

1. Einsatzmöglichkeiten

Ein Bandpass-Sende-Empfangs-Filter wird benötigt, um starke Außer-Band-Signale zu unterdrücken. Dies entlastet die oft sehr breitbandig ausgeführten Empfänger moderner Transceiver, ohne dass Eingriffe in das Gerät erfolgen müssen. Wenn beide Stationen senden, wird ein zurücklaufendes Außer-Band-Signal zum jeweils anderem Sender verhindert, welches als schlechtes SWR gedeutet werden und zur Leistungsreduzierung führen könnte. Das vom Sender erzeugte Signal wird durch das Filter dagegen nicht oder nur sehr wenig verringert. Verbesserungen durch Einfügen eines Bandpass-Sende-Empfangs-Filters in den Signalweg werden erreicht, wenn

- Zwei Amateurfunkstationen auf benachbarten Amateurfunkbändern zeitgleich an einem Standort arbeiten
- In der Nähe starker anderer Funkstationen Amateurfunk durchgeführt werden soll

Das Bandpass-Sende-Empfangs-Filter stellt somit ein wichtiges Hilfsmittel für einige herausragende Amateurfunkaktivitäten dar. Aber auch der Funkamateur, der Beeinträchtigungen durch Funkdienste in der Nachbarschaft erleidet, wird mit Bandpass-Sende-Empfangs-Filtern seine Situation verbessern.

2. Eigenschaften

Die Bandpass-Sende-Empfangs-Filter sind für die Amateurbänder 160m - 10m bemessen und für 100 Watt ausgelegt, sie erreichen ihre hervorragenden Daten durch die Verwendung von hochqualitativen Kondensatoren und Spulen.

Das Design ist ein dreipoliger Chebyshev-Bandpass. Um den Aufwand gering zu halten, wird eine Anordnung Serienschwingkreis – Parallelschwingkreis - Serienschwingkreis gewählt.

Die Durchlassdämpfung aller Filter ist besser als -0,4 dB und das Stehwellenverhältnis besser als 1:1,2. Der Verlauf der Durchlasskurve ist symmetrisch, das heißt der Dämpfungswert beim doppelten Wert der Durchlassfrequenz entspricht dem bei der halben Durchlassfrequenz. Der Durchlassbereich umfasst das jeweilige Amateurband völlig, die Welligkeit im Durchlassbereich ist sehr gering.

Die Bandpass-Sende-Empfangs-Filter sind auf FR4-Material aufgebaut und sorgfältig abgeglichen. Zur Schirmung und zum mechanischen Schutz sind sie in Weißblechgehäuse der Firma Otto Schubert GmbH Typ 3A (37mm * 50 mm * 111 mm), Sonderanfertigung für DG0SA, eingebaut.

Der Eingang und Ausgang erfolgen über PL-Buchsen hoher Qualität mit 50 Ω , bezeichnet mit PL1 und PL2.

3. Einsatzhinweise

Das Bandpass-Sende-Empfangs-Filter wird in den Signalweg eingefügt und dieser muss 50 Ω Impedanz an beiden Seiten der Filter für den ordnungsgemäßen Betrieb sicherstellen. Das Bandpass-Sende-Empfangs-Filter kann zwischen Transceiver und Leistungsverstärker eingefügt sein oder zwischen Transceiver und Antennentuner. Wird eine Antenne mit 50 Ω Anschlussimpedanz verwendet, so kann das Bandpass-Sende-Empfangs-Filter auch direkt zwischen Transceiver und Antenne geschaltet werden. In diesem Fall muss für die Ableitung statischer Spannungen zwischen Koaxialinnenleiter und Masse gesorgt werden. Diese Maßnahme sollte dann an der Antenne selbst erfolgen.

Wird das Bandpass-Sende-Empfangs-Filter in einen Signalweg geschaltet, der nicht 50 Ω sicherstellt, so wird die Filterwirkung beeinträchtigt und das Filter kann zerstört werden. In solchen Fällen muss die Leistung zurückgenommen werden. Wird durch das Filter hindurch abgestimmt, kommt es zur Zerstörung der Kondensatoren. Ein Einsatz des Bandpass-Sende-Empfangs-Filter hinter einem Transceiver mit eingebautem Antennentuner ist deshalb nicht zulässig, so wie sein Einsatz auch hinter einem abgesetzten Antennentuner ebenfalls nicht zulässig ist.

Ebenfalls darf die Ausgangsleistung von 100 W nicht überschritten werden, auch nicht kurzzeitig, da die Kondensatoren defekt werden könnten. Ein Dauerbetrieb mit 100 Watt an Standorten mit hohen Temperaturen sollte vermieden werden, wogegen typischer Amateurfunkbetrieb mit 100 W kein Problem darstellt.

Ein Einsatz des Bandpass-Sende-Empfangs-Filter ist immer nur in dem Band vorzunehmen, für das das Bandpass-Sende-Empfangs-Filter konstruiert wurde. Bei Verwechslungen können höhere Spannungen an den Kondensatoren auftreten, diese werden dann zerstört.

Werden an einem Standort z.B. fünf Sende-Empfangs-Stationen verwendet, so werden die Bandpass-Sende-Empfangs-Filter auf alle Stationen verteilt. Damit ist sichergestellt, dass kein Amateurband durch zwei Amateurfunker gleichzeitig genutzt wird, was beim Betrieb mit schaltbaren Filtern schnell passieren kann.

Jeder Sender produziert Oberwellen. Durch das Bandpass-Sende-Empfangs-Filter werden diese Oberwellen zusätzlich unterdrückt. Auf Grund der hohen Empfindlichkeit der Amateurfunkempfänger können die unterdrückten Oberwellen trotzdem den Amateurfunkbetrieb stören. Das ist kein Mangel der Filter und kann durch eine geschickte Frequenzwahl vermieden werden.

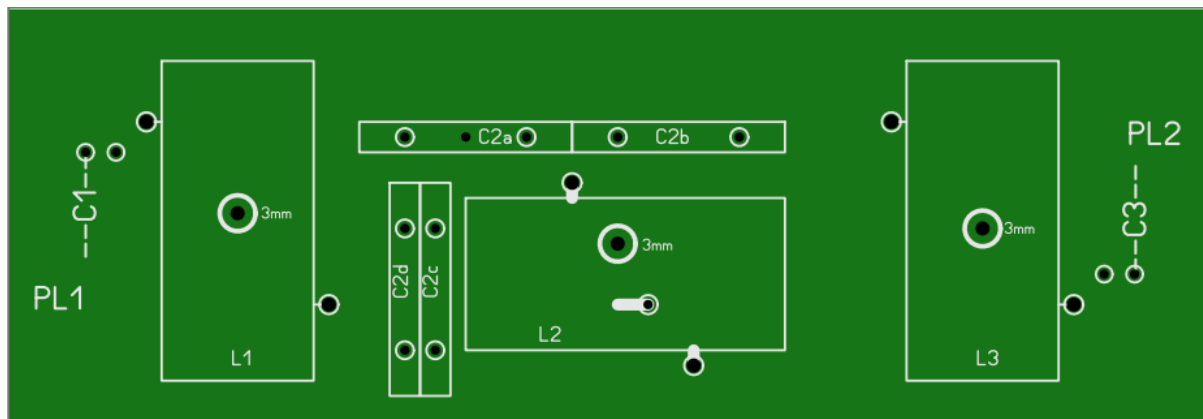
Die Messung der Dämpfung erfolgte mit VNWA3. Die Tabelle zeigt typische Werte, sie soll der schnellen Abschätzung der zu erwartenden Dämpfung von Signalen anderer Stationen auf den Nachbarbändern dienen.

Frequenz	3,5 MHz	7 MHz	14 MHz	21 MHz	28 MHz
80m-Filter	0,32	51	>60	>60	>60
40m-Filter	49	0,36	54	>60	>60
20m-Filter	>60	48	0,32	29	44
15m-Filter	>60	>60	30	0,36	19
10m-Filter	>60	>60	49	26	0,40

Alle Angaben der Dämpfung in dB

4. Bauhinweise

Alle Filter werden in Schubert-Gehäuse Typ 3A, Spezialanfertigung, eingebaut. Für das 80-m-Filter, 40m und für das 20-m-Filter wird die Leiterplatte Variante 1 verwendet. Dort, wo die Spulen auf der Leiterplatte aufsitzen, wird ein 3mm Loch gebohrt (nicht in der Leiterplatte vorgesehen), damit die Kerne von unten nach erfolgtem Abgleich mit Kleber fixiert werden können. Als Kleber eignet sich Sekundenkleber, der von unten durch das Loch gedrückt wird. In das mittlere Loch wird ein normaler Alleskleber gedrückt, der nach seinem Aushärten einen Sockel zwischen Spule und Leiterplatte bildet, so dass die Spule mechanischen Halt hat.



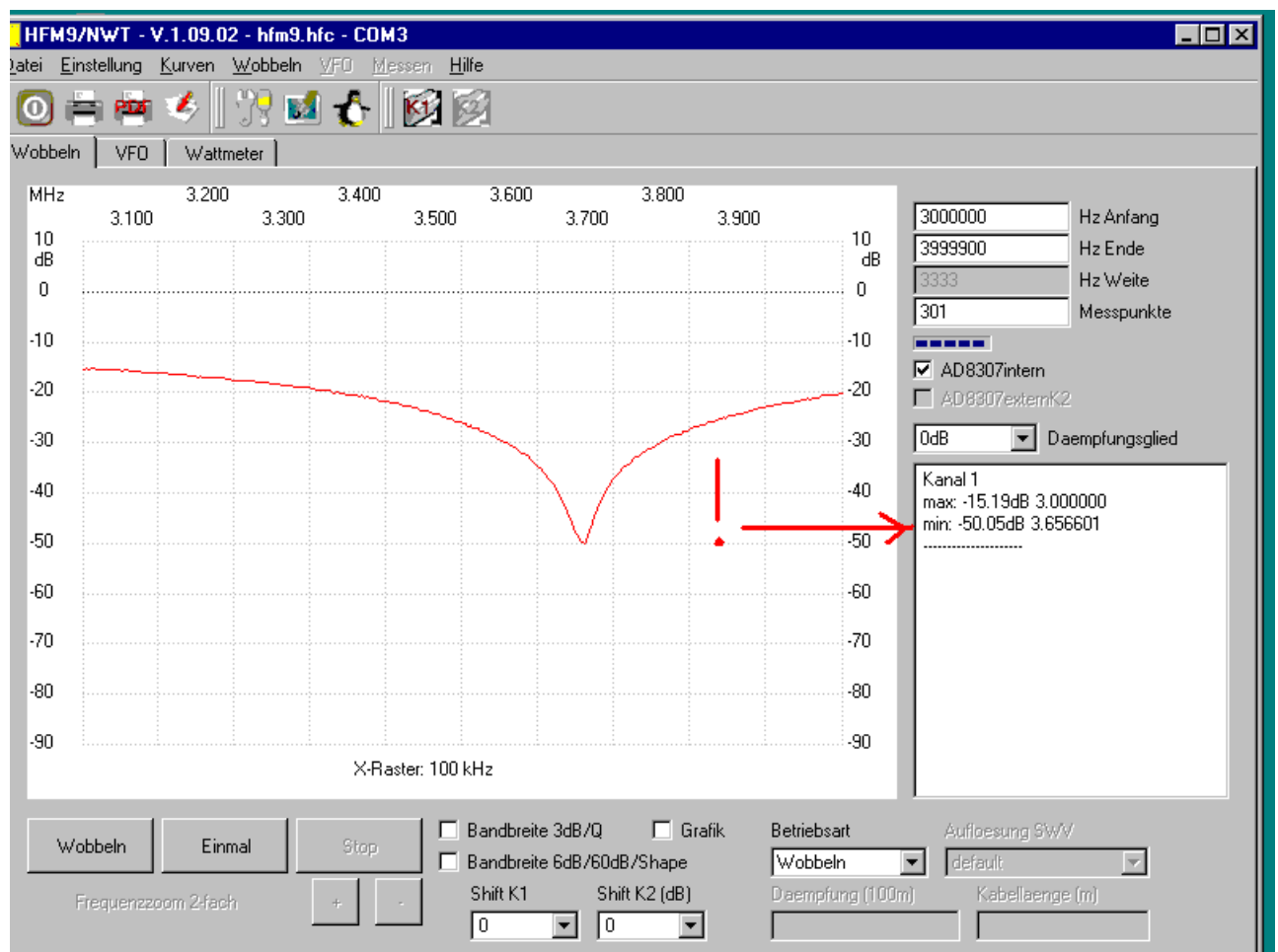
Die Gehäuse werden montiert und die beiden PL-Buchsen von außen aufgeschraubt. Die Abschrägung des Mittelstiftes soll in die gleiche Richtung, zu einem der beiden Deckel zeigen. Diese Richtung nenne ich ab sofort „oben“. An den vier unteren Schrauben werden unter Verwendung von Sicherungsscheiben Lötösen angebracht, umgebogen und später mit der Leiterplatte verlötet. Ein Verkürzen der Lötösen (abwickeln in der Mitte des Loches) beugt Kurzschlüssen zu den Leiterzügen der Leiterplatte vor. Die Leiterplatte wird mit der Bestückungsseite nach oben auf den Schrauben liegend platziert. Es werden dann die Lötösen zur Leiterseite hin abgewinkelt und mit der Leiterplatte verlötet. Weiterhin werden an den Leiterplattenkanten zum Schubert-Gehäuse zwei Lötverbindungen etwa in der Mitte der Leiterplatte gesetzt.

Nachdem die Leiterplatte eingelötet ist erfolgt die Bestückung der Kondensatoren, C1 und C3 stellen die Verbindung vom Mittelstift der PL-Buchse zur Leiterplatte her. C2 noch nicht einlöten. Dann sind die Schwingkreise abzugleichen. Dies passiert, indem die Wicklung auf dem Kern auseinander gezogen oder zusammengedrückt wird. Der **Feinabgleich erfolgt erst nach Einbau des jeweiligen Schwingkreises in das Gehäuse.**

Abgeglichen wird mit Hilfe eines 50 Ω Abschlusswiderstandes und eines SWR-Analyzer bei der angegebenen Frequenz. Als SWR-Analyzer eignen sich folgende Aufbauten

- Netzwerktester (NWT) von Bernd Kernbaum, DK3WX oder FA-NWT1 mit Reflexionsmesskopf
- Antennenanalyzer von IW3HEV und IW3IJZ
- Messsenders mit Stehwellenbrücke (sehr schwerer Abgleich)
- VNWA3

Die Kondensatoren C1 und C3 sind bereits eingelötet, anstelle von C2 kommt ein 50 Ω Widerstand. Kondensator, Spule und Widerstand bilden einen Serienschwingkreis. Bei der Resonanzfrequenz ist das SWR nahe 1 bzw. es erscheint auf dem Bildschirm des Netzwerktesters ein „Pik“. Durch Zerren/Stauchen der Windungen wird der „Pik“ auf die vorgegebene Resonanzfrequenz gebracht. Diese ist in den Schaltbildern angegeben. Das Bild zeigt die Darstellung mit dem FUNKAMATEUR-Netzwerktester NWT-1.



Schritt 1:

Die Spule L1 wird mit einer Wäscheklammer gefasst und dann an die beiden späteren Lötunkte gehalten. Die Resonanzfrequenz ist zu kontrollieren und gegebenenfalls ist zu korrigieren. Dann erst Spule einlöten, nach Feinabgleich muss der „Pik“ exakt auf der Resonanzfrequenz liegen, siehe oben.

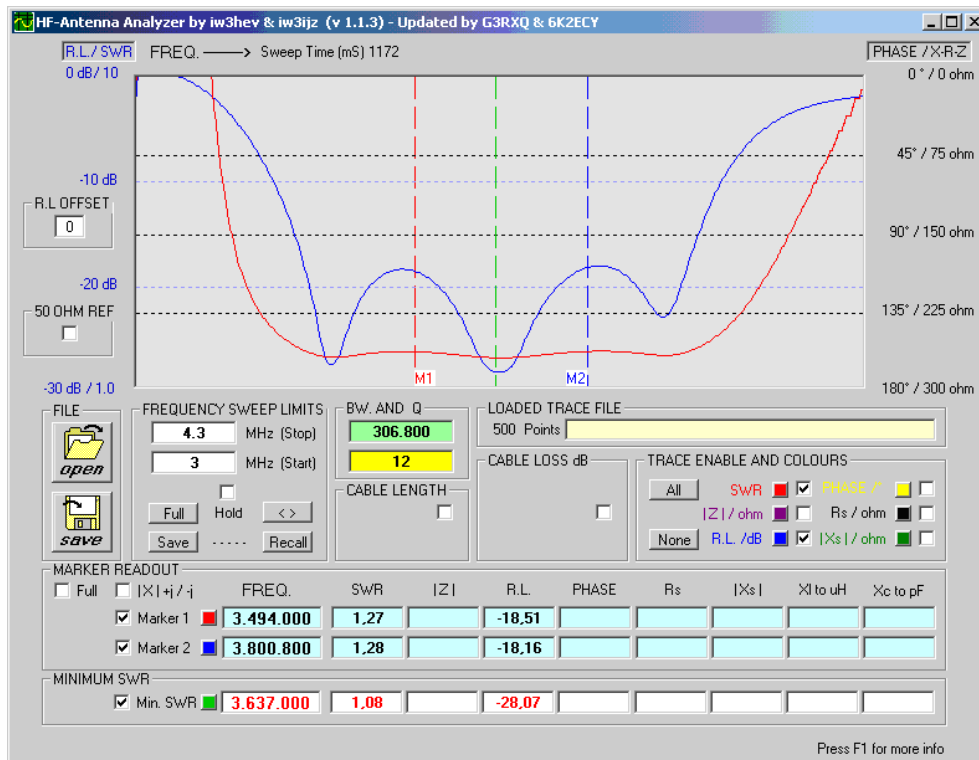
Schritt 2:

Der „rechte“ Schwingkreis C3/L3 wird wie Schritt 1 abgeglichen und die Spule eingelötet.

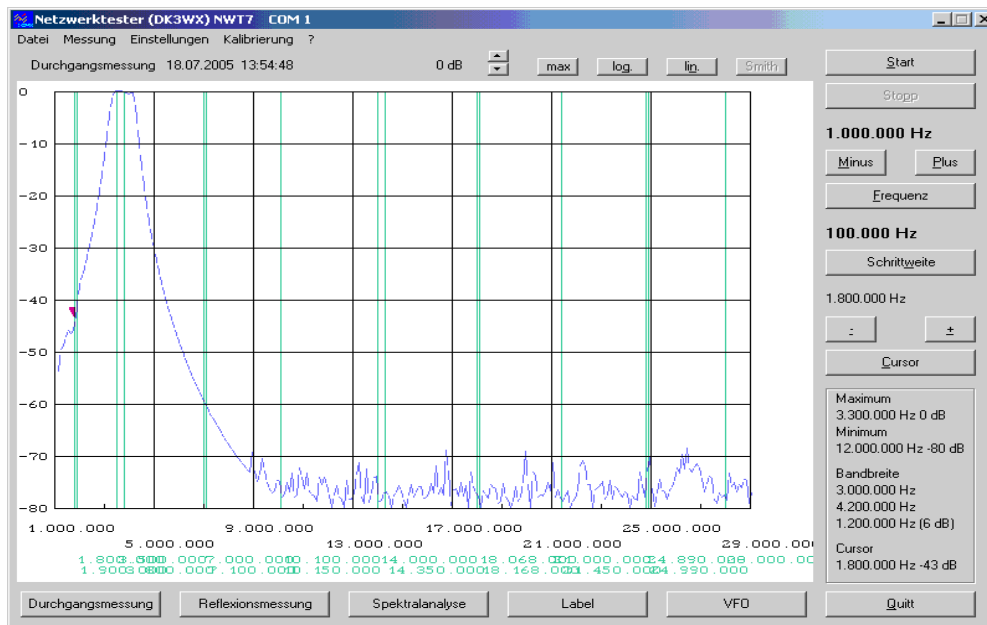
Schritt 3:

Den Widerstand entfernen. Die angezapfte Spule L2 wird eingelötet und die dazugehörigen Kondensatoren C2. Es wird geschaut, ob sich die typische Kurve nach dem folgenden Bild ergibt. Wenn nicht, ist der Abstand der

Drähte zu vergrößern/zu verkleinern. Einfach mit dem Fingernagel in die Wicklung greifen und den Abstand gestalten, bis sich dieses Bild ergibt, hier in einer Darstellung mit dem Gerät von IW3HEV und IW3IJZ:



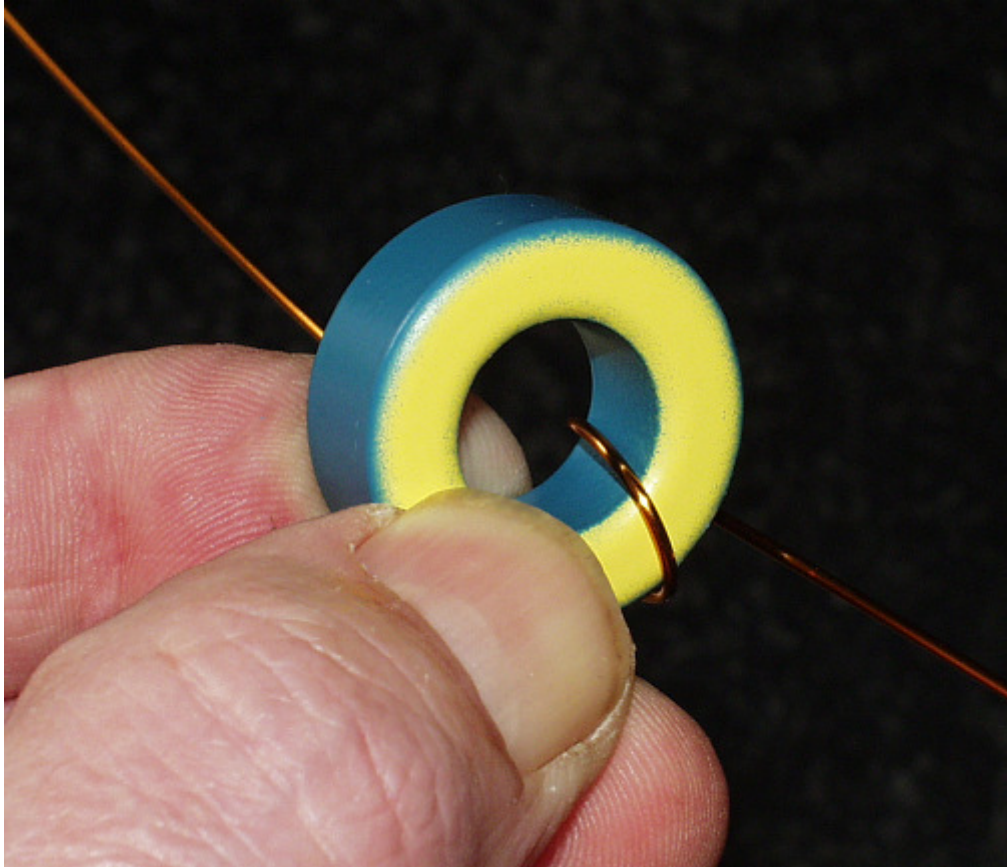
Die beiden „Höcker“ sind gleich hoch, die mittlere „Senke“ liegt genau in Bandmitte. Die mit dem NWT von Bernd Kernbaum, DK3WX aufgenommene Durchlasskurve hat dann folgende Form:



Prinzipiell lassen sich alle vier Geräte hervorragend zum Abgleich nutzen.

Die Spulen und Kondensatoren sind übersichtlich im Filter-Gehäuse platziert

Die Ausrichtung der Spulen ergibt sich aus deren Bewicklung. L1, L2 und L3 haben die im Bestückungsplan gezeigte Lage, wenn wie folgt vorgegangen wird:



Es ist fest zu wickeln, den Draht mit den Fingern der Form des Ringkerns anpassen. Wickle zur Sicherheit zunächst stets eine Windung mehr, als angegeben, abwickeln ist leichter als alles wieder neu zu wickeln.

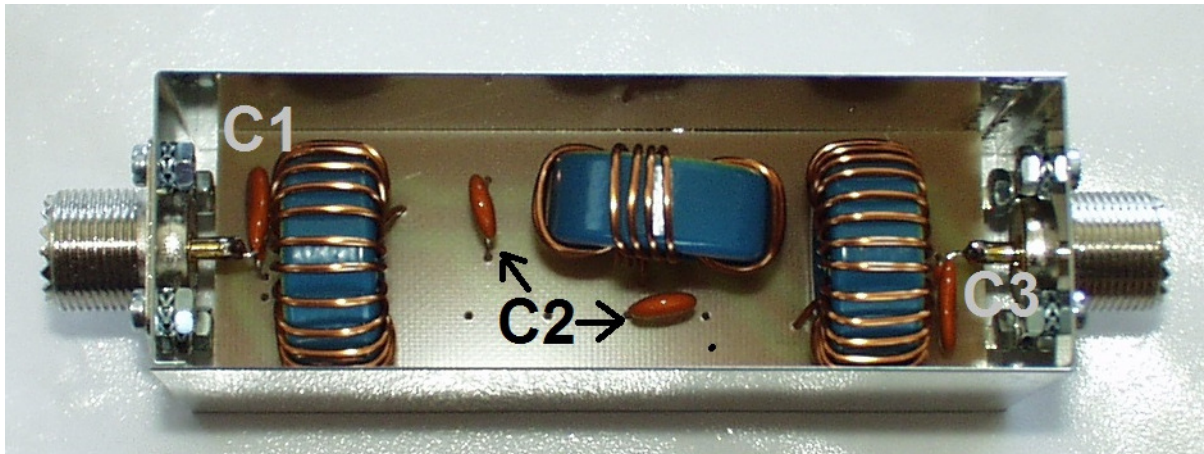
Die Länge des benötigten Drahtes ergibt sich aus Anzahl der Windungen mal 4 in cm: 20 Windungen => 80 cm.

Bei der angezapften Spule L2 (z.B. für 80m) empfiehlt es sich, zunächst die Hauptwicklung (24 Wdg, das „heiße Ende“) aufzubringen, dann mit der Feile den Draht an der Stelle vom Lack zu befreien, wo der Anzapfdraht angelötet wird. (Ich fasse den Draht mit einer Spitzzange, drehe den Draht dreimal zwischen den Spitzen der Zange und der Lack ist ab). Der Anzapfdraht ist einmal um den Wicklungsdraht zu rollen und dann sauber zu verlöten. Dann wird die restliche Wicklung (8 Wdg, „kaltes Ende“) aufgebracht. Insgesamt müssen jetzt 32 Windungen auf dem Kern sein, angezapft bei 8 Windungen. **Im Kernloch nachzählen!** Wichtig ist, die Spule richtig herum einzulöten, also nicht das „heiße Ende“ mit dem „kalten Ende“ zu verwechseln. Ich mache das „kalte Ende“ einfach 2 cm lang und das „heiße Ende“ 1,5 cm. Das längere, „kalte Ende“ gehört an Masse.

Die Kondensatoren C1 und C3 verbinden den Mittelstift der PL-Buchse mit der Leiterplatte, sie sind auf einer Seite mit der Leiterplatte zu verlöten und auf der anderen Seite mit dem Mittelstift. Dieser ist hohl, das Kondensatorbein wird abgewinkelt, auf 7 mm gekürzt und in das Loch gesteckt. Vorher mal probieren, lieber zweimal messen, als einmal abschneiden, getreu nach *Lenin*.

Die Spulen sollten auf beiden Seiten den gleichen Abstand zum Gehäuse haben, keinesfalls sollte der Draht am Gehäuse anliegen.

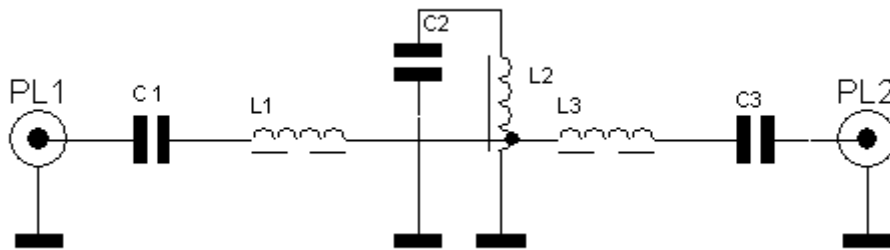
Bild: Variante 1-Leiterplatte, bestückt



Ist der Abgleich beendet, so wird Sekundenkleber von der Leiterseite durch die Löcher links und rechts gepresst. In das mittlere Loch kommt normaler Alleskleber (wasserfrei!). Nach Austrocknung des Klebers erfolgt eine erste Kontrolle mit aufgesetzten Deckeln am Messplatz. Dann wird das ganze Innenleben mit SK10 Lötack besprüht.

Nach Trocknung wird das Gehäuse mit den Deckeln verschlossen und ein Durchgangsscheck auf Bandmitte gemacht. Dort sollte die Einfügedämpfung kleiner 0,4 dB sein. Oft liegt sie bei 0,3 dB bis 0,35 dB. Die Fingerabdrücke werden entfernt und eine Beschriftung auf die Seitenwand mit 50 mm breiter Tesa - Glasklarfolie abgedeckt. Dann wird das Gehäuse von außen mit Silikonöl gegen Korrosion eingefettet. Dies sollte in den Folgejahren bei Gebrauch der Filter regelmäßig wiederholt werden.

Filter für das 160-m-Band



Alle Kerne T106-2 von Micrometals (rot)

L1 = 17,54 μ H; 36 Windungen **1mm CuL**

L2 = 11,1 μ H; 11 Windungen über den Kern verteilt, Anzapfung +22 Windungen, =33 Wdg **1mm CuL**

L3 = 17,54 μ H; 36 Windungen **1 mm CuL**

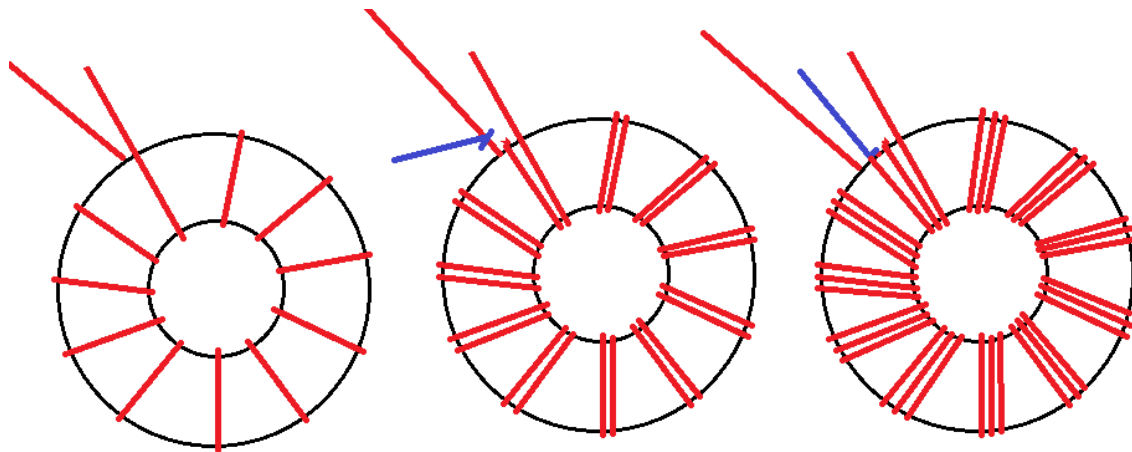
C1 = 220 pF + 180 pF = 400pF

C2 = 560 pF + 560pF = 1120 pF (Glimmer 500V)

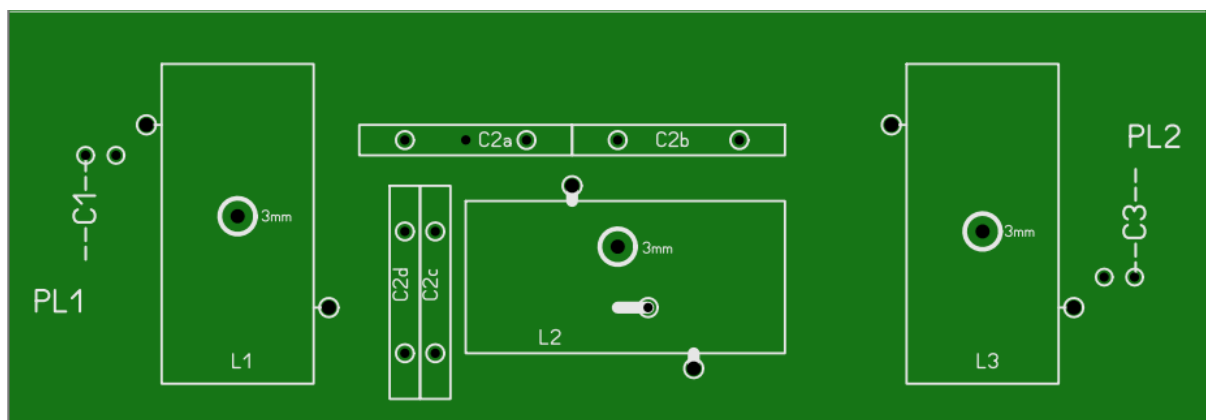
C3 = 220 pF + 180 pF = 400 pF

Resonanzfrequenzen: 1,9 MHz für C1/L1, C2/L2 und C3/L3

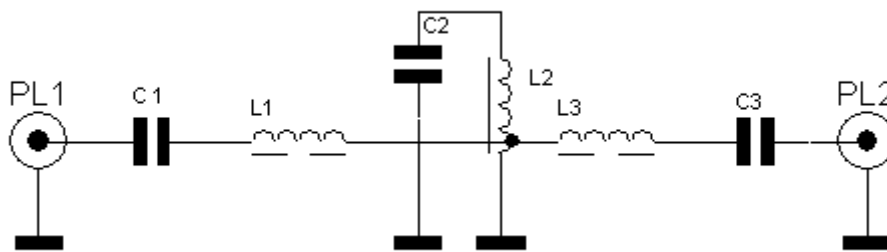
Wickelschema L2:



Wickle 11, nochmal 11, dann Anzapfung, dann 11Windungen, insgesamt 33



Filter für das 80-m-Band



Alle Kerne T106-17 von Micrometals

L1 = 8,69 μ H; 40 Windungen **0,8mm CuL**

L2 = 5,59 μ H; 8 Windungen über den Kern verteilt, Anzapfung +24 Windungen, = 32 Wdg **0,8mm CuL**

L3 = 8,69 μ H; 40 Windungen **0,8mm CuL**

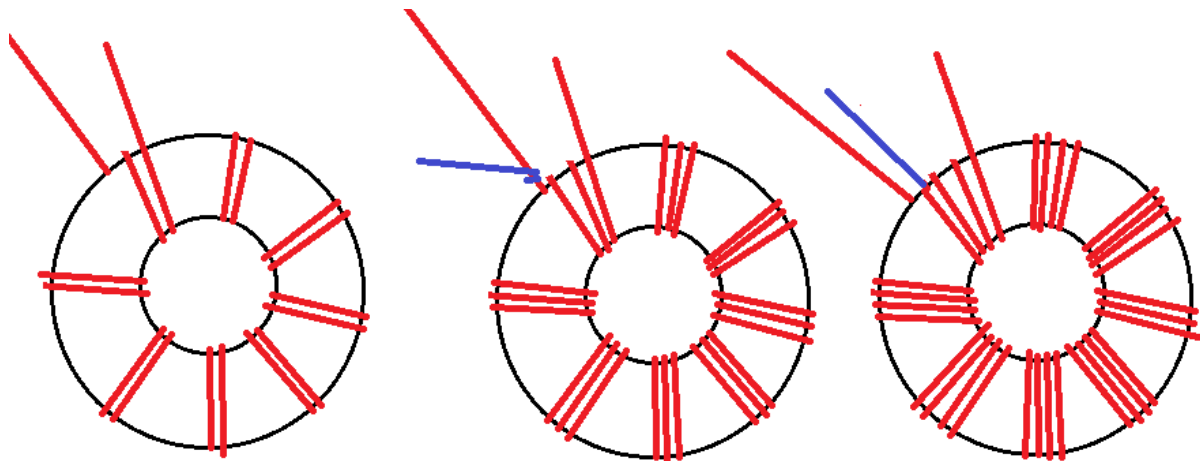
C1 = 220 pF

C2 = 180 pF + 150 pF = 330 pF

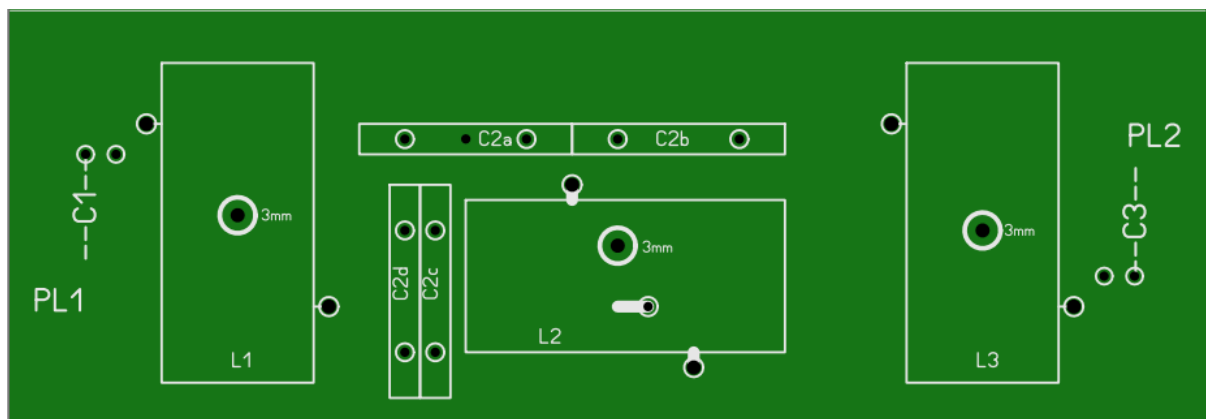
C3 = 220 pF

Resonanzfrequenzen: 3,64 MHz für C1/L1, C2/L2 und C3/L3 (L1, L3 eventuell abwickeln zum Abgleich)

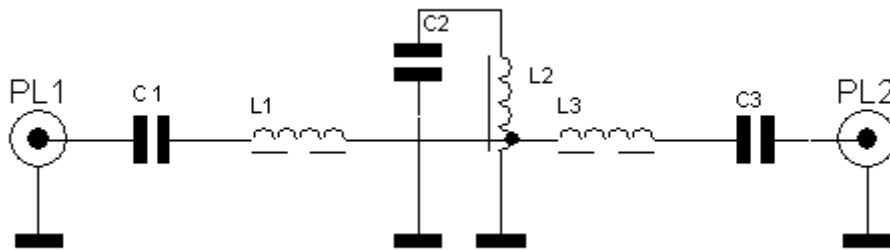
Wickelschema L2:



Wickle 8, nochmal 8, nochmal 8, dann Anzapfung, dann 8 Windungen, insgesamt 32



Filter für das 60-m-Band



Alle Kerne T106-17 von Micrometals

L1 = 7,35 μ H; 37 Windungen **0,8 mm CuL**

L2 = 3,36 μ H; 6 Windungen über den Kern verteilt, Anzapfung +18 Windungen, = 24 Wdg **1,0mm CuL**

L3 = 7,35 μ H; 37 Windungen **0,8mm CuL**

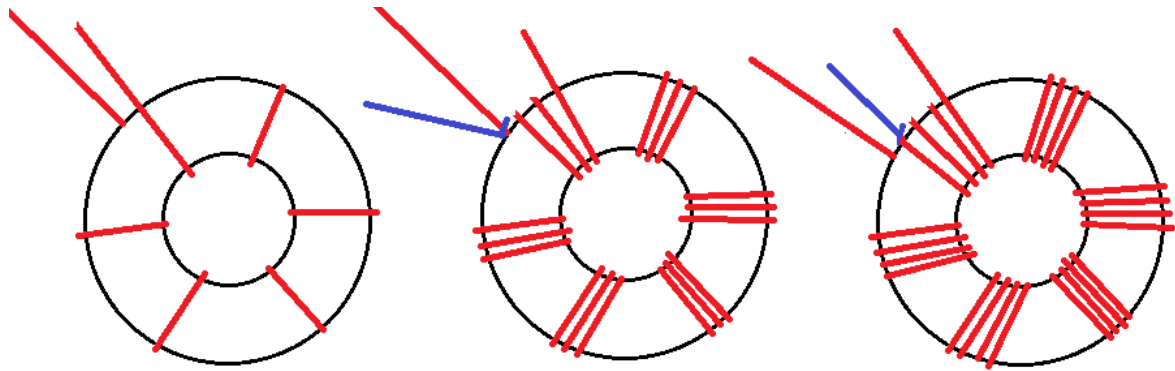
C1 = 120 pF

C2 = 180 pF + 82 pF

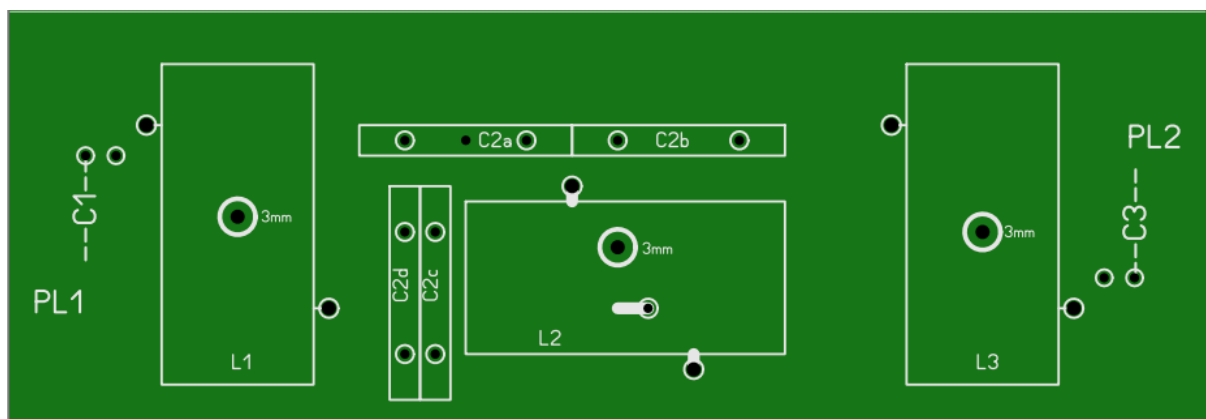
C3 = 120 pF

Resonanzfrequenzen: 5,35 MHz für C1/L1, C2/L2 und C3/L3 (L1, L3 eventuell abwickeln zum Abgleich)

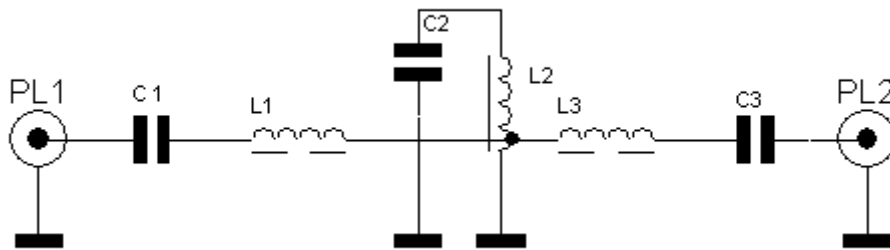
Wickelschema L2:



Wickle 6, dann 6, dann 6, Anzapfung, dann 6, insgesamt 24.



Filter für das 40-m-Band



Alle Kerne T106-17 von Micrometals

L1 = 5,03 μ H; 29 Windungen 1mm CuL

L2 = 2,59 μ H; 5 Windungen über den Kern verteilt, Anzapfung +15 Windungen = 20 Wdg 1mm CuL

L3 = 5,03 μ H; 29 Windungen 1mm CuL

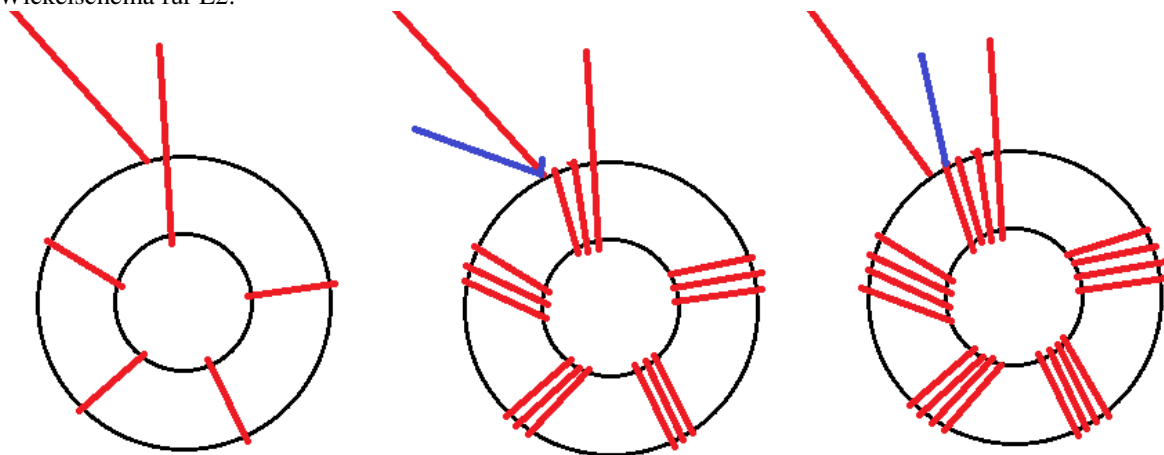
C1 = 100 pF

C2 = 150 pF + 39 pF + 6,8 pF = 195 pF

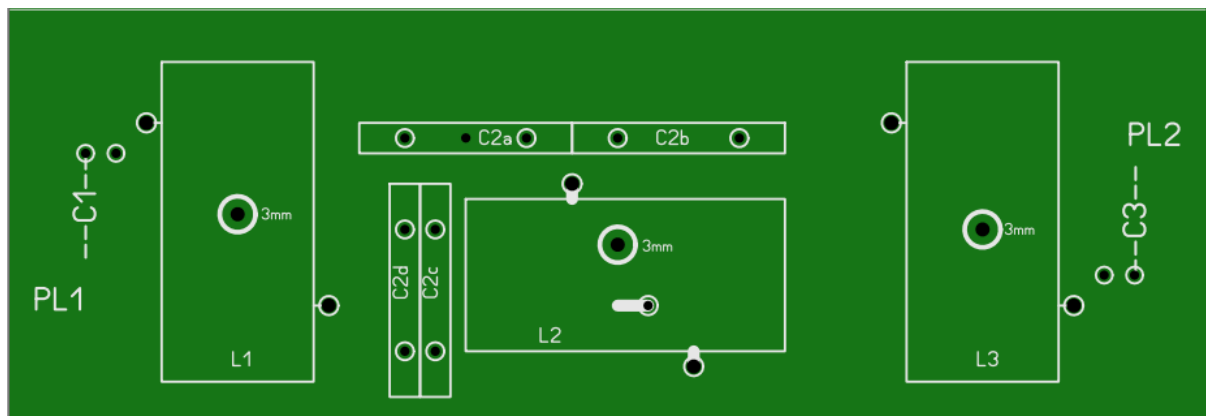
C3 = 100 pF

Resonanzfrequenzen: 7,1 MHz für C1/L1, C2/L2 und C3/L3 (L1, L3 eventuell abwickeln zum Abgleich)

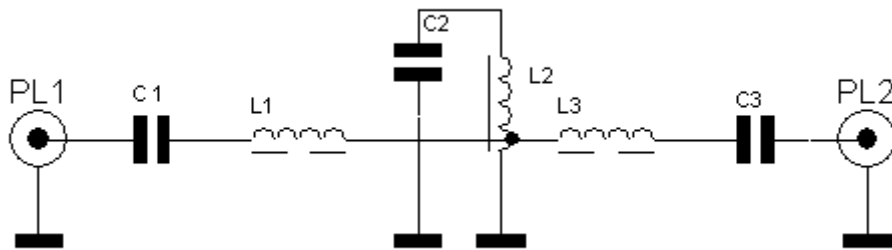
Wickelschema für L2:



Wickle 5, dann 5, dann 5, dann Anzapfung, dann 5 Windungen, insgesamt 20



Filter für das 30-m-Band



Alle Kerne T106-17 von Micrometals

L1 = 3,67 μ H; 25 Windungen 1mm CuL

L2 = 1,8 μ H; 4 Windungen über den Kern verteilt, Anzapfung +12 Windungen = 16 Wdg 1mm CuL

L3 = 3,67 μ H; 25 Windungen 1mm CuL

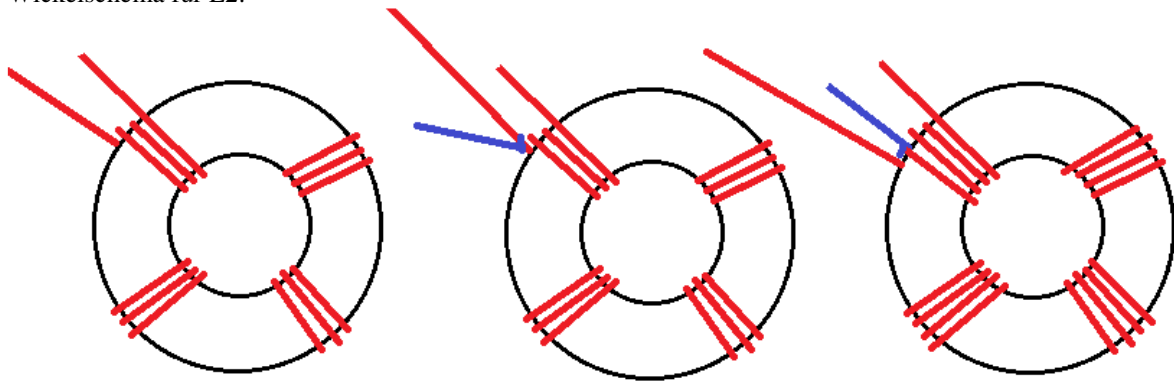
C1 = 68 pF

C2 = 100 pF + 39 pF = 139 pF

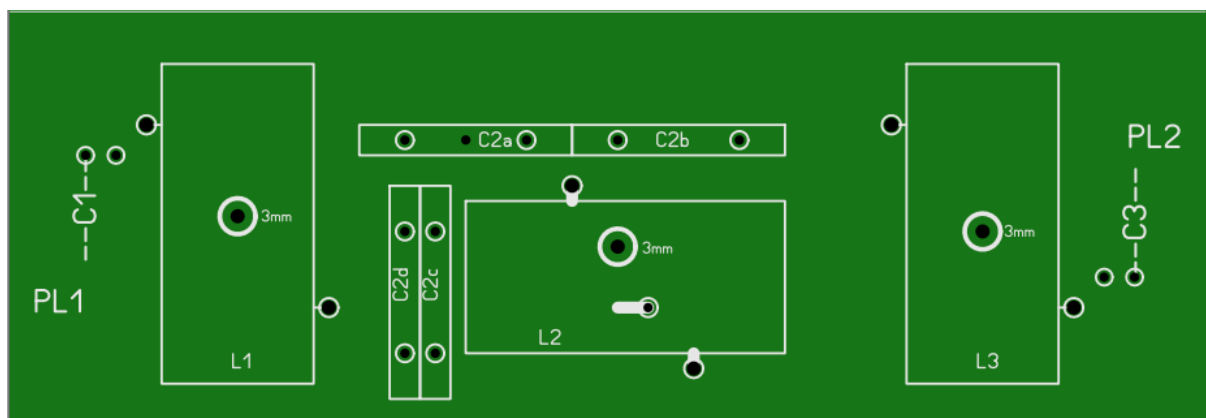
C3 = 68 pF

Resonanzfrequenzen: 10,12 MHz für C1/L1, C2/L2 und C3/L3

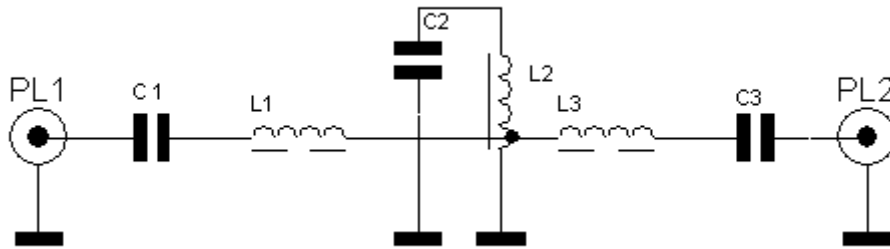
Wickelschema für L2:



Wickle 4, dann 4, dann 4, dann Anzapfung, dann 4, insgesamt 16



Filter für das 20-m-Band



L1 = 2.51 μ H; 18 Windungen 1mm CuL , T106-17 von Micrometals

L2 = 0,655 μ H; 7 Wdg. über den Kern verteilt, Anzapfung + 14 Windungen = 21 Wdg 1mm CuL, **T94-0**

L3 = 2,51 μ H; 18 Windungen 1mm CuL, T106-17 von Micrometals

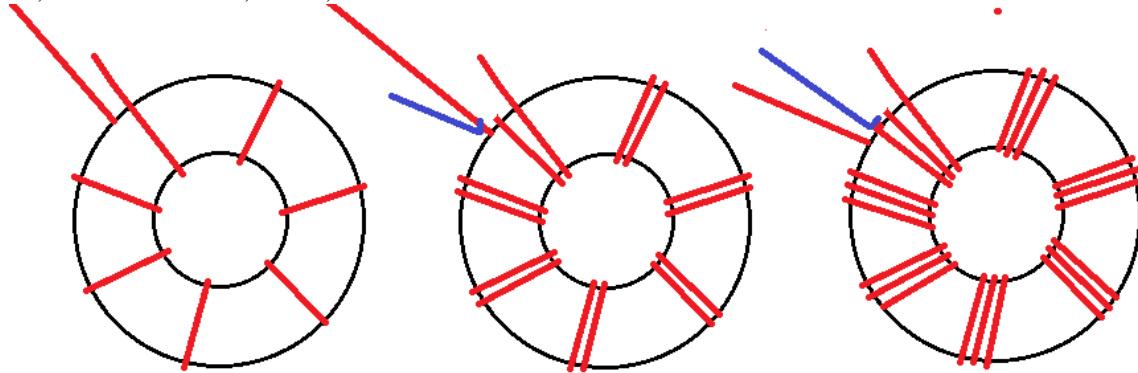
C1 = 50 pF

C2 = 150 pF + 39 pF = 189 pF

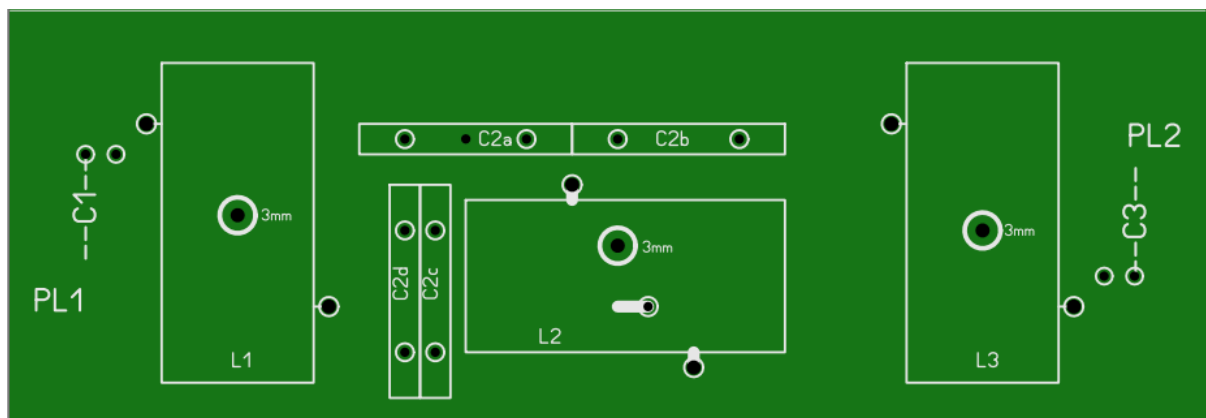
C3 = 50 pF

Resonanzfrequenzen

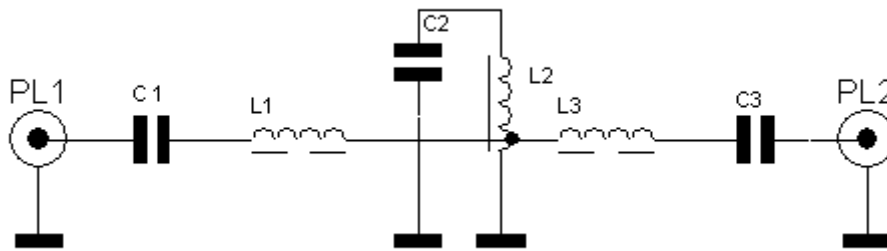
14,20 MHz für C1/L1, C2/L2, C3/L3



Wickle 7, dann 7, dann Anzapfung, dann 7, insgesamt 21. Kern T94-0 (dunkelbraun)



Filter für das 17-m-Band



Alle Kerne von Micrometals

L1 = 1,93 μ H; 17 Windungen 1mm CuL, T106-17

L2 = 0,555 μ H; 6 Windungen über den Kern verteilt, Anzapfung +12 Windungen = 18 Wdg 1mm CuL, **T94-0**

L3 = 1,93 μ H; 17 Windungen 1mm CuL, T106-17

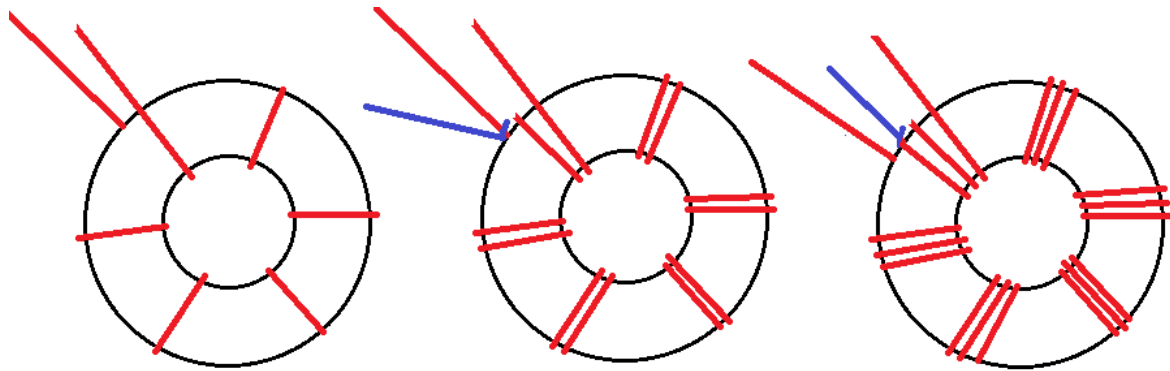
C1 = 40 pF

C2 = 100 pF + 39 pF

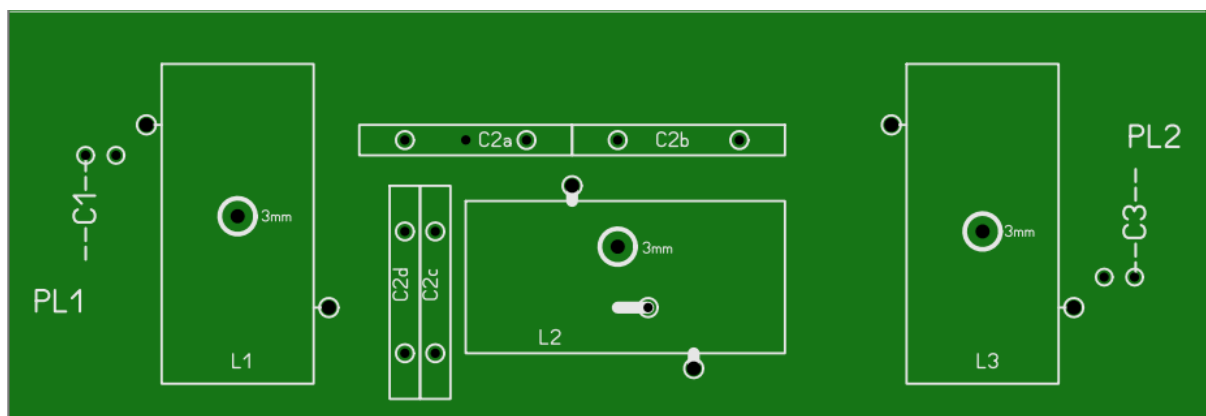
C3 = 40 pF

Resonanzfrequenzen

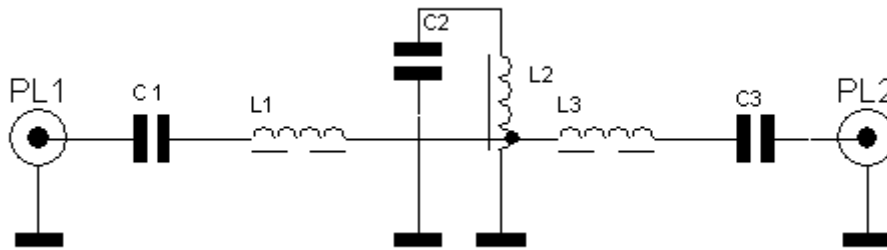
18,1 MHz für C1/L1, C2/L2, C3/L3



Wickle 6, dann 6, dann Anzapfung, dann 6, insgesamt 18. Kern T94-0 (dunkelbraun)



Filter für das 15-m-Band



Alle Kerne von Micrometals

L1 = 1,4 μ H; 15 Windungen 1mm CuL, T106-17

L2 = 0,555 μ H; 6 Windungen über den Kern verteilt, Anzapfung +12 Windungen = 18 Wdg 1mm CuL, T94-0

L3 = 1,4 μ H; 15 Windungen 1mm CuL, T106-17

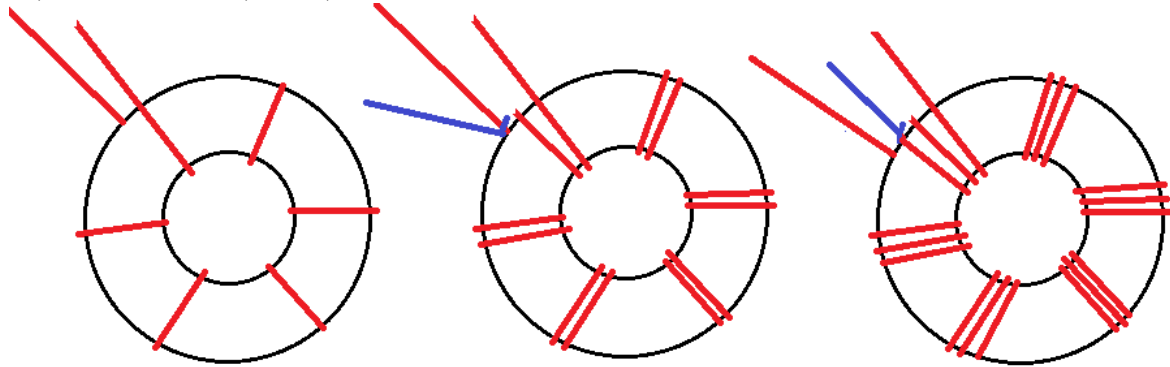
C1 = 40 pF

C2 = 100 pF

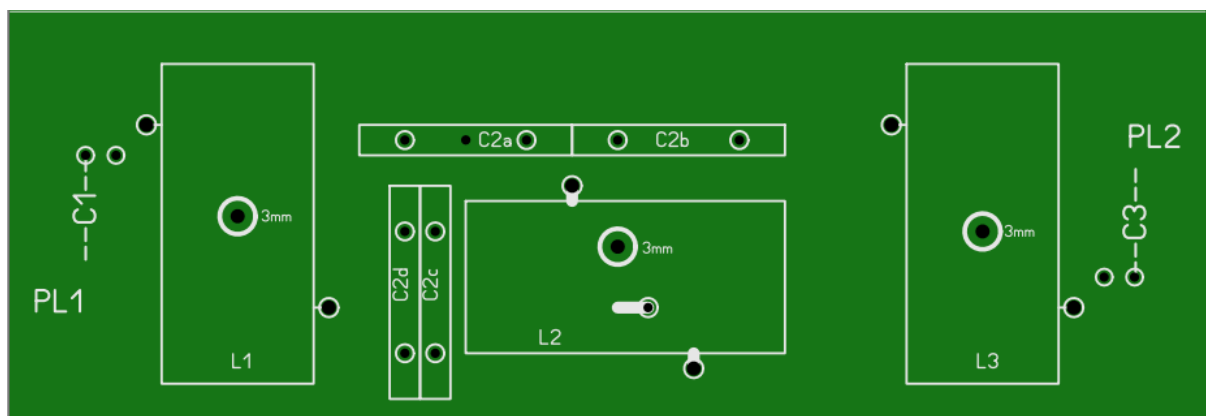
C3 = 40 pF

Resonanzfrequenzen

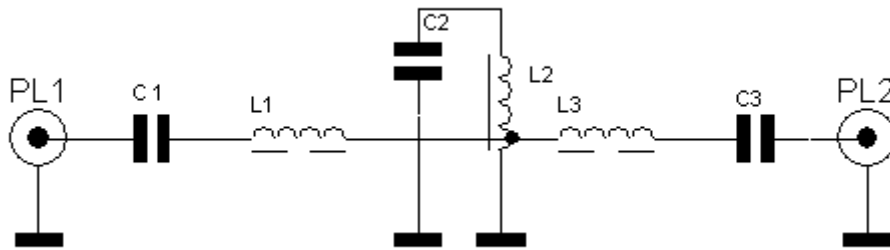
21,23 MHz für C1/L1, C2/L2, C3/L3



Wickle 6, dann 6, dann Anzapfung, dann 6, insgesamt 18. Kern T94-0 (dunkelbraun)



Filter für das 12-m-Band



Alle Kerne von Micrometals

L1 = 1,36 μ H; 14 Windungen 1mm CuL, T106-17

L2 = 0,555 μ H; 5 Windungen über den Kern verteilt, Anzapfung +15 Windungen = 20 Wdg 1mm CuL, **T94-0**

L3 = 1,36 μ H; 14 Windungen 1mm CuL, T106-17

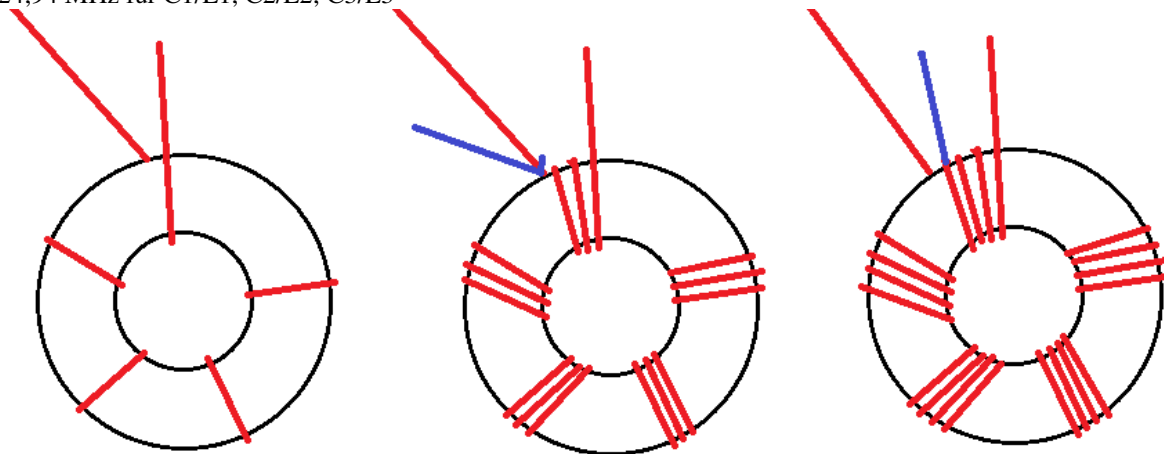
C1 = 30 pF

C2 = 56 pF

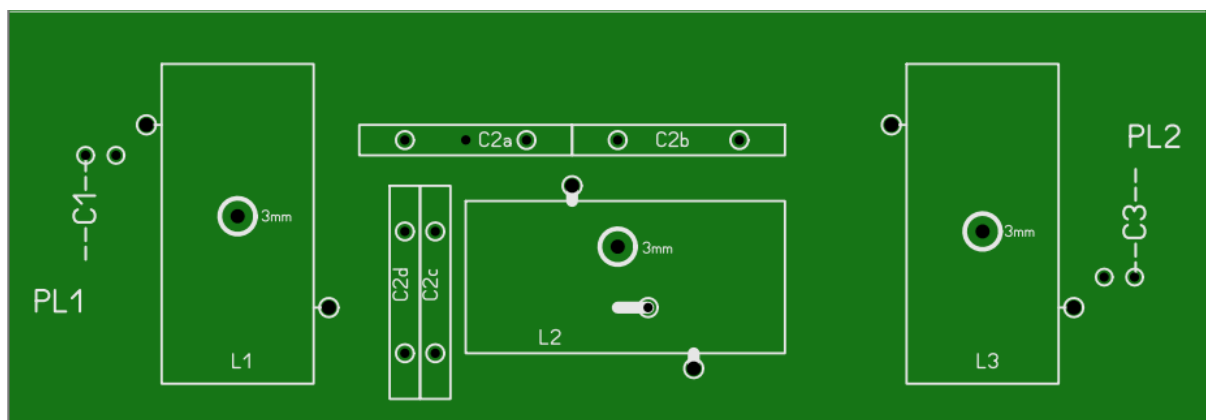
C3 = 30 pF

Resonanzfrequenzen

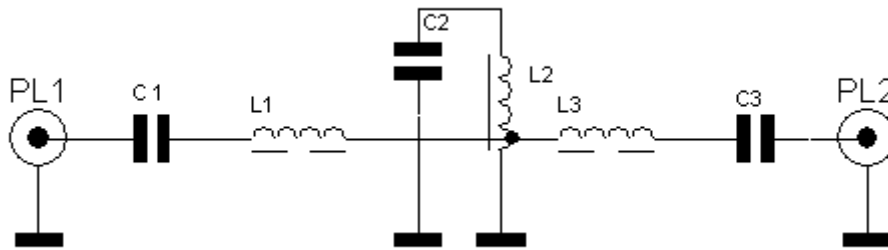
24,94 MHz für C1/L1, C2/L2, C3/L3



Wickle 5, dann 5, dann 5, Anzapfung, dann 5, insgesamt 20. Kern T94-0 (dunkelbraun)



Filter für das 10-m-Band



Alle Kerne von Micrometals

L1 = 1,93 μ H; 17 Windungen 1mm CuL, T106-17

L2 = 0,555 μ H; 6 Windungen über den Kern verteilt, Anzapfung +12 Windungen = 18 Wdg 1mm CuL, **T94-0**

L3 = 1,93 μ H; 17 Windungen 1mm CuL, T106-17

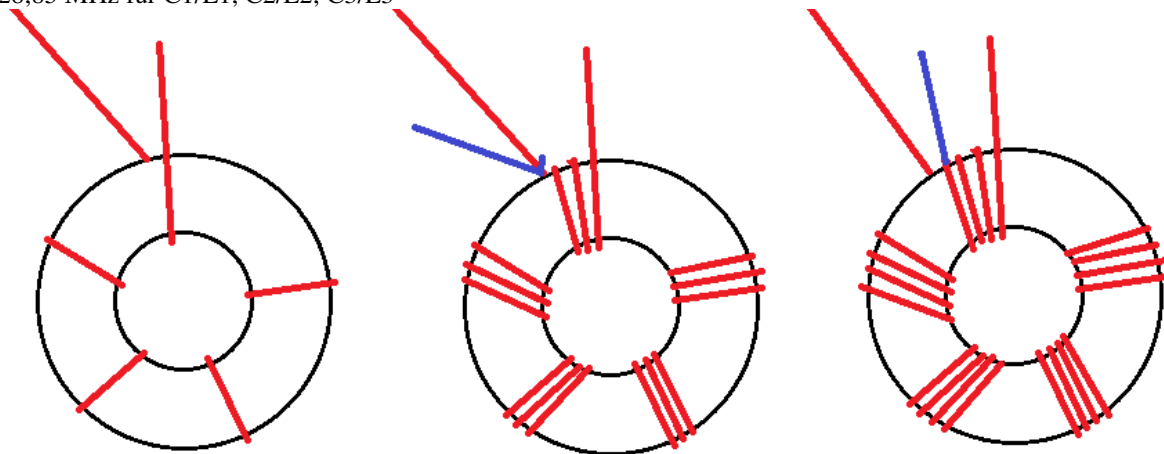
C1 = 40 pF

C2 = 100 pF + 39 pF

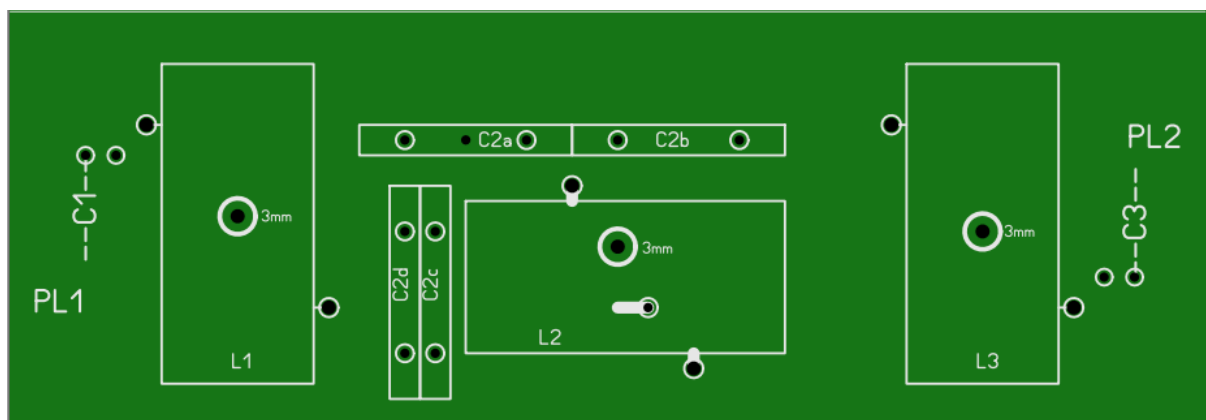
C3 = 40 pF

Resonanzfrequenzen

28,85 MHz für C1/L1, C2/L2, C3/L3



Wickle 5, dann 5, dann 5, Anzapfung, dann 5, insgesamt 20. Kern T94-0 (dunkelbraun)



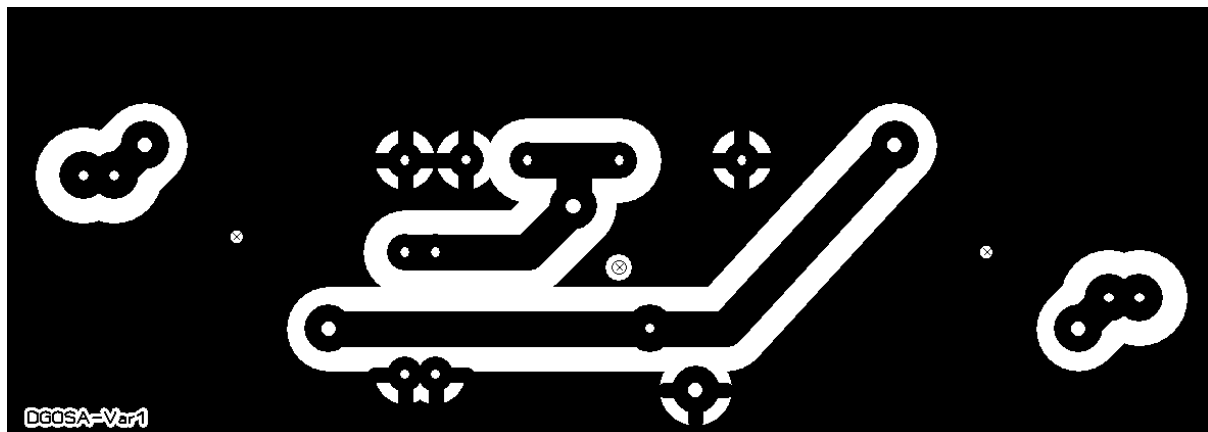
5. Zum Abschluss

Erstmals kamen die Filter im Sommer 2005 beim Leuchtturm Darsser Ort zum Einsatz. Das 40-m-Bandpass-Filter ging entzwei, weil es vorschriftswidrig hinter dem Antennentuner betrieben wurde. Vermutlich war ein Kondensator durchgeschlagen. Es wurde komplett ausgetauscht. Mit dem Einsatz der Filter war der Mehrbandbetrieb an einem Standort möglich. Inzwischen sind Filtersätze bei vielen Contestgruppen in Betrieb. Eine Bauanleitung auf meiner „website“ enthält die leichter erhältlichen roten und gelben Kerne, da gibt es jedoch die Möglichkeit, dass bei 100 Watt die Filter etwas wärmer werden. Das 17-er Material eignet sich besser. Lediglich bei 160 m sind rote und gelbe Kerne gut, zum Teil auch für 80 m. Bis zum Jahr 2016 habe ich etwa 500 Stück Filter gebaut. Gelegentlich gibt es Reparaturen, etwa 10 Stück bisher. Man schickt mir die Filter, ich tausche die Kondensatoren, gegen kleines Entgelt für Porto und Material. Etwa 100 Bausätze für Einzelfilter wurden verschickt.

DG0SA
Wolfgang Wippermann
Lerchenweg 10
18311 Ribnitz-Damgarten

Tel. 03821 721578
Fax: 03821 721580
e-mail:
wwippermann@t-online.de
web:
www.dg0sa.de

Leiterplattenlayout:



Abmessungen: 100 mm x 35 mm

Das Platinenlayout kann vom Bild etwas abweichen. Die Platinen werden von Dirk Ruffing, DH4YM, gefertigt.