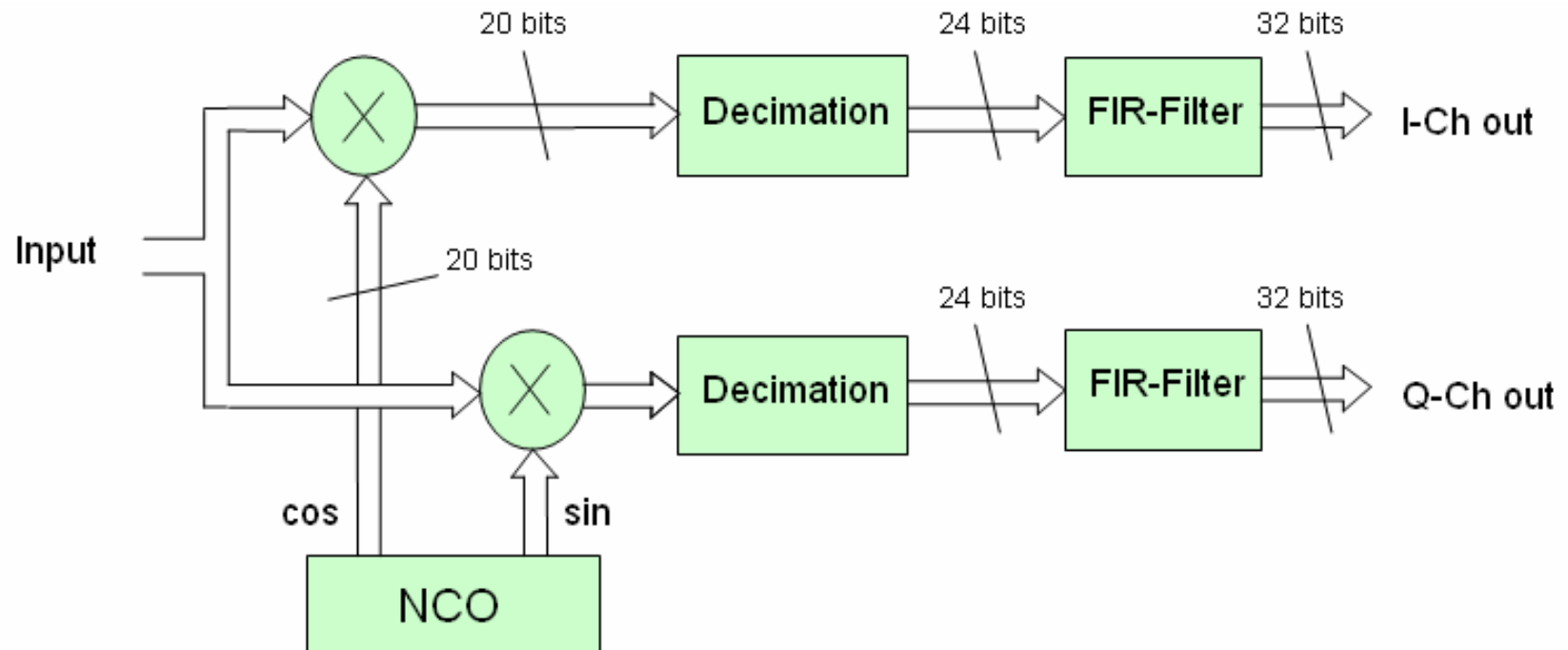
$R_{in}$	$P_{in\ max}$	MDS	F
50 $\Omega$	14.1dBm	-109dBm	31dB
200 $\Omega$	8.1dBm	-115dBm	25dB
800 $\Omega$	2.0dBm	-121dBm	19dB

Für F = 10dB werden folgende Werte erreicht:

$R_{in}$	$G_{Preamp}$	IP3 AD-conv	IP3 <sub>total</sub>
50 $\Omega$	21.9dB	55dBm	18.1dBm
200 $\Omega$	15.9dB	49dBm	24.1dBm
800 $\Omega$	9.9dB	43dBm	30.0dBm

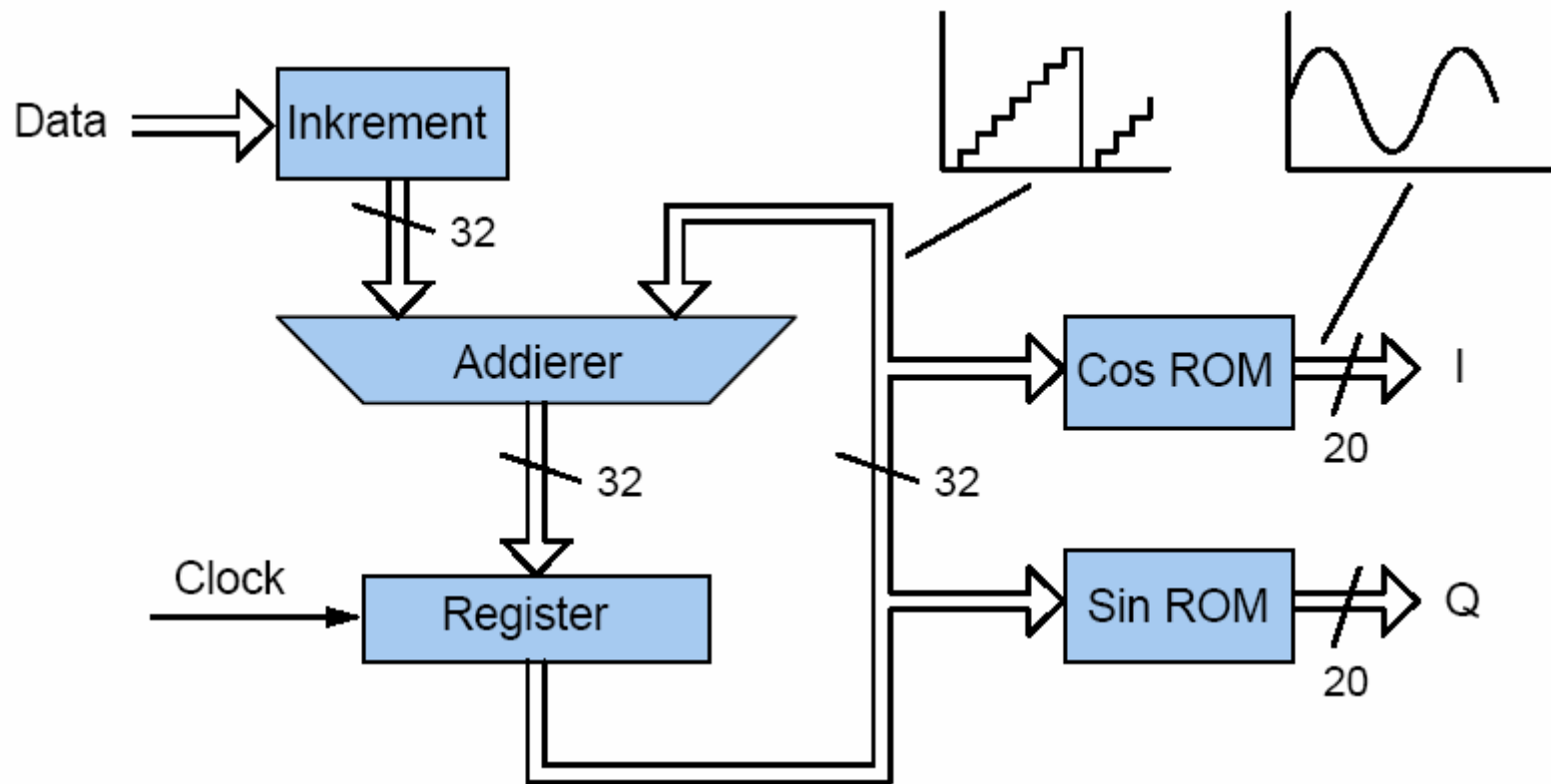
IP3 des Vorverstärkers mit 43dBm angenommen

## Der Digital Down Converter

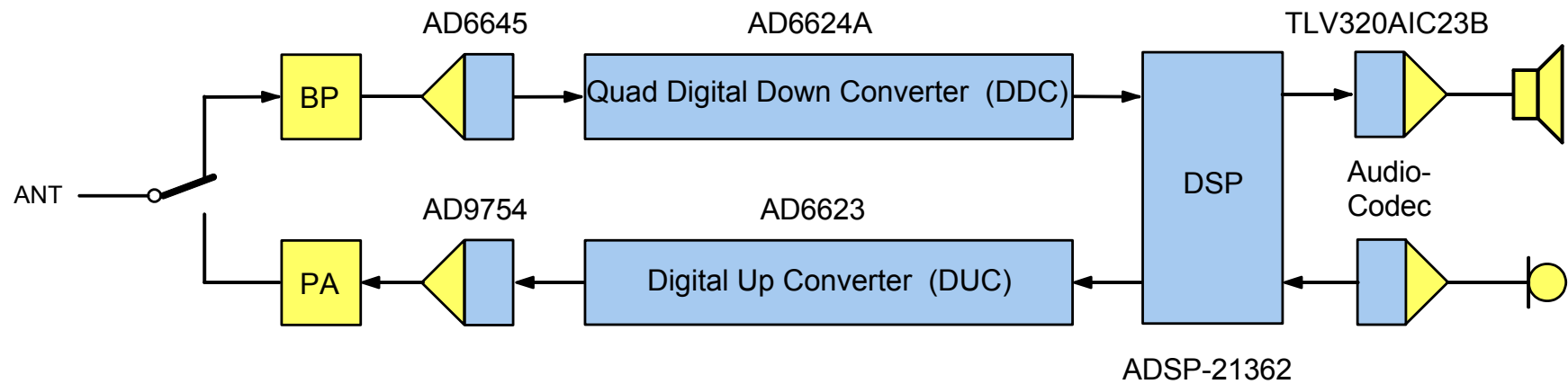


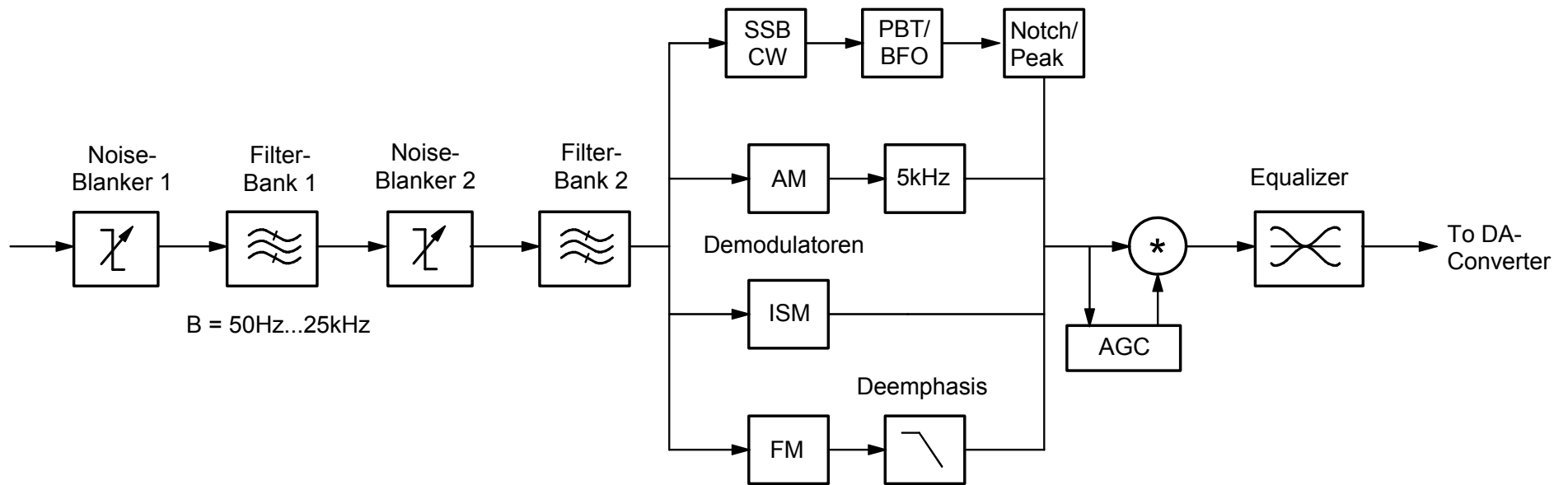
Die Realisierung erfolgt als FPGA oder als CSIC-Baustein

## Der numerisch gesteuerte Oszillator



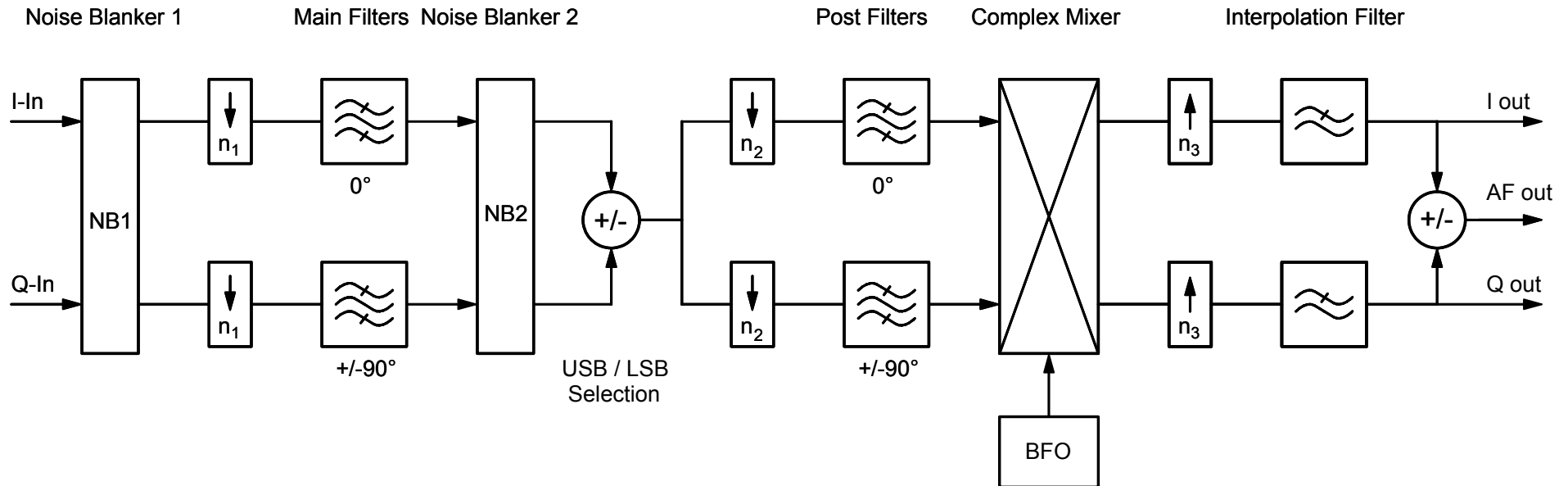
## Im ADT-200A verwendetes Chipset





Signalverarbeitung im DSP (pro Rx-Kanal)

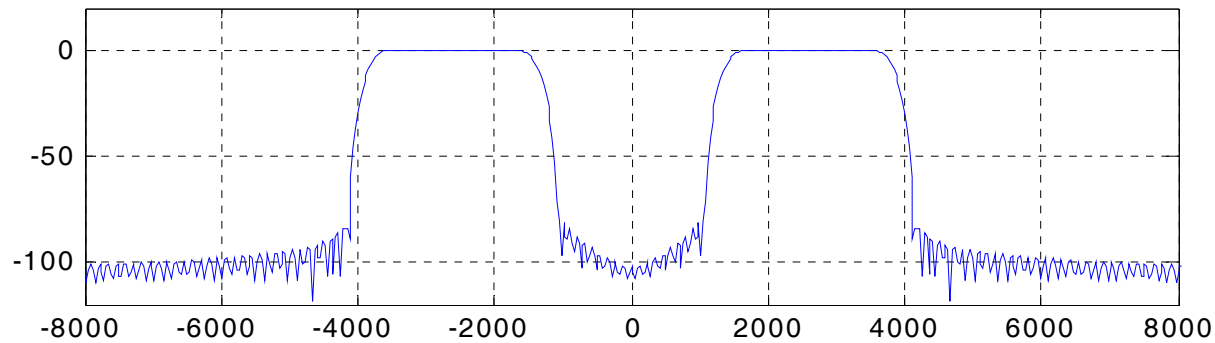




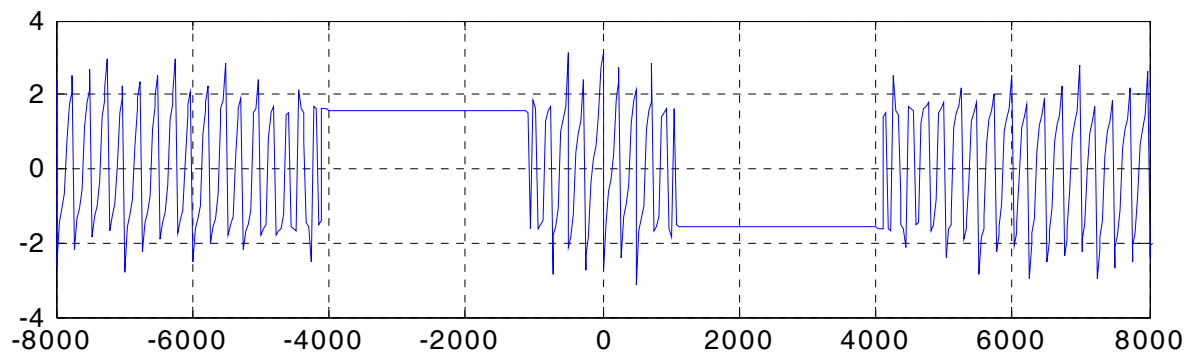
Signalfilterung im DSP bei CW/SSB (pro Rx-Kanal)

## FIR-Filter der Ordnung $N = 256$ , Blackman-Harris Window

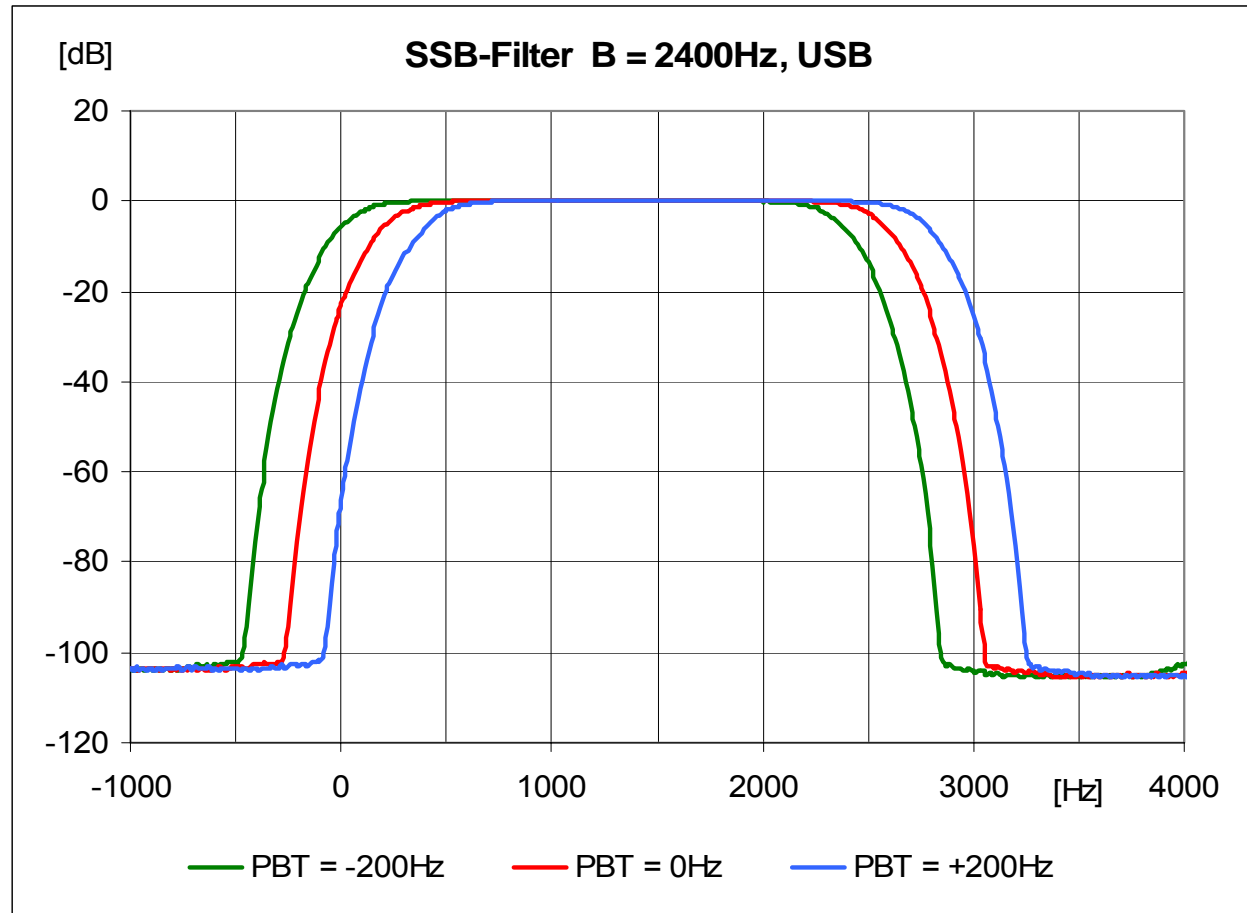
Resultate der Simulation mit Matlab:



Übertragungsfunktion  
 $|H(f)_Q$   
Shape Factor = 1:1.29



Phase (Q-Kanal)



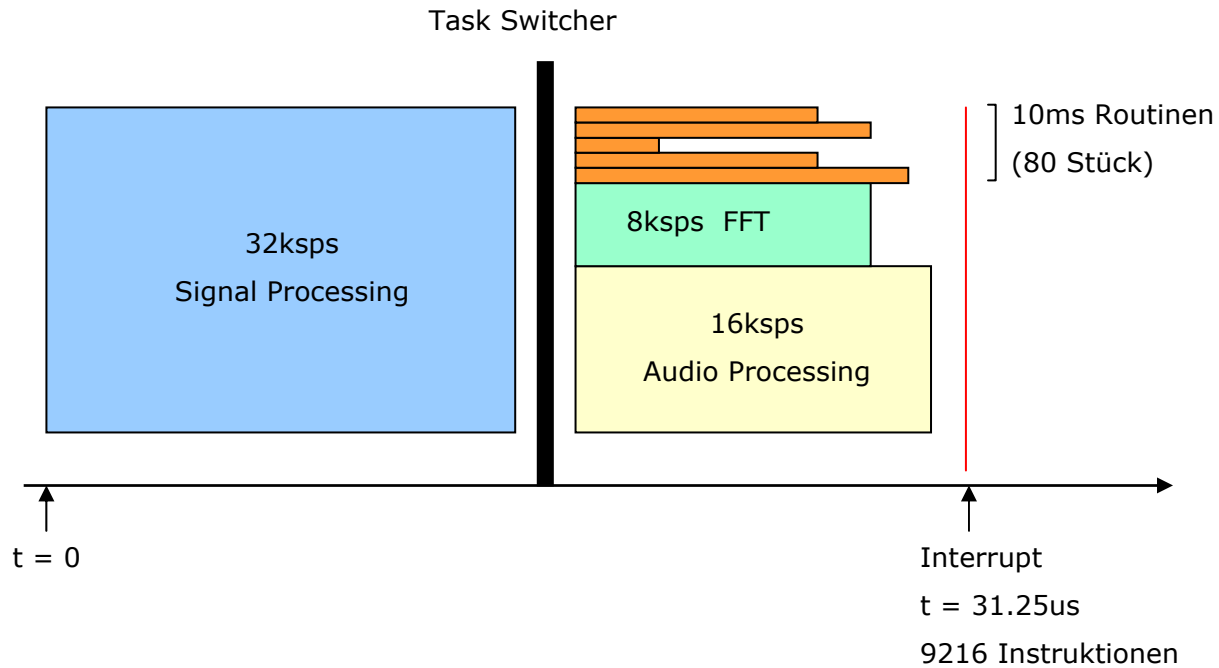
### Hörbeispiele, empfangen auf 80m

-  ICOM-TRX mit professionellem Mikrofon
-  Flex Radio SDR

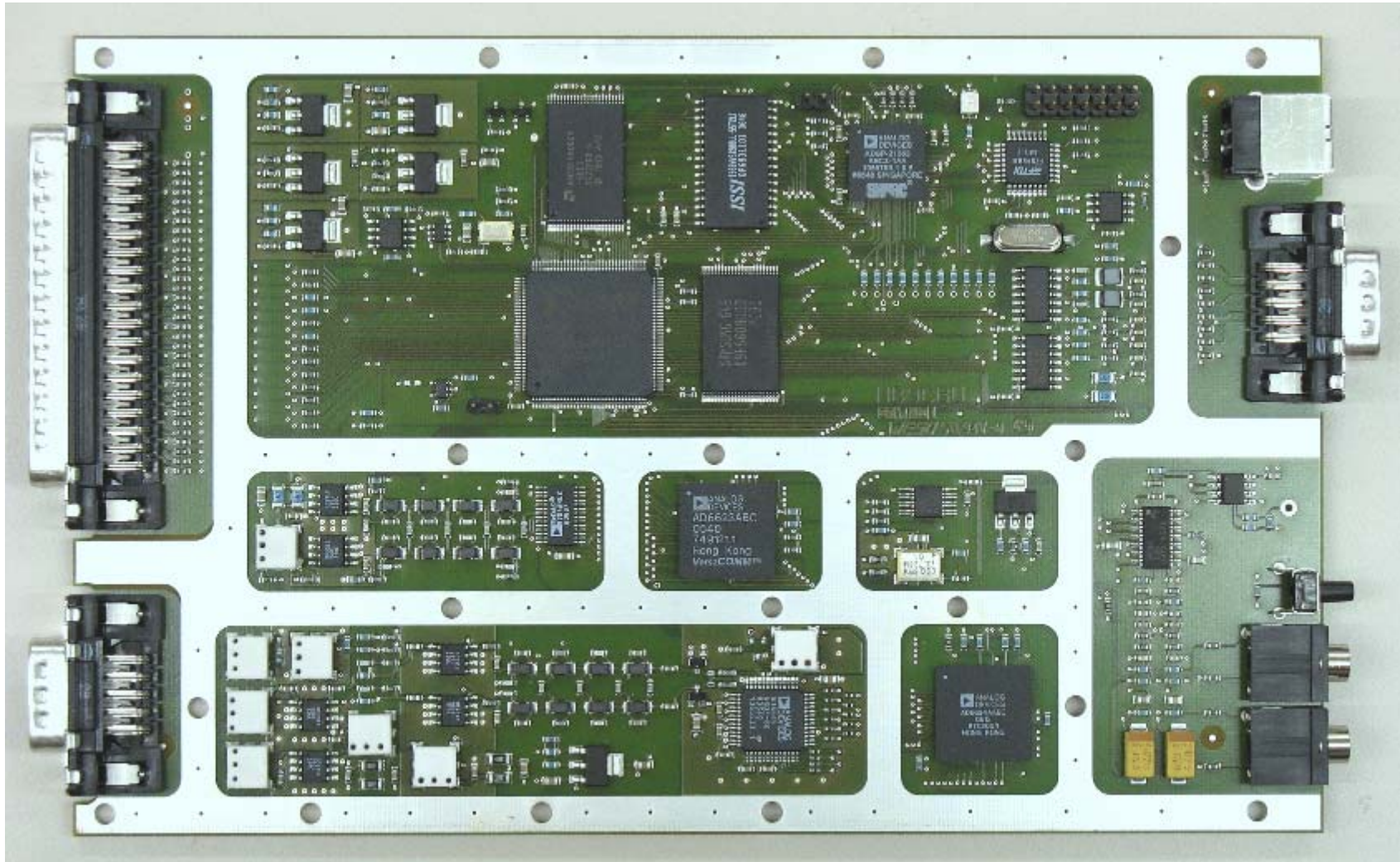
### Hörbeispiele, gesendet und empfangen mit dem ADT-200A

-  Webstream Deutschlandfunk, SSB, B = 2700Hz
-  Webstream Deutschlandfunk, AM, B = 6000Hz
-  Beethoven ab CD, SSB, B = 2800Hz

## Programmstruktur der DSP-Firmware

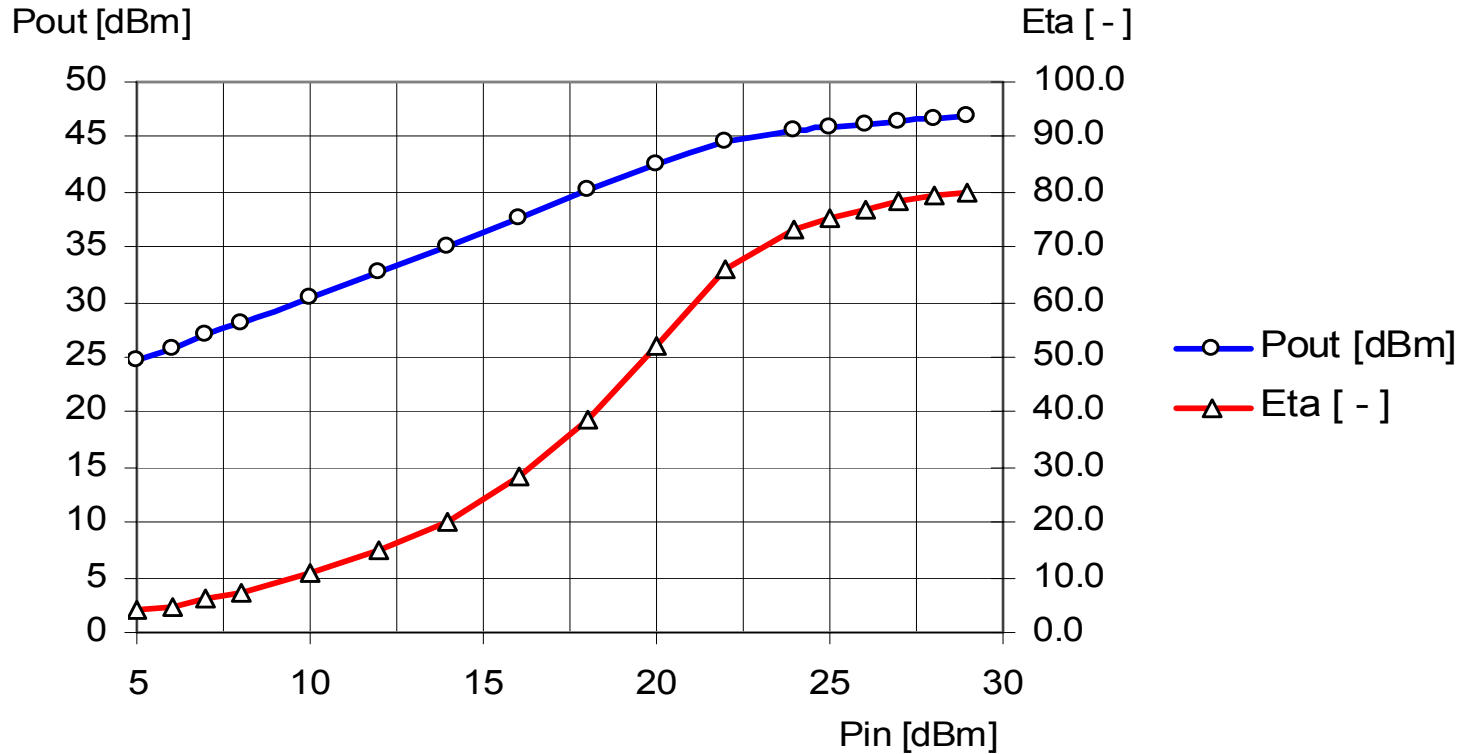


## Das DSP-Modul TRX3C

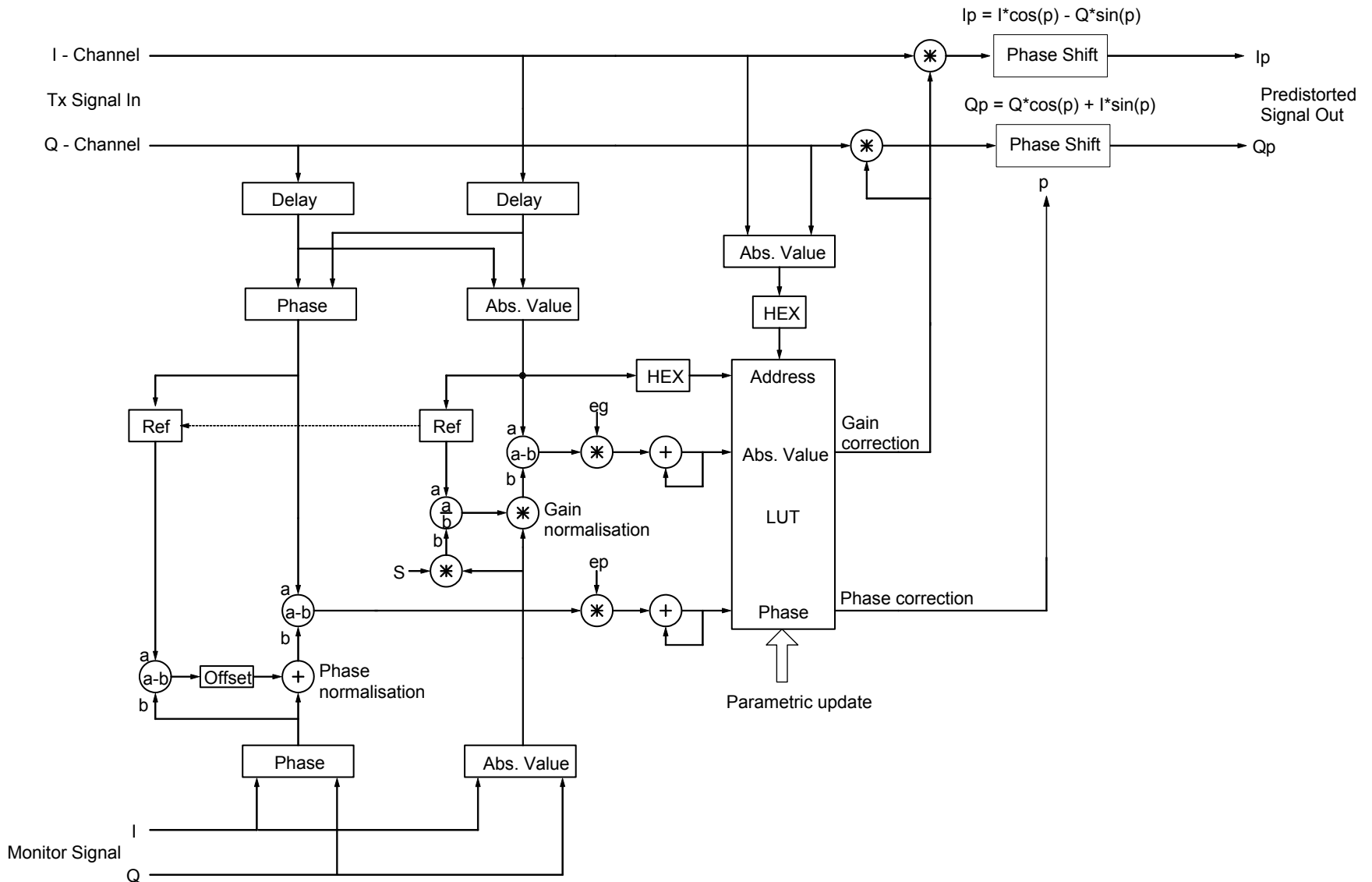


## Die Sender-Endstufe

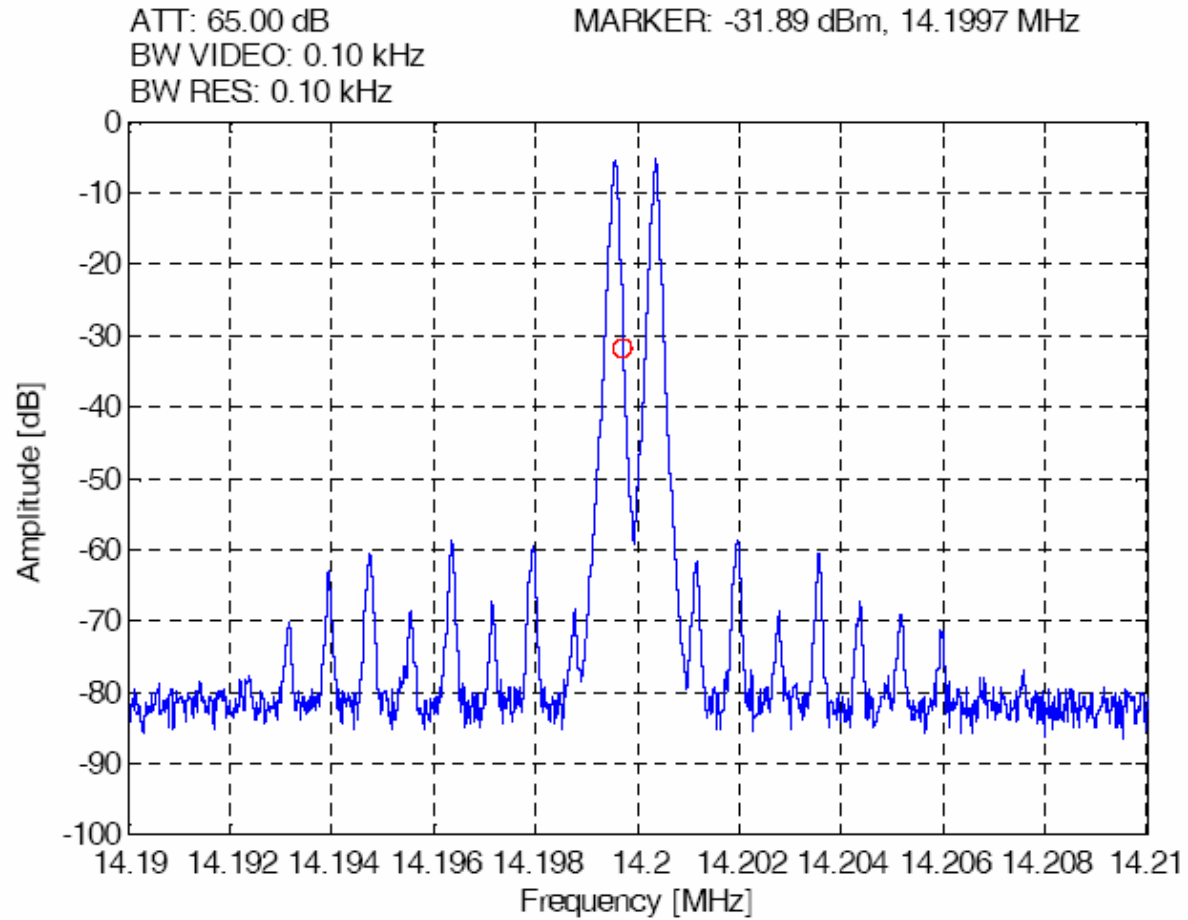
### Linearität bei $f = 7\text{MHz}$



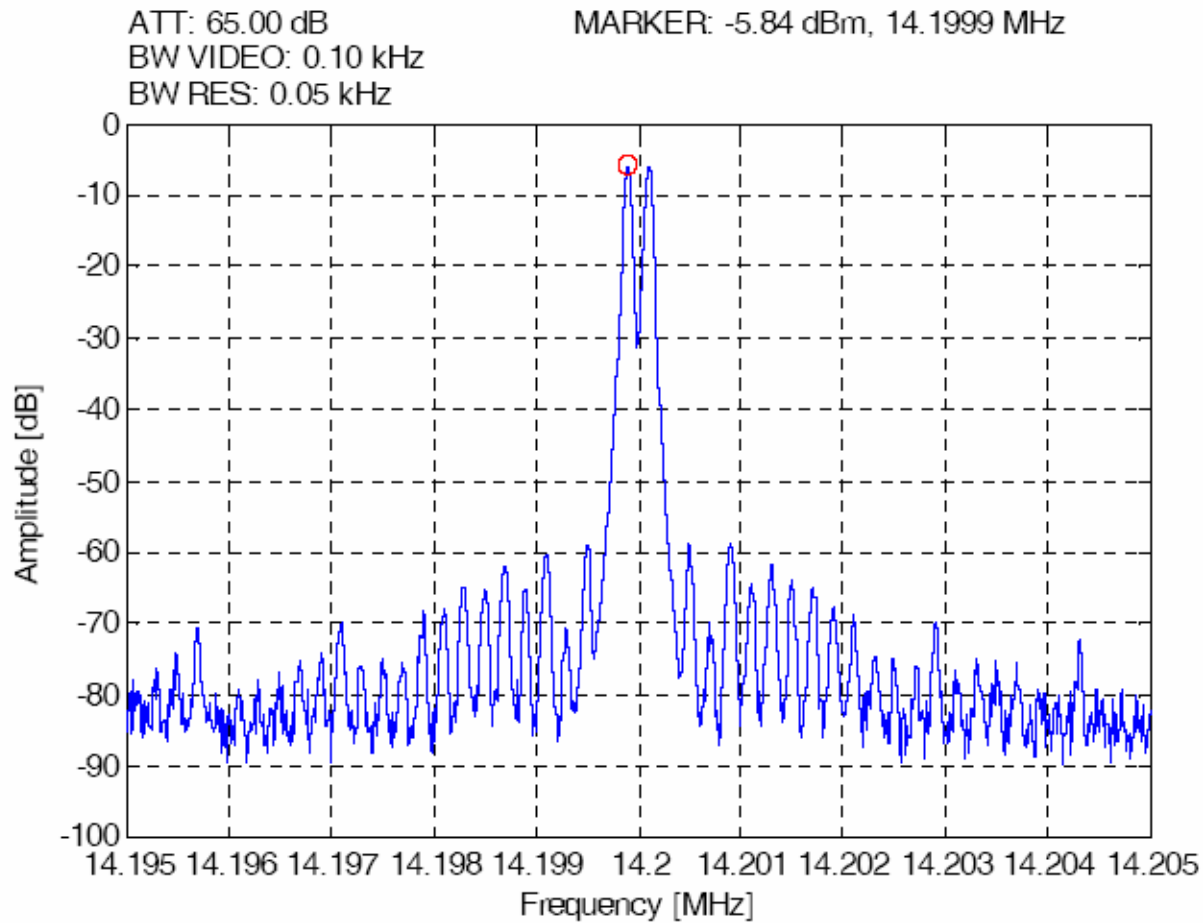
# Funktionsblöcke vom ADT-200A





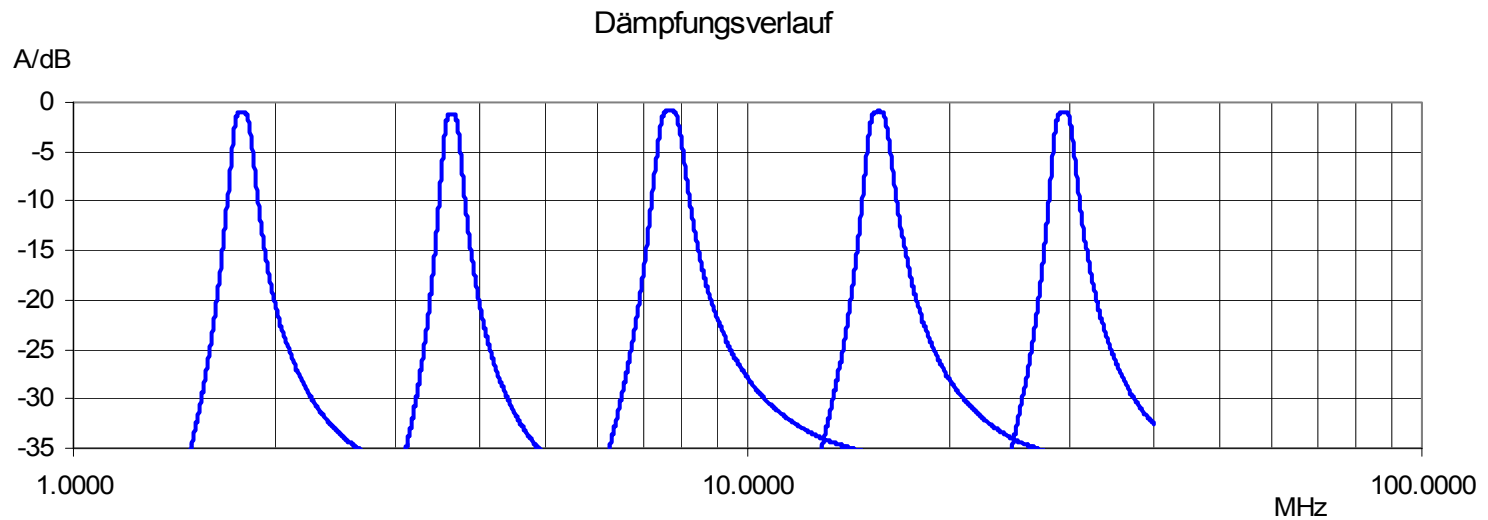


2-Ton Modulation: Pout = 48Wpep, f1 = 700Hz, f2 = 1500Hz



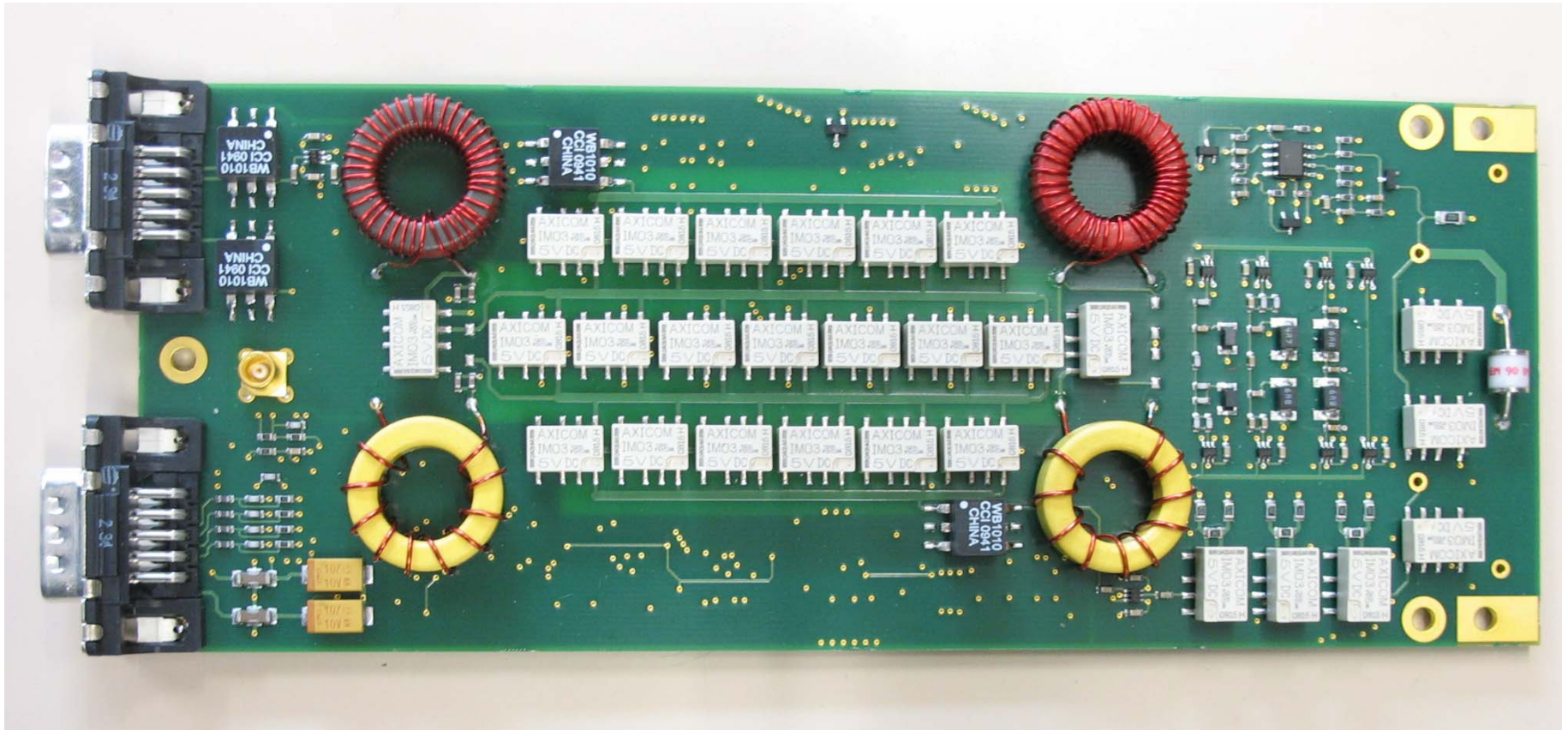
2-Ton Modulation: Pout = 48Wpep, f1 = 900Hz, f2 = 1100Hz (Span = 10kHz)

## Der neue Preselektor PSL2

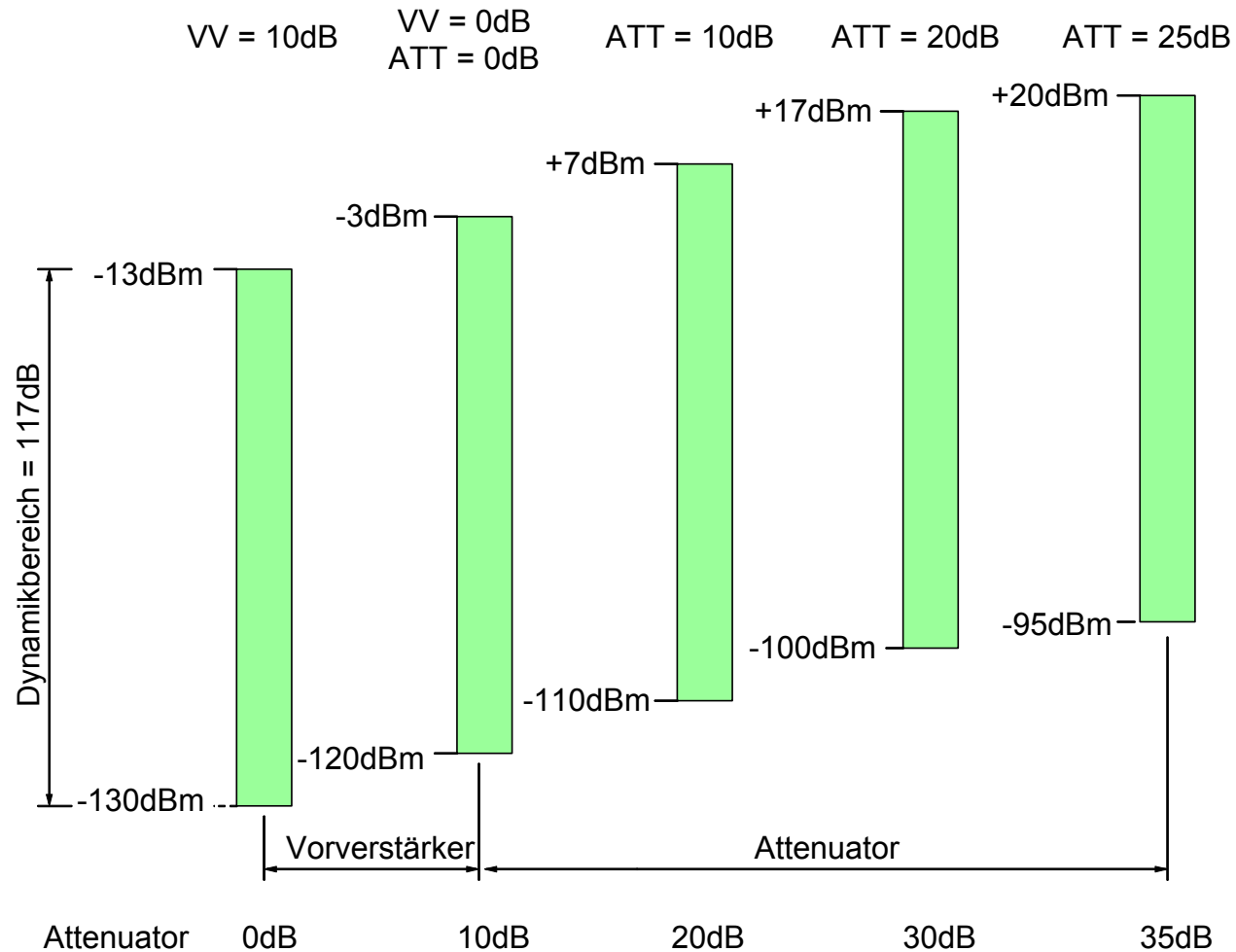


Auswahl von 5 Filterkurven als Beispiel für die insgesamt 48 Bandfilter

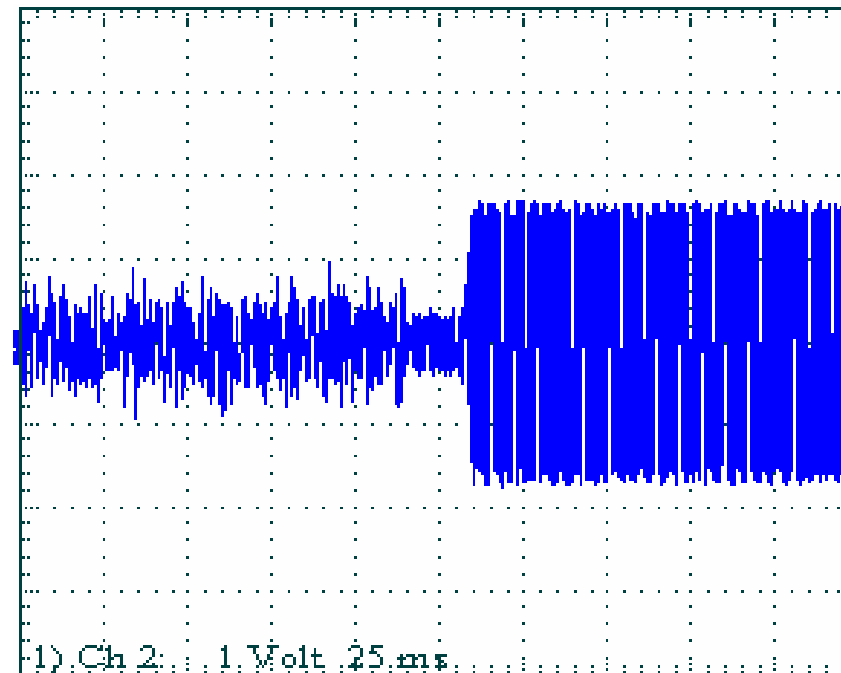
## Der neue Preselektor PSL2



## Konzept des Attenuators

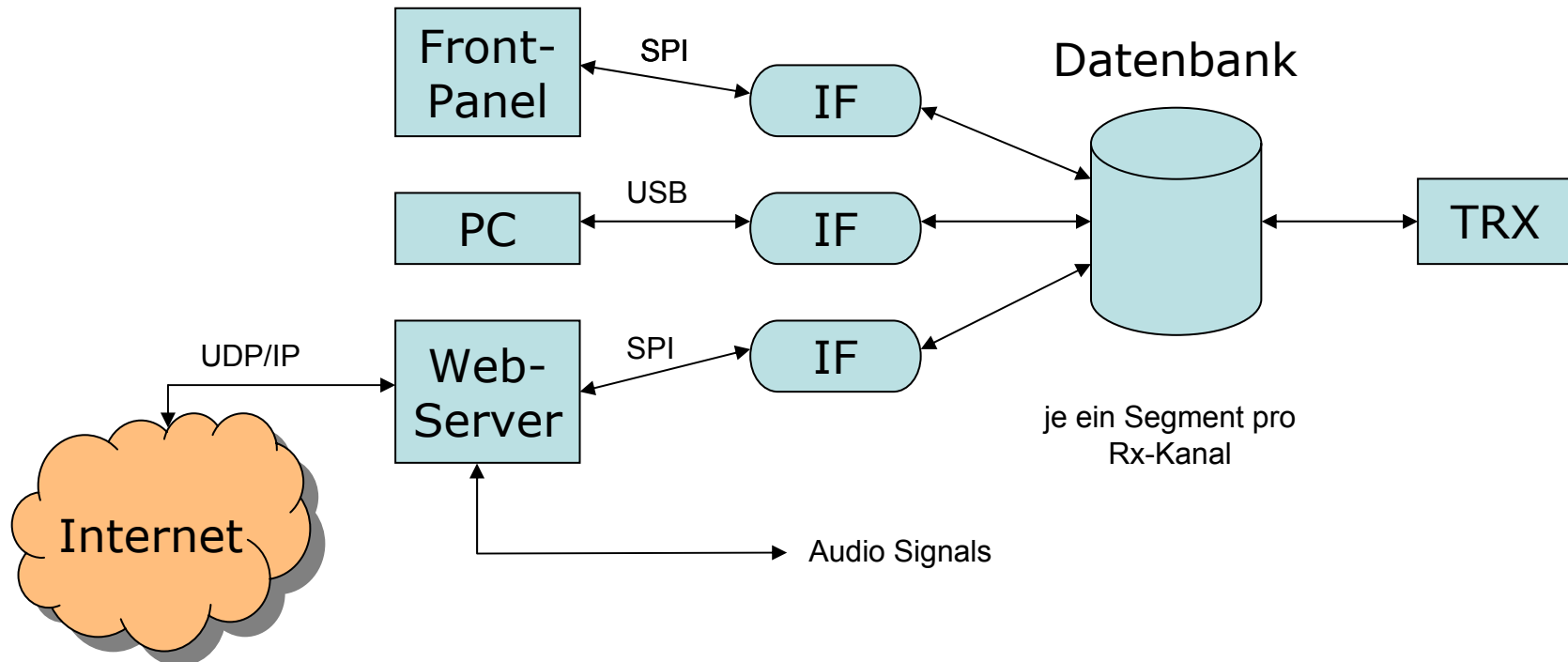


## Die Wirkungsweise der AGC

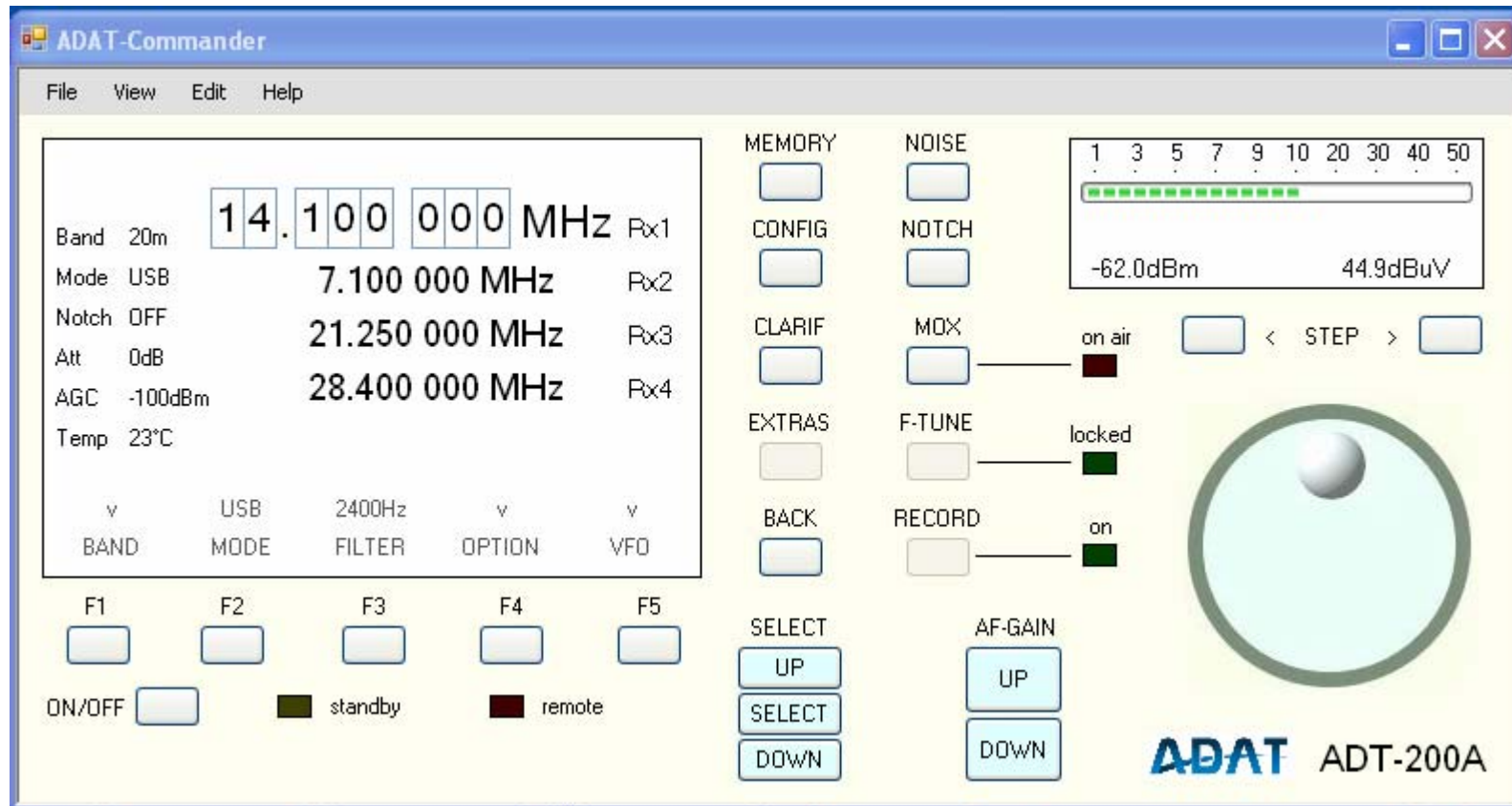


Reaktion auf einen sprunghaften Signalanstieg vom Grundrauschen auf ein Signal von  $S_9+40\text{dB}$  (+87dB)

## Konzept der Transceiver-Steuerung



## Der ADAT-Commander





# Das Bedienungskonzept des ADT-200A



The screenshot shows the MemoryManager window with a list of channels. Channel 10 is selected, and its details are shown in the configuration area below.

Channel	Frequency	Mode	Group
CH 08			
CH 09			
<b>CH 10</b>	<b>14.1000 MHz</b>	<b>NCDX</b>	<b>Beacon</b>
CH 11	18.1100 MHz	NCDX	Beacon
CH 12	21.1500 MHz	NCDX	Beacon
CH 13	24.9300 MHz	NCDX	Beacon
CH 14	28.2000 MHz	NCDX	Beacon
CH 15			
CH 16			

Configuration for selected channel (CH 10):

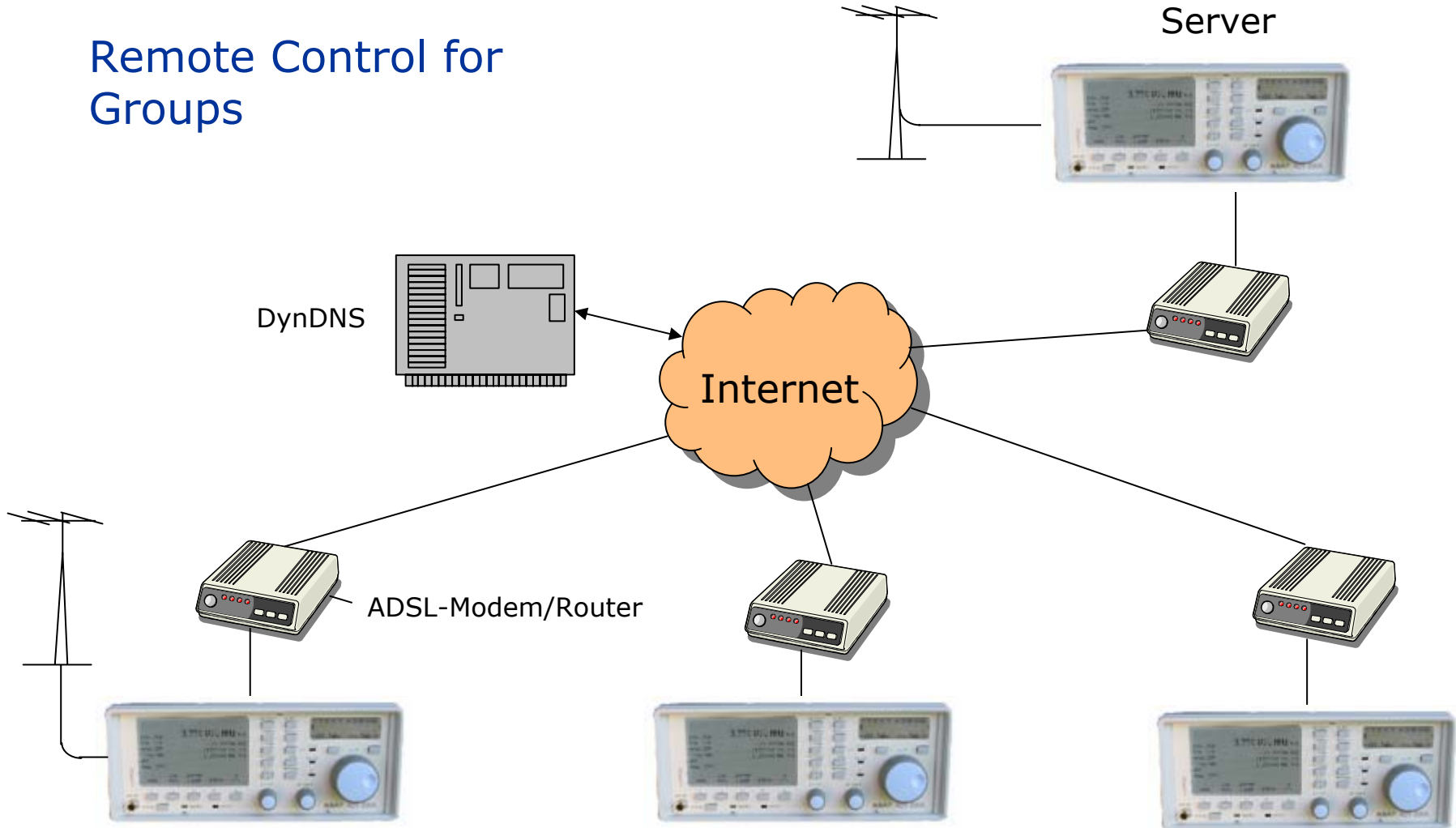
- Text: NCDX Beacon
- Rx Frequency: 14.1000000 MHz
- Tx Frequency: 14.1000000 MHz
- Mode: CW
- Filter: 300Hz
- Group: HAM
- Band: 20m

Buttons: Clear, Copy, Paste, Up, Down, Read from TRX, Write to TRX, Save Channel, Read from File, Write to File, Close.

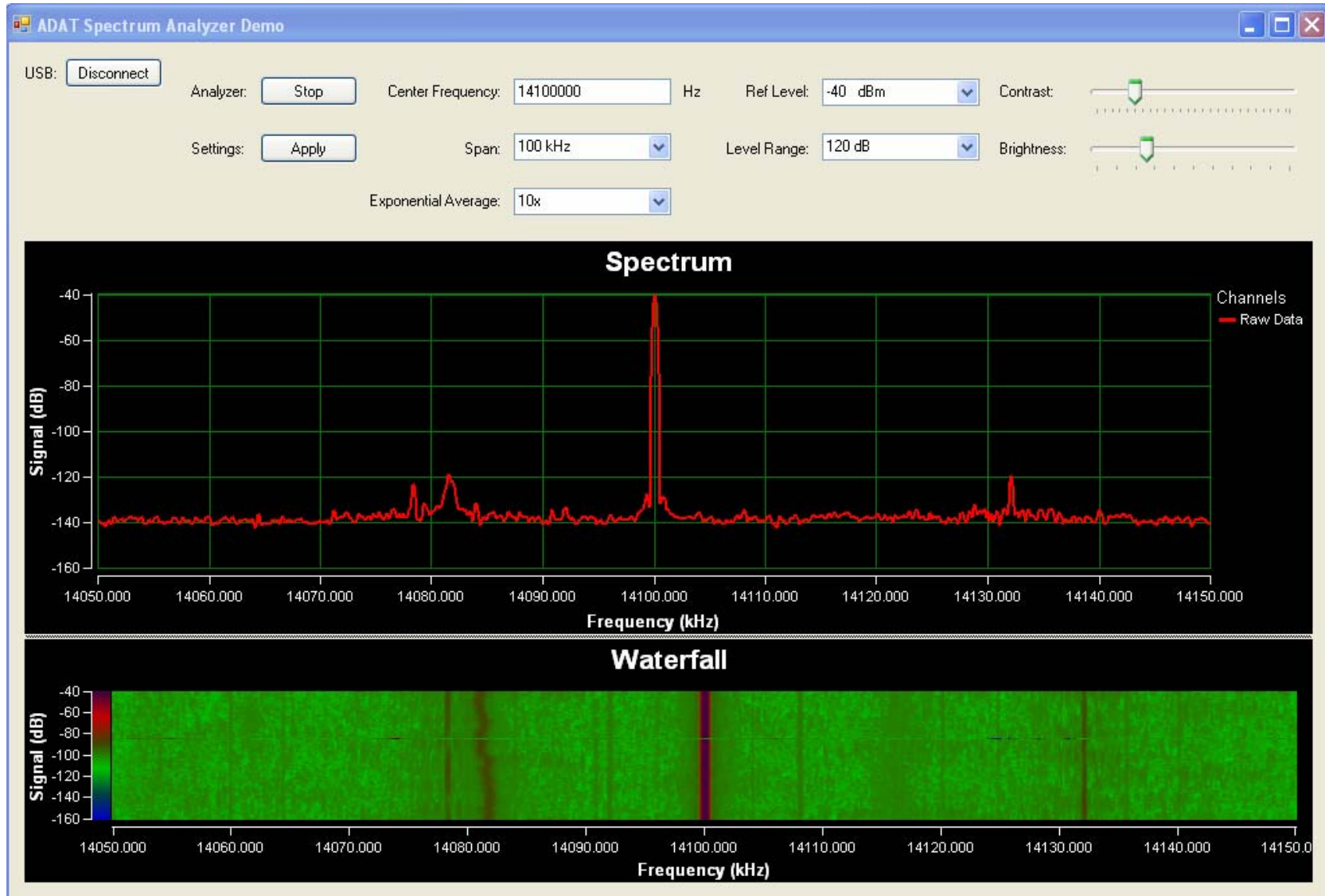
# Das Bedienungskonzept des ADT-200A



## Remote Control for Groups



# Das Bedienungskonzept des ADT-200A



## Vorgaben für den VHF Transverter

Rauschfaktor	<4dB
IP3	>15dBm (mit Abschwächer)
Phase Noise	< -140dBc/Hz in 2kHz Abstand, < -155dBc/Hz in 50kHz Abstand
Dynamikbereich	115dB in 5kHz Abstand 130dB in 50kHz Abstand muss 10km Kontest-Bedingung erfüllen
Sendeleistung	>25W
Bänder	2m, 6m (erste Priorität), 4m, 70cm (zweite Priorität)

## VHF Transverter

### Einfluss des Seitenband-Rauschens bei Kontest-Betrieb

Tx

Frequenzabstand = 50kHz

Rx

P<sub>out</sub> = 100 W

G<sub>ant\_Tx</sub> = 12 dBi

Distanz = 10 km

G<sub>ant\_Rx</sub> = 12 dBi

Γ<sub>tx</sub> = -122 dBc/Hz

**IC910H**

B = 2400 Hz

Path\_Loss = 72.0 dB

NF = 2 dB

P<sub>out</sub> = 50 dBm

Pin carrier = -22.0 dBm

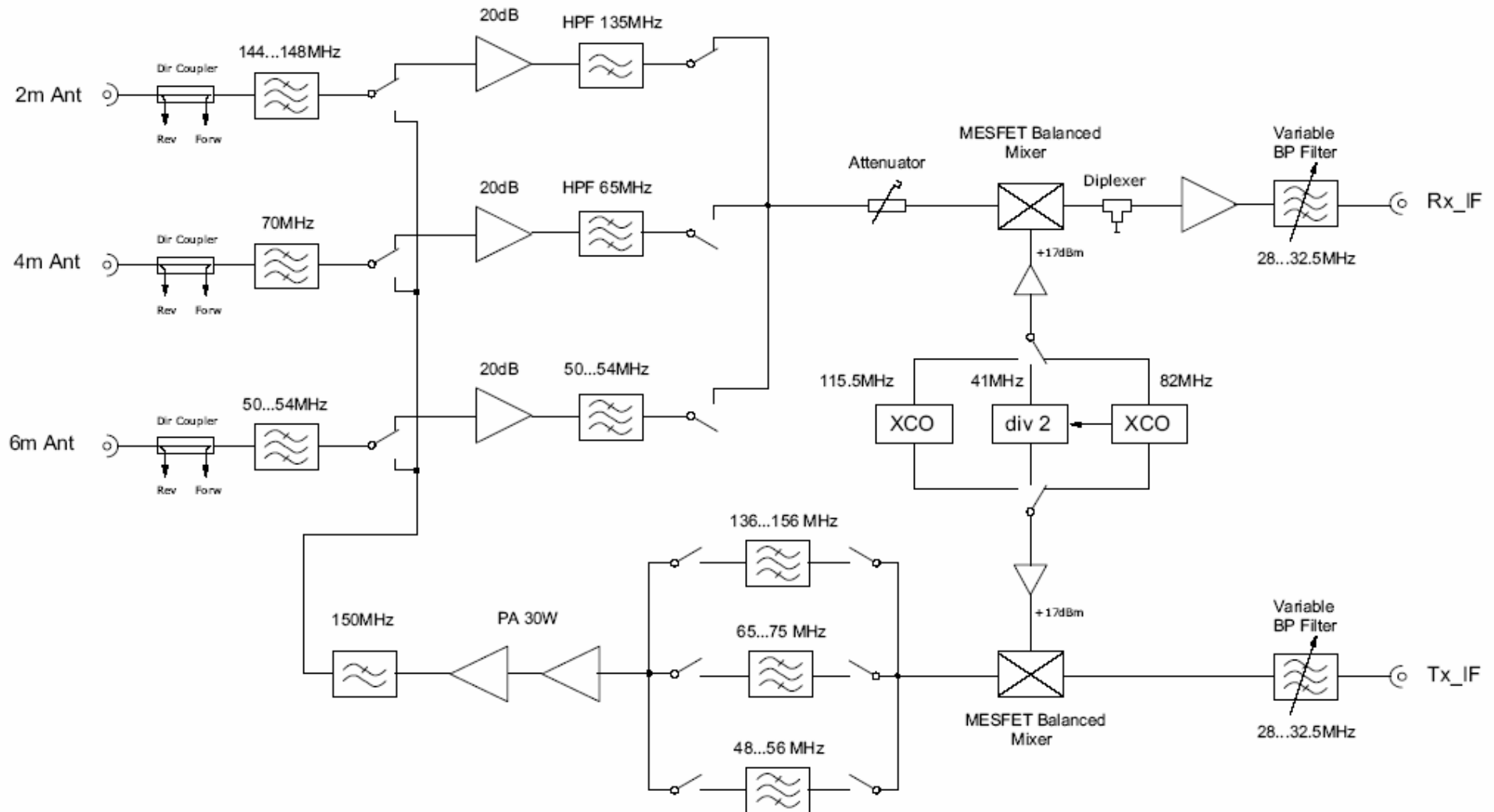
P<sub>rausch</sub> = -38.2 dBm

Pin noise = -110.2 dBm

MDS = -138.2 dBm

Degradation = 28.0 dB

## Wie geht es weiter?



Im Release 1.35 bereits realisierte Firmware-Erweiterungen:

- VOX mit adaptivem Echocancelling (verhindert Tastung durch Lautsprecher)
- Split-Betrieb mit zwei VFO's
- Steuerung von Automatik-Tunern (Icom Schnittstelle)
- Neues Memory-Konzept
- Möglichkeit zum Editieren von Memory-Kanälen
- automatische Scharfabstimmung für CW
- Erweiterte Frequenzkalibration (z.B. Kalibration durch Rundfunksender)

## Wie geht es weiter?

### Geplante Firmware-Erweiterungen

#### Release 1.36 (Sept. 2011)

- Remote Operation via Internet
- Spektrum Analysator / Bandmonitor
- automatischer Morse-Dekoder

#### Weitere geplante Erweiterungen:

- Audio Rekorder
- Antenna-Skope (Imdedanz- / SWR-Analysator)
- Einbindung vom VHF-Modul



Besten Dank für  
Ihre Aufmerksamkeit