Basteltagebuch

Experimente mit dem HOBO

Version 005

Jörn Bartels, DK7JB
Am Tannenkamp 5
49088 Osnabrück
Tel.: 0541-1505092
dk7jb@yahoo.de
http://www.bartelsos.de/dk7jb.php

Oktober 2014

Experimente mit dem HOBO

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung ____ 5

2 Experimente mit Quarzfiltern (Ende 2010) ____ 6

2.1 Die Schaltung ____ 6

2.2 Der SSB-Filter ____ 8

2.3 CW Filter ____ 10

2.4 Vergleich mit dem Hobo-Originalfiltern ____ 11

2.5 Höhrtest ____ 11

2.6 Messungen mit Rauschgenerator und Spectrogram ____ 13

2.7 Solf Quarzfilter von Manfred DL4ZBY ____ 15

2.8 SSB Modul ____ 18

2.8.1 Quarzfilter live im Hobo vermessen (von Dietmar DL2BZE) ____ 18

3 Was ist die Gruppenlaufzeit? Versuch einer einfachen Erklärung (2009) ____ 19

3.1 Messung der Gruppenlaufzeit – Ein kleiner Ausblick ____ 19

4 Experimente mit den Hobo-Preselectoren (Ende 2010) ____ 22

4.1 Hobo 40m Bandmodul – der TX Preselector ____ 23

4.2 Hobo 40m Bandmodul – der RX Preselector ____ 23

4.3 Nachtrag zur Arbeit mit dem Messadapter (Juni 2012) ____ 24

4.4 Rx-Preselector mit Ringkernen ____ 25

4.5 Vergleich der beiden Aufbauten ____ 26

4.6 Schlussbetrachtung ____ 26

5 Weitere Hinweise zu dem Bandmodul (Juni 2012) ____ 27

5.1 Vorbereitung für die Untersuchung der Bandfiltermodule ____ 27

5.1.1 Hobo DDS Filter prüfen ____ 29

5.1.2 DDS Filter von DK7JB (Juni 2012) ____ 29

6 Hobo-Frequenzplan – Lage der VFO-/BFO-Frequenzen (Mai 2010) ____ 30

7 Pegelplan von Dietmar DL2BZE ____ 33

8 Messadapter von DK7JB (Juni 2012) ____ 34

9 Ausgangstiefpässe ____ 35

9.1.1 Tiefpässe von DK7JB (Juni 2012) ____ 35

10 TX-Pre-Amplifier Unit (Juni 2012) ____ 36

11 Gedanken und Erklärungen zum Hobo _____ 37

11.1 Spannungseinbrüche beim HOBO - fehlende Sendeleistung _____ 37

11.2 Funktionsweise des Hobo-Schaltmischers _____ 37

11.3 Pfeifstelle beim Hobo _____ 37

12 Link Sammlung _____ 39

13 Erklärung des Menüs _____ 40

1 Einleitung

Im Jahre 2010 habe ich den Hobo gebaut und so meine Bastelzeit als Funkamateur begonnen. Die modulare Bauweise hat mich zu einigen Experimenten angeregt, von denen ich hier berichten möchte. In den darauf folgenden Jahren hat sich der Messpark erweitert und wurde auf den Hobo losgelassen.
In den letzten beiden Jahren habe ich angefangen meine Basteleien besser zu dokumentieren. Rund um den Hobo habe ich alte und neue Untersuchungen zusammen getragen. Weiterhin wurde ich um Mithilfe gebeten, da einer meiner Funkfreunde wiederum selbst um Mithilfe bei der Abstimmung eines HOBOs gebeten wurde.

In den folgenden Kapiteln findet ihr also viele Messungen, die mit dem VNWA durchgeführt worden sind. Die Messungen sind nicht chronologisch geordnet, sondern inhaltlich. Daher kann es passieren, dass von Ergebnissen berichtet wird, die mit sehr einfachen Messmitteln durchgeführt worden sind. Es kann auch nicht mehr alles überprüft werden, was vor dieser langen Zeit experimentiert worden ist. Die hier gemachten Erfahrungen möchte ich euch nicht vorenthalten. Um die Verständlichkeit zu erhöhen, werden die Überschriften mit dem Datum der Erstellung versehen.
Ergänzt wird der Bericht durch einige Beiträge aus dem deutschen QRP Forum. Es entsteht so ein Dokument, welches alle Informationen enthält, die ich für meinen Hobo benötige und ohne dass ich jeweils stundenlang suchen muss.

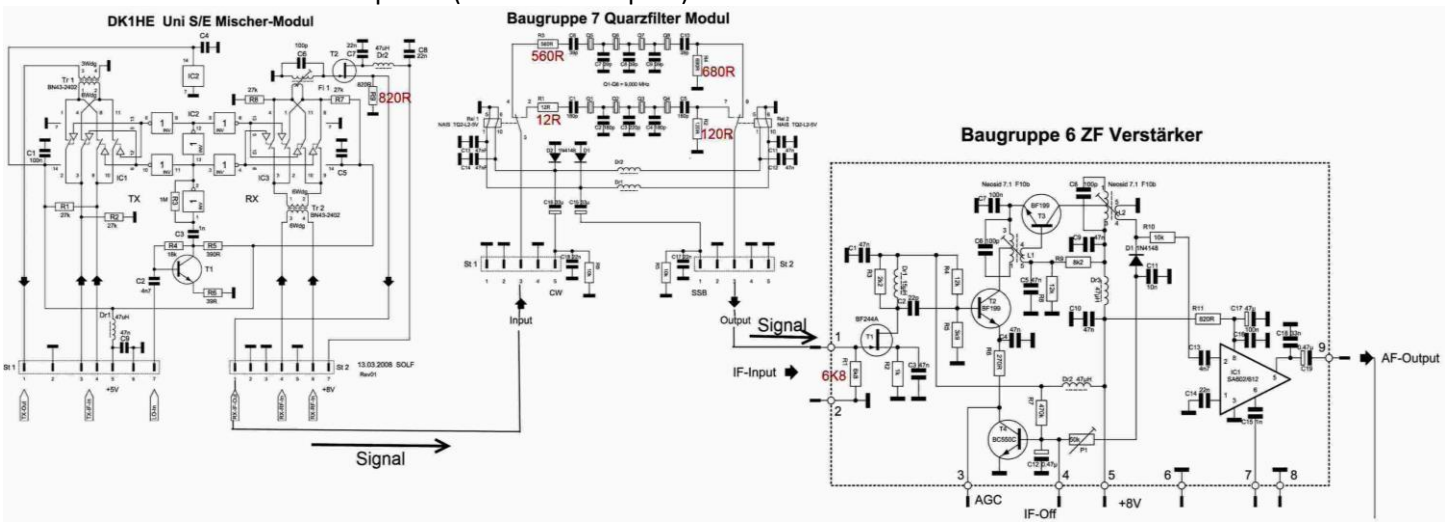
Ich bedanke mich bei QRPproject für die Erlaubnis Auszüge und Schaltpläne aus der Baumappe des HOBOs hier abdrucken zu dürfen. Dieses Dokument ist für den Duplexdruck optimiert um Papier zu sparen.

Solltet ihr mit diesem Dokument etwas anfangen können, würde ich mich über eine Email freuen. Solltet ihr Fehler finden, schreibt mir auch eine Email, damit ich sie verbessern kann. Die Adresse findet ihr auf der ersten Seite.

Grüße Jörn

2 Experimente mit Quarzfiltern (Ende 2010)

Hier möchte ich meine Experimente mit dem HOBO-Quarzfilter-Modul schildern. Mit dem VNWA wurden sehr viele 9MHz Quarze ausgemessen und selektiert. Der Hauptgrund meiner Experimente war die Neugierde. Können steilere Filter, die gut aufgebaut; sind das Hörverhalten verbessern? Im deutschen QRP-Forum wurden unterschiedliche Meinungen gut begründet dargelegt, was mein Interesse geweckt hat. Desweiteren war ich neugierig, wie leicht es ist diese Filter aufzubauen.
Die Modulbauweise vom Hobo hat mir diese „Spielereien“ einfach gemacht. Ein Vergleich war immer möglich und es konnte durch den Austausch der Module nichts kaputt-repariert werden. Das Verändern der unterschiedlichen Schaltungskomponenten hilft mir tiefer in die Materie einzudringen. Veränderungen am Preselector-Modul stehen auch kurz vor der Abschlusshörprobe (s. nächstes Kapitel).



2.1 Die Schaltung

Das Mischermodul hat eine Ausgangsimpedanz von geschätzt 60-100 Ohm und der ZF-Verstärker hat am Eingang einen FET mit einem 6K8 Widerstand nach Masse[1]. Beim originalen Aufbau nach Baumappe erfolgt die Eingangsanpassung des Quarzfilters mit Widerständen, was eine höhere Dämpfung hervorruft. Bei meinem Aufbau erfolgt die Anpassung am Eingang durch einen Doppellochkern, was die Dämpfung verringert. Am Ausgang der neuen Quarzfilter werde ich wie beim Originalaufbau die Anpassung durch Parallelwiderstände durchführen.

Die Schwierigkeit beim Aufbau von Quarzfiltern besteht im Ausmessen der Quarzdaten und beim Selektieren der Quarze. Mit dem VNWA und dem eingebauten Quarztool ist es aber nur noch Fleißarbeit. Der Wert für Cp (manchmal auch Co genannt) sollte dann aber doch besser mit dem Messgerät von AADE oder einem vergleichbaren Gerät gemessen werden. Bei mir hat sich sehr ein TH2821 mit SMD-Pinzette bewährt.

Die Quarze wurden nach hoher Güte und geringen Abweichungen bei der Serienresonanz und der Induktivität Lm ausgesucht. Nähere Informationen findet ihr in den vorzüglichen Abhandlungen und Hinweisen von Horst:

- http://fa-nwt.akadns.de/blogs/blog4.php/2010/05/26/ladderfilter-simulation-und-wirklichkeit#more159
- http://fa-nwt.akadns.de/blogs/blog4.ph
- http://fa-nwt.akadns.de/blogs/media/blogs/dj6ev/quarzfilter/Quarzfilter_Rev2.pdf
- http://www.qrpforum.de/index.php?page=Attachment&attachmentID=8143&h=daa316f5dedc52893fdea225e59ba89f87f7f344
- http://www.qrpforum.de/index.php?page=Attachment&attachmentID=8144&h=a3d183df31286133d8dc8922acca3c9e526a7ed6er
- Und sein Programm zur Berechnung der Ladderfilter:
  http://fa-nwt.akadns.de/blogs/media/blogs/dj6ev/quarzfilter/deDishal203.zip

In seiner FAQ zum Bau von Ladderfilter hat Horst sehr anschaulich dargelegt, welchen Einfluss bei Ladder-Filtern die Quarzgüte hat, besonders bei 9MHz. Aus diesem Grund habe ich nur Quarze mit einer möglichst hohen Güte verbaut. Je höher die Güte ist, umso weniger sind die Schultern der Filterkurve verrundet und die Dämpfung ist geringer. Bei mir liegt die Güte bei allen Quarzen über 180000.

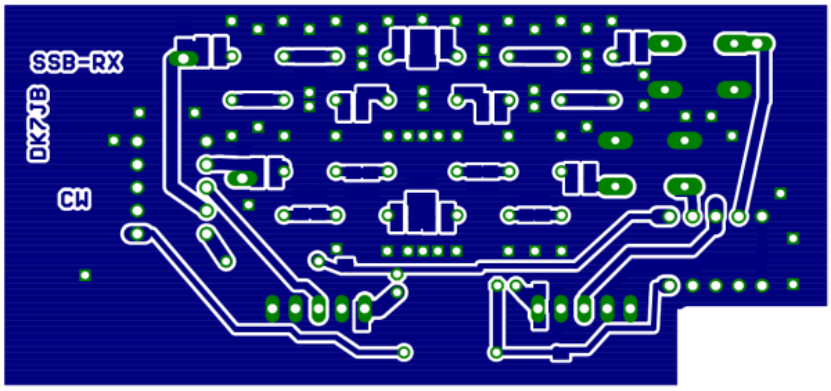
[1] HOBO-Quarzfilter-Experimente:
http://www.qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=5610&highlight=hobo+Quarzfilter

Ich halte den Nachbau nur für möglich, wenn die notwendigen Messmittel vorhanden sind. Ohne VNWA oder vergleichbare Geräte können die Quarz-Ersatzdaten nicht ermittelt werden. Somit sind diese Experimente weit außerhalb eines Bausatzes – glaube ich jedenfalls.
Das Selektieren der Quarze hat viele Stunden gedauert und die Kapazitäten müssen auch sehr genau gemessen werden können. Ich habe das Gerät von AADE verwendet und vorher auf Genauigkeit überprüft. Desweiteren wurden die Filter auf einer geätzten Platine aufgebaut und die Kapazität der Leiterbahnzüge vermessen und bei der Wahl der Kondensatoren berücksichtigt. Fehler von 1pF bei allen Kondensatoren lassen sich im veränderten Filterverlauf nachweisen. Bei wir wurden alle Ck-Kondensatoren um 3,0pF verringert. (s. Filterschaltplan auf der nächsten Seite) Bei späteren Filteraufbauten werde ich auch noch zusätzlich die Cs-Kondensatoren um 0,5-1pF verringern.

Eine „weiße Maus“ hat sich bei mir auch mal gezeigt. Meine 300pF Kondensatoren in der SMD 06er Bauform hatten einen sehr merkwürdig starken Frequenzgang gezeigt. Die Kapazitätsmesser haben schwankende Werte angezeigt. Bei 9MHz war die Kapazität nur noch ¼ wie bei 1kHz oder bei 100kHz.

Das exakte Ausmessen aller Quarzdaten und das genaue Selektieren der Kondensatoren würde wohl jeden Kostenrahmen sprengen.

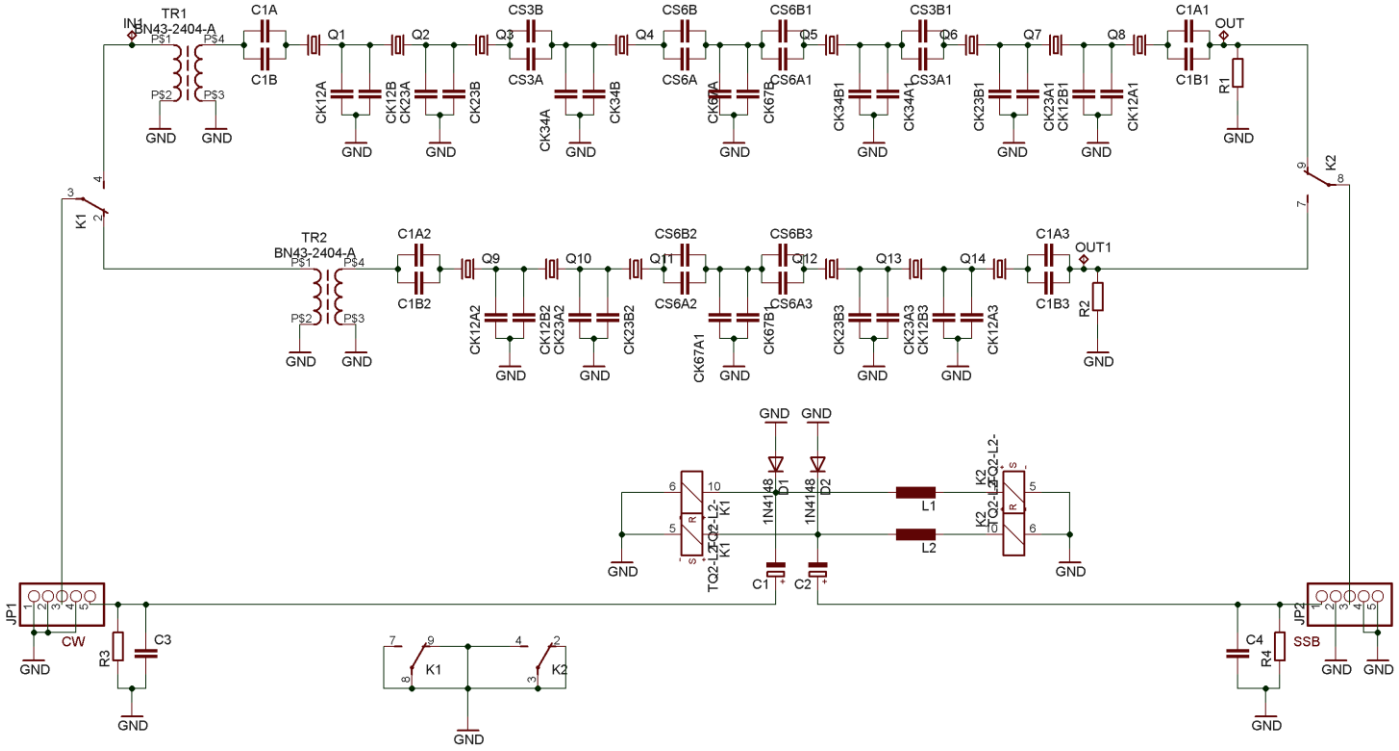
Hier mein Layout:



Der Aufbau erfolgt auf einem zweilagigen Board. Die Oberseite besteht aus einer durchgehender Kupferfläche. Natürlich müssen für die Bauteile einige Bereich mit einem Senker freigestellt werden.
In der oberen Hälfte befindet sich der SSB-RX-Filter mit acht Quarzen und in der unteren Hälfte ein CW-Filter mit 6 Quarzen.
Die Platine hat die Masse ca. 40*89mm.

Hinweis: Wer ein Layout als PDF-Datei bekommt, muss unbedingt beim Drucken darauf achten, dass das Dokument nicht automatisch skaliert wird. Bei dem PDF-Reader FoxitReader heißt die richtiger Einstellung: „Skalierung: keine“.

In dem Layout fehlen am Eingang und am Ausgang Koppelkondensatoren. Mit zwei SMD Kondensatoren ist das aber eine Kleinigkeit. Ich habe ewig gebraucht um diesen Fehler zu finden ;-).



Impedanzanpassung

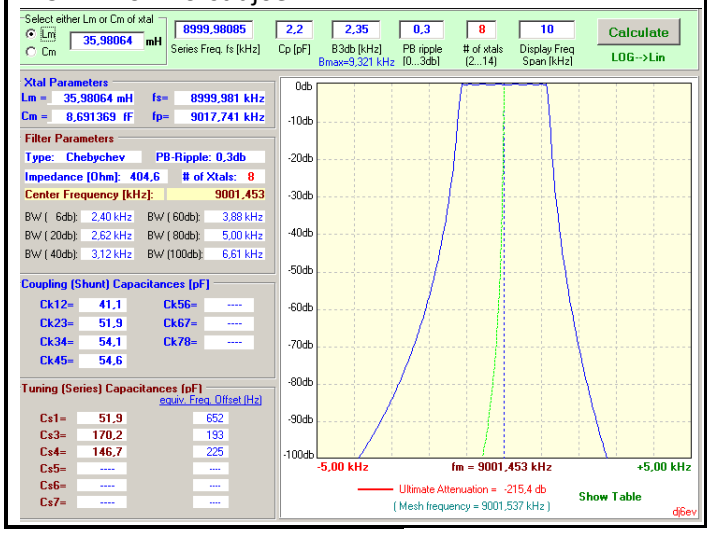
Die Software von DG8SAQ zum VNWA erlaubt sogar eine virtuelle Impedanzanpassung der Filter. So lässt sich der Einfluss von unterschiedlichen Abschlussimpedanzen graphisch sehr exakt darstellen. Bei Experimenten mit Filtern ist dies sehr praktisch. Das ständige Wickeln unterschiedlicher Übertrager entfällt. Leider fehlt mir das Wissen, wie man die Ausgangsimpedanz des Mischers bestimmen kann. Vermutlich liegt sie bei 60-100 Ohm. Ich gehe daher von 80 Ohm aus.

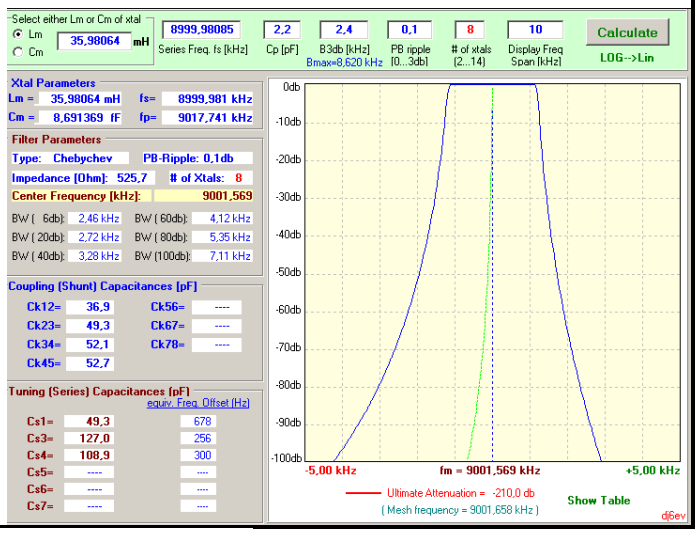
Natürlich können Quarzfilter auch anders entworfen werden. Mich hat nur beeindruckt, wie genau Theorie und Praxis übereinstimmen. Mit ein bisschen Vorbereitung und genauen Messmitteln gelingen echte Punktlandungen.

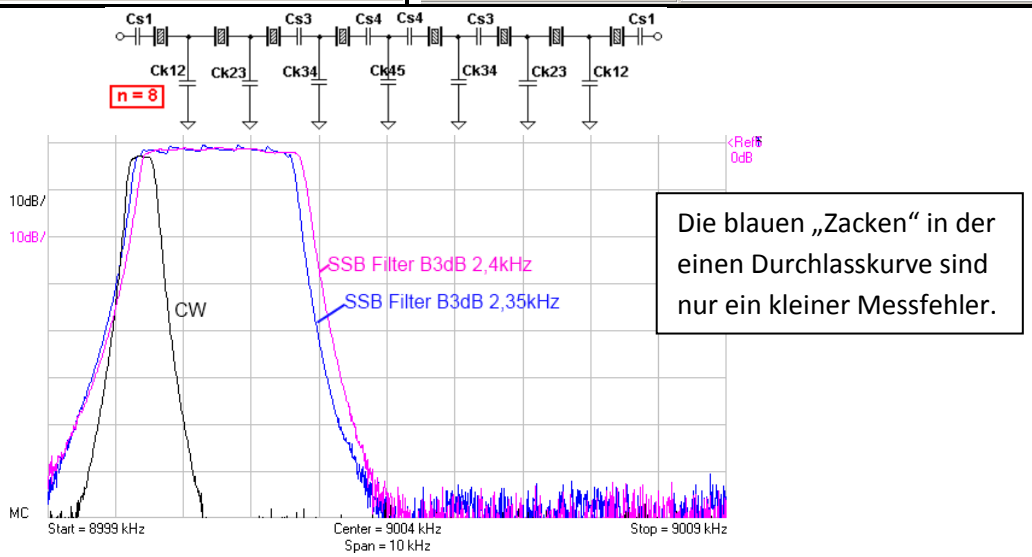
2.2 Der SSB-Filter

	Chebychev Filter Nr.1		Chebychev Filter Nr. 2	
	Ripple=0,1dB; B3dB=2,4dB; 8Xtals		Ripple=0,3dB; B3dB=2,35dB; 8Xtals	
	Dishal Programm	Messung	Dishal Programm	Messung
Anpassung	526 Ohm	526 Ohm	405 Ohm	405 Ohm
Bandbreite 6dB	2460 Hz	2430 Hz	2400 Hz	2370Hz
Bandbreite 20dB	2720 Hz	2730 Hz	2620 Hz	2623 Hz
Bandbreite 60dB	4120 Hz	4120 Hz	3880 Hz	3880 Hz

Hier die Eingaben im Ladder-Quarzfilter-Programm DISHAL von Horst dj6ev

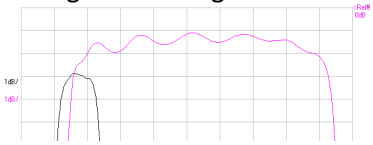




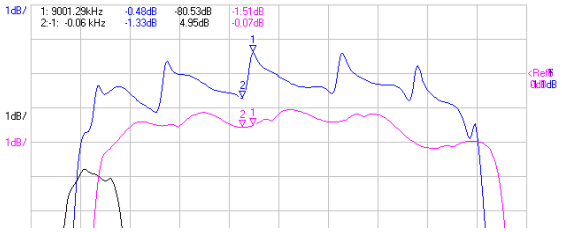


Die blauen „Zacken“ in der einen Durchlasskurve sind nur ein kleiner Messfehler.

Der Durchlassbereich vom SSB Filter B3dB 2,35kHz genauer dargestellt und mit dem CW-Filter verglichen:



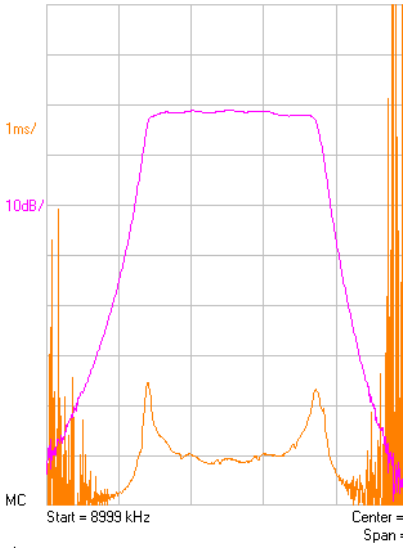
Das nebenstehende Bild zeigt der VNWA an, wenn man eine fehlerhafte Kalibrierung durchführt. ;-)



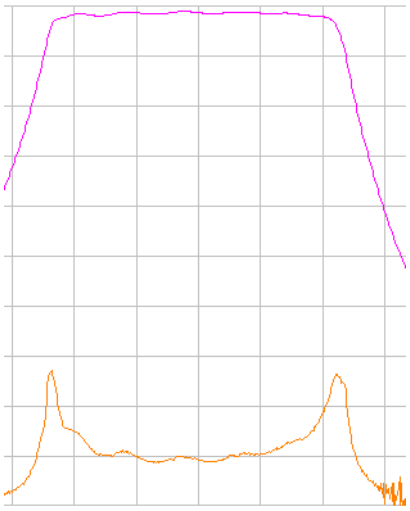
Diese Zacken sind bei Quarzgüten um 200000 bei 9MHz physikalisch unmöglich.

Die Messwerte zeigen die Gruppenlaufzeit an (orange):

Chebychev Filter Nr.1
Ripple=0,1dB; B3dB=2,4dB; 8Xtals



Chebychev Filter Nr. 2
Ripple=0,3dB; B3dB=2,35dB; 8Xtals



Y-Achse Gruppenlaufzeit – 1 Kästchen=1ms
X-Achse ist bei beiden Diagrammen unterschiedlich

Bekanntlich ist die Gruppenlaufzeit ein Maß für die Güte des Filters. Entstehen im Durchlassbereich große Änderungen der Gruppenlaufzeit klingt der Filter schlecht und ist somit unbrauchbar. Klingeln oder schlechte Verständlichkeit sind die Folge. Die Änderung der Gruppenlaufzeit bleibt bei mir unter 2ms.

Die Hörbarkeitsschwelle ist außerdem frequenzabhängig. Für den Bereich Hi-Fi-Audio gilt[2]:
500 Hz=3,2 ms 1 kHz=2 ms 2 kHz=1 ms 4 kHz=1,5 ms
Da wir bei SSB vom HiFi-Audio weit davon entfernt sind, erwarte ich keine hörbare Verschlechterung. Erfahrungswerte für die Hörbarkeitsschwelle beim Amateurfunk liegen mir nicht vor. Bei CW hat man sowieso nur mit einer Frequenz zu tun, bei SSB sind die meisten Signale auf dem Band durch Übersteuerung und sehr starker Kompression ohnehin viel zu stark verzerrt. Hier macht sich eine viel zu große Gruppenlaufzeit durch ein „klingeln“ oder eine verminderte Fähigkeit Signale aufzunehmen, störend bemerkbar.

Bei Diskussionen über die Frage wie viel Steilheit sinnvoll ist, fehlen häufig Informationen über diese Gruppenlaufzeit. Ein Grund könnte sein, dass sie sich nur mit einem Vektor-Network-Analyser wie dem VNWA einfach und schnell bestimmen lässt. Andere Messmethoden sind viel komplizierter. Da bei SDR-Receivern oft Softwarefilter verwendet werden, die deutlich über 10 Pole haben, kann eigentlich ein steiler Filterverlauf kein Nachteil sein. Ich möchte hiermit keine Grundsatzdiskussionen lostreten, sondern nur zwei Filter vergleichen ;-).

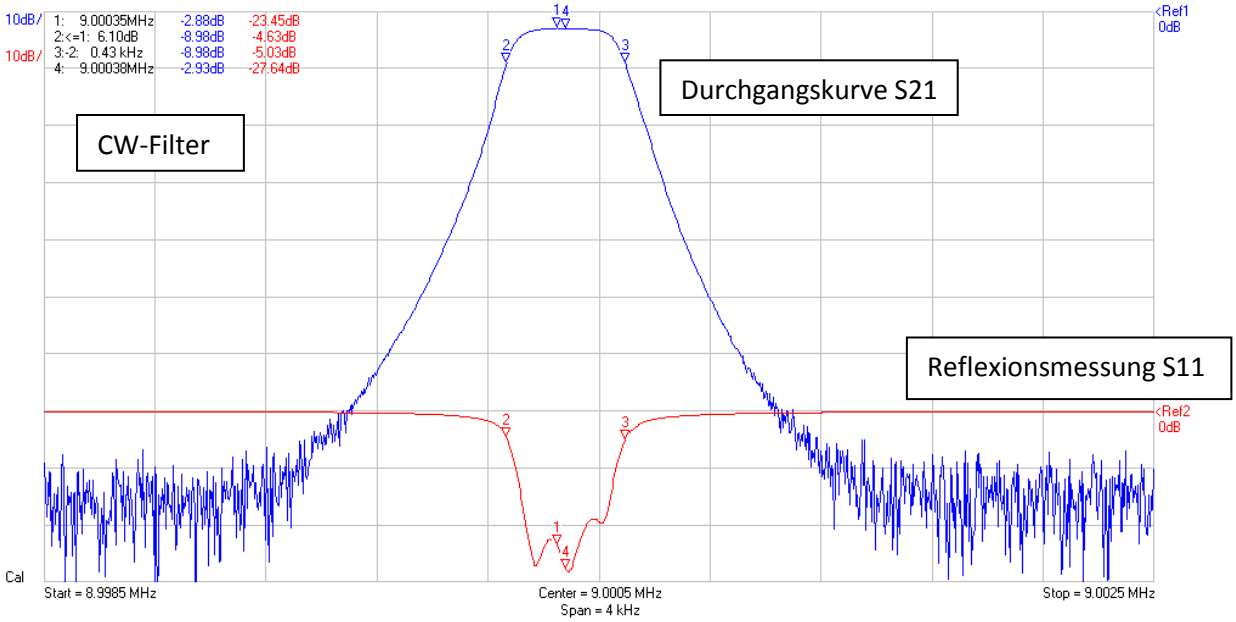
Wird der Filter in den Hobo eingebaut, erfolgt die Anpassung am Eingang durch einen Übertrager (Wdg. 4:10) und am Ausgang durch eine Parallelschaltung von 470 Ohm (Am FET-Gate kommen nochmals 6k8 Ohm hinzu). Die Anpassung am Eingang ist dann leicht erhöht. Dadurch ist aber insgesamt im gesamten Anpassungsbereich 60-100 Ohm die Kurve am schönsten ;-) Die leicht höhere Anpassung ermöglicht bessere Kurven im gesamten Anpassungsbereich.
Wie später noch beschrieben wird, muss vor dem Übertrager noch ein 8R2 Ohm Widerstand eingeschleift werden. Nur so kann ein Brummen/Pfeifen verhindert werden, dass einer Rückkopplung/Übersteuerung ähnelt.

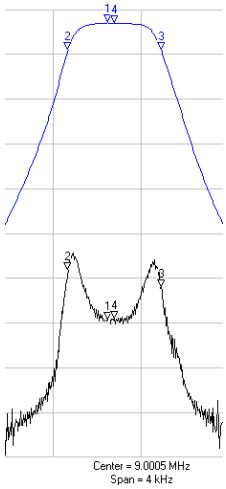
[2] Siehe Wikipedia: http://de.wikipedia.org/wiki/Gruppenlaufzeit und Blauert, J. und Laws, P.: "Group Delay Distortions in Electroacoustical Systems", Journal of the Acoustical Society of America, Volume 63, Number 5, pp. 1478–1483, May 1978

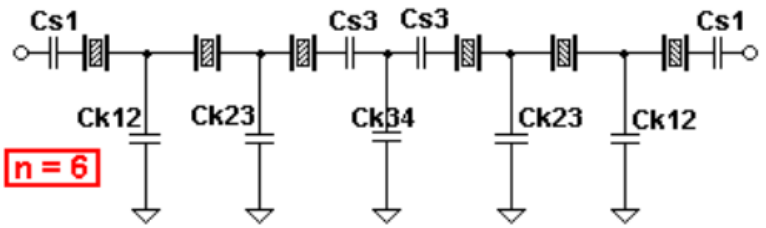
2.3 CW Filter

Hier kommen meine ersten Messwerte von dem CW Filter. Die Anpassung an 80 Ohm wird später am Eingang mit einem Übertrager durchgeführt. Am Ausgang wird die Anpassung mit einem Widerstand durchgeführt, da es nur an einen FET geht.

	Dishal Programm	Messung
Anpassung	186 Ohm	200 Ohm
BW 3dB	400Hz	370Hz
BW 6dB	440Hz	430Hz
BW 20dB	590Hz	600Hz
BW 60dB	1270Hz	1330Hz







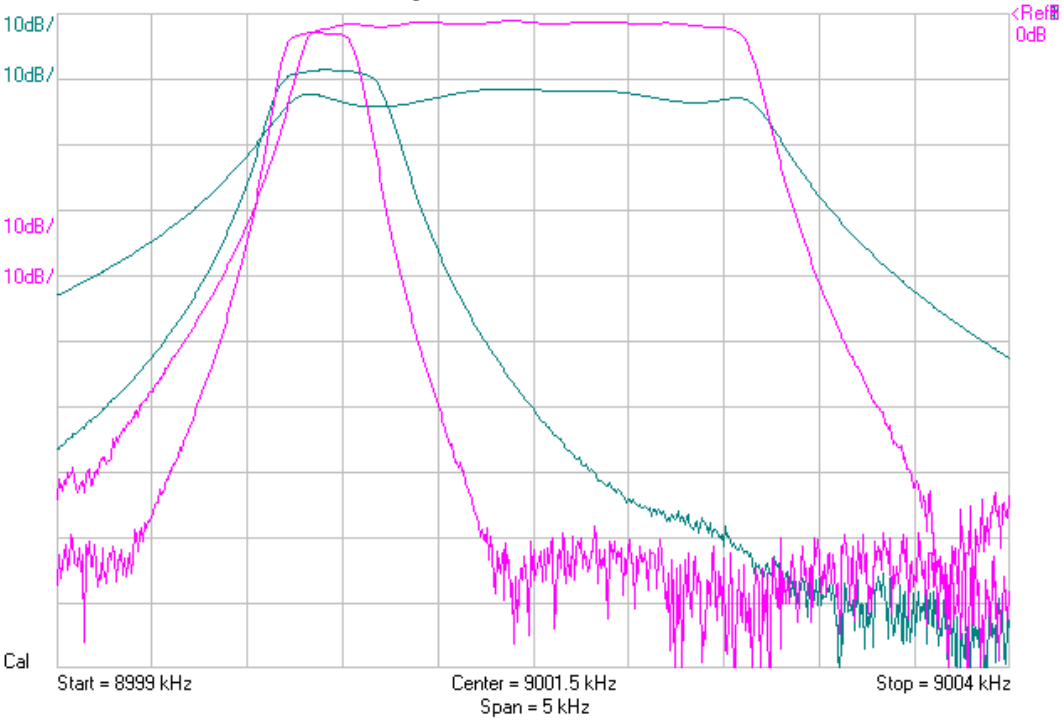
In dem nebenstehenden Diagramm ist blau die Durchlasskurve und schwarz die Gruppenlaufzeit dargestellt. Für die Y-Achse gilt bei der Gruppenlaufzeit, dass ein Kästchen 1ms entspricht. Im Durchlassbereich beträgt die größte Änderung der Gruppenlaufzeit ca. 1,7ms und dürfte somit nicht hörbar sein – was sich im Hörtest auch bestätigt hat.

Wird der Filter in den Hobo eingebaut, erfolgt die Anpassung am Eingang durch einen Übertrager (Wdg. 6:10) und am Ausgang durch einen 200 Ohm Widerstand (Am FET-Gate kommen nochmals 6k8 Ohm hinzu). Die Anpassung am Eingang ist dann leicht erhöht. Dadurch ist im gesamten Anpassungsbereich 60-100 Ohm die Kurve am schönsten ;-)

2.4 Vergleich mit dem Hobo-Originalfiltern

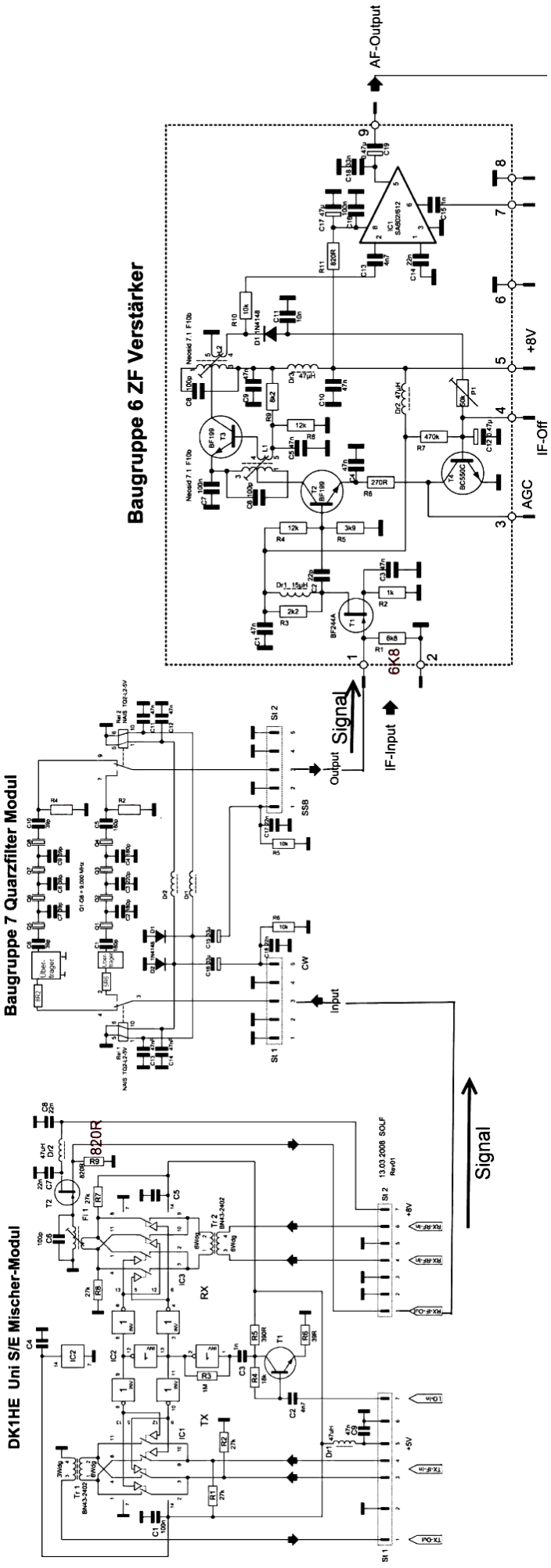
Sehr deutlich ist der bessere Verlauf der Durchgangskurven. Die „alten“ Hobo-Filter sind grün dargestellt. Dieser Vergleich ist wichtig, da weiterhin der alte TX-SSB-Filter genutzt wird. Als Erinnerung: Beim Hobo sind der RX und der TX SSB-Filter getrennt.

Lila: neue Filter Grün: HOBO Originalfilter



2.5 Höhrtest

Der erster Hörtest ergab einen kristallklaren Klang. Die geringere Dämpfung und der klarere Klang haben es mir ermöglicht Stationen aufzunehmen, die mit dem „alten“ SSB-Filter im Hintergrundrauschen untergegangen sind. Hierbei habe ich natürlich immer jeweils die ZF-Verstärkung und die Laustärke per Hand leicht nachgeregelt um ähnliche Bedingungen zu schaffen. Diese ZF-Verstärkung wurde jweils auf beste Verständlichkeit und geringstes Hintergrundrauschen eingestellt.


Baugruppe 6 ZF Verstärker
AF-Output
IF-Off
AGC
+8V
6K8
Signal
IF-Input
Baugruppe 7 Quarzfilter Modul
Output
Input
SSB
CW
DK1HE Uni S/E Mischer-Modul
820R
RX
TX
Signal

2.6 Messungen mit Rauschgenerator und Spectrogram

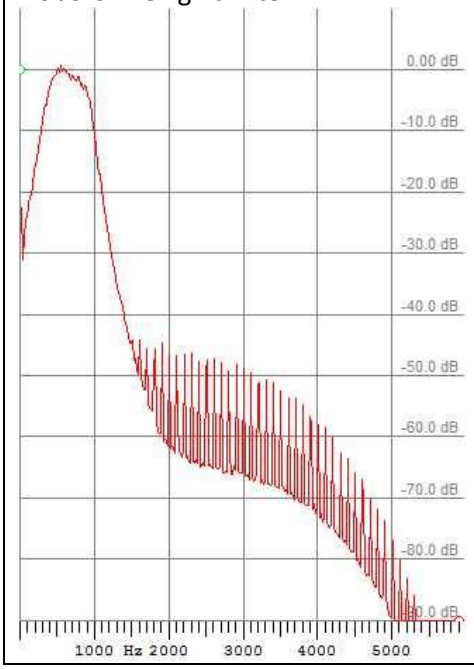
Die Messungen mit einem Rauschgenerator und einem Spektrum-Analyseprogramm haben widersprüchliche Ergebnisse erbracht. Die dB-Skala stimmt nicht mit der Realität überein.

Ohne Antenne zeigt der Hobo das folgende Spektogram:

Grundrauschen HOBO ohne Antenne

Die Messungen mit dem CW Originalfilter und dem neuen CW-Filter stimmen mit den VNWA-Messungen überein.

Hobo CW-Originalfilter



CW neu Wdg.6:10 plus 5R6

CW neu Wdg.6:10 plus 5R6 (Ausschnitt)

SSB Original

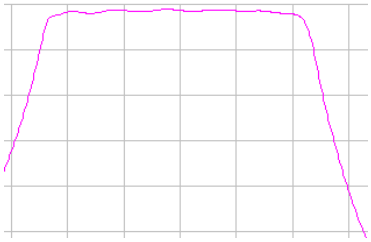
Der SSB Originalfilter stimmt mit der VNWA-Messung überein

Der neue SSB-Filter zeigt ein deutlichen besseren Verlauf als der alte Filter. Mich stört aber die starke Welligkeit, die stärker scheint als die bei der VNWA-Messung. Auch andere Übertrager-Verhältnisse zeigen keine Besserung. Wenn man statt der Übertrager einen 1000 Ohm Widerstand in Reihe schaltet, nimmt die Dämpfung zu und die Welligkeit ab. Entweder ist der Mischer niederohmiger als vermutet oder die Skalierung stimmt nicht und die Welligkeit entspricht der VNWA-Messung. Der Klang ist jedenfalls deutlich besser als beim Originalfilter.
Außerdem fällt im Durchlassbereich mit steigender Frequenz eine zusätzlich Dämpfung auf (abfallende Durchlasskurve) auf. Diesen Verlauf finde ich sehr merkwürdig.
Der 1000 Ohm Reihenwiderstand war ein kleiner verstellbarer Widerstand. Wird er verändert, kann ich nur Unterschiede in der Lautstärke, nicht aber am Klang feststellen.

SSB 1000 Ohm inReihe

SSB 4 zu 10 plus 8R3

SSB 4 zu 13 plus 8R3



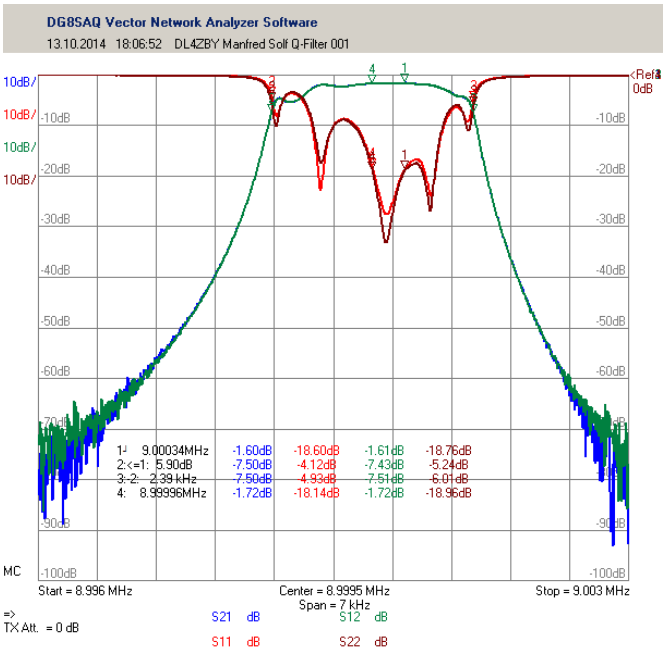
VNWA-Messung
Y-Achse: 1 Kästchen = 10dB

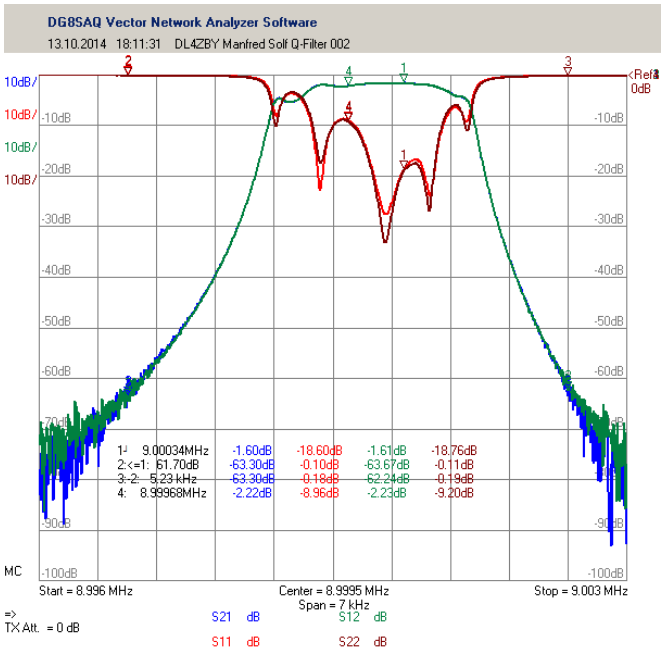
Nachtrag: Weitere Messugnen wurden zu dieser Zeit nicht mehr durchgeführt, da ich anschließend mit dem Bau des K2 begonnen habe.

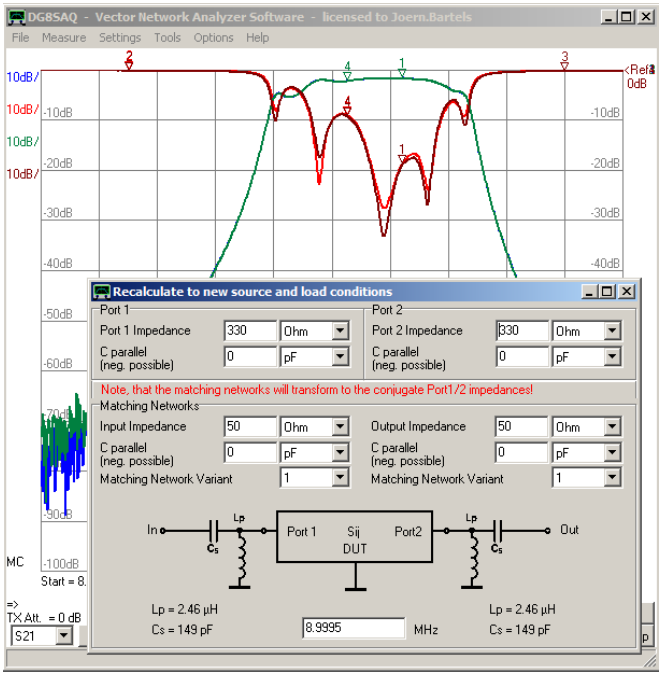
2.7 Solf Quarzfilter von Manfred DL4ZBY

Im Oktober 2014 habe ich die Qurzfilter von Manfred vermessen dürfen. Mitlerweile wurde endlich eingesehen, dass 4-polige Quarzfilter nicht die beste Wahl sind. Beim Solf von QRP-Project werden die gleichen RX-Quarzfilter verwendet, wie auch beim HOBO. Auch das TX-Quarzfilter-Modul ist gleich.

Hier der SSB-Quarzfilter:

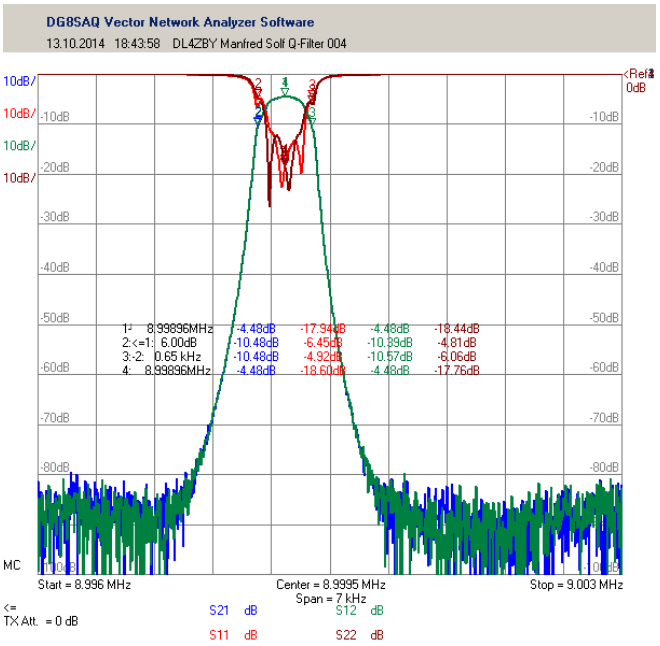


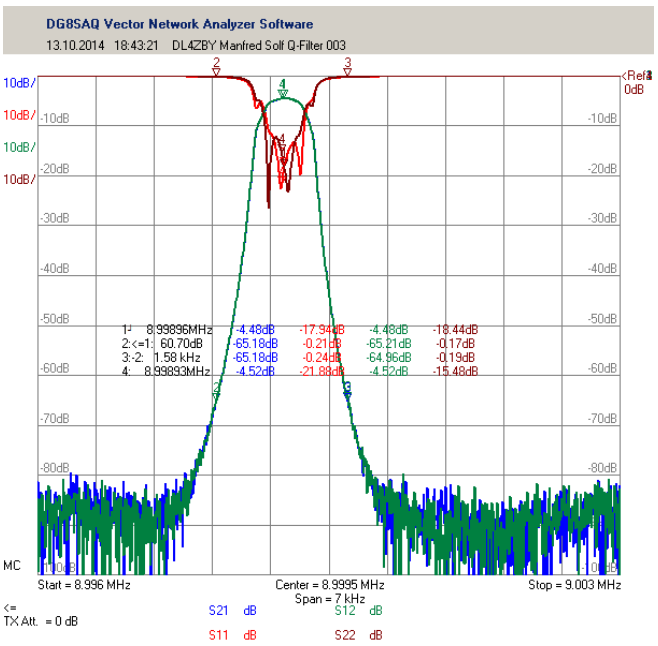


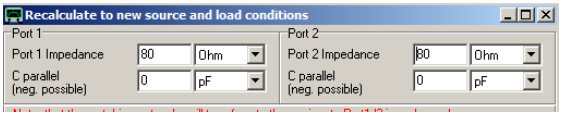


Für einen 6-poliges Quarzfilter sieht die Kurve recht gut aus. Manfred kann damit zufrieden sein. Die impedanz des Filters liegt bei ca. 330 Ohm.

Die 6dB-Breite des Filter liegt bei 2,4kHz und ist optimal.





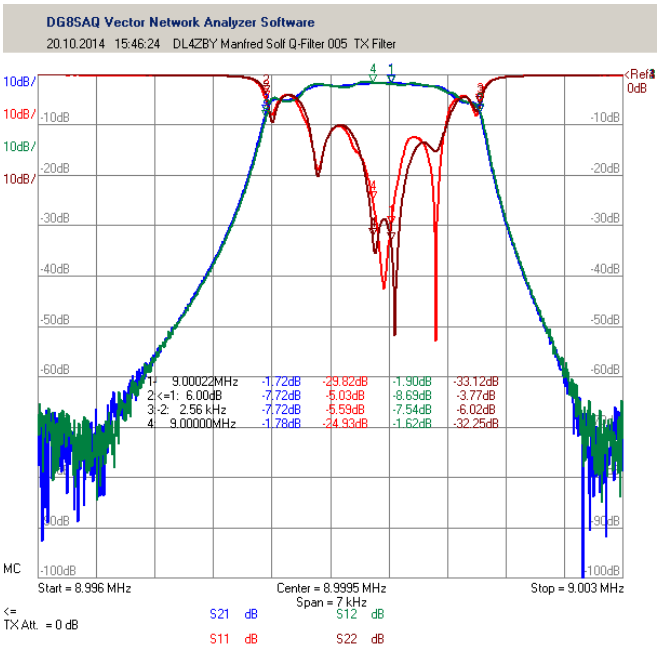


Die Filterkurve des CW-Filters ist auch gut und hat eine 6dB-Bandbreite von 650 Hz. Die impedanz liegt bei rund 80 Ohm.

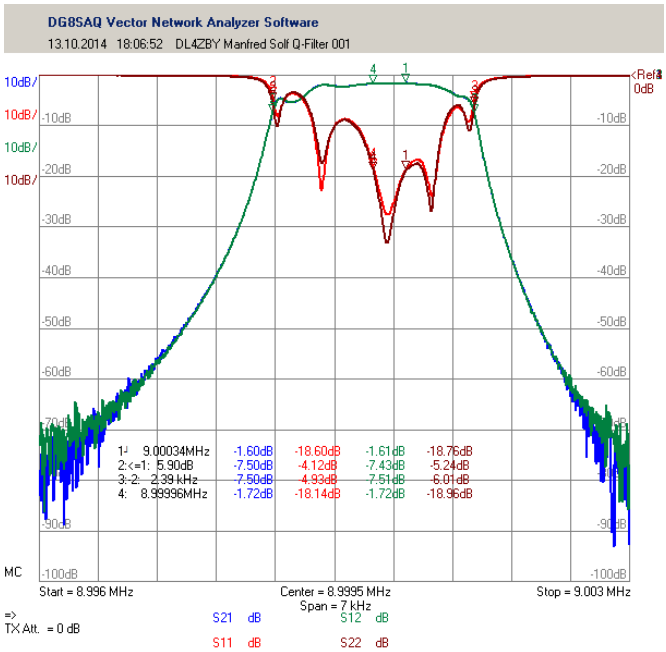
Nun im Vergleich die TX und die RX Kurve der beiden SSB-Filter:

Beide Kurven sehen gut aus und liegen auch übereinander. Ich habe in der Nähe vomn Quarzfilter eine sehr schlechte Lötstelle nachgebessert.

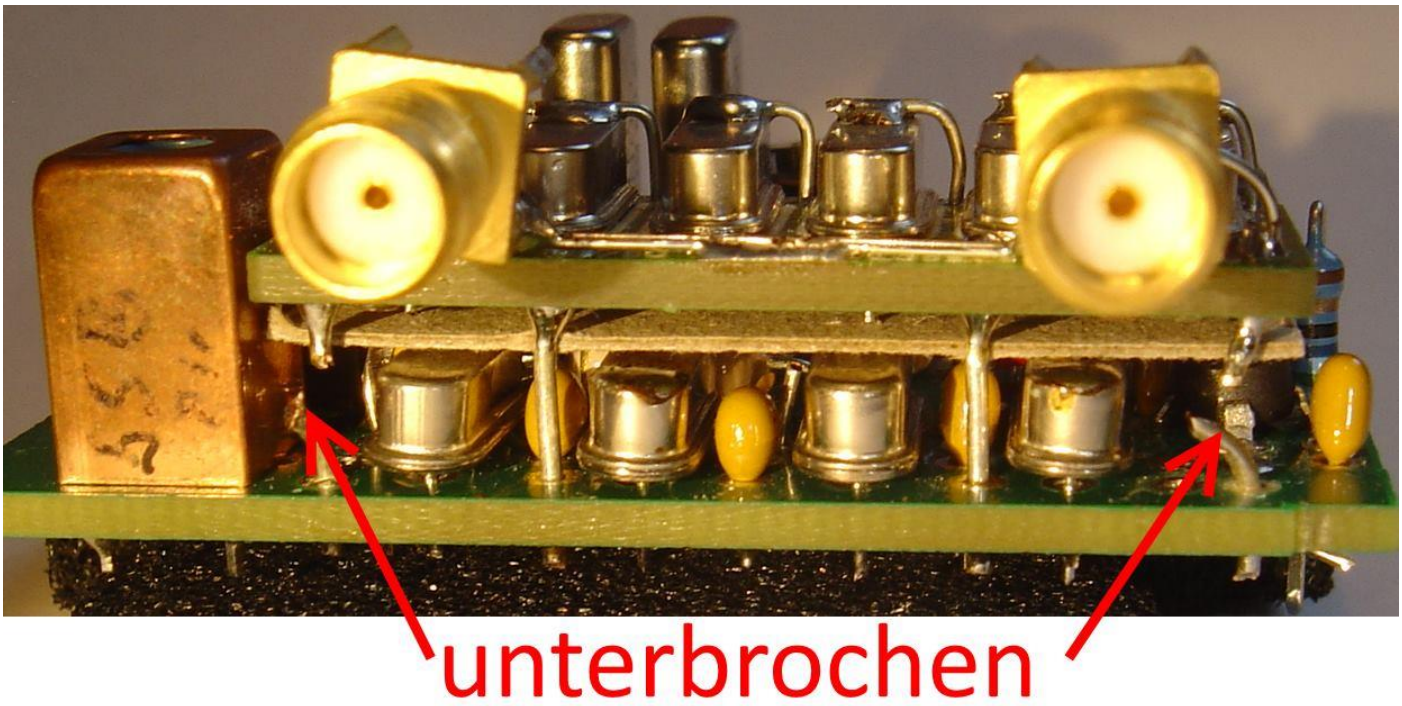
TX Kurve



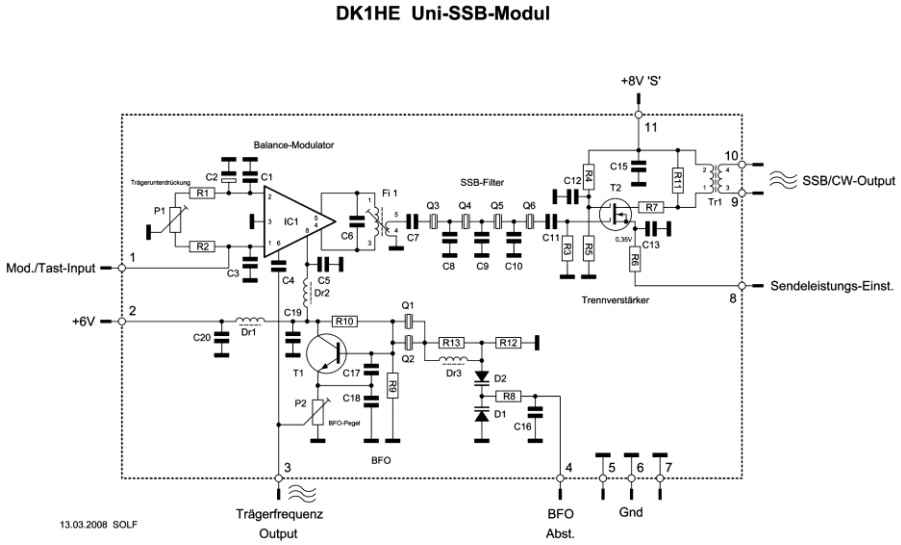
RX-Kurve



Hier ein Bild von den Messpunkten. An den beiden markierten Stellen habe ich die Zuleitungen zu dem 6-poligem Filter unterbrochen, damit ich mit dem VNWA messen konnte. Die Drähte wurden anschließend wieder geflickt.



2.8 SSB Modul



Beim HOBO sind die SSB Quarzfilter für den RX und den TX-Pfad getrennt. Der TX-Quarzfilter lässt sich nur mit größtem Aufwand vermessen und war somit für mich (DK7JB) keine Option, zumal die Modulationsrapporte zufriedenstellend waren.

2.8.1 Quarzfilter live im Hobo vermessen (von Dietmar DL2BZE)

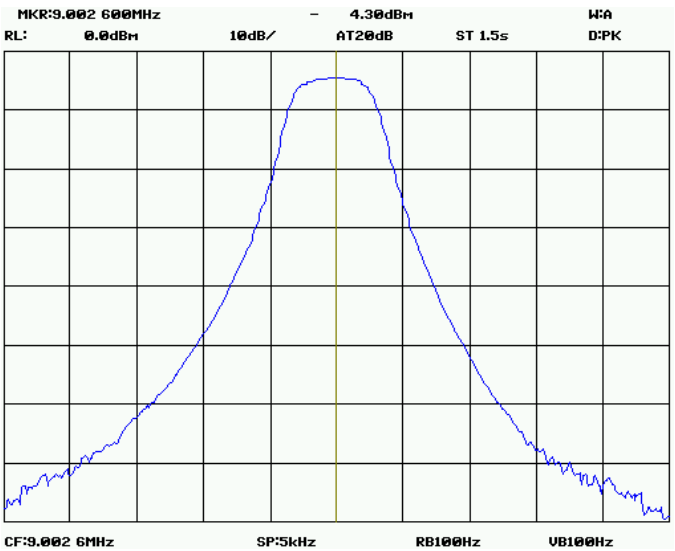
Hier ein Beitrag von Dietmar DL2BZE aus dem QRP Forum:

Mein Wobbelsignal habe ich ganz brutal parallel zum Schwingkreis von Fi 1 angeschlossen (-50 dBm) und der Detektor wurde einfach an Punkt 4 und 2 von L2 des ZF - Verstärkers angeklemmt. Somit habe ich die Quarzfilter unabhängig von der Impedanz meiner Meßmimik sauber in der Messung mit drin. Bei dem gewählten Pegel tritt noch keine Begrenzung des Signals ein.

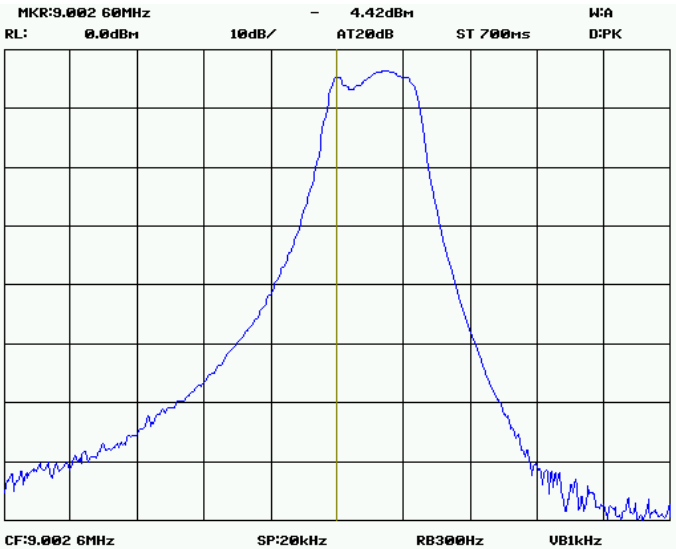
Was soll ich sagen, ich war richtig erstaunt was für schöne Kurven Peter & Peter jeweils aus den 4 Quarzen und ohne jegliche Abgleichelemente (abgesehen von den relativ breiten ZF Spulen-Filtern) zauberten. Das spricht für eine sehr gute Selektion der Quarze und eine ausgezeichnete Dimensionierung!
Die Welligkeit der SSB Filterkurve liegt bei knapp 4 dB, damit sollte man leben können. Wer unbedingt mag könnte durch Verändern der Anpassungen noch etwas rauskitzeln, die SSB Stationen die ich schon gehört habe, waren super aufzunehmen und hören sich bereits sehr gut an.

Aber macht Euch selber ein Bild von den Messergebnissen - sie sprechen für sich! :) Die Bilder 1 und 2 zeigen das CW Filter, 2 und 4 das SSB Filter, jeweils mit anderer Darstellungsbreite (Den Wert von Sp: durch 10 teilen, dann hat man die Einteilung / Kästchen) (Messungen von Dietmar)

CW-Filter



SSB-Filter



3 Was ist die Gruppenlaufzeit? Versuch einer einfachen Erklärung (2009)

Dieser Text ist aus einem Email-Verkehr zwischen Host dj6ev, Eric H. und Jörn DK7JB entstanden. September 2009

Das Signal (Wellengruppe), dass durch einen Filter geht, hat eine bestimmte Bandbreite. Im optimalen Fall werden alle Teilsignale (aufgeteilt in die verschiedenen Frequenzbereiche) gleich schnell durch den Filter geleitet. Die Teilsignale bleiben also immer in Phase zueinander.
Bei Filtern oder Verstärkern kann man oft einen frequenzabhängigen Phasengang (Dispersion) beobachten.

Optik

In der Optik wird können am Prisma oder an stark brechenden Brillengläsern solche „Laufzeit-Störungen“ beobachtet werden. Die Lichtwellen haben im Glas je nach Frequenz eine unterschiedliche Geschwindigkeit. An der Grenze Luft-Glas werden die Lichtwellen mit unterschiedlicher Wellenlänge auch unterschiedlich gebrochen. Den Effekt nennen wir „Brechung“.

Beim Prisma ist dieser Effekt gewollt und bei den stärker brechenden Brillengläsern ist dieser Effekt sehr störend. Bemerkbar wird er an starken hell-dunkel Übergängen. Sonst fällt dieser Effekt nicht so stark auf.

Akustik - Lautsprecher

In der Akustik werden beim Bau von Lautsprechern auch solche Laufzeitunterschiede vermieden. Die Membran für die tiefen Frequenzen ist viel größer und somit viel träger, als die der Hochtöner. Bei sehr guten Lautsprechern sind deshalb die Wege innerhalb des Lautsprechers für die hohen Töne auch bautechnisch verlängert. Eine andere Möglichkeit ist es die hohen Töne zeitlich zu verschieben.

Lt. Wikipedia und anderen Quellen liegt die Hörbarkeitsschwelle bei
2kHz = 1ms
1kHz= 2ms
0,5kHz= 3ms
Lesenswert: www.fairaudio.de/hifi-lexikon-begriffe/gruppenlaufzeit.html

Laufzeitunterschiede ab 1-2ms sind also bereits gehörmäßig störend (eher bei HiFi, weniger bei den ohnehin meist grausam verzerrten SSB-Signalen). Noch schlimmer ist es bei ungünstig dimensionierten (Tschebyscheff/Cohn) schmalbandigen CW-Filtern (delta-GLZ bis zu 5ms und mehr), die dann das berüchtigte "Klingeln" aufweisen können.

Filter

Die GLZ ist die reelle Signal-Laufzeit durch's Filter. Der Absolutwert ist dabei nur dann interessant, wenn das Filter in einer Regelschleife liegt (z.B. RX-AGC). Dann kann die Verzögerung zu einem instabilen Verhalten führen - ein Beispiel ist das Überschwingen der Regelung ("Pop").

Viel wichtiger sind allerdings die Laufzeit-UNTERSCHIEDE über die gesamte Bandbreite. Am Beispiel lässt sich dies leichter erklären: Ein Rechteck-Impuls mit einer Folgefrequenz von 200 Hz besteht aus sehr vielen ungeradzahligen Harmonischen bis zu vielen kHz (je nach Flankensteilheit). Wenn diese Frequenzkomponenten verschieden lange Laufzeiten durch den Filter erleiden, können wir uns alle vorstellen, wie der Puls dahinter aussieht ("Group Delay Distortion"). In der Breitband-Übertragungstechnik (Frequenz- oder Zeitmultiplex) stößt man in diesem Zusammenhang immer wieder auf diesen Begriff und verwendet gerne sog. "laufzeitgeebnete Filter". Der hier zugrunde liegende Phasengang (bzw. dessen Linearität) ist dafür sehr unhandlich zu interpretieren.

3.1 Messung der Gruppenlaufzeit – Ein kleiner Ausblick

Sehr leicht lässt sich die Gruppenlaufzeit mit einem Vektoranalyzer bestimmen. Mit dem VNWA von DG8SAQ haben wir ein günstiges, aber sehr genaues Werkzeug.

Einfach den VNWA kalibrieren und dann messen. Die relevanten Größen werden dann direkt angezeigt.
Die Genauigkeit einer solchen Messung lässt sich gut abschätzen. Die Gruppenlaufzeit ist die Ableitung der Phase nach der Zeit. Die Ableitung wird durch den Differenzenquotienten zweier aufeinander folgender Messpunkte approximiert. Die beim VNWA verwendete Messmethode ist sehr präzise, da die Phasenmessung und die

Frequenzmessung sehr genau sind. Die Näherung der Ableitung dürfte den größten Fehler verursachen. Das diese Methode sehr genau ist, sieht man daran, dass selbst bei einem anderen Punktraster sich die Werte nicht ändern.

Für die Unglücklichen ohne Vektoranalyzer ☹ dürfte auch die Spaltfrequenzmethode trotzdem interessant sein, da sie recht einfach ist. Da man hier die Laufzeit im NF-Bereich direkt misst, reicht ein 2-Kanal-Scope mit Triggerung aus. Evtl. geht's auch mit einer Soundkarte.
Beim Spaltfrequenzverfahren wird einfach das Hochfrequenzsignal mit einem möglichst reinen Sinus mit vergleichsweise sehr niedriger Frequenz (z.B. 50Hz, aber auch 20kHz, je nach Filterbandbreite) amplitudenmoduliert - durch's Filter gejagt und dann wieder demoduliert. Das Ursprungs-NF-Signal und das demodulierte Signal weisen nun den Laufzeitunterschied des Filters auf. Diese Zeitdifferenz ist einfach direkt zu messen.

DJ6EV

Die Ermittlung der Gruppenlaufzeit

Die Gruppenlaufzeit (hier mit τ bezeichnet) ergibt sich als Quotient der Phasenänderung $\Delta\varphi$ über die Frequenzänderung $\Delta\omega$ und ist wie folgt definiert:

$$\tau\ [\text{sec}] = \frac{\Delta\varphi\ [\text{rad}]}{\Delta\omega\ [\text{sec}^{-1}]}$$

Das kann leicht umgeformt werden in Grad über Hz:

$$\tau\ [\text{sec}] = \frac{\Delta\varphi\ [\text{rad}]}{\Delta\omega\ [\text{sec}^{-1}]} \Rightarrow \frac{\Delta\varphi * 2\pi \quad [\text{grd}]}{360[\text{grd}] * 2\pi * \Delta f\ [\text{Hz}]}$$

$$\Rightarrow \boxed{\tau\ [\text{sec}] = \frac{\Delta\varphi\ [\text{grd}]}{360[\text{grd}] * \Delta f\ [\text{Hz}]}}$$

Beispiel:

Ein Filter weist in einem Bereich eine Phasensteilheit von 1 Grad pro Hz auf. Die Gruppenlaufzeit in diesem Bereich wäre dann 1/360 sec = ca. 2,78 msec.

Plausibilitätskontrolle

In dem gemessenen 4-Pol – Quarzfilter von DK7JB liegt die Phasenänderung (zur Vereinfachung mal linear betrachtet) grob bei rund 500 Grad über 2000 Hz. Das ergibt eine mittlere Gruppenlaufzeit von : 1/(4*360) = ca. 695 µsec.

Haut also mit der gemessenen Variation der Laufzeit von 500 bis 1000 µsec prima hin.

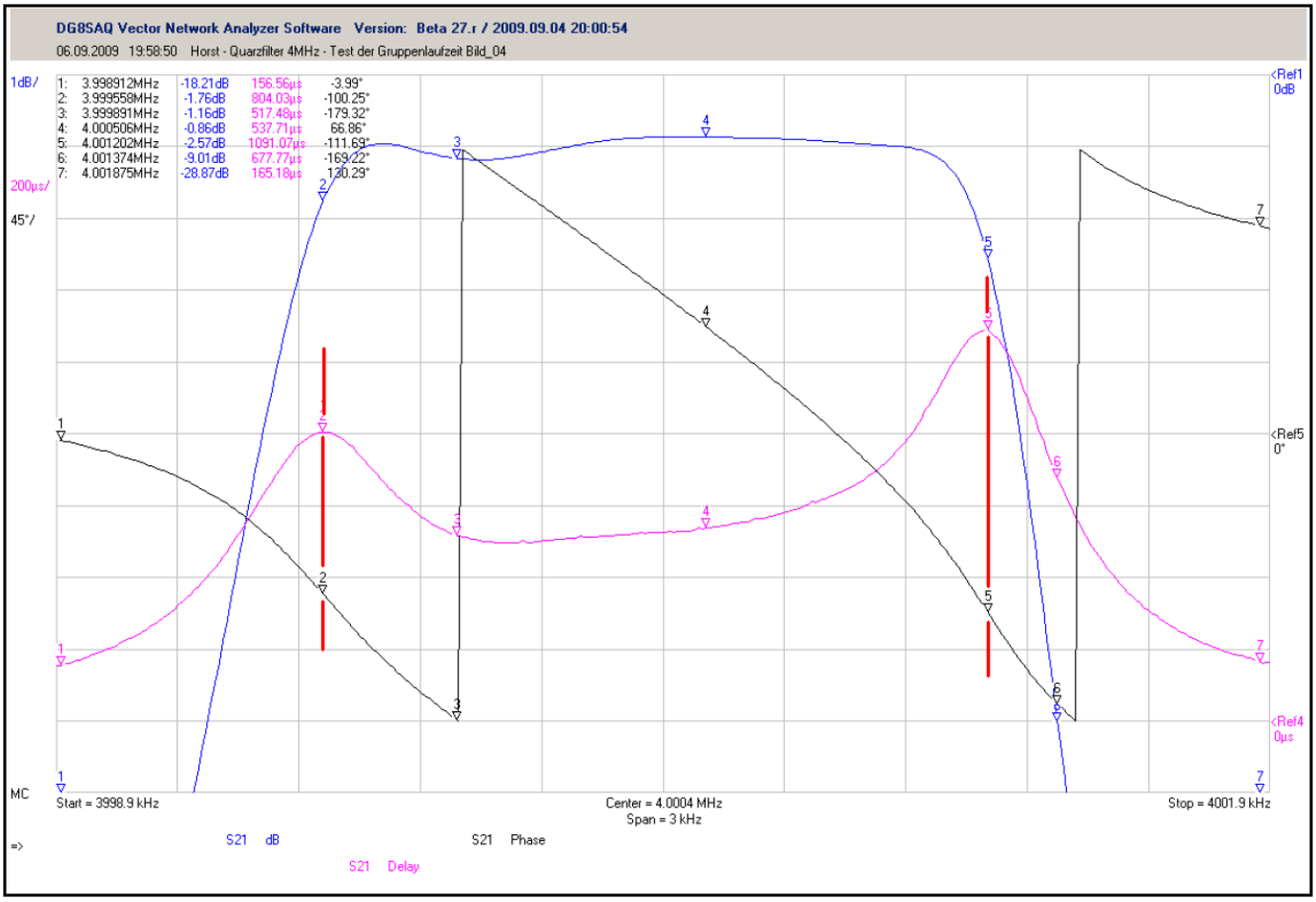
Die obige Gleichung ist leicht zu merken.

Auch einfach: Je steiler der Phasenverlauf, desto größer die Gruppenlaufzeit in diesem Bereich. Diese Korrelation ist im Screenshot sehr schön zu sehen (siehe nächste Seite).

73, Horst

P.S.
Die Spitzen der Laufzeit sind bei Ladderfiltern immer unterschiedlich hoch (die GLZ ist auf der höherfrequenten Seite immer größer). Das liegt wieder mal am Einfluß von Cp, bzw. der dadurch hervorgerufenen Asymmetrie.

So, nach diesem Exkurs ist die Welt für mich wieder in Ordnung.



Die beiden vertikalen roten Linien (Punkte 2 und 5) zeigen die Übereinstimmung der höchsten Gruppenlaufzeit-Werte mit dem jeweils steilsten Phasenverlauf.

4 Experimente mit den Hobo-Preselectoren (Ende 2010)

Ich habe mit dem HF-Bandmodul vom Hobo experimentiert und wollte herausfinden, wie in dem bestehenden Design sich die Durchlasskurven verändern, wenn einzelne Werte der Bauteile abgewandelt werden. Hierbei habe ich mir auch die Frage gestellt, ob sich die Preselectoren vom Hobo mit vertretbarem Aufwand noch weiter verbessern lassen.
Im ersten Teil berichte ich von den Messungen am Original-Hobo-40m Bandmodul. Anschließend stelle ich meinen Nachbau mit Ringkernen vor.

Für die Durchführung dieser Experimente wurde die äußere Beschaltung des HF-Moduls nachgebaut. Der Tx-Preselector kann sehr leicht durchgemessen werden, da er auf beiden Seiten mit 50 Ohm abgeschlossen ist. Der Rx-Preselector ist am Eingang mit 50 Ohm und am Ausgang mit 200 Ohm abgeschlossen werden. Eine Möglichkeit ist es, die Impedanz mit einem Doppellochkern anzupassen.
Ich habe meine Messungen mit dem VNWA durchgeführt. Er bietet die Möglichkeit einer 4-Port Messung. Die Durchgangsdämpfung und die Reflexion werden in beiden Richtungen gemessen. Die Software von DG8SAQ ermöglicht es, die Impedanz dann einfach per Software einzustellen. Diese virtuelle Anpassung ist gleichzeitig genau und praktisch.

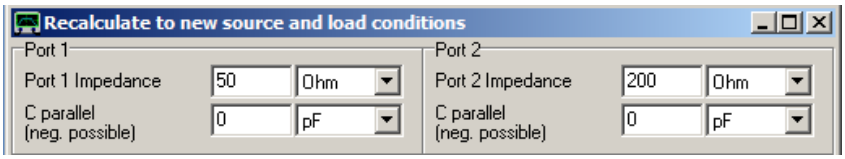
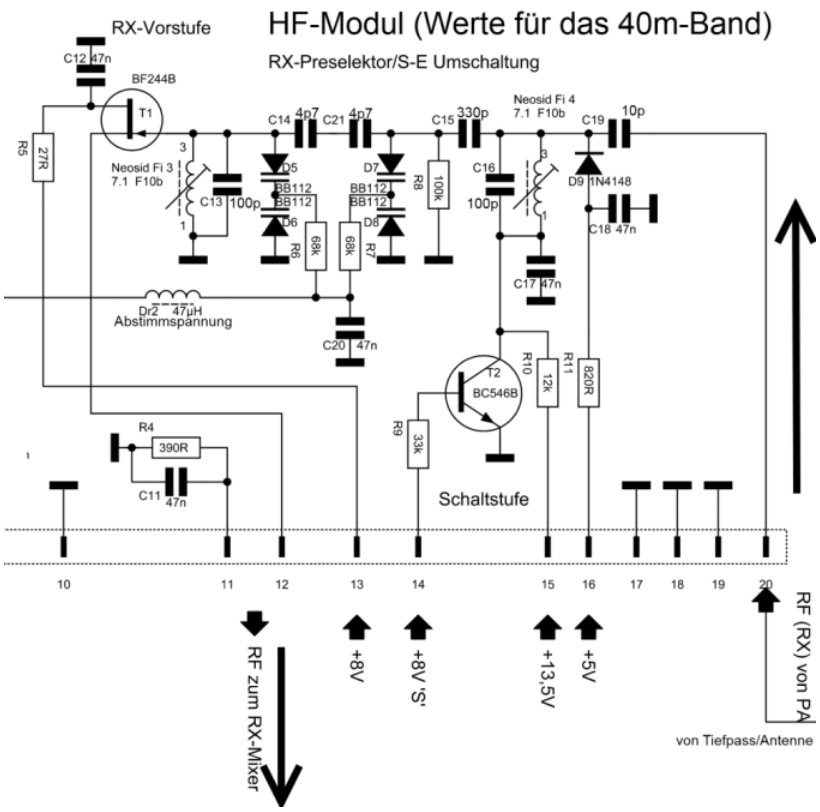


Abbildung 1 Impedanzanpassung beim VNWA per Software

Außenbeschaltung: Alle Filtereingänge und Ausgänge wurden mit SMA-Buchsen versehen. Die Kapazitätsdiodenvorspannung wurde mit einem 8V-Regler und einem 10k Ohm Trimmer nachgebildet und die Sende-Stumm-Schaltung mit einem Jumper gelöst.



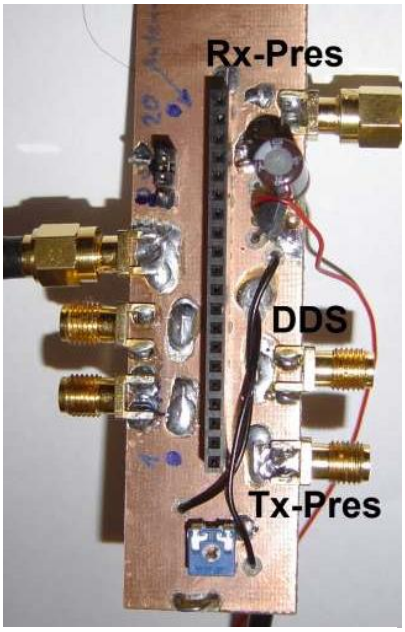


Abbildung 2 Rx-Preselctor für 40m

4.1 Hobo 40m Bandmodul – der TX Preselector

Bei meinem 40m-Bandmodul war die Kopplungen beim Tx-Preselector zu stark. Sie musste aber nur wenig verringert werden um die nebenstehenden Durchlasskurven zu ergeben. Sie sind recht flach. Nach meinem Verständnis ergibt sich hieraus aber kein Problem, da es nur auf die Weitab-Selektion ankommt.

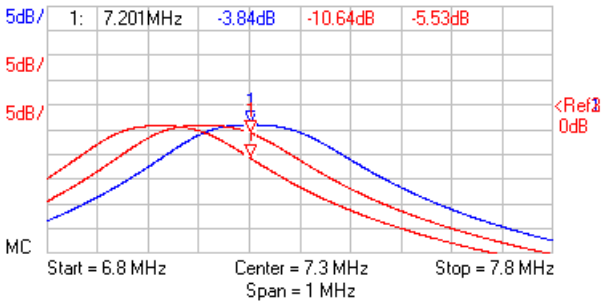


Abbildung 3 Durchgangsdämpfung Tx Preselector

Beim Aufnehmen der Kurven hat sich gezeigt, dass meine Preselectoren nicht die ganze Breite des 40m Bandes überspannen können. Hier machen sich wohl die Toleranzen beim Potentiometer bemerkbar. Der Parallelkondesator in den Schwingkreisen wurden leicht verkleinert und die Induktivität durch Eindrehen der Kerne etwas vergrößert. Dies muss natürlich bei allen vier Schwingkreis-Kondensatoren durchgeführt werden. Zusätzlich wurde der Regelbereich der Abstimmspannung von 3,3V-8V auf 2,3V-8V vergrößert.

4.2 Hobo 40m Bandmodul – der RX Preselector

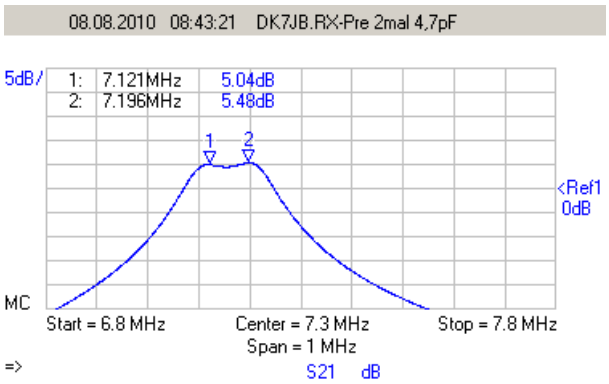


Abbildung 4 Rx-Preselector
überkritische Kopplung 2*4,7pF in Reihe

Wie in Abbildung 4 zu sehen, war im Rx-Zweig die Kopplung viel zu stark. Sie konnte schrittweise auf zwei in Reihe geschaltete 1,5pF Kondensatoren verringert werden. Dann ergab sich eine für mich optimale Kurve.

Die folgenden Bilder zeigen den Rx-Preselector mit unterschiedlicher Koppelkapazität.

Erklärung: S21: Durchgangsdämpfung

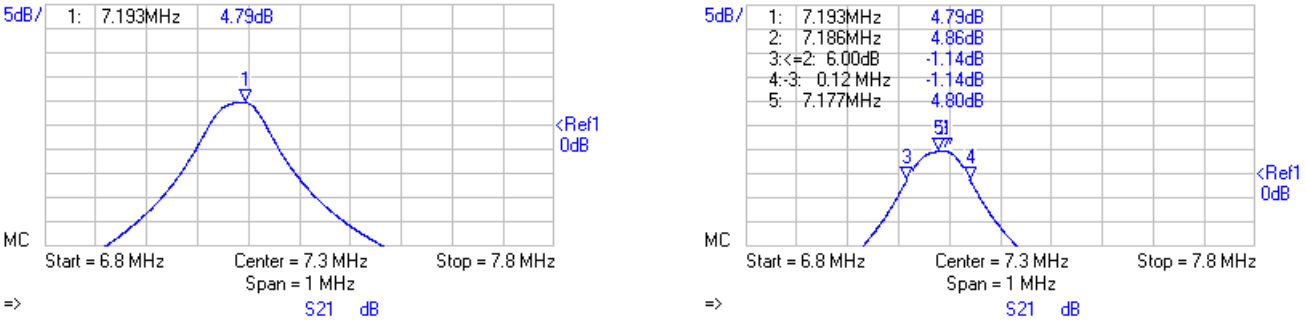


Abbildung 5 Rx Preselector kritische Kopplung 2*2,7pF in Reihe. Das rechte Bild zeigt eine 6dB Bandbreite von 0,12MHz

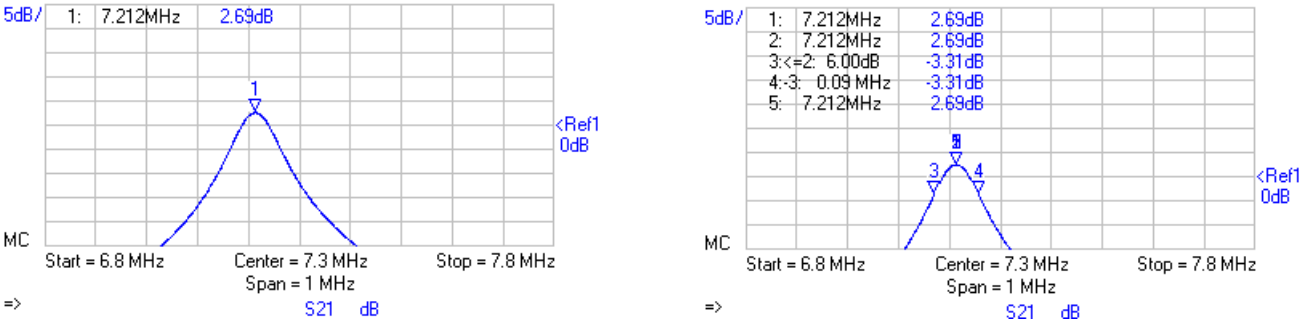
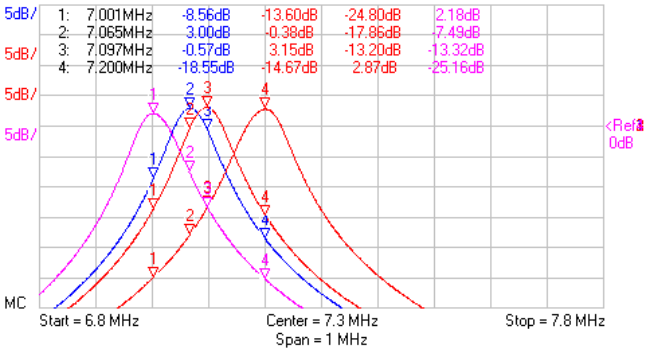


Abbildung 6 Rx Preselector leicht unterkritische Kopplung 2*1,5pF in Reihe. Das rechte Bild zeigt eine 6dB Bandbreite von 0,09MHz

Wenn man Abbildung 5 und Abbildung 6 vergleicht, sieht man den Übergang von einer kritischen zu einer unterkritischen Kopplung. Ich bevorzuge die leicht unterkritische Kopplung mit 2*1,5pF-Kondensatoren. Die Durchgangsdämpfung ist schlechter, dafür nimmt die Bandbreite ab.



Beim Abgleich der Schwingkreise hat es sich als günstig erwiesen, zuerst die Abstimmspannung auf 8V und die Preselectoren dann auf 7,22 MHz abzugleichen, damit die rechte Begrenzung stimmt. Wenn dann die Abstimmspannung passend für 7,0 MHz eingestellt wird, ist der Verlauf der Durchlasskurve bei anderen Frequenzen nicht mehr optimal.

Abhilfe schafft dann ein erneuter Abgleich bei 7,1 MHz. Nun ist auf der gesamten Bandbreite die Filterkurve gut und die Abstimmspannung hat auch den passenden Wert.
Im letzten Schritt wird dann auch der Tx-Preselector auch auf 7,1 MHz justiert. Nur so sind beide Preselectoren im Gleichlauf. Auf eine Justierung nach Handbuch wurde hier verzichtet. In einem späteren Schritt muss natürlich alles nochmals im eingebauten Zustand überprüft werden.

4.3 Nachtrag zur Arbeit mit dem Messadapter (Juni 2012)

Im Juni 2012 wurde der Adapter um eine leichtere Impedanzanpassung erweitert.

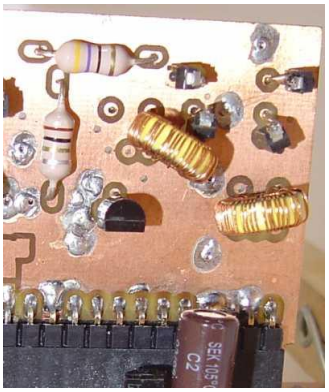
Zum vollständigen Ausmessen des Bandmoduls mit dem VNWA habe ich mir einen Adapter gebaut, der alle notwendigen Steckverbindungen mit Anpassung auf 50 Ohm und die Spannungsversorgung enthält. Weiterhin kann die Steuerspannung für die Kapazitätsdioden eingestellt werden.

Hinweise zum Ausmessen des DDS Filters
Der Filter ist eigentlich symmetrisch aufgebaut mit einer Impedanz von 200 Ohm. Das konnte auch durch S2P-Messungen mit dem VNWA bestätigt werden. Eine kleine Gemeinheit ist aber auf dem Bandmodul verborgen, über die man stolpern kann. Am Filterausgang (Pin 8) des DDS-Filters liegt ein Widerstand von 330 Ohm nach Masse. Dieser Widerstand muss also für die Messung ausgelötet werden. Hinterher nicht vergessen ihn wieder zu bestücken! Verbleibt der Widerstand auf dem Modul wird die Messkurve leicht verfälscht, was aber eine Abstimmung des Filters trotzdem ermöglicht. Am Eingang und am Ausgang werden die Impedanzen von 200 Ohm nach 50 Ohm mit einem Übertrager (8:4 Wdg.) angepasst.
Ich hatte keine Lust am Ausgang einen Übertrager von 125 Ohm zu 50 Ohm nachträglich einzubauen.

Hinweise zum Ausmessen der TX- und RX-Filter
Der TX-Filter ist beidseitig mit 50 Ohm abgeschlossen. Der RX-Filter ist an beiden Porst mit 200 Ohm abgeschlossen. Aus diesem Grund habe ich dort Übertrager auf dem Messadapter vorgesehen. Es kann also ganz normal in der 50 Ohm Umgebung gemessen werden

Wenn man die Filter mit dem VNWA vermisst, muss man darauf achten, dass der TX und der RX Filter im Gleichlauf sind. Vorschlag: Den Regler auf das obere Bandende stellen und dann beide Filter auch auf das obere Bandende justieren. Anschließend die Filterverläufe in der Mitte und am unteren Ende des Bandes überprüfen.

4.4 Rx-Preselector mit Ringkernen



In meinem jugendlichen Leichtsinn habe ich mir gedacht, dass nur die Bobin-Spulen vom Hobo gegen Ringkerne mit einer höheren Güte ausgetauscht werden müssen, um eine bessere Filterkurve zu bekommen. Die folgenden Messungen zeigen, dass dem nicht so ist.

Für diese Experimente wurde eine neue Platine geätzt, möglichst viele Bauteile in SMD ausgeführt um Platz zu bekommen und die „Bobin Spulen“ von Neosid gegen T37-6 Ringkerne ausgetauscht (35 Windungen 0,2Cu bewickelt).

Die ersten Messungen ergaben, dass selbst mit zwei 1,5pF-Kondensatoren (in Reihe) die Kopplung zwischen den beiden Schwingkreisen viel zu stark ist. Ein Entfernen der Koppelkondensatoren verbessert die Durchlasskurve erheblich. Das Feld der Ringkerne ist stark genug um rein induktiv miteinander zu koppeln (siehe auch Link (1)). Neben der Entfernung beeinflusst auch die Lage der Ringkerne zueinander die Kopplung. Die Abbildung 7 zeigt mögliche Varianten. Werden die Ringkerne um einen imaginären Mittelpunkt gedreht ändert sich die Koppelwirkung nicht. Meine Experimente haben gezeigt, dass diese Theorie stimmt (hihi). Durch Verändern der Lage kann die Koppelwirkung beliebig verändert werden.

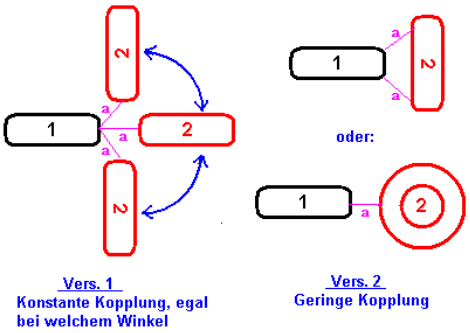


Abbildung 7 Koppelwirkung zwischen Ringkernen

In direkter Nähe vom HF-Bandmodul befindet sich die Schaltmischer-Platine. Um herauszufinden ob die geringe Entfernung zu leitenden Materialien die Filterkurven beeinflusst, habe ich eine mit GND verbundene Kupferplatte dem RX-Preselector genähert. Die Abbildung 8 zeigt, dass sich hierbei die Dämpfungskurve leicht verändert.

Mir fehlt die Erfahrung zu beurteilen, ob die Änderung der Durchlasskurve zu einem Problem werden kann. Ich vermute aber, dass die leichte Verschiebung der Kurve um bis zu 3kHz einfach ausgeregelt werden kann.
Die obere Kurve mit der geringsten Durchgangsdämpfung ist ohne beeinflussende Metallplatte. In Stufen von 10mm, 5mm und 2mm habe ich eine Metallplatte den Ringkernen genähert, die an GND angeschlossen war.

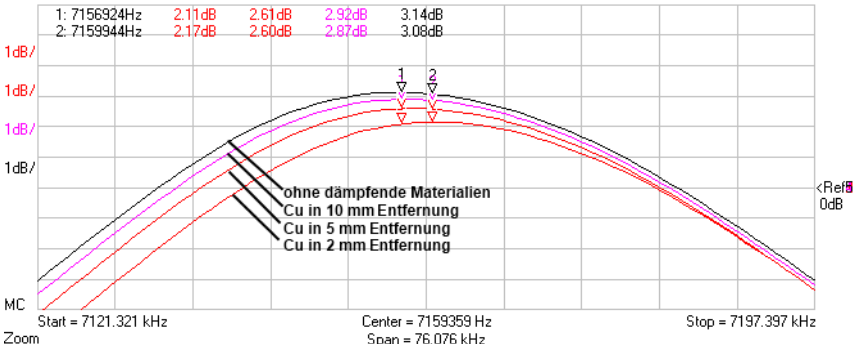


Abbildung 8 Annäherung einer Metallplatte

In einer anderen Anordnung der Ringkerne zueinander habe ich auch mal eine Zunahme der Kopplung gemessen. Die Effekte waren aber in der gleichen Größenordnung. Erklären kann ich mir nicht, warum ich mal ein Abnahme und mal eine Zunahme der Kopplung gemessen habe.

4.5 Vergleich der beiden Aufbauten

Bei dem Aufbau mit den Ringkernen wurde die Kopplung so weit verringert, dass beide Aufbauten die gleiche Dämpfung aufweisen. Ein Vergleich mit dem Neosid-Spulen zeigt nun, dass die Ringkerne durch ihre höhere Güte eine Filterkurve mit einer geringeren Bandbreite ergeben. Dies ist sehr erfreulich.

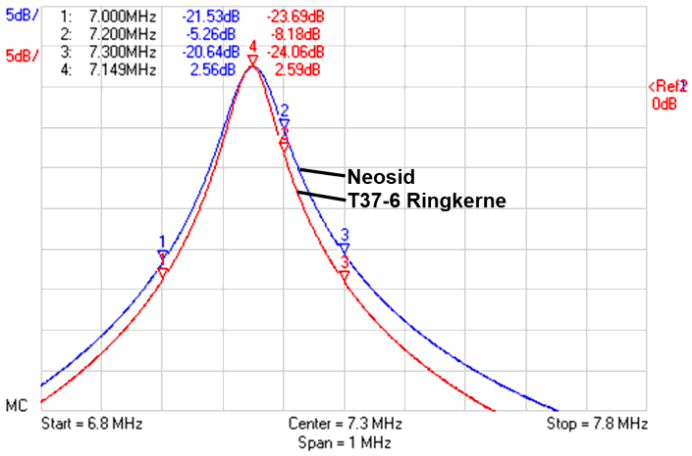


Abbildung 9 Vergleich der Aufbauten

Wenn ein störendes Signal 50kHz bis 150kHz entfernt ist, beträgt der Unterschied der Dämpfung 3dB. Insgesamt nimmt dadurch die Summenspannung, die noch nach dem Filter zu verzeichnen ist, noch weiter ab.
Die nachfolgende Tabelle fasst nochmal die Messwerte aus dem Filtervergleich zusammen. Ob dieser geringe Unterschied zwischen den Filterkurven einen hörbaren Unterschied hervorruft, vermute ich nicht.

		Dämpfung der Störsignale	
		Neosid	T37-6 Kerne
Entferung Störendes Signal	0 kHz	0 dB	0 dB
	50 kHz	7,8 dB	10,8 dB
	150 kHz	23,2 dB	26,7 dB

Wenn man die mechanische Stabilität betrachtet, fällt sofort auf, dass der die Ringkerne mit ihrem 0,2 mm Draht sehr instabil sind. Bei der kleinsten Berührung geht die Justierung der Durchgangskurve verloren.

	Neosid	T37-6 Kerne
Vorteile	- unempfindlich gegen störende Metallflächen - mechanisch stabiler Aufbau	- geringere Bandbreite der Filterkurve
Nachteile	- größere Bandbreite der Filterkurve	- mechanisch sehr instabiler Aufbau - nahe Metallflächen beeinflussen die Filterkurve

Nach Abschluss der Experimente werde ich den Versuchsaufbau mit den Ringkernen daher mit Nagellack und Zwei-Komponenten-Kleber für die Ewigkeit festsetzen. Mals sehen, wie er sich dann im Alltag bewährt.

Die mechanischen Probleme können nur durch Verwendung eines dickeren Drahtes verringert werden, was dann eine kleinere Induktivität ergibt. Der positive Nebeneffekt wäre dann auch eine verbesserte Güte, die wiederum der Verringerung der Bandbreite zugutekommen würde.
Kleinere Induktivitäten ergeben aber wieder ein neues Problem. Der Variationsbereich der BB109 Kapazitätsdioden ist so klein, dass dann der gesamte Frequenzbereich des 40m Bandes nicht mehr überstrichen werden kann. Hier müsste man dann eine Diode mit einem leicht größeren Variationsbereich nehmen. Nach meinem Verständnis nimmt mit kleiner werdender Induktivität auch die induktive Kopplung ab. Ein ausgewogenes Verhältnis müsste dann gefunden werden. Hier beginnt dann wieder ein reichhaltiges Experimentiergebiet, dass ich gerne euch überlassen möchte ☺ ☺ ☺ .

4.6 Schlussbetrachtung

Meine Messungen an Ringkernen zur "Wissenserweiterung" haben mir viel Spaß gemacht. Vielleicht habe ich es an der einen oder anderen Stelle übertrieben, was dem Erkenntnisgewinn aber keinen Abbruch getan hat. Über eure Anregungen und Verbesserungshinweise würde ich mich sehr freuen.

Vermutlich werde ich die Platine mit den Ringkernen noch mit einem Neosid Tx-Preselektor versehen und die Ringkerne mit Nagellack und Zwei-Komponentenkleber festsetzen. Zumindest wird eine Spule fixiert um die Freiheitsgerade des Aufbaus zu reduzieren. Dann kann immer noch im Hobo selbst justiert werden (wenn es notwendig ist).

Für mich bleibt der Hobo erst mal ein Bastelgerät, das neben dem Funkbetrieb auch zum Wissenserwerb herhalten muss. Deshalb ist eine gewisse mechanische Stabilität der einzelnen Baugruppen notwendig, die immer mal wieder herausgezogen werden. Das müssen sie dann auch aushalten. Aus diesem Grund bleibt erst mal der verbesserte Originalaufbau mit den Neosidspulen mein Favorit. Die Verringerung der Kopplung hat die Filterkurve entscheidend verbessert.

Nachtrag (2012): Peter beschreibt, dass auf dem 80m und auf dem 40m Band der Hobo viel zu empfindlich ist. Es wird empfohlen im Verstärkerzug die Verstärkung zu verringern. Meine Idee ist es auf dem Bandfiltermodul noch ein Dämpfungsglied unterzubringen – direkt vor dem RX-Preselector. Auf diese Weise wird gleichzeitig der IP3 Wert des Verstärkers deutlich verbessert und der Dynamikbereich nicht verschlechtert!

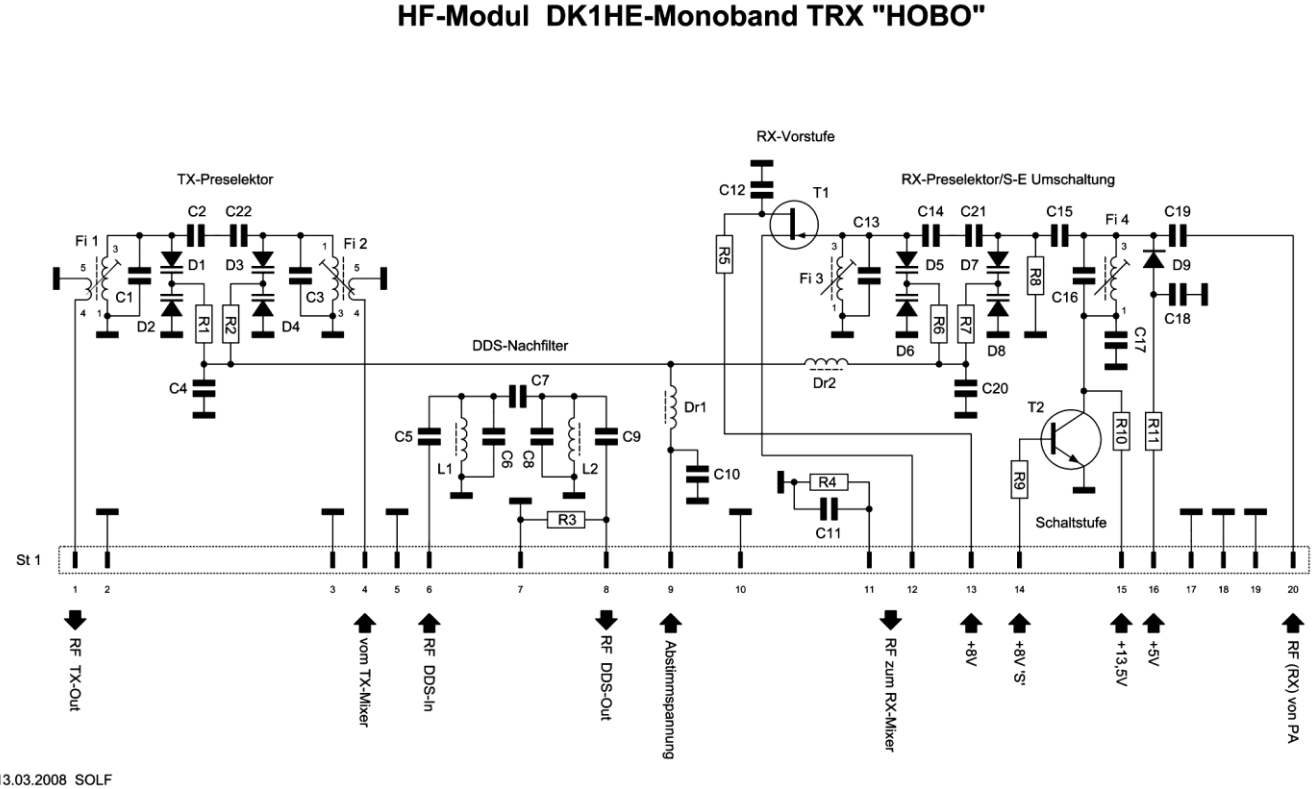
Links

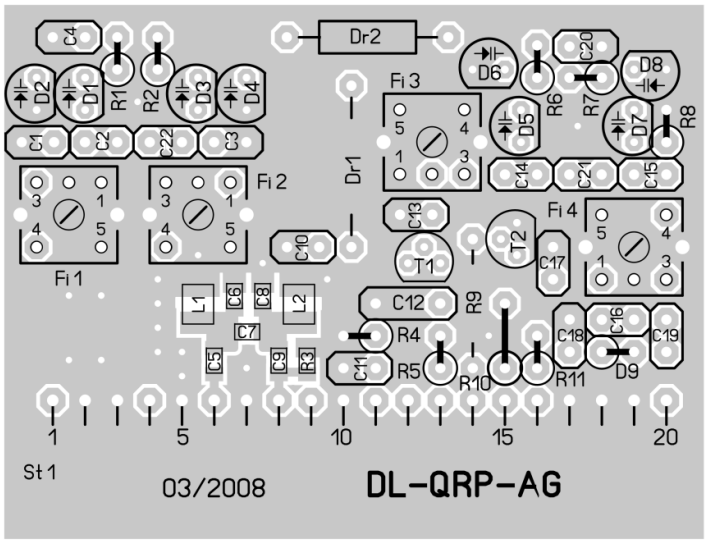
(1) Zur induktiven Kopplung: http://www.qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=2183&pageNo=2
Besonders die Beiträge von dj6ev vom 29.03 und 30.03.
(2) Verständnisfragen zum HF-Modul vom Hobo:
http://www.qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=5761&highlight=hobo
(3) Experimente zum Großsignalverhalten:
http://www.qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=5771&highlight=hobo

Intermodulationsmessplatz für hohe Interzeptpunkte: http://www.mydarc.de/dk4sx/immess.htm

5 Weitere Hinweise zu dem Bandmodul (Juni 2012)

5.1 Vorbereitung für die Untersuchung der Bandfiltermodule





	80m	40m	30m	20m
[ ] C5	33p 0805	15p 0805	12p 0805	39p 0805
[ ] C6	120p 0805	82p 0805	47p 0805	150p 0805
[ ] C7	15p 0805	4p7 0805	6p8 0805	12p
[ ] C8	120p 0805	82p 0805	47p 0805	150p
[ ] C9	33p 0805	15p 0805	12p 0805	39p
[ ] R3	330R 0805	330R 08o5	330R 0805	330R 0805
[ ] L1	1uH 1206	1uH 1206	1uH 1206	4,7uH 1206
[ ] L2	1uH 1206	1uH 1206	1uH 1206	4,7uH 1206
[ ]C1	220pF	100p	68p	47p
[ ] C2	18pF	5p6	3p9	3p9
[ ] C3	220pF	100p	68p	47p
[ ] C22	18pF	5p6	3p9	3p9

	80m	40m	30m	20m
[ ] R1	68K	68k	68k	68k
[ ] R2	68K	68k	68k	68k
[ ] C4	47nF (473)	47n (473)	22n (223)	22n (223)
[ ] D1	BB112	BB109	BB109	BB109
[ ] D2	BB112	BB109	BB109	BB109
[ ] D3	BB112	BB109	BB109	BB109
[ ] D4	BB112	BB109	BB109	BB109
[ ] Dr1	47uH SMCC	47uH SMCC	22uH SMCC	22uH SMCC
[ ] C10	47nF (473)	47nF (473)	22nF (223)	22nF (223)
[ ] R4	390R	390R	390R	390R
[ ] C11	47n (473)	47n (473)	22n (223)	22n (223)
[ ] R5	27R	27R	27R	27R
[ ] C12	47n (473)RM5	47n (473)RM5	22n(223)RM5	22n (223)
[ ] C13	220p	100p	68p	47p
[ ] C14	10p	4p7	2p7	2p7
[ ] C21	10p	4p7	2p7	2p7
[ ] R6	68K	68k	68k	68k
[ ] R7	68K	68k	68k	68k
[ ] C20	47n (473)	47n (473)	22n (223)	22n (223)
[ ] D5	BB112	BB109	BB109	BB109
[ ] D6	BB112	BB109	BB109	BB109
[ ] D7	BB112	BB109	BB109	BB109
[ ] D8	BB112	BB109	BB109	BB109
[ ] Dr2	47µH SMCC	47uH SMCC	22uH SMCC	22uH SMCC
[ ] C15	4,7nF (472)	330p	330p	330p
[ ] C16	220pF	100p	68p	47p
[ ] C17	47nF (473)	47n (473)	22n (223)	22n (223)
[ ] D9	1N4148	1N4148	1N4148	1N4148
[ ] C19	22p	10p	8p2	6p8
[ ] C18	47nF (473)	47n (473)	22n (223)	22n (223)
[ ] R8	100K	100k	100k	100k
[ ] R9	33K	33k	33k	33k
[ ] R10	12K	12k	12k	12K
[ ] R11	820R	820R	820R	820R
[ ] T1	BF244 B	BF244B	BF244B	BF244B
[ ] T2	BC546 B	BC546B	BC546B	BC546B

	17m	**15m**	**12m**	**10m**
[ ] C5	27p 0805	33p 0805	18p 0805	12p 0805
[ ] C6	100p 0805	120p 0805	82p 0805	47p 0805
[ ] C7	10p 0805	18 0805	5p6 0805	6p8p
[ ] C8	100p 0805	120p 0805	82p 0805	47p
[ ] C9	27p 0805	33p 0805	18p 0805	12p
[ ] R3	330R 0805	330R 08o5	330R 0805	330R 0805
[ ] L1	2,2uH 1206	1uH 1206	1uH 1206	1uH 1206
[ ] L2	2,2uH 1206	1uH 1206	1uH 1206	1uH 1206
[ ] C1	39p	33p	27p	22p
[ ] C2	3p9	2p7	1p8	2p2
[ ] C3	39p	33p	27p	22p
[ ] C22	3p9	2p7	1p8	2p2
[ ] R1	68K	68k	68k	68k
[ ] R2	68K	68k	68k	68k
[ ] C4	22nF (223)	10n (103)	10n (103)	10n (103)
[ ] D1	BB109	BB109	BB109	BB109
[ ] D2	BB109	BB109	BB109	BB109
[ ] D3	BB109	BB109	BB109	BB109
[ ] D4	BB109	BB109	BB109	BB109
[ ] Dr1	22uH SMCC	10uH SMCC	10uH SMCC	10uH SMCC
[ ] C10	22nF (223)	10nF (103)	10nF (103)	10nF (103)
[ ] R4	390R	390R	390R	390R
[ ] C11	22n (223)	10n (473)	10n (103)	10n (103)

	17m	**15m**	**12m**	**10m**
[ ] R5	27R	27R	27R	27R
[ ] C12	22n (223)RM5	10n (103)RM5	10n(103)RM5	10n (103)RM5
[ ] C13	39p	33p	27p	22p
[ ] C14	1,8p	1p8	1p2	1p5
[ ] C21	1,8p	1p8	1p2	1p5
[ ] R6	68K	68k	68k	68k
[ ] R7	68K	68k	68k	68k
[ ] C20	22n (223)	10n (103)	10n (103)	10n (103)
[ ] D5	BB109	BB109	BB109	BB109
[ ] D6	BB109	BB109	BB109	BB09
[ ] D7	BB109	BB109	BB109	BB109
[ ] D8	BB109	BB109	BB109	BB109
[ ] Dr2	22µH SMCC	10uH SMCC	10uH SMCC	10uH SMCC
[ ] C15	330pF (331)	330p(331)	330p(331)	330p(331)
[ ] C16	39p	33p	27p	22p
[ ] C17	22nF (223)	10n (103)	10n (103)	10n (103)
[ ] D9	1N4148	1N4148	1N4148	1N4148
[ ] C19	5p6	4p7	4p7	3p9
[ ] C18	22n (223)	10n (103)	10n (103)	10n (223)
[ ] R8	100K	100k	100k	100k
[ ] R9	33K	33k	33k	33k
[ ] R10	12K	12k	12k	12K
[ ] R11	820R	820R	820R	820R
[ ] T1	BF244 B	BF244B	BF244B	BF244B
[ ] T2	BC546 B	BC546B	BC546B	BC546B

Diese Inforamtionen wurden dem Hobo-Handbuch entnommen.

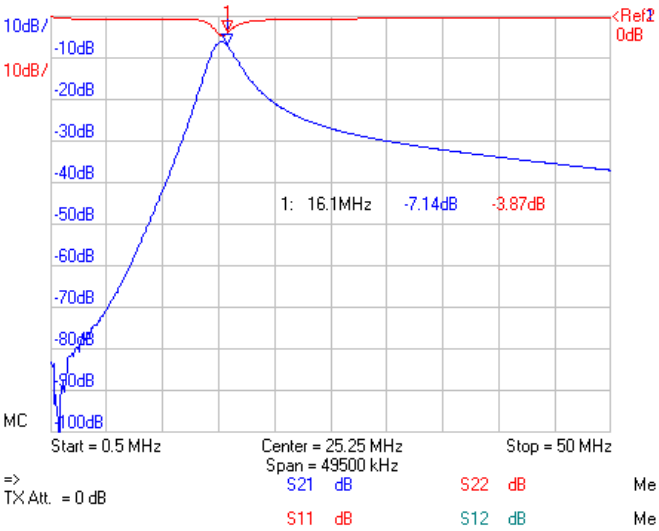
5.1.1 Hobo DDS Filter prüfen

Fast immer liegt der DDS Bandpass zu hoch! Peter DL2FI schreibt hierzu: „Die einfachste Mesthode, es in den gewünschten Bereich zu bekommen ist dann die Kreiskapazität durch parallel Kondensatoren zu erhöhen. Da es SMD Kondensatoren sind, einfach huckepack auflöten. Die Mitte des "rauscharmen" Bereiches sollte etwa der Mitte des untersuchten Bandes entsprechen. Trifft das nicht zu, so liegt das meist an den Toleranzen der im DDS Bandpass eingesetzten SMD Spulen.“ Das Vorgehen von Dietmar DL2BZE hat sich bewährt, wenn man den Filter nicht mit dem VNWA vermessen möchte: „Wähle die Abstimmung 100 kHz Schritte aus und stelle die Anzeige mal etwa 2 MHz unterhalb Deines Bandes und ein drehe dann die Frequenz hoch. Beobachte dabei den Klang des Rauschens ohne angeschlossene Antenne. Ab einer bestimmten Frequenz wird das Rauschen deutlich geringer und es nimmt irgendwann oberhalb Deines Bandes wieder schlagartig zu. Ich glaube das wäre ein einfacher Test, die Funktion und den Durchlassbereich vom DDS Filter zu überprüfen.“

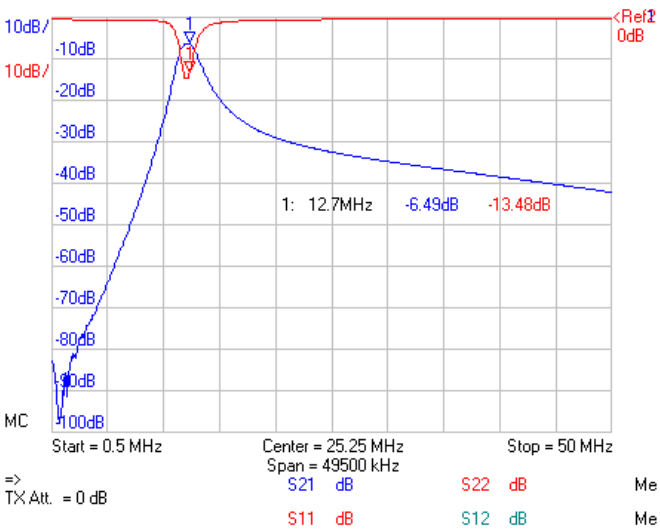
Er schreibt weiter: „Das Nachfilter zum DDS ist beidseitig mit 200 Ohm abgeschlossen. Wenn die Filterkurve auf der richtigen Frequenz liegt, dann ist die Dämpfung kein Problem weil der Rest der Schaltung darauf abgestimmt ist. Man braucht gar keinen NWT mit den sich dann ergebenden Anpaßproblemen sondern kann die Durchlasskurve direkt mit dem Hobo selbst ermitteln: Tastkopf an den Ausgang des Filters oder am Eingang des 7404 anklemmen und dann die DDS Frequenz mit der großen Steprate verändern. Das Maximum der Spannung finden, die angezeigte Frequenz umrechnen auf DDS Frequenz und dann abschätzen oder ausrechnen, wie viel C man zugeben muss um auf die Sollfrequenz zu kommen (ich habe noch kein Filter gesehen, das zu tief lag. Bisher lagen alle zu hoch, die Drosseln scheinen generell zu wenig Induktivität zu haben).“

5.1.2 DDS Filter von DK7JB (Juni 2012)

DDS Filter für 40m



DDS Filter für 80m



6 Hobo-Frequenzplan – Lage der VFO-/BFO-Frequenzen (Mai 2010)

Diese Infos stammen aus dem Beginn meiner VNWA-Zeit, zu finden auch unter
http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=5633

Fragestellung:

In den letzten Tagen habe ich mich mit den Quarzfiltern vom Hobo beschäftigt und den Hobo nach der Anleitung von Peter abgestimmt. Die Abstimmanleitung von Peter führt wohl zu einem abgestimmten HOBO, nicht aber zu meinem tiefen Verständnis.

Den Frequenzplan habe ich noch nicht richtig verstanden und würde mich über eure Hilfestellungen freuen. Gesucht wird also eine Erklärung der richtigen Lage der Quarzfilter (SSB & CW) und VFO-/BFO-Frequenzen zueinander (für das 40m-Band LSB).

Nehmen wir mal an, dass der Eingangspreselector, der Mischer und der Bandpassfilter für den DDS gut abgestimmt sind. Desweiteren wurde der DDS mit einem Frequenzzähler genau kalibriert.

Der SSB und der CW-Filter wurden ausgemessen und für unsere Diskussion können wir folgende Messdaten zugrunde legen:

SSB: Bw 2,4kHz - 9000,430kHz bis 9002,930kHz - Mitte: 9001,680kHz

CW: Bw 500Hz - 9000,160kHz bis 9000,660 kHz - Mitte: 9000,410 KHz

Der CW-Filter liegt also am unteren Ende des SSB Filters.

Es soll im 40m-Band auf genau 7,030MHz ein SSB und ein CW Signal empfangen werden. Wo genau müssen bei meinen Filtern die VFO und die BFO-Frequenzen liegen? Mit welchen Anzeigefehlern der Frequenz muss ich beim HOBO rechnen. (die genauen Frequenzangaben sollen nur dem Verständnis dienen ;-))

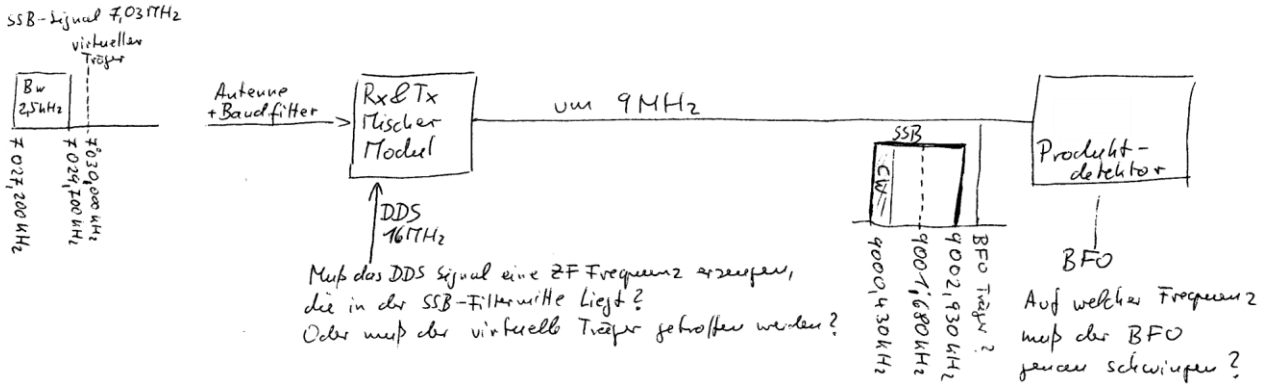
Über Hinweise über klassische Einstellmethode mit einem Messsender würde ich mich auch freuen. Als Messmittel stehen ein Oszi, Frequenzzähler, Messsender, Pegelmesser und ein VNWA zur Verfügung.

Angefügte Bilder:

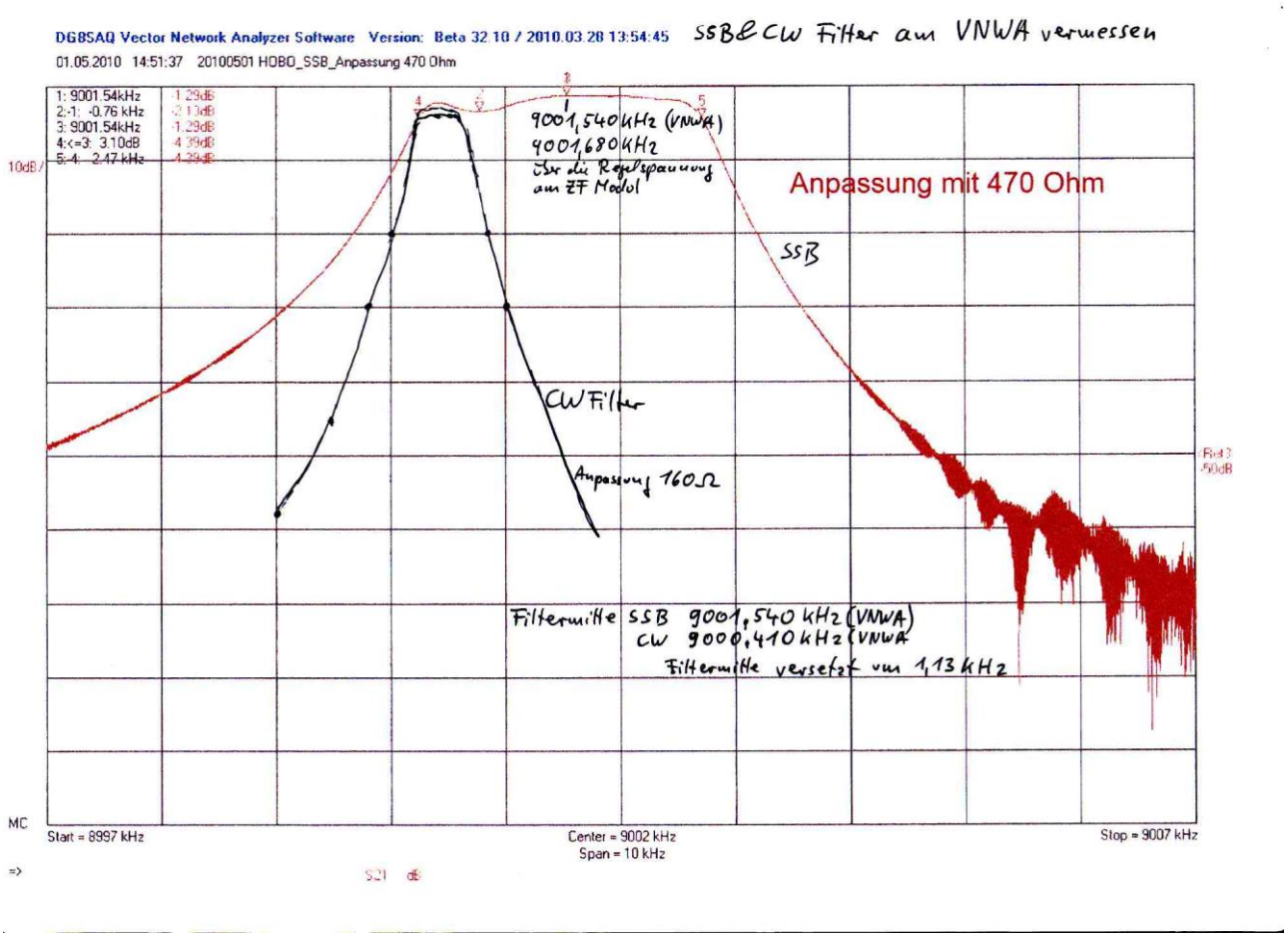
Bild 1: Gedanken im Bild verdeutlicht

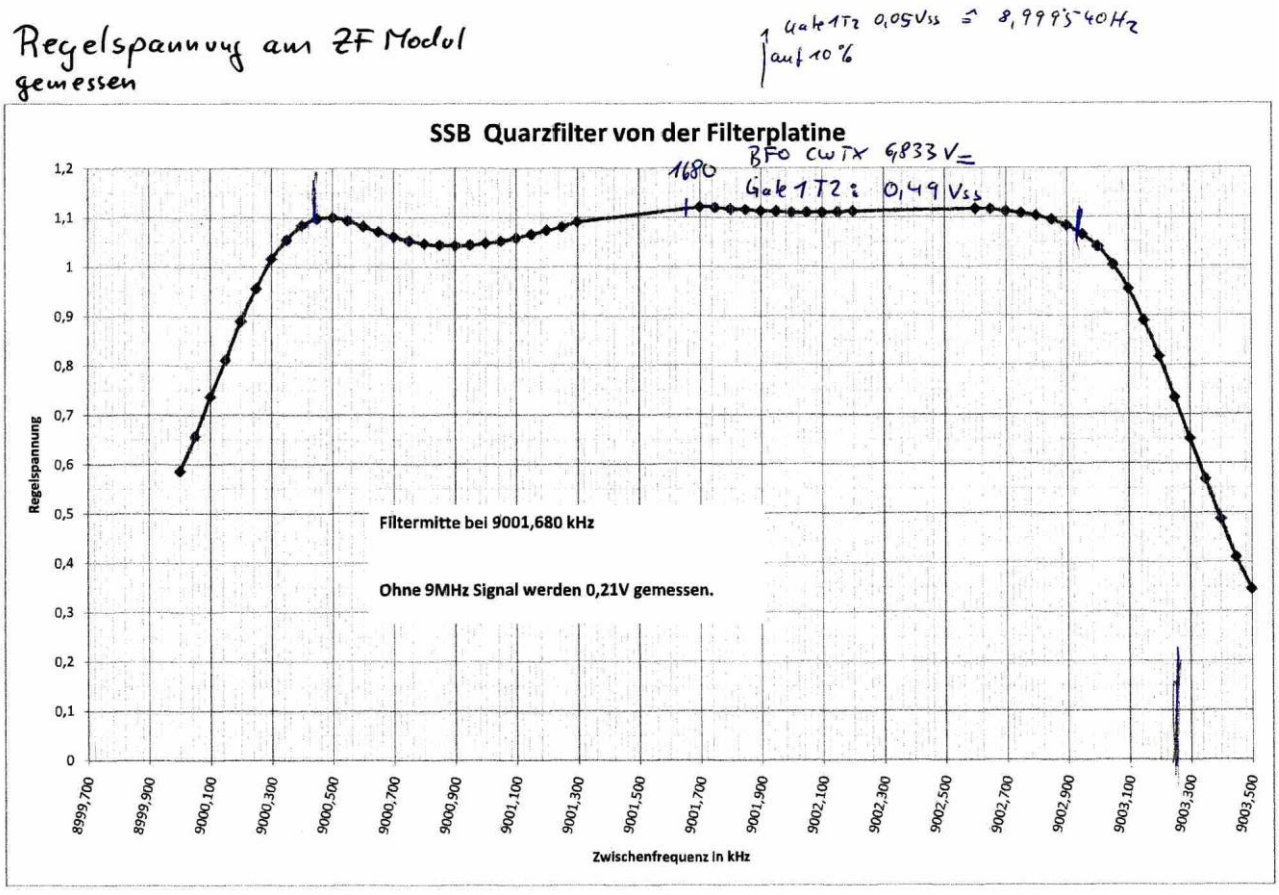
Bild 2: Filter mit dem VNWA vermessen

Bild 3: SSB-Filter über die Regelspannung am ZF-Verstärker vermessen.



Was ist bei einem CW-Signal?
Die Filtermitte des CW Filters ist um 1,13 kHz gegenüber dem SSB-Filter verschoben.
Verschiebt sich nur die Frequenzanzeige des HoSo?

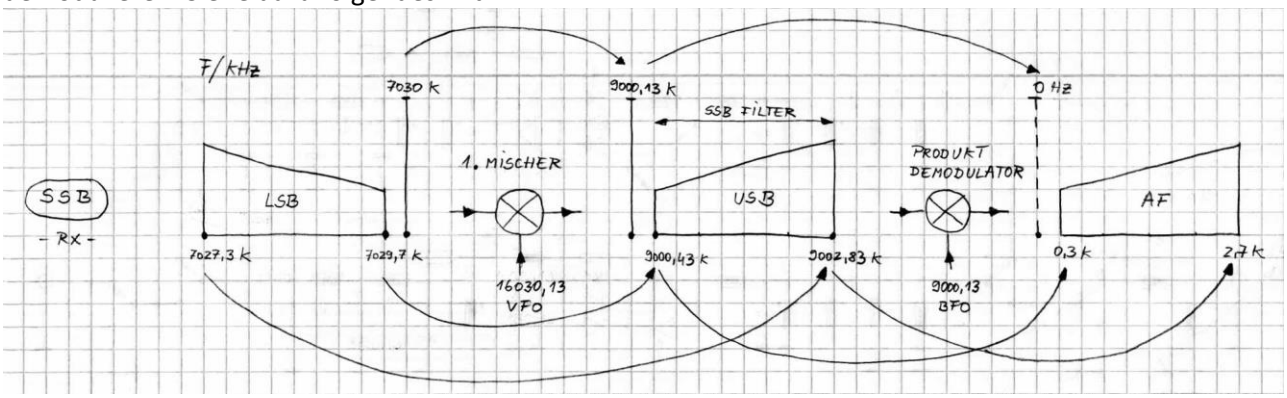

DG8SAQ Vector Network Analyzer Software Version: Beta 32.10 / 2010.03.28 13:54:45
SSB & CW Filter am VNWA vermessen
01.05.2010 14:51:37 20100501 HOBO_SSB_Anpassung 470 Ohm
1: 9001.54kHz -1.29dB
2:-1: -0.76 kHz -2.13dB
3: 9001.54kHz -1.29dB
4:<=3: 3.10dB -4.39dB
5: 4: -2.47 kHz -4.39dB
10dB/
9001,540 kHz (VNWA)
9001,680 kHz
über die Regelspannung am ZF Modul
Anpassung mit 470 Ohm
SSB
CW Filter
Anpassung 160 Ω
Filtermitte SSB 9001,540 kHz (VNWA)
CW 9000,410 kHz (VNWA)
Filtermitte versetzt um 1,13 kHz
Ref 3
-50dB
MC
Start = 8997 kHz
Center = 9002 kHz
Span = 10 kHz
Stop = 9007 kHz
S21 dB


Regelspannung am ZF Modul gemessen
Gate 1 T2 0,05 Vss ≙ 8,999540 Hz
auf 10 %
SSB Quarzfilter von der Filterplatine
1680
BFO CW TX 6,833 V=
Gate 1 T2: 0,49 Vss
Regelspannung
Filtermitte bei 9001,680 kHz
Ohne 9MHz Signal werden 0,21V gemessen.
Zwischenfrequenz in kHz

Antwort von Reinhold (gekürzt):
***Wenn das SSB-Signal bei 7,030MHz liegt, welche Frequenzen müssen dann der VFO und der BFO haben? Der Quarzfilter hat den Durchlassbereich bei 9000,430kHz bis 9002,930kHz.

Beginne einfachheitshalber am BFO und arbeite dich nach vorne:
BFO = 9000,430kHz - 0,3kHz = 9000,130kHz (es wird erstmal USB erzeugt!)
VFO = 7030,00kHz + 9000,130kHz = 16030,13kHz
Diese Frequenz gibt der VFO aus, das Display sollte den virtuellen Träger (7030kHz) anzeigen. Weil die VFO-Frequenz über die ZF schwingt wird das vorhin erzeugte USB in LSB gewandelt (Seitenbandinversion).

Nachdem ich die Erklärung fehlerhaft verstanden habe, verfeinert Reinhold seine Erklärung:
Die Dachschräge für das ZF-Band müsste andersrum geneigt sein und der ZF Träger links davon stehen. Du möchtest LSB empfangen, im ersten Frequenzumsetzer wird daraus USB und daher musst du zwangsläufig auch USB demodulieren. Siehe dazu folgendes Bild:

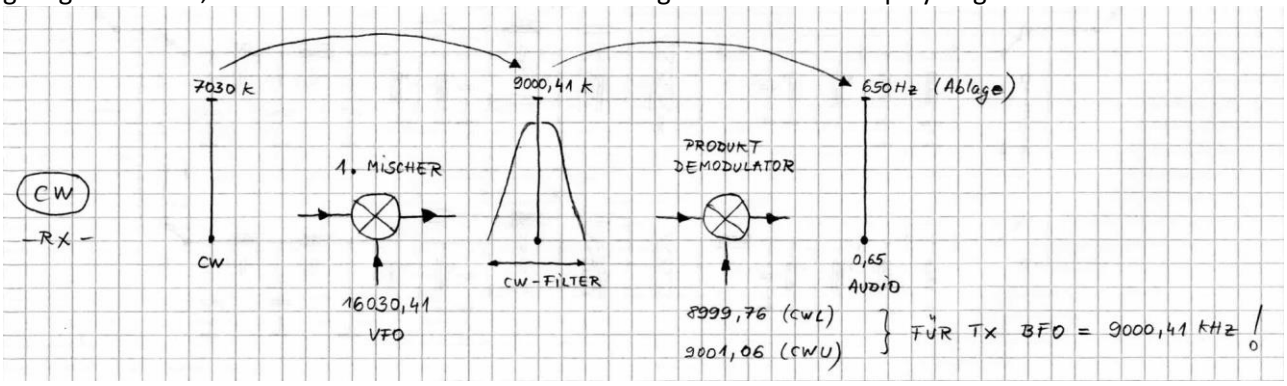


*** Ab wo werden die 300 Hz Verschiebung zum Träger gemessen? Ab dem -3dB oder ab dem -6dB Punkt?

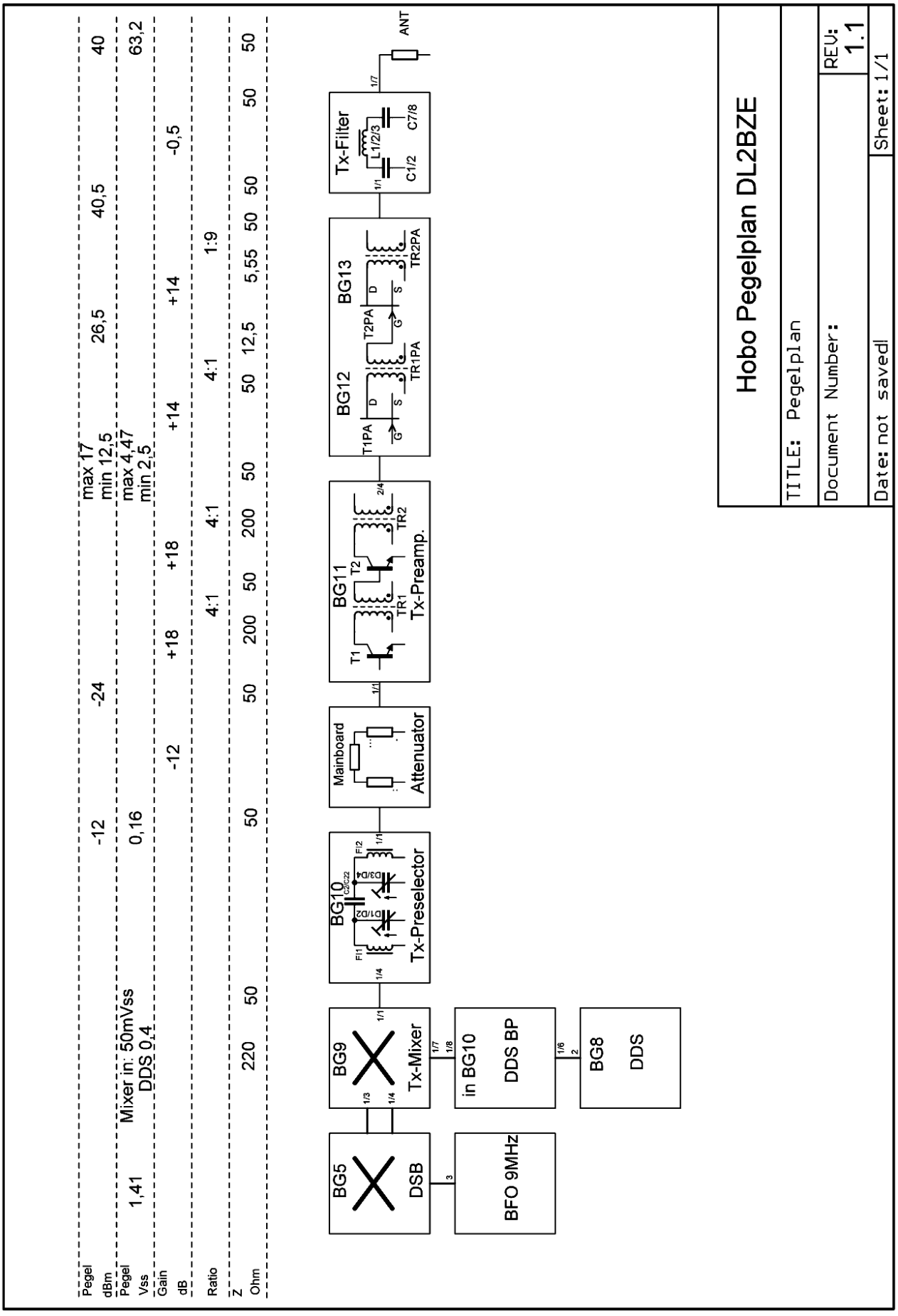
Bei ZF Filter wird die Bandbreite zwischen den 6dB Punkten angegeben, dein SSB Filter ist also tatsächlich breiter als 2,4kHz. Das Rechenbsp. gilt für die vom VNA ermittelten 3dB Eckpunkte. Möchtest du doch lieber die 6dB Eckpunkte (bessere Seitenbandunterdrückung aber auch mehr hohe Frequenzen im Audioband) nehmen muss der BFO etwas tiefer gelegt werden.

*** Vielleicht könntest du noch etwas zu der VFO und BFO-Lage beim CW-RX und beim CW-TX erzählen?

Ich habe die BFO Frequenzen, je nach Präferenz, getrennt für CW-L und CW-U angegeben. Als CW Ablage habe ich hier 650Hz genommen, läßt sich aber leicht ändern. Bei TX muss der BFO auf 9000,41kHz (Mittenfrequenz CW-Filter) gezogen werden, damit bist du "transceive" mit der Gegenstation. Das Display zeigt 7030kHz an.

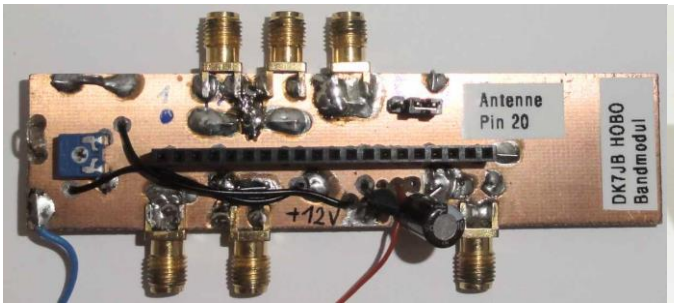


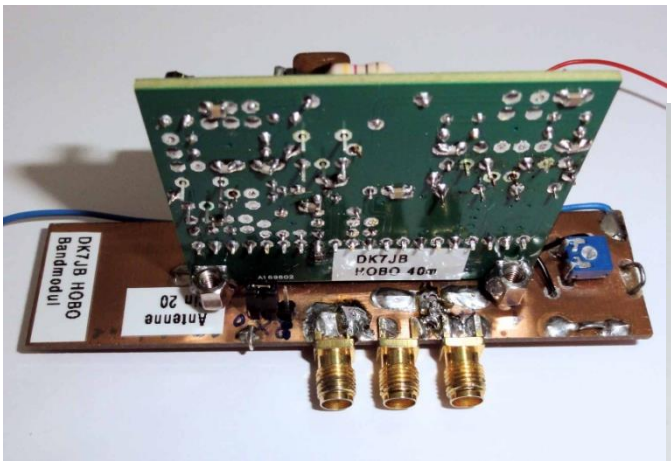
7 Pegelplan von Dietmar DL2BZE

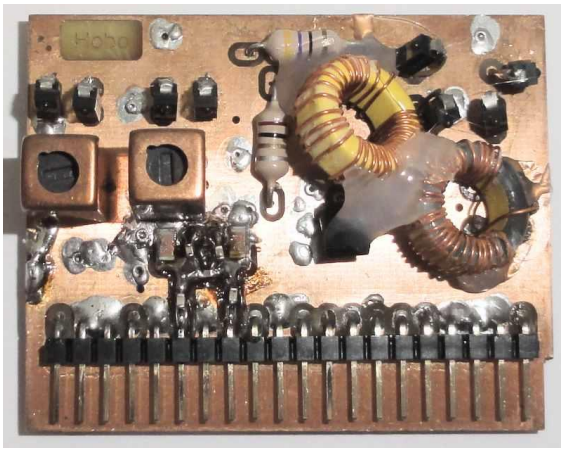


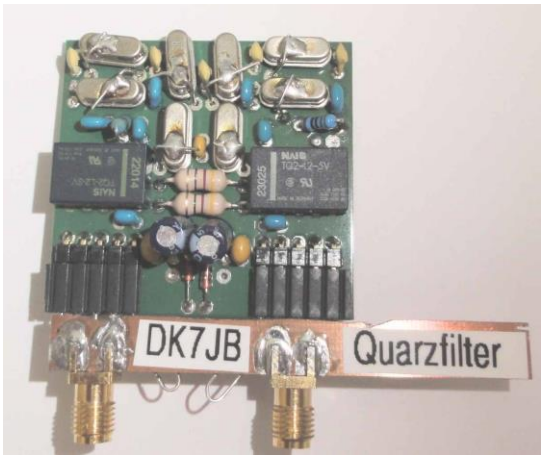
8 Messadapter von DK7JB (Juni 2012)

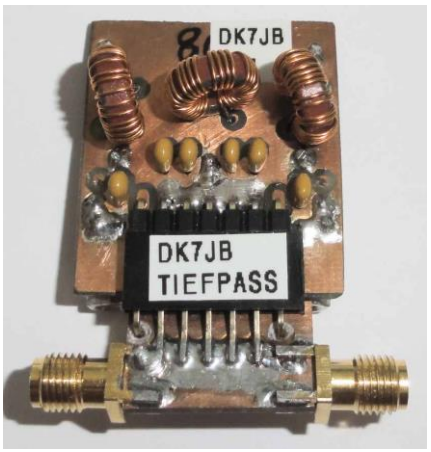
Hier findet ihr Fotos von meinen Messadaptern

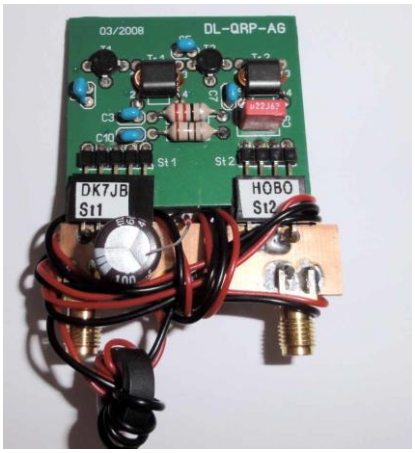




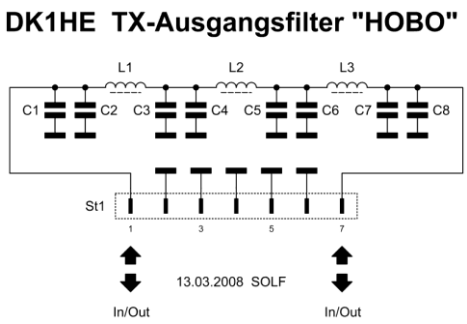








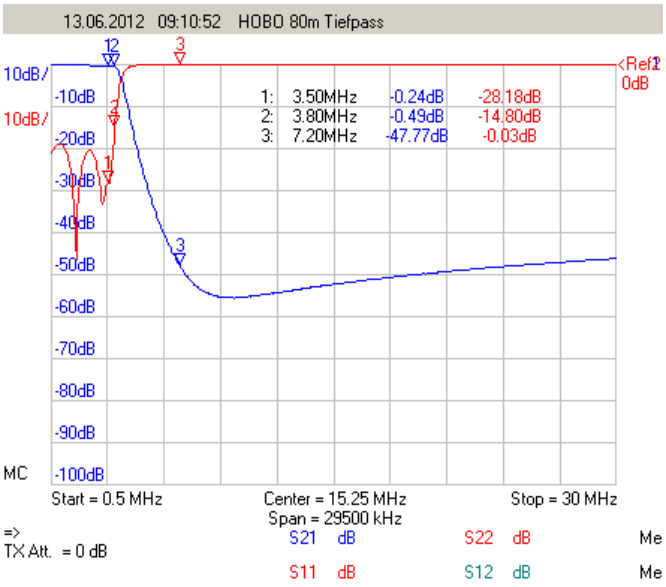
9 Ausgangstiefpässe

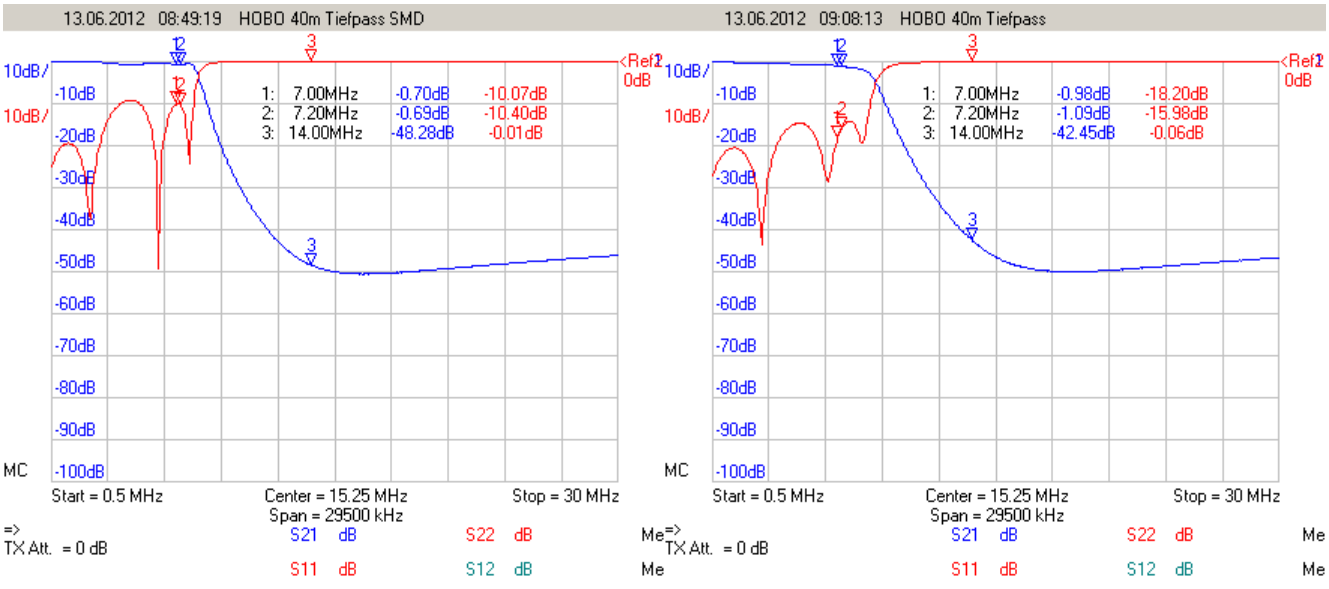


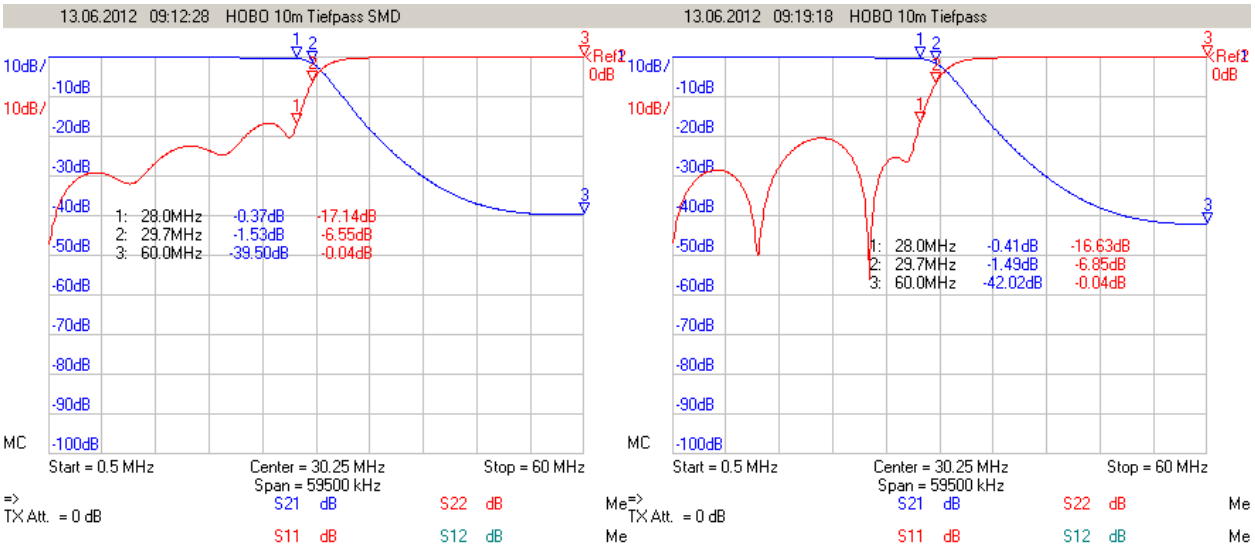
Peter DL2FI schreibt in seinem Handbuch zu den Tiefpässe: „Es kommt hierbei ein 7poliges Tschebychev- Filter mit normierten Kapazitätswerten zur Anwendung. Das Filter wurde auf größtmögliche Rückflussdämpfung im Durchlassbereich dimensioniert (>20dB); die Einfügungsdämpfung beträgt dabei max. 0,5dB. Die Sperrdämpfung bei der 1. Oberwelle (2xf) ergibt sich zu 45dB.“

9.1.1 Tiefpässe von DK7JB (Juni 2012)

Vom mir wurden einige Tiefpässe aufgebaut. Bis auf einen Tiefpass wurden nicht die Originalbauteile verwendet. Einige Tiefpässe sollten noch überarbeitet werden

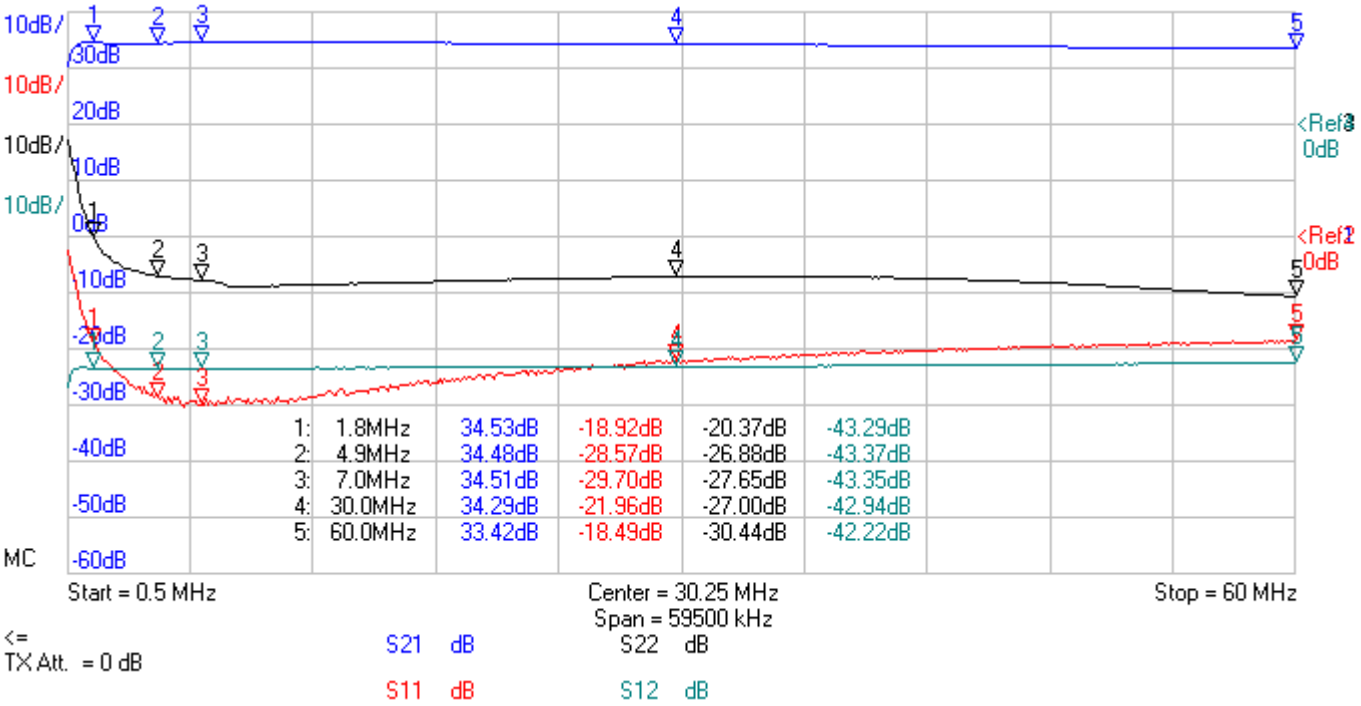






10 TX-Pre-Amplifier Unit (Juni 2012)

Hier werden Messungen am TX-Sende-Vorverstärker vorgestellt.



Als Gesamtstrom wurden 78mA bei 8V gemessen. IP Messungen haben einen OIP3=34dBm und einen IIP3=-0,5dBm ergeben. Gemessen wurde mit 7MHz und 15kHz Tonabstand. Messungen mit unterschiedlichen Pegeln haben den gleichen Wert ergeben. Der 1dB Kompressionspunkt und die Wirkung auf Fehlanpassung wurden noch nicht bestimmt.

11 Gedanken und Erklärungen zum Hobo

Diese Sammlung ist aus einem vielfältigen Gedankenaustausch entstanden. Große Teile sind auch zu finden unter qrpforum.de und stammen von Freunden von mir und anderen netten OMs. Ich bedanke mich bei euch für die intensive Hilfe zur Selbsthilfe.

11.1 Spannungseinbrüche beim HOBO - fehlende Sendeleistung

Nachdem ich den Hobo zusammengebaut und nach Anleitung abgeglichen hatte, konnte nur eine Ausgangsleistung von 4,5 Watt im TUNE Modus abgerufen werden.
Letztendlich konnten zwei Ursachen lokalisiert werden: Ein zu dünnes Kabel für die Spannungsversorgung und eine falsche Schmelzsicherung.
Diese falsch gewählte Schmelzsicherung hat mich zu Experimenten animiert. Verschiedene Sicherungen wurden belastet und der Spannungsabfall (außerhalb des HOBOs) ausgemessen.

Die Sicherungen sind hierbei sehr heiß geworden. Hier die Ergebnisse:
(zwischendurch abkühlen lassen)

Strom gegenüber dem Spannungsabfall über der Sicherung
Sicherung: 800mA (mit Sandfüllung)
120mA 0,09V
720mA 0,77V
1200mA 3,36V
1580mA 6,03V !!! (jeweils wenige Sekunden gemessen)

Sicherung: 630mA Träge (ohne Sandfüllung)
330mA 0,22V
1000mA 0,6V durchgebrannt

Sicherung: 2,5A Mittel (mit Sandfüllung)
2,6A 0,6V
4,0A 0,75V
5,06A 0,8V-1V (Die Sicherung hat diesen Strom genau 3 Minuten ausgehalten- durchgebrannt)

Der Spannungsabfall von 3 V an einer Sicherung und das relativ lange Aushalten eines "hohen" Stroms war für mich zu diesem Zeitpunkt neu. Bei meinen Messungen (mit Gleichspannung) sind die Sicherungen richtig heiß geworden. Sie wurden sozusagen im "Glühmodus" :-) betrieben. Kein Wunder, dass ich mit einer 800mA Sicherung im HOBO Probleme hatte. Diese war somit unterdimensioniert. Der beschriebene Versuch mit der 2,5A-Sicherung hat mir gezeigt, dass es wohl sinnvoll ist flinke Sicherungen zu nehmen, die für einen relativ hohen Strom bemessen sind.

11.2 Funktionsweise des Hobo-Schaltmischers

Siehe auch: http://www.janson-soft.de/seminare/dh7uaf/kom_mixer.pdf

11.3 Pfeifstelle beim Hobo

Beim Experimenten am Hobo ist mir eine „komische Pfeifstellen“ aufgefallen.
Versuchsaufbau:
Der Hobo 40m wird mir einem 7.150MHz Sinus der Stärke -43dBm (S9+30dB) gespeist. SSB Filter (CW Filter macht keinen Unterschied)
Wird über das Band gedreht, fällt eine Pfeifstelle bei 7.050MHz auf. Wird das Generatorsignal verändert, wandert auch diese Pfeifstelle. Könnt ihr bei euren Hobos diesen Effekt auch feststellen?
Wie lässt er sich erklären?
Prinzipiell ist das Pfeifen an einer Stelle auf dem Band, die mich sowieso nur sehr wenig interessiert - neugierig bin ich aber schon geworden ;-)

Antwort
… ich gehe davon aus, dass die LO-Frequenz über der Empfangsfrequenz liegt (~16MHz). Es gibt eigentlich nur eine Pfeifstelle durch Oberwellenmischung, nämlich bei 7200kHz, wie untere Berechnung zeigt (Durchstimmbereich 6,9-7,4MHz, +/-n x flo +/-m x fe).
Daher dürfte das wohl ein DDS-Spurious sein. Bei einem Takt von nur 50MHz und einem Aussgangssignal von ca. 16MHz erzeugt der AD9834 schon einiges dieser Art. Hast Du Zugriff auf einen Spektrum-Analyser?
73, Horst

Hallo Jörn,
Keine Ahnung, ob der VNWA als S/A dafür geeignet ist - probier's einfach mal aus. Ansehen würde ich erst mal die Umgebung der LO-Frequenz, aber auch den 7MHz-Bereich. Dabei den VFO hin- und herdrehen. Eigentlich müsstest Du dann Spurious-Signale sehen, die sich beim Abstimmen verändern.
Alternativ kann man ein externes LO-Signal ausreichender Amplitude (kein DDS) in den Mixer einspeisen. Wenn das Siganl bei 7050 immer noch da ist, wird's ein Suchen im Heuhaufen.
Alles nur Vermutungen meinerseits, da ich so eine Kiste nicht habe. Pfeifstellen haben alle RXe, auch der K2 hat jede Menge davon. Solange die recht schwach sind , stören sie selten.
Ach ja, bist Du sicher, dass dein externes Signal (7150) keine Nebenwellen hat?

12 Link Sammlung

Hinweis: Wenn sich beim Sender gar nichts tut: http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=3923
Zwei Modifikationen: Mikrofonaufbereitung / Mischerbaugruppe
http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=5000
HOBO-Quarzfilter-Experimente http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=5610
Genaue Frequenzeinstellung – Optimierung http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=5617
Hobo DDS Ausgangspegel http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=4695
PSK31 mit HOBO http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=4531
Hobo ZF-Abgleich http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=5623
Antennenrauschen, Empfängerempfindlichkeit - eine Betrachtung nicht nur für Hobo Fans
http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=3708
Wenn den QRPeter die Experimentierwut packt - dann wird daraus ein Duoband Hobo
http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=3480
Hobo DDS Filter prüfen http://support.qrpproject.de/index.php?page=Thread&threadID=50
Problem Frequenzwechsel 20m -> 40m http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=7360
Nachfilter der DDS http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=4024
HOBO Praxistest http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=3978
Problemen bei Senderbetrieb http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=4202
Pfeifstelle beim Hobo http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=6050
Experimente zum Großsignalverhalten http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=5771
Elektret-MIC am HOBO http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=5664
Hobo Messwerte Sender http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=4094
HoBo Mehrband!? http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=3692
Hobo Experimente: SDH = Software Defined Hobo http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=3505
Pfeifstelle beim Hobo http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=6050
Hobo oder Solf http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=6853
Spule wickeln beim ZF-Verstärker BG6??? http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=4261
Spannungseinbrüche beim HOBO - fehlende Sendeleistung
http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=4339
Zweitonmessung Hobo http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=3872
Birdies, Pfeifstellen, Mischer-Problem http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=5038
Lustig schwingender Hobo - ja, auch mir passiert so etwas
http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=3806
Hobo SSB zu geringe Verstärkung http://support.qrpproject.de/index.php?page=Thread&threadID=39
Empfindlichkeit für 80m verringern http://support.qrpproject.de/index.php?page=Thread&threadID=33
Baufortschritte und Fehlerteufelchen http://qrpforum.de/index.php?page=Thread&threadID=3696

13 Erklärung des Menüs

Handbuch: „Das Display zeigt 0 Setup break. ***Die Logik des Setup Menüs ist so gestaltet, dass das Display anzeigt was als nächstes geschieht*** wenn man den Setup Taster drückt. 0 Setup break bedeutet also: Position 0, Setup wird durch drücken auf den Taster abgebrochen."
80m=1, 40m=2, 30m=3, 20m=4, 17m=5, 15m=6, 10m=7

Menü 0 Setup break: Setup beenden
Menü 1 DDS-Takt: aktuelle Taktrate des DDS - Voreinstellung 055E63B8 (hex Zahl) – Feineinstellung möglich
DK7JB: 055E666C
Menü 2 VFO-A (Hz): Display zeigt nun die gespeicherte Startfrequenz
Menü 3, VFO-B
Menü 4, ZF (Hz): ZF Frequenz (default 03999000) – Für den HOBO auf 09000000 stellen) – Feineinstellung möglich
DK7JB: 8999600
Menü 5 scan begin
Menü 6 scan end
Menü 7 S-Meter eichen
Menü 8 VFO +/- ZF: Hier kann eingestellt werden, ob rauf oder runter gemischt werden soll.
Im Handbuch steht: „Bei unserem Hobo arbeitet die DDS von 160m bis inkl. 30m auf einer Frequenz, die um die ZF nach oberhalb versetzt ist und von 14MHz bis 28 MHZ auf einer Frequenz, die um die ZF nach unten versetzt ist."
Von 160m bis 30m muss die DDS die ZF addieren.
Der Logik des Menüs folgend muss auf dem Display „VFO – ZF" erscheinen.
Von 20m bis 10m muss die DDS die ZF subtrahieren.
Der Logik des Menüs folgend muss auf dem Display „VFO + ZF" erscheinen.
Menü 9, TX+/- ZF: Da der HOBO einen eigenen Sendemischer hat, muss die Verrechnung eingeschaltet werden.
Im Menü muss deshalb stehen: „OFF"

Band	80m	40m	30m	20m	17m	15m	12m	10m
Bandgrenzen	3,5-3,8 MHz	7,0-7,2 MHz	10,1-10,15 MHz	14,0-14,35 MHz	18,068-18,168 MHz	21,0-21,45 MHz	24,89-24,99 MHz	28,0-29,7 MHz
Bandmitte	3,65 MHz	7,1 MHz	10,125 MHz	14,175 MHz	18,118 MHz	21,225 MHz	24,94 MHz	28,85 MHz
Mischrichtung	rauf	rauf	rauf	runter	runter	runter	runter	runter
DDS-Nachfilter f_{Mitte}	12,65 MHz	16,1 MHz	19,125 MHz	5,175 MHz	9,118 MHz	12,225 MHz	15,94 MHz	19,85 MHz
Bandwahl im Menü	1	2	3	4	5	6		7
Menü Nr. 8 Diese Einstellung muss zu sehen sein.	VFO – ZF	VFO – ZF	VFO – ZF	VFO + ZF	VFO + ZF	VFO + ZF	VFO + ZF	VFO + ZF
Menü Nr. 9 Diese Einstellung muss zu sehen sein.	OFF 0	OFF 0	OFF 0	OFF 0	OFF 0	OFF 0	OFF 0	OFF 0

Hinweis: Wenn sich beim Sender gar nichts tut DL2FI:
Da jetzt schon mehrere Hobo Bastler dieses Problem hatten ein Hinweis:
beimHobo werden sende- und empfangsseitig 9MHz zugemischt. Das heisst, der DDS muss beim Senden unbedingt die gleiche Frequenz erzeugen wie im Empfang. Damit das so ist, muss im SETUP Menü die Verrechnung der ZF für den Sender eingeschaltet werden. Vergißt man das, so erzeugt der DDS ein Signal auf der gewünschten Endfrequenz. Da wir im Hobo hinter dem DDS ein Bandfilter haben, wird die nun um 9MHz falsch liegende VFO Frequenz so sehr abgeschwächt, dass am Mischer kein ausreichendes Signal anliegt und der Sender nicht funktionieren kann.