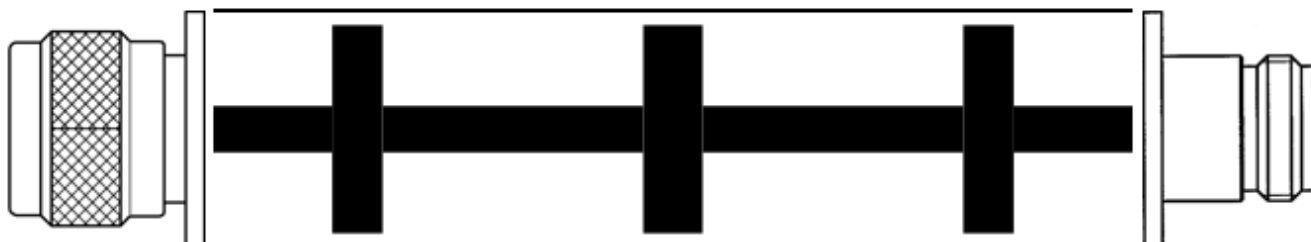


2,4 GHz Hochleistungs-Tiefpassfilter

Koaxial Filter

Nachdem die DATV Endstufe fertig und in Betrieb ist musste ich feststellen dass ich den LNB bei Leistungen >20Watt zustopfe. Scheinbar gibt es noch Störungen von der 4.Oberwelle. Das war der Grund ein Tiefpassfilter zu bauen. Natürlich muss dieses die Leistung von bis zu 75W auch aushalten, weshalb herkömmliche Bauelemente nicht in Frage kommen.

Auf Nachfrage im AMSAT Forum gab mir DH2VA einen Link zu G4DBN, der bereits ein koaxiales Filter für 23cm gebaut hat. Er hatte dazu eine (französische) Excel Tabelle von F1FRV benutzt, um die Abmessungen des Filters zu berechnen. Ich habe zum Design den Onlinerechner von changpuak.ch benutzt, der ähnliche Ergebnisse liefert jedoch auf englisch ist.



Drawing not to scale. Just for illustration.

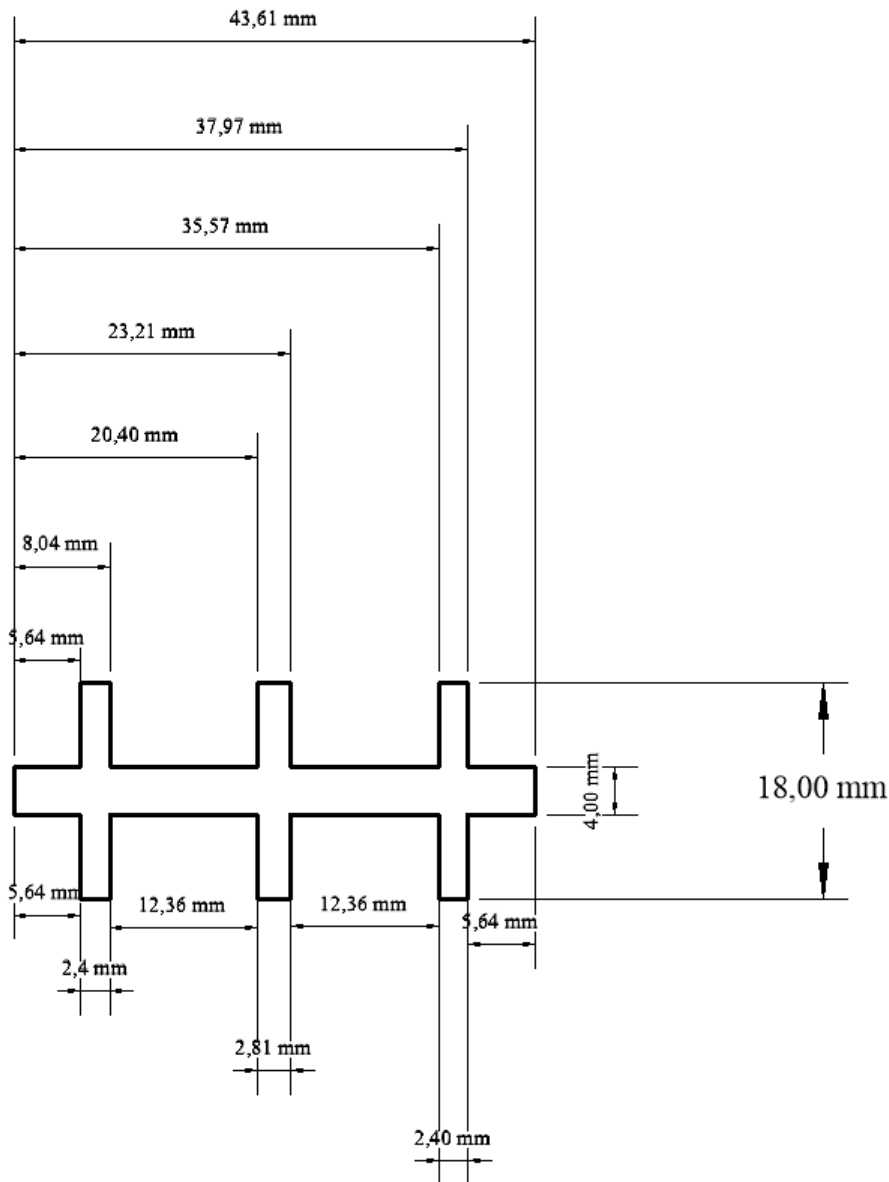
Cutoff Frequency	<input type="text" value="3500"/>	MHz
Order	<input type="text" value="7"/>	<input type="button" value="+"/> <input type="button" value="-"/>
Passband Ripple	<input type="text" value="0.01"/>	dB
First Element is	<input type="text" value="inductive"/>	▼
System Impedance	<input type="text" value="50"/>	Ω
Form of the Coax	<input checked="" type="radio"/> Round tube, round center	▼
Dielectrics, rel. Permittivity	<input type="text" value="Air, ε = 1.001"/>	▼
Tube inner Diameter / Width	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="mm"/> ▼
Smaller Diameter (ind.)	<input type="text" value="4.00"/>	<input type="button" value="+ 5%"/> <input type="button" value="- 5%"/> (High Impedance)
Larger Diameter (cap.)	<input type="text" value="18.00"/>	<input type="button" value="+ 5%"/> <input type="button" value="- 5%"/> (Low Impedance)
<input type="button" value="CALCULATE"/>		

Die Cutoff Frequenz habe ich auf 3,5 GHz gelegt. Etwas hoch, aber ich wollte vermeiden dass sie durch Toleranzen im Aufbau zu tief rutscht. Ein paar dB schlechtere Filterwirkung nehme ich gerne in Kauf wenn nur die Durchgangsdämpfung so gering wie möglich ist. Bei diesen Leistungen muss man mit jeden zehntel dB geizen.

Das ganze wird in ein Kupfer-Wasserrohr aus dem Baumarkt eingebaut. Dieses hat einen Innendurchmesser von 20mm.

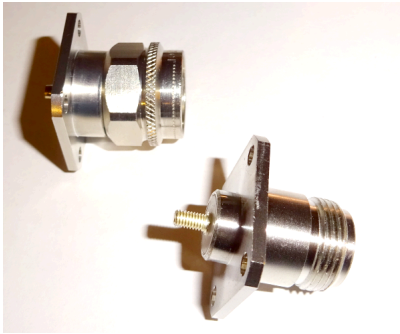
Als kleinsten Durchmesser für das Filter-Messigteil habe ich 4mm gewählt. So kann ich die Anschlüsse der N-Stecker/Buchsen gerade noch in eine entsprechende Bohrung bringen.

Mit obigen Eingaben werden die Abmessungen wie folgt berechnet:



Dieses Drehteil wurde von DL1EV gebaut, wofür ich mich nochmal bedanken möchte. Hier geht es um Hunderstel und die Abmessungen stimmen ganz genau.

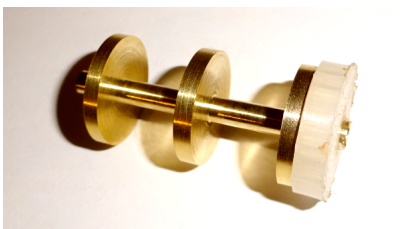
Folgende Teile werden benötigt:



Flanschstecker und Flanschbuchse. Die Auswahl an Flansch-Steckern ist sehr übersichtlich, ich war froh überhaupt einen gefunden zu haben. Beide Stecker sind von Telegärtner, nicht gerade ein Schnäppchen, aber gute Qualität, wenn man davon absieht dass der Innenleiter nicht vergoldet ist, was ich bei einem Stecker > 10 Eur eigentlich schon erwartet hätte. Die Flanschbuchse hat am Innenleiter ein M3-Gewinde. Das ist notwendig, da man beim Einbau des zweiten Steckern nicht mehr zum löten hinkommt.



ein passend abgelängtes Wasserleitungsrohr. Ich habe es 0,2mm zu lang gemacht, damit es nach dem Zusammenbau eine gute Presspassung gibt.



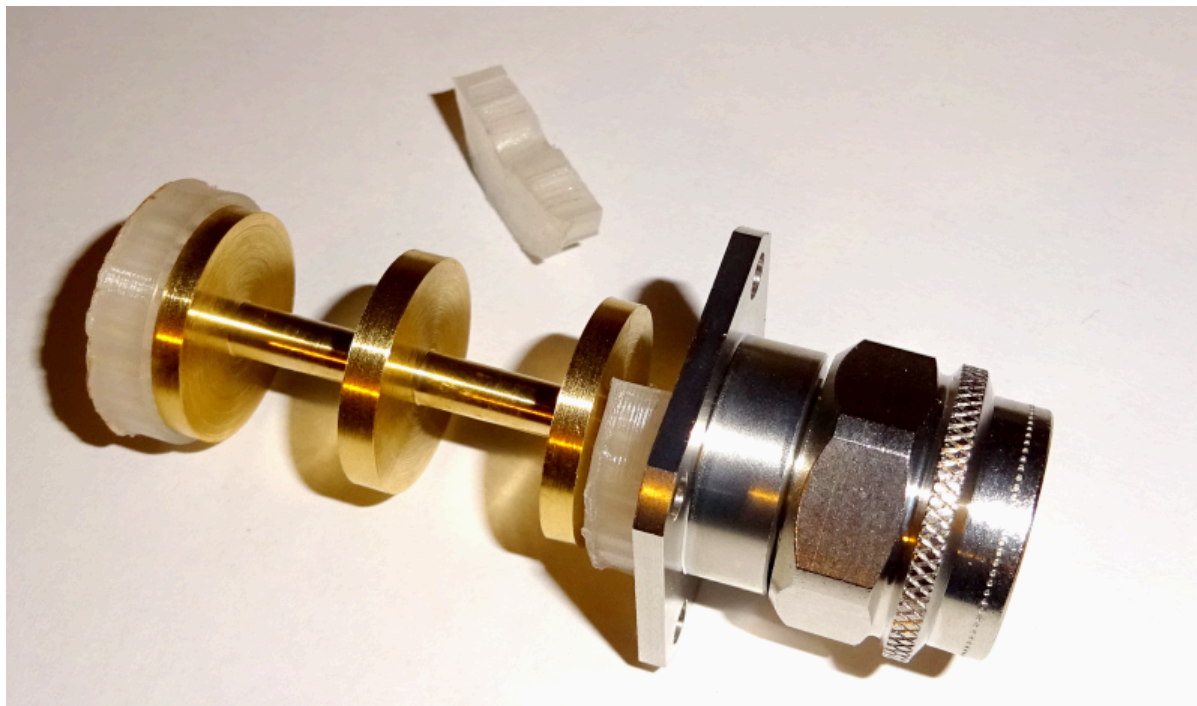
und das von DL1EV gefertigte Innenteil, auf einer Seite ist bereits ein Abstandshalter aus PP (3D gedruckt) aufgesteckt.

Diese Abstandshalter sind unbedingt erforderlich. Wenn das Teil nicht ganz genau im Rohr zentriert ist, funktioniert das Filter überhaupt nicht mehr.

Zusammenbau:

Als erstes habe ich den Flanschstecker in das passende Loch des Innenteils gelötet und dann vorne die Distanzscheibe aufgesteckt.

Die Distanzscheibe am Flanschstecker kann man natürlich nicht mehr aufstecken, daher habe ich sie mit einem Teppichmesser in zwei Teile getrennt und dann draufgelegt.



schließlich wurde das ganze ins Rohr eingeschoben und die Flanschbuchse aufgeschraubt bis zu einer handfesten Klemmung.



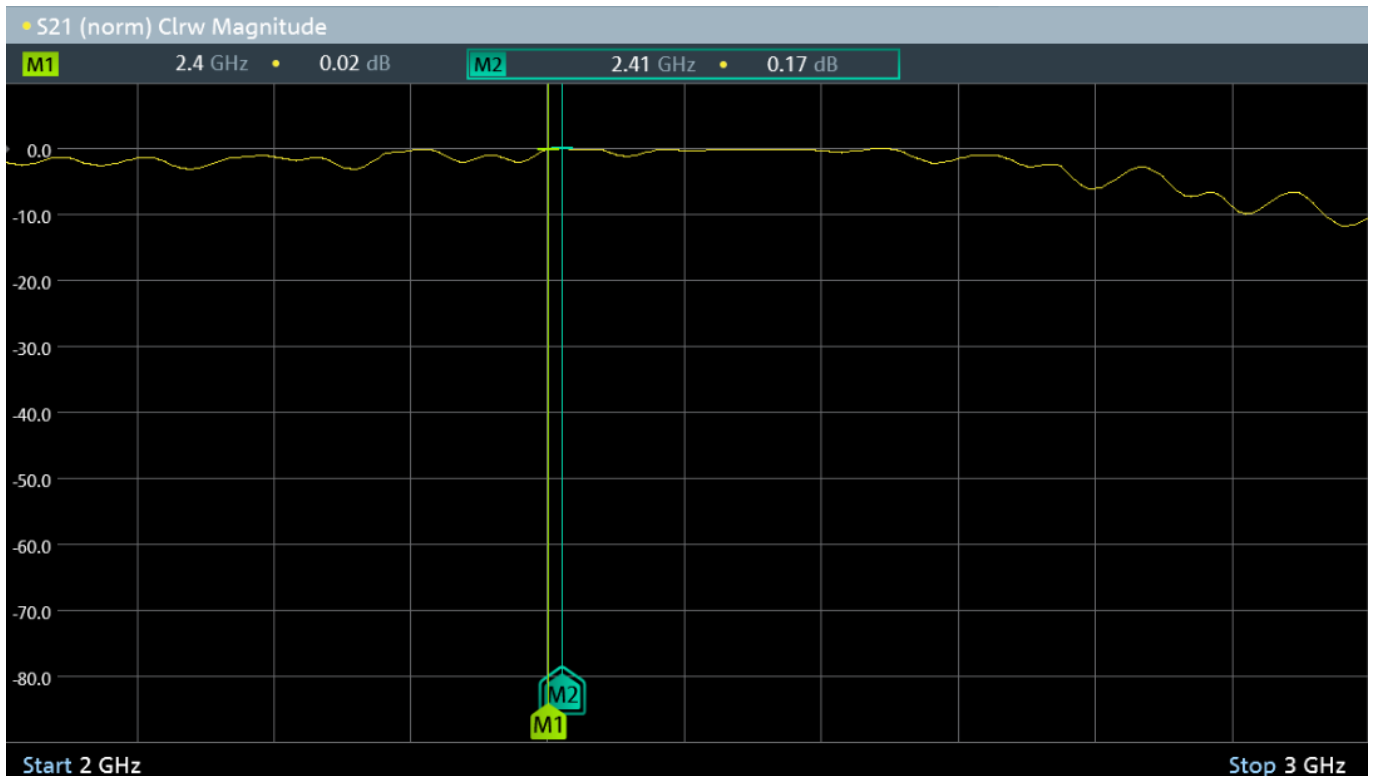
zuletzt wurde das ganze noch mit vier Gewindestangen fest verschraubt.

Zwischen Stecker und Rohr ist die Masse nur durch eine Klemmung gegeben. Das begeistert mich nicht wirklich, ist aber nicht anders zu machen. Ich hoffe die Langzeitstabilität des Filters leidet nicht unter dieser Klemmung.

Messungen:

jetzt wirds schwierig, da meine Messmöglichkeiten nur bis 3 GHz gehen.

Daher habe ich als erstes die Durchgangsdämpfung gemessen:



diese wurde mit 0,02 bis 0,17 dB gemessen. Man muss allerdings gestehen, dass so geringe Dämpfungen nicht mehr präzise gemessen werden können, es sei denn man hat einen Analyser vom Preis eines Einfamilienhauses.

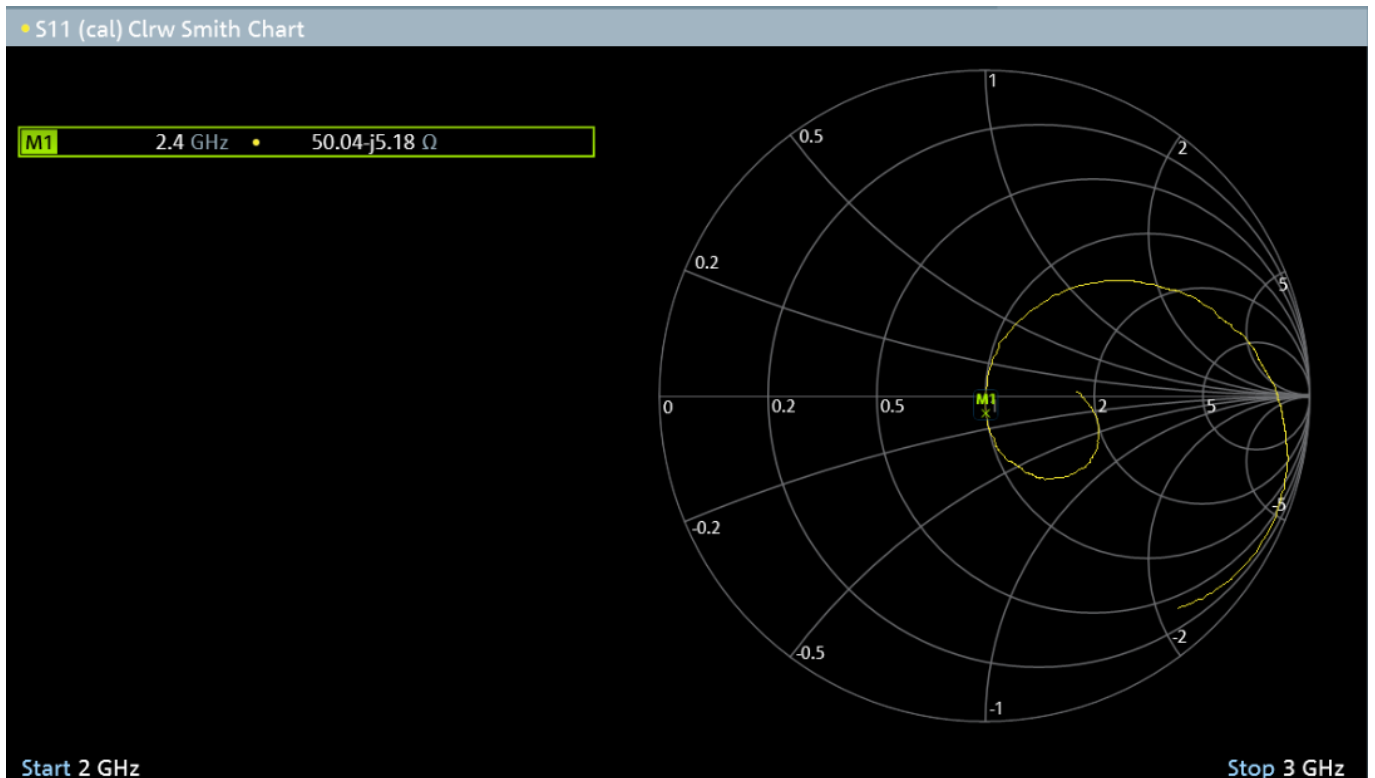
Ich rechne mal mit 0,2dB. Was bedeutet das bei einer Sendeleistung von 75 Watt: Durch die Dämpfung von 0,2dB verliert man 2,6 Watt. Ich denke das ist kein Problem.

Wie sieht es mit der Anpassung aus:

diese liegt bei 65 Ohm, hat jedoch einen kapazitiven Anteil. Das ist wohl auch der Grund für die oben zu sehende Welligkeit. Nach einem Tipp von Alois, DL8RAM, bin ich auf die Suche gegangen und habe als Ursache die Abstandsringe ausgemacht. Diese sind zwar aus PP (Polypropylen), einem Material dass praktisch nicht auf 2,4GHz reagiert, jedoch hat es andere dielektrische Eigenschaften als Luft, was zu der schlechten Anpassung führt.

Ich habe die Ringe also entfernt und den Abstand durch dünne Pappstreifen gemacht. Diese Streifen haben praktisch gleiche Eigenschaften wie Luft, zumindest solange sie trocken bleiben.

Jetzt sieht das ganze so aus:



50 Ohm und nur winziger kapazitiver Anteil, das entspricht einem Eingangs-SWR von 1,1 : 1, oder einem Return-Loss von 26dB. So passt das.

Eines ist mir jedoch schleierhaft: Das Filter hat gerade auf 2,4 GHz die optimale Anpassung. Das war so nicht beabsichtigt. Eigentlich sollte es auf allen Frequenzen unter ca. 2,8 GHz überall eine gute Anpassung haben. Irgendetwas ist da faul. Scheinbar gibt es knapp über 2,4GHz eine Resonanz innerhalb des Filters, diese passt gerade, Glück gehabt.

Trotzdem bedarf das weiterer Untersuchungen. Ich gebe das Filter zunächst mal einem OM der bis über 10 GHz messen kann. Sobald ich Ergebnisse habe werde ich diese hier zeigen.

From: <http://projects.dj0abr.de/> - **DJ0ABR Projects**

Permanent link: <http://projects.dj0abr.de/doku.php?id=de:sat:filter2400>

Last update: **2021/06/14 22:41**

