

KW-Tiefpassfilter für 50-Watt MOSFET-PA

Prinzip

Das vorgestellte LC-Tiefpassfilter arbeitet im Frequenzbereich von 0-30MHz und dient der Unterdrückung von Oberwellen (Harmonischen) der Leistungsendstufe eines KW-Senders (TX). Es handelt sich um 6 umschaltbare Tiefpässe für die Funkamateurbänder 160m, 80m, 40m, 20m, 15m und 10m. Hierbei wurden die Bauteile so dimensioniert, dass sie einer Belastung von 50 Watt Dauerstrich standhalten. Die Umschaltung der Bänder erfolgt mit einem Drehstufenschalter.

Die einzelnen Filterbaustufen arbeiten nach dem Prinzip eines Cauer-Filters 5. Grades, dessen Polstelle jeweils auf die erste Oberwelle des Grundsignals abgestimmt ist. Cauer-Filter oder auch elliptische Filter sind Frequenzfilter, die auf einen sehr steilen Übergang des Frequenzgangs vom Durchlaßbereich in den Sperrbereich ausgelegt sind. Im Gegensatz zu Tschebyscheff-Filter oder Butterworth-Filter kann bei dem Filterentwurf ein vorgegebenes Amplituden-Toleranzschema mit gegebener Dämpfung im Sperrbereich und gegebener Welligkeit im Durchlaßbereich sowie gegebenen Übergangsfrequenzen mit einem System minimaler Ordnung realisiert werden. Dies bedeutet einen geringeren schaltungstechnischen Aufwand, als mit anderen Filtertypen.

Bei sorgfältiger Dimensionierung der Induktivitäten und Kondensatoren erreicht man eine Oberwellenunterdrückung von $\geq 40\text{dB}$, eine Durchgangsdämpfung von $< 0,5\text{dB}$ und eine Anpassung (SWR) in den jeweiligen Durchlassbereichen von $\leq 1,2$. Die Eingangs- und Ausgangsimpedanz im Durchlass beträgt 50 Ohm. Alle Spulen werden mit AMIDON-Ringkernen realisiert und die Kondensatoren sind Keramikscheiben. Alternativ können Glimmerkondensatoren verwendet werden.

Die verwendete Platine von KN-Electronic hat die Abmessungen 50 x 100mm und ist doppelseitig durchkontaktiert. Nach Fertigstellung, sollte die bestückte Platine in ein Metallgehäuse untergebracht werden.

Hinweis:

Ringkerne und Kondensatoren unterliegen Fertigungstoleranzen von bis zu 10%. Dadurch können die geplanten und berechneten Werte zum Teil erheblich von den Ergebnissen abweichen. Leider sind auch einige Angaben des Herstellers über die Größen von L und C nicht ganz korrekt. Die genaue Einstellung/Dimensionierung der TP-Filter gelingt nur mit geeigneten Messgeräten.

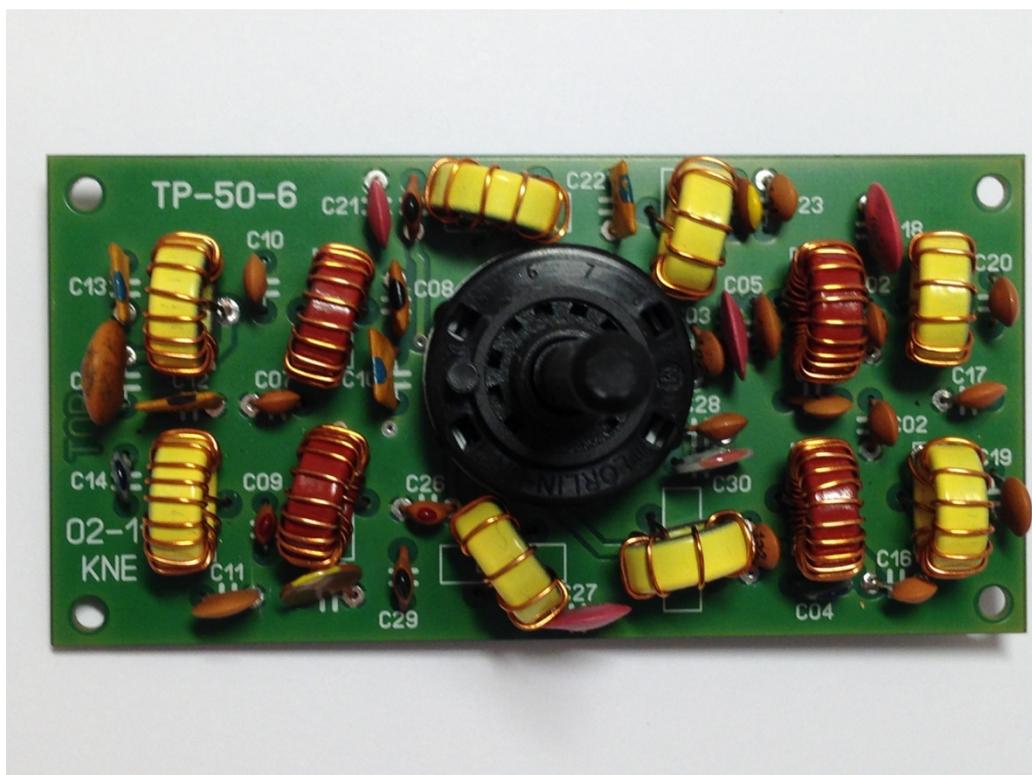


Bild 1: 6-Band LC-Tiefpassfilter-Filter für den Frequenzbereich 1,8 - 30 MHz

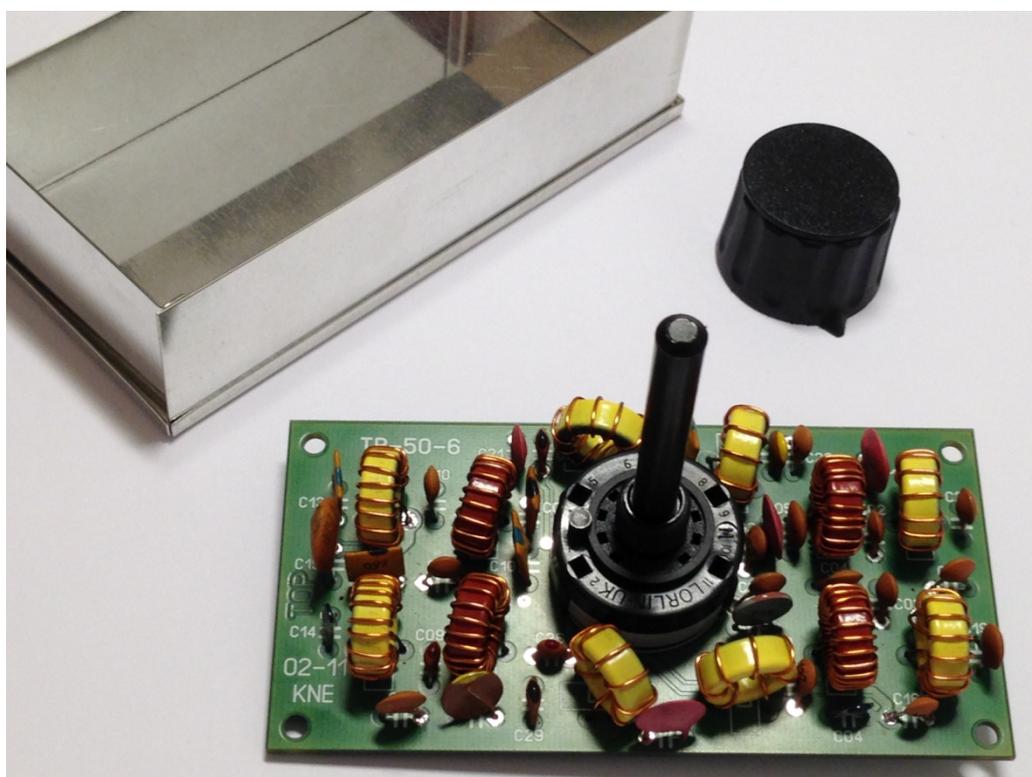


Bild 2: TP-Filter vor dem Einbau in ein abschirmendes Blechgehäuse

Schaltung

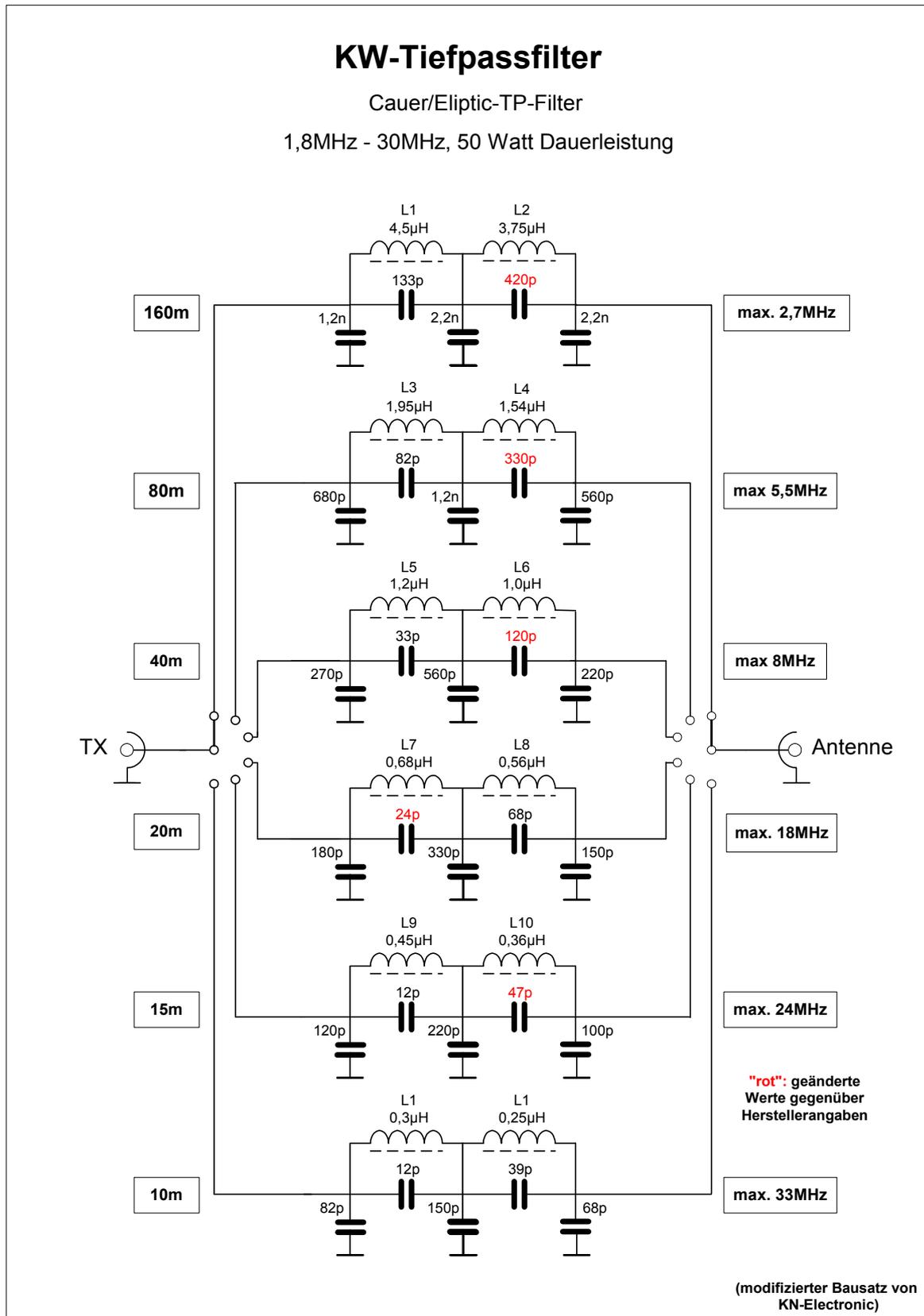


Bild 3: Schaltplan der TP-Filter für die Bänder 160m-10m

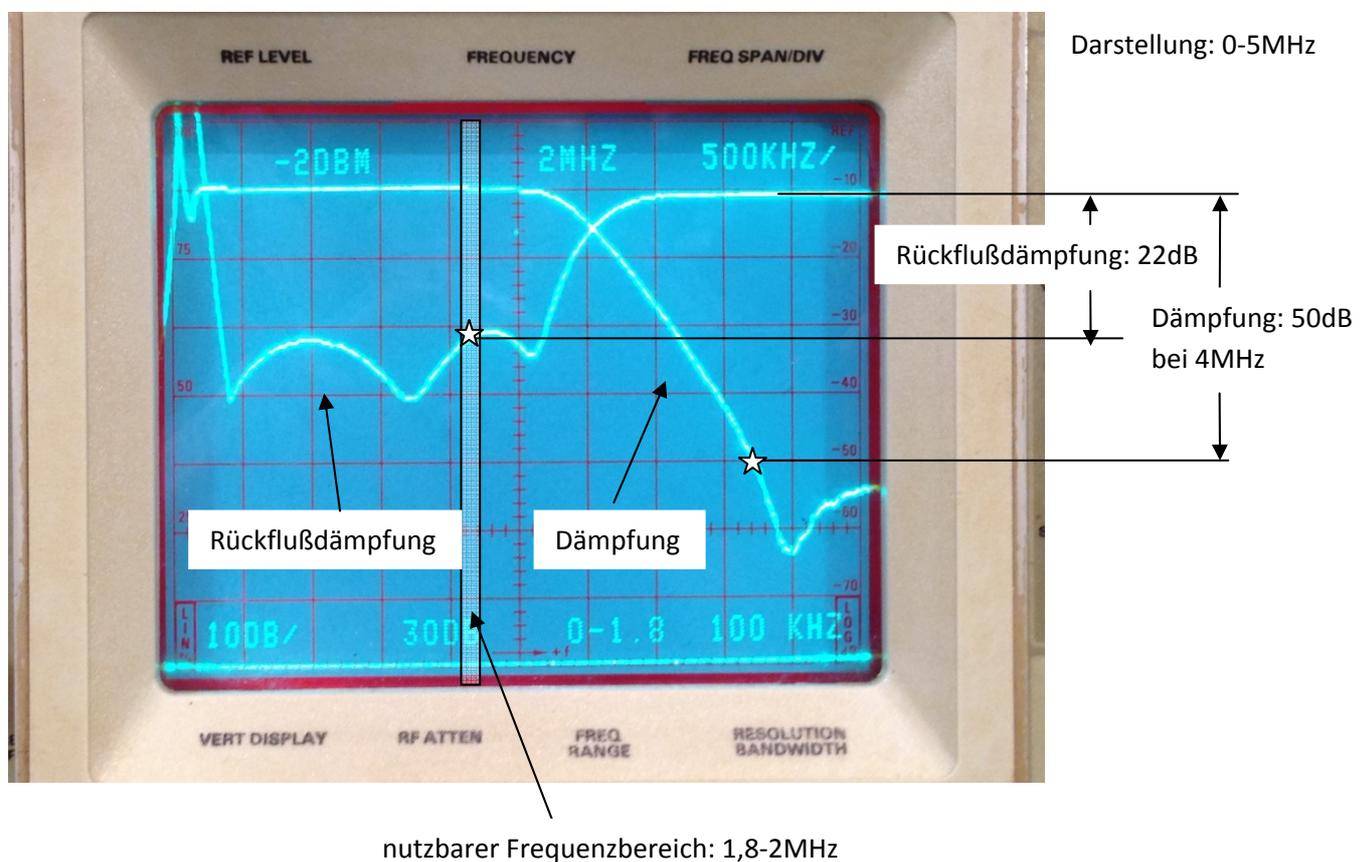
Induktivitäten und Ringkerne

L1	28 Wdg. auf T50-2 (rot), Cul 0,5mm
L2	25 Wdg. auf T50-2 (rot), Cul 0,5mm
L3	18 Wdg. auf T50-6 (gelb), Cul 0,63mm
L4	16 Wdg. auf T50-6 (gelb), Cul 0,63mm
L5	15 Wdg. auf T50-6 (gelb), Cul 0,63mm
L6	13 Wdg. auf T50-6 (gelb), Cul 0,63mm
L7	10 Wdg. auf T50-6 (gelb), Cul 0,63mm
L8	9 Wdg. auf T50-6 (gelb), Cul 0,63mm
L9	9 Wdg. auf T50-6 (gelb), Cul 0,63mm
L10	8 Wdg. auf T50-6 (gelb), Cul 0,63mm
L11	7 Wdg. auf T50-6 (gelb), Cul 0,63mm
L12	6 Wdg. auf T50-6 (gelb), Cul 0,63mm

Messdaten des Tiefpassfilters in den einzelnen Bänder

Tiefpassfilter für das 160m-Band (1,8-2,0 MHz)

Dämpfung: 2 MHz: 0,4dB	Rückflußdämpfung: 22dB
4 MHz: 50dB	SWR: 1,17
6 MHz: 45dB	fmax: 2,7MHz



Tiefpassfilter für das 80m-Band (3,5-3,8MHz)

Dämpfung: 3,8 MHz: 0,2dB

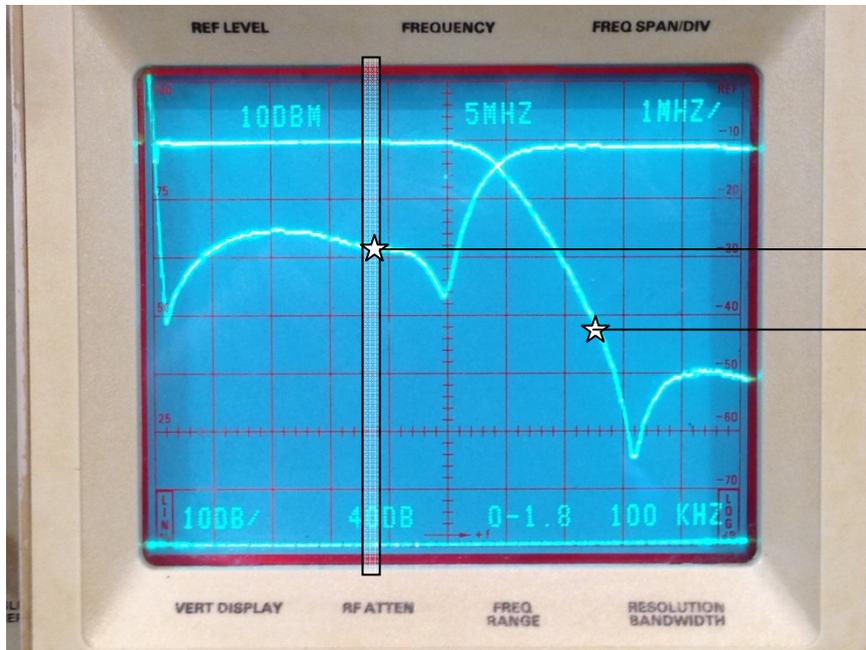
7,6 MHz: 32dB

11,4 MHz: 48dB

Rückflußdämpfung: 19dB

SWR: 1,25

fmax: 5,5 MHz



Darstellung: 0-10MHz

Rückflußdämpfung im
Durchlaßbereich: 19dB

Dämpfung 1. Oberwelle: 32dB

Tiefpassfilter für das 40m-Band (7,0-7,2MHz)

Dämpfung: 7,2 MHz: 0,1dB

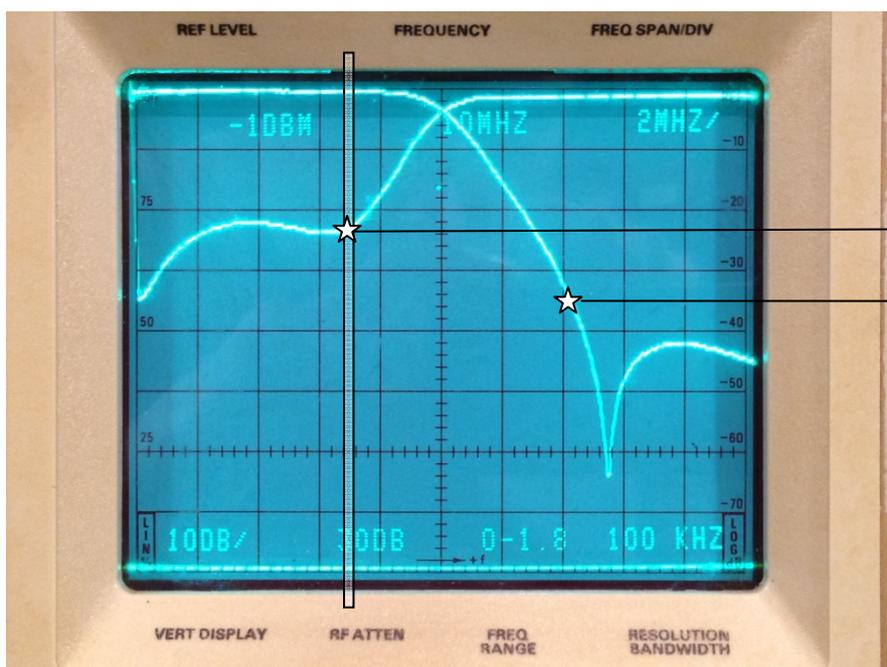
14,4 MHz: 35dB

21,6 MHz: 50dB

Rückflußdämpfung: 24dB

SWR: 1,13

fmax: 8 MHz



Darstellung: 0-10MHz

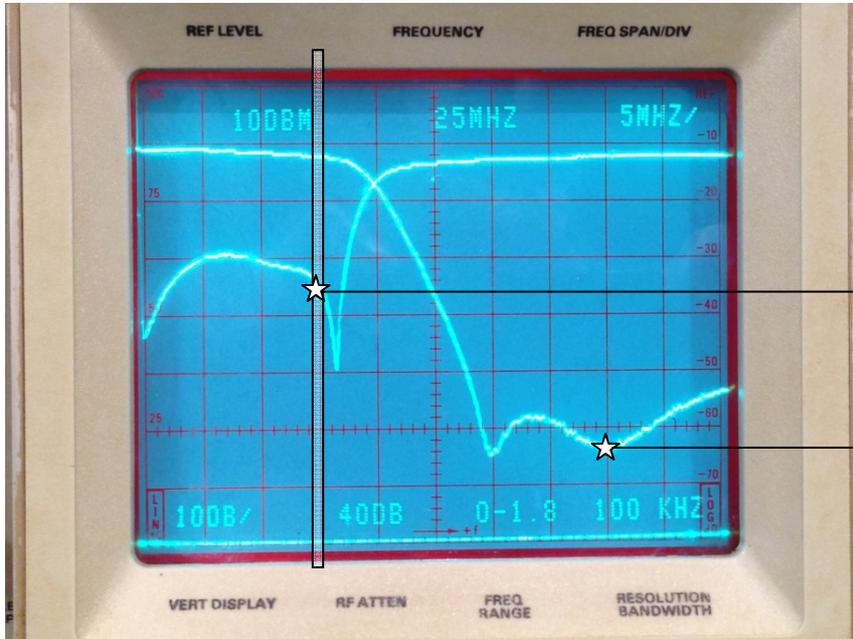
Rückflußdämpfung im
Durchlaßbereich: 24dB

Dämpfung 1. Oberwelle: 35dB

Tiefpassfilter für das 30/20m-Band (10-14,5MHz)

Dämpfung: 14 MHz: 0,5dB
 28 MHz: 50dB
 42 MHz: 48dB

Rückflußdämpfung: 25dB
 SWR: 1,12
 fmax: 18 MHz



Darstellung: 0-50MHz

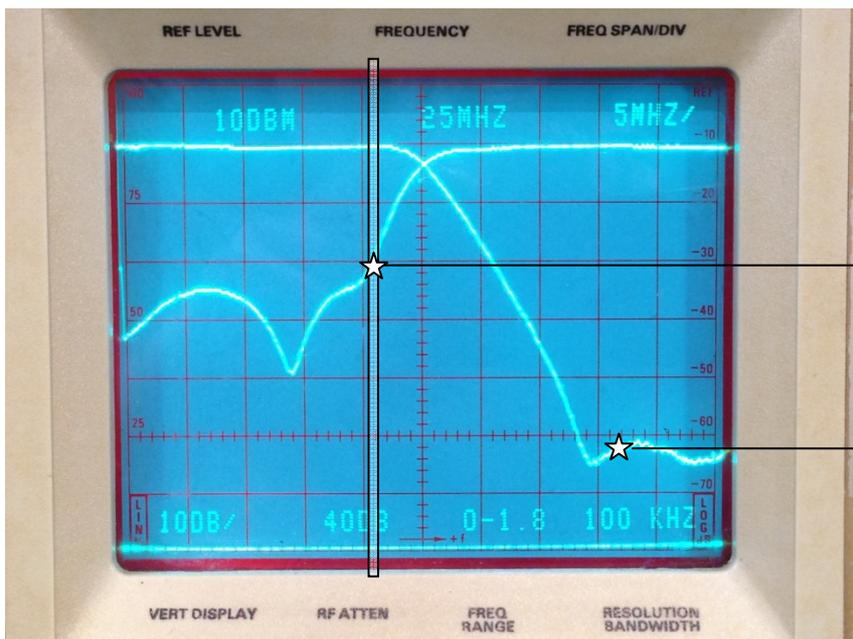
Rückflußdämpfung im Durchlaßbereich: 25dB

Dämpfung 1. Oberwelle: 50dB

Tiefpassfilter für das 17/15m-Band (18-21,5MHz)

Dämpfung: 21 MHz: 0,2dB
 42 MHz: 52dB
 63 MHz: 48dB

Rückflußdämpfung: 21dB
 SWR: 1,2
 fmax: 24 MHz



Darstellung: 0-50MHz

Rückflußdämpfung im Durchlaßbereich: 20dB

Dämpfung 1. Oberwelle: 52dB

Tiefpassfilter für das 10m-Band (28-29,7MHz)

Dämpfung: 29,7 MHz: -0,2dB

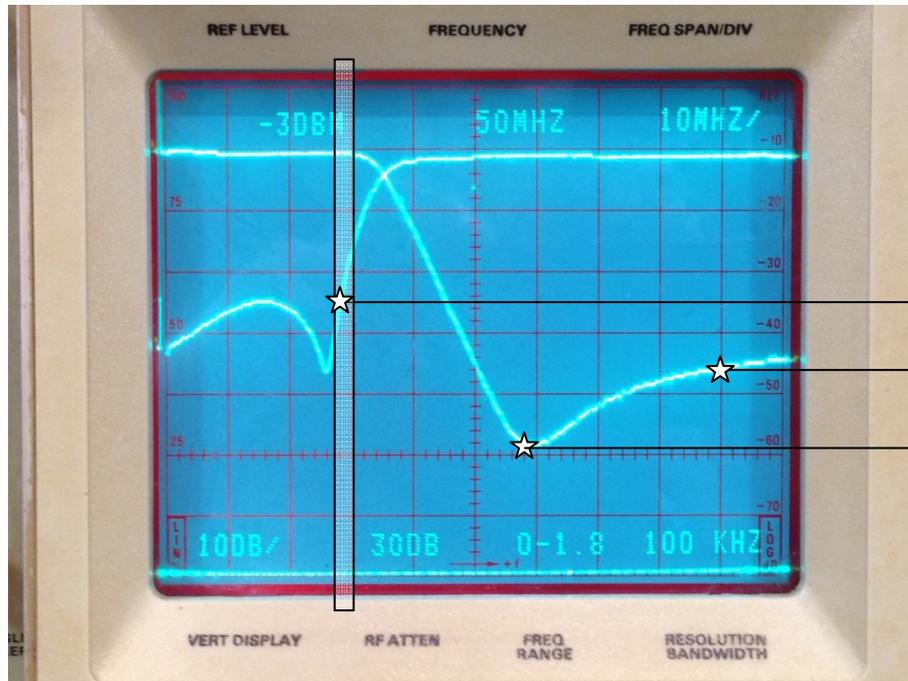
Rückflußdämpfung: 25dB

58 MHz: -48dB

SWR: 1,12

87 MHz: -38dB

fmax: 33 MHz



Darstellung: 0-100MHz

Rückflußdämpfung im
Durchlass: 25dB = SWR 1,12Dämpfung 2.Oberwelle
87Mhz: 38dBDämpfung 1.Oberwelle
58Mhz: 48dB**Tabelle:**

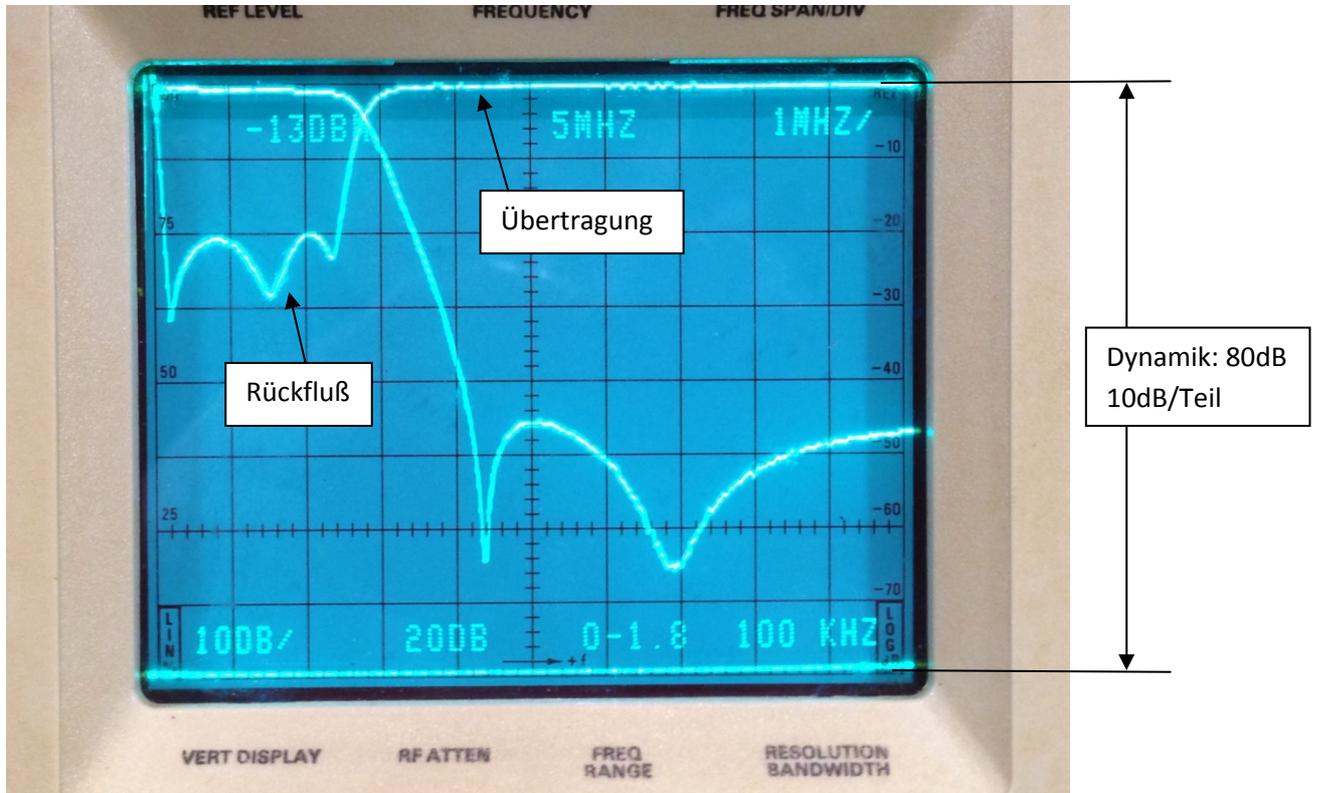
Band	Frequenz	Oberwellenunterdrückung		Rückflußdämpfung im Durchlaßbereich	SWR
		1. Oberwelle	2.Oberwelle		
160m	1,8-2,0MHz	50dB	45dB	22dB	1,17
80m	3,5-3,8MHz	32dB	48dB	19dB	1,25
40m	7-7,2MHz	35dB	50dB	24dB	1,13
20m	14-14,5MHz	50dB	48dB	25dB	1,12
15m	21-21,45MHz	52dB	48dB	21dB	1,19
10m	28-30MHz	48dB	38dB	25dB	1,12

Tabelle 1: Messdaten der Tiefpassfilter, zusammengefasst

Darstellung der Übertragung und Reflexion der einzelnen Tiefpassfilter über einen größeren Frequenzbereich, zur Ermittlung der Weitabselektion:

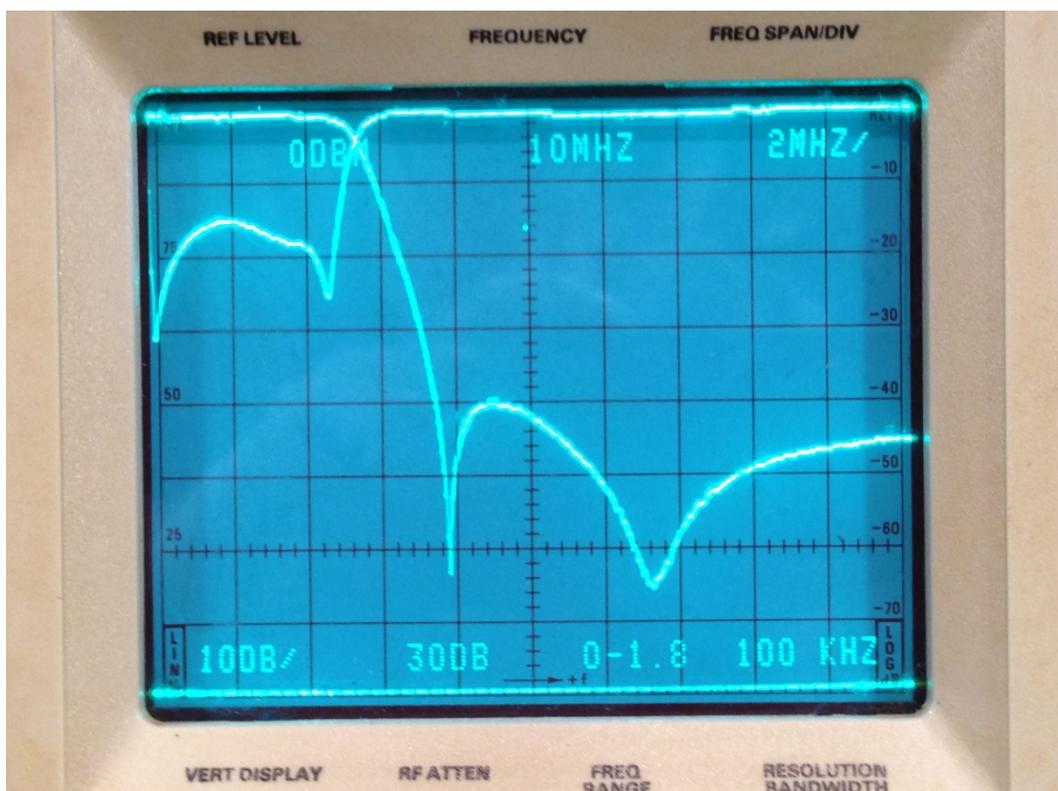
Tiefpass 0-2,5MHz (160m-Band)

Darstellung: 0-10MHz



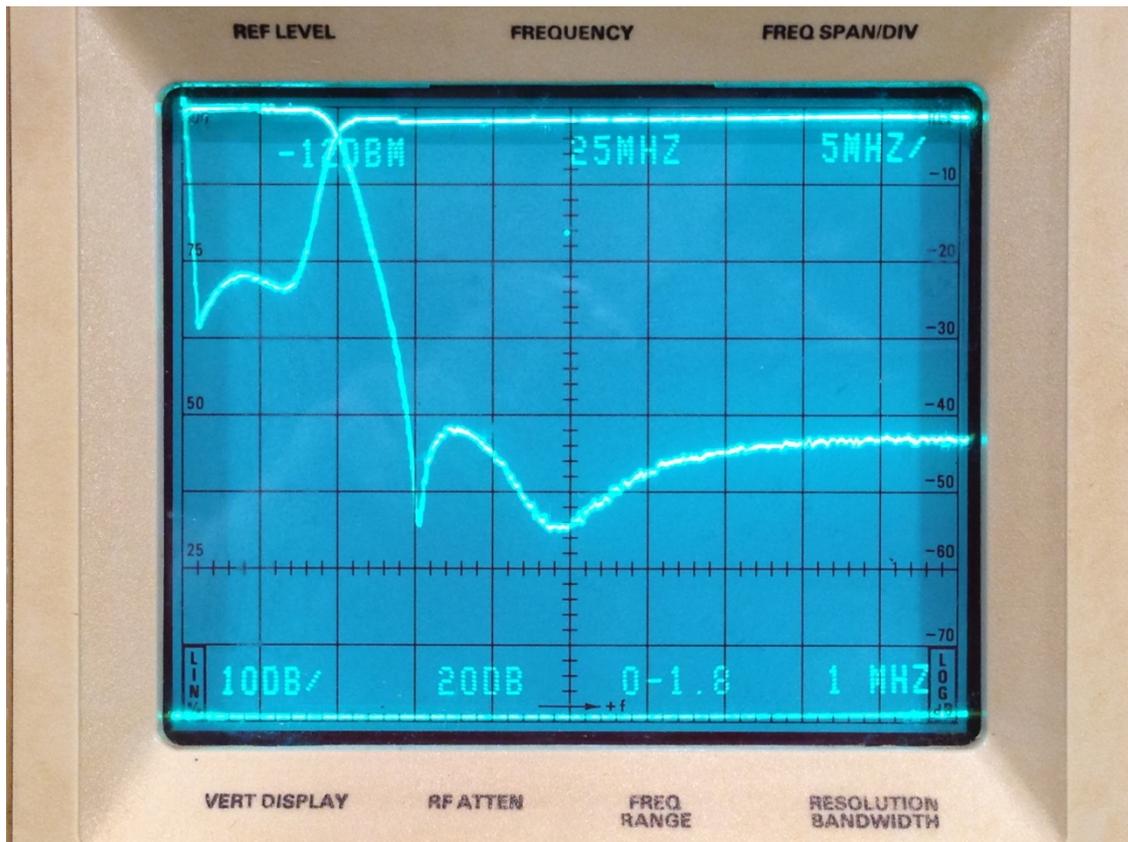
Tiefpass 0-4MHz (80m-Band)

Darstellung: 0-20MHz



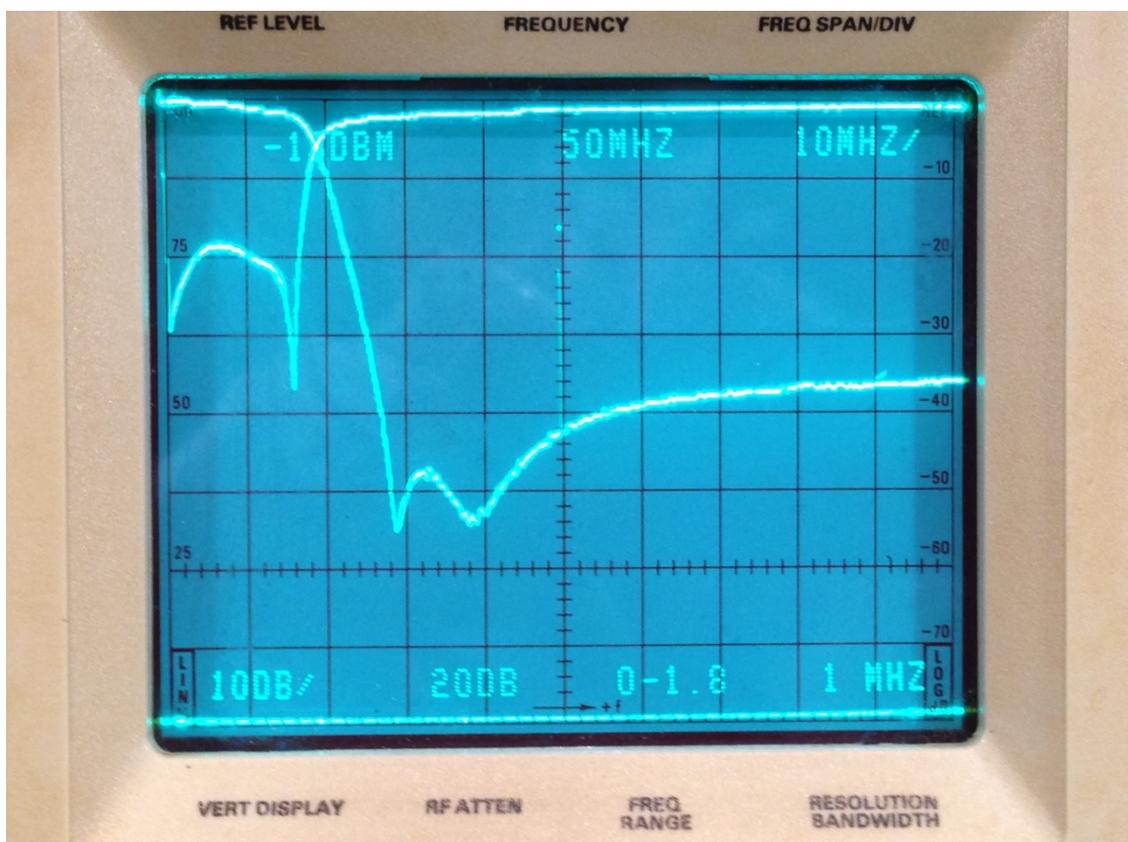
Tiefpass 0-7,5MHz (40m-Band)

Darstellung: 0-50MHz



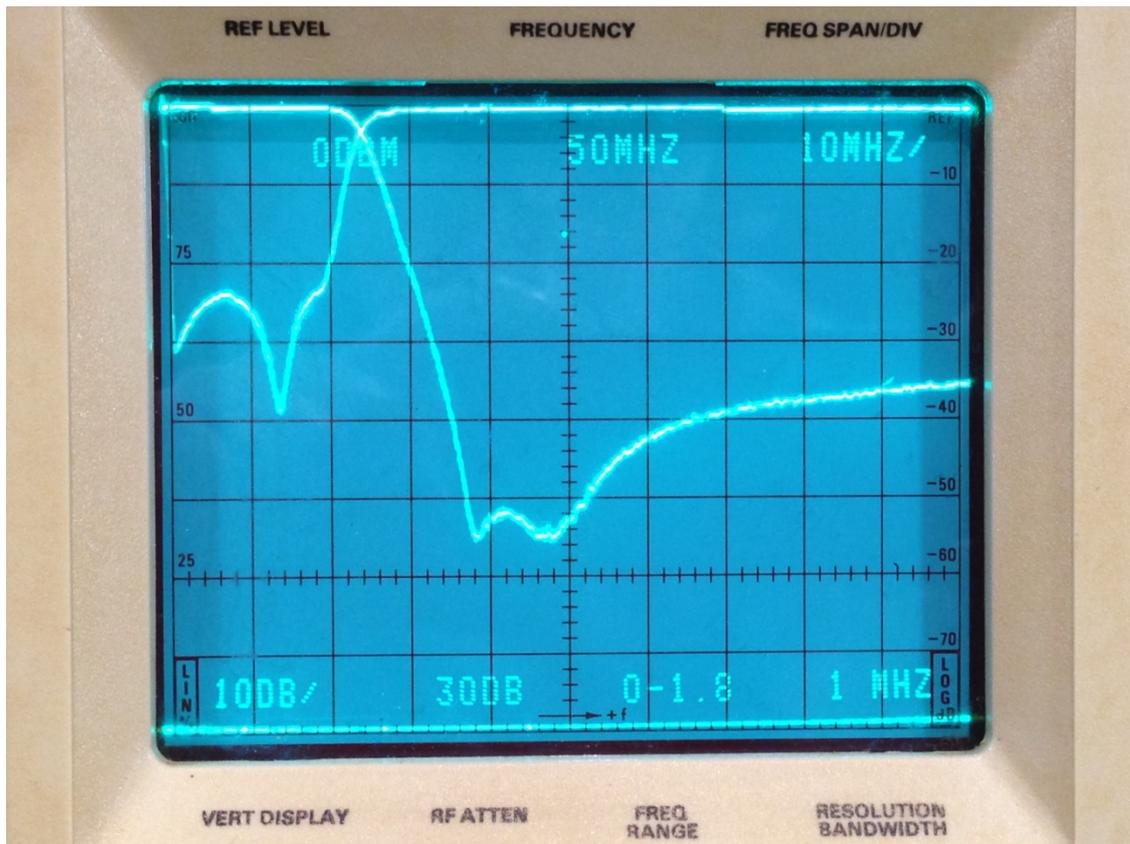
Tiefpass 0-14,5MHz (30/20m-Band)

Darstellung: 0-100MHz



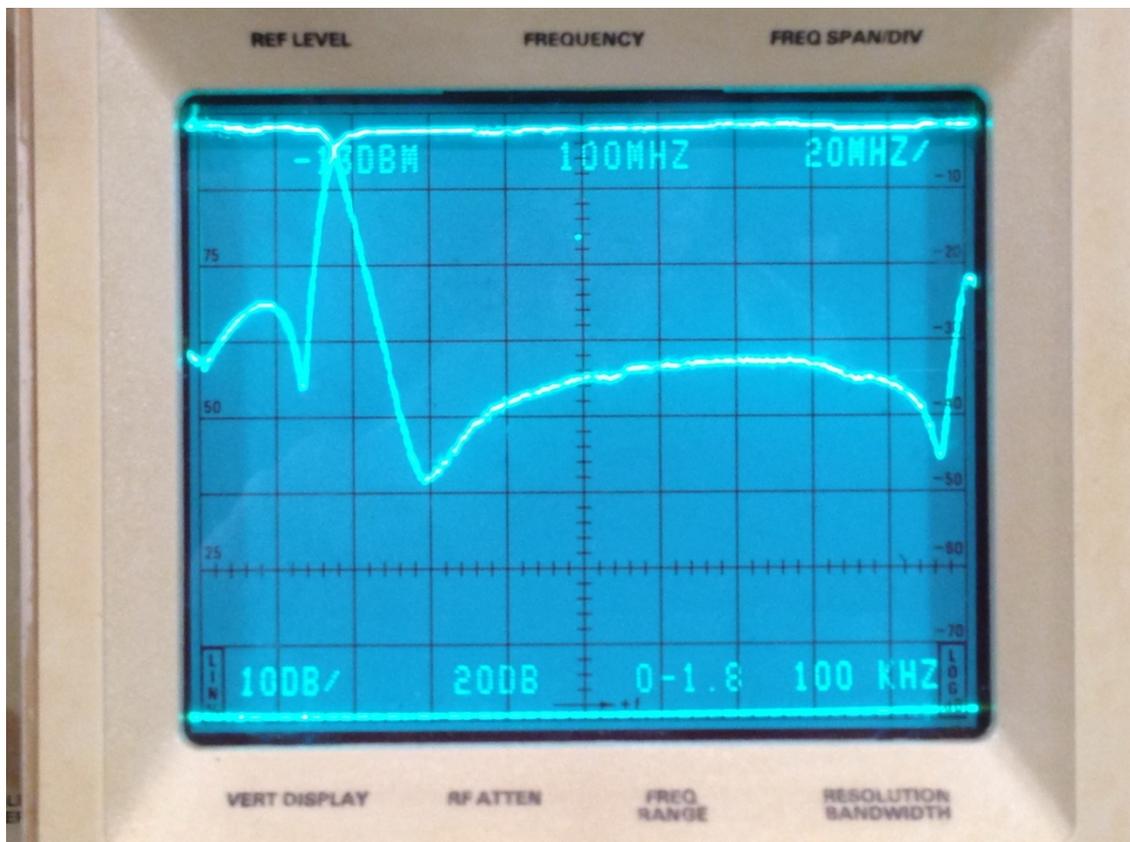
Tiefpass 0-22MHz (17/15m-Band)

Darstellung: 0-100MHz



Tiefpass 0-30MHz (10m-Band)

Darstellung: 0-200MHz



Literatur:

- Kurzwellen QRP-Linear-Endstufe mit TP-Filter

<https://dc4ku.darc.de/KW-MOSFET-PA.pdf>

- SWR Power-Meter und PEP-Anzeige

https://dc4ku.darc.de/SWR-Powermeter_PEP-Anzeige.pdf

Werner Schnorrenberg,
DC4KU, dc4ku@darc.de
Okt. 2014

Rev.: 18.08.2015