

Baumappe für den Spektrumanalyse-Vorsatz zum Netzwerktester FA-NWT01

FA-LESERSERVICE

Der Spektrumanalyse-Vorsatz erweitert den HF-Messplatz mit dem FA-NWT01 um eine weitere Komponente. Sie ermöglicht die Analyse hochfrequenter Signale im Frequenzbereich von 1 MHz bis 75 MHz und optional von 135 MHz bis 148 MHz. Der Bausatz enthält alle benötigten Bauelemente, eine Platine, auf der bereits alle SMD-Teile vorbestückt sind, sowie ein bearbeitetes Weißblechgehäuse.

Konzept und Schaltung des Spektrumanalyse-Vorsatzes (SAV) haben Rainer Müller, DM2CMB, und Günter Richter, DL7LA, in einer FA-Beitragsfolge ausführlich beschrieben [1]. Einzelheiten können dort nachgelesen werden. Blockschaltbild und Detailschaltungen sind in

eingefügt: Für den Betrieb des SAV mit dem NWT ist die Controllerfirmware ab Version 1.19 und die NWT-Software ab Version 4 erforderlich. Beide sind auf der mitgelieferten CD-ROM enthalten. Falls nicht schon geschehen, ist es sinnvoll, zuerst das Firmware-Update (siehe Anhang)

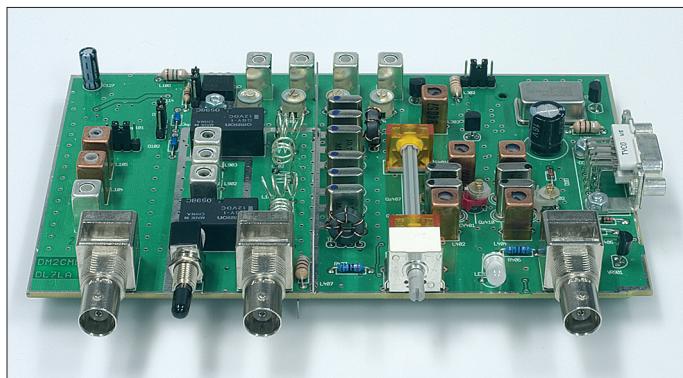


Bild 1:
Fertig bestückte
Platine des SAV ohne
Weißblechgehäuse

den Bildern 2, 4, 5 und 8 zu sehen, die wichtigsten technischen Daten in der Tabelle 1. Die vorliegende Baumappe enthält Hinweise zur Platinenbestückung, zum Abgleich und zum Einbau in das mitgelieferte Gehäuse. Darüber hinaus beschreiben wir den Anschluss des SAV an den Netzwerktester FA-NWT01 und die Handhabung der Software.

Alle SMD-Bauteile des SAV sind bereits auf der mitgelieferten Platine vorbestückt. Der noch verbleibende Aufwand beschränkt sich daher auf die Bestückung der bedrahteten Bauelemente und den Abgleich. Dem routinierten Bastler steht es selbstverständlich frei, zunächst die gesamte Platine zu bestücken und den Abgleich des SAV zum Schluss (gemäß Tabelle A1 im Anhang) vorzunehmen. Dem weniger Geübten empfehlen wir aber, schrittweise gemäß der nachstehenden Anleitung vorzugehen. Eventuelle Bestückungsfehler lassen sich so leichter finden und beseitigen. Gleichzeitig werden Sie mit den Baugruppen und deren Zusammenwirken besser vertraut. Das kann bei der Interpretation von Messergebnissen später sehr hilfreich sein. Ein wichtiger Hinweis sei an dieser Stelle

und die Installation der neuen Software vorzunehmen und erst dann mit dem Aufbau des SAV zu beginnen.

■ Prüf- und Abgleichwerkzeug, Messgeräte

Bevor es an die Bestückung der Platine geht, fertigen wir uns zwei Messkabel an, die wir während des Aufbaus und für eine eventuelle spätere Fehlersuche brauchen. Die Baugruppen des SAV sind durch 50-

Tabelle 1: Technische Daten des SAV

Frequenzbereich:	1...75 MHz (± 6 dB), 135...148 MHz
Anzeigebereich:	+10 bis -60 dBm
Eingang:	BNC
Eingangsimpedanz:	50 Ω
zul. Eingangsleistung:	$P_{e,\max} < +23$ dBm
typ. Eingangs-Interzeptpunkt IP3:	> +15 dBm
1-dB-Kompression:	+5 dBm
Auflösungsbandbreiten:	0,3/7/30 kHz (-3 dB)
kleinster Frequenzschritt:	1 Hz, s. NWT [2]
max. Messwertanzahl:	9999, s. NWT [2]

Ω-Schnittstellen miteinander verbunden. Dazu werden vierpolige Stiftleisten genutzt, von denen die beiden äußeren Stifte auf Masse liegen und die beiden inneren durch einen Jumper verbunden sind. Durch Ziehen des jeweiligen Jumpers und Stecken eines Messkabels kann jede Baugruppe aus dem Signalweg genommen und separat geprüft und abgeglichen werden. Mit den Messkabeln überbrücken wir die jeweils nicht für den Abgleich benötigten Baugruppen. Die Verbindung zum NWT erfolgt dann über die BNC-Buchsen des SAV und zwei kurze BNC-Messkabel, die allerdings nicht zum Lieferumfang des Bausatzes gehören.

Zur Anfertigung der beiden Messkabel liegen dem Bausatz ein 200 mm langes Stück Koaxialkabel RG174 und eine 16-polige Buchsenleiste bei. Von dieser Leiste sägen oder brechen wir vier zweipolige Buchsen ab. Das Koaxialkabel teilen wir in ein 50 mm und ein 150 mm langes Stück. Nach dem Abisolieren werden die vier Buchsen an die Enden der Kabel gelötet. Bild 6 zeigt das Ergebnis.

Möglich ist es auch, die einzelnen Baugruppen direkt von außen zu messen. In dem Fall benötigt man zwei Adapterkabel, die auf der einen Seite eine zweipolige Buchsenleiste haben und auf der anderen einen BNC-Stecker. Um keine Baugruppe zu übersteuern, darf in diesem Fall nur ein Signalpegel von maximal -10 dBm eingespeist werden.

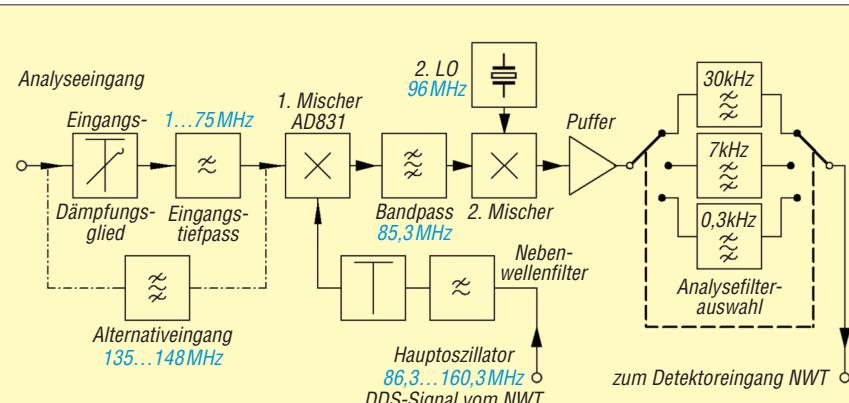


Bild 2: Blockschaltbild und Zusammenwirken des SAV mit dem NWT

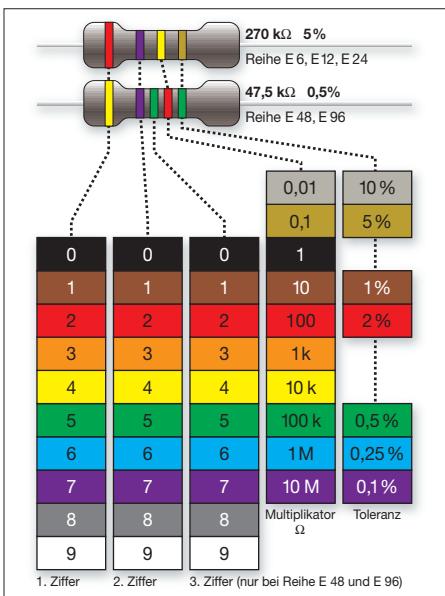
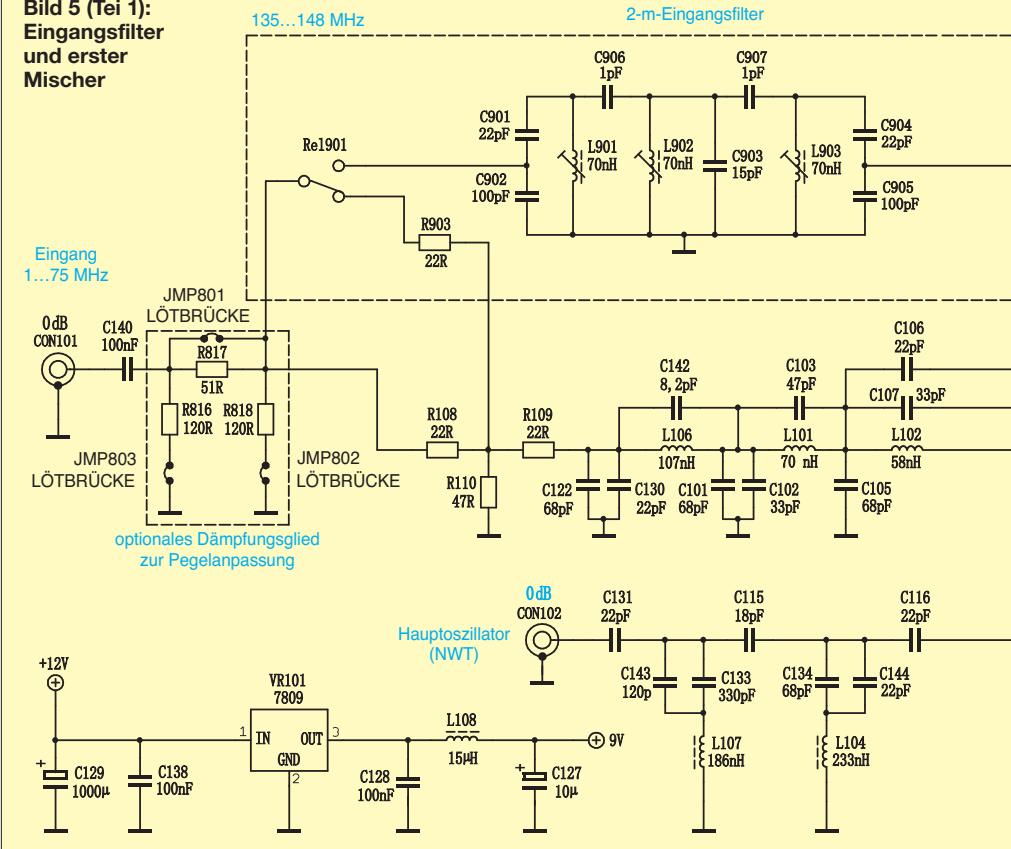


Bild 3: Widerstands-Farbcodes

Da die Ferritkerne äußerst spröde und brüchig sind, brauchen wir zum Abgleich der Neosid-Filterspulen unbedingt einen passenden Abgleichsstift aus Keramik oder Kunststoff (Bild 7). Zur Not tut es auch ein entsprechend bearbeiteter Zahnschrauber. **Die Benutzung eines Schraubendrehers aus Stahl führt bei den Spulen mit kleinem Abgleichkern mit großer Wahrscheinlichkeit zu deren Zerstörung.**

Nicht zwingend erforderlich, aber hilfreich zur Kontrolle des richtigen Abgleichs der Spulen im Eingangstiefpass, ist ein Prüfstift. Dieser liegt kommerziellen Abgleichbestecken häufig bei, lässt sich aber auch leicht selbst herstellen. Wir nehmen dazu ein Stück Isolierschlauch und schieben in das eine Ende ein Stück Aluminium-Rundmaterial und in das andere einen Ferritkern. Letzteren können wir gewinnen, indem wir ihn vorsichtig

**Bild 5 (Teil 1):
Eingangsfilter
und erster
Mischer**



aus einer Neosid-Filterspule vom Typ BV5117.32 herausdrehen. Dieser Ferritkern wird nicht wieder benötigt, da wir später aus den Spulen L201 bis L204 ohnehin die Kerne herausdrehen müssen. Mit etwas Kleber fixieren wir die beiden Testkerne.

Für den Abgleich des SAV benötigen wir einen funktionstüchtigen, kalibrierten Netzwerktester FA-NWT01. Ein Multimeter oder Vielfachmesser für Spannungs- und Widerstandsmessungen sollte auch in Reichweite sein.

■ Bestückung und Abgleich

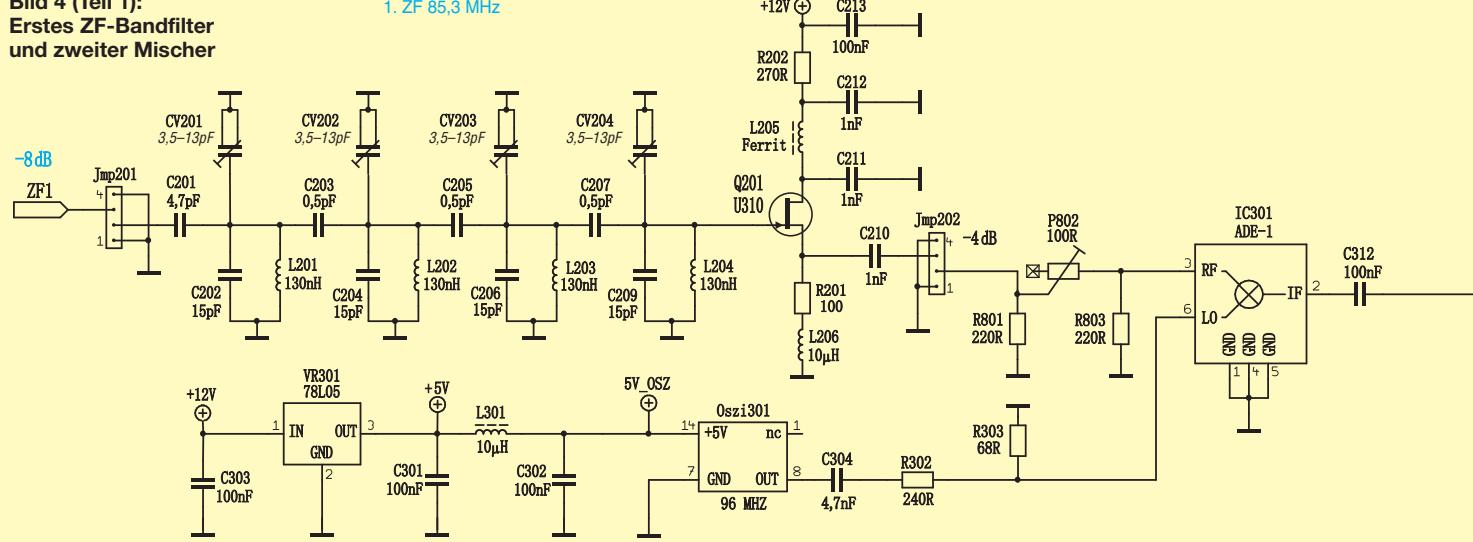
Allgemeine Hinweise

Die zum Bausatz mitgelieferte Platine ist bereits mit sämtlichen SMD-Bauelementen vorbestückt.

Bevor wir mit der Bestückung der bedruckten Bauelemente beginnen, überzeugen wir uns davon, dass alle in Tabelle 3 aufgeführten Bauelemente vorhanden sind. Für die Lötarbeiten benötigen wir eine temperaturgeregelte Lötstation, blei- und flussmittelhaltiges Lötzinn in 0,8 mm bis 1

**Bild 4 (Teil 1):
Erstes ZF-Bandfilter
und zweiter Mischer**

1. ZF 85,3 MHz



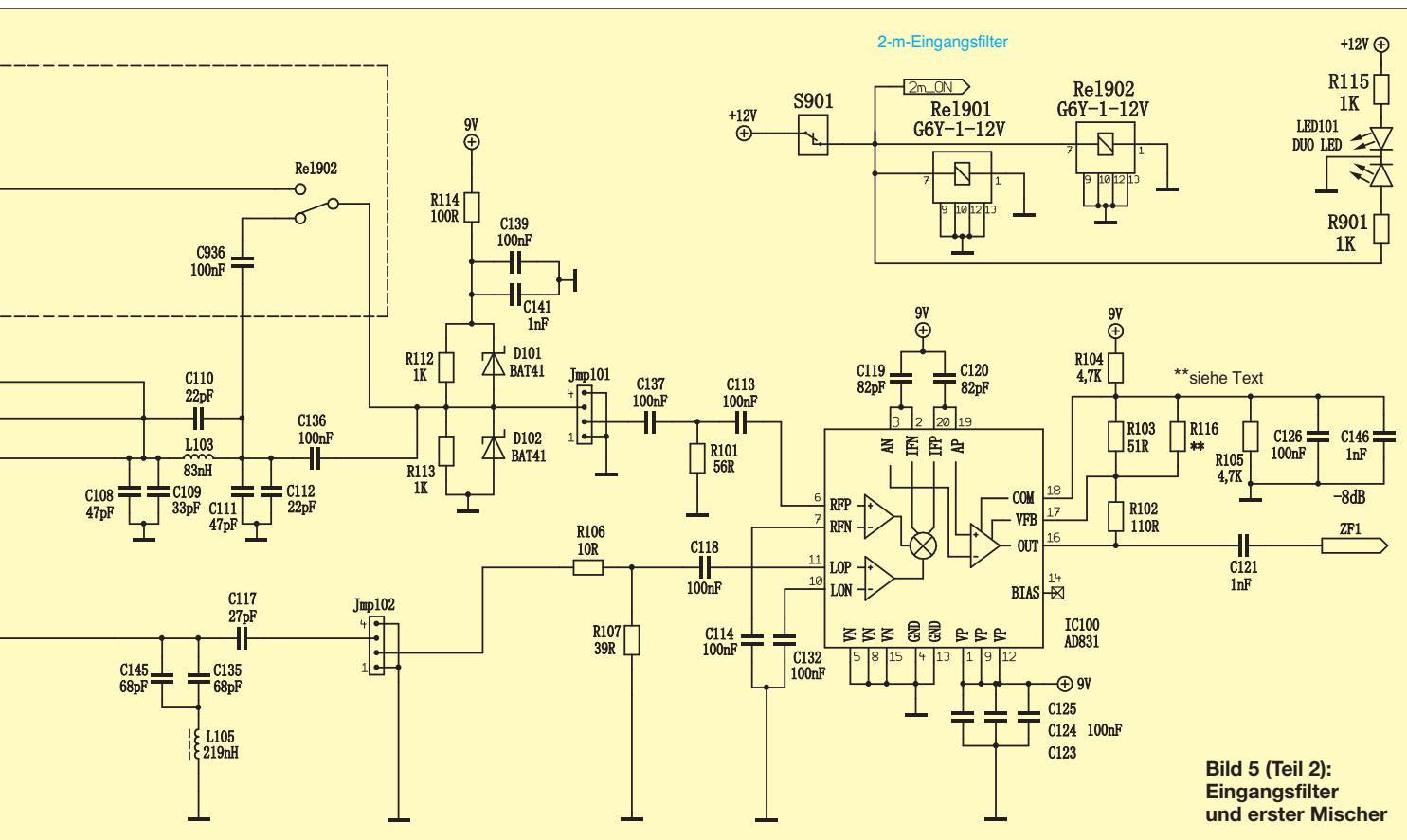


Bild 5 (Teil 2):
Eingangsfilter
und erster Mischer

mm Stärke, einen scharfen Elektronik-Seitenschneider ohne Wate (das ist eine feine Abschrägung parallel zur Schneide, die zwar die Schneide robust macht, z. B. um unbeschadet einen Eisennagel abzwicken zu können, aber die Schnittqualität verschlechtert), eine Flachzange mit schlanken, glatten Backen und eine präzise, aber kräftige, spitze Pinzette. Wer den Widerstandsfarbcde noch nicht im Kopf hat, kann Bild 3 zu Hilfe nehmen.

Es ist eine weit verbreitete Unsitte, die Drähte nach dem Bestücken eines Bauteils

auf der anderen Seite umzuknicken. Das kann zu Kurzschlüssen führen und erschwert spätere Reparaturen oder Änderungen. Stattdessen stecken wir die Bauteile einzeln dorthin, wo sie hingehören, drehen die Platine unter Festhalten des noch losen Bauteils um und legen sie flach hin. Dann löten wir nur das erste der Beinchen provisorisch mit ganz wenig Zinn an und fixieren so das betreffende Bauteil. Nun prüfen wir nochmals dessen korrekten Sitz, korrigieren gegebenenfalls und schneiden anschließend beide (bzw. alle)

Drähte des Bauteils mit einem Elektronikseitenschneider etwa 1,5 mm bis 2 mm über der Platinoberfläche ab. Alle bisher nicht gelöteten Drähte werden nun sauber festgelötet. Zuletzt löten wir noch das anfangs fixierte Beinchen sauber nach. Wer unbedingt erst löten und dann abzwicken will, muss anschließend nachlöten, denn beim Abzwickken können feine Haarrisse in der Lötzug entstehen, die zu sehr unangenehmen und schwer zu lokalisierenden Spätausfällen führen. Gute Lötstellen haben übrigens Hohlkeh-

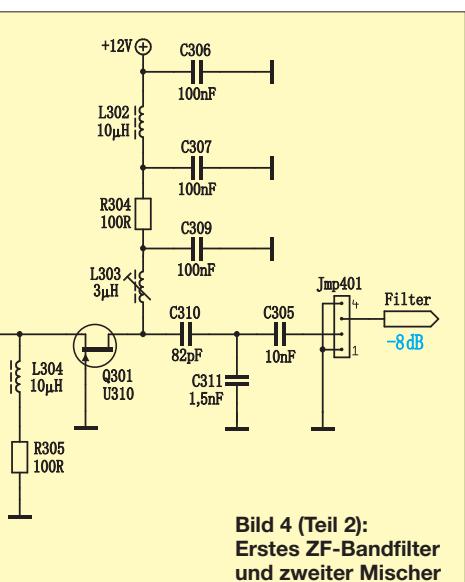


Bild 4 (Teil 2):
Erstes ZF-Bandfilter
und zweiter Mischer



Bild 6:
Fertige Messkabel

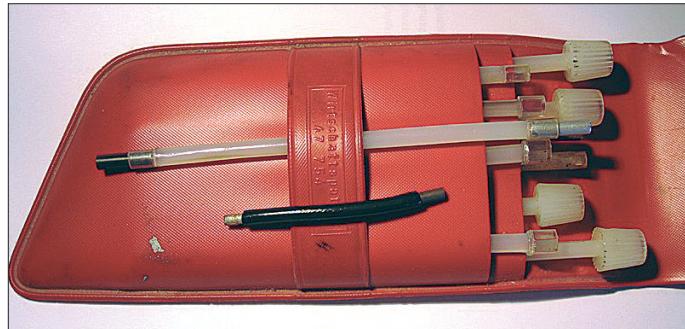
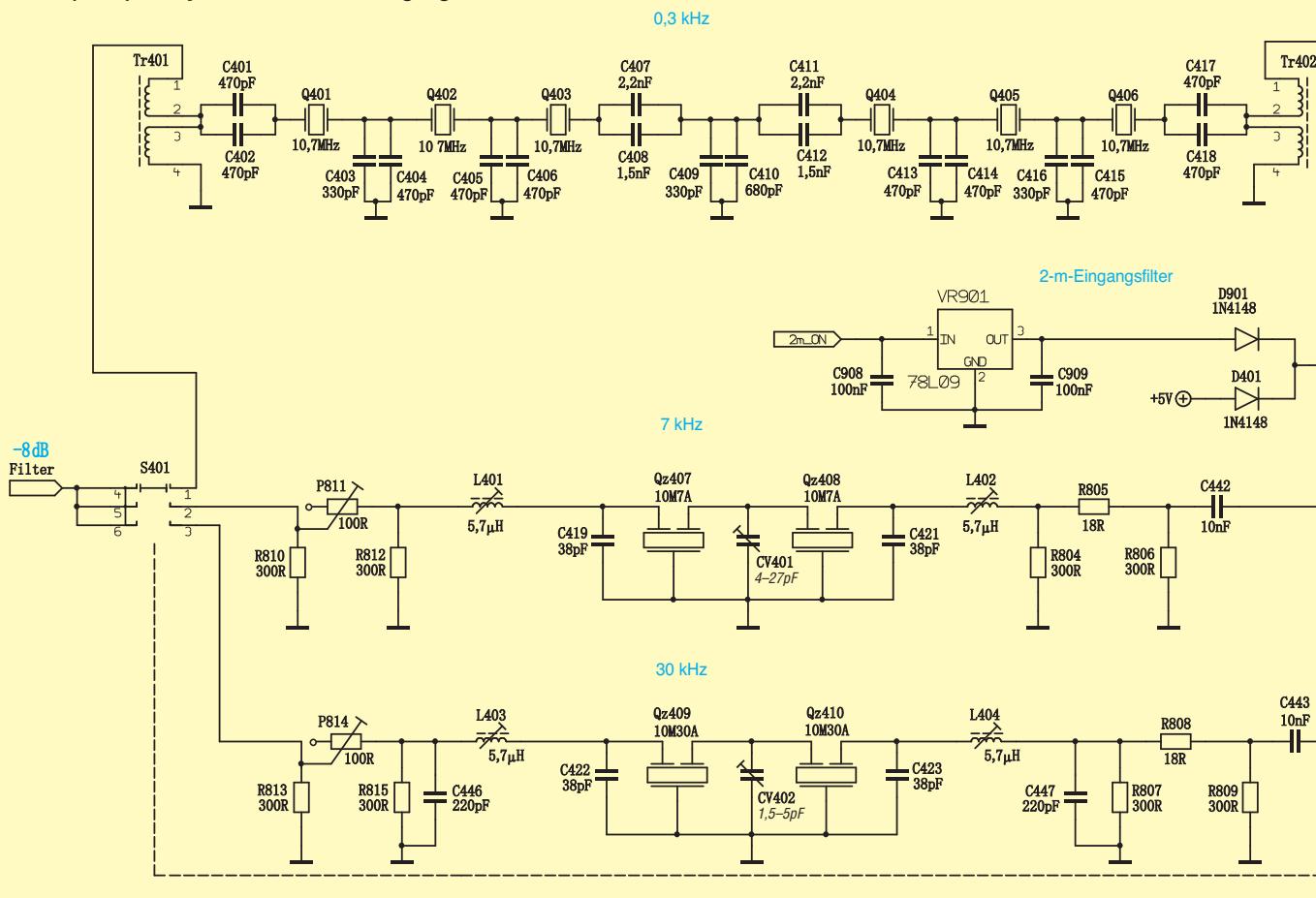


Bild 7:
Abgleichbesteck

Bild 8 (Teil 1): Analysebandfilter und Ausgangsstufe



len zwischen den zu lötenden Flächen (siehe Beispiel in Bild 10). Dazu braucht man nur wenig Lot. Wer mehr aufträgt, unternimmt den zwecklosen Versuch, kal-

te Lötstellen zu kaschieren. Kugelige Lötstellen sind fast immer ein Hinweis auf ungenügende Oberflächenhaftung, deren Grund beseitigt werden muss.

Wenn die Bestückung einer Baugruppe abgeschlossen ist, geht es an den Abgleich. Meistens sind dabei Trennstellen zu öffnen oder zu schließen und Verbindungen

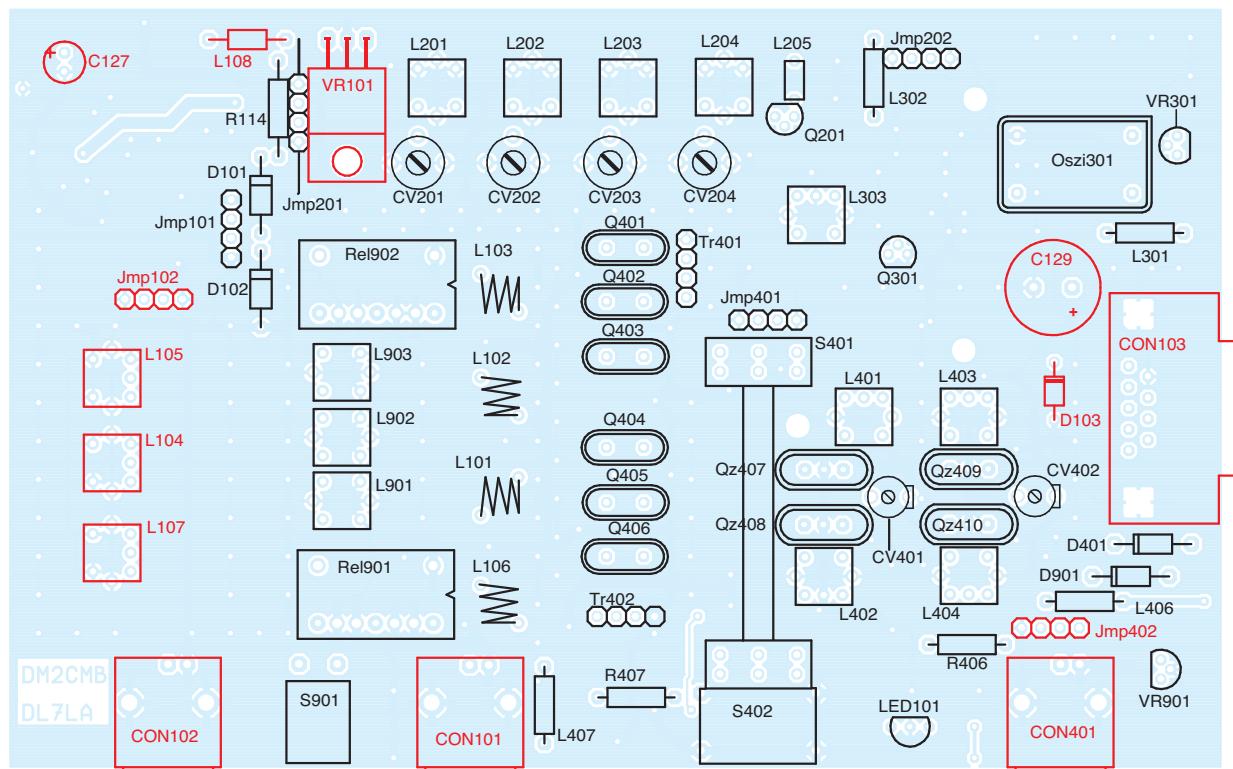


Bild 9:
Bestückungs-
plan LO-Hoch-
pass, Steck-
verbinder und
Stromversor-
gung

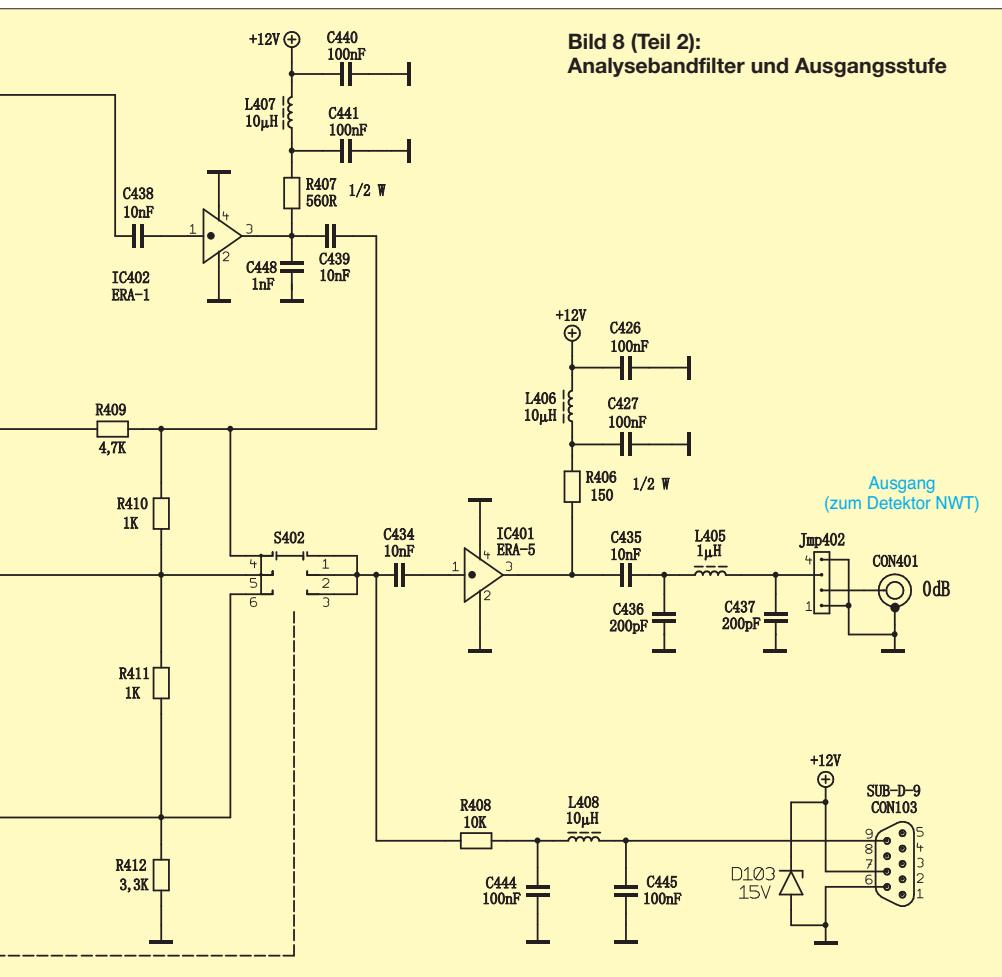


Bild 8 (Teil 2): Analysebandfilter und Ausgangsstufe

Spannungsreglers VR101 sollte dieser zunächst mit M3-Schraube, Zahnscheibe und Mutter fixiert werden. Erst danach löten wir die zuvor passend abgewinkelten Anschlüsse fest. CON103 wird vor dem Löten mit zwei M3-Schrauben und -Muttern befestigt.

Zum Abgleich des Hochpasses verbinden wir die BNC-Buchse CON102 mit dem Generatorausgang sowie die BNC-Buchse CON401 mit dem Messeingang des NWT. Mit dem 15 cm langen Messkabel wird eine Brücke zwischen Jmp102, Stift 3 und 4 und Jmp402, Stift 2 und 1 hergestellt. Damit ist der Ausgang des Hochpasses direkt mit der Buchse CON401 verbunden.

Mit dem NWT wird der Bereich von 1 MHz bis 160 MHz gewobbelt und L107, L104 und L105 so abgeglichen, dass der Bereich oberhalb von 49,5 MHz einen ähnlichen Dämpfungsverlauf wie in Bild 11 aufweist. Nach dem Abgleich entfernen wir die Messkabel wieder.

Eingangstiefpass und 2-m-Eingangsfilter

Für den Kurzwellenbereich sorgt ein neunpoliger Cauer-Tiefpass mit einer Grenzfrequenz von 75 MHz für ausreichende Abschwächung höherfrequenter Eingangssignale, die mit den verschiedenen im Gerät vorhandenen Oszillatoren und deren Oberwellen Phantom-Ergebnisse bilden könnten.

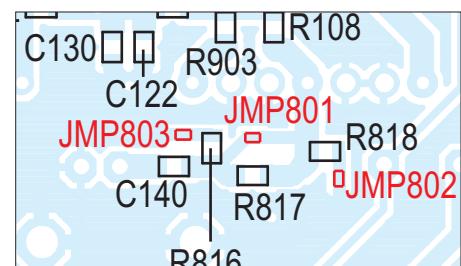


Bild 12: Lage der Lötbrücken des optionalen Dämpfungsgliedes; M 2:1

Durch das zusätzliche T-Dämpfungsglied R108 bis R110 und die Dämpfung des Tiefpasses wird der Eingang des Misches um 8 dB bis 10 dB abgesenkt und sein Interzeptpunkt entsprechend angehoben. Am Eingang des Tiefpasses befindet sich ein optionales Dämpfungsglied. Dieses überbrücken wir zunächst, indem wir die Lötbrücke JMP801 schließen (Bild 12).

Tabelle 2: Herstellung der Spulen für das Eingangsfilter:

Bezeichnung	Aufbau
L101	4 Wdg. 0,6 CuAg, 7 mm lang, 5 mm Durchmesser
L102	3 Wdg. 0,6 CuAg, 6 mm lang, 5 mm Durchmesser
L103	4 Wdg. 0,6 CuAg, 5 mm lang, 5 mm Durchmesser
L106	5 Wdg. 0,6 CuAg, 7 mm lang, 5 mm Durchmesser

herzustellen. Eine wichtige Hilfe ist Bild 25, aus dem die Nummerierung der Trennstellenstifte ersichtlich ist. Es empfiehlt sich, die Kerne aller Neosid-Filterspulen **vor** dem Einbau auf Leichtgängigkeit zu prüfen und bei dieser Gelegenheit gleich das Abgleichwerkzeug zu testen. Sollte sich ein Kern nur schwer bewegen lassen, drehen Sie diesen bitte mit äußerster Vorsicht aus dem Spulenkörper heraus. Dann entfernen Sie so viel von der Kunststoffkernbremse, bis sich der Kern anschließend ausreichend leicht im Spulenkörper drehen lässt.

LO-Hochpass

Der elliptische Hochpass 7. Ordnung hat die Aufgabe, die Nebenwellen des vom NWT kommenden LO-Signals im Bereich unter-

halb 49,3 MHz weitgehend zu unterdrücken. Wir löten die drei Filterspulen L104, L105 und L107 sowie Jmp102 ein und bestücken auch gleich noch die Bauteile, die für den Anschluss des NWT und die Stromversorgung erforderlich sind. Diese sind im Bild 9 farblich hervorgehoben. Die Anschlüsse von L104 und L105 müssen um etwa einen halben Millimeter nach außen gebogen werden, damit sie in die Bohrungen der Platine passen.

Zum Löten der Metallkörper der drei BNC-Buchsen benötigt man eine heiße, relativ breite Lötpistze. Beim Einbau des



Bild 11: Dämpfungsverlauf des LO-Hochpasses nach dem Abgleich

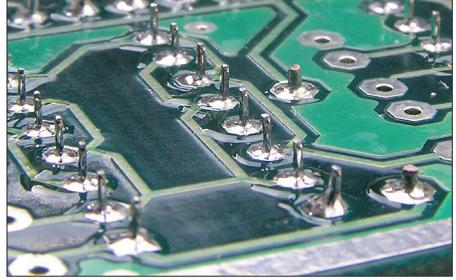


Bild 10: Lötstellen von bedrahteten Bauteilen

Anschließend bestücken wir die Bauelemente des Eingangstiefpasses und des 2-m-Eingangsfilters. Sie sind in Bild 16 farblich hervorgehoben.

Die vier Luftspulen für das Tiefpassfilter müssen selbst hergestellt werden. Dazuwickeln wir 0,6 mm versilberten Kupferdraht auf einen 5-mm-Dorn (Bohrerschaft). Tabelle 2 enthält die dazu nötigen



Bild 13: Die selbstgefertigten Luftspulen im Eingangstiefpass



Bild 14:
Beispiel für eine fertig gewickelte Luftspule mit 4 Windungen.

Angaben. Die Anschlüsse sollten nicht zu kurz sein, da beim Einlöten der Spulen ein Abstand von etwa 4 mm zur Platinenoberfläche einzuhalten ist. Um die direkte Kopplung zwischen den Spulen zu minimieren, werden die Spulenachsen im Winkel von etwa 90° gegeneinander versetzt (Bild 13). Bild 14 zeigt eine fertig gewickelte Luftspule.

Zum Abgleich des Tiefpasses stecken wir das 150 mm lange Messkabel mit dem einen Ende auf Jmp101, Stift 3 und 4 und mit dem anderen auf Jmp402, Stift 2 und 1. Die BNC-Buchse CON101 verbinden wir mit dem Generatorausgang des NWT, die BNC-Buchse CON401 mit dem Detektoreingang.



Bild 15: Dämpfungsverlauf des Eingangstiefpasses nach dem Abgleich

Tabelle 3: Stückliste der bedrahteten Bauelemente

Bezeichnung	Typ/Wert	Anzahl	Bemerkung
C127	10 μ F/35 V	1	
C129	1000 μ F/16 V	1	
CON101, CON102,			
CON401	BNC-Buchse, Printausführung	3	mit Zahnscheibe und Mutter
CON103	Sub-D-Buchse Print	1	
CV201-CV204	Trimmer 3,5...13 pF, Keramik	4	
CV401	Trimmer 4...27 pF	1	Nr. 23279, rot
CV402	Trimmer 1,5...5 pF	1	Nr. 23508, weiß
D101, D102	BAT41	2	
D103	Z-Diode 15V	1	
D401, D901	1N4148	2	
LED101	Duo-LED 5mm	1	
JP1-6	Jumper, schwarz	6	
Jmp101, Jmp102, Jmp201,			
Jmp202, Jmp401, Jmp402	Stiftleiste 1 x 4	6	
L901-L903	Neosid BV5118.30	3	schwarzer Punkt •
L104, L105	Neosid BV5049	2	
L107, L201-L204	Neosid BV5117.32	5	grüner Strich —
L303	Neosid BV5313.07	1	Aufdruck: 94057
L401-L404	Neosid BV5170	4	
L205	Ferritperle	1	
L301, L302, L406, L407	SMCC 10 μ H	4	
L108	SMCC 15 μ H	1	
L101-L103, L106	CuAg 0,6 mm	500 mm	
Mi101	AD831	1	
Q201, Q301	J310	2	
Osz301	Quarzoszillator 96 MHz	1	
Q401-Q406	Quarz 10,7036 MHz	6	
Qz407, Qz408	10M7A	1	2 Teile
Qz409, Qz410	10M30A	1	2 Teile
R114	100 Ω	1	
R406	150 Ω	1	Metallschichtwiderstand
R407	560 Ω	1	Metallschichtwiderstand
Rel901, Rel902	G6Y-1-12V	2	
S401, S402	Rastkopf	1	
S401, S402	Schaltkammer, gelb	2	
S401, S402	Schaltachse 50mm	1	
S401, S402	Spannzangendrehknopf	1	
S901	Kippschalter	1	
Tr401, Tr402	Ringkern FT37-43	2	
Tr401, Tr402	CuL 0,3 mm, braun	500 mm	
Tr401, Tr402	CuL 0,3 mm, grün	500 mm	
VR101	μ A7809	1	
VR301	78L05	1	
VR901	78L09	1	
	Buchseneleiste 1 x 16	1	Prüfkabel
	Koaxialkabel RG174	200 mm	Prüfkabel
	Litze 1mm, rt, ge, sw	3 x 300 mm	Verdrahtung im NWT
	Stift 1 x 1	3	Verdrahtung im NWT
	Schrumpfschlauch 1,6 mm	100 mm	Verdrahtung im NWT
	Sub-D-Buchse für Flachbandkabel	1	mit Si-Bügel
	Sub-D-Stecker für Flachbandkabel	1	mit Si-Bügel
	Flachbandkabel, 9-polig	120 mm	Verbindung NWT-SAV
	Lötkelch, Sub-D-9, männlich	1	Schnittstelle im NWT
	M3-Abstandsbolzen, 8mm lang	2	
	Schraube M3 x 6	5	
	Mutter M3	5	
	Zahnscheibe 3,2mm	1	
	Seitenwand NWT zum Austausch	1	
	Platine	1	SMD-bestückt
	Gehäuse SAV	1	2 Seitenwände, 2 Deckel
	Abschirmblech, klein	1	
	Abschirmblech, groß	1	
Bauanleitung	Baumappe+Software auf CD	1	

Mit dem NWT wird jetzt der Bereich von 1 MHz bis 160 MHz gewobbelt. Wir gleichen L101, L102, L103 und L106 so ab, dass der Bereich bis 75 MHz möglichst linear übertragen wird und im Bereich 86 MHz bis 108 MHz (Rundfunkband) die Dämpfung am höchsten ist. Ziel ist eine Durchlasskurve, die weitgehend Bild 15 entspricht.

Der Abgleich der Luftspulen erfolgt durch Verkleinern oder Vergrößern des Windungsabstandes (Erhöhung bzw. Verringerung der Induktivität). Die zwei beiliegenden Zahnschächer leisten dabei hervorragende Dienste.

Haben wir einen Prüfstift zur Verfügung, können wir vor dem Verändern der Spule prüfen, ob deren Induktivität zu hoch oder

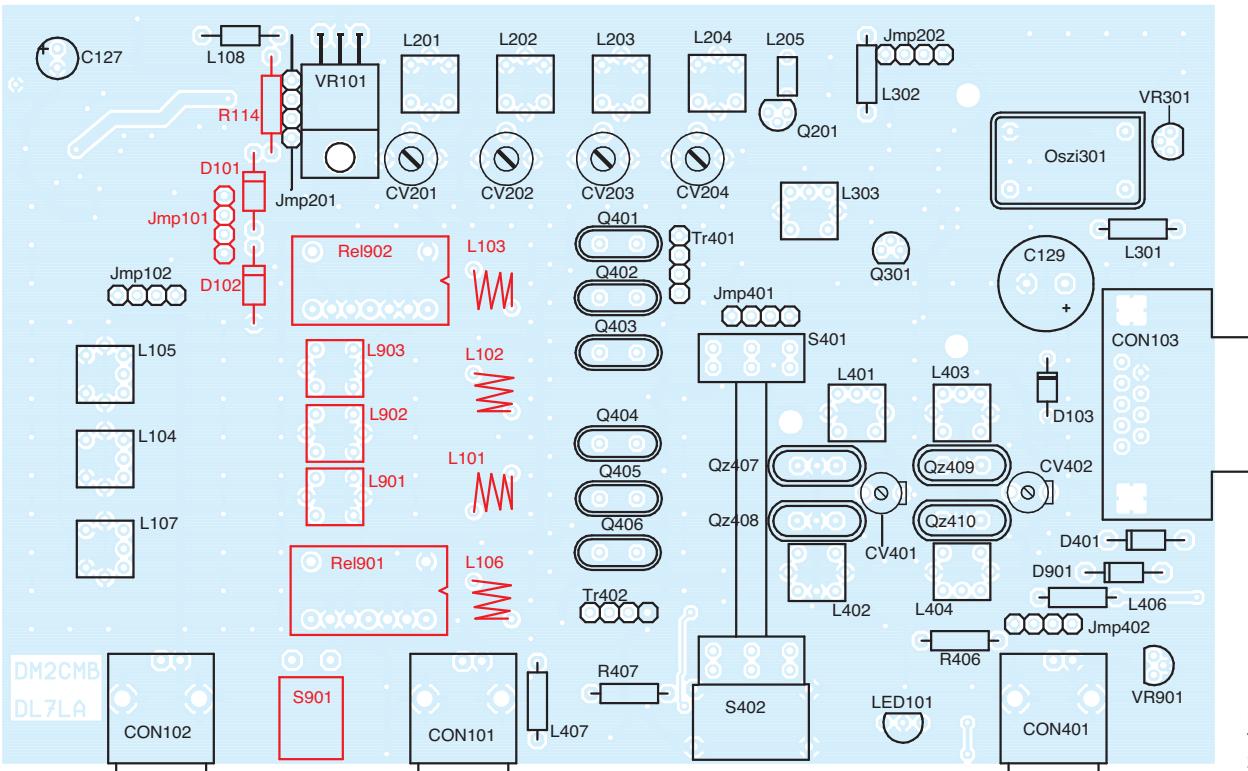


Bild 16:
Bestückungs-
plan Eingangs-
tiefpass und
2-m-Option

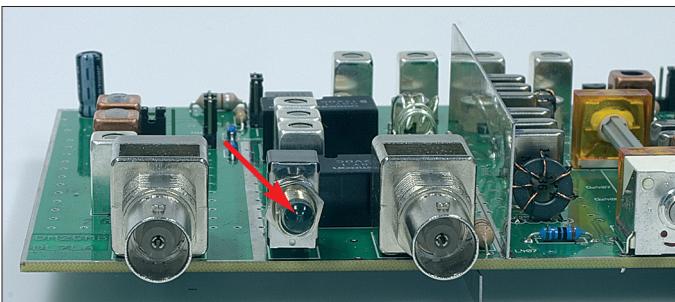


Bild 17:
Position des Schal-
ters S901

zu niedrig ist. Taucht man den Ferritkern in die Spule ein und der Frequenzgang nähert sich dadurch der gewünschten Durchlasskurve an, ist die Induktivität zu niedrig und die Spule muss etwas zusammengedrückt

werden. Verbessert sich der Frequenzgang beim Eintauchen des Aluminiumkerns, ist die Induktivität zu hoch und die Spule muss etwas auseinandergezogen werden.

Zum Abgleich des Eingangs-Bandpasses des 2-m-Eingangsfilters benötigen wir 12 V Betriebsspannung für die beiden Relais Rel901 und Rel902. Der 12-V-Pluspol ist dazu an Stift 7 und der Minuspol (Masse) an Stift 6 des Sub-D-Steckverbinders CON103 zu legen. Wir können dazu den mitgelieferten unipoligen Sub-D-Löt-
kelch nutzen, der dem Bausatz beiliegt und den wir später für den Anschluss an den NWT benötigen. Auf CON103 ge-
steckt lassen sich die beiden Stromversor-
gungsleitungen hier bequem anlöten und bei Bedarf trennen.

Als Nächstes löten wir die SMD-Bauteile C136 und R108 aus, die nur benötigt wer-
den, wenn das 2-m-EingangsfILTER nicht bestückt wird (Bild 18).

Den Schalter S901 verbinden wir mit zwei kurzen Drähten mit der Platine und richten ihn so aus, dass er etwa in der Mitte zwi-
schen den beiden benachbarten BNC-

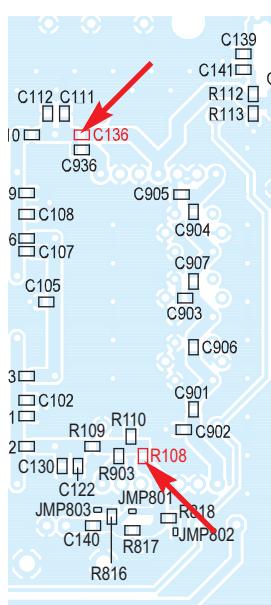


Bild 18:
Position von
C136 und R108
auf der SMD-
Seite der
Platine.

Buchsen sitzt (Bild 17). Wir schalten nun mit S901 die beiden Relais und damit den Bandpass in den Eingangspfad. Alle Messverbindungen bleiben so bestehen, wie für den Abgleich des Eingangstiefs-
passes angegeben.

L 901 bis L903 werden jetzt auf die gewünschte Durchlasskurve im Bereich von 135 MHz bis 148 MHz abgeglichen (außerhalb dieses Bereichs kommt es zu Störungen durch Oberwellen). Das anzustrebende Ergebnis zeigt Bild 19.

Erster und zweiter Mischer, erstes ZF-Bandfilter und 96-MHz-Oszillator

Die zu bestückenden Bauelemente sind in Bild 20 farbig markiert. Da die Bauelemente der ersten Mischstufe SMD-Ausführungen sind, müssen hier keine weiteren Teile eingelötet werden.

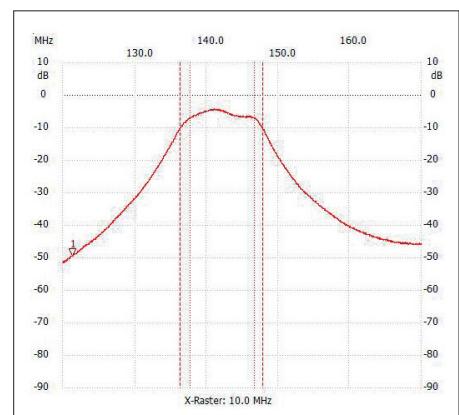


Bild 19: Dämpfungsverlauf des 2-m-Band-
passes

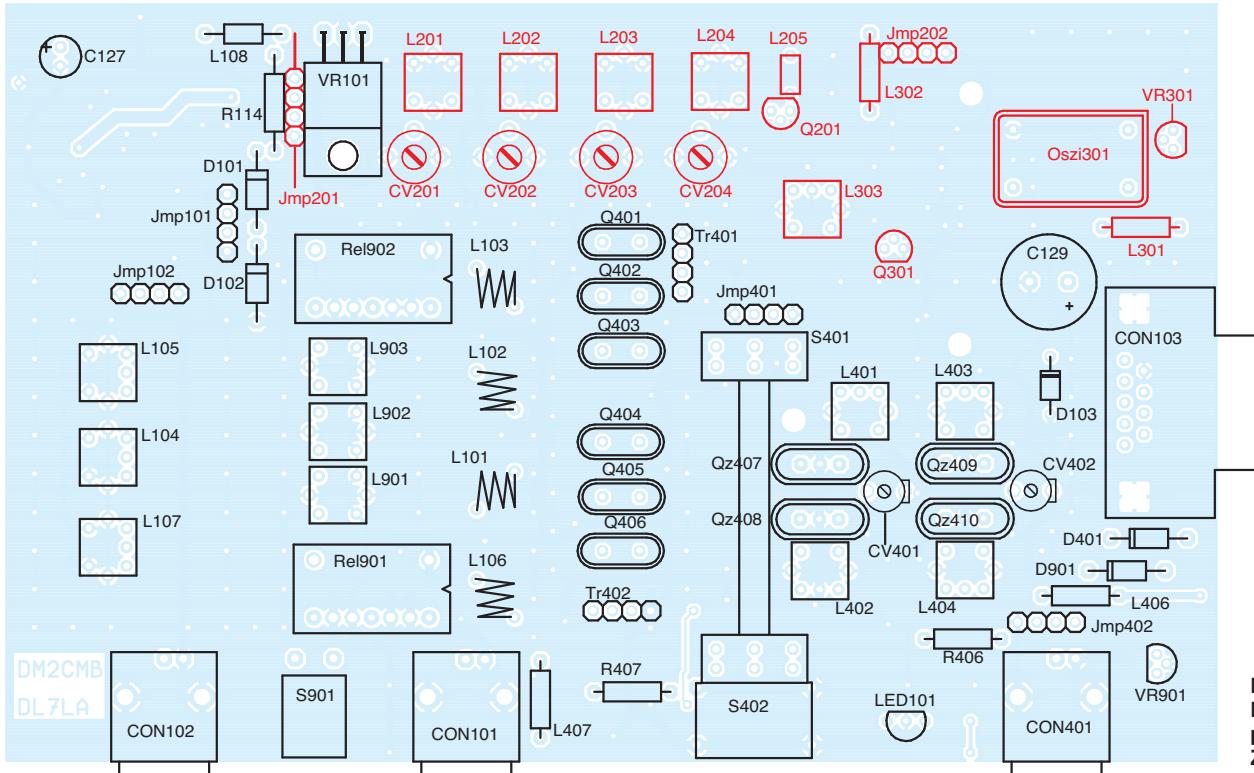


Bild 20:
Bestückungs-
plan des ersten
ZF-Bandfilters

Der Mischer AD831 wird jetzt noch nicht in die Fassung eingesetzt.

Vor dem Einbau der Spulen L201 bis L204 entfernen wir ihre Abstimmkerne. L205 ist eine über ein Stück Draht geschobene Ferritperle. Die Transistoren sind gemäß Bestückungsaufdruck einzulöten. Das Gehäuse des 96-MHz-Quarzoszillators hat drei abgerundete und eine spitze Ecke. Beim Einbau ist hier ebenfalls der Bestückungsaufdruck auf der Platine zu beachten.

Der Abgleich des ersten ZF-Bandfilters findet später statt und ist im Kapitel *Letzte Abgleicharbeiten und Funktionstest* beschrieben.

Analysebandfilter und Ausgangsstufe
Im Bild 21 sind die zu bestückenden Bauelemente wieder farblich hervorgehoben. Die Bestückung bietet keine Besonderheiten, sollte aber unter Beachtung der nachstehenden Hinweise erfolgen. Beim Einlö-

ten der Bauelemente des 7-kHz- und des 30-kHz-Quarzfilters ist darauf zu achten, dass die Punkte auf den Filtergehäusen in Richtung des Drehschalters zeigen. Die beiden Folientrimmer sind so einzubauen, dass der Rotor auf Massepotential liegt. Die Anpassung der niedrigen Impedanz des 300-Hz-Filters an die 50- Ω -Schnittstelle erfolgt mit 1:4-Übertragern. Diese müssen wir selbst angefertigen. Hierzu liegen dem Bausatz zwei Ferritringe sowie

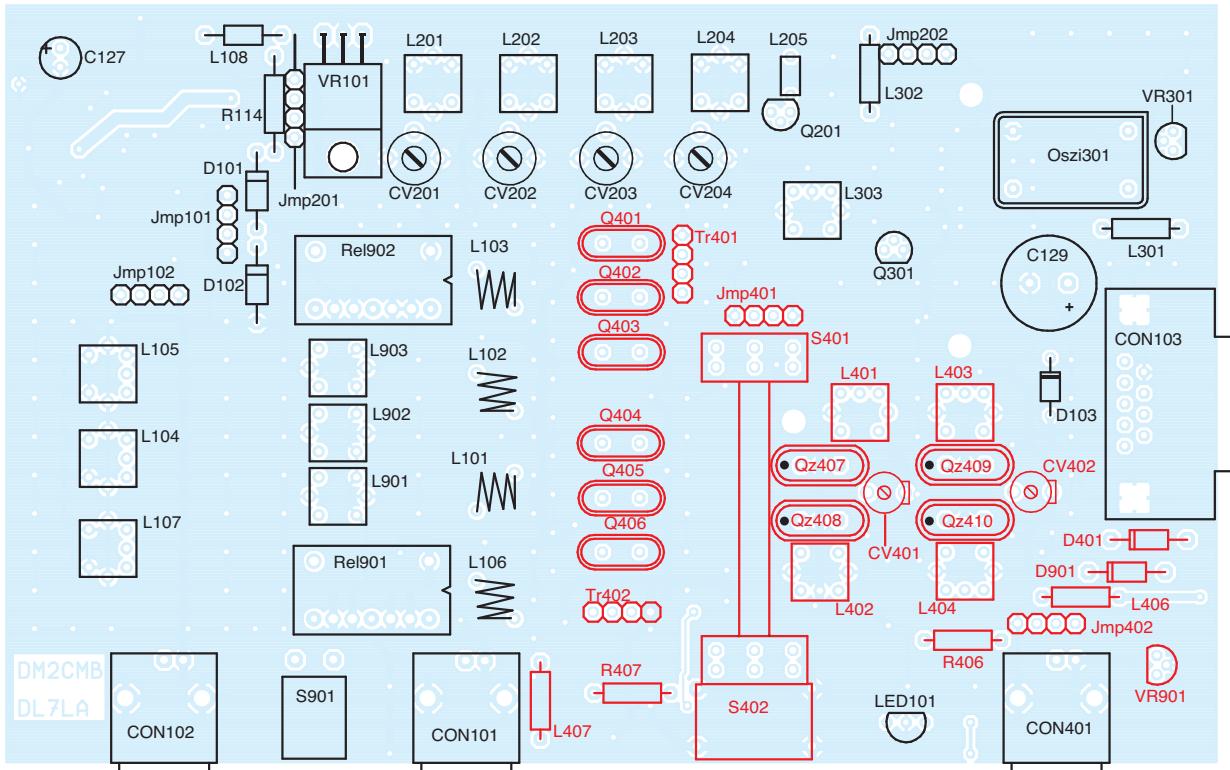


Bild 21:
Bestückungs-
plan der Baue-
lemente des
Analyseband-
filters und der
Ausgangsstufe

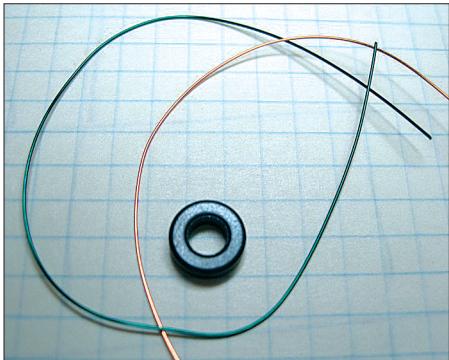


Bild 22: Material zur Anfertigung von Tr401 und Tr402

brauner und grüner Kupferlackdraht bei (Bild 22). Von jedem der beiden Drähte schneiden wir ein 150 mm langes Stück ab und verdrillen beide Drähte miteinander (Bild 23).

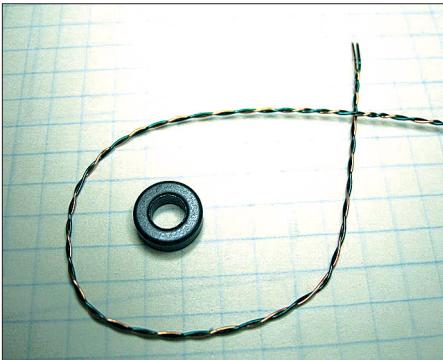


Bild 23: Die beiden Kupferlackdrähte sollten möglichst gleichmäßig verdrillt werden

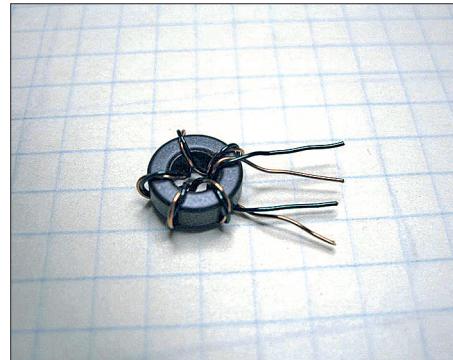


Bild 24: Fertig gewickelter Übertrager

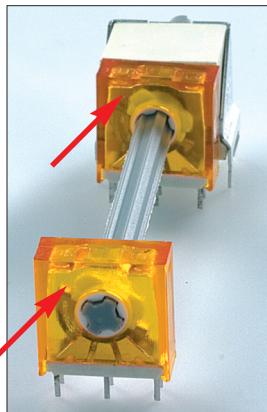


Bild 25: Stufenschalter vor dem Einbau, der Rastkopf steht dabei auf Linksanschlag; die Schleifer (Pfeile) stehen von hinten gesehen links neben dem linken Kontaktpaar.

Mit diesen verdrillten Drähten bringen wir sechs Windungen gleichmäßig verteilt auf den Ferritringkern auf. Die Anfertigung

des zweiten Transitors erfolgt auf gleiche Weise (Bild 24).

Um den Lack zu entfernen und die Drähte zu verzinnen, erhitzen wir mit dem Lötkolben etwas Lötzinn auf einem Stück Holz, tauchen die Anschlussdrähte sofort in das Zinn und ziehen sie langsam wieder heraus. Die Schlacke vom verbrannten Lack bleibt dabei im Zinn zurück. Die Drähte sollten so weit verzinnt werden, dass der verzinnte Anschluss vollständig durch die Platine ragt.

Durch die unterschiedliche Farbe lassen sich die beiden Wicklungen gut unterscheiden. Die Anschlüsse werden jetzt so gebogen, dass das Ende der einen Wicklung neben dem Anfang der anderen Wicklung liegt. Die Reihenfolge könnte also lauten: Wicklungsanfang grün, Wicklungsanfang braun, Wicklungsende grün, Wicklungsende braun (oder umgekehrt). Jetzt können die beiden Transformatoren eingebaut werden.

Der Schalter S401/402 besteht aus dem Rastkopf, zwei Schaltkammern und einer Schaltachse. Wir bauen den Schalter provisorisch zusammen und schalten den Rastkopf von vorn gesehen an den linken Anschlag. Die auf die Achse geschobenen Schaltkammern sollten jetzt eine Stellung aufweisen, wie in Bild 25 zu sehen. Andernfalls korrigieren wir ihre Position. Im nächsten Schritt setzen wir den Schalter ohne ihn zu drehen vorsichtig auf die Platine. Nach dem Ausrichten löten wir Rastkopf und Schaltkammern fest.

Jmp401 dient einerseits als Trennstelle und wurde andererseits so platziert, dass er ein versehentliches Herausrutschen der Achse verhindert.

Die Bandbreite der Analyse wird über den Schalter S 401/402 ausgewählt. Dabei werden das Quarz-Ladderfilter mit Q401 bis Q406 (300 Hz) oder eine der beiden Anordnungen mit den monolithischen Filtern Q407/408 (7 kHz) bzw. Q409/410 (30 kHz) in den Signalweg geschaltet. Die An-

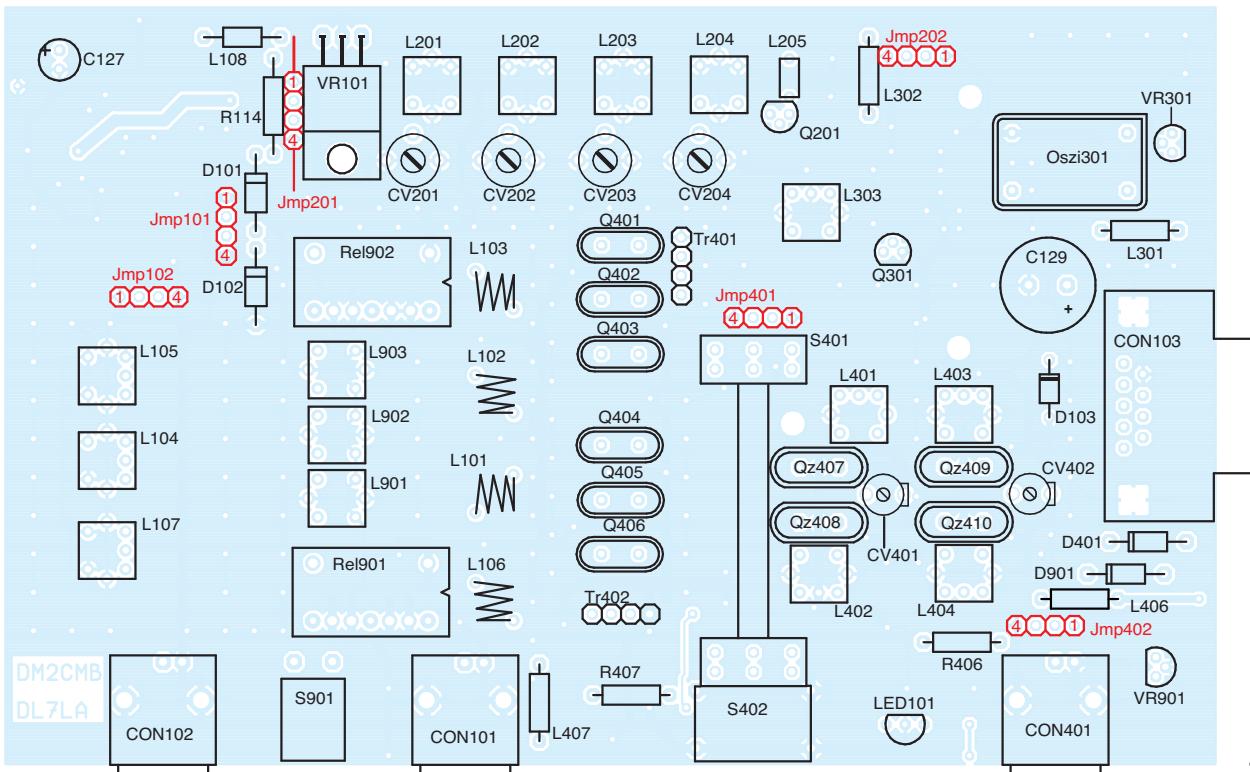


Bild 26: Belegung der Trennstellen

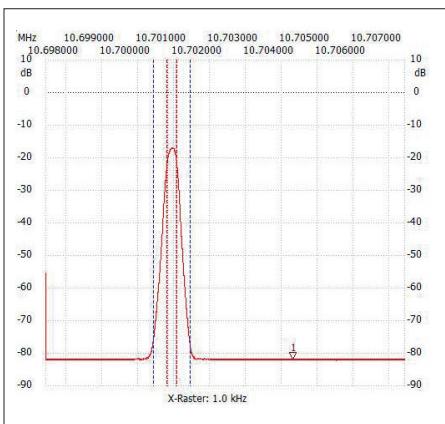


Bild 27: Durchlasskurve des Laddernetzwerks ohne Verstärker

passung an die Systemimpedanz erfolgt bei den hochohmigen monolithischen Filtern mit LC-Gliedern und beim Laddernetzwerk mit Hilfe von Tr401 und Tr402. Die höhere Dämpfung des Laddernetzwerks gleicht eine zusätzliche Verstärkerstufe mit IC402 aus. IC401 ist für die Systemdämpfung verantwortlich und so ausgelegt, dass sich

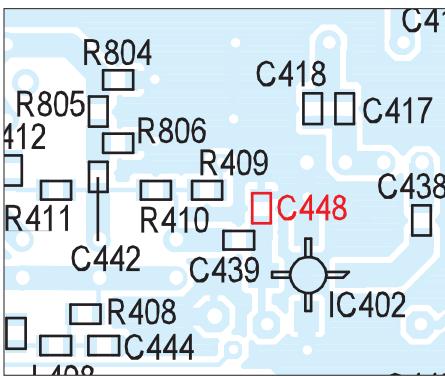


Bild 28: Position des C448 auf der SMD-Seite der Platine im Maßstab 2:1.

vom Eingang CON101 bis zum Ausgang CON401 insgesamt 0 dB Verstärkung einstellen lassen. Kontrolle und Abgleich der Analysefilter finden wieder mit dem NWT zwischen der Trennstelle JP401 und

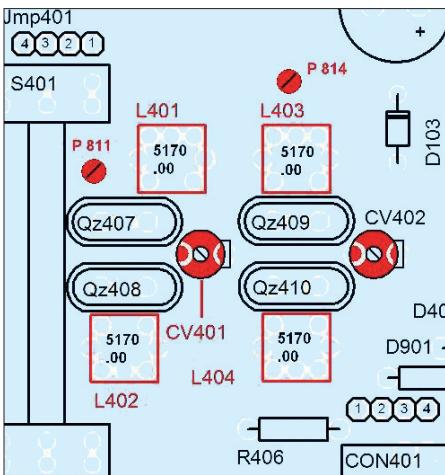


Bild 29: Abgleichpunkte des 7-kHz- und des 30-kHz-Filters

CON401 statt. Da der NWT einen breitbandigen Eingang besitzt, würden die in den SAV-Stufen entstehenden Übersteuerungen und Oberwellen mit gemessen werden und zu Fehlern führen. Der Tiefpass mit C436/C437 und L405 unterdrückt diesen Effekt.

Zum Abgleich des 300-Hz-Filters speisen wir das Signal des NWT in CON101 ein (S901 in Stellung 1...75 MHz). Wir verbinden dann mit dem 150 mm langen Messkabel Stift 3 und 4 von Jmp101 mit Stift 3 und 4 von Jmp401. (**Achtung!** Falls mit einem BNC-Messkabel, das Signal vom NWT direkt bei Jmp401 eingespeist wird, darf der Pegel -10 dBm nicht überschreiten.) Die Stifte 2 und 3 von Jmp402 überbrücken wir mit einem Jumper. Den Detektoreingang des NWT verbinden wir wieder mit CON401.

Nach Anlegen der Betriebsspannung an CON103 schalten wir die Bandbreite des SAV auf 300 Hz (S401/402 auf Rechtsanschlag) und wobbeln mit dem NWT über den Frequenzbereich von 10,700 MHz bis 10,703 MHz. Auf dem Bildschirm sollte jetzt die Durchlasskurve des 300-Hz-Filters zu sehen sein (Bild 27). Da das Filter sehr schmalbandig ist, empfiehlt es sich, mittels Softwareeinstellung die Zeit zwischen den Frequenzschritten beim Wobbeln zu erhöhen. Abgleichpunkte existieren für dieses Filter nicht. Die Signaldämpfung im Durchlassbereich sollte bei etwa 2 dB liegen (einschließlich Verstärker). Den Wert notieren wir uns, da wir ihn für den Abgleich der anderen beiden Filter benötigen. Sollte die Dämpfung deutlich höher ausfallen, kann der Ausgangspegel von IC402 durch Auslösen von C448 (1 nF) angehoben werden (siehe Bild 28).

Die für den nachstehend beschriebenen Abgleich wichtigen Punkte zeigt Bild 29. Im nächsten Schritt stellen wir die Filterbandbreite auf 7 kHz (S401/402 in Mittelstellung) und den Wobbelbereich des NWT auf 10,68 MHz bis 10,72 MHz ein. L401, L402 und CV401 werden wechselseitig so lange abgestimmt, bis die optimale Durchlasskurve erreicht ist (Bild 30).

Anschließend gleichen wir den Pegel im Durchlassbereich mit P811 an den des 300-Hz-Filters an. Zum Abgleich des 30-kHz-Filters schalten wir mit S401/402 den SAV zunächst auf diese Analysebandbreite (S401/402 auf Linksanschlag). Dann wobbeln wir mit dem NWT über den Frequenzbereich 10,65 MHz bis 10,75 MHz. Der Abgleich erfolgt mit L403, L404 und CV402 und sollte zu dem in Bild 31 dargestellten Ergebnis führen. Ebenso wie beim Abgleich des 7-kHz-Filters gleichen wir zum Schluss den Pegel im Durchlassbereich mit P814 an den des 300-Hz-Filters an.

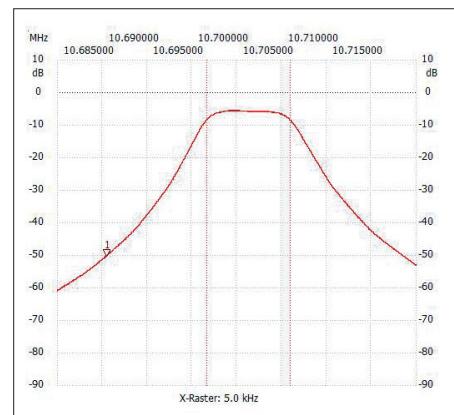


Bild 30: Durchlasskurve des 7-kHz-Filters

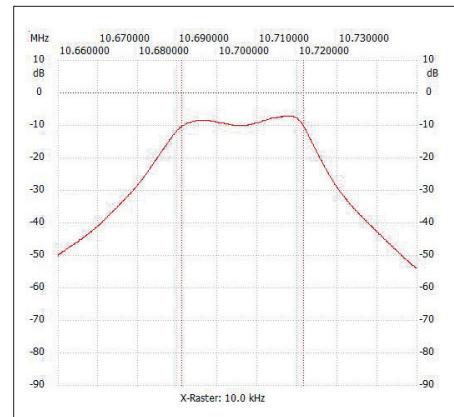


Bild 31: Durchlasskurve des 30-kHz-Filters

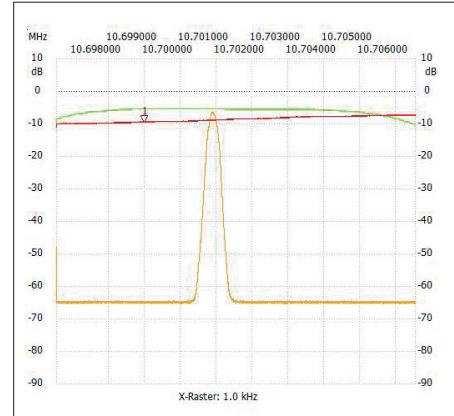


Bild 32: Die im Pegel angeglichenen Analysebandfilter (gelb: 300 Hz; grün: 7 kHz; rot: 30 kHz)

Im Bild 32 ist das zusammengefasste Ergebnis der Filterkurven- und Pegeleinstellungen zu sehen. Ziel des Abgleiches der drei Analysefilter ist es, dass am Schluss alle drei Filterzüge die gleiche Durchgangsdämpfung aufweisen und die Mittelfrequenzen weitgehend übereinstimmen.

Letzte Abgleicharbeiten und Funktionstest

Für die letzten noch verbleibenden Arbeitsschritte schalten wir den NWT in die Betriebsart *Wattmeter* und stellen eine VFO-Frequenz von 85,3 MHz ein.

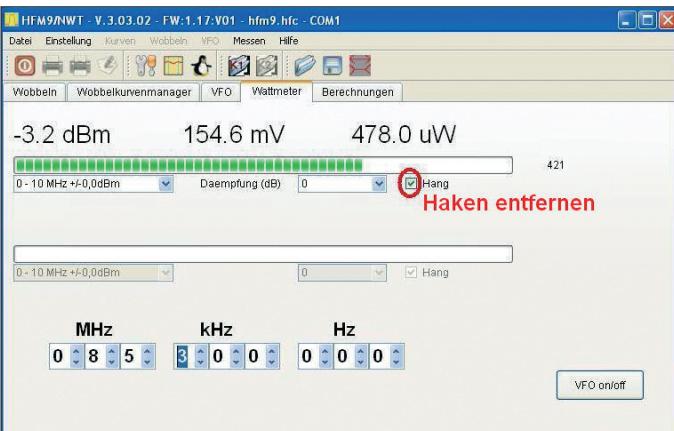


Bild 33:
Einstellung zur
verzögerungsfreien
Pegelmessung

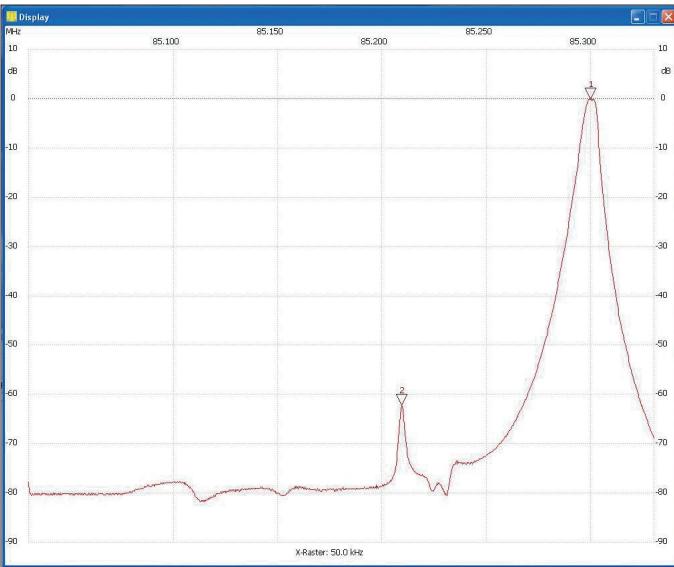


Bild 34:
Beispiel für eine
Nebenresonanz
beim monolithischen
Quarzfilter

Die Funktion *Hang* deaktivieren wir, da die Pegeländerung ohne Verzögerung dargestellt werden soll (Bild 33). Das Signal des NWT wird in CON102 eingespeist. Mit dem 150 mm langen Messkabel verbinden wir Stift 3 und 4 von Jmp102 mit Stift 2 und 1 von Jmp202 (Bei direkter Signaleinspeisung bei Jmp202 darf der Pegel -10 dBm nicht überschreiten!). Die Stifte 2 und 3 von Jmp401 und Jmp402 überbrücken wir mit einem Jumper, um den Signalweg durchzuschalten. Den Detektoreingang des NWT verbinden wir wieder mit CON401.

Die Filterbandbreite des SAV stellen wir auf 7 kHz und stimmen L303 auf maximalen Pegel ab. Danach werden bei Jmp202 die Stifte 2 und 3 wieder mit einem Jumper überbrückt.

Mit dem 50 mm langen Messkabel verbinden wir dann Stift 3 und 4 von Jmp102 mit Stift 1 und 2 von Jmp201. Der Pegelabgleich auf Maximum geschieht mit den Trimmern CV201 bis CV204. Bitte nicht vergessen, die Funktion *Hang* im Menü Wattmeter des NWT nach dem Abgleich wieder zu aktivieren!

Danach schalten wir den NWT in die Be-

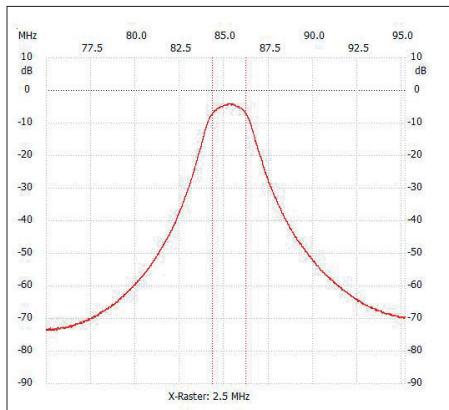


Bild 35: Durchlasskurve des ersten ZF-Filters



Bild 36: Einstellungen zum Testen des SAV

triebsart *Wobbeln* und stellen die Frequenzgrenzen 85,2 MHz bis 85,4 MHz ein. Die beiden Quarzfilter 7 kHz und 30 kHz haben 90 kHz oberhalb der Sollfrequenz von 10,7 MHz eine Nebenresonanz (Bild 34). Diese ist exemplarabhängig unterschiedlich stark ausgeprägt. Mischprodukte auf 85,21 MHz werden dadurch möglicherweise nicht ausreichend unterdrückt. Mit L303 können wir diesen Effekt verringern. Die Filterkurve der ersten Zwischenfrequenz von 85,3 MHz soll sich dabei aber nicht verändern. Um diese separat zu kontrollieren, verbinden wir mit dem 150 mm langen Messkabel Stift 3 und 4 von Jmp202 mit Stift 2 und 1 von Jmp402 und erweitern den Wobbelbereich auf 77 MHz bis 95 MHz (Bild 35).

Zum Schluss schalten wir die Stromversorgung ab und stecken Jumper auf alle Mittelstifte 2 und 3 der Trennstellen. Danach setzen wir den Mischer-IC AD831 in die Fassung ein. Die abgeschrägte Ecke des ICs muss dabei in die ebenfalls abgeschrägte Ecke der Fassung zeigen. Wir verbinden CON102 mit dem Generator-Ausgang des NWT und CON401 mit dem Eingang des Messdetektors.

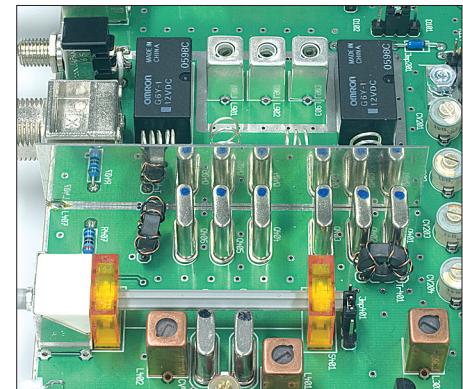


Bild 37: Lage des Abschirmblechs auf der Platinenoberseite

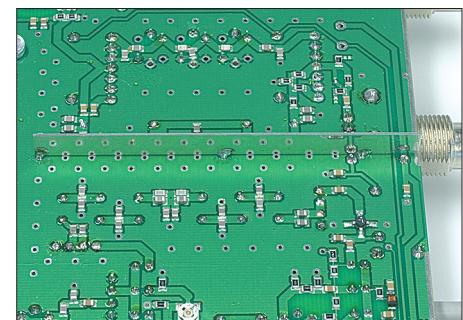


Bild 38: Lage des Abschirmblechs auf der Platinenunterseite

Nach dem Zuschalten der Betriebsspannung von 12 V sollte die Stromaufnahme des SAV etwa 245 mA betragen. Wenn das 2-m-Eingangsfilter eingeschaltet ist, steigt sie auf etwa 290 mA.

Zum Testen des SAV legen wir ein Signal im KW-Bereich mit einem Pegel von

etwa –10 dBm an den Eingang (CON101) und schalten den NWT in die Betriebsart *Spektrumanalyse*. Die Funktionen *HW Rückmeldung vom SA* und *Automatische Schrittkorrektor* im Optionsmenü sind zu deaktivieren, da das dafür erforderliche Messsignal noch nicht zum NWT durchgeschaltet ist (Bild 36).

Im Anzeigefenster der NWT-Software sollte das eingespeiste Signal jetzt dargestellt werden.

■ Einbau des SAV in das Weißblechgehäuse

Die beiden kleinen Bleche dienen dazu, Analysefilter und Eingangstieffpass von einander abzuschirmen. Ihre Position auf der Platinenober- und -unterseite zeigen Bild 37 und Bild 38. Es dürfte in der Regel genügen, sie mit einigen Lötpunkten zu fixieren. Das kleinere Blech auf der Unterseite ist an drei Masse-Durchkontaktierungen anzulöten, Kurzschlüsse zu benachbarten Bauteilen und Lötstellen dürfen dabei nicht entstehen. Nach dem Einlöten des großen Abschirmbleches kontrollieren wir den Abgleich des Eingangstieffpasses und korrigieren diesen bei Bedarf.

Die Anschlüsse der zweifarbigen Leuchtdiode LED101 winkeln wir etwa 3 mm von der Gehäusekante entfernt um 90° ab. Von vorn auf die LED gesehen sollte sich die abgeflachte Seite des Gehäuses dann links befinden, während die abgewinkelten Drähte nach unten zeigen.

Der Einbau der SAV-Platine in das Weißblechgehäuse geschieht ähnlich wie beim NWT. Vor dem Aufsetzen der Seitenwand stecken wir aber noch die drei Anschlüsse der Leuchtdiode durch die vorgesehenen Bohrungen in der Platine. Wir stülpen die vordere Seitenwand über die drei BNC-Buchsen, den Schalter S901, die Achse des Drehschalters und die Leuchtdiode. Anschließend werden die Buchsen und der Kippschalter locker verschraubt. Die schmale Biegelasche des Seitenblechs muss mit der Kantenfräzung der Platine übereinstimmen. Dann legen wir das Ganze in den unteren Gehäusedeckel, stellen das hintere Seitenblech dagegen und setzen auch den oberen Gehäusedeckel auf. In diesem Zustand löten wir die beiden Seitenbleche provisorisch zusammen, nehmen dann die Deckel wieder ab und verlängern die seitlichen Lötnähte bis zu den Kanten (Lot darf nicht überqueren). Dann wird die Platine mitsamt den Seitenblechen auf eine plane Oberfläche gestellt. Als Lehre für die Montage haben wir zwei Sechskant-Distanzhülsen vorgesehen, die Sie unterhalb der Platine in der Nähe der Gehäuserückwand links und rechts außen platzieren.

Sowohl die Distanzhülsen als auch die

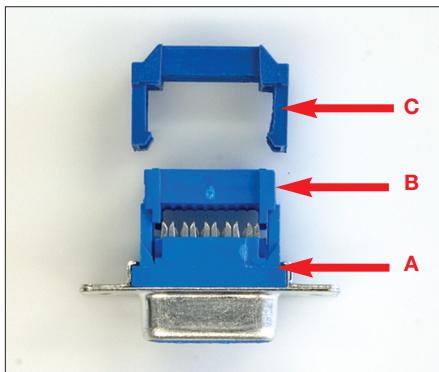


Bild 39: Bestandteile eines Steckers in Schneidklemmtechnik; A – Steckverbinder, B – Einpresser, C – Sicherungsbügel

Unterkanten der Bleche sollten in einer Ebene liegen. Unter leichtem Andruck nach innen und unten werden die Bleche – von der Mitte der vier Seiten ausgehend – punktweise gehaftet. Wenn alles korrekt sitzt, bleiben die Distanzhülsen nach dem Anheben der Platine auf der Tischplatte zurück.

Zum Schluss fährt man die Kanten auf der Unterseite – unter Zugabe von wenig Lot – nochmals ab und achtet dabei auf möglichst durchgehende, saubere Hohlkehlen. Die Deckel werden – ebenso wie beim NWT – nicht festgelötet.

■ Anschluss des SAV an den NWT

Der Anschluss des SAV an den FA-NWT erfolgt über neunpolige Sub-D-Steckverbinder. Um die erforderlichen mechanischen Arbeiten am NWT gering zu halten, befindet sich im Bausatz ein vorbereiteter Weißblechwinkel.

Verbindungskabel zwischen SAV und NWT

Zur Übertragung des Schaltsignals und zur Bereitstellung der erforderlichen Betriebsspannung ist ein 9-poliges, 120 mm langes, graues Flachbandkabel zwischen SAV und NWT zu schalten.

Die Verbindungen werden über Steckverbinder in Schneidklemmtechnik realisiert.

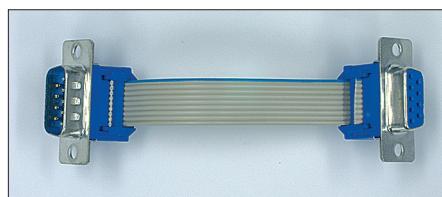


Bild 40: Verbindungskabel zwischen SAV und NWT

Bei dieser Technik wird die Leitung nicht abisoliert, sondern mit ihrer Isolierung auf die Schneidklemme gelegt und normalerweise mit einem Spezialwerkzeug in die Klemme hineingedrückt. Jeder Steckverbinder (Bild 39) besteht aus drei Teilen: dem eigentlichen Steckverbinder (A), ei-

nem daran befindlichen Einpresser (B) und der separaten Sicherungslasche (C). Das Flachbandkabel ist in den Zwischenraum zwischen Teil A und B zu schieben. Es ist vom elektrischen her gesehen unwichtig, von welcher Seite das Kabel eingeführt wird. Doch drei Dinge sind zu beachten:

1. Die blaue Ader markiert die Ader 1. Sie muss auf der Seite liegen, auf der auch der Anschluss 1 liegt. Sehen Sie sich die Buchse und den Stecker einmal genau von der Kontaktseite aus an. Dort sind die Anschlüsse durch Nummern gekennzeichnet.
2. Das durchgesteckte Flachbandkabel sollte nicht allzu weit aus dem Steckverbinder ragen – idealerweise schließt das Kabelende mit dem Steckverbinder ab.
3. Das Kabel ist so zu positionieren, dass die Wölbungen der einzelnen Adern zwischen den V-förmigen Schneiden zu liegen kommen. Nur so ist sichergestellt, dass keine Ader später zwischen zwei Schneiden eingeklemmt wird.

Erst wenn diese drei Bedingungen erfüllt sind, können Steckverbinder und Einpresser vorsichtig zusammengedrückt werden. Da ein nicht zu unterschätzender Kraftaufwand für das gleichzeitige Durchtrennen aller Aderisolierungen nötig ist, bietet sich ein kleiner Schraubstock als Hilfe an. In ihn ist der schon etwas zusammengedrückte Steckverbinder so einzuspannen, dass bei sehr vorsichtigem Zudrücken die Isolationen durchgeschnitten und die Adern in die Schneiden gepresst werden. Hört man ein leises Klicken von den Rastnasen am Steckverbinder, ist die Montage beendet. Abschließend ist noch das Kabel in einem scharfen Knick über den Einpresser zurückzubiegen, der Sicherungsbügel aufzustecken und dieser bis zum Einrasten per Hand anzudrücken. Bild 40 zeigt das fertig montierte Verbindungskabel.

Verbindungskabel innerhalb des FA-NWT

Zur Verbindung innerhalb des FA-NWT dient die mitgelieferte farbig isolierte Kupferlitze. Wir bereiten die Verkabelung vor, indem wir drei Stücke zuschneiden: 70 mm schwarze Litze für die Masseverbindung, 70 mm rote Litze für die 12-V-Leitung und 140 mm gelbe Litze für die Signalleitung.

Nach dem Abisolieren und Verzinnen löten wir die schwarze Litze an Stift 6, die rote an Stift 7 und die gelbe an Stift 9 des ebenfalls mitgelieferten männlichen, neunpoligen Sub-D-Lötkelchs. Eventuell haben wir diesen bereits für die provisorische Stromversorgung beim Abgleich des SAV benutzt.

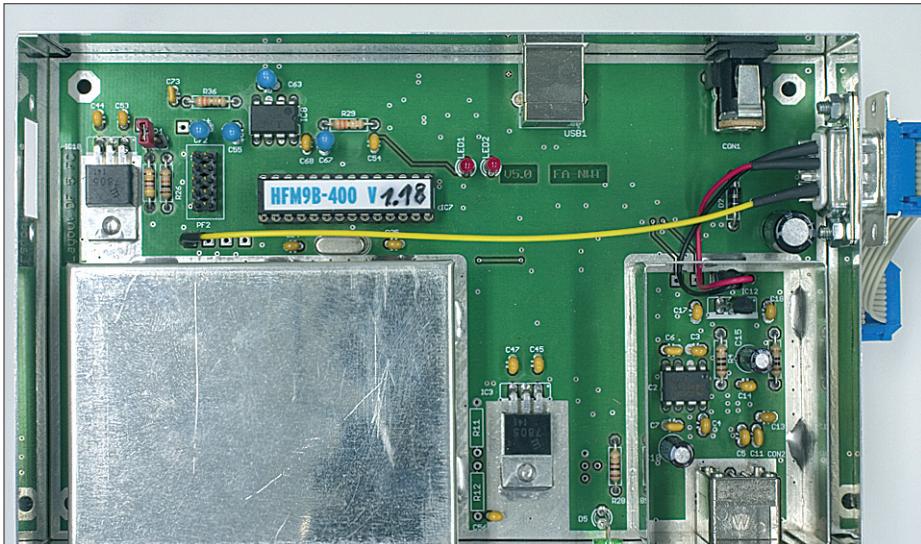


Bild 41: Anschlusspunkte im NWT

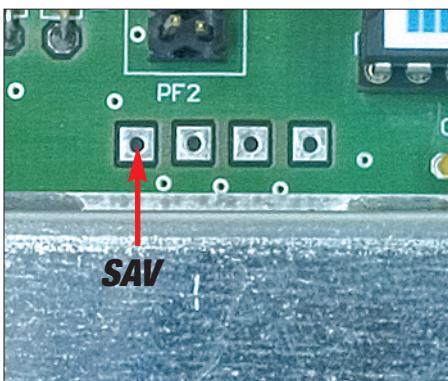


Bild 42: Anschlusspunkt des gelben Drahtes im NWT01

Anschließend wird ein je 10 mm langes Stück Schrumpfschlauch (Durchmesser 1,6 mm) über die Litzenstücken gefädelt, über die Lötkelche geschoben und festgeschrumpft. Dafür sind eigentlich Heißluftpistolen gedacht.

Wer nicht darauf zurückgreifen kann, der behelft sich mit einem Feuerzeug oder einer brennenden Kerze. Bei den beiden zuletzt genannten Varianten ist darauf zu achten, weder den Schrumpfschlauch noch die Isolierung der Adern anzuschmoren – lieber den Steckverbinder anfangs etwas weiter weg von der Flamme halten und erst dann, wenn sich der Durchmesser des Schlauchs nicht verkleinern will, näher herangehen.

Die anderen Enden der drei Kabel bleiben vorläufig noch frei.

Mechanische Arbeiten

Da zum Zeitpunkt der Entwicklung des FA-NWT noch nicht klar war, wie weit er durch Zusatzaugruppen wachsen würde, sind vor der Verwendung des SAV noch einige mechanische Arbeiten auszuführen. Wer einen NWT mit eingebauter USB-Schnittstelle besitzt (Platinenversion 5.0), kann sich diesen Arbeitsgang sparen, da

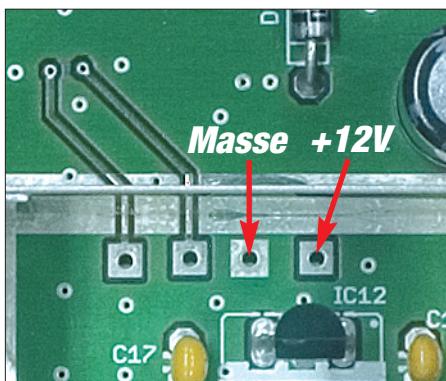


Bild 43: Anschlusspunkte des roten und schwarzen Drahtes im NWT01

der benötigte Durchbruch in der rechten Seitenwand bereits existiert.

Da kein Loch in das bereits festgelötete Weißblechgehäuse des FA-NWT gebohrt werden soll, müssen wir den Winkel, durch den Stromversorgungs- und RS232-Buchse zugänglich sind, austauschen. Dafür sind ein leistungsstarker Lötkolben (80 W oder 100 W) und ein scharfes Messer mit möglichst dünner Klinge erforderlich. Sehr gut eignen sich solche Exemplare, die zum Teppichschneiden verwendet werden.

Wieweit die nächsten Schritte für Sie zu-

treffen, hängt von der Art ab, wie Sie den Weißblechrahmen an der Platinen des FA-NWT festgelötet haben. Zählen Sie eher zur Fraktion der Bequemen, werden Sie den Rahmen nur an einigen wenigen Punkten angeheftet haben und befinden sich nun auf der Gewinnerseite :-)

Zur Vorbereitung ist in jedem Fall soviel wie möglich Zinn von der Lötstelle zu entfernen. Recht einfach macht sich dies, wenn man das gerade zu bearbeitende Rahmenstück den FA-NWT flach auf eine nicht brennbare Unterlage stellt. Mit dem heißen Lötkolben lässt sich der größte Teil des zu entfernenden Zinns recht bequem von der Lötnaht weg auf den ohnehin nicht mehr verwendbaren Winkel ziehen. Den Rest kann man mit Entlötlitze entfernen oder einfach dort belassen, wo es ist, denn der nächste Schritt funktioniert auch dann, wenn das Zinn noch nicht restlos beseitigt ist.

Die beiden Ansatzpunkte für das Entfernen des Winkels sind die kurzen umgebenen Laschen. Der Lötkolben erhitzt nacheinander diese Lötnähte, wobei die schmale Messerklinge beim Verflüssigen des Lötzinns jeweils Stück für Stück zwischen die beiden Metallteile zu schieben ist. Durch die Klinge können sich die Metallteile nicht mehr verbinden. Damit wäre das schwerste Stück geschafft. Mit Lötkolben und Messer lassen sich analog dazu auch die Rahmen von der Platinen abtrennen.

Das Anlöten des neuen Winkels ist dann schon fast ein Kinderspiel. Dieser ist in der Baumappe des NWT beschrieben, läuft aber praktisch genauso ab, wie oben unter *Einbau des SAV in das Weißblechgehäuse* aufgezeigt.

Im letzten Arbeitsgang sind die Enden der drei farbigen Litzen noch an die richtigen Anschlusspunkte im NWT zu löten.

Dazu entfernen wir am anderen Ende der Kabelstücken die Isolation auf jeweils 3 mm. Dann fädeln wir den roten (12 V) und den schwarzen Draht (Masse) durch die platinenseitigen Auskerbungen des Detek-



Bild 44:
Fertig bestückte
Platine im Weiß-
blechgehäuse

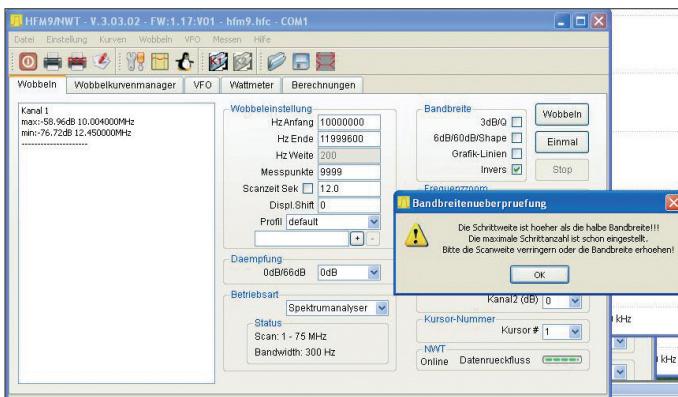


Bild 45:
Das Programm fordert zur manuellen Korrektur der Einstellungen auf

tor-Abschirmgehäuses, und schieben auf alle drei Kabelenden 15 mm Schrumpfschlauch. Danach legen wir die freigelegten Drähte um die langen Enden der einzelnen Stifte und löten sie fest. Anschließend wird der Schrumpfschlauch so auf die Stifte geschoben und festgeschrumpft, dass ihre kurzen Enden herauschauen. Der Schlauch dient als Knickschutz. Nach dem Anlöten der drei Stifte gemäß Bild 41 führen wir den Sub-D-Stecker zum neuen Durchbruch im Weißblechrahmen und schrauben ihn dort von innen mit zwei Schrauben M3 × 6 und zwei Muttern fest.

■ Inbetriebnahme

Nachdem der NWT nun über die entsprechend beschaltete Anschlussbuchse verfügt, können wir ihn mit Hilfe des speziell dazu hergestellten Flachbandkabels mit dem SAV verbinden. Stromversorgung und Steuerleitung sind damit durchgeschaltet und wir können im Optionsmenü der NWT-Software die Funktionen *HW*

Rückmeldung vom SA und Automatische Schrittkorrektur wieder aktivieren.

In der Statusanzeige ist jetzt in der Betriebsart *Spektrumanalyse* die am SAV eingestellte Bandbreite und der mögliche Scan-Bereich sichtbar. Ist der unter *Wobbelinstellungen* gewählte Bereich für die eingeschaltete Bandbreite zu groß, passt das Programm die Schrittweite automatisch an. Falls die maximale Schrittweite schon erreicht ist, müssen wir entweder die Bandbreite vergrößern oder den Wobbelbereich verkleinern (Bild 45).

■ Kalibrieren des Spektrumanalyse-Vorsatzes

Da die Kalibrierung des NWT sich unmittelbar auf die Anzeige im SAV-Betrieb auswirkt, sind auf jeden Fall zunächst die logarithmische Sonde und die Taktfrequenz des NWT zu kalibrieren (siehe Baumappe zum NWT [2] oder Softwarebeschreibung auf der CD-ROM zu diesem Bausatz). Die Kalibrierung des SAV nehmen wir im Frequenzbereich 1 MHz bis 75 MHz bei

einer Analysebandbreite von 300 Hz vor, da hier der Schwerpunkt des Einsatzes liegt. Dazu legen wir an den Eingang des SAV ein Signal mit einer Frequenz im KW-Bereich und einem Pegel von –10 dBm an. Dann starten wir den Scavorgang (Wobbel durchlauf) und stellen mit P802 die Verstärkung des SAV so ein, dass das Signal auf dem PC-Monitor ebenfalls mit –10 dB dargestellt wird.

Sollte auf Grund von Bauelementetoleranzen die Gesamtverstärkung so hoch sein, dass der Regelbereich von P802 nicht ausreicht, ist das zusätzliche Dämpfungsglied zu aktivieren. Hierzu entfernen wir die Lötbrücke *Jmp801* und schließen *Jmp802* und *Jmp803* (siehe Bild 12). Für den Fall, dass die Gesamtverstärkung zu niedrig ist, kann die Verstärkung des ersten Mischers durch Einfügen eines Widerstandes R116

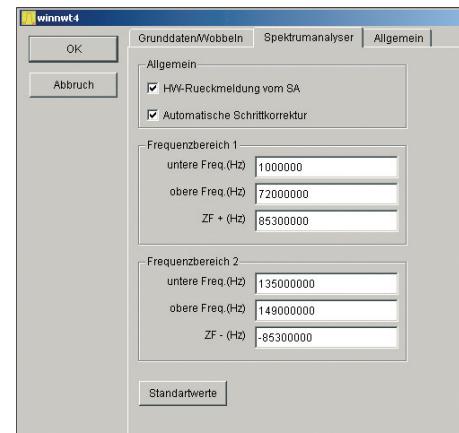


Bild 47: Software-Grundeinstellungen für die Nutzung des SAV

erhöht werden. Der Wert kann von Fall zu Fall unterschiedlich sein und ist daher empirisch zu ermitteln. Der Startwert für R116 kann bei 100 Ω liegen.

Für den Frequenzabgleich wird das Signal eines Normals benötigt.

Die Quarze für das 300-Hz-Filter wurden so gefertigt, dass die Durchlasskurve des fertigen Filters etwa in der Mitte der beiden anderen Quarzfilter liegt, und somit etwas oberhalb von 10,7 MHz. Nach Anlegen der Normalfrequenz an den Eingang des SAV dürfte diese also um einige Hertz zu hoch liegen.

Damit die PC-Monitoranzeige wieder stimmt, tragen wir unter *Einstellung* → *Option* → *Spektrumanalyse* in das Feld *ZF+(Hz)* die um den Differenzbetrag korrigierte ZF ein (Bild 46). Das wäre dann also eine Zahl, die sich aus 85 300 000 plus/minus Differenzbetrag ergibt.

■ Handhabung der Software und Durchführung von Messungen

Wir gehen davon aus, dass der Nutzer des Spektrumanalyse-Vorsatzes mit der Bedienung der NWT-Software vertraut ist.

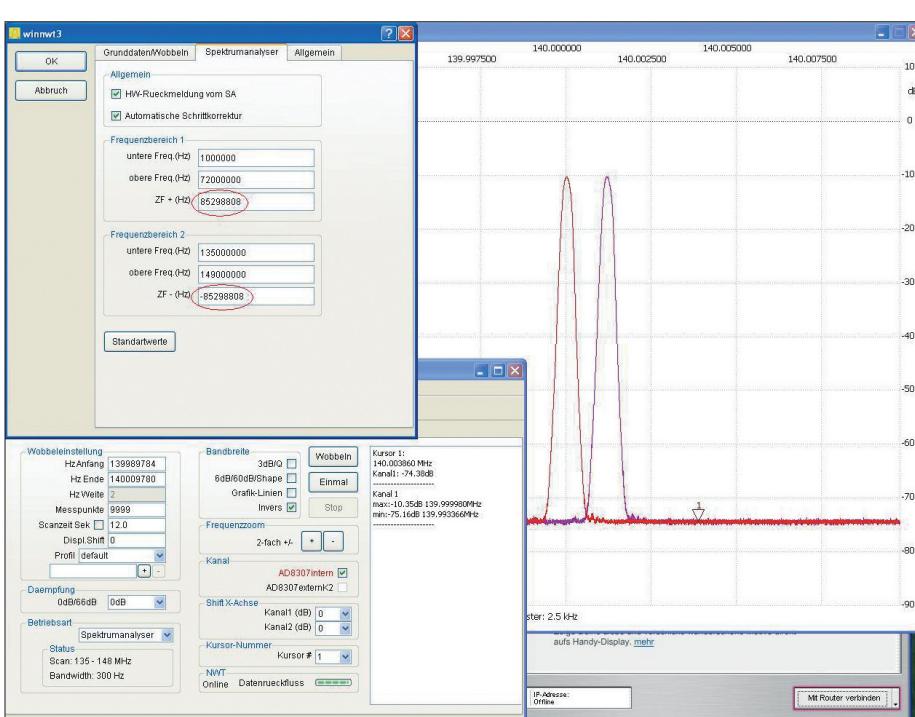


Bild 46: Kalibrieren der Frequenzanzeige

Die ausführliche Beschreibung befindet sich auch auf der beigelegten CD. Im Folgenden gehen wir daher nur auf die Besonderheiten ein, die sich aus der Nutzung des SAV ergeben.

Bevor wir die Software starten, überzeugen wir uns, dass NWT und SAV mit Betriebsspannung versorgt, korrekt miteinander verbunden sind und der NWT an den PC angeschlossen ist. Dann starten wir die PC-Software so, als würden wir ganz nor-

auf einen Wert, welcher der halben Analysebandbreite entspricht. Ist dieser Menüpunkt deaktiviert, erhält der Nutzer eine entsprechende Warnung und kann die Schrittweitenanpassung dann manuell starten.

In den je drei Eingabefeldern für Frequenzbereich 1 und 2 lassen wir zunächst die Standardwerte stehen. Eine Betätigung der Taste *Standardwerte* füllt die sechs Felder automatisch und überschreibt die

Grundeinstellungen bereits definiert. Die weitere Bedienung der Software ist so, wie wir es vom Wobbelbetrieb gewohnt sind. Das Displayfenster weist allerdings eine Besonderheit auf: Der obere und untere Teil ist grau hinterlegt. Damit soll darauf hingewiesen werden, dass Messwerte in diesen Bereichen besonders vorsichtig zu interpretieren sind, da sie durch Übersteuerung, unerwünschte Mischprodukte oder andere Störsignale entstanden sein könnten.

Bei der Arbeit mit dem Spektrumanalyse-Vorsatz achten Sie bitte darauf, die maximale Eingangsleistung von +23 dBm (200 mW) auf keinen Fall zu überschreiten. Abgesehen davon, dass das angezeigte Ergebnis dann durch Übersteuerung verfälscht wird, kann insbesondere der erste Mischer IC100 Schaden nehmen.

Die Analysebandbreite von 30 kHz dient für grobe Übersichtsmessungen über den gesamten Frequenzbereich, während die Bandbreite von 7 kHz für Detaildarstellungen bis etwa 5 MHz Umfang gewählt werden sollte. Eine besonders hohe Auflösung gestattet das 300-Hz-Bandfilter. Diese Analysebandbreite erlaubt Zweittonmessungen mit etwa 1 kHz Abstand. Hinweise für den Umgang mit Spektrumanalysatoren und zur Interpretation der Messergebnisse enthalten [3] und [4] sowie demnächst [5]. Viel Spaß und Erfolg beim Zusammenbau und bei den Messungen.

nwt@funkamateure.de

Literatur

- [1] Müller, R., DM2CMB; Richter, G., DL7LA: Spektrumanalysator-Vorsatz FA-SAV zum FA-Netzwerktester. FUNKAMATEUR 58 (2009) H. 5, S. 514–517, H. 6, S. 634–636
- [2] FUNKAMATEUR-Leserservice: Berliner Str.69, 13189 Berlin, Tel. (0 30) 446694-72, Fax -69, e-mail: shop@funkamateure.de; Online-Shop: www.funkamateure.de → *Online-Shop*; Bausatz: Netzwerktester NWT01U mit USB-Schnittstelle, Komplettbausatz, Best.-Nr. [BX-060-U](#)
- [3] Richter, G., DL7LA: Zwei Spektrumanalysatoren für den Funkamateure. FUNKAMATEUR 57 (2008) H.11, S.1185–1190
- [4] Nussbaum, H., DJ1UGA: HF-Messungen für den Funkamateure, Teil 3, 1. Auflage, VTH, Baden-Baden 2006
- [5] Richter, G., DL7LA: HF-Messungen mit einem Spektrumanalysator. FUNKAMATEUR 58 (2009), in Vorbereitung



Bild 48:
Auswahl der Betriebsart Spektrumanalyse

mal mit dem NWT arbeiten wollen.

Die Nutzung des SAV erfordert zunächst einige spezielle Grundeinstellungen der NWT-Software. Wir erreichen diese über den Menüpunkt *Einstellung* → *Option* → *Spektrumanalysator* (Bild 47). Mit dem Häkchen bei *HW Rückmeldung vom SA* aktivieren wir die Abfrage der Steuerleitung vom SAV. Dadurch erhält die Software Informationen darüber, ob das 2-m-Eingangsfilter zu- oder abgeschaltet ist und welche Analysebandbreite mit dem Drehschalter gewählt wurde.

Letztere wiederum ist wichtig, wenn wir mit einem Häkchen die *Automatische Schrittkorrektur* ebenfalls aktiviert haben. Die NWT-Software prüft dann die Plausibilität der eingestellten Schrittweite beim Scan-Durchlauf (Wobbeln). Würden wir beispielsweise die Anzahl der Messpunkte so wählen, dass sich 10 kHz einstellen und hätten wir gleichzeitig am SAV eine Analysebandbreite von 7 kHz eingestellt, wären Messfehler die Folge. Die Software erhöht deshalb automatisch die Anzahl der Messpunkte und senkt so die Schrittweite

eventuell zuvor eingetragenen Zahlen. Bei Bedarf lassen sich obere und untere Frequenzgrenze des Scan-Bereiches und der Wert der ersten Zwischenfrequenz ändern. Letzteres hat für die Kalibrierung des SAV Bedeutung (siehe Abschnitt *Kalibrieren des Spektrumanalysator-Vorsatzes*). Zu beachten ist dabei, dass der Wert der ersten ZF für den zweiten Frequenzbereich (2-m-Bereich) ein negatives Vorzeichen haben muss. Das liegt daran, dass die Frequenz des vom NWT eingespeisten LO-Signals in diesem Fall unterhalb der Frequenz des zu analysierenden Signals liegt. Mit *OK* werden die Einstellungen gespeichert. In die Betriebsart *Spektrumanalyse* schalten wir im Arbeitsblatt *Wobbeln*, indem wir den entsprechenden Menü-Eintrag auswählen (Bild 48). Sobald dieses geschehen ist, sehen wir auch sofort in der darunter sichtbaren Statusanzeige sowohl den am SAV eingestellten Frequenzbereich als auch die Analysebandbreite. Die in den Feldern *Anfang (Hz)* und *Ende (Hz)* einstellbaren Frequenzgrenzen für den Scan-Durchlauf hatten wir mit der Ein-

Anhang zur Baumappe

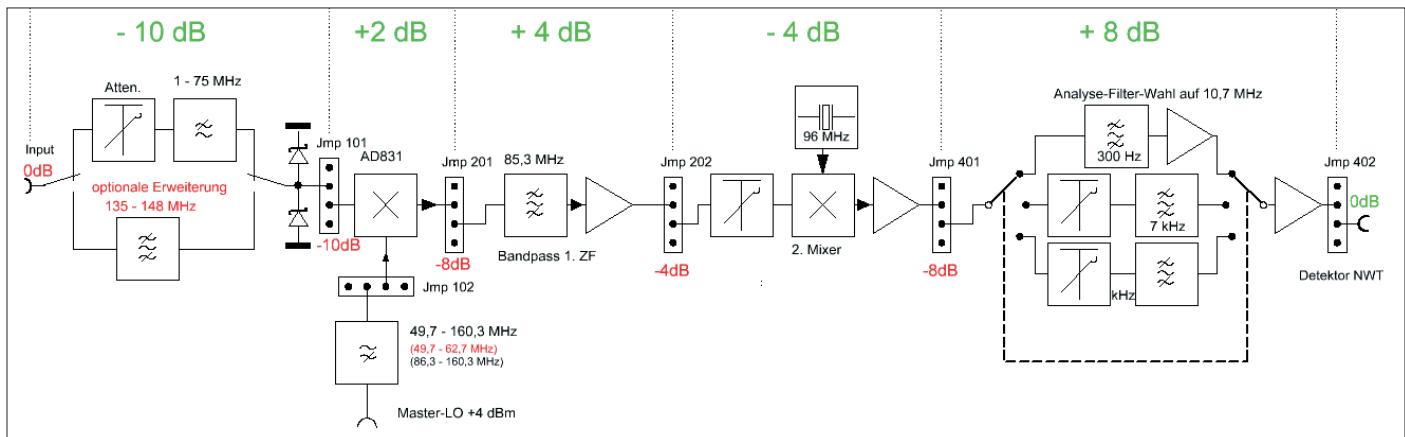


Bild A1: Pegelplan

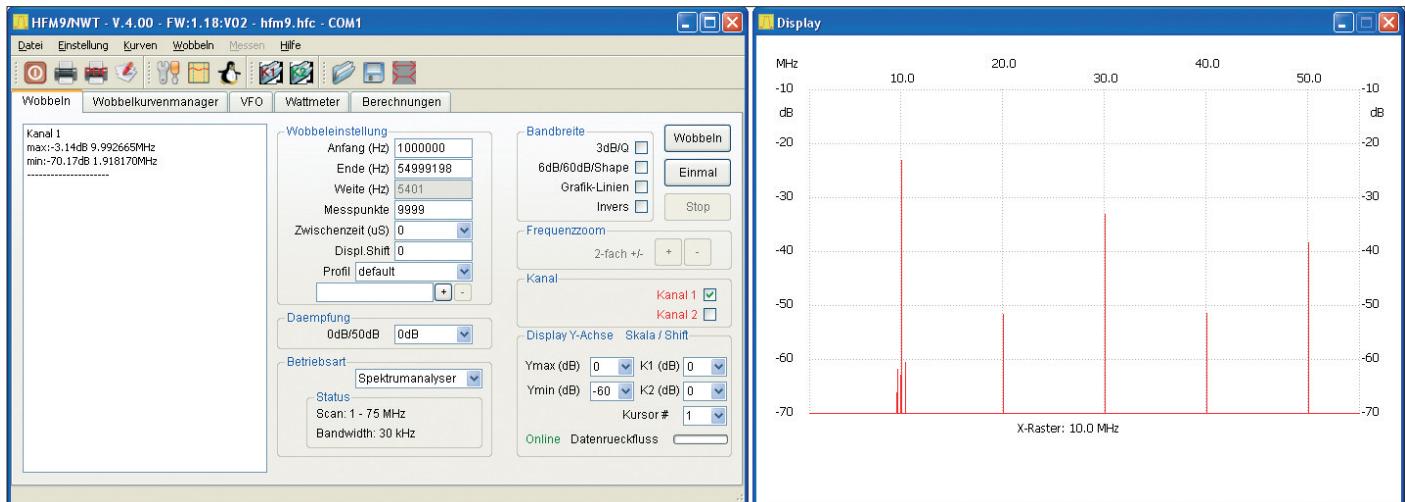


Bild A2: Messbeispiel: Spektrum des Rechtecksignals eines 10-MHz-Quarzoszillators

Tabelle A1: Abgleichtabelle

Baugruppe (1)	Verbindung* von (2)	Verbindung* nach (3)	Anschluss NWT- Generator* (4)	Wobbelbereich/ Generator- frequenz (5)	Abgleichpunkte (6)	+UB* (7)	Bemerkung (8)
LO-Hochpass	Jmp102-3/4	Jmp402-2/1	CON102	1 MHz – 160 MHz	L104, L105, L107	–	Bild 11
Eingangs-Tiefpass	Jmp101-3/4	Jmp402-2/1	CON101	1 MHz – 160 MHz	L101-L103, L106	–	Bild 15
Bandpass 2-m-Option	Jmp101-3/4	Jmp402-2/1	CON101	100 MHz – 160 MHz	L901-L903	X	Bild 19
300-Hz-Bandfilter	Jmp101-3/4	Jmp401-3/4	CON101	10,700 MHz-10,703 MHz	–	X	Bild 27
7-kHz-Bandfilter	Jmp101-3/4	Jmp401-3/4	CON101	10,680 MHz-10,720 MHz	L401, L402, CV401	X	Durchgangsdämpfung mit P801, Bild 30
30-kHz-Bandfilter	Jmp101-3/4	Jmp401-3/4	CON101	10,650 MHz-10,750 MHz	L403, L404, CV402	X	Durchgangsdämpfung mit P814, Bild 31
Verstärker 1.ZF	Jmp102-3/4	Jmp202-2/1	CON102	85,3 MHz	L303	X	7 kHz, Maximumabgleich, NWT als Wattmeter
1.ZF-Bandfilter (Maximumabgleich)	Jmp102-3/4	Jmp201-2/1	CON102	85,3 MHz	CV201-CV204	X	7 kHz, Maximumabgleich, NWT als Wattmeter
1.ZF-Bandfilter (Nebenresonanz)	Jmp102-3/4	Jmp201-2/1	CON102	85,2 MHz - 85,4 MHz	L303	X	7/30kHz, Bild 34
1.ZF-Bandfilter (Kontrolle)	Jmp102-3/4	Jmp201-2/1	CON102	77 MHz – 95 MHz	–	X	7/30kHz, Bild 35
SAV, gesamt	–	–	CON102	1 MHz – 160 MHz	P802	X	300 Hz, Durchgangsdämpfung mit P802 auf 0 dB*

*Allgemeine Hinweise: Der NWT-Eingang (Messdetektor) ist bei allen Messungen an CON401 anzuschließen. Alle in Spalte 2 und 3 nicht aufgeführten Trennstellen sind mit Jumpern über den Stiften 2 und 3 zu überbrücken. Für die am Schluss einzustellende Durchgangsdämpfung des SAV wird ein -10-dBm-Signal an CON101 benötigt. Ein Kreuz in Spalte 7 bedeutet, dass der SAV für die diese Messung mit Betriebsspannung versorgt werden muss.

■ Firmware-Update beim NWT01

Es besteht die Möglichkeit, eine geänderte oder aktualisierte Firmware direkt in den alten PIC einzuspielen. Dazu enthält das Programm einen so genannten Bootloader. Zum Durchführen eines solchen Updates muss die Platine insofern funktionsfähig sein, als sie sicher mit dem PC zusammenarbeitet.

Die weitere Vorgehensweise ist folgende:

- Im WinNWT-Programm den Menüpunkt *Einstellung → Firmware-Update* wählen. Das Programm führt Sie schrittweise durch den Updatevorgang. Bitte folgen Sie dessen Anweisungen. Letztere sind nachstehend noch einmal aufgelistet:
- NWT ausschalten.
- Den mitgelieferten roten Jumper auf JP1 stecken.
- Neue hex-Datei öffnen bzw. laden.
Achtung! Die neue Datei muss eine Version ohne Bootloader sein, d. h. eine Update-Version. In Abhängigkeit vom externen Takt Ihres DDS-ICs wählen Sie für die Firmwareversion 1.19 die Datei *fw_119_2.hex* oder *fw_119_1.hex*. Letztere benötigen alle Anwender, die den NWT mit der 80/400-MHz-Option (zu erkennen am 80-MHz-XO) oder der bereits eingebauten USB-Schnittstelle (Platinenversion 5.0) betreiben. Die Datei *fw_119_2.hex* ist für die „normale“, bis Herbst 2008 ausgelieferte NWT-Version mit 20-MHz-Taktgenerator geeignet. Die Datei *fw_119_1.hex* befindet sich auf der CD-ROM zum Bausatz im Ordner *Firmwareupdate*.
- NWT einschalten und das Ende der automatisch gestarteten Datenübertragung abwarten.

Den roten Jumper wieder entfernen!

Versionsgeschichte zur Baumappe

Die aktuelle Fassung dieser Baumappe wird jeweils im Online-Shop des FUNK-AMATEUR als ergänzende Information zum Produkt *Spektrumanalyse-Vorsatz FA-SAV zum FA-NWT, Artikel-Nr. BX-155*, zum Herunterladen bereitgestellt. Damit Leser, die die vorigen Textversionen bereits kennen, nicht alles neu lesen müssen, führen wir an dieser Stelle auf, was sich von Version zu Version geändert hat.

Version 090914

- Druckfehler (Bezeichnung der Stifte) auf Seite 11 bezüglich Jmp202 korrigiert

Version 090901

- Hinweis auf Schalterstellung S901 beim Abgleich der Analysefilter eingearbeitet
- Bildhinweise in der Tabelle A1 korrigiert

Version 090713

- Hinweis zur Einbauvorbereitung der Neosid-Filterspulen eingefügt

Version 090706

- Hinweis zur Entfernung von R108 und C136 eingearbeitet

Version 090623

- Ursprungsversion