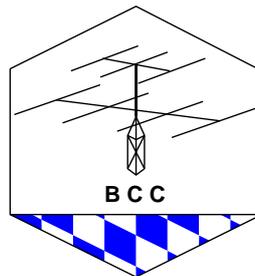


100 W - Bandpassfilter nach W3NQN

Peter Pfann, DL2NBU

22. Juni 2002



Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---------------------------------------------|-----------|
| 1 | Einleitung | 2 |
| 2 | Konzept | 2 |
| 3 | Bauteileauswahl | 4 |
| 3.1 | Ringkerne | 4 |
| 3.2 | Kondensatoren | 4 |
| 4 | Aufbau | 5 |
| 4.1 | Wickeln der Spulen | 6 |
| 4.1.1 | L2a/L2b | 6 |
| 4.1.2 | Luftspulen L1/L3 (10m/15m/20m) | 6 |
| 4.1.3 | Spulen L1/L3 (40m/80m/160m) | 6 |
| 4.2 | Bestückung der Platine | 7 |
| 4.3 | Abgleich | 7 |
| 4.3.1 | Abgleich L1 und L3 | 7 |
| 4.3.2 | Vorabgleich L2 | 8 |
| 4.3.3 | Feinabgleich | 8 |
| A | Anhang | 8 |
| A.1 | Stückliste | 8 |
| A.2 | Dämpfungskurven W3NQN-Filter | 9 |
| A.3 | Filterbank | 10 |
| A.4 | Bauteilewerte für die WARC-Bänder | 13 |
| B | Bilder | 14 |

1 Einleitung

Für Multi Op-Betrieb mit mehreren Sendern (Multi/Single, Multi/Multi) oder für Single Op/Two-Radio sind zur Entkopplung der Stationen Filter meist unerlässlich. Durch die Sendesignale auf den anderen Bändern erhält man nicht nur Störprodukte am Empfängereingang (siehe auch[1]), sondern man kann in ungünstigen Fällen (fehlende Entkopplung der einzelnen Antennen) durch die zu hohe Leistung am RX-Eingang die Empfänger-Eingangsstufe zerstören! Diesem Aspekt trägt bereits der BCC-Preselektor Rechnung, er bietet die zusätzlich notwendige Selektion. Er hat jedoch folgende Nachteile:

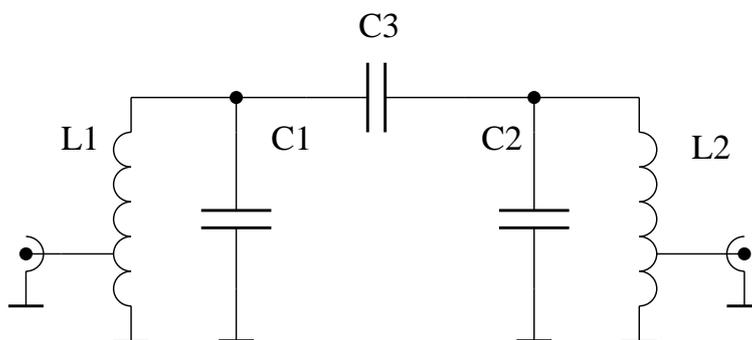
- Er ist nicht für Sendebetrieb vorgesehen, der Transceiver muß den RX-Eingang nach außen geführt haben oder entsprechend modifiziert werden.
- Da er nur im RX-Fall in Betrieb ist, wird das eigene Sendesignal nicht gefiltert (Oberwellen, Breitbandrauschen)
- Es ist keine automatische Bandumschaltung möglich.

Wer bereit ist, etwas mehr Aufwand zu spendieren, kann diesen Zustand verbessern. Die Bandfilter werden zweckmäßigerweise zwischen Transceiver und PA eingesetzt. Die Filter für eine Sendeleistung von 750 W auszulegen, damit man sie hinter der PA einsetzen kann, ist wegen des wesentlich höheren Aufwandes und den deutlich teureren Bauteilen nicht sinnvoll. Hinter der PA ist nur ein Notchfilter zur Oberwellenunterdrückung notwendig (siehe Artikel DL7AV, CQ-Contest). Da das Filter ja auch im Sendefall aktiv ist, sollte die Einfügedämpfung weit unter 1 dB liegen, damit man

1. möglichst viel Sendeleistung an die PA/Antenne bringt
2. wenig Leistung im Filter verheizt (Erhitzung der Bauteile)

2 Konzept

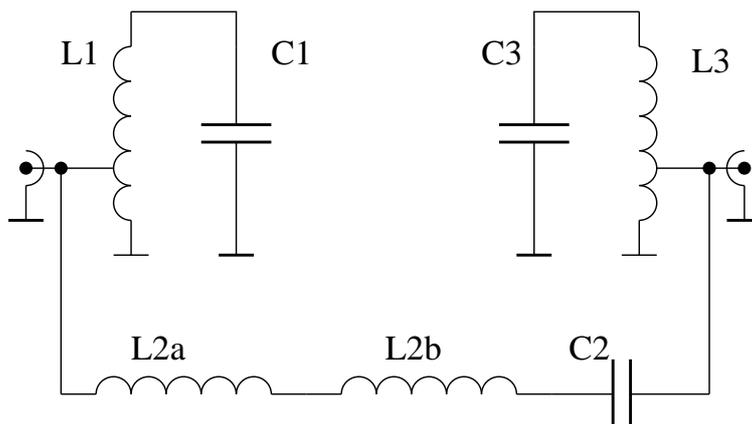
Auf dem Markt gibt es bereits solche Filter käuflich zu erwerben. Getestet wurden die 100W-Filter von ICE und von Dunestar. ICE sowie Dunestar bieten sowohl Einzel-Bandfilter an als auch eine Filterbank, die über einen Decoder vom Trx oder Computer automatisch umgeschaltet werden kann. Das verwendete Schaltungskonzept ist sowohl bei Dunestar als auch bei ICE das mit zwei kapazitiv gekoppelten Parallelresonanzkreisen. Der Ein- und Ausgang des Filters werden über eine Spulenzapfung angekoppelt.



Während die Einfügedämpfung bei ICE niedriger ist als bei Dunestar, ist dafür die Selektion bei den Dunestar-Filtern besser.

Nun wäre es natürlich gut, wenn sich die geringe Einfügedämpfung von ICE mit der besseren Selektion von Dunestar kombinieren ließe. Eine Literaturrecherche ergab, daß bereit eine Bauanleitung für Bandfilter veröffentlicht wurde [2]. Diese verwendete jedoch das gleiche Konzept, und damit waren auch keine großartigen Verbesserungen gegenüber oben genannten Designs zu erwarten. Ich war gerade drauf und dran,

selbst Filter zu entwerfen, als mir eine QST in die Finger kam, wo ein Artikel von Ed, W3NQN, über 200W-Bandfilter drin war [3, 4]. Da ich durch das Studium des Filterkapitels im ARRL-Handbuch wußte, daß Ed ein Profi auf dem Gebiet des Filterentwurfs ist, war ich natürlich auf das verwendete Konzept sowie die damit erzielbare Performance gespannt. Eine kurze Simulation der Schaltung zeigte sehr schnell, daß dieses Design genau das war, was ich brauchte. Für den Aufwand ließ sich nichts mehr optimieren. Ed verwendet ein ähnliches Konzept wie Dunestar/ICE, nur daß er die beiden Parallelschwingkreise nicht kapazitiv, sondern über einen Serienschwingkreis koppelt. Damit kann er im Paßband eine deutlich geringere Welligkeit (und damit weniger Einfügedämpfung) und besseres VSWR bei gleicher Selektion erreichen. Somit ergibt sich folgende Schaltung:



Wer weitere Details zur Schaltung wissen will, sollte den Artikel in der QST lesen, es lohnt sich auf jeden Fall! Hier ist nun eine Gegenüberstellung der gemessenen Werte. Es gibt auch von ICE ein 80m-Filter und ein 160m-Filter, nur war kein Testobjekt vorhanden. Deshalb fehlen die Ergebnisse für diese beiden Bänder. Bei der Einfügedämpfung ist immer der *Maximalwert*, bei der Selektion der *Minimalwert* im Band angegeben.

| Frequenz [MHz] | 1.81-1.89 | 3.50-3.80 | 7.00-7.20 | 14.0-14.35 | 21.0-21.45 | 28.0-29.0 |
|----------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|
| 10m Dunestar | 53 dB | 48 dB | 43 dB | 41 dB | 35 dB | 0.9 dB*) |
| 10m ICE | 74 dB | 71 dB | 65 dB | 36 dB | 16 dB | 0.4 dB |
| 10m W3NQN | 72 dB | 69 dB | 74 dB | 38 dB | 18 dB | 0.4 dB |
| 15m Dunestar | 50 dB | 45 dB | 40 dB | 43 dB | 1.0 dB | 51 dB |
| 15m ICE | 73 dB | 61 dB | 46 dB | 21 dB | 0.3 dB | 11 dB |
| 15m W3NQN | 76 dB | 78 dB | 58 dB | 28 dB | 0.4 dB | 60 dB |
| 20m Dunestar | 48 dB | 43 dB | 40 dB | 0.8 dB | 45 dB | 45 dB |
| 20m ICE | 66 dB | 70 dB | 39 dB | 0.4 dB | 19 dB | 29 dB |
| 20m W3NQN | 75 dB | 61 dB | 38 dB | 0.4 dB | 43 dB | 32 dB |
| 40m Dunestar | 48 dB | 51 dB | 0.6 dB | 49 dB | 44 dB | 45 dB |
| 40m ICE | 77 dB | 35 dB | 0.5 dB | 25 dB | 34 dB | 43 dB |
| 40m W3NQN | 67 dB | 42 dB | 0.4 dB | 82 dB | 56 dB | 47 dB |
| 80m Dunestar | 50 dB | 1.0 dB | 37 dB | 58 dB | 32 dB | 23 dB |
| 80m W3NQN | 40 dB | 0.4 dB | 53 dB | 65 dB | 53 dB | 39 dB |
| 160m Dunestar | 1.2 dB | 35 dB | 57 dB | 33 dB | 24 dB | 19 dB |
| 160m W3NQN | 0.3 dB | 48 dB | 90 dB | 65 dB | 60 dB | 70 dB |

*) Dämpfung bei 28.5 MHz, steigt nach oben kontinuierlich an (1.2 dB @ 28.75 MHz, 2.0 dB @ 29 MHz)

3 Bauteileauswahl

3.1 Ringkerne

Für die Ringkerne wurden die von W3NQN im Originaldesign eingesetzten Typen verwendet. Die entstehende Verlustwärme nehmen die Ringkerne problemlos auf, selbst bei Dauerbetrieb. Auf 10m bis 20m wurden die trifilar/quadrifilar gewickelten Ringkernspulen durch Luftspulen mit Anzapfung ersetzt, da sie sich deutlich einfacher abgleichen lassen. Bei Verwendung von dickem CuL-Draht ist die Güte der Luftspulen sogar etwas höher als die der Ringkernspulen. Durch die etwas schlechtere Kopplung haben die Luftspulen eine größere parasitäre Induktivität. Diese wirkt sich auf diesen Bändern positiv aus, da diese Parasitätinduktivität zusammen mit C1/C3 auf dem benachbarten oberen Band einen Dämpfungspol ergibt, und damit die Selektion dort deutlich besser ist als bei den Ringkernspulen.

3.2 Kondensatoren

Die Beschaffung der Kondensatoren ist schwierig. Da die Kondensatoren in Resonanzkreisen auf der Betriebsfrequenz eingesetzt werden, ergeben sich recht hohe Spannungen, Ströme und damit auch Blindleistungen. Folgende Tabelle zeigt die Belastung der Kondensatoren. In dieser Tabelle sind die Werte für C1 und C3 gleich angegeben. In der Praxis muss C3 etwas weniger aushalten, da ja schon Leistung in L1/C1 und L2/C2 verlorenght, bevor sie den Kreis L3/C3 erreicht. Da dieser Leistungsverlust aber vernachlässigbar ist, wurde auf eine Unterscheidung von C1 und C3 verzichtet. Bei den Spannungen und Strömen handelt es sich um Effektivwerte (RMS). Es ist zu bedenken, dass die Spitzenspannung noch um den Faktor $\sqrt{2}$ größer ist!

| Band | Power | SWR | $U_{C1/C3}$ | $I_{C1/C3}$ | U_{C2} | I_{C2} |
|------|-------|-----|-------------|-------------|----------|----------|
| 160m | 100 W | 1:1 | 279 V | 1,41 A | 492 V | 1,41 A |
| | | 3:1 | 418 V | 2,15 A | 781 V | 2,13 A |
| 160m | 200 W | 1:1 | 395 V | 2,00 A | 696 V | 2,00 A |
| | | 3:1 | 588 V | 3,04 A | 1101 V | 3,01 A |
| 80m | 100 W | 1:1 | 209 V | 1,84 A | 461 V | 1,53 A |
| | | 3:1 | 307 V | 2,70 A | 658 V | 2,18 A |
| 80m | 200 W | 1:1 | 296 V | 2,60 A | 651 V | 2,16 A |
| | | 3:1 | 435 V | 3,68 A | 930 V | 3,09 A |
| 40m | 100 W | 1:1 | 279 V | 1,51 A | 510 V | 1,39 A |
| | | 3:1 | 419 V | 2,27 A | 838 V | 2,28 A |
| 40m | 200 W | 1:1 | 395 V | 2,14 A | 721 V | 1,96 A |
| | | 3:1 | 592 V | 3,21 A | 1185 V | 3,22 A |
| 20m | 100 W | 1:1 | 278 V | 1,84 A | 553 V | 1,42 A |
| | | 3:1 | 414 V | 2,75 A | 866 V | 2,22 A |
| 20m | 200 W | 1:1 | 392 V | 2,60 A | 782 V | 2,01 A |
| | | 3:1 | 586 V | 3,89 A | 1225 V | 3,14 A |
| 15m | 100 W | 1:1 | 280 V | 2,00 A | 707 V | 1,41 A |
| | | 3:1 | 413 V | 2,96 A | 1030 V | 2,06 A |
| 15m | 200 W | 1:1 | 396 V | 2,82 A | 1000 V | 2,00 A |
| | | 3:1 | 584 V | 4,19 A | 1457 V | 2,91 A |
| 10m | 100 W | 1:1 | 270 V | 1,96 A | 675 V | 1,52 A |
| | | 3:1 | 407 V | 3,03 A | 1005 V | 2,26 A |
| 10m | 200 W | 1:1 | 382 V | 2,77 A | 955 V | 2,15 A |
| | | 3:1 | 576 V | 4,29 A | 1421 V | 3,20 A |

Wie man der Tabelle entnehmen kann, belastet ein schlechtes VSWR die Kondensatoren teilweise mehr als höhere Leistung. Es steht jedem frei, für welche Leistung und für welches maximale VSWR er seine Bauteile

auslegen will. Für 200W und VSWR 3:1 sollten C1 und C3 für 1000V und C2 für 2000V ausgelegt sein. Die Blindleistung beträgt bei C1/C3 bis zu 2500 W und bei C2 sogar bis zu 4500 W. Will man nun nicht zuviel Leistung im Kondensator verheizen, heißt das, daß die Güte der Kondensatoren entsprechend hoch sein muss. Eine Güte von mindestens 5000 (entsprechend einem $\tan\delta$ von 2×10^{-4}) sollte angestrebt werden. Damit kommen, vor allem für die oberen Bänder, nur HF-taugliche Kondensatoren in Frage. Testaufbauten mit mehreren parallel und in Serie geschalteten Glimmerkondensatoren zeigten keine merkliche Erwärmung der Kondensatoren bei 100W Dauerstrich auf den Bändern 160/80/40/20m. Auf 10m und 15m wurden die Kondensatoren schon recht warm. Im Originaldesign werden NP0-Keramikkondensatoren eingesetzt, die aus Leistungsgründen parallel und in Reihe geschaltet sind. Diese Kondensatoren sind jedoch nicht für den HF-Betrieb spezifiziert, und somit kann es zwar in vielen Fällen gutgehen, aber genauso gut in einigen Fällen Ärger mit den Kondensatoren geben (Mir ist ein Fall bekannt, wo ein Kondensator in einem Original W3NQN-15m-Filter bei Betrieb mit 100W durchgebrannt ist.). Spezial-HF-Kondensatoren sind leider sehr schwer zu bekommen und dazu noch recht teuer. Wer Glück hat, findet auf Flohmärkten was Passendes. Wer mit anderen Kondensatoren experimentieren will, dem empfehle ich, es mit Glimmer-C's und Keramikkondensatoren mit geringem Verlustfaktor (Material COG, COH, keinesfalls X7R, Y5V, Z5U) zu versuchen.

4 Aufbau

Folgende Tabelle listet die Spulen- und Kondensatordaten der einzelnen Filter auf.

| Band | L1/L3 | L2a | L2b | C1 | C3 | C2 |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| 10m | 6 Wdg 2.0mm CuL Ø 1", Länge 18 mm Anzapfung bei 1.75 Wdg Luftspule Drahtlänge 55 cm | 14 Wdg 1.8 mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 61 cm | 15 Wdg 1.8 mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 65 cm | 39p | 39p | 13p o. 12p |
| 15m | 7 Wdg 2.0mm CuL Ø 1", Länge 20 mm Anzapfung bei 1.75 Wdg Luftspule Drahtlänge 63 cm | 18 Wdg 1.6 mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 76 cm | 17 Wdg 1.6 mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 76 cm | 56p | 56p | 15p |
| 20m | 9 Wdg 2.0mm CuL Ø 1", Länge 26 mm Anzapfung bei 2.75 Wdg Luftspule Drahtlänge 81cm | 17 Wdg 1.6 mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 72 cm | 18 Wdg 1.6 mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 76 cm | 91p o. 100p (82p) | 91p o. 100p (82p) | 36p o. 33p (39p) |
| 40m | 7 Wdg quadrifilar 3x 1.0 mm CuL 1x 1.3 mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 4x 32 cm | 30 Wdg 1.0mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 117 cm | 30 Wdg 1.0mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 117 cm | 130p o. 120p | 130p o. 120p | 62p o. 56p (68p) |
| 80m | 11 Wdg trifilar 2x 1.0 mm CuL 1x 1.3 mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 3x 48 cm | 39 Wdg 1.0 mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 155 cm | 38 Wdg 1.0 mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 151 cm | 390p | 390p | 150p o. 160p |
| 160m | 10 Wdg quadrifilar 3x 1.0 mm CuL 1x 1.3 mm CuL auf T130-6 (gelb) Drahtlänge 4x 44cm | 37 Wdg 1.0 mm CuL auf T130-6 (gelb) Drahtlänge 147 cm | 38 Wdg 1.0 mm CuL auf T130-6 (gelb) Drahtlänge 151 cm | 430p parall. 10p | 430p parall. 10p | 270p o. 240p |

4.1 Wickeln der Spulen

4.1.1 L2a/L2b

L2a und L2b werden *einlagig* auf Ringkerne gewickelt. Die angegebenen Drahtlängen sind für eine Anschlussdrahtlänge von ca. 2 cm ausgelegt. Um den Einbau der Spulen später zu vereinfachen, sollte dabei folgendes beachtet werden:

- Bei L2a sollte der Draht von *oben nach unten* durch den Ringkern gesteckt werden und dann *entgegen* dem Uhrzeigersinn um den Ringkern gewickelt werden.
- Bei L2b sollte der Draht von *unten nach oben* durch den Ringkern gesteckt werden und dann *entgegen* dem Uhrzeigersinn um den Ringkern gewickelt werden.

Damit erreicht man, dass die Anschlussdrähte dort enden, wo sie auf der Platine festgelötet werden. Noch ein kurzer Hinweis, weil es immer wieder zu Verwirrungen kommt: Wenn der Draht *5x durch* den Ringkern gesteckt wurde, dann sind das 5 Windungen. Diese Zählweise wird hier verwendet. Zählt man außen anstatt innen, kommt man auf eine Windung weniger.

4.1.2 Luftspulen L1/L3 (10m/15m/20m)

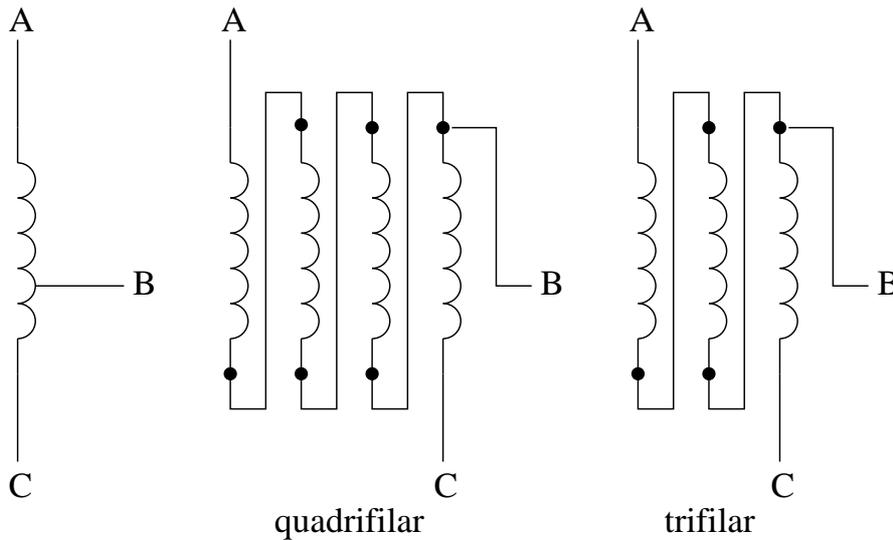
L1 und L3 werden auf 10-20m als einlagige Luftspulen ausgelegt. Sie werden auf einen 1"- Dorn gewickelt. Auch hier ist der Wickelsinn zu beachten:

- L1 sollte *im* Uhrzeigersinn gewickelt werden.
- L3 sollte *gegen* den Uhrzeigersinn gewickelt werden

Grund ist auch hier, dass die Anschlüsse (vor allem die Anzapfungen) dort liegen, wo sie auf der Platine festgelötet werden.

4.1.3 Spulen L1/L3 (40m/80m/160m)

Für optimale Filterperformance ist hier eine trifilare oder quadrifilare Wicklung notwendig. Dazu schneidet man die Drähte auf die angegebene Länge ab. Dann isoliert man die Drähte an einem Ende ca. 5mm ab, legt diese flach nebeneinander und verlötet diese an einem Ende. Der Draht mit dem dickeren Querschnitt (Wicklung B-C) sollte außen liegen. Damit tut sich dann beim Bewickeln der Kerne leichter, da einzelne Drähte nicht durchrutschen können. Aufgrund des starren Drahtes empfiehlt es sich, nicht alle 3 oder 4 Drähte gleichzeitig durch den Kern zu ziehen, sondern jeden Draht für jede Windung einzeln. Man fängt also zweckmäßigerweise mit dem dickeren (äußeren) Draht an, steckt ihn durch den Kern und zieht an ihm, bis die Windung stramm am Kern anliegt. Dann nimmt man den danebenliegenden Draht und wiederholt das Ganze. Wenn alle Drähte für die Windung durchgezogen sind, dann fährt man wieder mit dem dicken Draht fort und macht damit die nächste Windung. Es ist darauf zu achten, dass alle Drähte parallel nebeneinander geführt werden und sich nicht überkreuzen. Das hat den Vorteil, dass die Induktivität relativ genau der vorgegebenen ist, und man tut sich beim Verschalten der einzelnen Wicklungen leichter, weil man die Drähte nicht neu sortieren muss. Nach dem Bewickeln des Kernes schneidet man die Drähte auf ca. 1cm Anschlusslänge ab und verschaltet diese nach folgendem Bild:



4.2 Bestückung der Platine

Zuerst werden nur L1, C1 und L3, C3 bestückt. Dann erfolgt der Abgleich von L1 und L3. L2a, L2b und C2 werden erst auf einer Testplatine vorabgeglichen, bevor sie auf der Platine bestückt werden. Der Feinabgleich des Filters erfolgt dann *nach* dem Einbau ins Gehäuse. Die Spulen sind so einzubauen, dass sie ca. 3-5mm über der Platine sitzen, die Anschlüsse der Kondensatoren sollten nicht länger als max. 10mm sein.

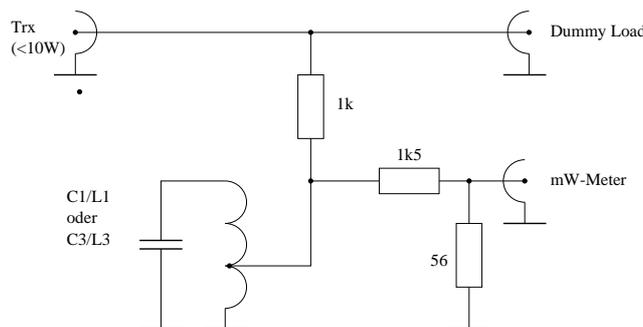
4.3 Abgleich

Die Mittenfrequenzen der einzelnen Filter betragen:

| Band | Mittenfrequenz |
|------|----------------|
| 10m | 28,84 MHz |
| 15m | 21,22 MHz |
| 20m | 14,25 MHz |
| 40m | 7,05 MHz |
| 80m | 3,65 MHz |
| 160m | 1,85 MHz |

4.3.1 Abgleich L1 und L3

Zuerst werden die Kreise L1/C1 und L3/C3 durch Verändern der Induktivität auf Mittenfrequenz abgeglichen. Dazu wird folgender Messaufbau verwendet:

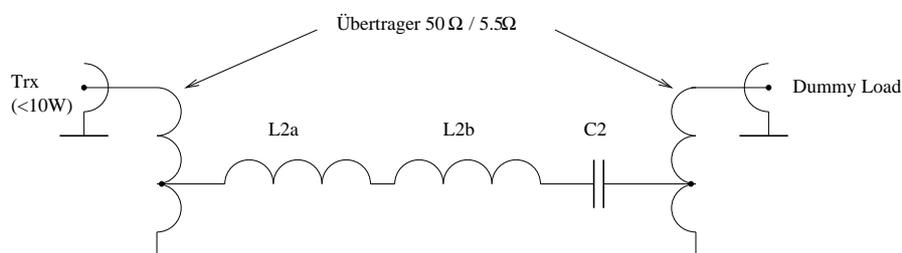


Wichtig ist, dass der Anschluss der Widerstände über relativ kurze Leitungen (10 cm ist OK) erfolgt. Hier sollten keine längeren Kabel dazwischen sein. Die Platine sollte beim Abgleich den gleichem Abstand zur Bodenplatte haben wie später im eingebauten Zustand. Zuerst wird der TX und mW-Meter an den Kreis L1/C1 angeschlossen. C3 wird kurzgeschlossen, damit der andere Kreis keinen Einfluss hat. Dann werden die Windungen von L1 solange verschoben, bis der Kreis auf die Mittenfrequenz abgestimmt ist (maximale Leistung).

Dann schließt man TX und mW-Meter an den Kreis L3/C3 an, schließt C1 kurz und wiederholt den Abgleichvorgang für L3. Durch die teilweise trifilare und quadrifilare Wicklung lässt sich die Induktivität L1 und L3 nur in begrenztem Rahmen ändern. Wenn die Mittenfrequenz nicht genau erreicht wird, dann ist das kein Beinbruch. Wichtig ist, dass beide Kreise auf die gleiche Frequenz abgestimmt sind. Sollte diese von der Mittenfrequenz abweichen, so ist L2a/b auf auf diese Frequenz vorabzugleichen. Nicht vergessen: Kurzschluss von C1 wieder entfernen.

4.3.2 Vorabgleich L2

L2a, L2b und C2 werden auf einer Testplatine vorabgeglichen. Der Messaufbau sieht wie folgt aus:



Auch hier gilt wieder: Die Windungen auf L2a und L2b werden solange verschoben, bis auch dieser Kreis auf die Mittenfrequenz abgestimmt ist.

Danach werden dann L2a, L2b und C2 auf die Platine gebaut.

4.3.3 Feinabgleich

Wenn alle Kreise vorher sorgfältig abgeglichen wurden, dann sollte man bei 100W Steuerleistung mindestens 90W am Ausgang des Filters messen. Das entspricht dann einer Einfügedämpfung von ca. 0,45 dB. Sollte die gemessene Leistung deutlich niedriger sein, dann kann man durch Verschieben der Windungen auf L2a/b die Durchgangsdämpfung minimieren. Die Messung sollte bei Bandanfang, -mitte und -ende durchgeführt werden.

A Anhang

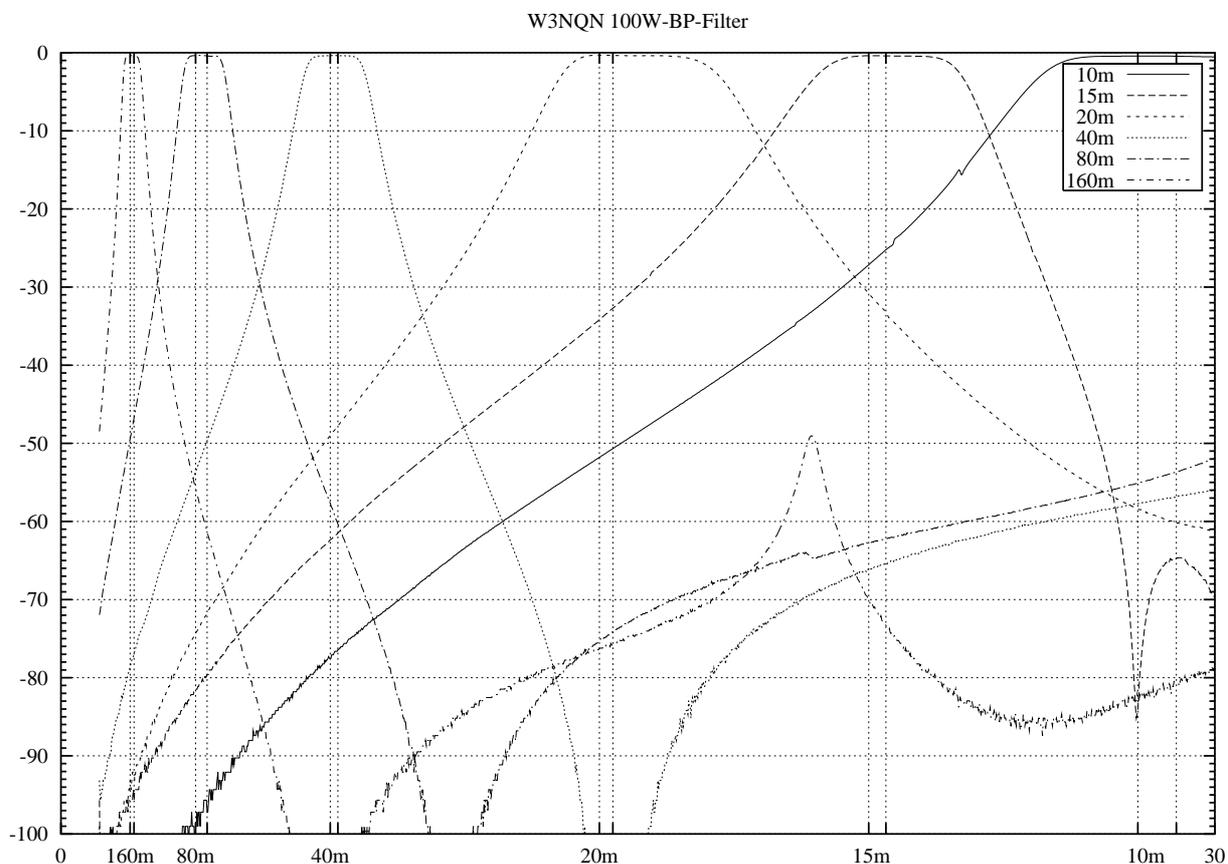
A.1 Stückliste

Stückliste für einen Satz Einzelfilter (160m - 10m, ohne WARC):

| Menge | Bauteilbezeichnung | Bürklin Best-Nr. |
|---------|--------------------|------------------|
| 542 cm | CuL 2.0 mm | |
| 126 cm | CuL 1.8 mm | |
| 300 cm | CuL 1.6 mm | |
| 248 cm | CuL 1.3 mm | |
| 1486 cm | CuL 1.0 mm | |
| 4 | Ringkern T130-6 | |

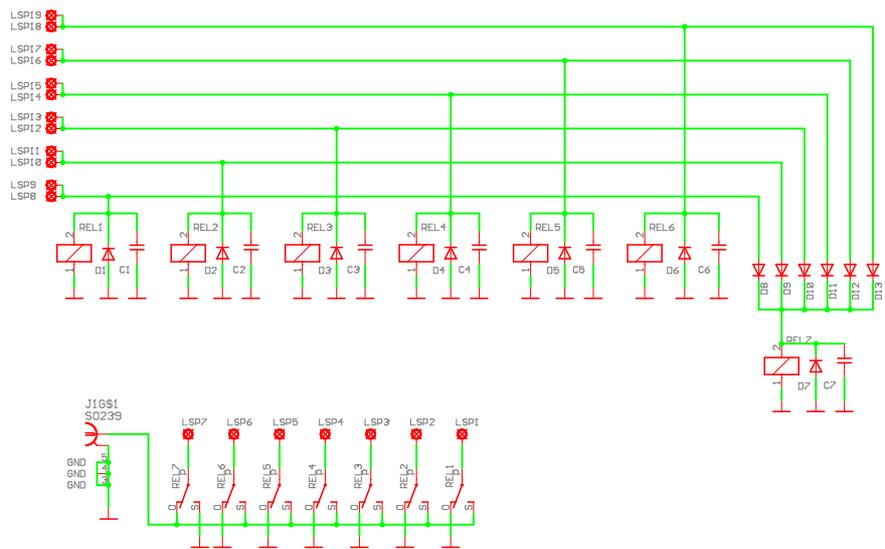
| Menge | Bauteilbezeichnung | Bürklin |
|-------|-------------------------------------------------|---------|
| 14 | Ringkern T130-17 | |
| 1 | 13p / 2 kV (12p) | |
| 1 | 15p / 2 kV | |
| 1 | 36p / 2 kV (33p, 39p) | |
| 2 | 39p / 1 kV | |
| 2 | 56p / 1 kV | |
| 1 | 62p / 2 kV (56p, 68p) | |
| 2 | 91p / 1 kV (100p, 82p) | |
| 2 | 130p / 1 kV (120p) | |
| 1 | 150p / 2 kV (160p) | |
| 1 | 270p / 2 kV (240p) | |
| 2 | 390p / 1 kV | |
| 2 | 440p / 1 kV (z.B. 220p 220p, 430p 10p) | |
| 6 | Platine Filter | |
| 6 | Weißblechgehäuse 56 x 56 x 148 mm | |
| 24 | Abstandsbolzen Messing vernickelt M3, Länge 5mm | 18H2450 |
| 12 | SO239-Flanschbuchse | Kusch |
| 48 | Zylinderkopfschrauben verzinkt M3 x 6 | 14H778 |
| 72 | Muttern M3 | 16H724 |

A.2 Dämpfungskurven W3NQN-Filter



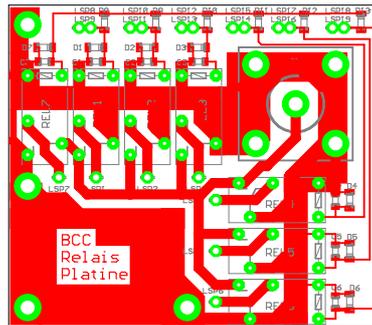
A.3 Filterbank

Die Einzelfilter lassen sich auch zu einer Filterbank zusammenschalten. Dazu werden zwei Relaisplatten benötigt, mit der die Ein- bzw. Ausgangsbuchse der Filterbank auf die Einzelfilter umgeschaltet wird. Der Schaltplan sieht wie folgt aus:

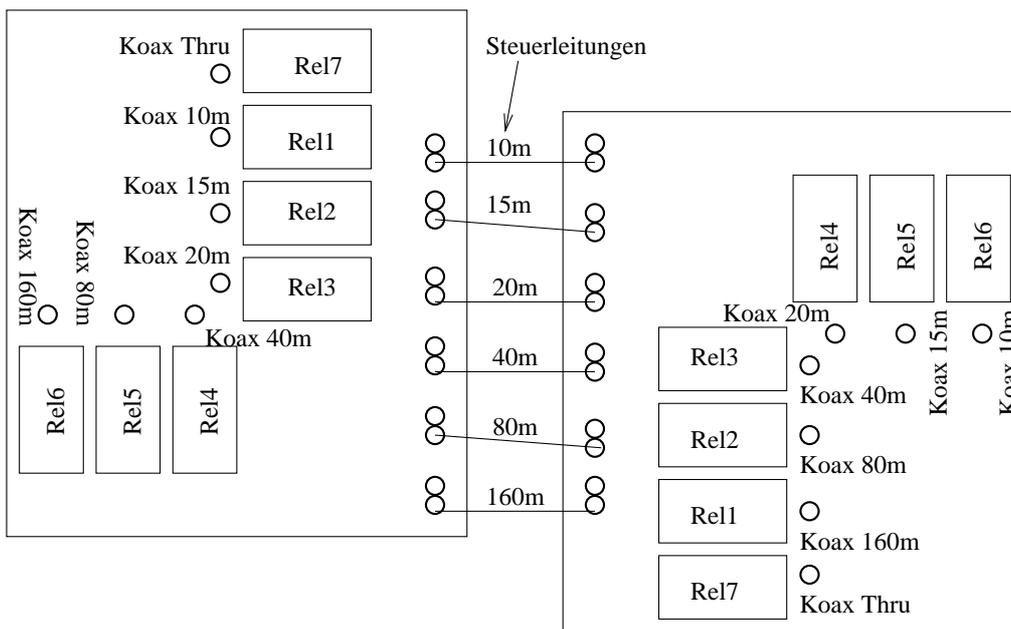


Als Relais wurde das Relais JQ1 von Matsushita (1 Wechsler) eingesetzt. Die Bauteile werden alle von der Lötseite her bestückt. Deshalb werden für Kondensatoren und Dioden auch SMD-Bauformen eingesetzt. Alle Kondensatoren sind 100n (Bauform 1206) und alle Dioden LL4148 (Bauform Minimelf). Damit lassen sich die Relaisplatten direkt über Abstandsbolzen auf die Gehäuserückwand montieren, und die SO-239-Buchsen direkt ohne Anschlussdraht verlöten. Dieser Aufbau vereinfacht die mechanischen Arbeiten und ist aus elektrischer Sicht (Entkopplung Ein-Ausgang) optimal.

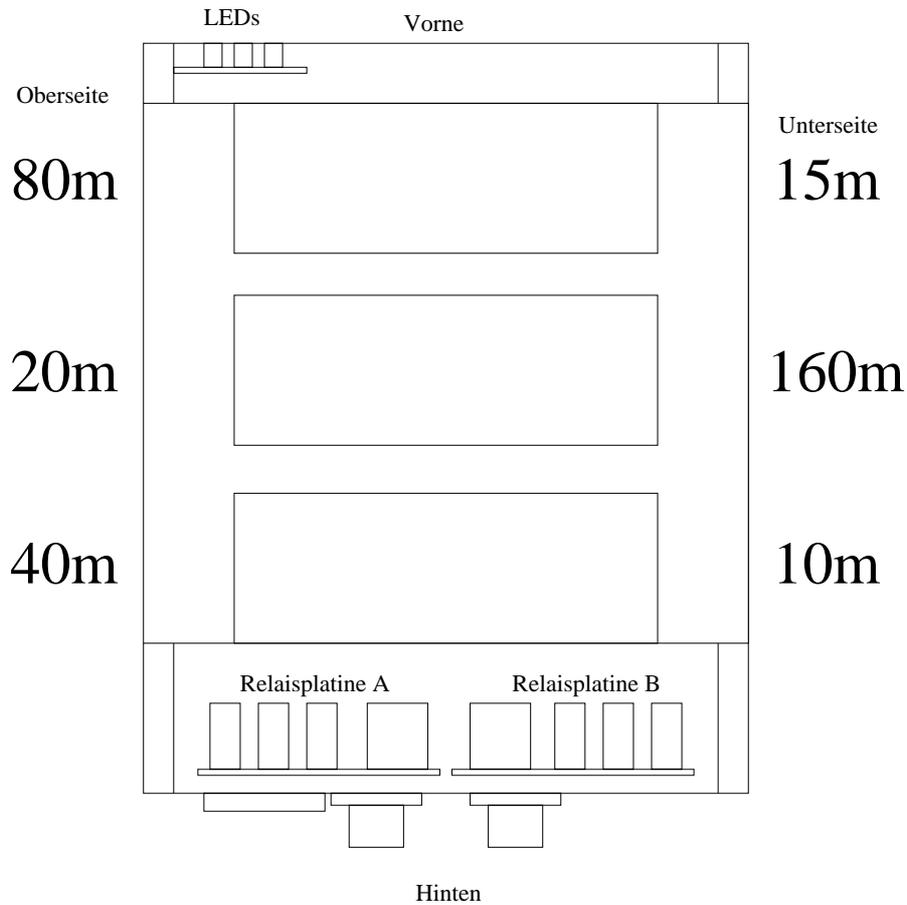
Bestückungsplan der Platine:



Zuerst werden die SMD-Dioden und Kondensatoren bestückt. Wer will, kann zur Not auch bedrahtete Bauteile verwenden. Danach erfolgt die Bestückung der Relais. Um zum Löten an die Anschlüsse heranzukommen, werden die Relais in folgender Reihenfolge bestückt: Rel6 > Rel5 > Rel4 > Rel3 > Rel2 > Rel1 > Rel7. Für den Betrieb als Filterbank sind zwei Relaisplatinen notwendig. Eine mögliche Verschaltung wäre folgende:



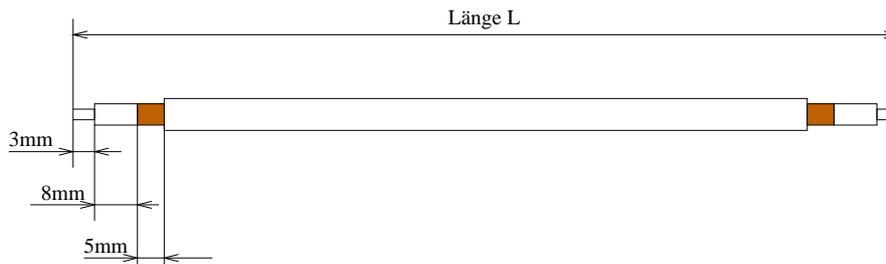
Die Filterbank lässt sich sehr gut in einem Schubert-Gehäuse (Typ 202) unterbringen. Ein möglicher Aufbau sieht wie folgt aus:



Für die Verdrahtung werden folgende Koaxkabelängen benötigt:

| | Länge L | |
|---------|-----------------|-----------------|
| Band | Relaisplatine A | Relaisplatine B |
| Through | 25 cm | |
| 10m | 14 cm | 16 cm |
| 15m | 25 cm | 27 cm |
| 20m | 20 cm | 20 cm |
| 40m | 16 cm | 14 cm |
| 80m | 27 cm | 25 cm |
| 160m | 20 cm | 20 cm |

Die Koaxkabel sind dabei nach folgender Skizze zu konfektionieren:



A.4 Bauteilewerte für die WARC-Bänder

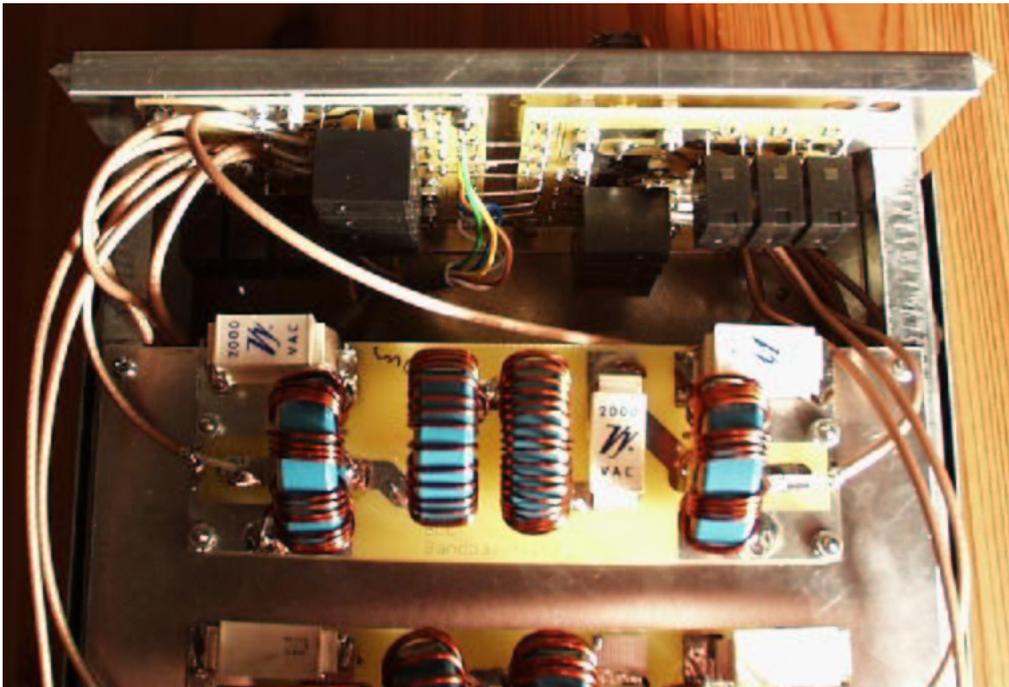
Will man den Filtersatz auf allen Bändern einsetzen (z.B. Expedition), dann sollte man beachten, dass die 10m- und 15m- Originalfilter sehr wenig Dämpfung auf den benachbarten WARC-Bändern haben. Es empfiehlt sich deshalb, diese Filter mit einer schmälere Bandbreite aufzubauen (auf Kosten höherer Einfügedämpfung). Folgende Tabelle listet die Bauteilewerte für die WARC-Bänder auf:

| Band | L1/L3 | L2a | L2b | C1 | C3 | C2 |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|
| 10m | 6 Wdg 2.0mm CuL Ø 1", Länge 18 mm Anzapfung bei 1.75 Wdg Luftspule Drahtlänge 55 cm | 14 Wdg 1.8 mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 60 cm | 14 Wdg 1.8 mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 60 cm | 43p | 43p | 10p |
| 12m | 6 Wdg 2.0mm CuL Ø 1", Länge 18 mm Anzapfung bei 1.75 Wdg Luftspule Drahtlänge 55 cm | 16 Wdg 1.8 mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 68 cm | 16 Wdg 1.8 mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 68 cm | 51p | 51p | 10p |
| 15m | 7 Wdg 2.0mm CuL Ø 1", Länge 20 mm Anzapfung bei 1.75 Wdg Luftspule Drahtlänge 63 cm | 17 Wdg 1.6 mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 72 cm | 17 Wdg 1.6 mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 72 cm | 56p | 56p | 15p |
| 17m | 8 Wdg 2.0mm CuL Ø 1", Länge 20 mm Anzapfung bei 1.75 Wdg Luftspule Drahtlänge 80 cm | 19 Wdg 1.6 mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 80 cm | 19 Wdg 1.6 mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 80 cm | 68p | 68p | 18p |
| 30m | 6 Wdg quadrifilar 3x 1.0 mm CuL 1x 1.3 mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 4x28 cm | 24 Wdg 1.0mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 100 cm | 24 Wdg 1.0mm CuL auf T130-17 (blau-gelb) Drahtlänge 100 cm | 82p | 82p | 39p |

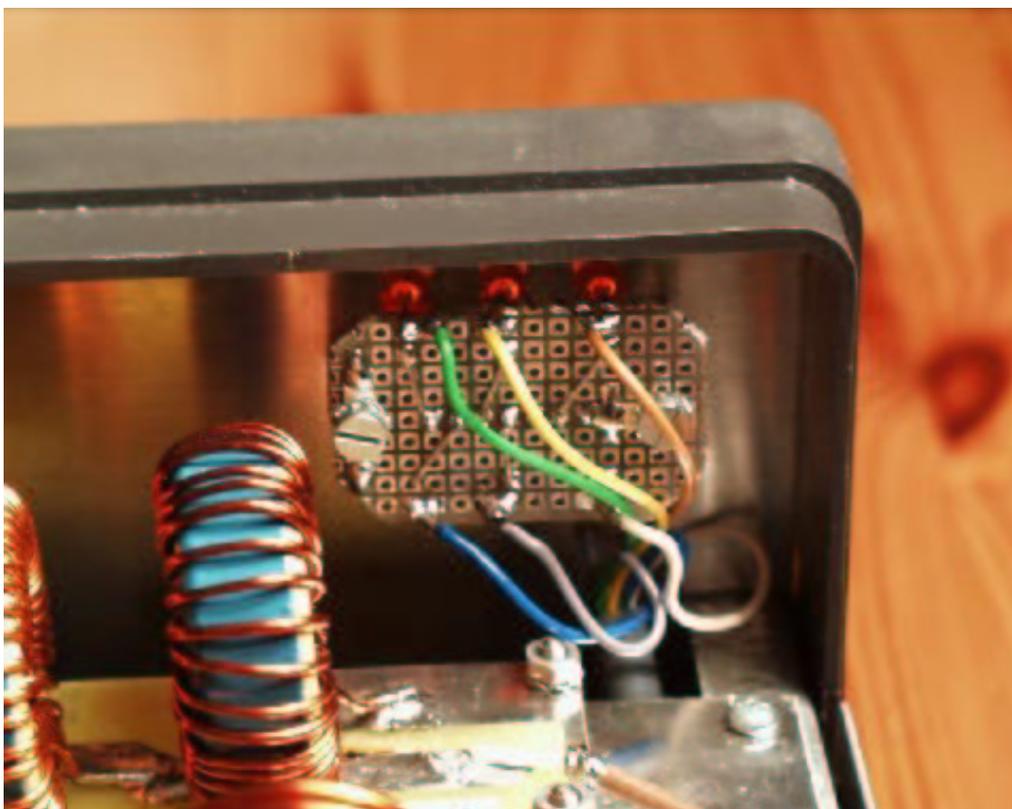
Literatur

- [1] Thomas Moliere, DL7AV, "Band Reject Filters for Multi/Multi Contest Operation", CQ Contest, Feb. 1996, S.14-22
- [2] Alan Bloom, N1AL, "Inexpensive Interference Filters", QST, June 1994, S.32-36
- [3] Ed Wetherhold, W3NQN, "Clean Up Your Signals with Band-Pass Filters - Part1", QST, May 1998, S.44-48
- [4] Ed Wetherhold, W3NQN, "Clean Up Your Signals with Band-Pass Filters - Part2", QST, June 1998, S.39-42

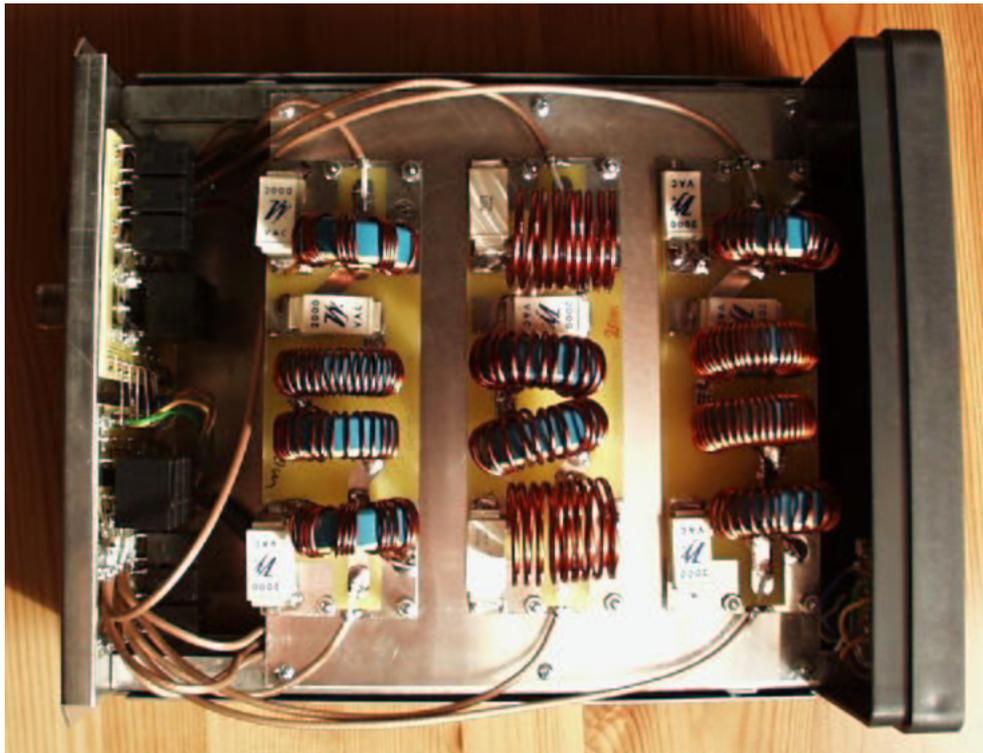
B Bilder



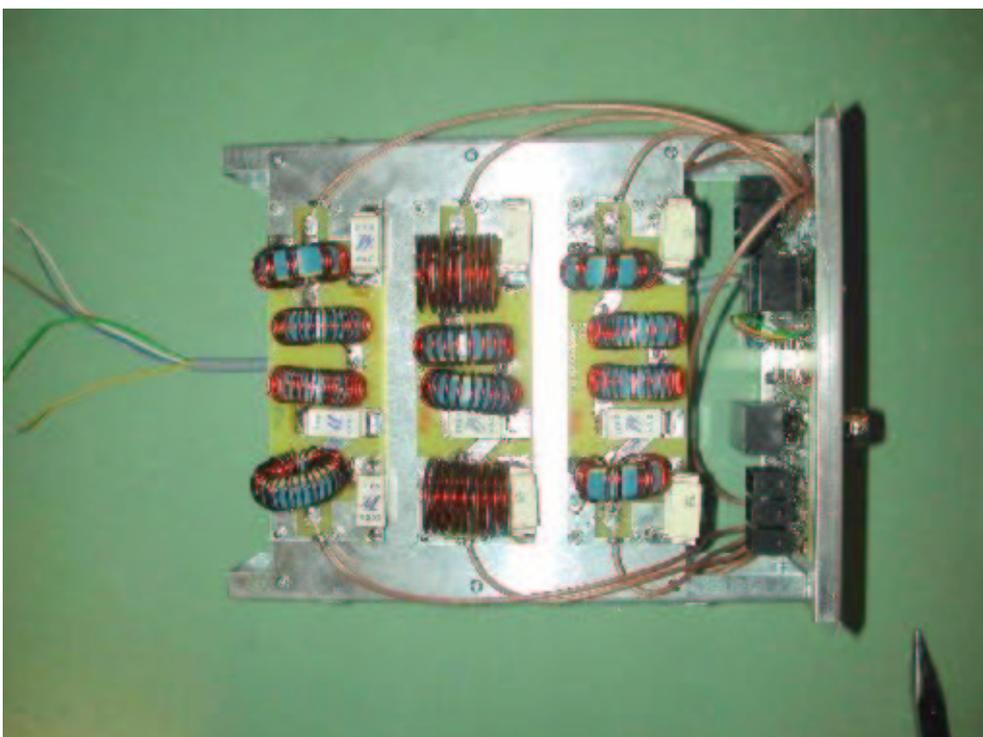
Innenansicht der Filterbank - Sicht auf die Rückseite



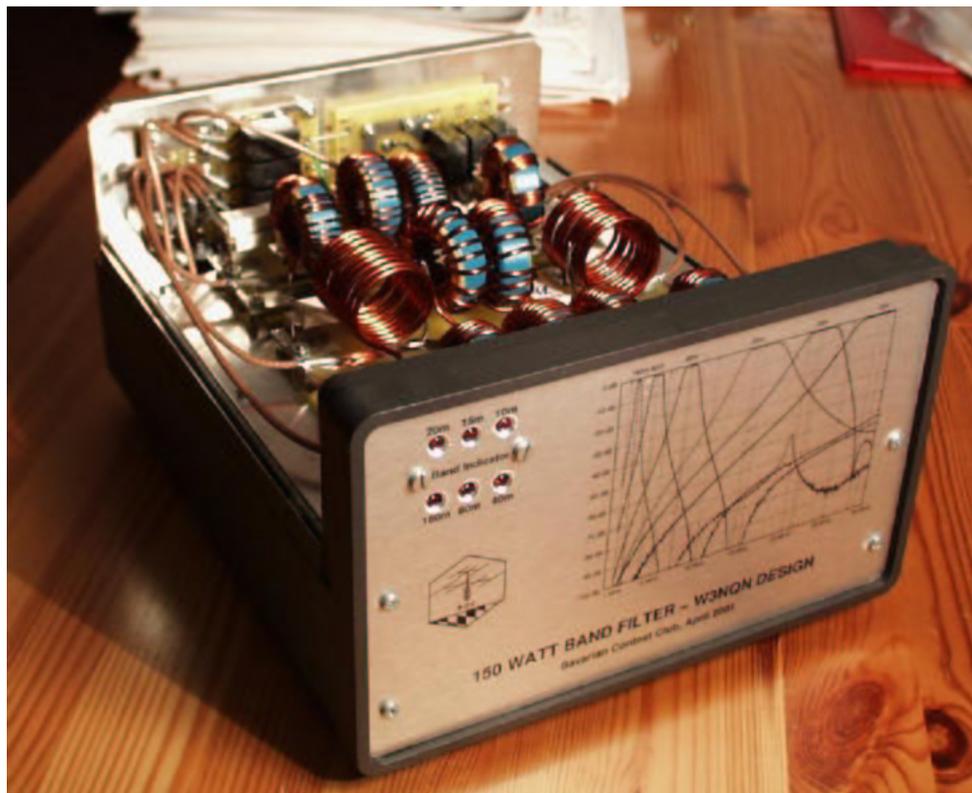
Innenansicht der Filterbank - Blick auf die LED-Platine



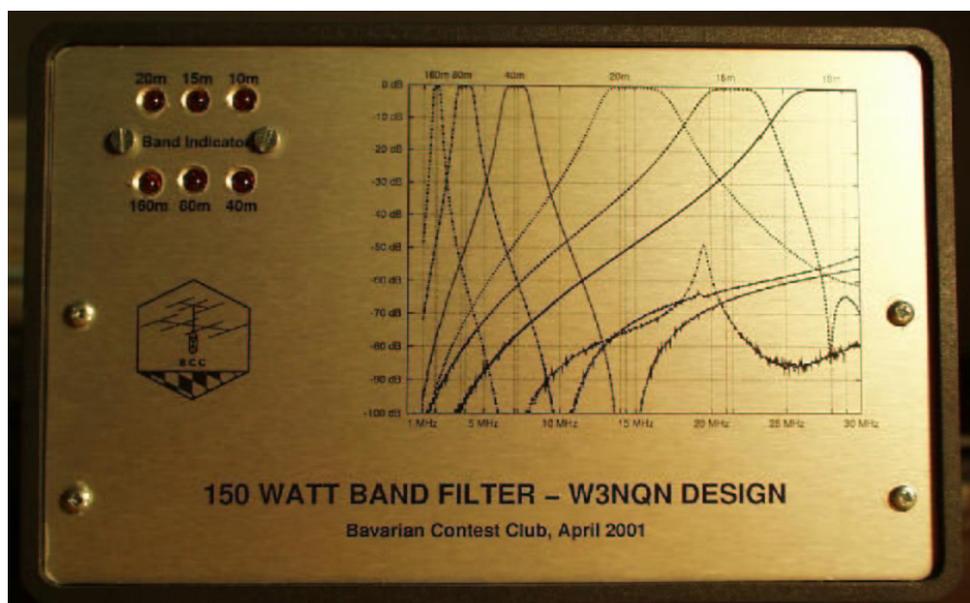
Innenansicht der Filterbank - Ansicht von oben



Innenansicht der Filterbank - Ansicht von oben



Geöffnete Filterbank - Ansicht von vorne



Innenansicht der Filterbank - Ansicht von vorne