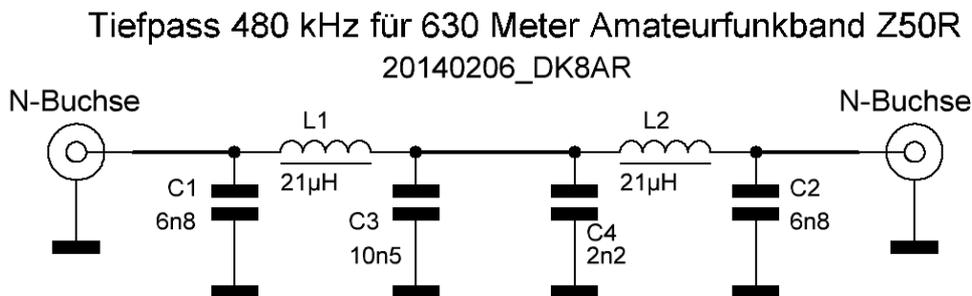


Tiefpassschaltung zum Einsatz für 630 Meter mit Messdokumentation

Die folgende Schaltung zeigt eine Möglichkeit zum Aufbau einer Tiefpassschaltung zur Unterdrückung von unerwünschten Oberwellen im Sendebetrieb, als auch zur Unterdrückung von Rundfunksignalen oberhalb des Durchlassbereiches >490kHz.



alternativ für C3 und C4 : 2x 4n7 und 1x 3n3

Kondensatoren WIMA FKP 2 Typen bei IRF5XX/6XX Anwendungen 250AC (Rastermaß 5mm)

Kondensatoren WIMA FKP 1 Typen bei hohen Ausgangsspannungen 700AC (Rastermaß 15mm)

L1 und L2 AMIDON Ringkerne T130-2 rot Draht 1mm CuL 42,5Wdg

Der Aufbau der oben dargestellten Darstellung ist eine 5polige Tiefpassschaltung nach Tschebyscheff-Filter Berechnung (frühes abknicken nach dem Durchlassbereich).

Die gleiche Schaltung kann bei kleiner Dimensionierung der Ringkerne z.B. mit T50-2 Draht 0,3mm CuL auch an Zwischenschaltungen z.B. hinter einem VFO, VXO oder nach einem digitalen HF-Ausgang sowie weitere kleinerer Puffer oder Treiberstufen eingesetzt werden (inkl. Sinusformung bei Digitalausgang).

Es besteht die Möglichkeit bei einem sehr kleinen Signalpegel <110dBµV (316mV) dort auch Fest Induktivitäten von 22µH einzusetzen. Achtung: Dabei nicht in die Sättigung des Kernmaterials kommen. Bei zu kleinen Bauformen und zu hohem Eingangssignal sowie ungeeignetes Kernträgermaterial führt das unweigerlich zu neuen Intermodulationsprodukten und Oberwellen die wir ja gerade durch den Tiefpass verhindern wollen.

Wichtig ist, dass es sich sowohl bei den Ringkernen als auch bei den Fest Induktivitäten um Carbonyl-Eisenpulver-Kernmaterialien handelt. Dazu gehört auch das Material von AMIDON mit der Kennung „2“ rot und „6“ gelb, jedoch sollte bei dieser oben gezeigten Schaltung ausschließlich das **2“ Material** zum Einsatz kommen.

Dieses Material muss eingesetzt werden um eine sehr geringe verlustfreie Übertragung im Durchlassbereich zu erreichen. Siehe dazu das Messbild Bild 4 in dieser Dokumentation, dort ist die Dämpfung <0,13dB im gewünschten 472-479kHz Nutzbereich!

Tiefpassschaltung zum Einsatz für 630 Meter mit Messdokumentation

Informationen zu den einzusenden Kondensatoren:

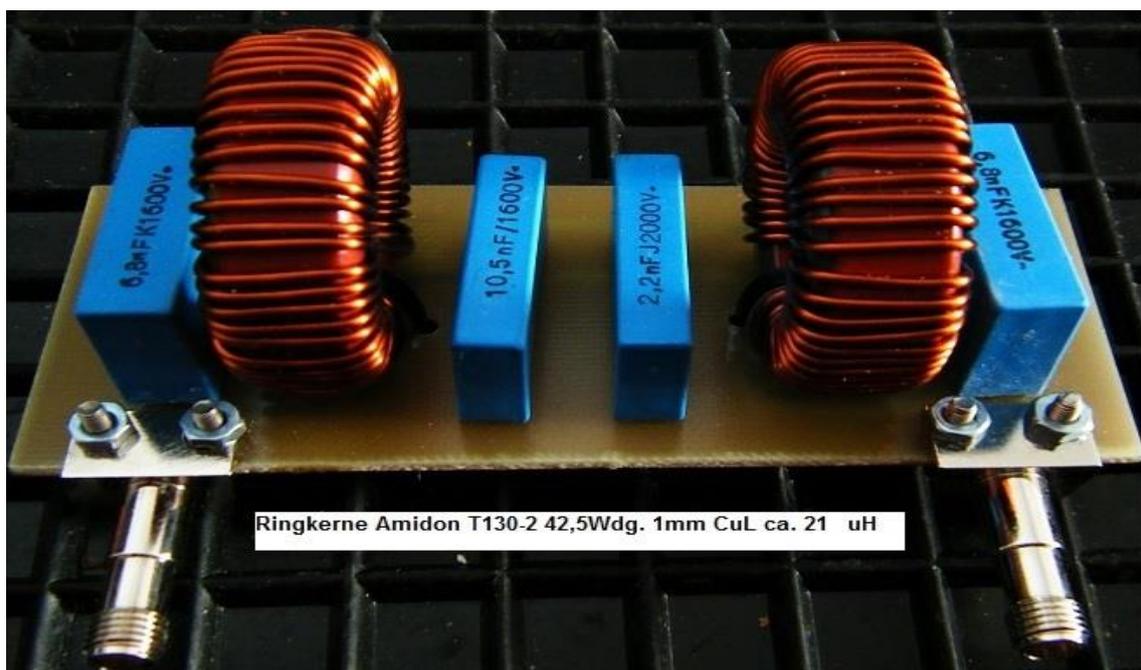
Hierbei handelt es sich um verlustarme Polypropylen Typen FKP2 (5" Raster), mit kleiner Toleranz und einer hoher Strombelastung. Daher sind diese Kondensatoren auch in Koppelschaltungen von einer zur nächsten Verstärkerstufe bei dem Bau z.B. einer Mittelwellen- oder Kurzwellenverstärkerstufe bestens geeignet. Bei Spannungen >250VAC kann man dann auf die Typen mit dem 15" Raster gehen, diese sind für Wechselspannungen bis zu maximal 700Volt mit großer Impulsfestigkeit zu betreiben. Bei der Konstruktion eines solchen Filters oder anderer Anwendungen sollte man schon auf diese Spannungen achten, da es durchaus bei Fehlabbildungen, Abgleicharbeiten und Antennenanpassungen/Einstellungen im Funkbetrieb durchaus zu hohen Spannungsspitzen kommen kann.

Als Kupferlackdraht sollte man zwecks ausreichender Unterbringung auf dem Kernumfang 1mm CuL zum Bewickeln der Kerne bis etwa 100W (1,4A@50Ω) oder 150Watt (1,7A@50Ω) verwenden (Bestellbezeichnung CUL100/1,00 von Reichelt 14Meterspule). Nach dem bewickeln muss auf jeden Fall die Induktivität von ca. 21μH gemessen werden. Eine kleine Korrektur der Induktivität ist noch möglich durch leichtes verschieben der Wicklung – sprich - die Drähte zusammen oder jedoch mehr ein wenig auseinanderdrücken. Die Ringkerne und die feste Drahtbewicklung nicht festkleben, die fertigen Kerne werden über kleine Kabelbinder mit der durchbohrten Leiterplatte fixiert um eine mechanische Stabilität herzustellen.

Das hier in dem Musteraufbau verwendete Leiterplattenmaterial ist einlagig Epoxid FR4, 1,5mm und 30μ Kupferauflage (Conrad).

Bezugsquelleninformation der weiteren eingesetzten Teile ist die Fa. Reichelt!

Im **Bild 2** ist z.B. ein Aufbau von einem 5poligen 490kHz Tiefpass zu sehen. Siehe auch im **Bild 9** ein ähnliches Tiefpassfilter in einer fertigen Mittelwellenendstufe.

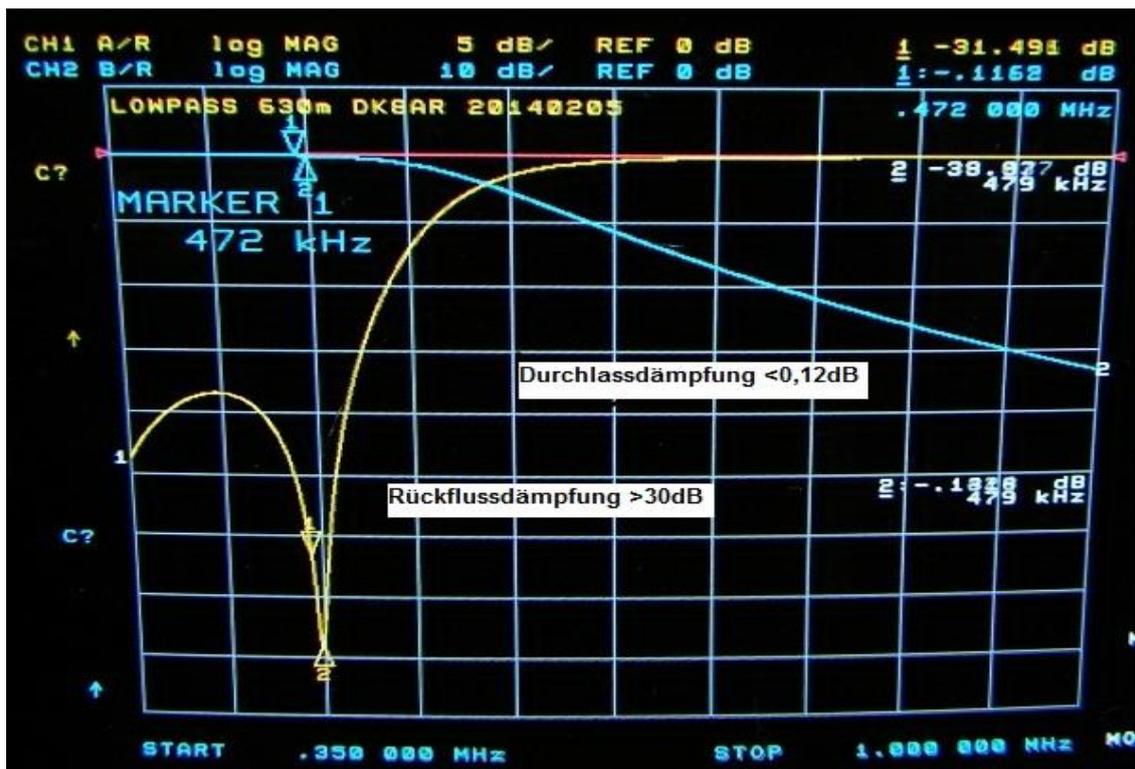


Tiefpassschaltung zum Einsatz für 630 Meter mit Messdokumentation

Im **Bild 3** ist z.B. der Aufbau eines Prototypfilters mit einer gefrästen Leiterplatte zu sehen



Im **Bild 4** ist die Messung der Durchlassdämpfung dargestellt je geringer diese ist desto besser (blaue Kurve) die Rückflussdämpfung von $>30\text{dB}$ (gelbe Kurve) ist sehr gut. Je grösser dieser Wert ist, umso besser ist die Anpassung der Schaltung



Tiefpassschaltung zum Einsatz für 630 Meter mit Messdokumentation

Im **Bild 5** ist der Verlauf der Tiefpassschaltung innerhalb des zu schützenden Mittelwellenbereichs zu sehen, um möglichst keine Rundfunkstörungen im Mittelwellenband zu erzeugen. *Den Mittelwellenrundfunkhörer wird es freuen!*

Dazu ein einfaches Rechenbeispiel: Die Afu- Sendefrequenz sei 472,5kHz - dann ist in einem Mittelwellenradio mit 9kHz Raster auf der Frequenz 945kHz die erste Oberwelle empfangbar, gleiches gilt allerdings auch außerhalb des Rasters bei 1417,5kHz. Dieser Tiefpass wäre dazu nicht ganz ausreichend, da die erste Oberwelle 945kHz nur um etwa 30dB abgesenkt sein würde (anstrebenswert wäre hier >50dB, mit dieser Schaltung jedoch nicht realisierbar).

In diesem Fall kommt uns aber unsere Antenne mit deren Anpassungsnetzwerk noch entgegen. Da diese, doch bei unseren meist sehr kurzen Antennen zu ihrer abstrahlenden Wellenlänge über eine entsprechende Anpassschaltung angeschlossen werden. Dieses Netzwerk reduziert noch einmal die 1.Oberwelle da diese dort nicht resonant ist. Auch der Einsatz einer Gegentakt-Endstufe führt erheblich zur Reduzierung der 1.Oberwelle bei.

Alternativ könnte man dort dann noch einen versteinerten, u.U. mehrgliedrigen, Tiefpass einsetzen. Das ist aber nicht Gegenstand dieser Dokumentation und dieser Beschreibung.

Sondern vielmehr soll auf eine möglichst einfache und ausreichende Lösung dieser Probleme mit einer entsprechenden Nachbausicherheit dem Funkamateurliebhaber eine Schaltung zum Aufbau einer solchen Tiefpassschaltung zugutekommen.

Mit den hier abgebildeten Messergebnissen und deren Daten sind nach der obigen gezeigten Aufbauvorlage diese Werte zu erreichen.

Ziel dieser Beschreibung ist es, einen einfachen Tiefpass bauen zu können mit einer extrem kleinen Durchgangsdämpfung bei doch recht hoher mechanischer Komplexität der Schaltung. Eine angemessene Anpassung und einer ausreichenden Sperrdämpfung zu erzielen und das alles mit weitestgehend geringstem Schaltungsaufwand.

Die Messungen sind mit einem Hewlett Packard 8753C Network Analyzer durchgeführt worden, die S-Parameter S11 entsprechen denen von S22.

Das bedeutet, der Ein- und Ausgang der Schaltung sind in ihren Anpassungen gleichwertig (daher Einbau egal wie rum)!

Tiefpassschaltung zum Einsatz für 630 Meter mit Messdokumentation

Bild 5



Um auch dem weniger in der HF-Technik versierten Funkamateurliebling die Anpassung der Schaltung näher zu bringen, ist hier statt der Rückflussdämpfung der SWR Verlauf im **Bild 6** dargestellt, dieses SWR liegt bei 1.06@472kHz und 1.04@479kHz.

Im Sperrbereich > 500kHz darf dann keine Anpassung mehr sein!



Tiefpassschaltung zum Einsatz für 630 Meter mit Messdokumentation

Auch die weiteren Amateurfrequenzen sollten dabei beeinträchtigungsfrei betrieben werden können. Gerade wenn man weitere separate Antennen zum Beispiel für 160Meter und/oder 80Meter usw. benutzt.

Insbesondere gerade auch der Empfängereingang der unterschiedlichen Empfangsgeräte/Transceiver bei nicht abgeklemmten separaten Antennen mit oberhalb liegenden Betriebsfrequenzen kann durch die Verwendung eines Tiefpasses im Mittelwellensenderbetrieb an einer entsprechenden Antenne die anderen Geräte vor zu hohen Eigenspannungen schützen.

Im **Bild 7** ist dazu eine Darstellung wiedergegeben, die in diesem Beispiel bis 12MHz geht.

Dort wird einmal die Dämpfung deutlich der beschriebenen Tiefpassschaltung.

Die Oberwellendämpfungen sind z.B. bei einer Sendefrequenz von 472,5kHz:

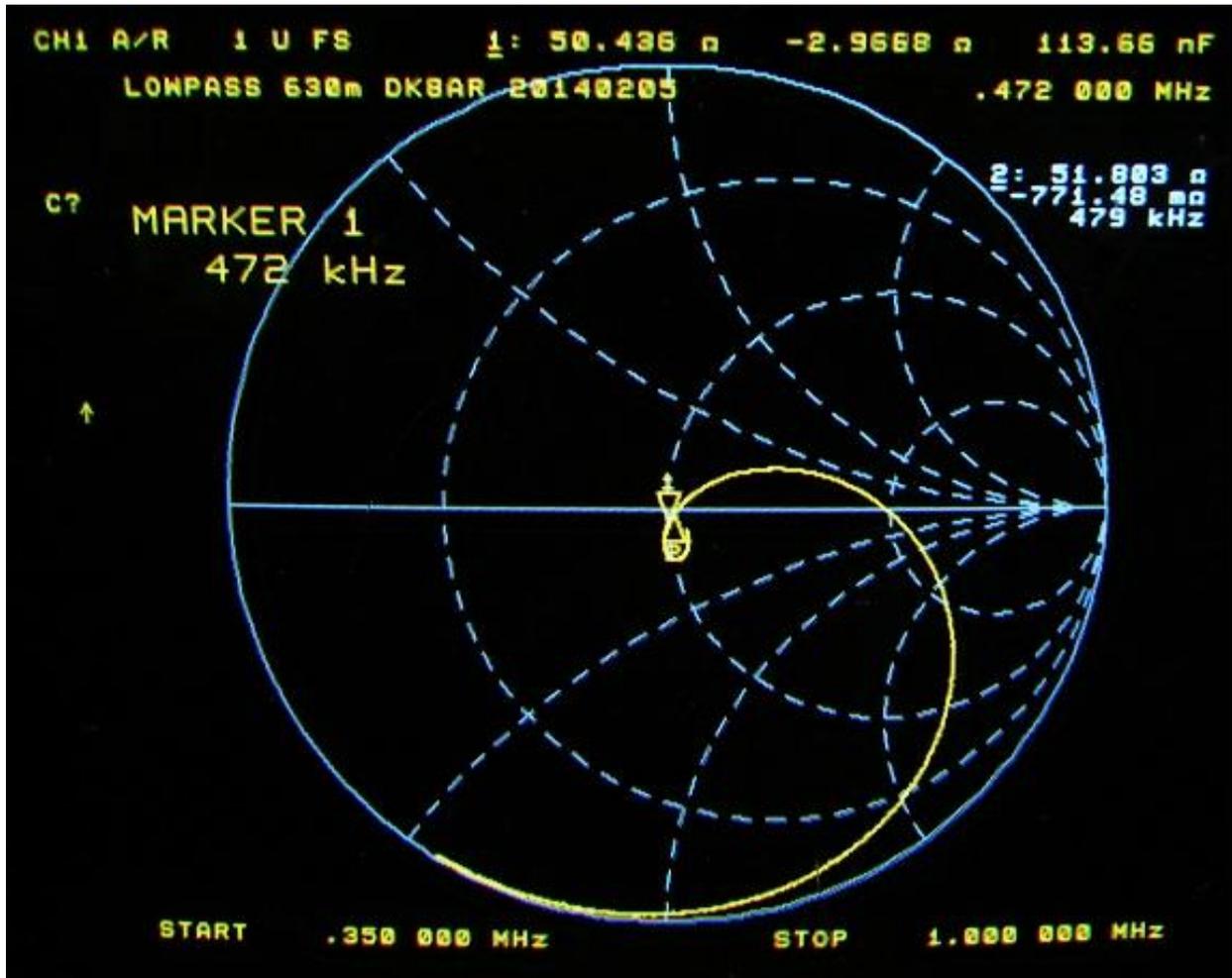
50,4dB@1417kHz Mittelwelle Rundfunk., 64,4dB@1889kHz 160m AFU und 80,7dB@3777kHz 80m Amateurfunk-Band. Weitere Dämpfungswerte sind aus der Messdarstellung zu ermitteln.

Bild 7



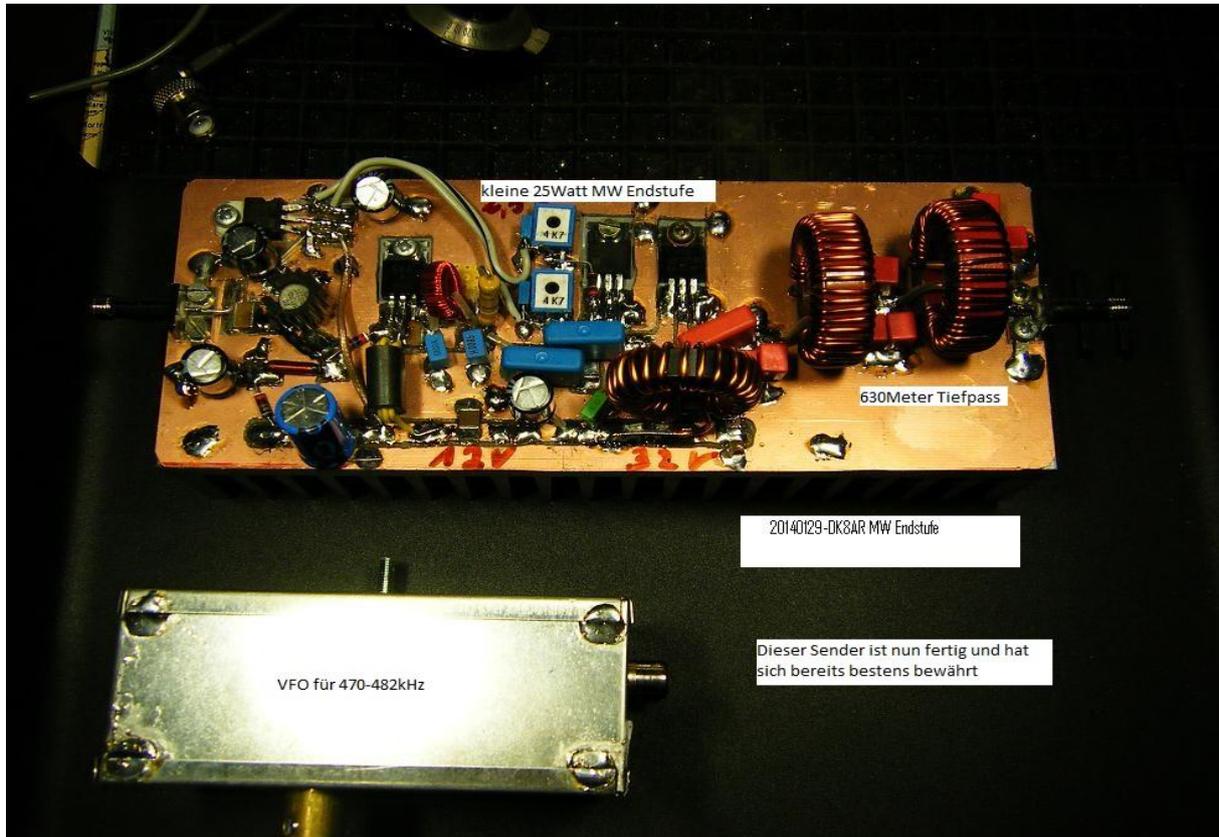
Tiefpassschaltung zum Einsatz für 630 Meter mit Messdokumentation

Im **Bild 8** ist der Anpassungsverlauf im Smith-Chart zu sehen. Hier ist deutlich der 50Ω Verlauf der Schaltung im Nutzbereich 472-479kHz zu sehen.



Tiefpassschaltung zum Einsatz für 630 Meter mit Messdokumentation

Im **Bild 9** ist ein Prototyp eines kleinen MW CW Sender PA mit 25W (hier nur die Baugruppen) mit der oben gezeigten Tiefpassschaltung u.a. auch ein kleiner dreipoliger TP in der Mitte auf der linken Seite des Endstufenmoduls zu sehen. Dieser TP ist auf der Seite 1 mit dem T50-2 angesprochen und hat die Aufgabe, das Signal zu formen und oberwellenärmer den Folgestufen bereitzustellen.



Zusammenfassung:

Ich hoffe und konnte Euch die Funktion, den Aufbau einer Tiefpassschaltung für den Mittelwellenbereich näherbringen.

Diese Dokumentation ist für den bastelnden Funkamateurl gedacht, um die Material- und Schaltungsauswahl für sein Bauvorhaben insbesondere bei der Umsetzung zum Betrieb auf dem 630Meterband mit dem hier beschriebenen Tiefpassfilter in Angriff nehmen zu können.

73 de DK8AR

Henri