

Bericht über eine DVB T2 Antenne und einen DVB-T2 Bandpass

Wilhelm, DL6DCA, 26.07.2024



Aufmacherbild: Kommerzielle log.-per. Antenne für DVB-T2 [1]

Nach über 20 Jahren steht die Renovierung unserer TV-Sat Anlage an. In den letzten Monaten gab es bei größeren Regenwolken regelmäßig Bild-/ Tonausfälle. Es liegt mit Sicherheit auch an der Anlage, wo die Kabel und F-Verschraubungen nicht mehr die besten sind. Das gilt erst recht für den LNB und auch für den Multiswitch. Aber auch die schöne Lindenallee vorm Haus ist in den Jahrzehnten gewachsen und mittlerweile können wir die Astra Satelliten nur noch durch die Begrünung sehen. Einen Alternativstandort auf dem Grundstück gibt es, auch wegen der Nachbarbebauung, nicht. Meine qo-100 Station ist auch bereits ein Kompromiss und die Dämpfung durch die teilweise abdeckende Baumbegrünung erfordert eine höhere Sendeleistung.

Auf der Suche nach Alternativen habe ich einmal untersucht, ob DVB-T2 eine solche sein kann, da wir meistens die öffentlich rechtlichen Programme bevorzugt ansehen. Um dieses zu testen, habe ich mir eine kommerzielle Antenne zugelegt [1]. Es handelt sich um eine logarithmisch-periodische Antenne für den DVB-T2 Bereich, die lat. Herstellerangaben ca. 7 dB Gewinn hat, wobei verschwiegen wird ob dBi oder dBD; ich gehe mal von dBi aus.

Ein Blick auf die zahlreichen Versorgungskarten im Internet ergab, dass mein Standort über eine gute Feldstärke verfügen soll. Die im Umkreis von 20 km bestehenden Senderstandorte mit Vollversorgung sind die Sender Langenberg und Dortmund. Aus dem erdgeschossig gelegenen Shack schaut man durchs Fenster in Richtung Langenberg.

Der Sender Langenberg sendet die DVB-T2 Signale der öffentlich rechtlichen und somit frei empfangbaren Sender auf den Kanälen 25 (506 MHz, WDR Mitte), 29 (538 MHz, ZDF), 35 (586 MHz, ARD) und 46 (674, WDR-West) aus. Auf drei weiteren Kanälen wird pay-TV verbreitet.

Also einfach einmal ausprobiert und das TV-Gerät mit der Antenne verbunden und mit vertikaler Polarisation (entsprechend Senderausstrahlung Langenberg) aus dem Shack Richtung Fenster probiert. Der Sendersuchlauf am TV ergab in kurzer Zeit vollen Erfolg. Alle angebotenen Programme waren einwandfrei und in HD zu empfangen. Also ein guter Einstieg. Wenn man die Antenne aus der Richtung drehte, waren erst bei quasi entgegengesetzter Richtung in den Raum hinein, Bildausfälle zu bemerken. Lag doch nahe, jetzt auch das ganze messtechnisch zu untersuchen.

Als Empfänger diente der TinySA-Ultra Spektrumanalyser. Da er über einen 50 Ω Eingang verfügt, wurde ein Anpassglied auf 75 Ω mit ca. 0,5 dB Verlust zwischengeschaltet. Wie man Bild 2 entnehmen kann, liegen die Signale zwischen 31 und 38 dB μ V; für einen sicheren Empfang sollten sie bei besser 35 dB μ V liegen. Geplant ist, die Antenne im Rahmen der Erneuerung der Sat-Anlage auch über Dach zu bringen, wo die DVBT-Antenne dann fast freie Sicht auf den Sender Langenberg hat. Die Eingangsfeldstärke dürfte dann deutlich über der im Shack, als geschlossen Raum, liegen und einen ausreichenden Pegel zur Verfügung stellen. Zur Verteilung zu den verschiedenen Empfangsstellen im Haus soll das Signal über den SAT-Multiswitch, mit entsprechendem Eingang, verstärkt und verteilt werden; nicht ganz unproblematisch wie ich noch später beschreiben werde.

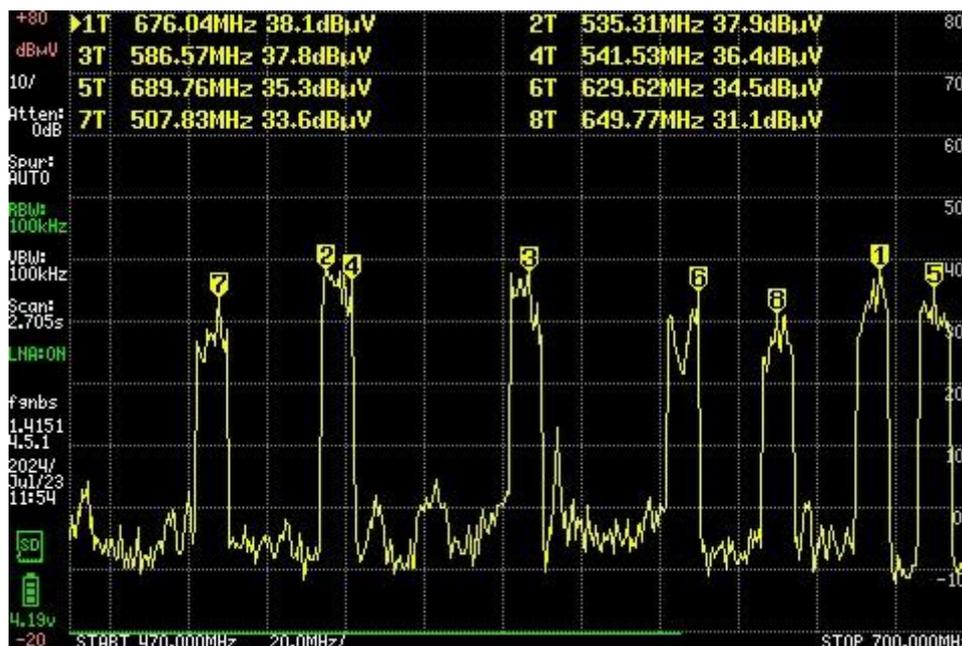


Bild 2: Feldstärken DVB-T2 Empfang im Shack

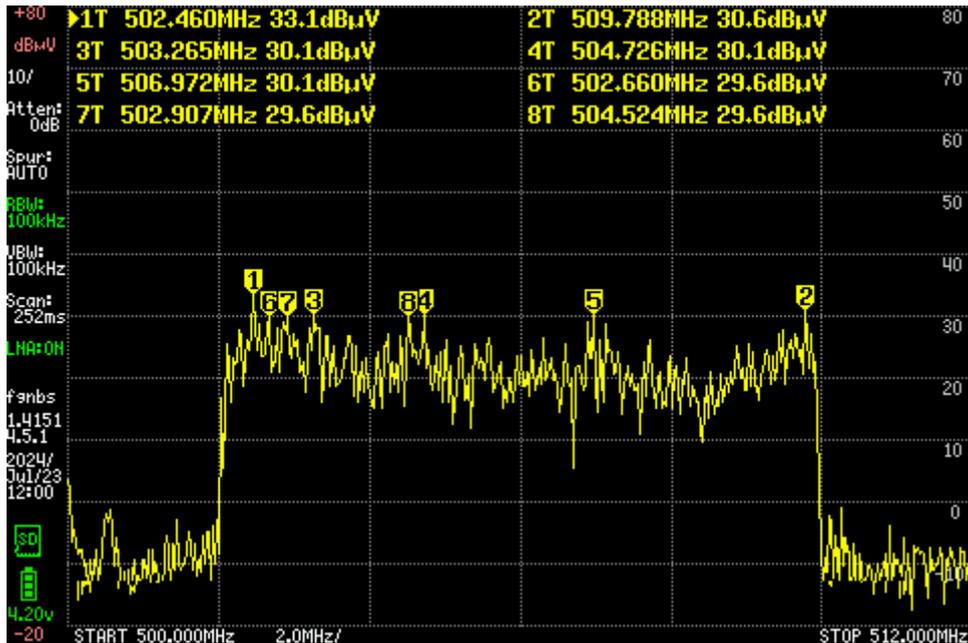


Bild 3: Detailaufnahme von Kanal 25

Auf Bild 3 kann man entnehmen, dass der Kanal 8 MHz breit ist. Er überträgt in diesem Falle 5 TV-Kanäle in HD. Bei anderen Kanälen sind es bis zu 8 TV-Programme. Dazu kommen dann noch die Hörfunkprogramme sowie Datendienste.



Bild 4: Neuer Multiswitch mit Eingang für terrestrische Signale 47 MHz bis 862 MHz

Bild 4 zeigt den neuen Multiswitch mit einem Eingang für terrestrische Signale im Bereich von 47 MHz bis 862 MHz (grüner Pfeil).



Bild 6: Sat-Anlage und AFU-Antennen

Bei Bild 6 wird deutlich, wie dicht die SAT-Anlage und AFU-Antennen beieinander positioniert sind. Die DVB-T2 Antenne soll unterhalb des Spiegels angebracht werden (roter Pfeil), also auch recht dicht an den AFU-Antennen. Genau hier sehe ich aber schon Probleme. Der Verstärker im Multiswitch umfasst auch das 6 m, 4 m, 2 m und 70 cm Afu-Band. Bei den durchaus 100 W Sendeleistung bei einem Teil der AFU-Bänder dürfte der Verstärker restlos überfahren und gefährdet sein. Selbst wenn die Halbleiter es aushalten, so ist doch mit entsprechenden Verzerrungen in Bild und Ton zu rechnen. Was ist also zu tun?

Eine erste Überlegung war, im Empfangszweig abgestimmte Stub`s als Saugkreis zu verbauen. Da hier aber insgesamt mindestens 4 Bänder betroffen sind, würde es ein doch unhandlicher Kabelverbau mit zahlreichen koaxialen Verbindern sein. Über die entsprechende Dämpfung durch die zahlreichen Stoßstellen in den Steckern wollen wir nicht reden. Daher wurde dieser Gedanke verworfen und über ein entsprechendes Bandpassfilter nachgedacht. Letzteres lässt die gewünschten DVBT-T2 Frequenzen weitestgehend ungedämpft durch und schneidet alle darüber und darunter liegenden Frequenzbereiche durch eine möglichst hohe Dämpfung ab. Ein ähnliches Filter hatte ich ja schon zum Einsatz in der qo-100 Empfangsanlage gebaut und vorgestellt [2].

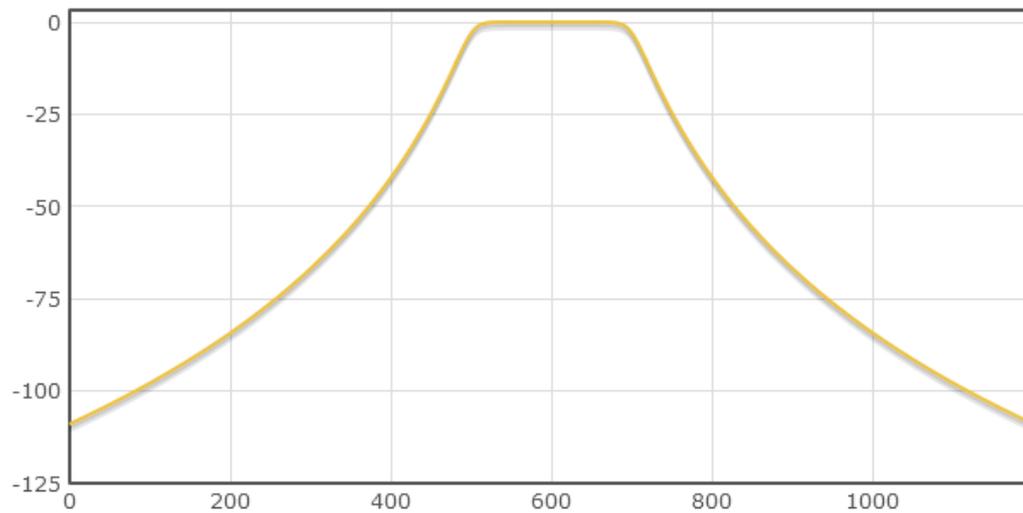
Da die von mir benötigten Kanäle im Frequenzbereich von 506 MHz bis 678 MHz liegen, wurde die Berechnung nach [3] für 500 MHz bis 700 MHz vorgenommen. Bei der Anzahl der Filterelemente habe ich mich für 7 entschieden, da eine hohe Flankensteilheit durch das nahe 70 cm Band erforderlich ist.

Hier nun die Berechnungsergebnisse:

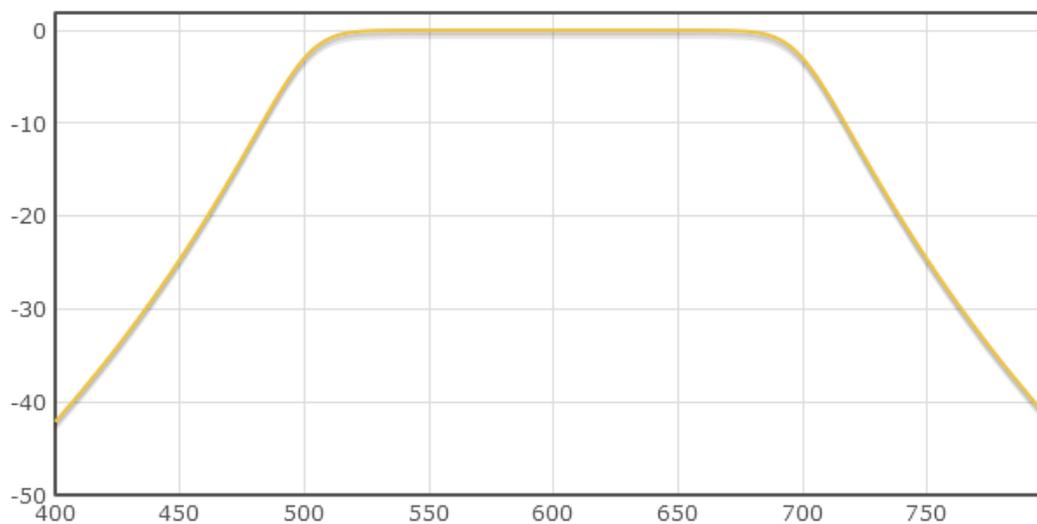
REQUIREMENTS

Center Frequency	<input type="text" value="600"/>	[MHz]	
Bandwidth	<input type="text" value="200"/>	[MHz]	
Elements	<input type="text" value="7"/>		<input type="button" value="+"/> <input type="button" value="-"/>
Passband Ripple	<input type="text" value="0"/>	[dB]	
Impedance	<input type="text" value="75"/>	[Ω]	
Ground plane space	<input type="text" value="30"/>	<input checked="" type="radio"/> mm <input type="radio"/> inch	
Rod diameter	<input type="text" value="8"/>	<input checked="" type="radio"/> mm <input type="radio"/> inch	
End plate to rod	<input type="text" value="15"/>	<input checked="" type="radio"/> mm <input type="radio"/> inch	

AMPLITUDE RESPONSE, SPAN : [MHz]



AMPLITUDE RESPONSE, SPAN : [MHz]



DESIGN DATA FOR YOUR BANDPASS

Interdigital Bandpass Filter, based on work of Jerry Hinshaw,
Shahrokh Monemzadeh (1985) and Dale Heatherington (1996).
www.changpuak.ch/electronics/interdigital_bandpass_filter_designer.php
Javascript Version : 09. Jan 2014

Design data for a 7 section interdigital bandpass filter.

Center Frequency : 600 MHz
Passband Ripple : 0 dB
System Impedance : 75 Ohm
Cutoff Frequency : 500 MHz and 700 MHz
Bandwidth (3dB) : 200 MHz
Fractional Bandwidth : 0.3333
Filter Q : 3
Estimated Qu : 2012.73
Loss, based on this Qu : 0.058 dB
Passband Delay : 7.152 ns

Quarter Wavelength : 124.91 mm or 4.918 inch
Length interior Element : 117.22 mm or 4.615 inch
Length of end Element : 135.37 mm or 5.330 inch
Ground plane space : 30 mm or 1.181 inch
Rod Diameter : 8 mm or 0.315 inch
End plate to center of Rod : 15 mm or 0.591 inch
Tap to shorted End : 62.32 mm or 2.453 inch
Impedance end Rod : 88.549 Ohm
Impedance inner Rod : 93.734 Ohm
Impedance ext. line : 75.000 Ohm

DESIGN DATA FOR YOUR BANDPASS

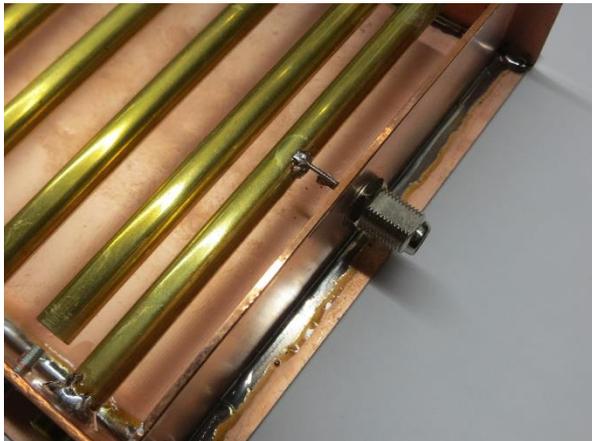
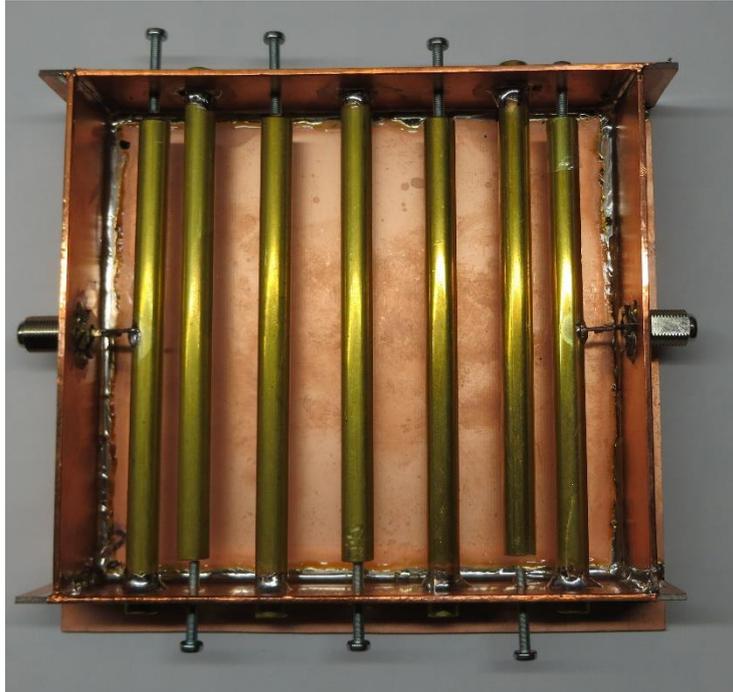
Impedance ext. line : 75.000 Ohm

**** Dimensions, mm (inch) ****				
#	End to Center	Center-Center	G[k]	Q/Coup
0	0.00 (0.000)			
1	15.00 (0.591)	12.23 (0.482)	0.445	1.342
2	27.23 (1.072)	18.99 (0.748)	1.247	0.667
3	46.22 (1.820)	21.22 (0.835)	1.802	0.527
4	67.44 (2.655)	21.22 (0.835)	2.000	0.527
5	88.66 (3.491)	18.99 (0.748)	1.802	0.667
6	107.65 (4.238)	12.23 (0.482)	1.247	1.342
7	119.88 (4.720)	0.00 (0.000)	0.445	0.445
8	134.88 (5.310)			

**** Box inside dimensions ****
Height : 124.91 mm or 4.918 inch
Length : 134.88 mm or 5.310 inch
Depth : 30.00 mm or 1.181 inch

Bild 7: Berechnungsergebnisse nach Changpuak [3]

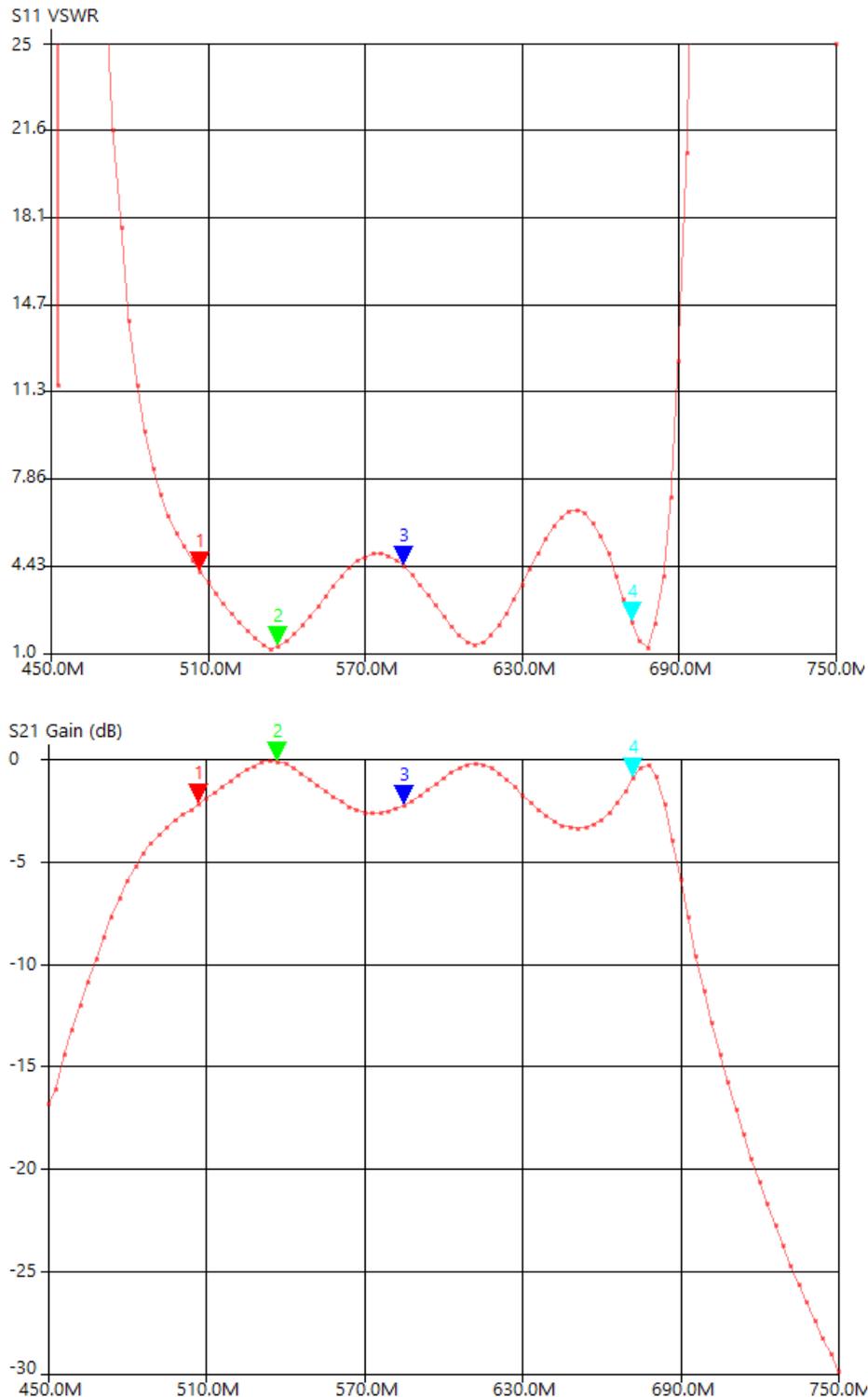
Wie man den beiden grafischen Auswertungen entnehmen kann, werden die KW-Bänder bis einschl. 2 m Band voraussichtlich über 90 dB gedämpft. Das 70 cm Band liegt doch recht nahe an Kanal 25, aber auch hier ist mit einer Dämpfung von 30 dB zu rechnen. Also in die mechanische Werkstatt und das Filter einmal aufgebaut. Die technische Ausführung entspricht der für mein bisher beschriebenes Filter für den qo-100 Einsatz [2]. In dem Bericht sind auch einige Aufbauhinweise und Tricks beschrieben, die ich hier nicht wiederholen möchte.



Bilder 8, 9, 10 : Filter aufgebaut, noch ohne Deckel

Jetzt stellt sich natürlich die Frage, ob die berechneten Messergebnisse erreicht werden. Da das Filter in 75Ω Technik berechnet und ausgeführt ist, habe ich die in [4] beschriebenen Anpassglieder $50 / 75 \Omega$ eingesetzt und in die Kalibrierung des NanoVNA-SAA einbezogen. Die auf den Fotos noch sichtbaren Abstimm-schrauben aus Stahl wurden gegen Messing-schrauben ausgetauscht. Der Abgleich ist bei 7 Abgleichmöglichkeiten die sich gegenseitig beeinflussen etwas fummelig, aber in der Ruhe liegt die Kraft.

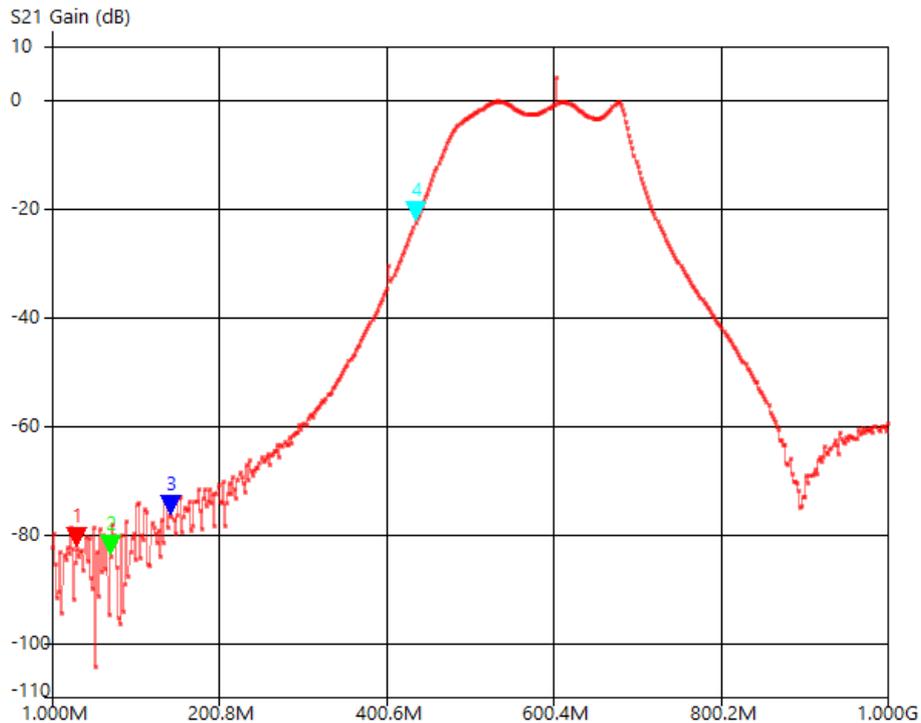
Hier die Messergebnisse:



Wenn man sich das SWR ansieht, ist es nicht so ganz überzeugend. Da es sich aber um einen reinen Empfangszweig handelt, will ich mit den Ergebnissen für den einfachen Aufbau zufrieden sein.

Wichtiger ist das S21 (Durchgangsdämpfung / Filterverhalten als Bandpass). Hier wird das berechnete Ergebnis auch nicht ganz erreicht, aber es sind für den Einsatzzweck akzeptable Werte.

Marker 1: 507 MHz SWR 1 : 4,2 S21 -2,2 dB
 Marker 2: 537 MHz SWR 1 : 1,2 S21 -0,2 dB
 Marker 3: 585 MHz SWR 1 : 4,4 S21 -2,3 dB
 Marker 4: 672 MHz SWR 1 : 2,2 S21 -0,9 dB



Was jetzt noch interessiert ist ja der Zweck des Bandpasses, nämlich die Dämpfung im Bereich der AFU Frequenzen:

Marker 1: 30 MHz S21 -82,9 dB
 Marker 2: 70 MHz S21 -84,1 dB
 Marker 3: 145 MHz S21 -77,0 dB
 Marker 4: 435 MHz S21 -22,6 dB

Die erzielten Ergebnisse sind durchaus zufriedenstellend und liegen im berechneten Bereich. Die bei -80 dB liegenden Messwerte dürften sogar noch besser sein, da hier die Messgrenze des NanoVNA durch sein Grundrauschen liegt. Für mich insgesamt ein erfolgreicher Aufbau des Bandpasses. Die von der Berechnung abweichende Welligkeit dürfte durchaus mit den Lötverbindungen der Bandpasselemente zu erklären sein. Vielleicht versuche ich bei Gelegenheit noch einmal einen anderen Aufbau mit massiven und nur verschraubten Aluminium Vollstäben entsprechend dem Aufbau meiner 13 cm Filter [5].



Bild 11: fertiges und lackiertes Bandpassfilter

Jetzt muss sich das ganze nur noch in der Praxis bewähren. Sollte die Dämpfung für das 70 cm Band nicht ausreichen, werde ich dort noch einen Saugkreis aus Koaxialkabel einfügen. Hat insgesamt wieder Freude bereitet sich mit der Thematik zu beschäftigen.

Für denjenigen, der die Antenne nachbauen möchte hier noch ein paar maßliche Angaben und erklärende Bilder:

Boomrohr blankes Alu-Rechteckrohr 14 / 14 mm

Antennenelemente blanke 4 mm Aluvollstäbe

Element Nr.	Abstand		Elementlänge
Boom Vorderkante	0		
1	2,55	2,55	4,80
2	1,65	4,20	5,40
3	1,90	6,10	6,20
4	2,05	8,15	6,95
5	2,50	10,65	8,00
6	2,50	13,15	8,95
7	3,05	16,20	10,30
8	3,60	19,80	11,50
9	3,60	23,40	13,05
10	4,25	27,65	14,80
Bomm Kurzschl	3,30	30,95	

Angaben in cm



Bild 12: Koaxialkabelanschluss vorne



Bild 13: Verpresste Strahlerelemente



Bild 14: Abstand letztes Element zum Kurzschluss (gleichz. Mastbefestigung)



Bild 15: Halter (=Boom-Kurzschluss) und N-Buchse

Vorne sind die beiden Boomelemente isoliert in einem Abstand von 8,7 mm und hinten am „Kurzschluss“ 9,7 mm angeordnet. Mit dieser Schräge in der Boomführung kann man das SWR beeinflussen! Das Koaxialkabel wird durch den „masseseitigen“ Boom geführt. Die Strahlerelemente sind eingepresst. Dieses kann man auch selber machen, indem die Bohrung im Boom mit 3,8 – 3,9 mm Bohrer erfolgt und die Elemente mit leichtem Hammerschlag eingetrieben werden.

Viel Spaß beim Nachbau und viel Erfolg.

Über Rückfragen, Anmerkungen, Verbesserungsvorschläge würde ich mich freuen. Kontakt bitte per Mail dl6dca@darc.de oder Ortsfrequenz 144,575MHz.

73 de Wilhelm DL6DCA

[1]: https://www.reichelt.de/dachantenne-dvb-t-t2-passiv-wit-k-103134-p325992.html?&trstct=pol_6&NBC=1

[2]: https://www.darc.de/fileadmin/filemounts/distrikte/o/ortsverbaende/38/Bilder_f%C3%BCr_die_HP/Projekte/BP_739_05092020_neu.pdf

[3]: https://www.changpuak.ch/electronics/interdigital_bandpass_filter_designer.php

[4]: https://www.darc.de/fileadmin/filemounts/distrikte/o/ortsverbaende/38/Downloads/Bericht_Anpassglied.pdf

[5]: https://www.darc.de/fileadmin/filemounts/distrikte/o/ortsverbaende/38/Infos_links_o._Anm/Interdigitalfilter_2_4GHz.pdf