

Spectrum-Analyzer

Viadrina

Vortrag in Frankfurt/ O.
am 20.09.2008

von

DF2YQ

Manfred Schulze

Dipl.-Ing., Dipl.-Wi.-Ing.

- 1. **KW-Doppelsuper** **10 kHz - 30 MHz**

- 1. **Spectrum-Analyzer** **100 kHz - 1500 MHz** (Analog-Technik)

- 2. **Tracking-Generator** **100 kHz - 1500 MHz**

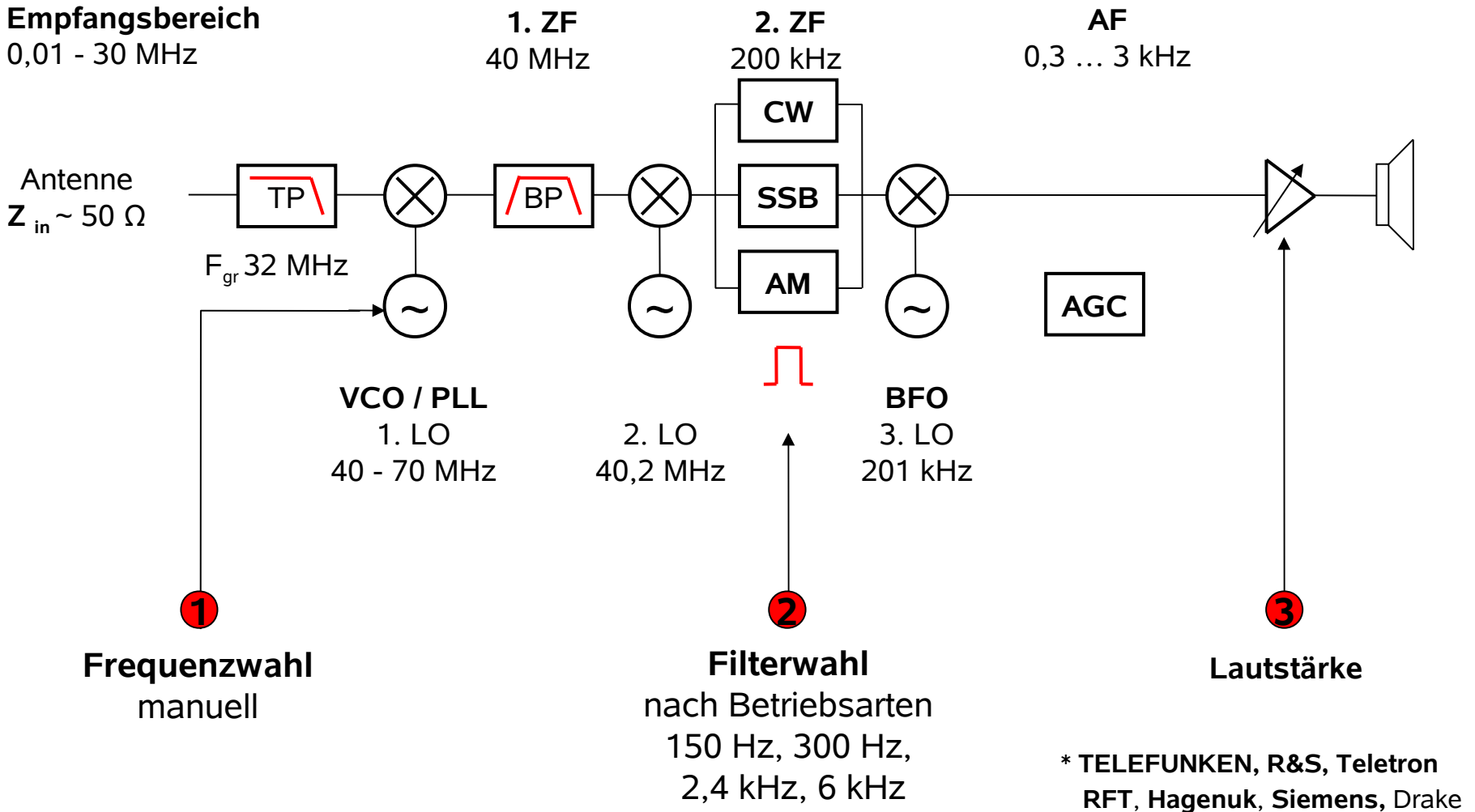
- 3. **Netzwerk Tester** **100 kHz - 180 MHz**

- 1. **Fragen + Diskussionen**


Übersicht HF-Messgeräte

Messgerät	Frequenzbereich	Anzeige / Messung
Oszilloscope	DC ...100 MHz	Spannung über <u>Zeit</u>
RF-Millivoltmeter	10 kHz - 2 GHz	<u>Breitband</u> Spannungsmessung
RF-Leistungsmessung (Bolometer)	10 MHz - 20 GHz	<u>Breitband</u> Leistungsmessung
KW-Doppelsuper	10 kHz - 30 MHz	Empfang auf einer <u>Frequenz</u>
Spectrum-Analyzer	100 kHz ... 20 GHz	Leistung über <u>Frequenz</u>
Netzwerk Tester	...180 MHz	<u>Breitband</u> Leistungsmessung Leistung über <u>Frequenz</u>

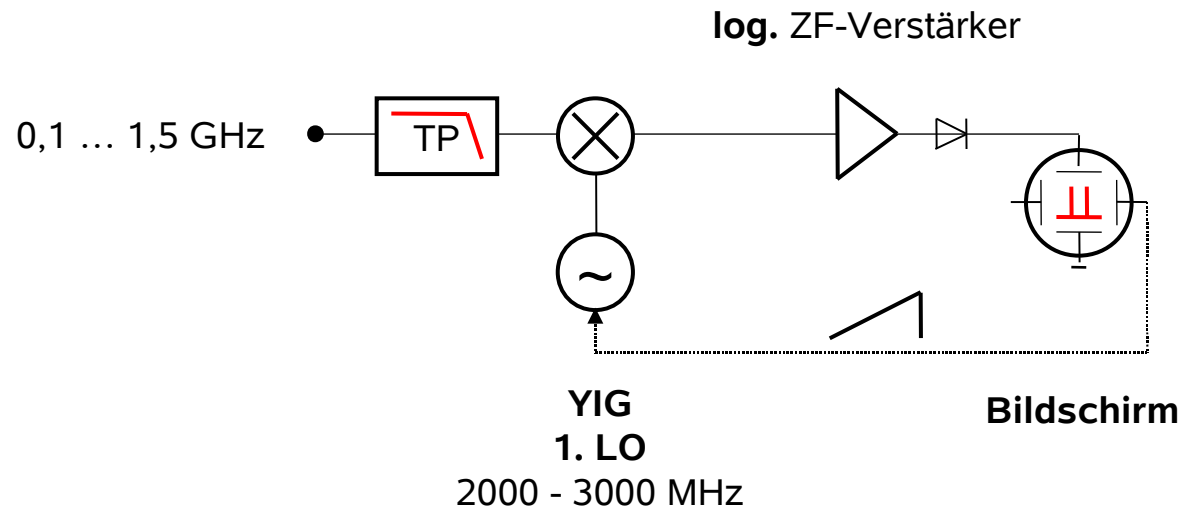
1. KW-Doppelsuper * Blockschaltbild



1. KW-Doppelsuper

- Empfänger wird auf eine Empfangsfrequenz manuell abgestimmt.
- langsame Frequenzänderungen
- Selektivität in der letzten ZF
- ZF-Filter: Rechteck-Charakteristik 
- große Dynamikunterschiede der Empfangspegel (1 μV ... 100 mV)
- Regelung des Empfangspegels über 100 dB (AGC)
- 1. Mixer: Dioden-Quartett, FET-Schalter
- NF-Ausgabe. (Lineare Ausgabe)

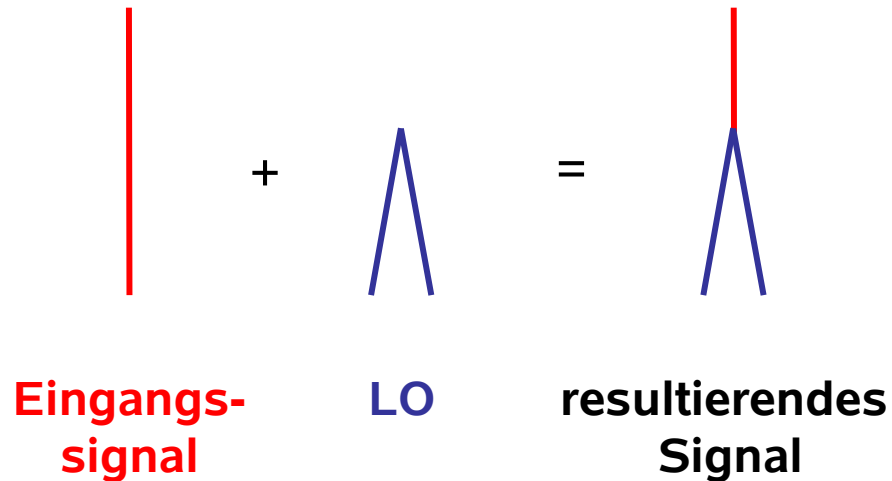
2. Spectrum-Analyzer Blockschaltbild



YIG: Yttrium-Iron garnet (Kugel)

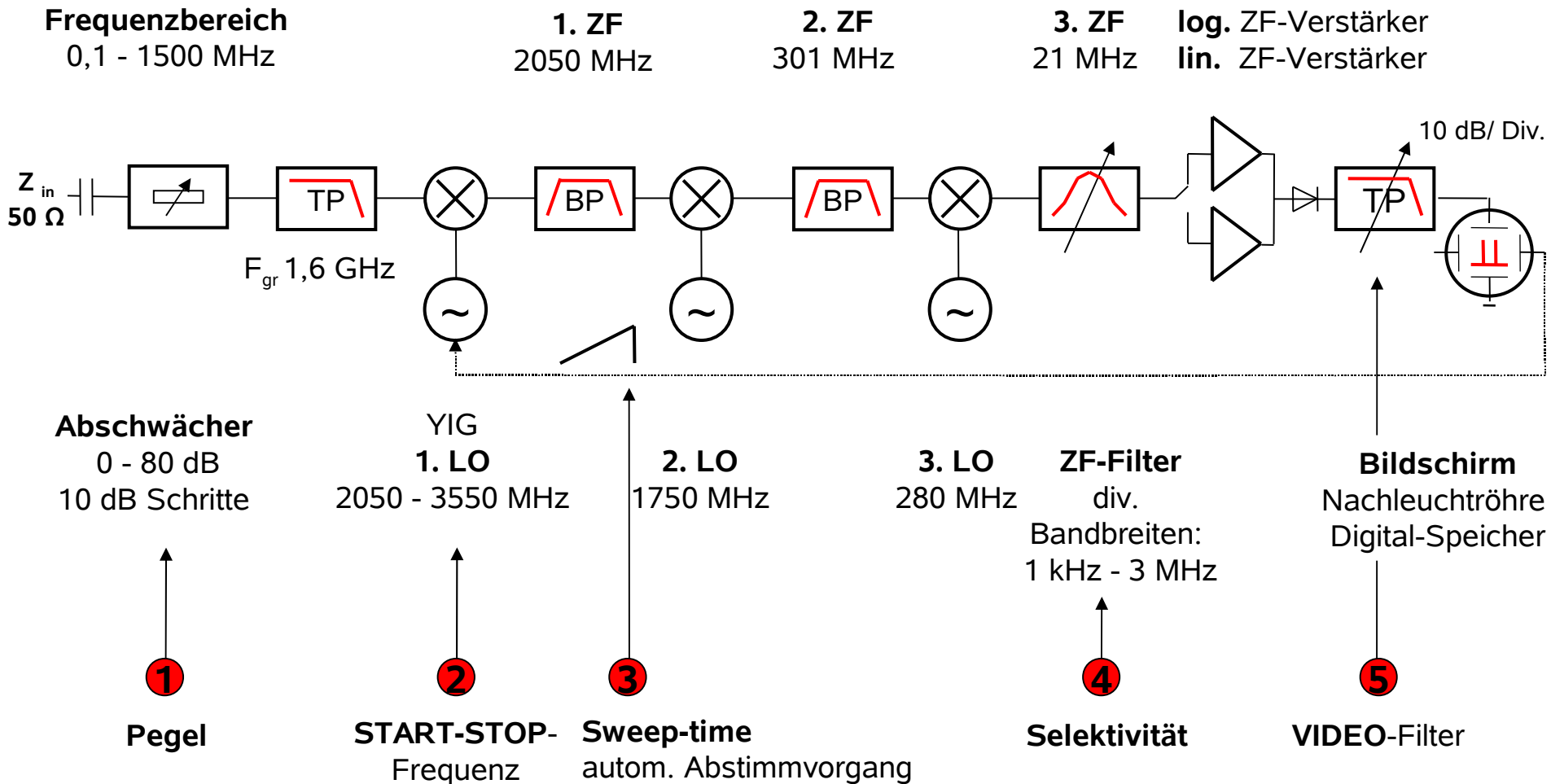
- durch magnetische Feld gesteuerter Oszillator
- hohe Güte: ~ 10000
- automatische Frequenzabstimmung
- sehr großer Frequenzbereich, mehrere GHz

2. Spectrum-Analyzer



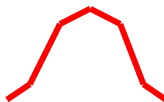
- LO müssen besonders rauscharm sein !
- hoher Schaltungsaufwand im Spectrum-Analyser,
- Spannungsversorgung, Nebenwellenarm, ...
- sehr gute Schirmung, da mehre Oszillatoren und Mischer vorhanden sind.

2. Spectrum-Analyzer * Blockschaltbild



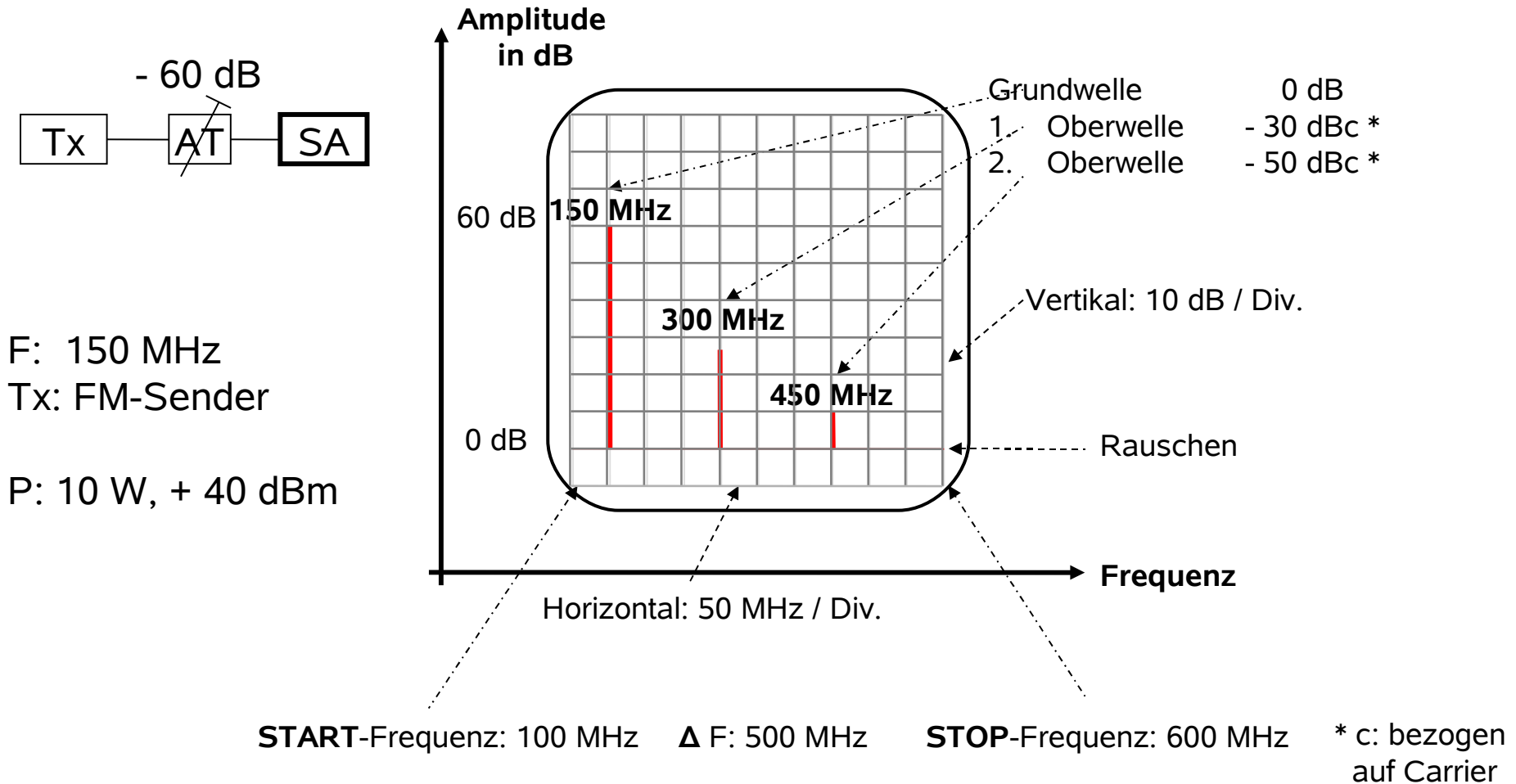
* ähnlich *hp5885*

2. Spectrum-Analyzer

- auf ein Frequenzbereich abgestimmt **START, STOP**
- schnelle + langsame autom. Frequenzänderung (Sweep-time)
- Selektivität in der letzten ZF
- ZF-Filter: Glocken-Charakteristik 
- große Dynamikunterschiede der Empfangspegel. **Z_{in}: 50 Ω (75 Ω)**
- 1. Mixer: **Eine Diode !**
- log.-Verstärker (80 ...100 dB)
- optische Ausgabe (Bildschirm) Amplitude über Frequenz (Frequenzbereich)
- Abschwächer nutzen, um Übersteuerung des 1. Mixer zu verhindern
- Sweep-Vorgang an Bandbreite des ZF-Filters anpassen.
Einschwingzeit für unterschiedliche Filterbandbreiten beachten!

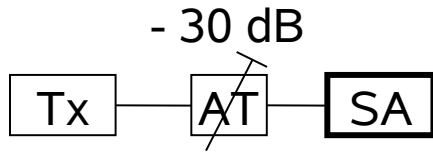
2. Spectrum-Analyzer (SA)

Oberwellenmessung eines 10 Watt-2 m-Senders



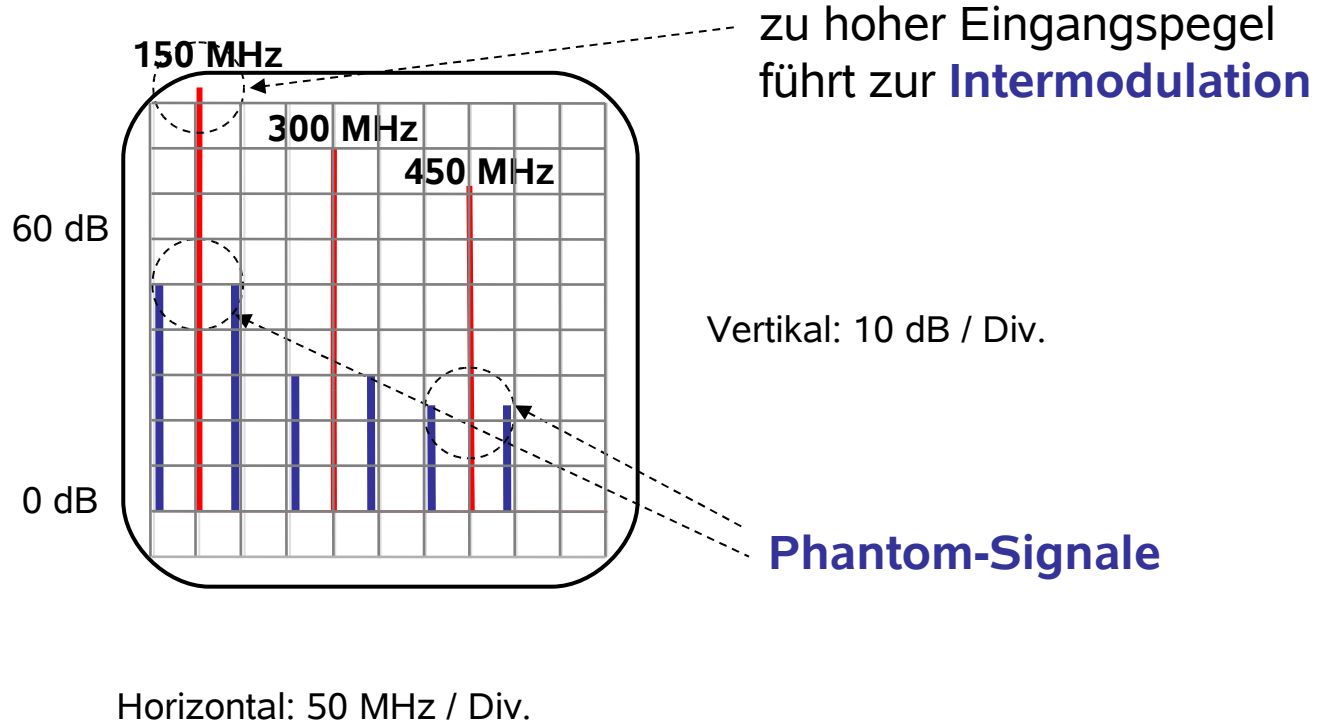
2. Spectrum-Analyzer

Oberwellenmessung eines 10 Watt-2 m-Senders Übersteuerung !



F: 150 MHz
Tx: FM-Sender

P: 10 W, + 40 dBm

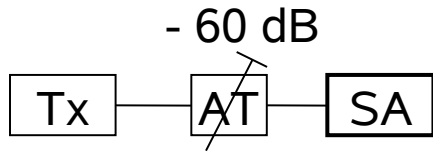


Eingangssignal am SA:
 $40 \text{ dBm} - 30 \text{ dB} = + 10 \text{ dBm}$

Abhilfe: Abschwächung erhöhen!

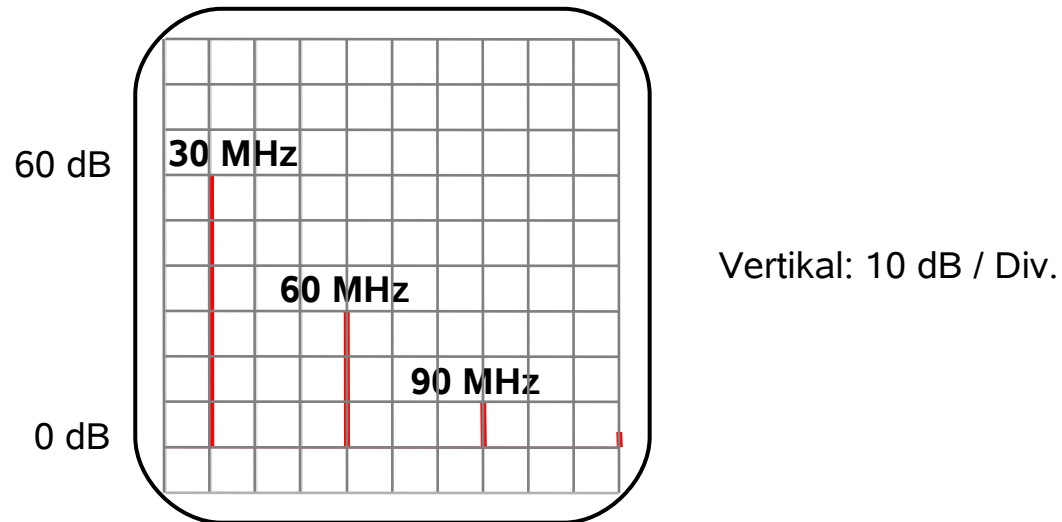
2. Spectrum-Analyzer

Oberwellenmessung eines 100 Watt-KW-Senders



F: 30 MHz

P: 100 W, + 50 dBm

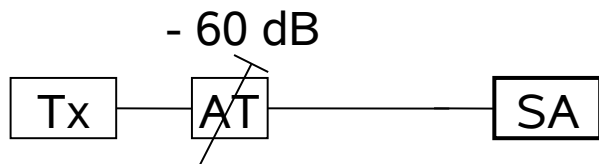


Horizontal: 10 MHz / Div.
ZF-Bandbreite: 1 MHz

Eingangssignal am SA:
 $+ 50 \text{ dBm} - 60 \text{ dBm} = - 10 \text{ dBm}$ (Grundwelle)

2. Spectrum-Analyzer

Oberwellenmessung eines 100 Watt-KW-Senders

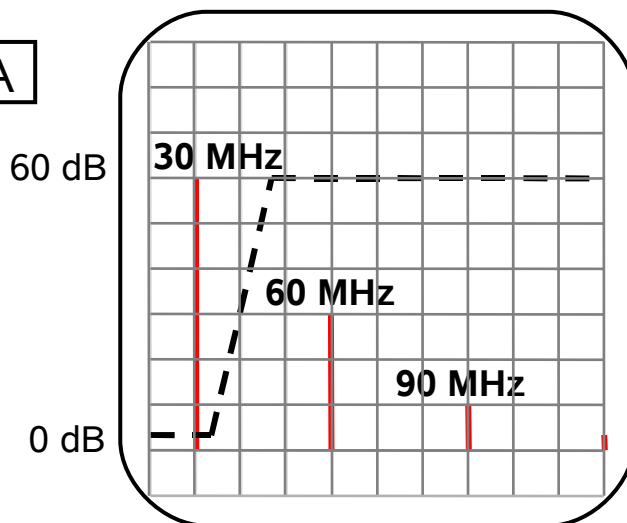


F: 30 MHz

F_{Gr} : 32 MHz

a : - 58 dB

P: 100 W, + 50 dBm

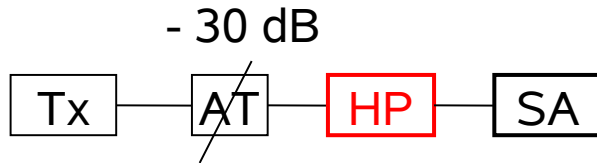


Vertikal: 10 dB / Div.

Horizontal: 10 MHz / Div.

2. Spectrum-Analyzer

Oberwellenmessung eines 100 Watt-KW-Senders
mit einem Hochpass Filter (HP)



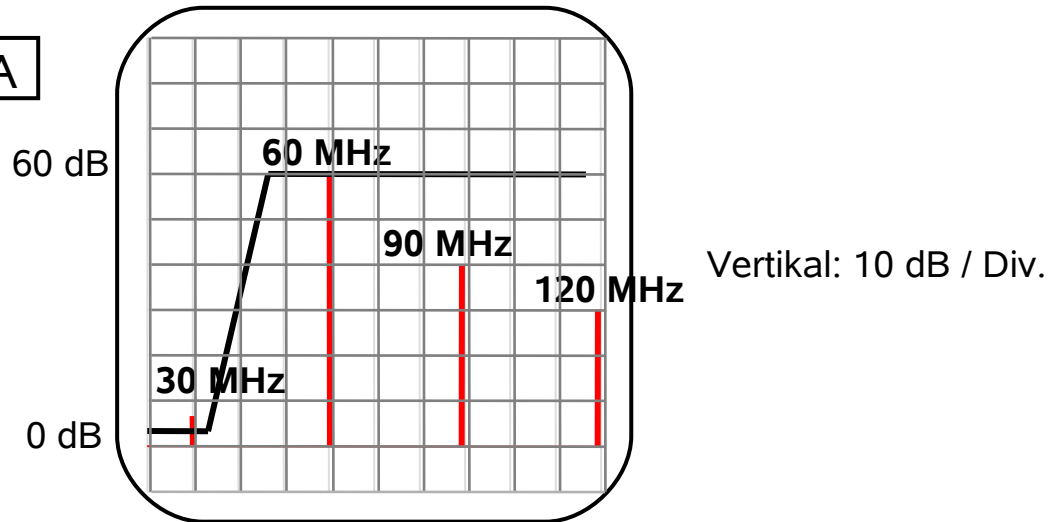
F: 30 MHz

HP: **Hochpass Filter**

F_{Gr} : 32 MHz

a : - 58 dB

P: 100 W, + 50 dBm



Horizontal: 10 MHz / Div.

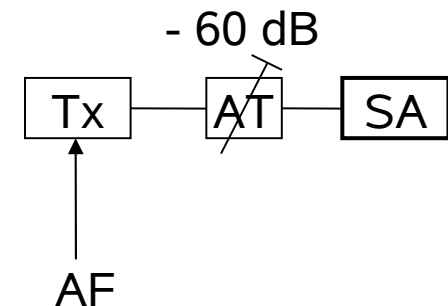
Eingangssignal am SA:

+ 50 dBm - 30 dB - 58 dB = - 38 dBm (Grundwelle)

Dynamik des Messsystems
wird durch HP erhöht !

2. Spectrum-Analyzer

AM-Modulationsspektrum eines KW-Senders



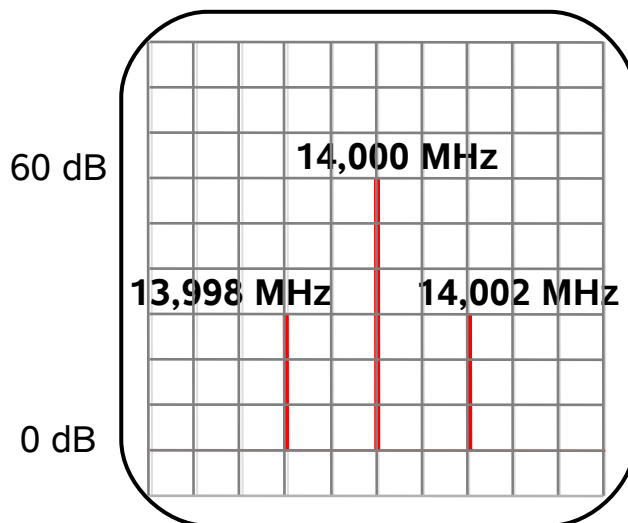
F: 14,000 MHz

AM-Modulation

F_{Mod} : 2 kHz

m: 100 %

P: 100 W, + 50 dBm



Vertikal: 10 dB / Div.

Horizontal: 1 kHz / Div.

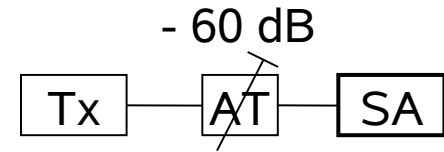
Ablenkzeit: 1 sec

ZF-Bandbreite: 1 kHz

2. Spectrum-Analyzer

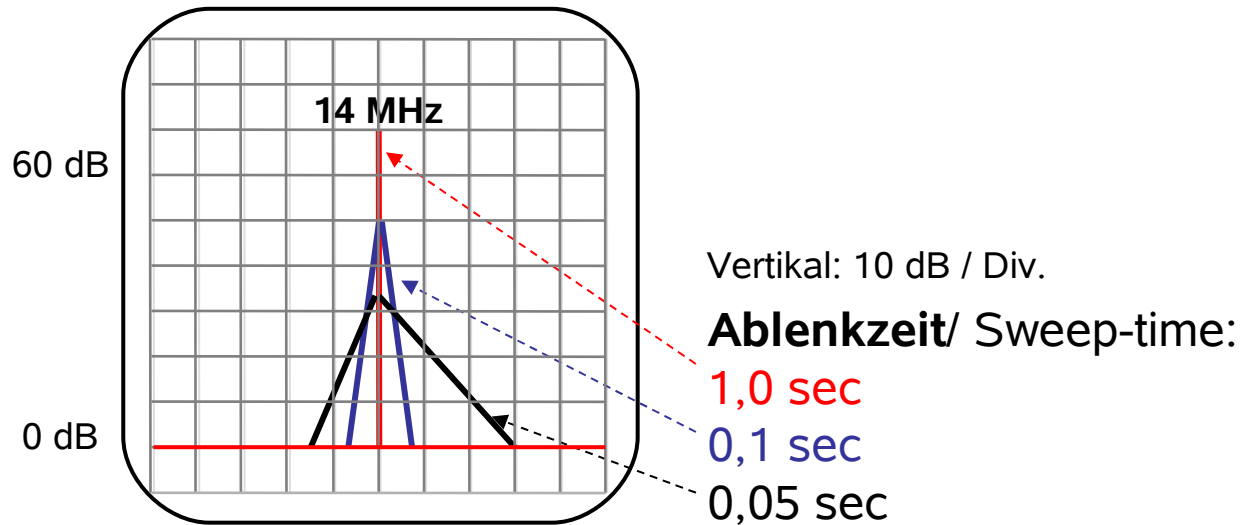
Amplitudenmessung eines KW-Senders

Achtung: Fehler durch zu schnelle Ablenkung (Sweep-Time)
Amplitudenfehler + Kurvenformfehler !



F: 14 MHz

P: 100 W, + 50 dBm



Horizontal: 1 kHz / Div.
ZF-Bandbreite: 1 kHz

Abhilfe: Filterbandbreite erhöhen, Sweep-time verringern.

2. Spectrum-Analyzer

Amplitudenmessung eines KW-Senders

Achtung: Fehler durch zu schnelle Ablenkung (Sweep-Time)

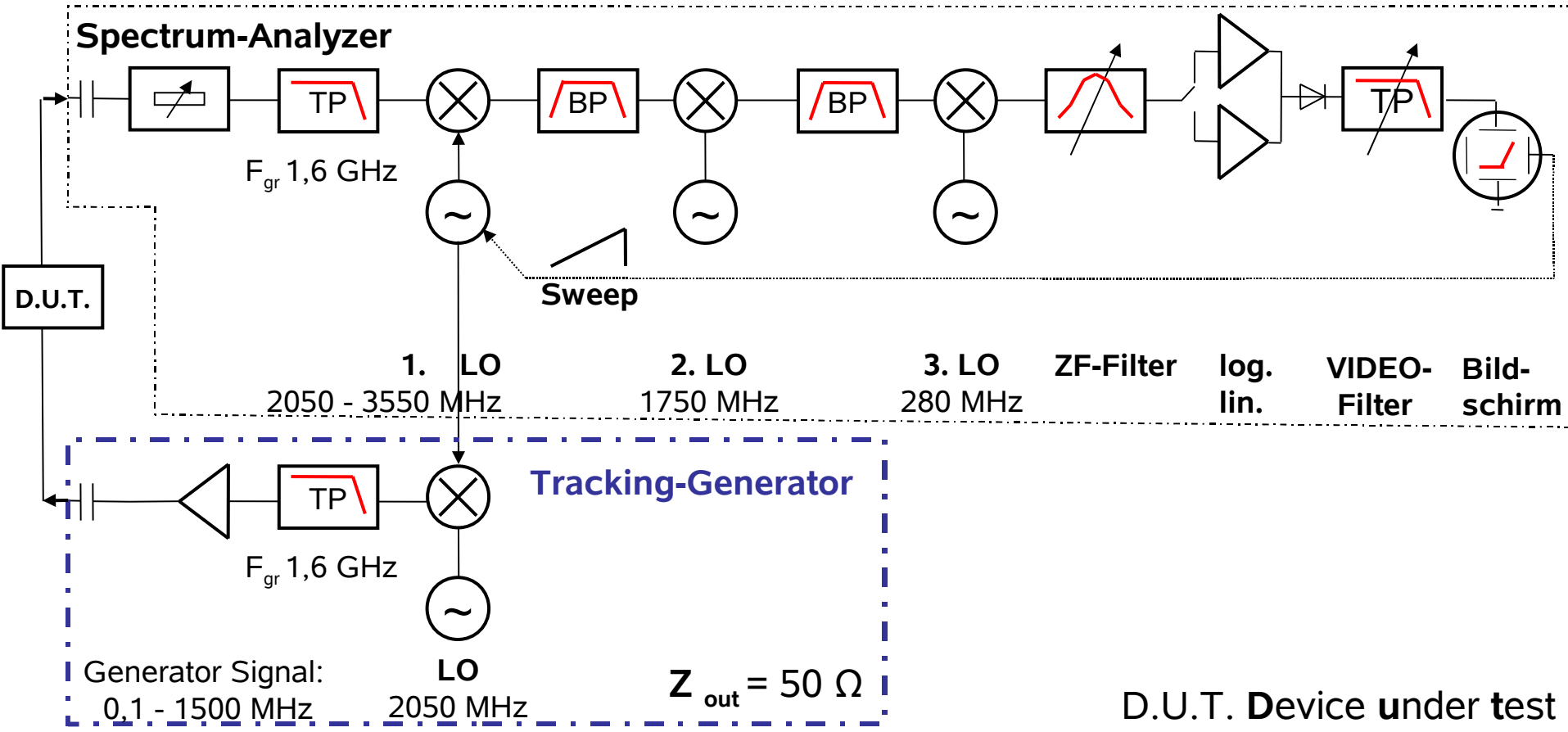
a) Amplitudenfehler

b) Kurvenformfehler !

- Die Einschwingzeit ist von der Filterbandbreite abhängig!
- Langsame Sweep-time wählen!
- Nachteil: Flimmernde Bilder.
- Abhilfe: digitale Bildspeicherung.
- Filter-Charakteristik: Glockenform ist günstiger als Rechteck!.

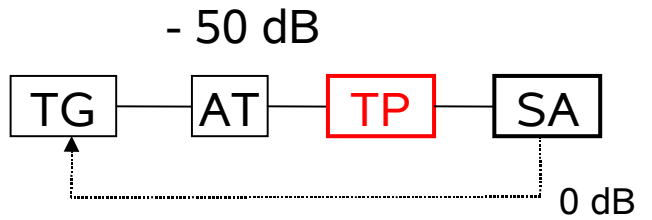
3. Tracking-Generator Blockschaltbild

Eingangssignale
0,1 - 1500 MHz



3. Tracking-Generator

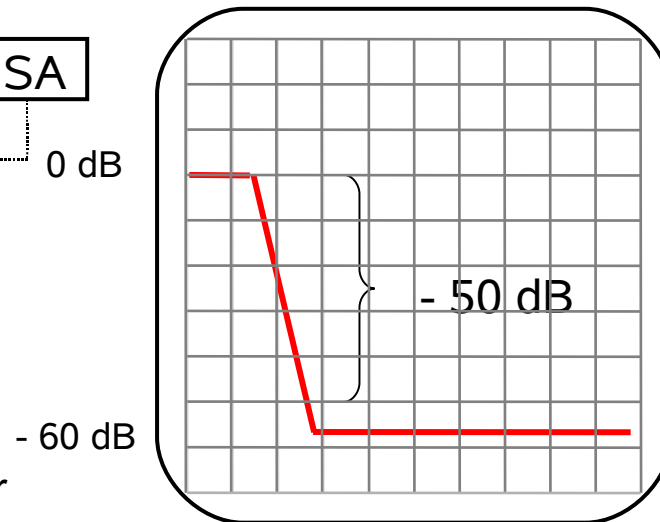
Messung eines Tiefpass Filters (TP) Frequenzgang



F_{Gr} : 32 MHz

a : - 58 dB

TG: Tracking-Generator

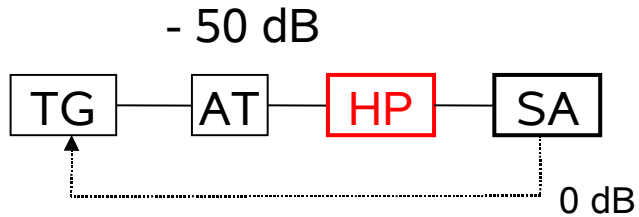


Vertikal: 10 dB / Div.

Horizontal: 50 MHz / Div.

3. Tracking-Generator

Messung eines Hochpass Filters (HP) Frequenzgang

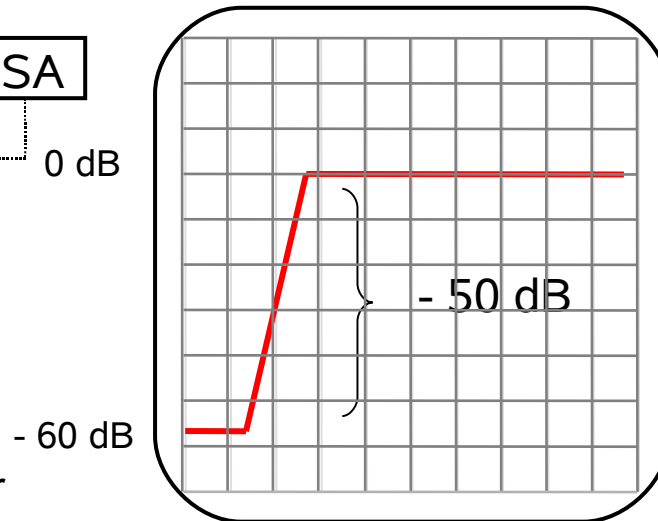


F_{Gr} : 32 MHz

a : - 58 dB

TG: Tracking-Generator

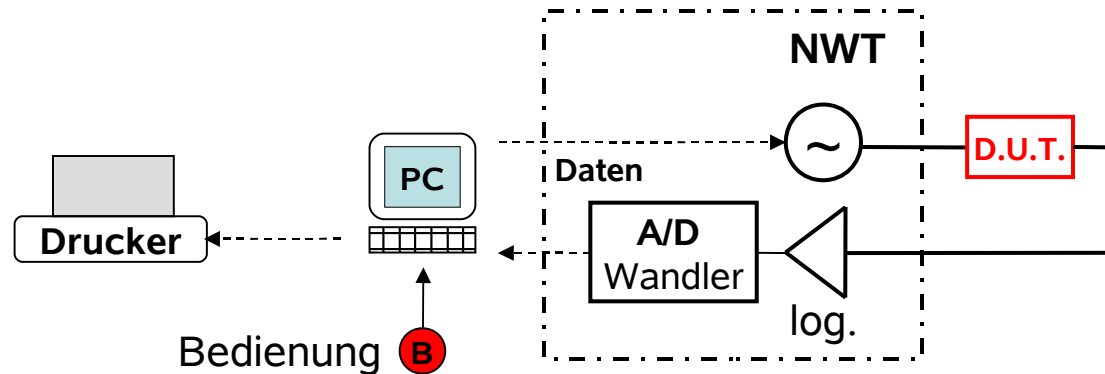
AT: Attenuator



Vertikal: 10 dB / Div.

Horizontal: 50 MHz / Div.

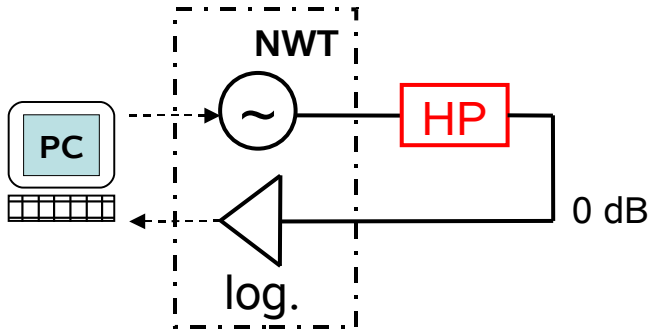
4. Netzwerk Tester (NWT) Blockschaltbild



- Digitaler Oszillator wird vom PC gesteuert. $Z_{\text{out}} = 50 \Omega, \dots 180 \text{ MHz}$
- Log.-Detector-Verstärker misst breitbandig die RF. $Z_{\text{in}} = 50 \Omega, (90 \text{ dB})$
- Das detektiertes Signal wird vom PC dargestellt und gespeichert.
- Eingeschränkte Mess-Dynamik wegen der endlicher Oberwellenunterdrückung.

4. Netzwerk Tester (NWT)

Messung eines Hochpass Filters Frequenzgang

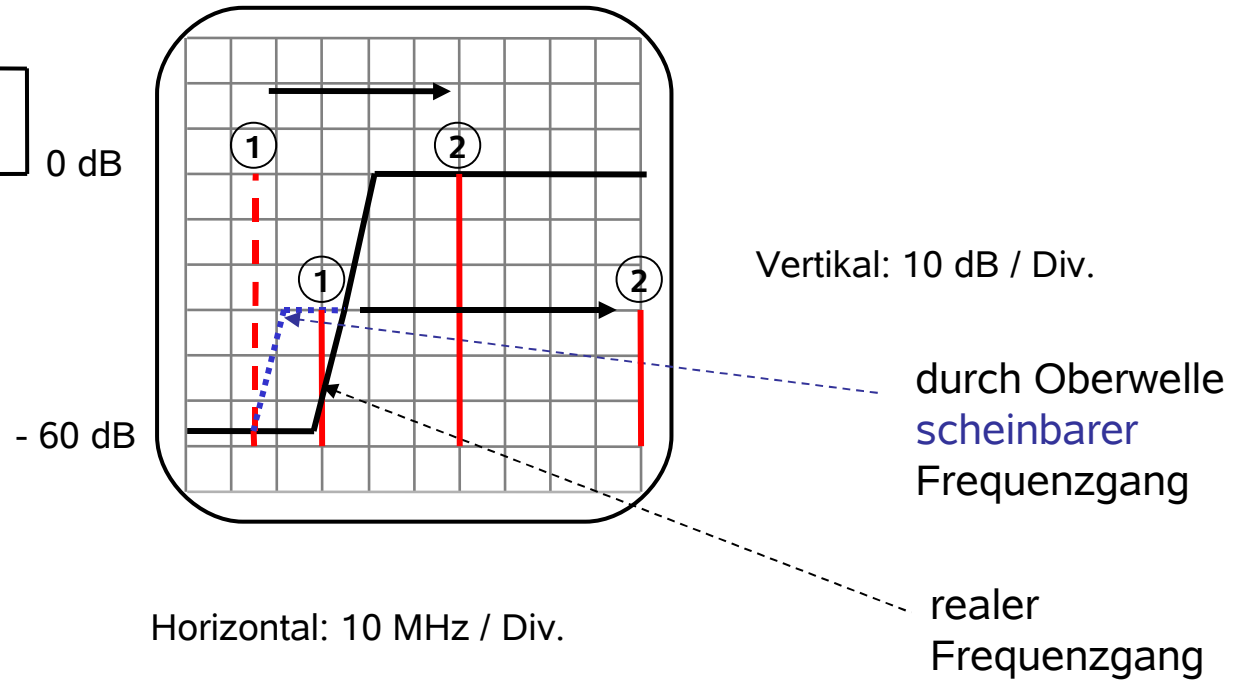


F_{Gr} : 32 MHz

a : - 58 dB

Sweep: 1 - 100 MHz

1. Oberwelle - 30 dBc



Achtung: Fehler durch zu geringer Oberwellenunterdrückung des Oscillators

- ① Oberwelle wird durch HP noch unterdrückt ② Oberwelle wird gemessen

5. Fragen + Diskussion

- **Spectrum-Analyser** arbeitet ähnlich Superhet-Empfänger
- **Breitbandmessungen:** Oberwellen
- **Schmalbandmessungen:** Modulation Spektrum
- **mit Tracking Generator:** Frequenzgang-Darstellung

Kontakt: *DF2YQ@yahoo.de*



**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit !**