

Bauvorschlag für ein 80 Meterband Bandpassfilter für Empfang- und Sendebetrieb

In dieser Dokumentation geht es um eine Baubeschreibung zum Aufbau eines 80 Meter Bandpaß für den Empfangs- und Sendebetrieb (< 200 Watt).

Ein Bandpaß hat in einem bestimmten Bereich eine geringe Dämpfung (*Durchlassbereich*), oberhalb und unterhalb dieses Bereiches steigt die Dämpfung (*Sperrbereich*) an. Wann sollte man einen Bandpass einsetzen? Beschrieben habe ich nur einige Einsätze, vorausgesetzt es handelt sich um ein 50Ω System, denn der vorgestellte Bandpaß kann nur so optimal funktionieren!

1. bei einem Empfänger mit nicht ausreichender Vorselektion um Außerbandsignale zu eliminieren
2. bei Nachbarband Senderbetrieb von weiteren Stationen, dazu gehört der Kontestbetrieb

An welcher Stelle wird nun ein solcher Bandpass eingesetzt?

Unmittelbar vor dem Empfängerantenneneingang, oder bei Einsatz eines Transceiver unmittelbar (*kurze Koaxialleitungen sind zulässig*) an der Antennenbuchse des Gerätes. Oder In Verbindung mit einer Endstufe unmittelbar zwischen dem Transceiver und der Endstufe **nicht am Ausgang der PA** hier sind Tiefpaßschaltungen einzusetzen! Warum nicht hinter dem Endverstärker ein BP-Filter: Das Problem ist der Kondensator (*C7 Seite 2*) im Hochpassbereich, dieser unterliegt ganz besonderen Strombelastungen! Unbedingt bei diesem Kondensator auf einen niedrigen Verlustfaktor, auf impulsbelastbarkeit und Temperaturstabilität achten. Dazu sind die WIMA Kondensatoren der **FKP-1 Serie** 2000VDC/700VAC einzusetzen. Ihr werdet im Bild auf der Seite 2 sehen, das ich mich bei den Querkondensatoren aus vorhandenen Beständen die entsprechenden Kapazitäten zusammengesucht habe, bis auf den C7 Kondensator mit 100pF. Auf jeden Fall, nicht nur rechnerisch die Einzelkapazitäten zu addieren, sondern die Kapazitäten wirklich zu messen um unbedingt auf eine Gesamtkapazität von jeweils 6500pF (6n5) zu kommen. Alle weiteren Schaltungselemente sind dem Bauplan zu entnehmen, dazu gehören der Ringkern und die beiden Luftspulen mit ihren Wickeldaten. Alle drei werden zum Schluss noch feinabgeglichen, um die Rückflussdämpfung bei diesem Bandpaßgrundglied zu optimieren.

*Anmerkung des Verfassers: Ein zwei- oder dreigliedriger Bandpaß ist wesentlich komplizierter bezüglich Aufbau und Abgleich und ist **bei Sendereinsatz** kritisch bezüglich der Belastung und Verluste durch die Längskondensatoren!*

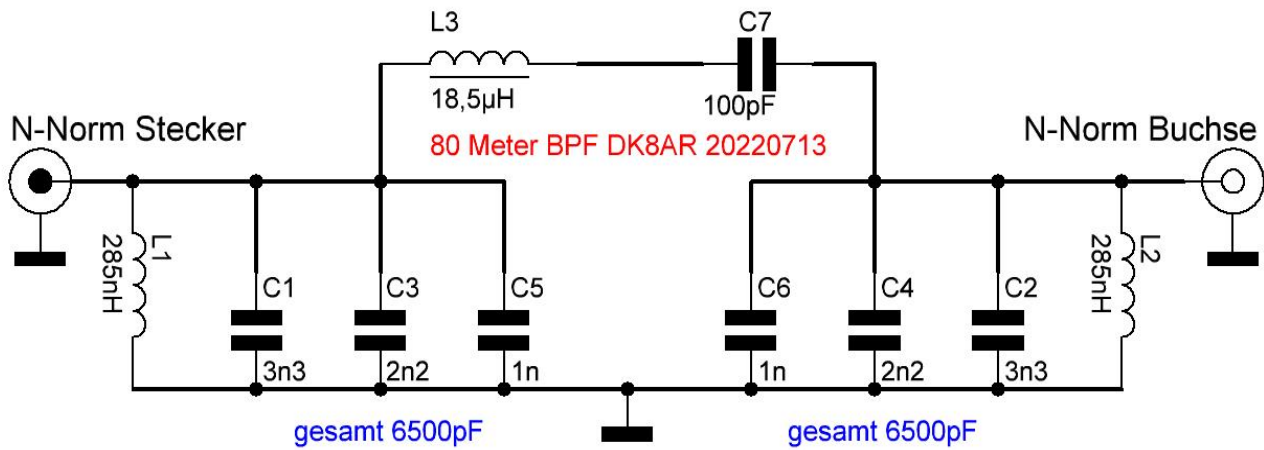
Das einfache 3polige BPF Grundglied reicht für unsere Anwendung vollkommen aus. Ansonsten können und sollten Tiefpässe zum Einsatz kommen, da diese Grundsätzlich geringere Dämpfungen im Durchlassbereich haben. Diese Tiefpässe können auch hinter, bei entsprechender Dimensionierung, Power Endstufen eingesetzt werden. Tiefpässe haben meistens <0,3dB Dämpfung im Durchlassbereich, bei 3poligen Bandpässen (Filtern) sind es um 1dB, bis 1,3dB. Das ist abhängig vom Einsatz möglichst verlustarmer Kondensatoren und Spulen diese sind dann noch von verschiedenen weiteren Faktoren abhängig.

Zum Einbau in ein Blechgehäuse noch folgender Tipp, der so angeordnete bewickelte Ringkern Spule L3 sollte nach allen Seiten zu einer Weisblechwand ca. 8 -10mm entfernt sein!

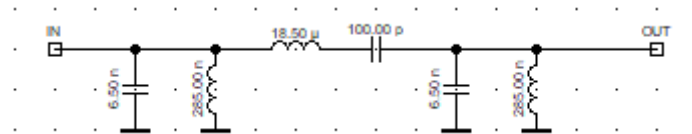
Auf der Seite 2 ist die Schaltung mit den Wickeldaten der Spulen und Kondensatoren zu sehen. Bei diesem 80 Meterbandpass muss unbedingt auf die „**gemessene**“ Gesamtkapazität von zweimal 6n5 geachtet werden. Andere Parallelschaltungen mit anderen Einzelwerten sind zulässig jedoch nur wenn die angegebene Kapazität 6500pF erreicht wird. Über den **einzel** Kondensator C7 bitte dazu unten auf der Seite 2 die technischen Informationen lesen.

Bauvorschlag für ein 80 Meterband Bandpassfilter für Empfang- und Sendebetrieb

Komplette nachbausichere Schaltung für ein 80 Meterbandpassfilter



- L1 und L2 Luftspulen 1/9,5/5,5
- 1mm Cul-Draht / Wickeldurchmesser 9,5mm / 5,5Wdg
- alle Kondensatoren FKP-1 von WIMA
- beide Seiten müssen jeweils eine gemessene Kapazität von 6n5 haben
- die Kondensatoren müssen einen sehr geringen Verlustfaktor haben
- Folienkondensatoren der Serie FKP 1 - 2000DC- 700AC
- L3 39,5 Wdg. 1mm Cul Draht gewickelt auf Eisenpulverringkern T130-2
- die Induktivität von 18,5uH messen (Toleranz des Kernmaterials berücksichtigen)



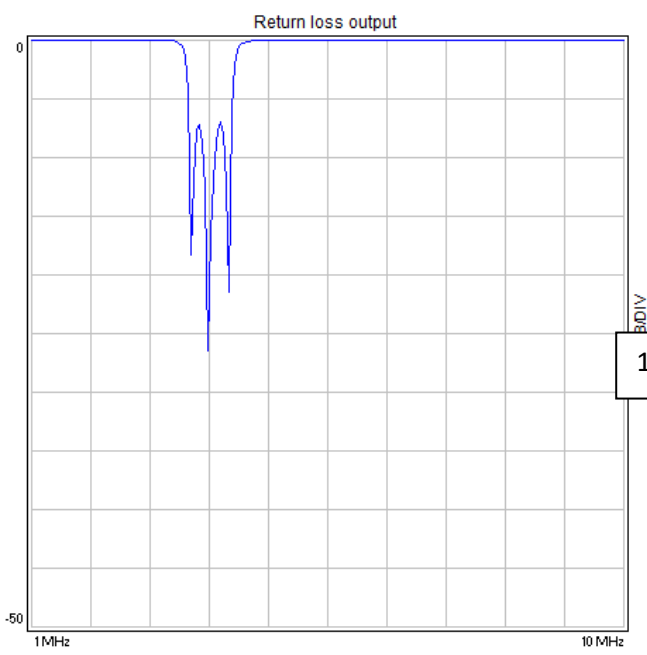
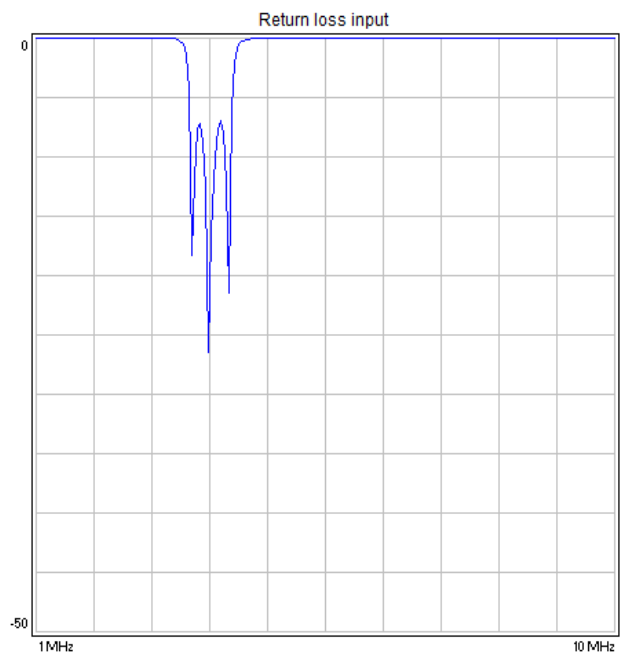
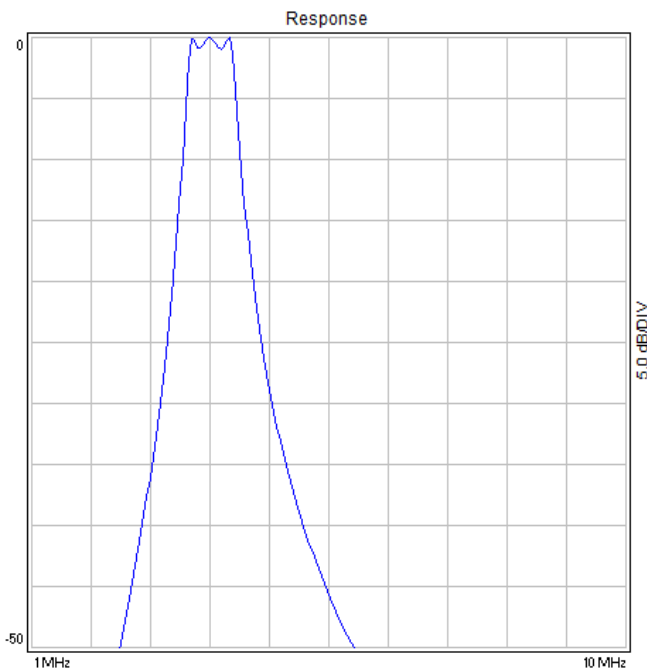
Bei dem Bandpassfilter handelt es sich um ein 3 poliges Chebyshev Filter

Ein kritisches Bauelement bei Bandpass Senderanwendungen ist in diesem Fall C7 (100pF) im Hochpasszweig (*Wärmebelastung durch Verluste*) des Bandfilters, die Kondensatoren im TP Bereich werden weniger belastet.

- Niedriger Verlustfaktor
- Negative Kapazitätsänderung in Abhängigkeit von der Temperatur
- Extrem hohe Impulsbelastung

Bauvorschlag für ein 80 Meterband Bandpassfilter für Empfang- und Sendebetrieb

Berechnetes, simuliertes einfaches Bandpassfilter für das 80 Meterband:



Return Loss >15dB (SWR < 1,4)

Response <1,3dB (Welligkeit des Durchlassbereiches)

Man sieht, dass die Simulation mit der tatsächlichen Realisierung des Aufbaues übereinstimmt –siehe Messbilder Doku ab Seite 5!



Die Leiterplatte wurde gefräst und ist ein Laboraufbau zum Messen und dokumentieren

Noch eine kleine Berechnung:

Angenommen 100Watt Senderleistung, dann würde das bei ca. -1,3dB Dämpfung eines BPF nur noch eine Ausgangsleistung in Richtung Antenne von 65 Watt ergeben. Darum ein Tipp: Bei Verwendung einer Endstufe das BPF zwischen PA und Transceiver einfügen – die Ansteuerleistung kann dann um den Verlust des BPF für die PA etwas erhöht werden. Das BPF erfüllt dort ausreichend seinen eigentlichen Zweck nämlich die, der Selektion für den Transceiver - Sende- und Empfangsseitig! In einer Transistor PA befinden sich gewöhnlich umschaltbare, entsprechend dem AFU Bereich Bandtiefpässe die zur Unterdrückung von Oberwellen zuständig sind.

Bauvorschlag für ein 80 Meterband Bandpassfilter für Empfang- und Sendebetrieb

Bei Verwendung eines Tiefpasses z.B. mit einer Durchgangsdämpfung von ca. 0,3dB hat man nur einen Leistungsverlust von 7,2Watt. Das bedeutet bei 100Watt Senderleistung stehen hinter dem Tiefpass noch 92,8Watt zur Verfügung. So ein Tiefpass ist gut zu realisieren für Leistungen auch bis 750Watt. Ein 80 Meter Tiefpass bis 500Watt habe ich beschrieben und ist auf den entsprechenden Dokumentationsseiten zu finden.

Was ist nun der Grund solcher Dämpfungen bei Bandpassfiltern insbesondere bei mehreren Längskondensatoren „Reihenschaltungen“ bei mehrpoligen Filterstrukturen.

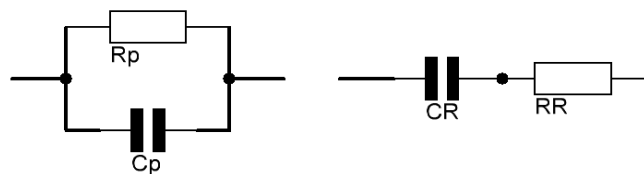
+ VERLUSTFAKTOR UND ESR

Der dielektrische Verlustfaktor $\tan \delta$:

Der Verlustfaktor ist z. B. bei Wechselstromkondensatoren, die mit starken Strömen belastet werden, von Bedeutung: Ein zu großer $\tan \delta$ kann durch die aufgenommene Wirkleistung zu übermäßiger Erwärmung und damit zu verkürzter Lebensdauer und Zerstörung führen.

Der dielektrische Verlustfaktor $\tan \delta$ ist ein Maß dafür, welche Energiemenge ein Stoff im Wechselfeld absorbiert und in **Verlustwärme** umwandelt. Werkstoffe mit hohem Verlustfaktor sind nicht als Isolierstoff bei Hochfrequenzanwendungen geeignet.

Reale Kondensatoren weisen parasitäre ohmsche Verluste auf. Ersatzschaltbild zur Beschreibung eines realen Kondensators.



Kurzbeschreibung über zwei technische Ausführungen von HF Kondensatoren: Scheibenkondensatoren und Wickelkondensatoren.

Für unser <200Watt BPF werden grundsätzlich Wickelkondensatoren eingesetzt.

Warum keine Scheibenkondensatoren? Solche Kondensatoren haben einen sehr hohen Verlustfaktor und ihre Kapazität ist sehr temperaturabhängig. Sie sind daher als Abblockkondensatoren geeignet jedoch nicht für Frequenzbestimmende Teile in Oszillatoren und Filterschaltungen, womöglich noch mit Leistungsübertragung.

Wickelkondensatoren: Je zwei Metallfolien und zwei isolierende Folien werden abwechselnd aufeinandergelegt und aufgewickelt, dadurch entsteht eine große Plattenfläche. Um den Stromweg zu verkürzen und so die **parasitäre Induktivität** zu verkleinern werden Wickelkondensatoren durch Metallisierungen an den Stirnflächen kontaktiert.

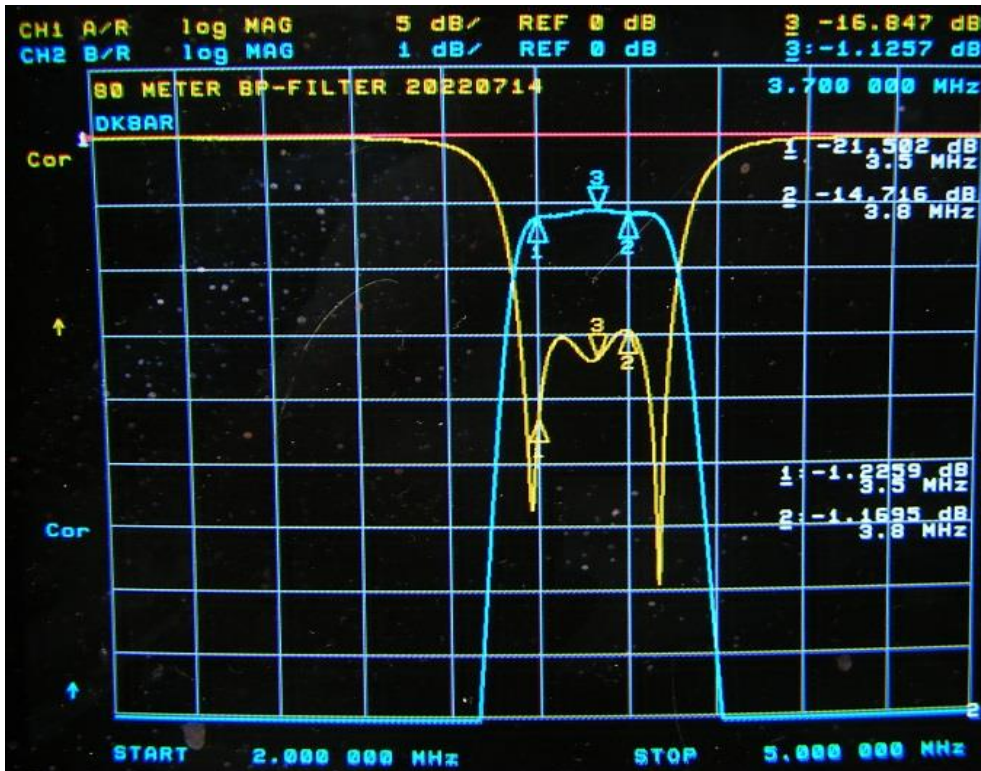
ESR bezeichnet den inneren Verlustwiderstand eines Kondensators. Der ESR geht als nicht erwünschter Innenwiderstand zusammen mit der Equivalent Series Inductance (ESL) in die Impedanz des Kondensators ein.

Zusammenfassung: Kondensatoren haben Verluste, daher sollte man für Senderanwendungen Filterschaltungen mit vielen Längskondensatoren vermeiden!

Bauvorschlag für ein 80 Meterband Bandpassfilter für Empfang- und Sendebetrieb

Was ist ein idealer Kondensator? Der ideale Kondensator besitzt eine konstante Kapazität, sein Isolationswiderstand ist unendlich, die Wirkung des vom Strom verursachten magnetischen Feldes ist null.

Jetzt noch ein paar Messergebnisse von dem Bandpassfilter:



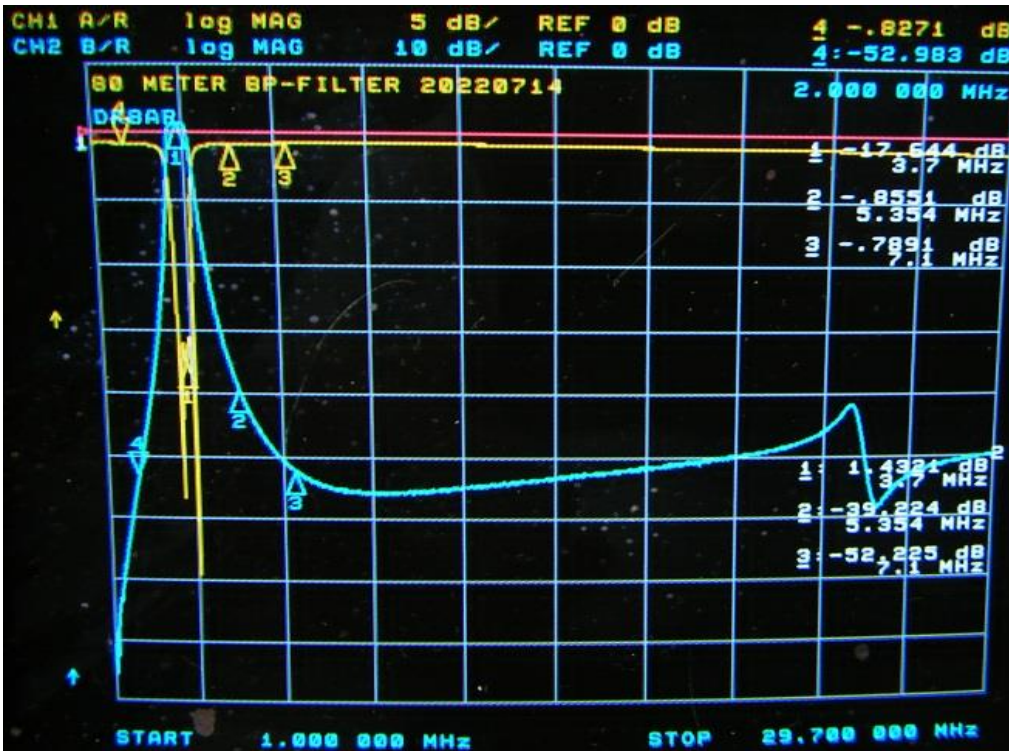
Welligkeit des Filters im Durchlassbereich!
Dazu auch die Einzelmessung auf der Seite 7 bezogen auf 3,7MHz mit einer **Durchlassdämpfung von <1,2dB** vergleichen



Durchlassbereich mit 5dB/Div S21 und Rückflussdämpfung S11.

Die Kopfbandbreite des dreipoligen Bandpassfilters habe ich so schmal als möglich gewählt ohne dass die Dämpfung erheblich an den Filterflanken (3,5 und 3,8MHz) ansteigt. So ist ein geringer Dämpfungsverlauf im gesamten 80Meterband sichergestellt!

Bauvorschlag für ein 80 Meterband Bandpassfilter für Empfang- und Sendebetrieb



Weitabselektion bis 29,7MHz: Dazu bitte die 53dB Dämpfung des 160 Meterband beachten! Auch die Dämpfung von 40dB des 60 Meterband und 40Meter mit 52dB!

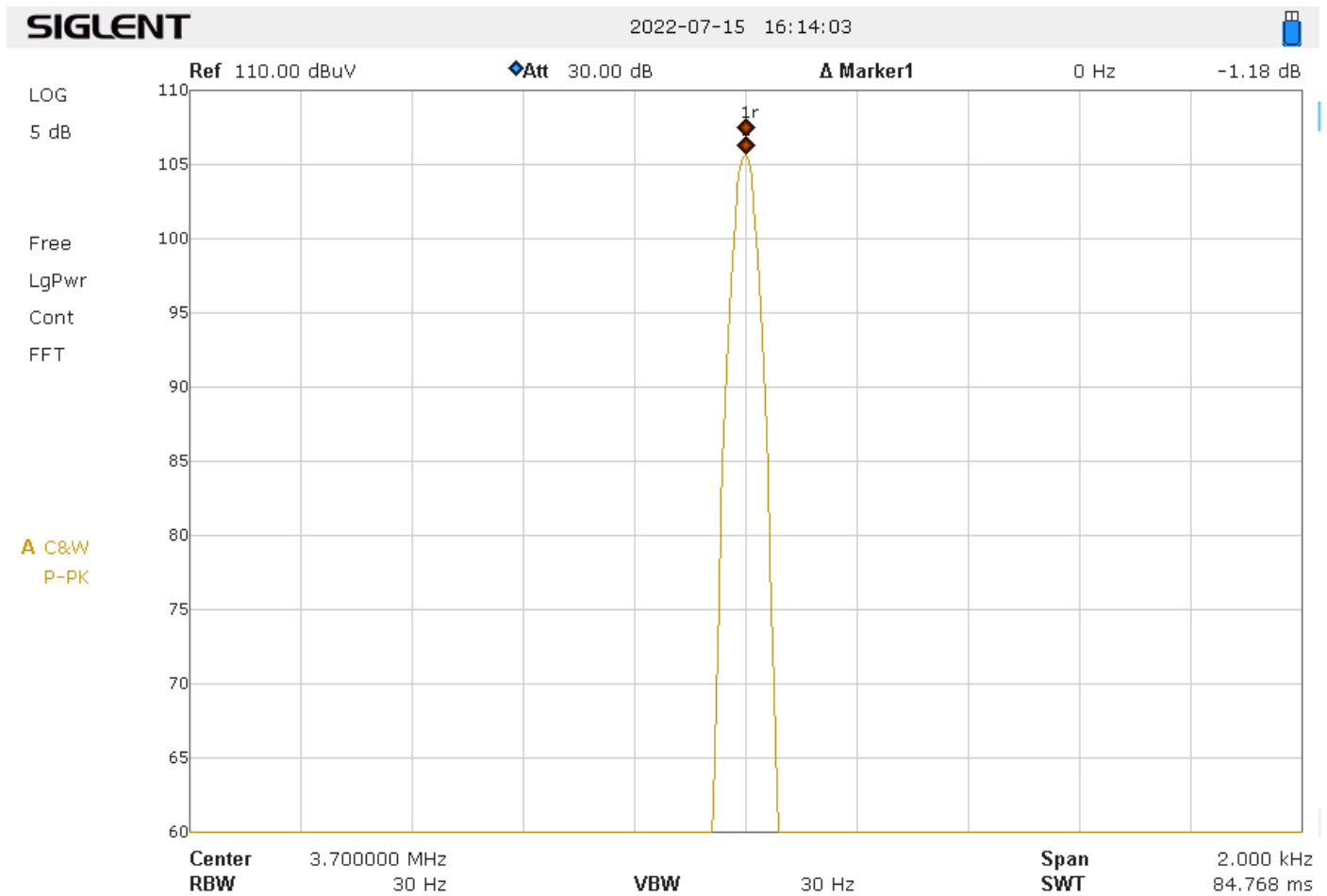


Weitabselektion bis 160MHz. Die „krumme“ Welligkeit S21 resultiert durch Bauteil – und aufbaubedingte **Schaltungsresonanzen** diese treten grundsätzlich auf

Bauvorschlag für ein 80 Meterband Bandpassfilter für Empfang- und Sendebetrieb

Die Durchgangsdämpfung des BPF für 80 Meter gemessen mit *Peak Marker Delta Funktion* die Dämpfung des BPF beträgt gemessen 1,18dB@3,7MHz.

Messgeräte: Siglent SSA 3021X Analyzer und R&S SMPC Signalgenerator



Noch etwas in eigener Sache: Ich versuche auch die Funkamateure mit meinen Dokumentationen zu erreichen die keine Fachleute der Elektronik- und HF-Technik sind. Daher zeige ich keine komplexen Darstellungen irgendwelcher Zeigerdiagramme gerade bei Kondensatoren. Nein ich möchte dass der normale, technisch interessierte Funkamateur die Sachen die ich beschreibe auch nachvollziehen kann. Diese und alle anderen Vorschläge nachbauen kann ohne dann „Schiffbruch“ zu erleiden. Meistens endet das in Frustration wenn auch noch entsprechende Investitionen für das „Bastelmaterial“ getätigt worden sind. Die Selbstbauten nach Fertigstellung nicht oder nur sehr schlecht Funktionieren. Dass bestimmte Messgeräte auch im Niedrigpreis Sektor vorhanden sind, setze ich natürlich voraus.

Wie immer ist auch diese Dokumentation mit Aufbaubeschreibung eines Bandpassfilters für den Sendereinsatz für das 80 Meter < 200Watt, auf den entsprechenden Seiten zu finden.

73 de Henri DK8AR