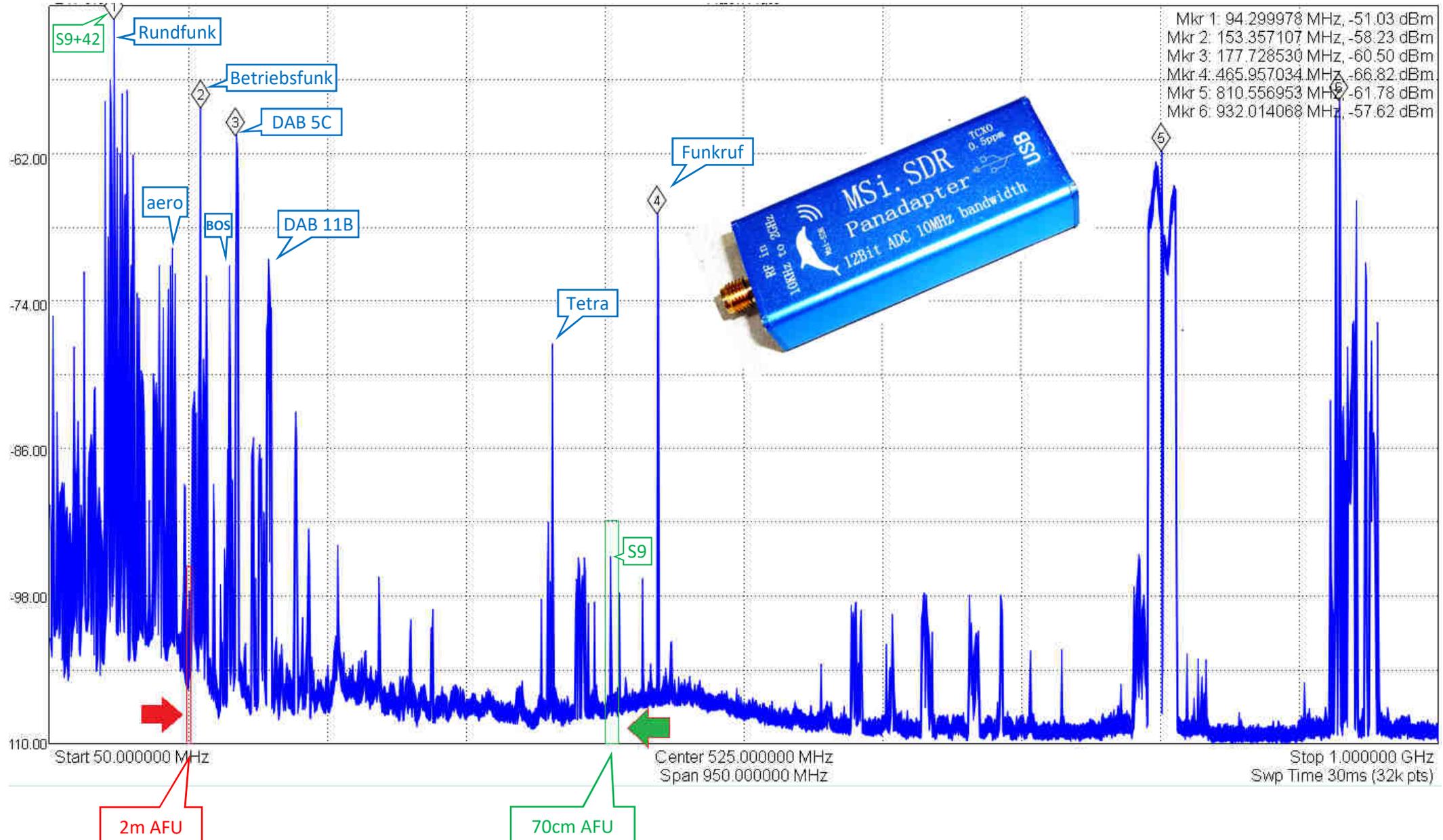
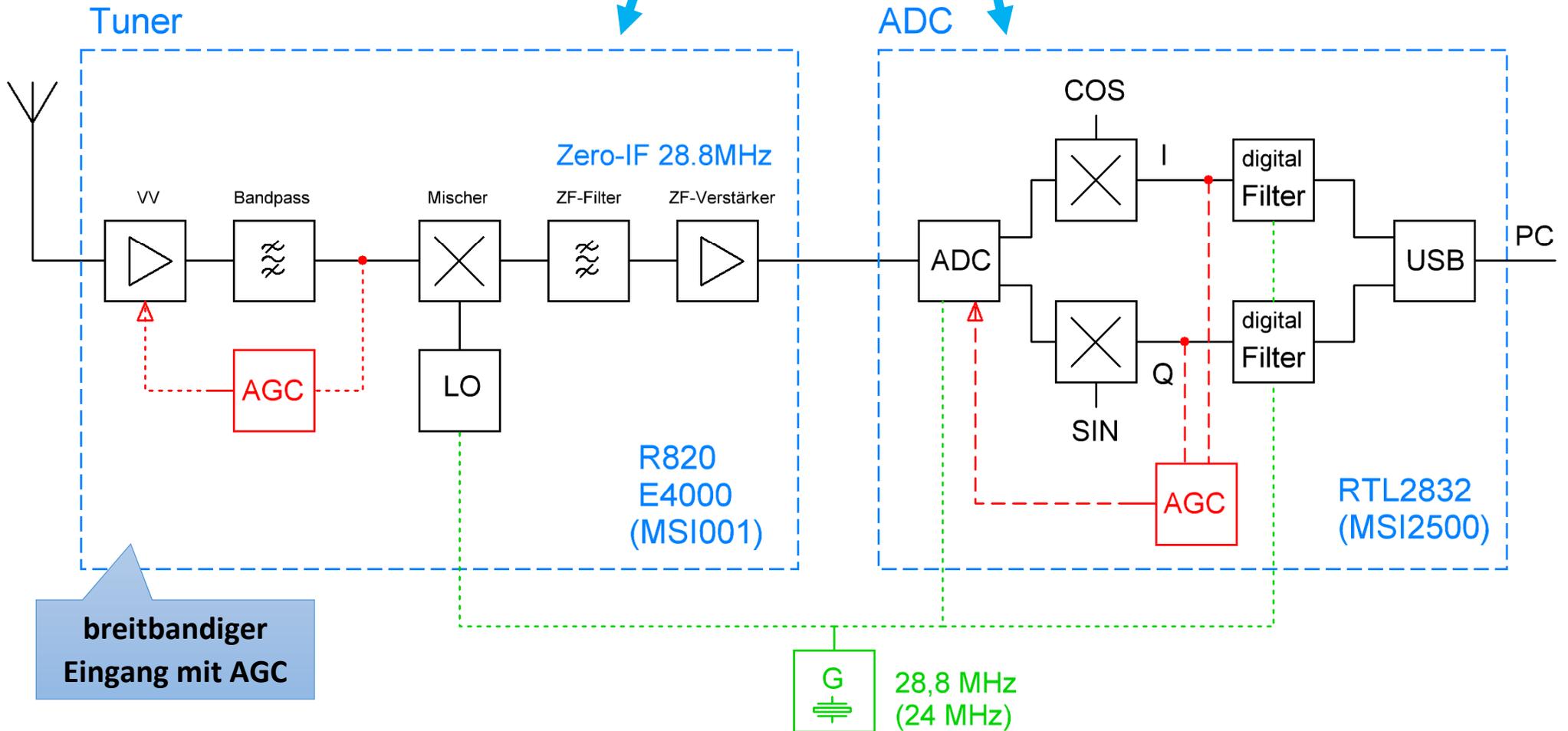
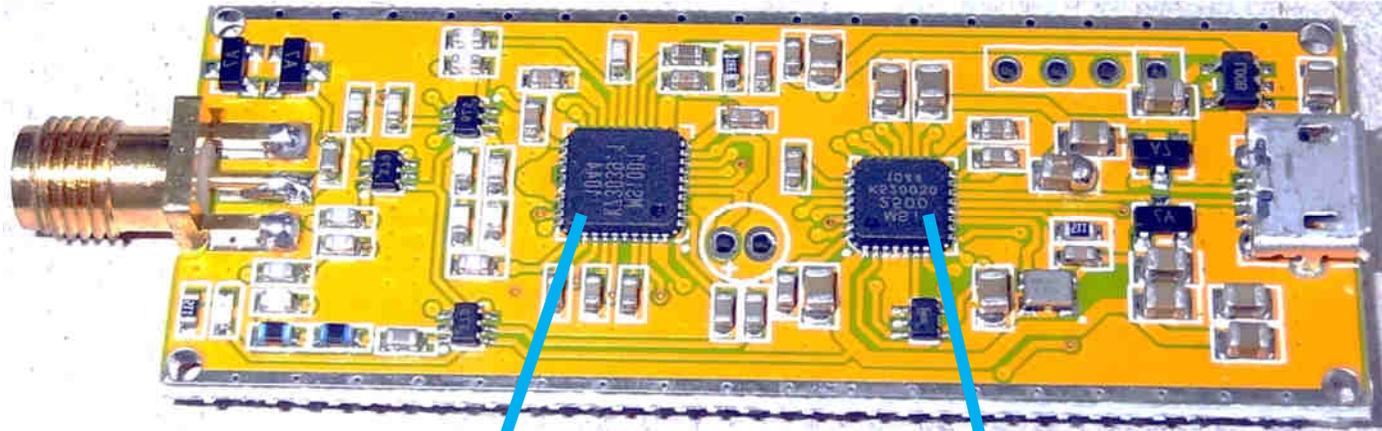


Einfache Bandpassfilter z.B. für DVBT-Sticks

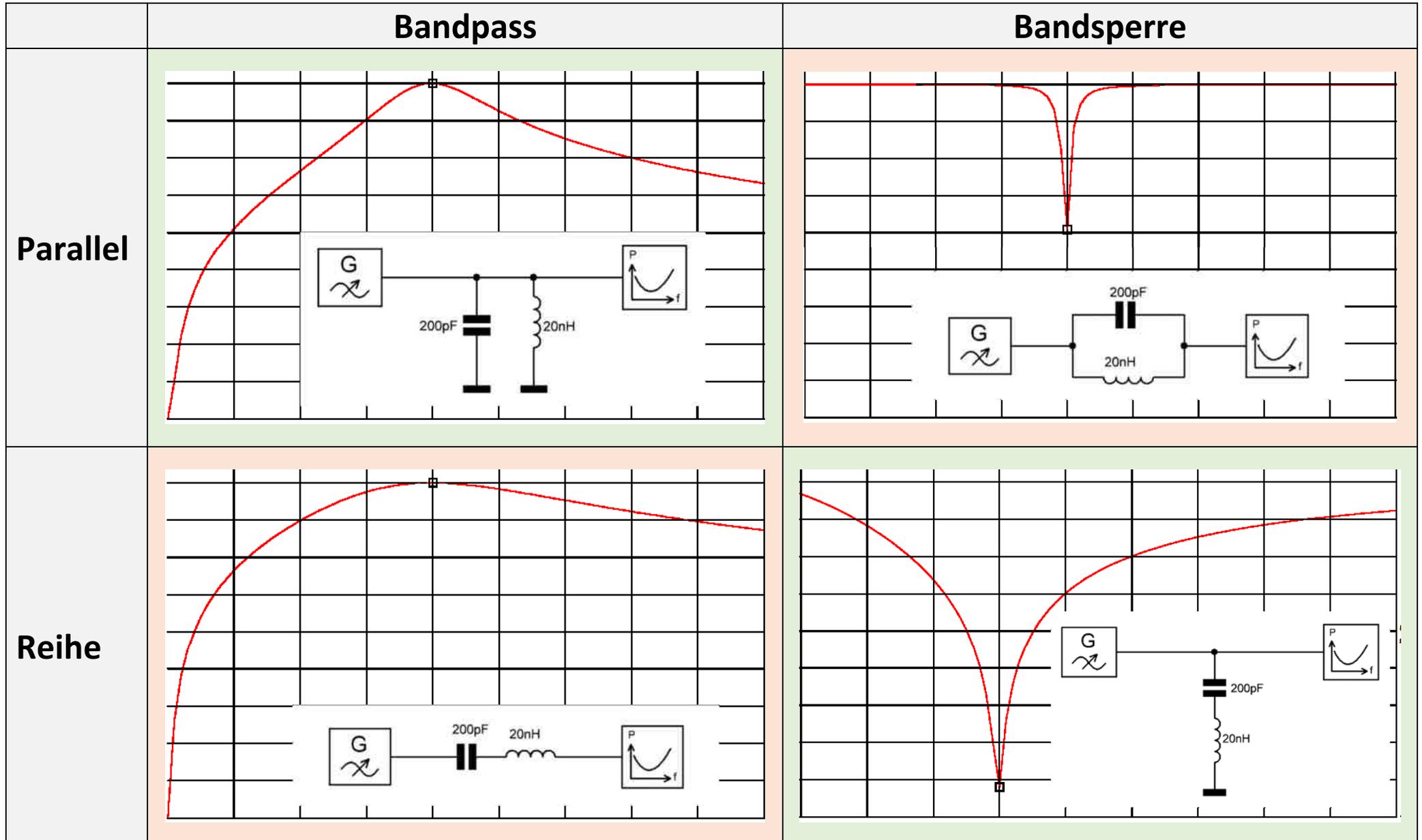
50 MHz bis 1GHz an einer X50:





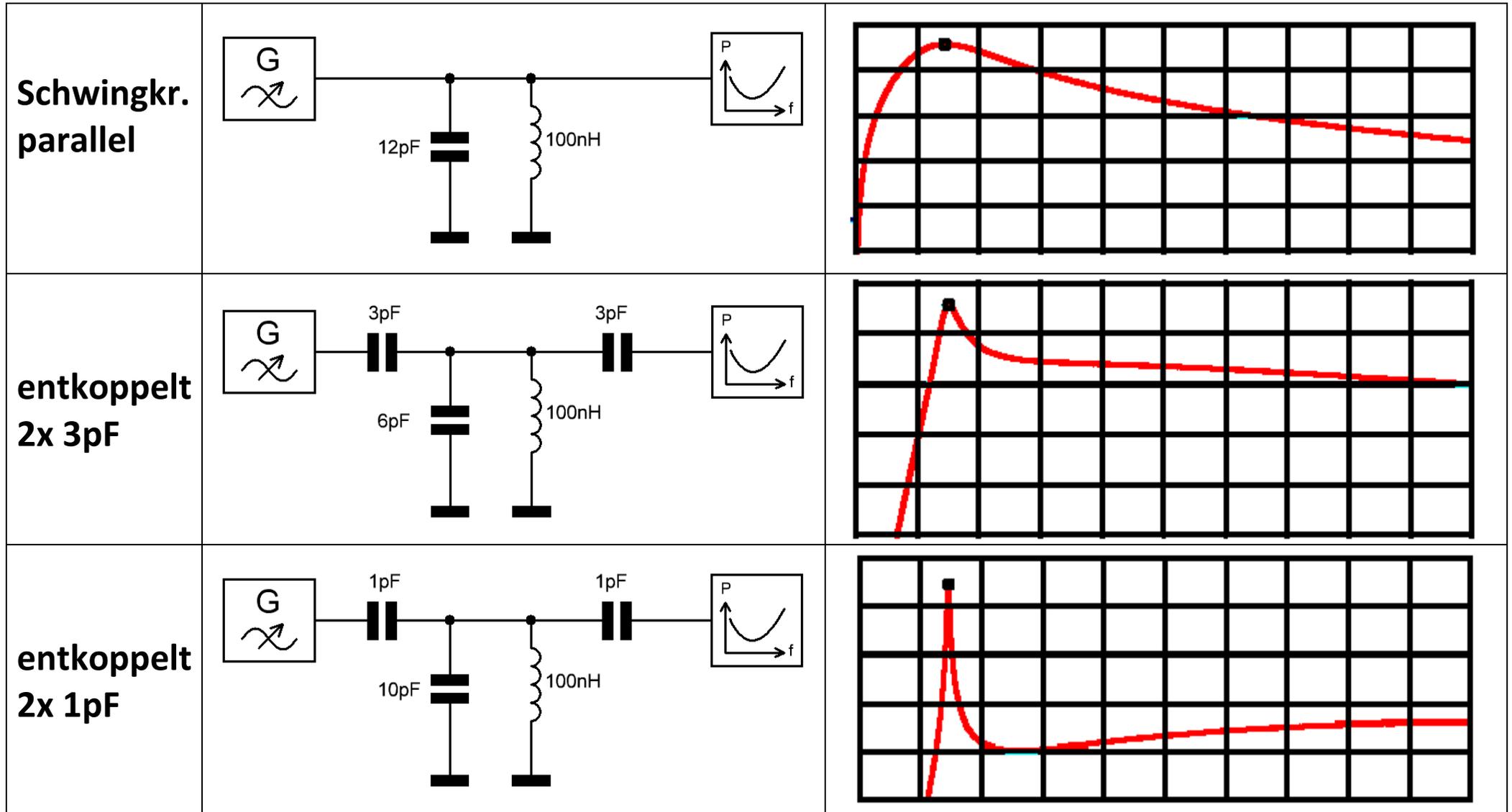
Reihen- und Parallelschwingkreis

200pF und 20nH, f_{RES} 80MHz, (Z 150 Ω , f 0-200MHz)



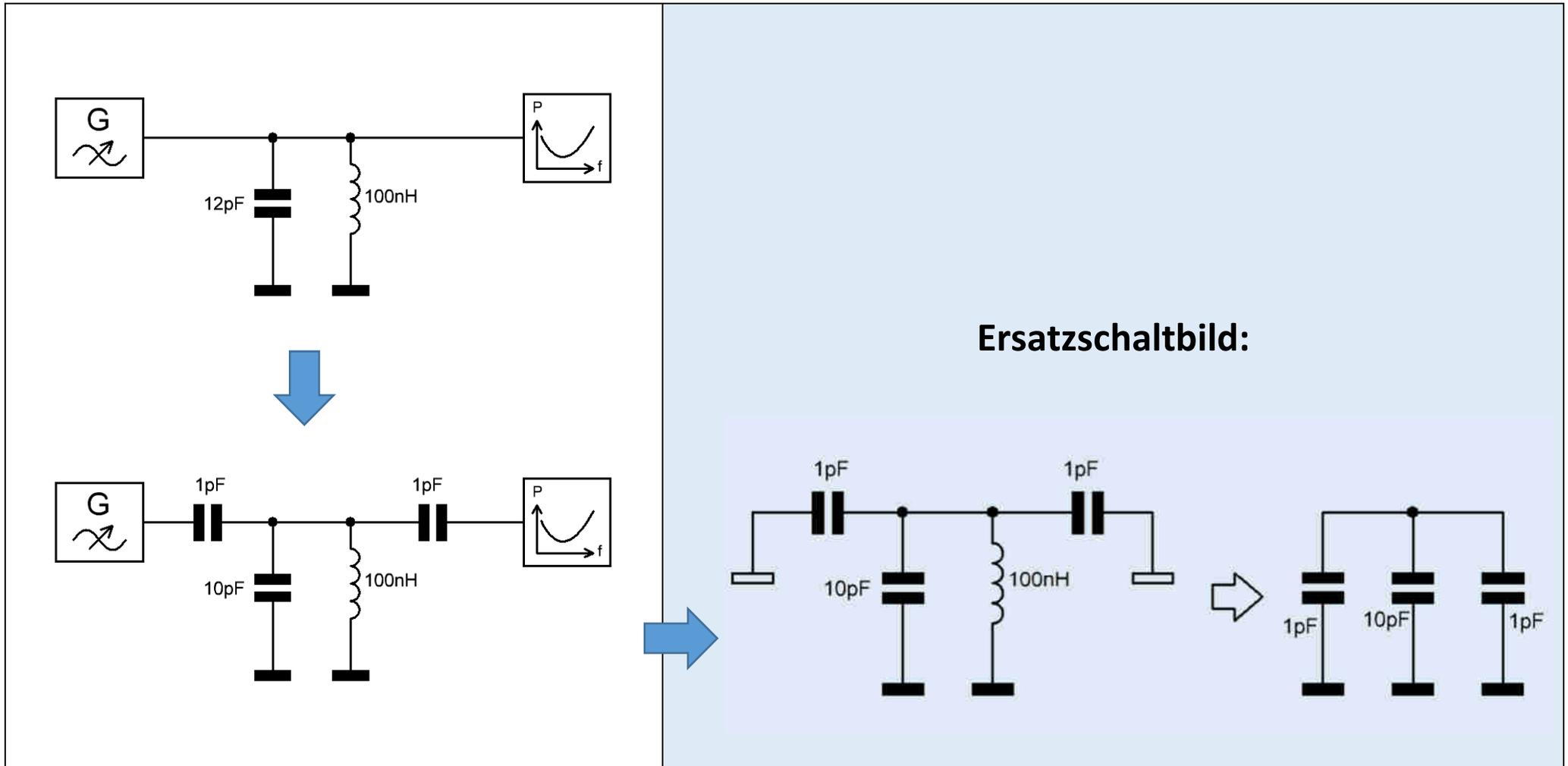
Kapazitive Entkopplung

12pF und 100nH, f_{RES} 146MHz, (Z 150 Ω , f 0 - 1GHz)



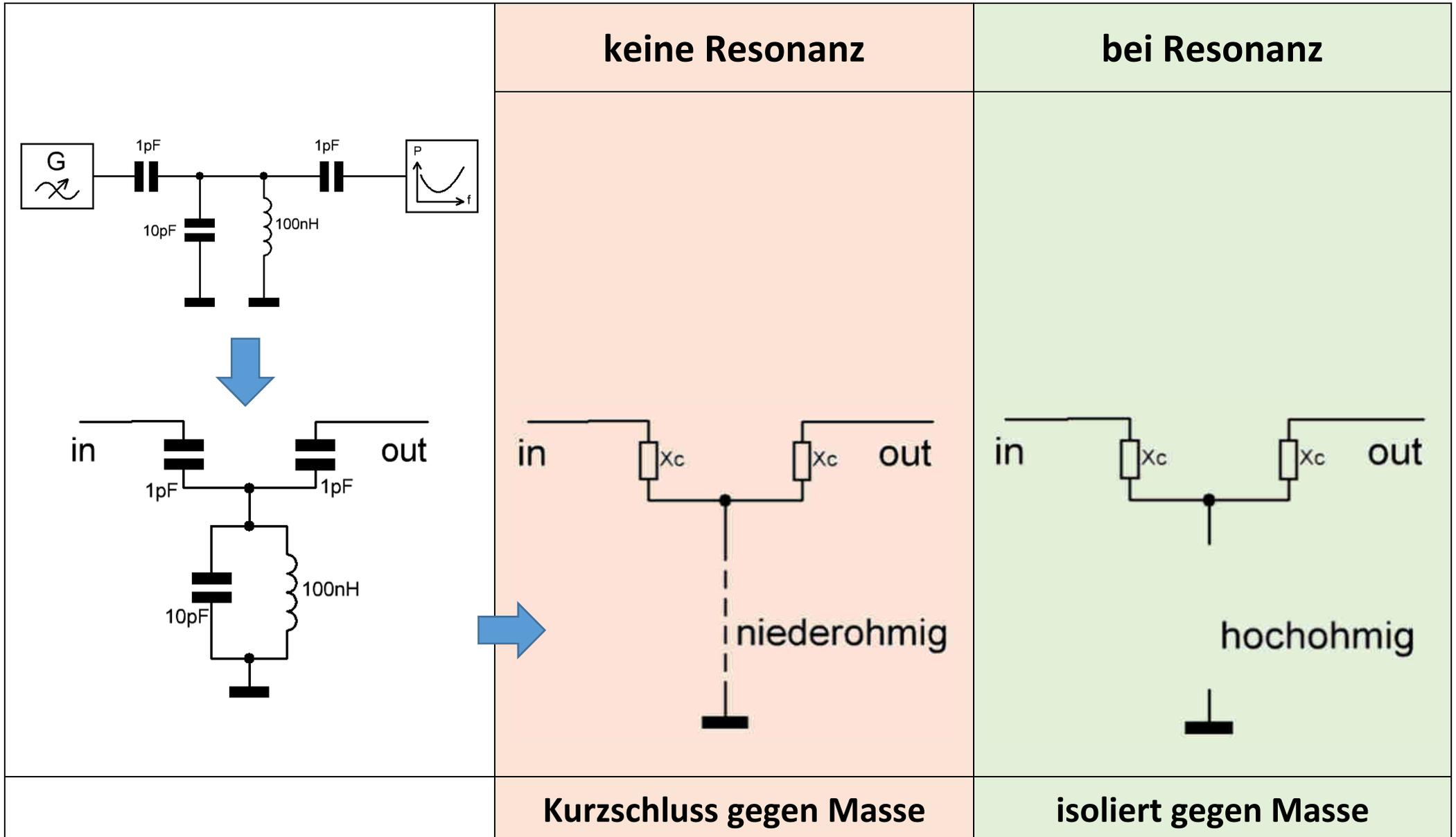
-> geringere Bandbreite durch Entkopplung, Resonanzfrequenz verschiebt sich kaum

Kapazitiver Spannungsteiler, aufgeteilter Kondensator massebezogen betrachtet:



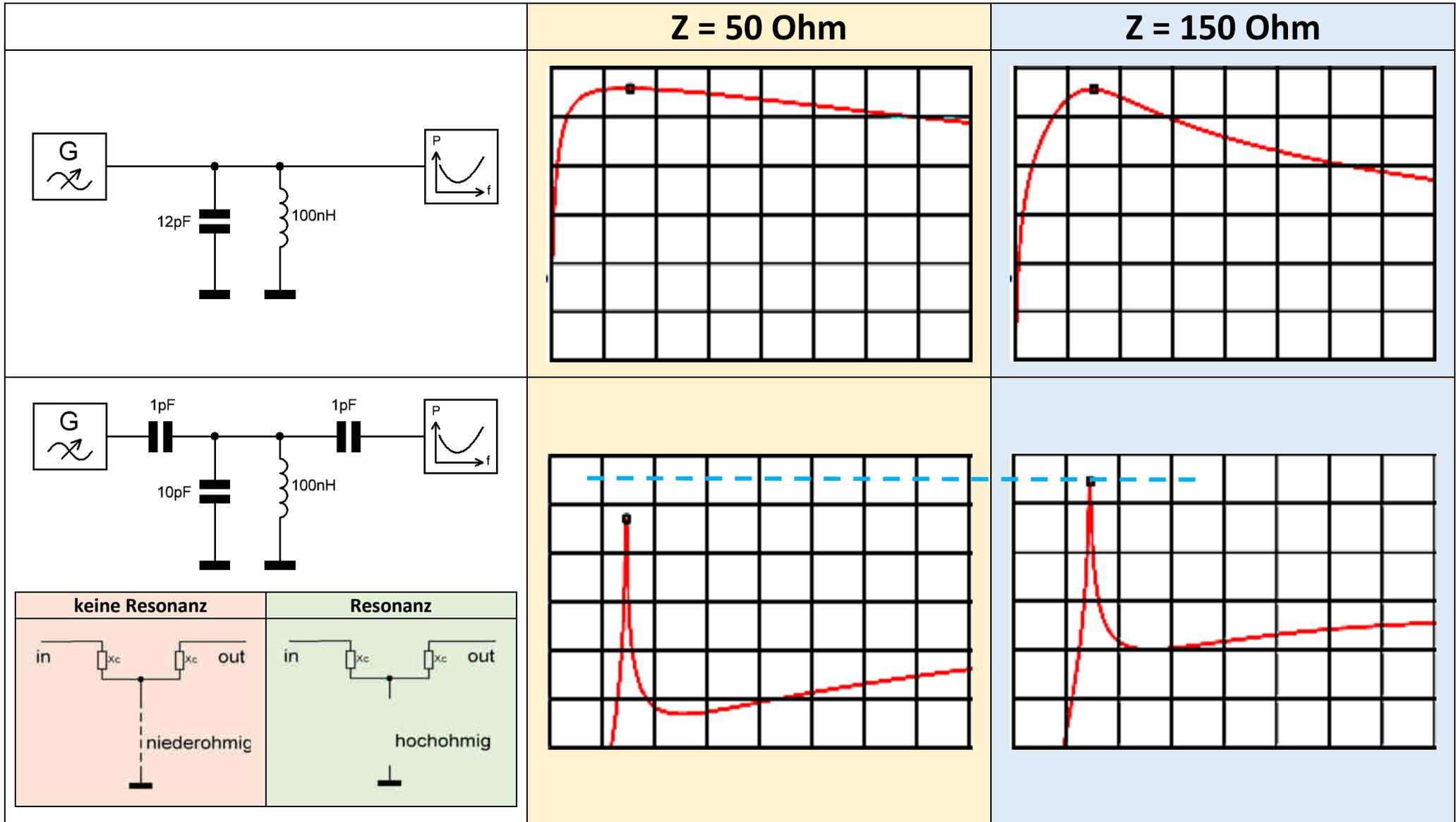
Kapazitiver Spannungsteiler und Schwingkreis

impedanzmäßig betrachtet:



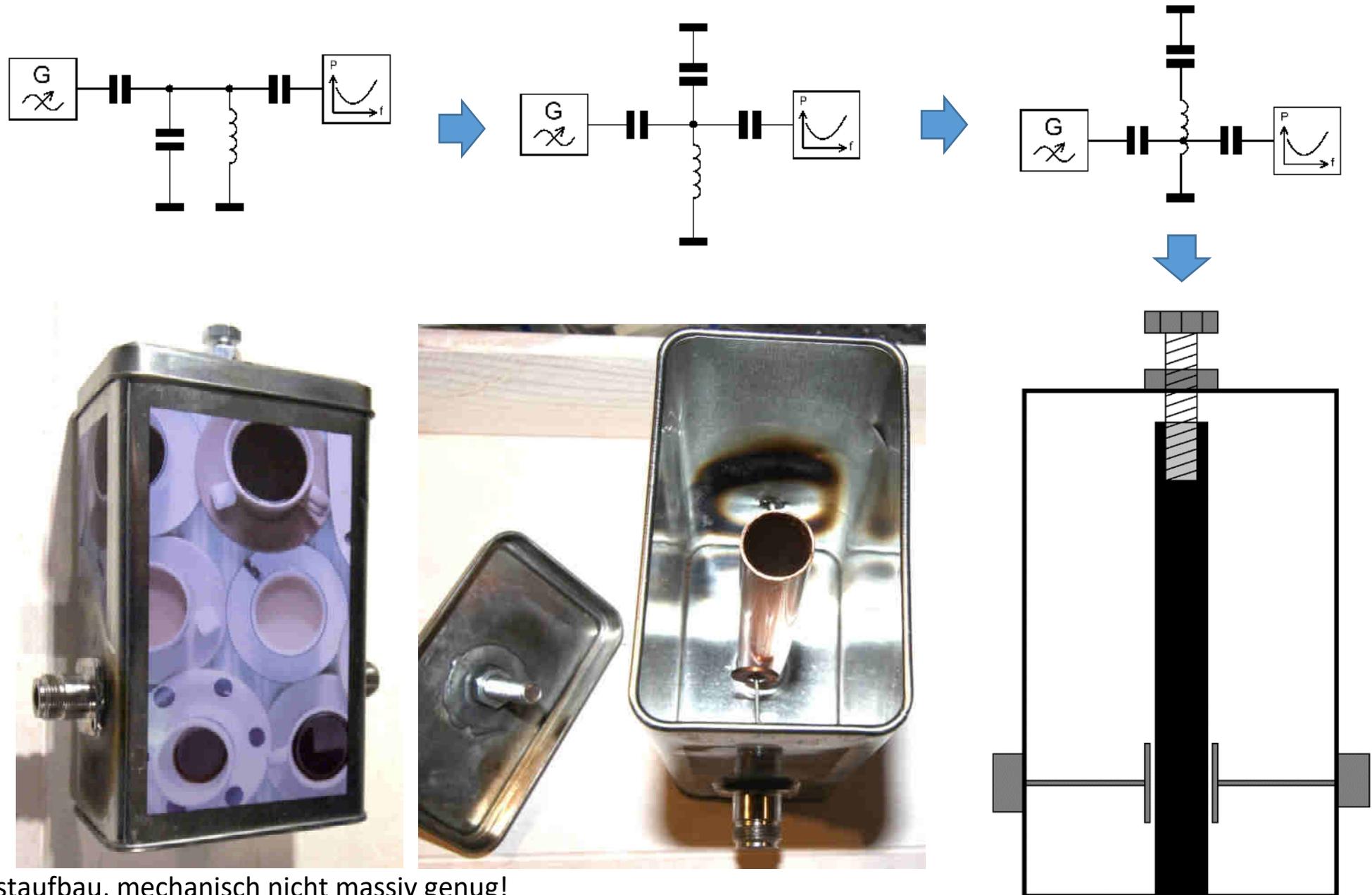
Kapazitive Entkopplung bei verschiedenen Impedanzen

12pF und 100nH, $f_{\text{Res}} 146\text{MHz}$, (0 - 1GHz, 7dB/div)



-> geringere Koppelverluste bei höherer Impedanz

Beispiel für ein einfaches Einkreisfilter

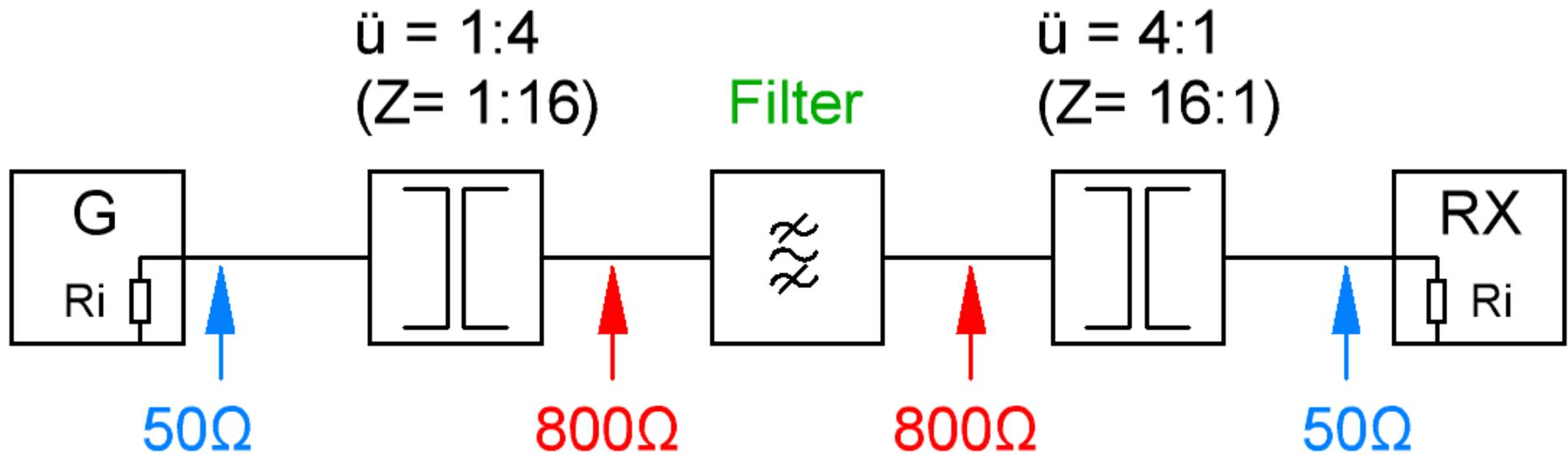


Testaufbau, mechanisch nicht massiv genug!

Ziele für ein schmalbandiges Filter:

- hohe Entkopplung für geringe Bandbreite
- hohe Impedanz im frequenzbestimmenden Teil für geringe Verluste

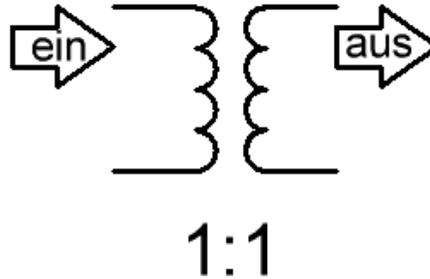
Bsp. mit Übertragern:



Impedanztransformation mit Übertrager

$n_{\text{primär}}$ = Windungen im Eingang

$Z_{\text{primär}}$ = Eingangsimpedanz



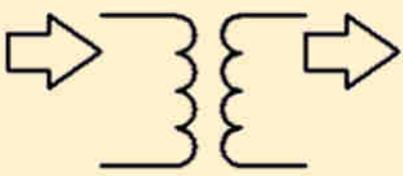
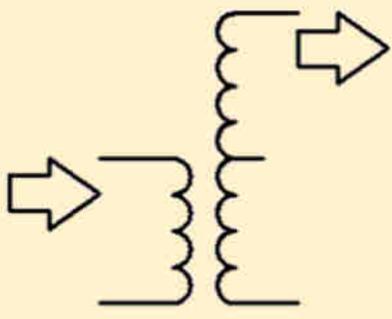
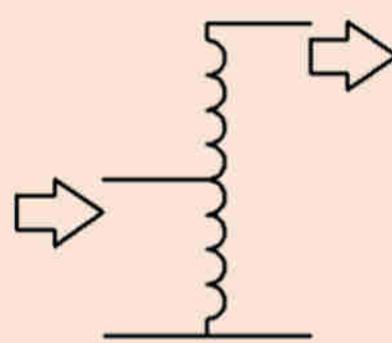
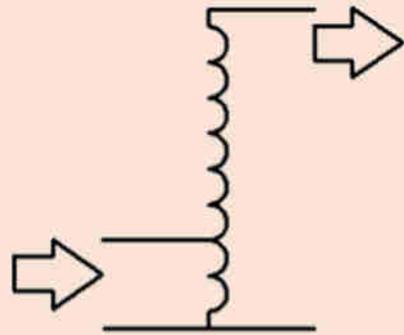
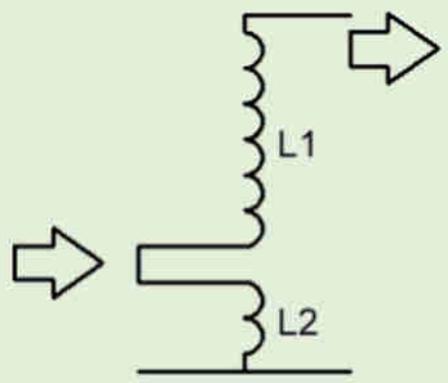
$n_{\text{sekundär}}$ = Windungen im Ausgang

$Z_{\text{sekundär}}$ = Ausgangsimpedanz

\ddot{u} = Übertragungsverhältnis der Windungen (und der Spannungen)

	$\ddot{u} = \frac{n_{\text{primär}}}{n_{\text{sekundär}}}$	$\ddot{u}^2 = \frac{Z_{\text{primär}}}{Z_{\text{sekundär}}}$	$\ddot{u} = \sqrt{\frac{Z_{\text{primär}}}{Z_{\text{sekundär}}}}$
<p>Beispiel:</p> <p>$n_{\text{primär}} = 5$ $n_{\text{sekundär}} = 20$ $Z_{\text{in}} = 50 \text{ Ohm}$</p>	$\ddot{u} = \frac{5}{20} = 0,25$ <p style="text-align: center;">$\ddot{u} = 1:4$</p>	$\frac{50 \text{ Ohm}}{0,25^2} = 800 \text{ Ohm}$ <p style="text-align: center;">$Z_{\text{out}} = 800 \text{ Ohm}$</p>	$0,25 = \sqrt{\frac{50 \text{ Ohm}}{800 \text{ Ohm}}}$ <p style="text-align: center;">$Z = 1:16$</p>

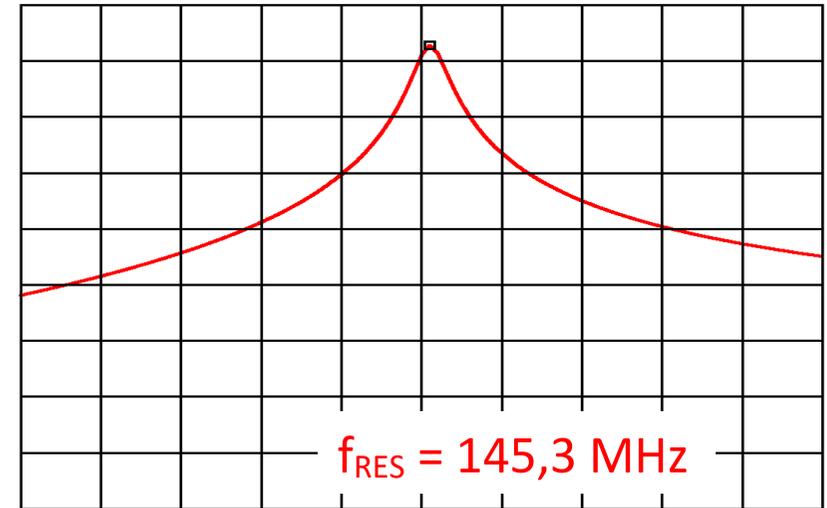
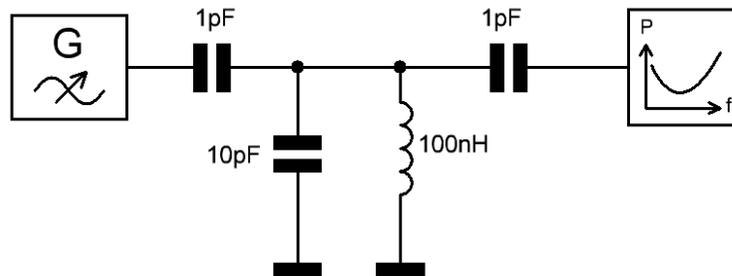
Übertrager und Spartrafo

getrennte Wicklungen		Wicklung mit Abgriff	
 <p>1:1</p>	 <p>1:2</p>	 <p>1:2</p>	 <p>1:4</p>
		Zwei Spulen	
<p>(eine galvanische Trennung ist im HF-Bereich oft entbehrlich)</p>			 <p>L1 L2 1:4</p>

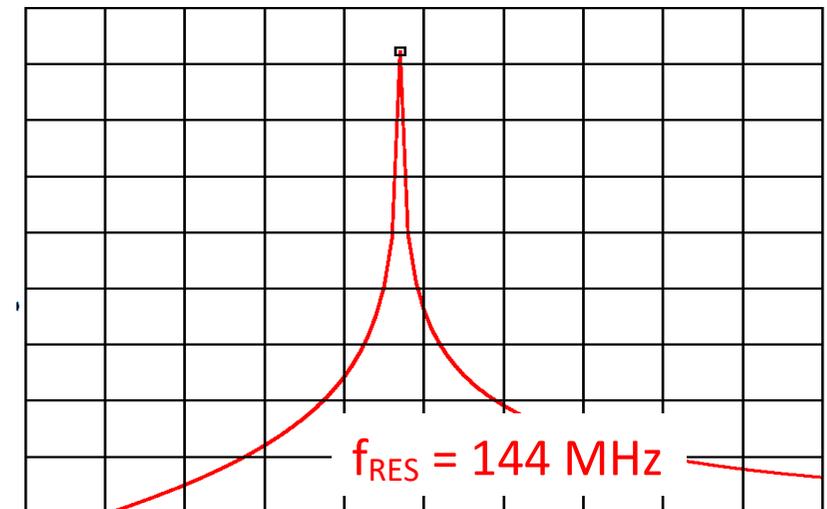
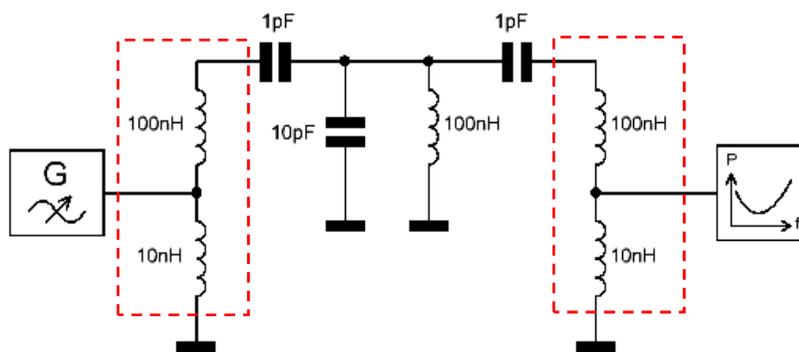
Wirkung eines Impedanztrafos

12pF und 100nH (Z 50 Ω , 130MHz - 160MHz, 7dB/div)

Nur
entkoppelt



transformiert
und
entkoppelt

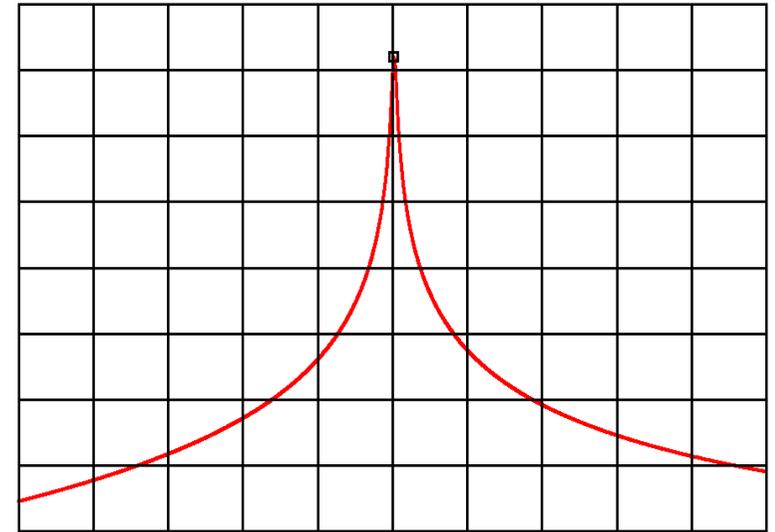
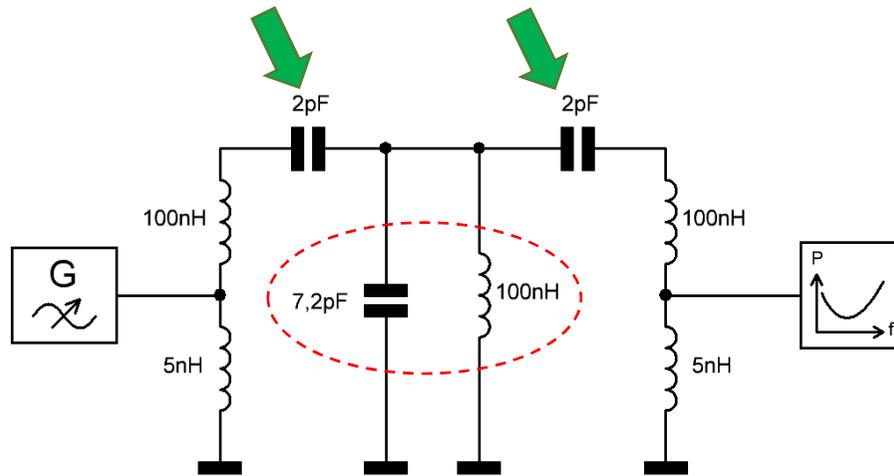


-> geringe Bandbreite und geringe Verluste, Resonanzfrequenz verschiebt sich

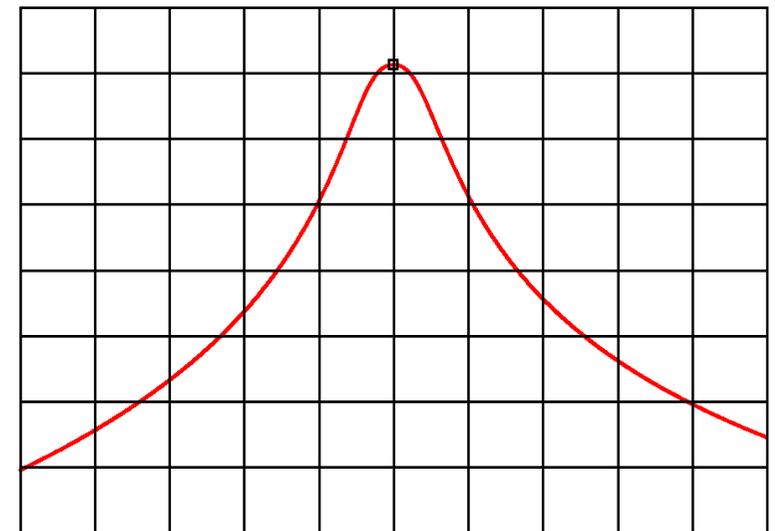
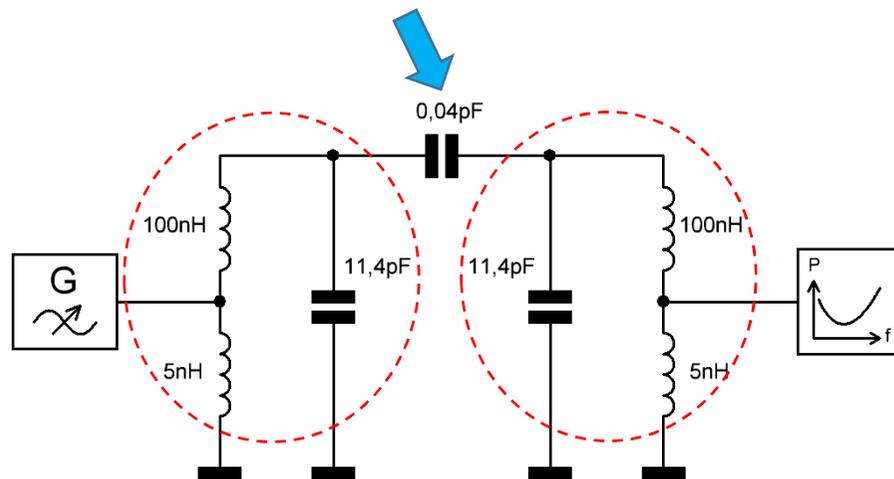
Vom Ein- zum Zweikreisfilter (Impedanztrafo als Schwingkreis)

Z 50 Ω , 140MHz - 150MHz, 7dB/div

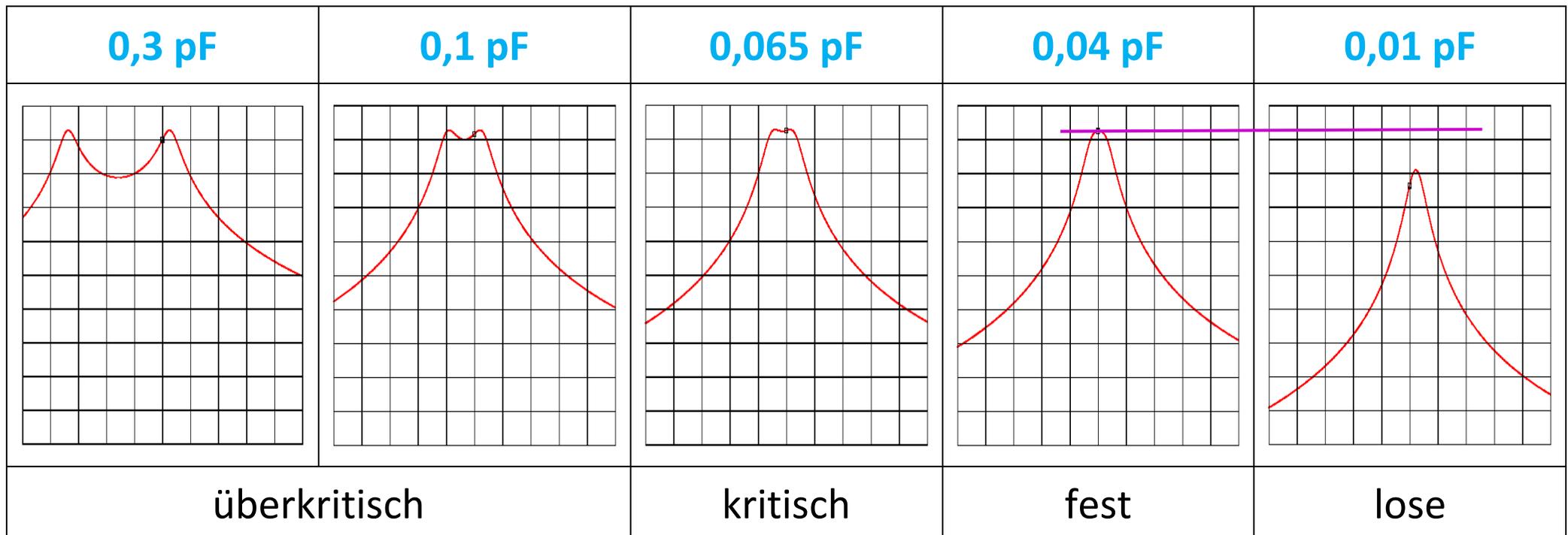
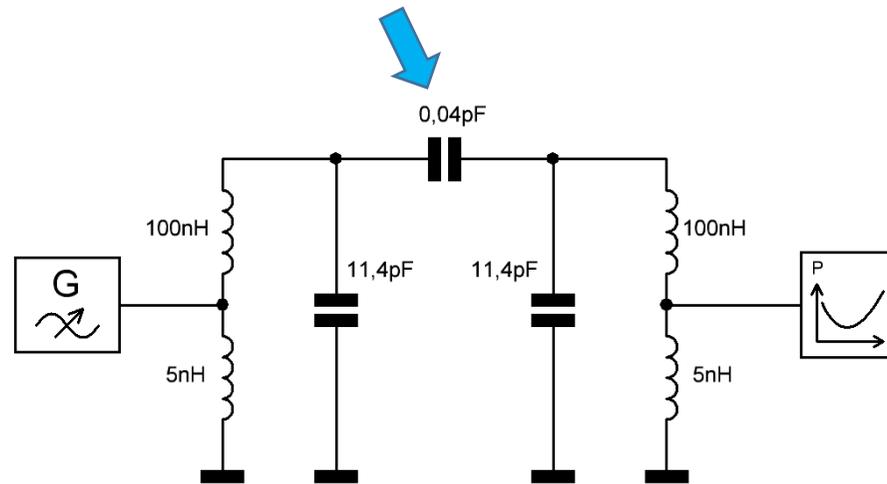
1 Kreis
(verschachtelt)



2 Kreise
(entkoppelt)

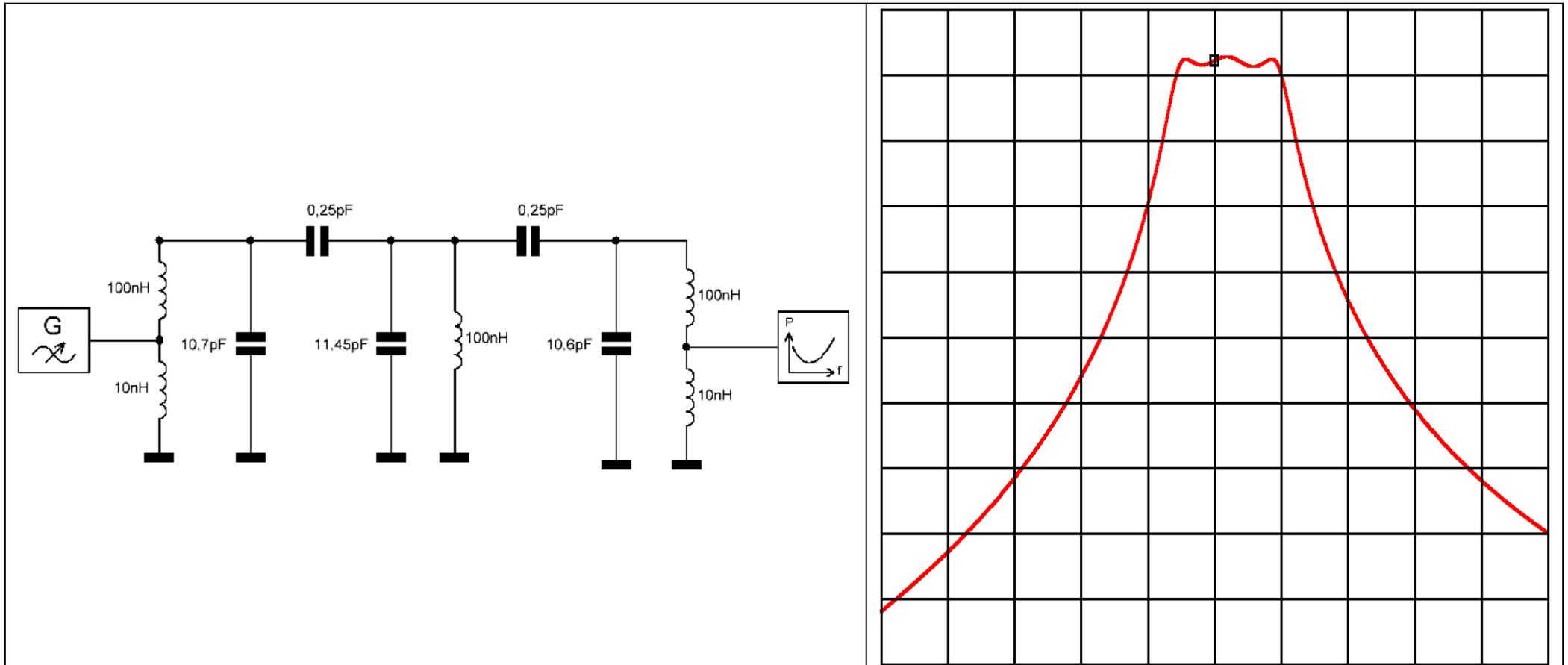


Kopplungsarten zweier (resonanter) Kreise



Mehrere Kreise

3-Kreis Filter, f_{RES} 145MHz, B 5MHz (130-160 MHz, 7dB/div)

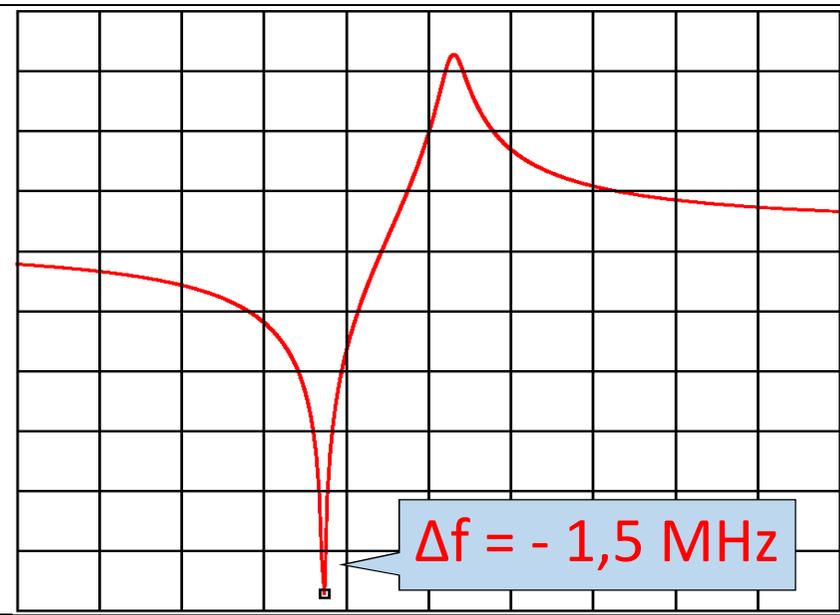
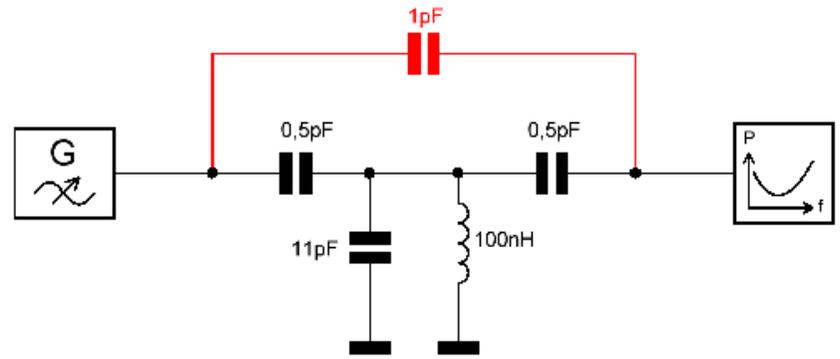


-> steilere Flanken bei breiterem, flachem Durchgang

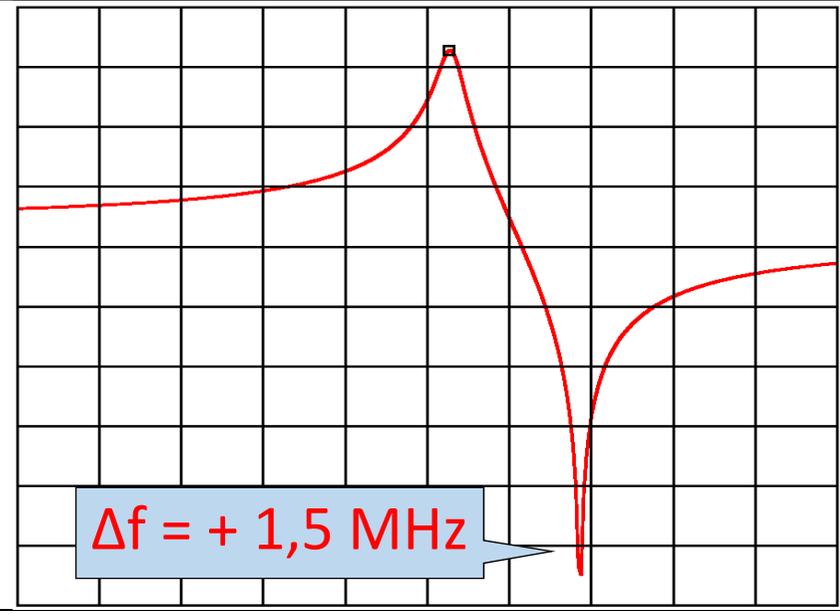
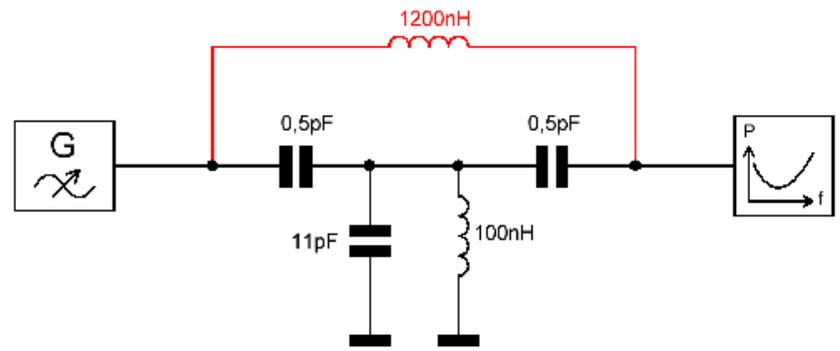
Überkopplung

f_{RES} 145 MHz (140 - 150MHz, 7dB/div)

kapazitiv



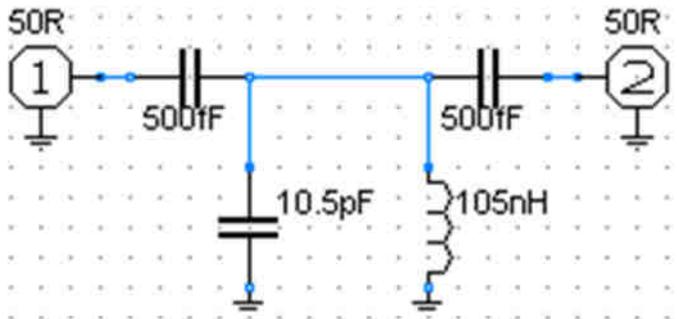
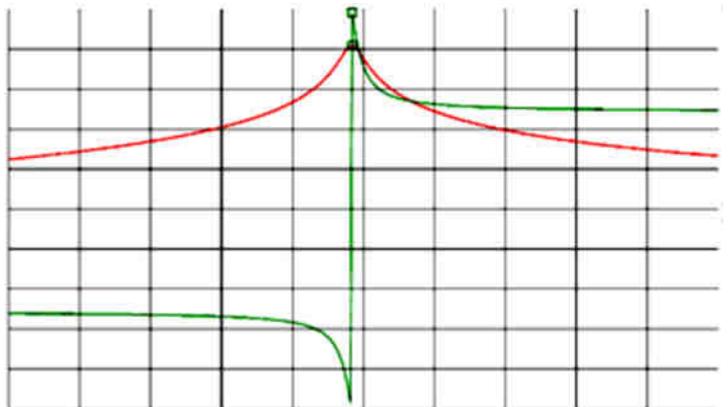
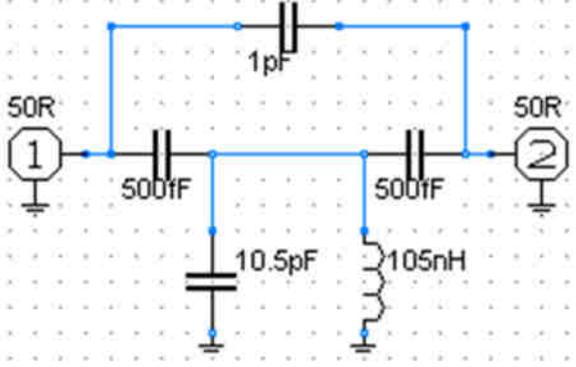
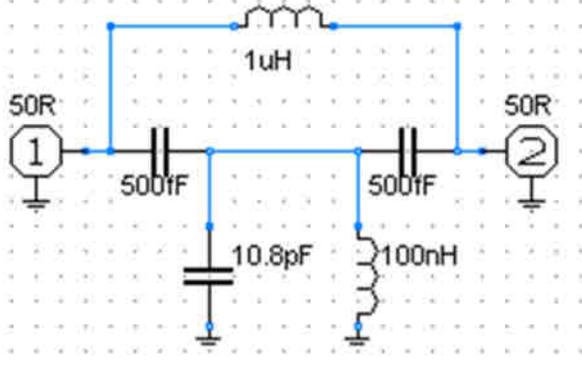
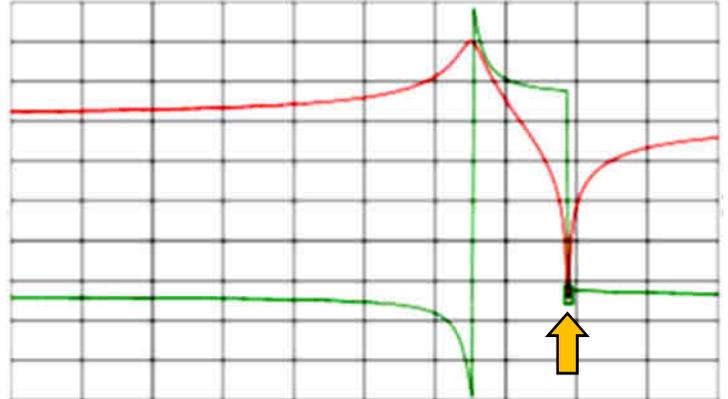
induktiv



-> spezielle Filter mit Bandpass und Notch

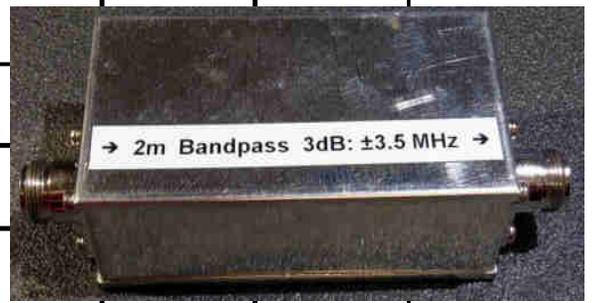
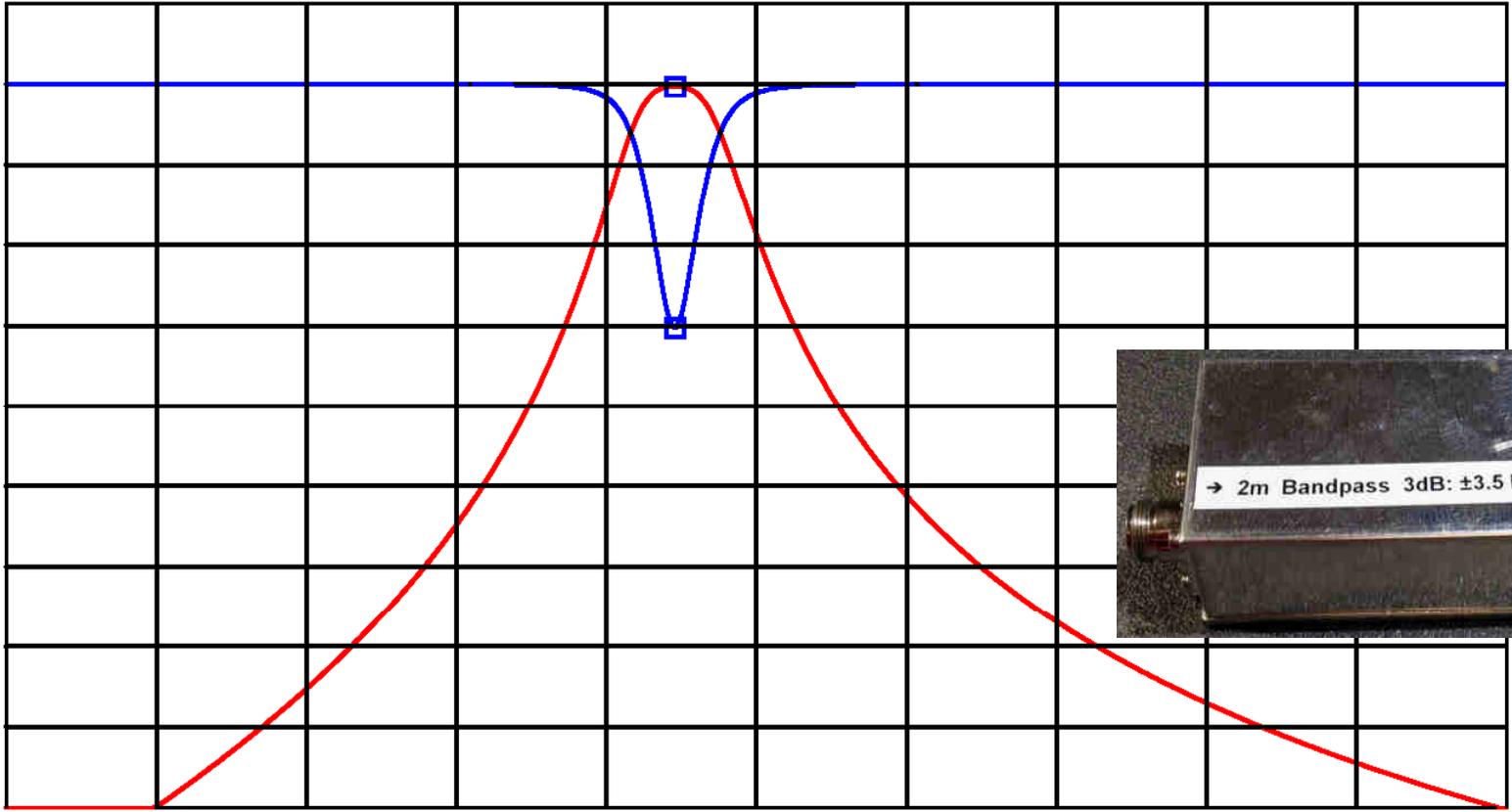
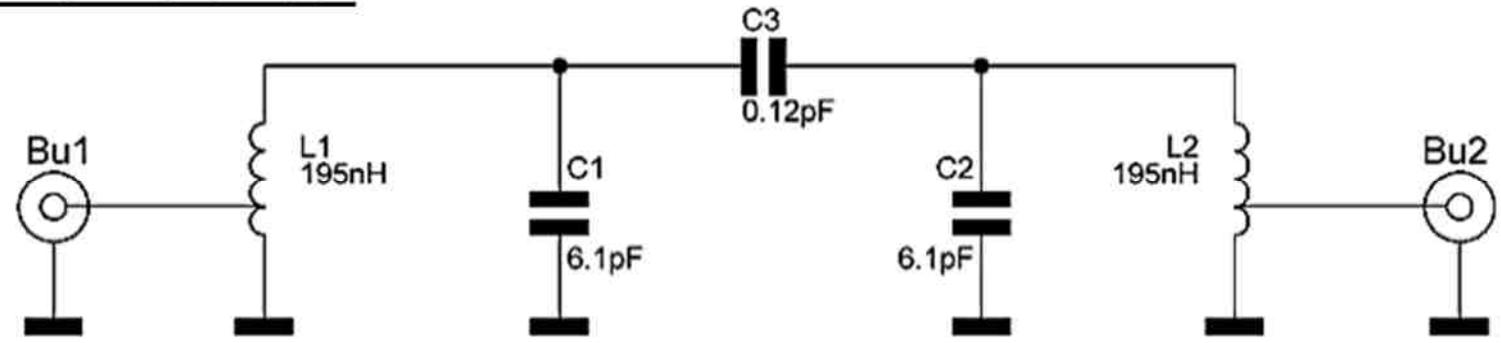
$\Delta f \text{ min: ca. } \frac{f_{res}}{300}$

Phasensprung beim Überkoppeln

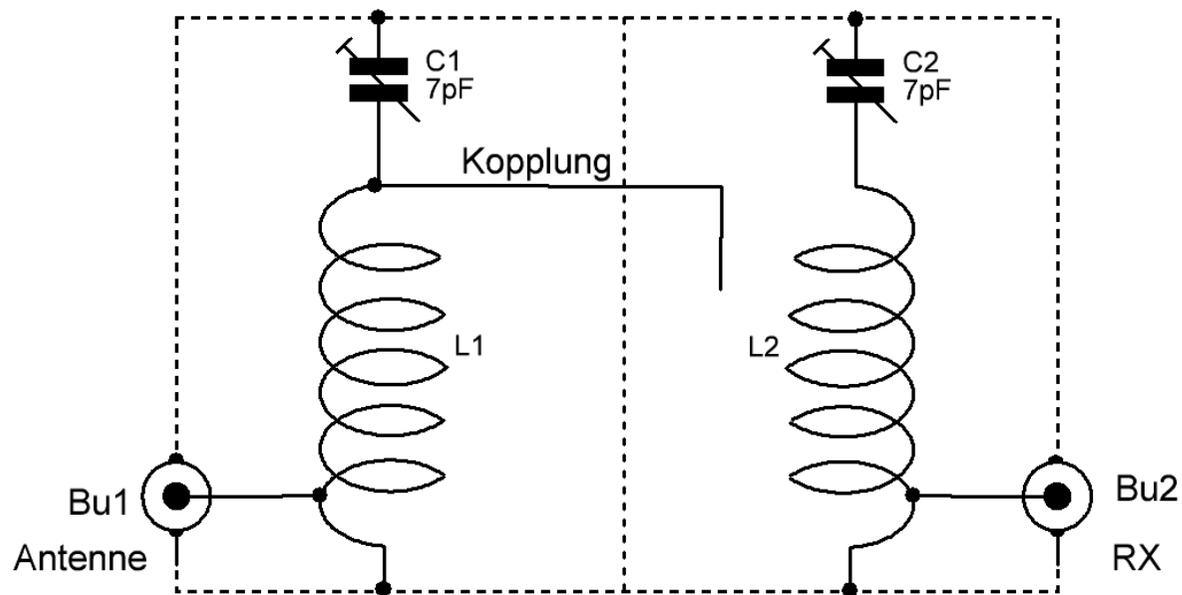
<p>einfache Resonanz</p>		
<p>kapazitiv überkoppelt</p>		
<p>induktiv überkoppelt</p>		

kleines 2m Zweikreisfilter

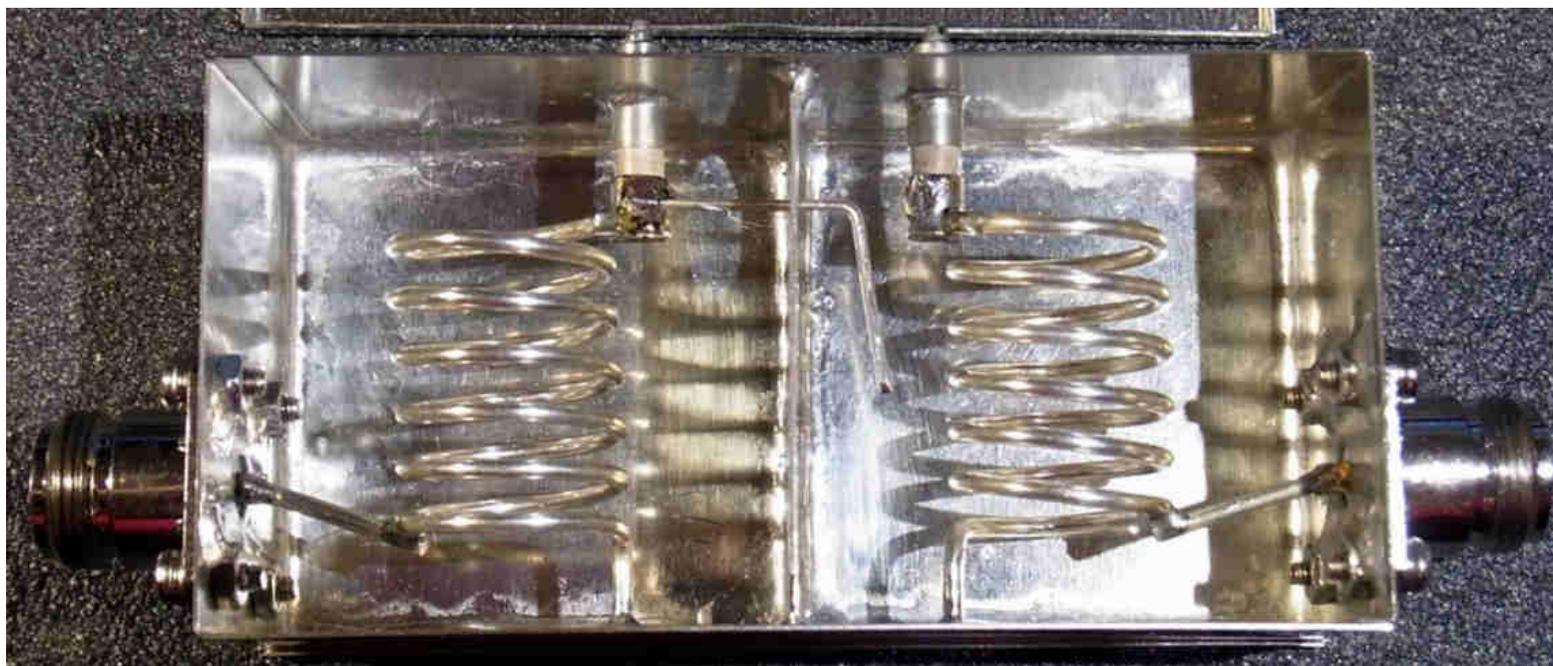
Schaltung:

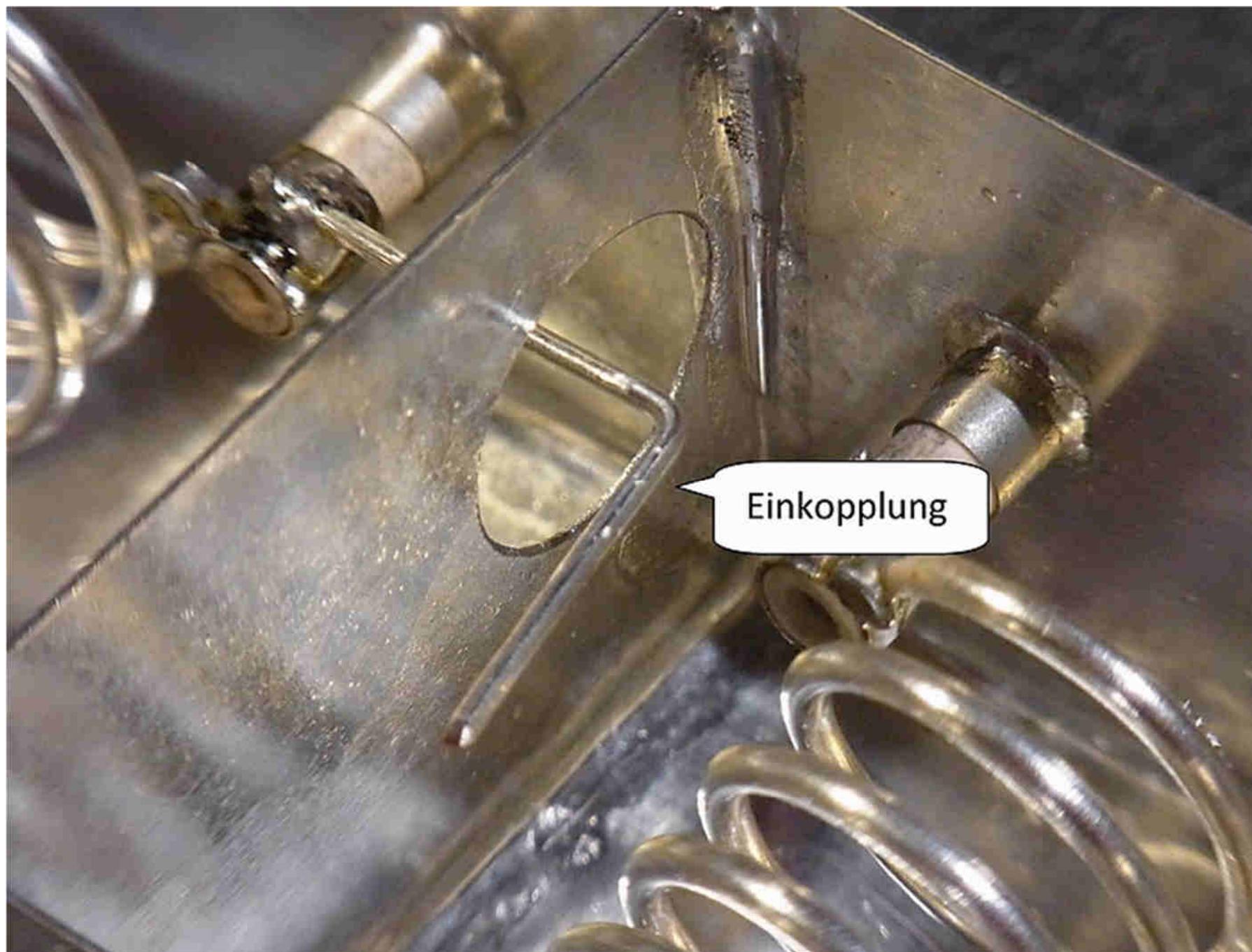


Simulation: 100MHz-200MHz, f_{RES} 144,6MHz 5dB/div

Aufbau:

Bauvorschlag
ähnlich wie im
RSGB VHF/UHF
handbook





Bauteile:

Gehäuse	55x111x30mm ("Schubert Nr. 9") oder ähnlich
Bu1, Bu2	Anschlussbuchsen, z.B. N
C1, C2	Rohr- oder Lufttrimmer, ca. 7-10pF max.
L1, L2	Silberdraht \varnothing 1,5mm (ggfs. 2mm), n = 6 Windungen, l = Spulenlänge ca. 60mm, d = Spulendurchmesser ca. 20mm (z.B. auf 18mm Bohrer wickeln, ergibt Spulen-Außendurchmesser ca. 21-22mm)
Kopplung	Silberdraht \varnothing 0,8mm, führt durch eine Bohrung in der Trennwand zur 2. Kammer (Länge in der 2. Kammer und Winkel zu L2 ausprobieren, siehe Foto)
Anzapfung	bei ca. 1/2 Windung von Masse (siehe Foto)

Abgleich:

Mit Wobbler, Analyzer mit TG oder VNWA, NanoVNA etc.:
Trimmer auf Mittelstellung und wechselseitig auf minimale Durchgangsdämpfung bei z.B. 144,6 MHz einstellen.

Alternativ: Rauschgenerator und SDR-Spektrumanzeige oder Empfänger,

Rauschgenerator am Eingang anschließen
und am Ausgang 3 Frequenzen vergleichen:

135MHz und 155MHz sollten min 15dB abgesenkt werden,
die Durchgangsdämpfung auf 144,6 MHz sollte max. 0,5dB betragen.

2m Filter Durchlasskurve gemessen:

RBW: 100 kHz

VBW: 100 kHz

Ref: -6 dBm

SWT: 300 ms

Att: 0 dB

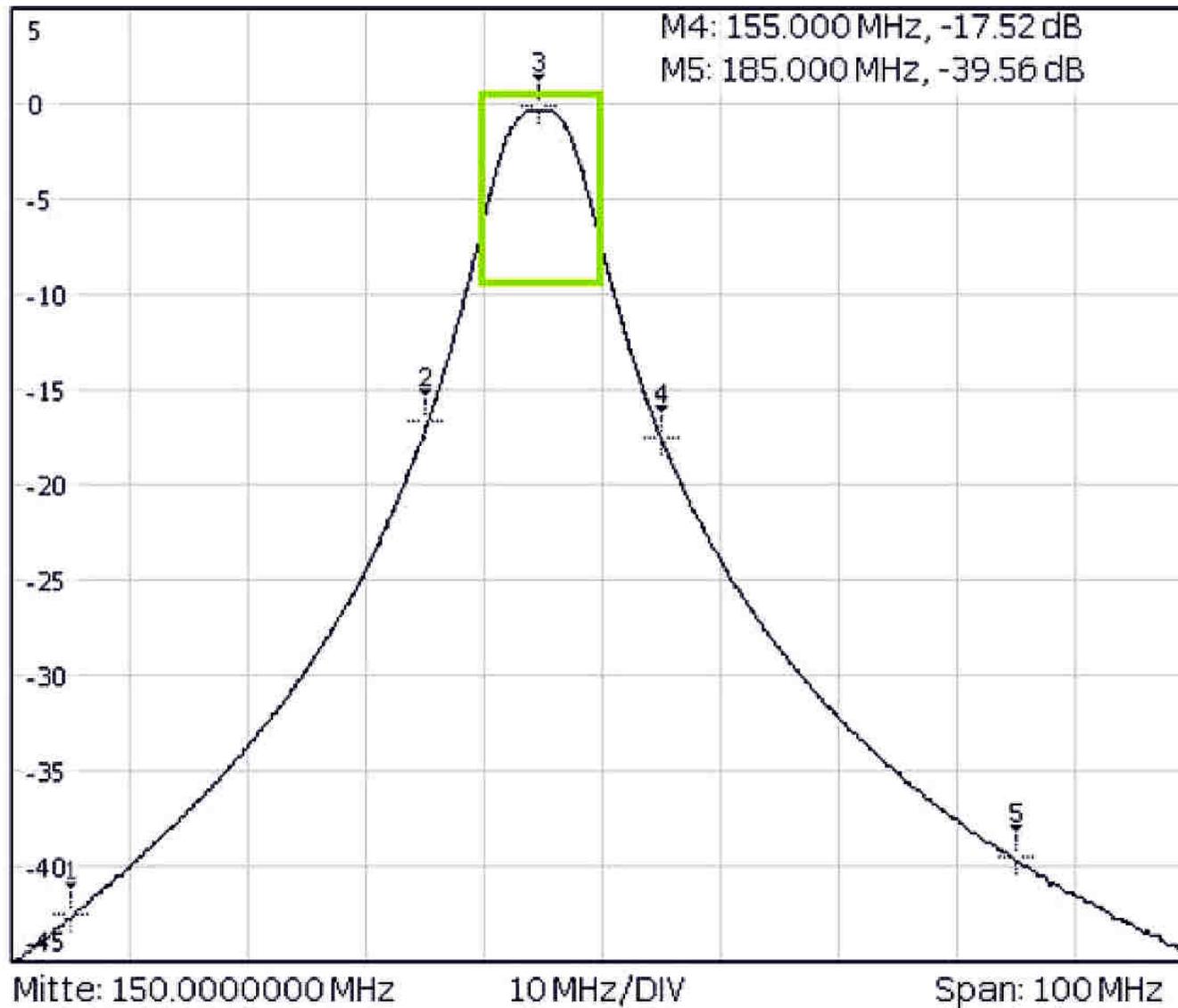
M1: 105.000 MHz, -42.47 dB

M2: 135.000 MHz, -16.64 dB

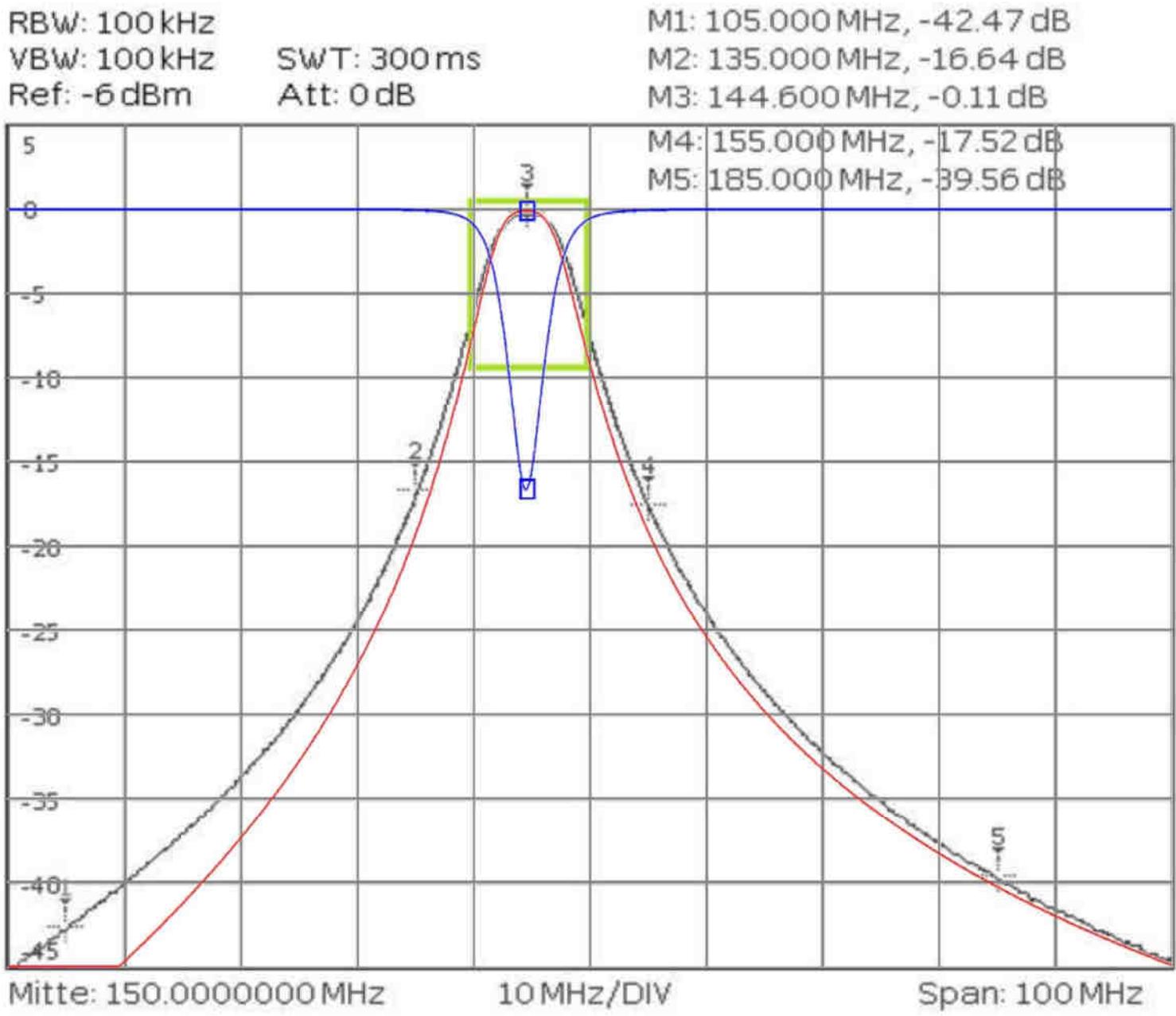
M3: 144.600 MHz, -0.11 dB

M4: 155.000 MHz, -17.52 dB

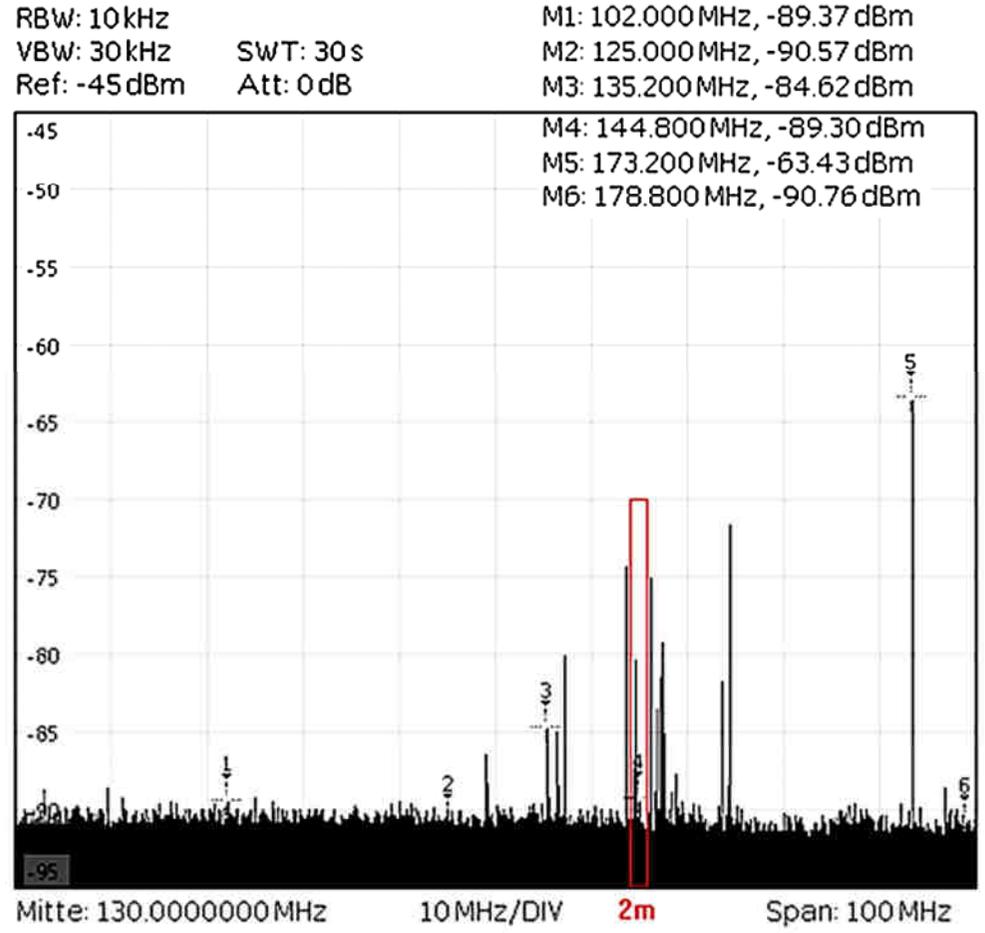
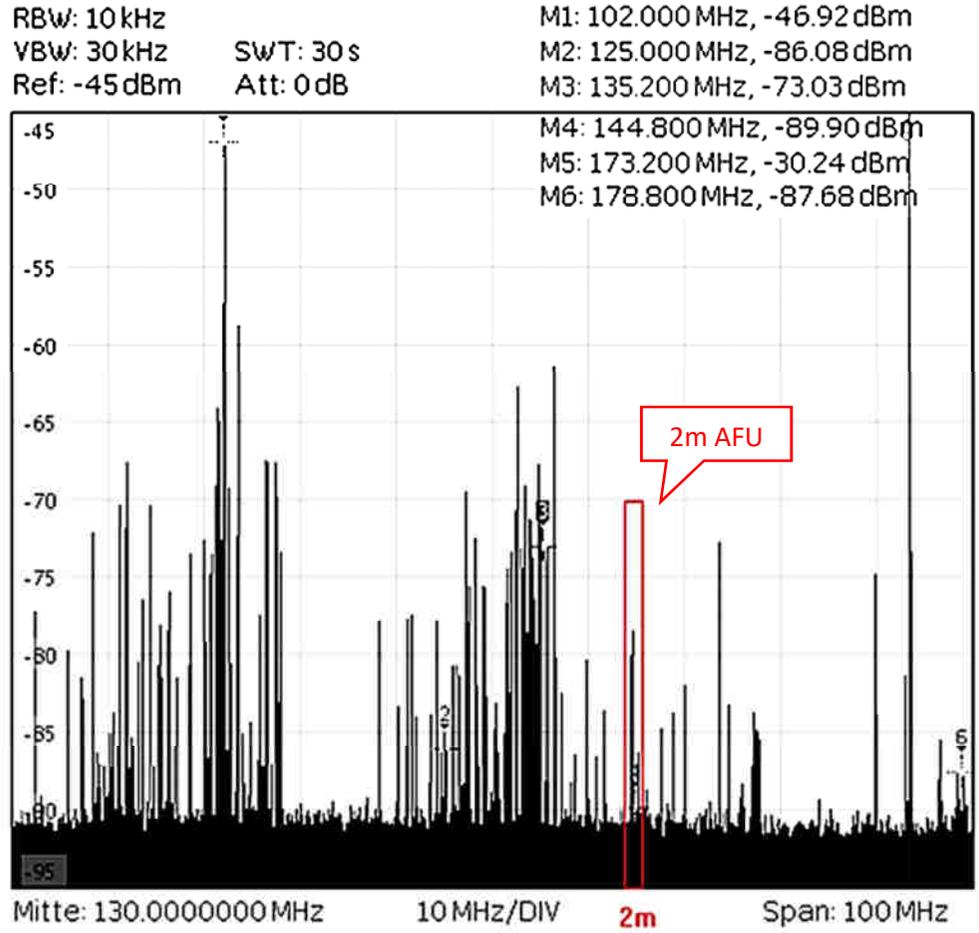
M5: 185.000 MHz, -39.56 dB



Durchlasskurven: Messung und Simulation (rot)



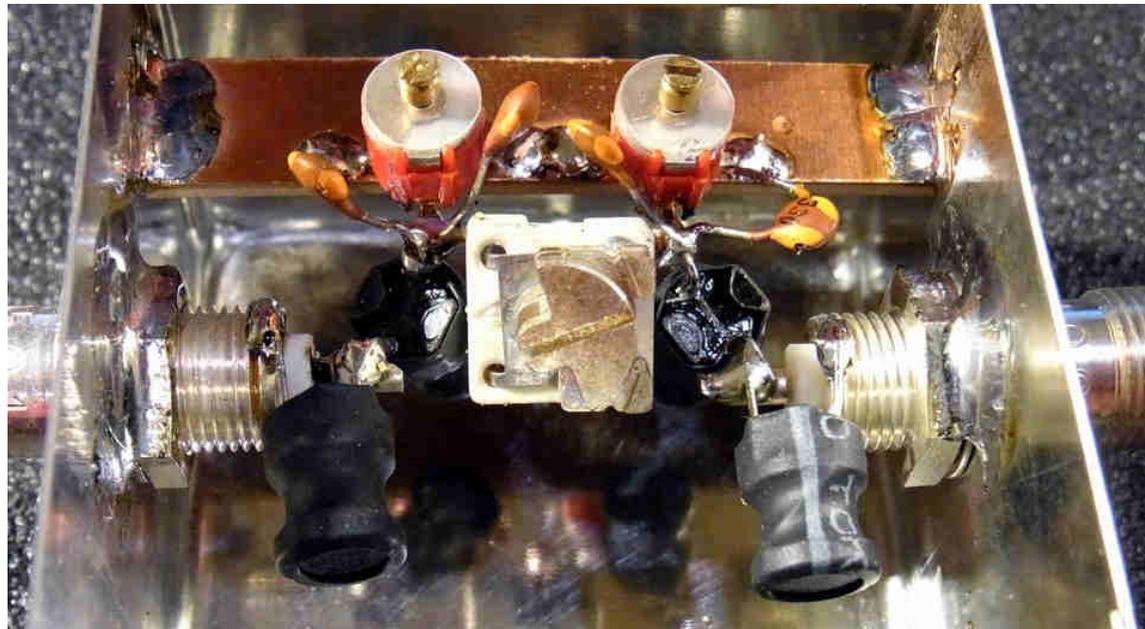
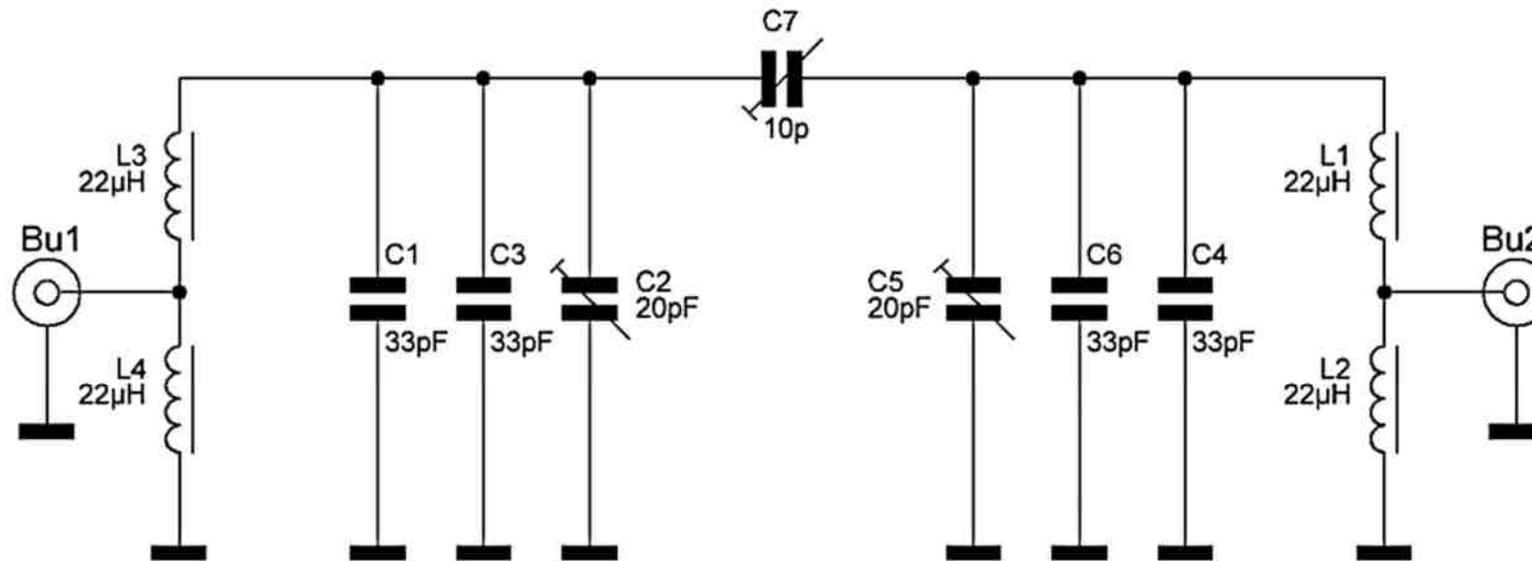
Empfang von 80MHz - 180MHz an X7000 ohne Filter und mit Filter



QRG	ohne Filter	mit Filter	Dämpfung
102,0 MHz	-47 dBm	-89 dBm	42 dB
173,2 MHz	-30 dBm	-63 dBm	33 dB
144,8 MHz	-90 dBm	-89 dBm	< 1 dB

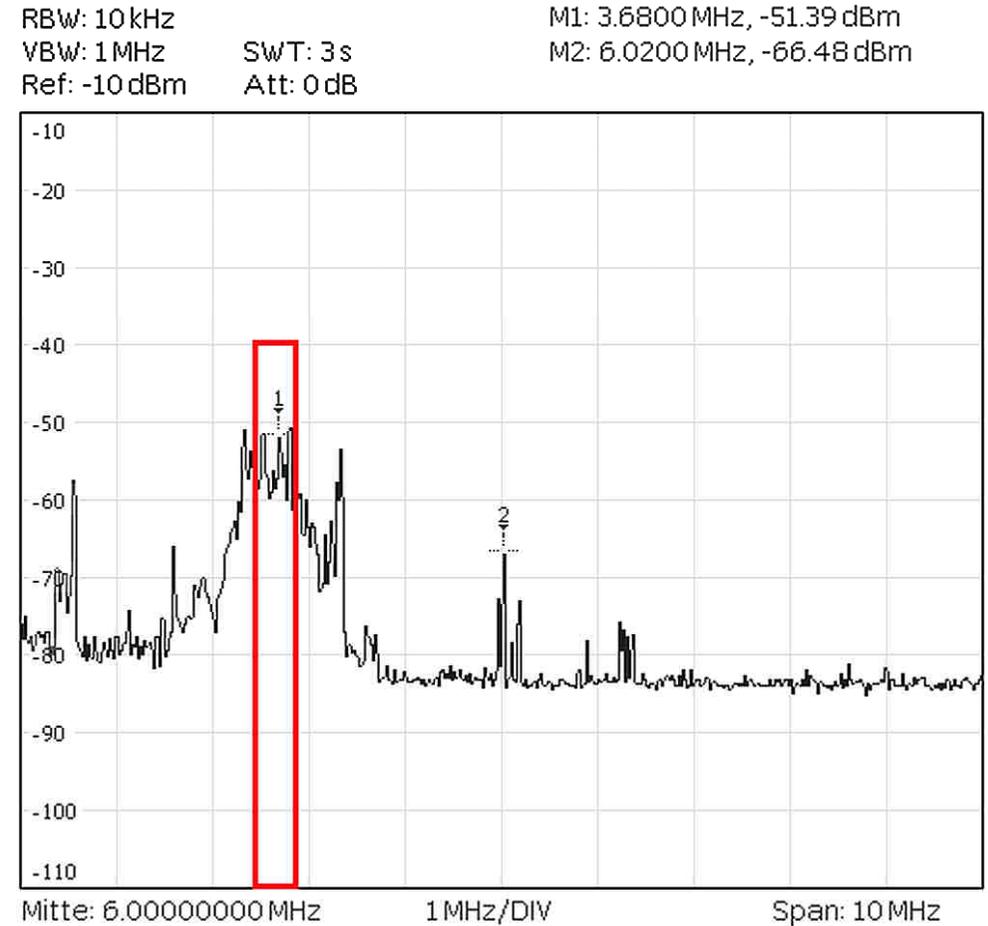
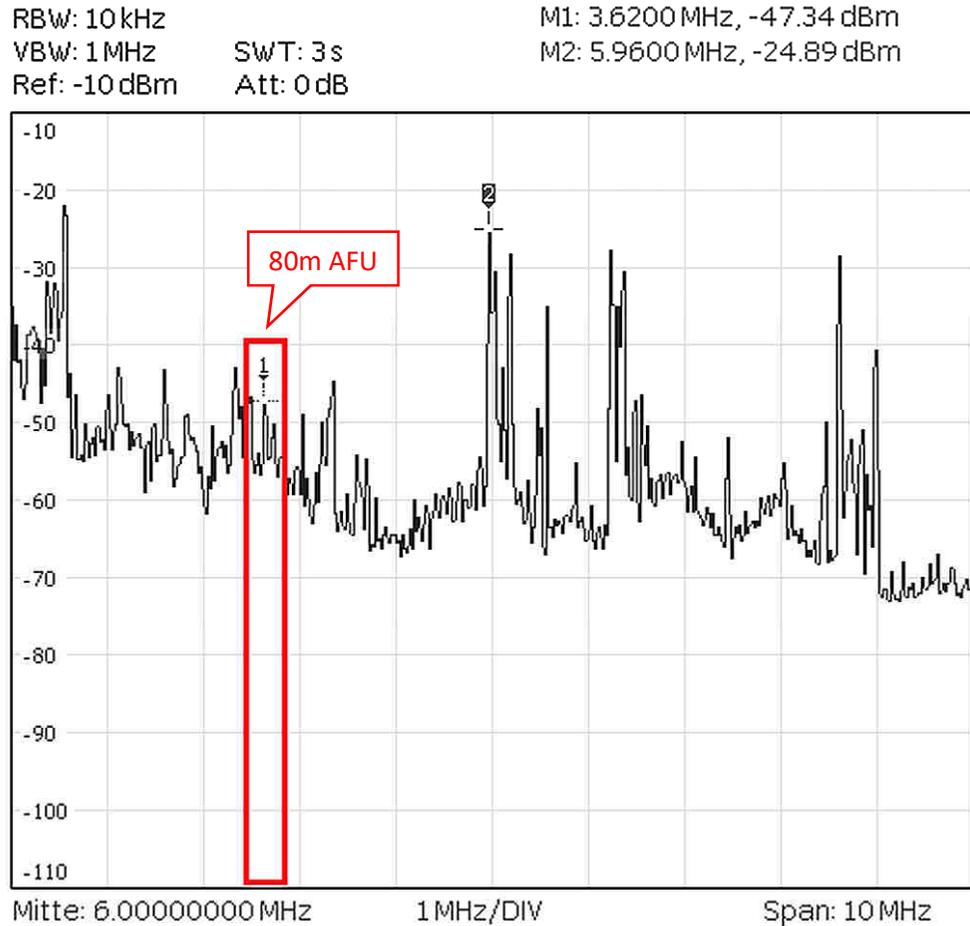
Beispiel: kleines 80m Zweikreisfilter mit 4 einzelnen Festinduktivitäten

(Eigenresonanzen der Spulen beachten!)



Empfang von 1MHz - 11MHz an breitbandiger Aktivantenne

ohne Filter und mit Filter



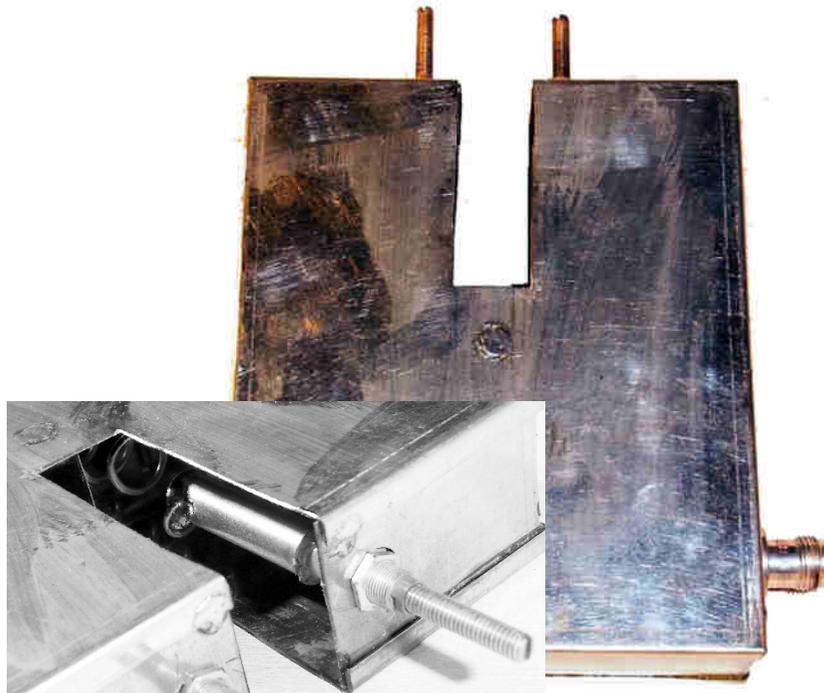
der KW-Sender bei 5,9MHz ist hier leistungsmäßig
ca. 200x stärker (23dB) als die stärksten Signale
auf dem 80m Band

Experimente...



L groß und C sehr klein (Schrauben)
-> sehr Empfindlich bei mechanischer
Einwirkung auf das Blech, massives,
gefrästes Gehäuse wäre geeigneter

überkreuzte Kopplung,
aber Aufbau zu engwandig



Materialtestadapter
(Permittivität und
Dämpfung)



70er Jahre-Entwurf
von DL6MH für 70cm



ENDE

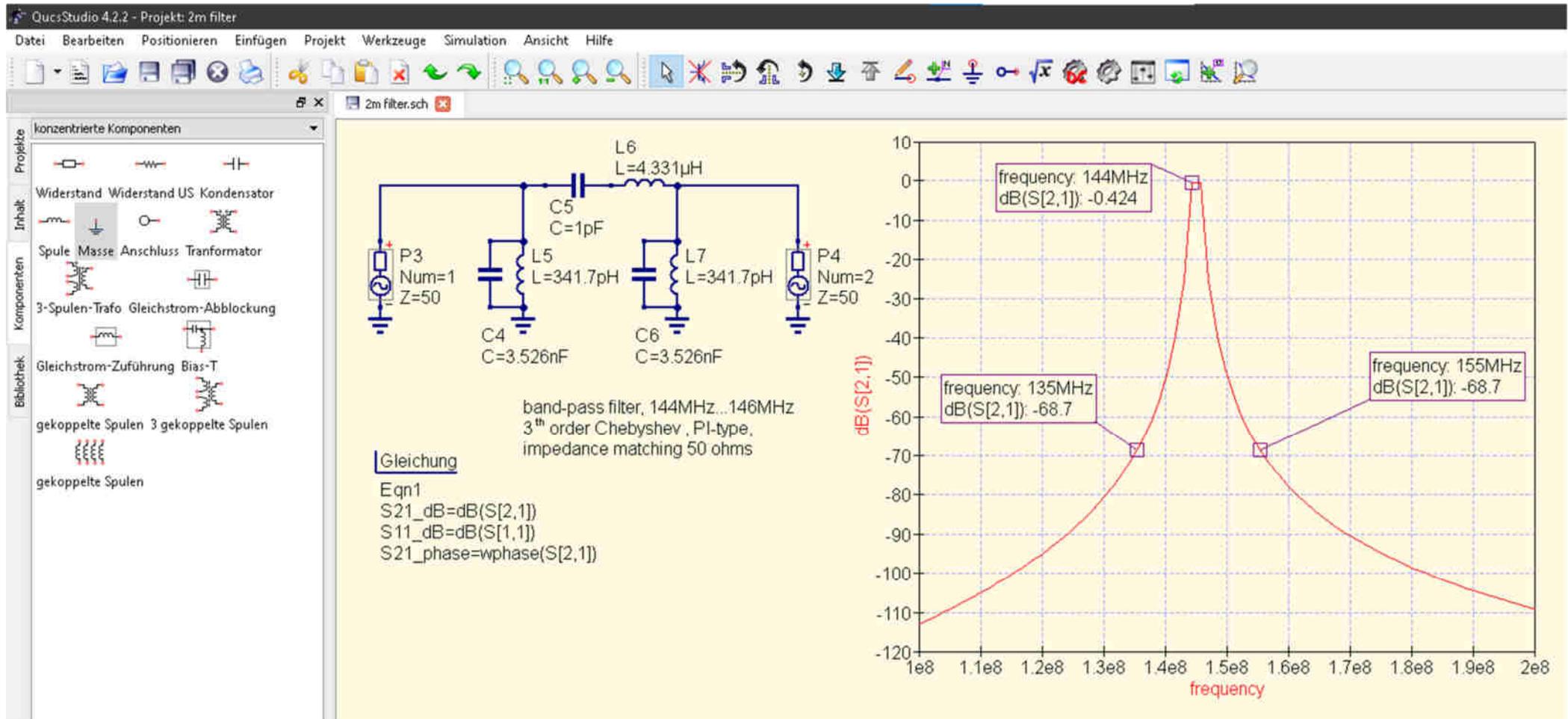
Bilder und Grafiken bis S28: DG7GAH

Anhang:

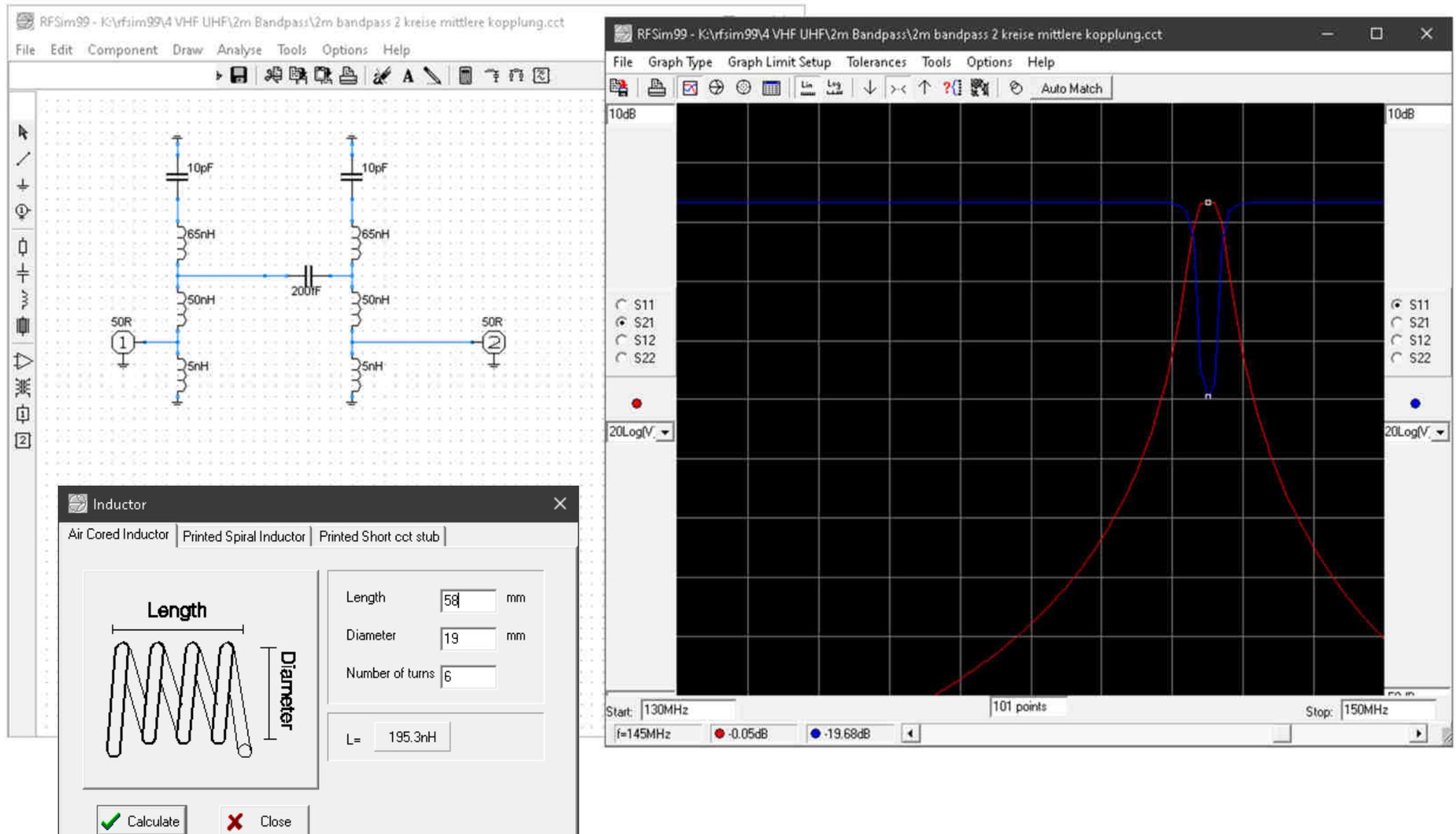
Beispiele von Software zur Filterberechnung

(Grafiken und Bilder aus Programmen und auf Webseiten sind Eigentum der jeweiligen Rechteinhaber)

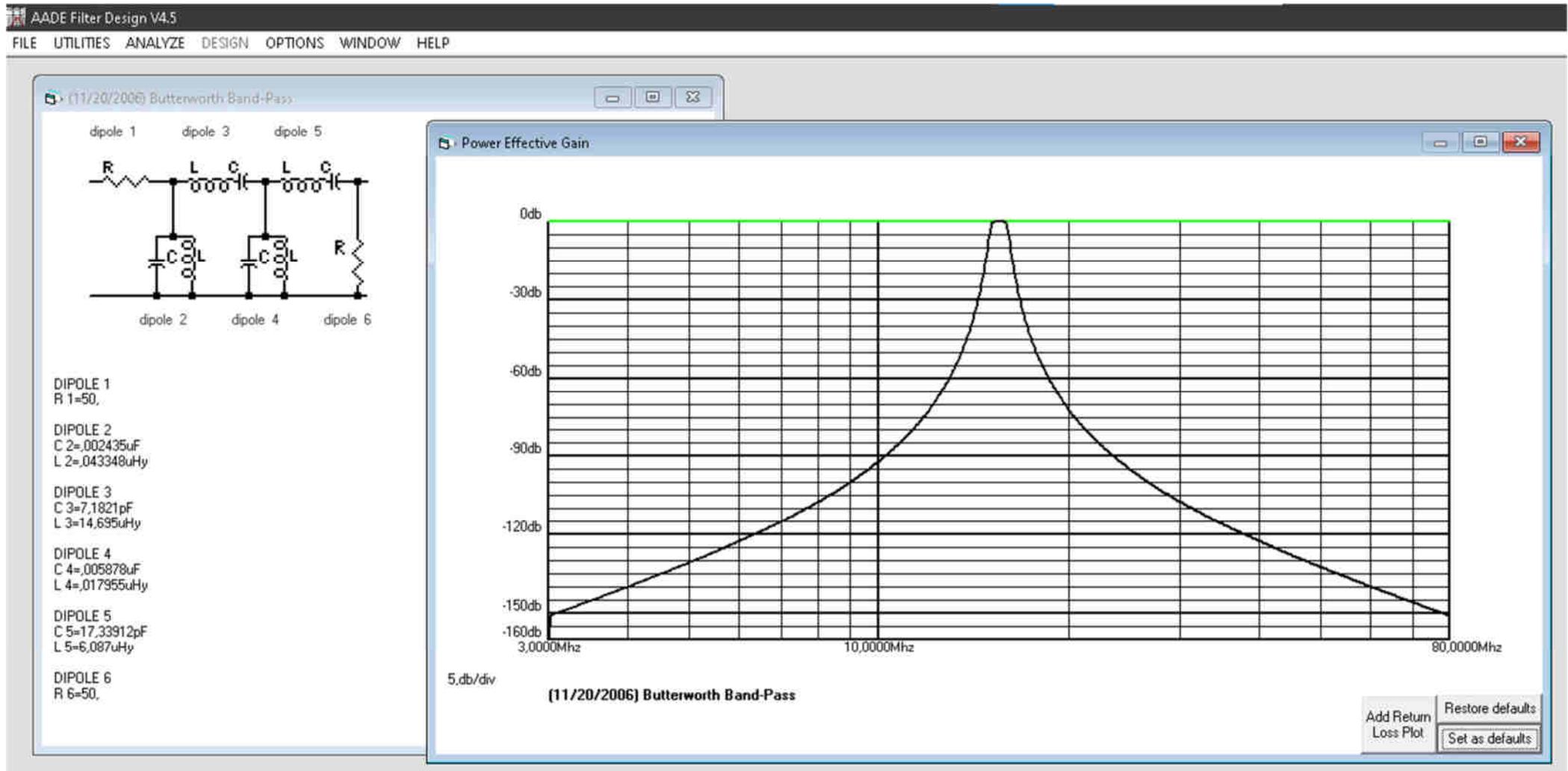
QucsStudio:



RFsim99:



AADE filter design:



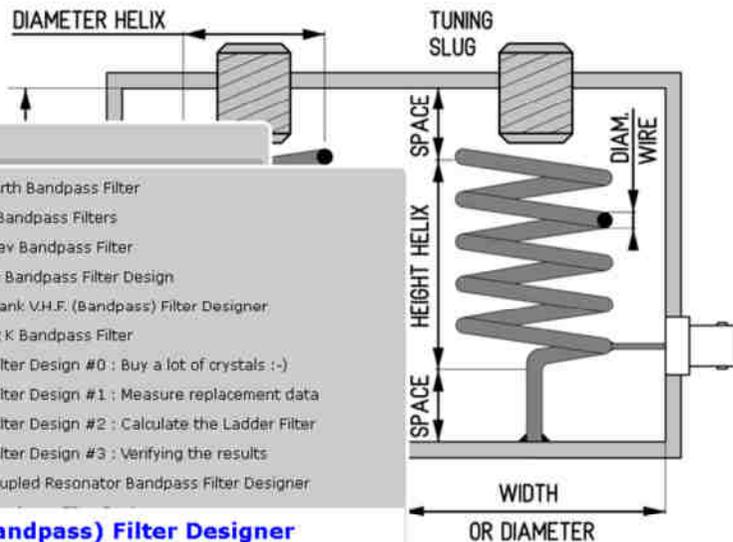
Online-Tools, z.B. bei <https://www.changpuak.ch>

- CATEGORIES
- Projects
 - Micro Projects • Tools
 - Arduino Projects / Shields
 - Arduino Knowledgebase
 - Power Supply
 - Amplifier Design • Amplifiers
 - Opamp Circuits / Knowledge
 - Antenna Design
 - Filter Designer (Audio, AF)
 - Filter Design
 - Lowpass Filters
 - Bandpass Filter
 - Mixer • Frequency
 - Highpass Filters
 - Band Reject Filter
 - Components • networks
 - Conversions
 - misc. Calculations
 - Software
 - Datasheets, Manuals
 - Tutorials
 - Troubleshooting • Repair
 - Doctoral hat electronics

HELICAL_BANDPASS_FILTER_DESIGNER.PHP 7114 BYTES 14-12-2014 21:19:16

Helical Bandpass Filter Designer

Suitable for the VHF range (50 ... 1000 MHz)



Center Frequency [MHz]

Bandwidth [MHz]

System Impedance [Ω]

Maximum Passband loss [dB]

Resonator is in a enclosure / cavity

RESULTS

Unloaded Q of the Resonator

Impedance of the Resonator [Ω]

Diameter Helix [mm]

Height Helix [mm]

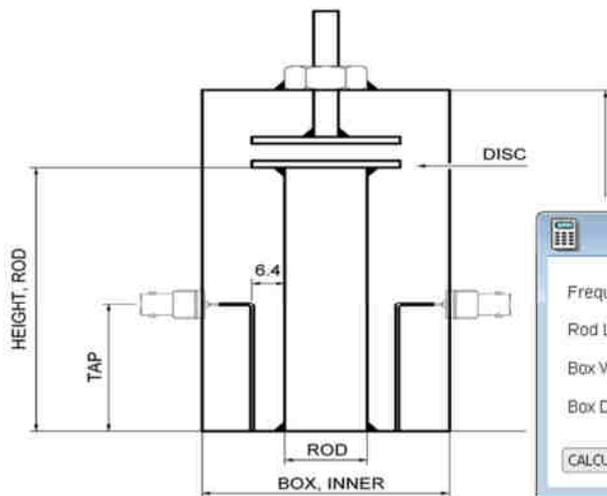
Number of turns

Interdigital Bandpass Filter Designer

A powerful tool for the mechanic in you :-)

Coaxial Tank V.H.F. (Bandpass) Filter Designer

Sometimes also referred to as : Cavity Resonator, Cavity Filter, Topfkreisfilter



Frequency [MHz] Rod Diame

Rod Length [mm] Tap Height

Box Width [mm] (square) Box Height

Box Diameter [mm] (round) Diameter D

