

# **Baubericht QRP Hohentwiel**

Horst Dietel, DO1HKD

Beginn: 25.9.2005  
Ende: 20.4.2006

# Inhalt

## Inhaltsverzeichnis

Inhalt.....	2
Vorwort.....	3
Ausgangsbasis.....	3
Kenntnisse.....	3
Hilfsmittel.....	3
Der Bausatz.....	5
Modul 1: Steuerplatine.....	6
1. Baubeschreibung lesen.....	6
2. Inventur.....	7
2. Einlöten der passiven Bauteile.....	7
3. Einlöten der aktiven Bauteile.....	8
4. Überprüfung.....	10
5. Tests.....	10
Modul 2: ZF-Platine.....	13
Vorgehensweise.....	13
1. Inventur.....	13
2. Einbau der passiven und aktiven Bauteile.....	14
Thema Ein- und Auslöten.....	15
3. Spulen wickeln.....	17
4. Kontrolle.....	26
5. Tests.....	26
Modul 3: VCXO.....	30
Vorgehensweise.....	30
1. Inventur.....	30
2. Bauteile einlöten.....	30
3. Kontrolle.....	34
4. Testen / Abgleichen.....	35
Modul 4: HF-Platine.....	37
Vorgehensweise.....	37
1. Inventur.....	37
2. Einbau der passiven und aktiven Bauteile.....	38
3. Kontrolle.....	40
4. Tests, bzw. Abgleich.....	41
Zwischenresumée.....	43
Baub Abschnitt 5: Gehäuse und Zusammenbau.....	45
Vorgehensweise.....	45
1. Einbau der Module.....	45
2. Frontplatte.....	49
3. Verkabelung.....	57
4. Verpolschutz.....	62
5. Einstellungen und Messungen.....	63
Fazit.....	64

## **Vorwort**

Die Überarbeitung des Bauberichts habe ich im April 2006 angefertigt. Zu diesem Zeitpunkt habe ich schon einiges dazu gelernt, so daß ich mir erlaube, Kommentare aus heutiger Sicht in *kursiv* zu ergänzen. Der Baubericht ist – im nachhinein gesehen – teilweise etwas naiv und überausföhrlich geworden, außerdem sind die Zeilen grammatikalisch etwas durchmischt. Ich habe das aber so gelassen, da es z.T. meinen Wissensstand dokumentiert und teilweise authentischer ist. Heute kommen mir manche Dinge auch trivial und überflüssig vor.

Das Hauptziel mit dem Bau des Hohentwiel habe ich jedoch erreicht: einen enormen Wissenszuwachs und viel Freude beim Aufbau. Es mir ging nicht darum, möglichst schnell einen Transceiver zu bauen, um damit schnell viele QSOs zu fahren.

## **Ausgangsbasis**

Im Sommer 2005 begann ich, mich ausgehend von Elektronik-Basterei für den Amateurfunk zu interessieren und hatte auch bald den Wunsch einen Transceiver selbst zu bauen. Über QRPproject bin ich dann auf den Bausatz „Hohentwiel“ gestoßen, den ich dann nach kurzem Nachfragen im QRPFörum geordert habe.

## **Kenntnisse**

Meine Vorkenntnisse belaufen sich auf verschiedene Basteleien und Bausätze im NF-Bereich und



mit Microchips, jedoch ohne Hochfrequenz erfahrung und ohne Wickeln von Spulen. Die Elektronik Kenntnisse habe ich mir hauptsächlich über das Buch "The Art of Electronics" von Horowitz und Hill angeeignet. *Inzwischen ist die Bibliothek allerdings stark angewachsen.*

## **Hilfsmittel**

Mein Meßgerätepark bestand zur damaligen Zeit aus folgenden Geräten:

- Tektronix 2245B, 150MHz, dazu passende Original-Tastköpfe
- Hameg HM 602, 60MHz, dazu passende Hameg-Tastköpfe
- Frequenzmesser Racal Dana 1992
- Signalgenerator HP3325A, Signalgenerator bis 20/60MHz, minimal 1mVss
- thermischer Leistungsmesser (QRP-Bausatz)
- zwei Digitalmultimeter
- Regelbares Netzteil und Festnetzteil (13,4V)

Später kamen dann noch hinzu:

- Frequenzgenerator HP8640B, 450kHz bis 550MHz
- Spectrum Analyzer HP8558B 150kHz bis 1,5GHz
- Transistor Tester (QRP Baustatz)
- Stehwellenmeßgerät XXX
- Dumylload bis 100W
- und diverse selbstgebaute Hilfsmittel

In dieser Werkstatt hier wurde der Hohentwiel zusammengebaut und getestet:



## Weitere Hilfsmittel

- eine Lötstation (die habe ich auf 350°C eingestellt) mit ESD Schutz, geerdet
- Lötspitze 0,8mm
- eine Antistatikmatte, geerdet
- ein Antistatikarmband, ebenfalls geerdet
- einen Platinenhalter
- SMD Lötzinn 0,5mm L-Sn63PbAg1.4
- eine Biegelehre für die Widerstände und die Dioden
- eine Lupenlampe
- einen kleinen Seidenschneider
- eine Pinzette
- Entlötlitze
- Entlötpumpe
- eine sog. Dritte Hand (sehr nützlich!)
- eine Schieblehre zum Identifizieren der Drahtstärken
- 

## **Der Bausatz**

Das ist der Bausatz, so wie er im Paket kam:



und das ist drin:



Außerdem der aktuelle Stand der Baumappe (zum 25.9.2005 in einer noch unvollständigen Vorversion).

Der Bausatz ist in vier Module aufgeteilt, die der Reihe nach aufgebaut und getestet wurden.

## **Modul 1: Steuerplatine**

Bauzeiten:

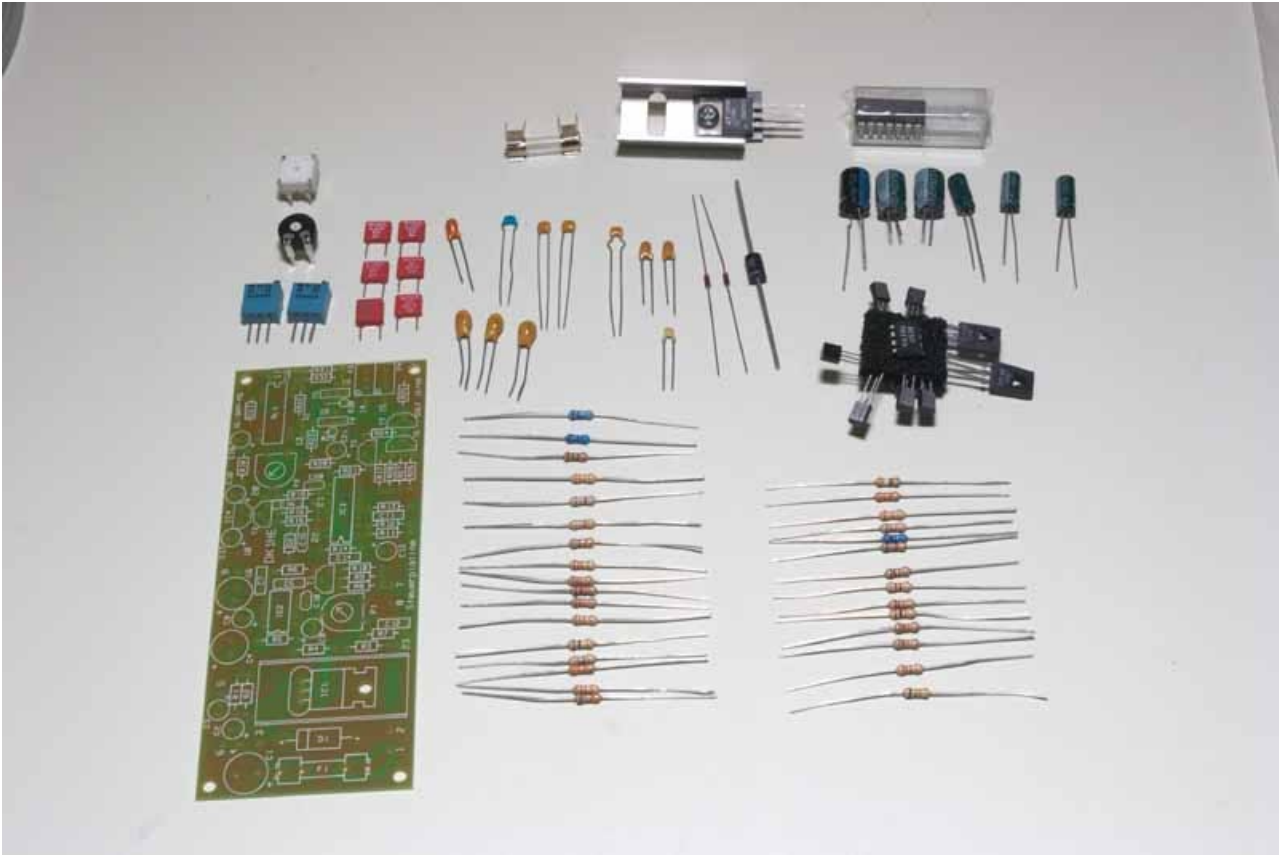
Alles in allem (incl. Bilder) etwa 4 Stunden Bau-, Test- und Korrekturzeit.

### **1. Baubeschreibung lesen**

Nachdem diese ja im Internet steht, hatte ich sie mir bereits vor Lieferung des Bausatzes besorgt und einmal gründlich durchgelesen.

## 2. Inventur

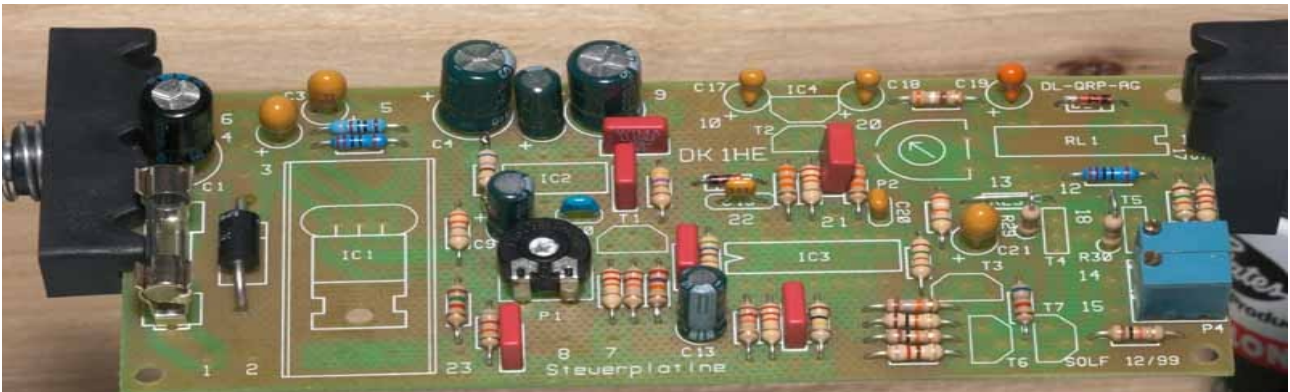
Auspacken der einzelnen Bauteile und prüfen, ob alles da ist.



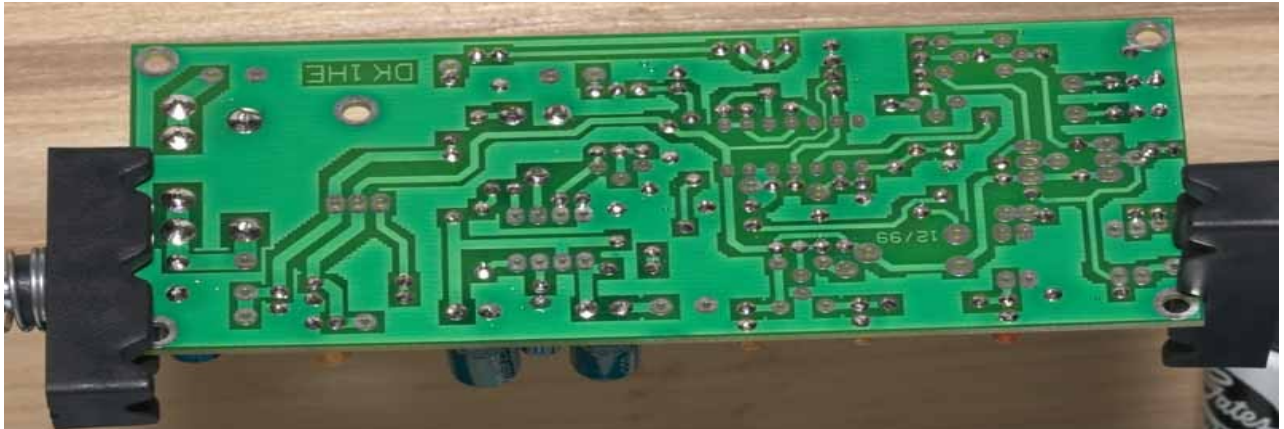
Die Überprüfung war zum damaligen Zeitpunkt (und für einen Anfänger) noch nicht so komfortabel, da noch der Anhang der Baubeschreibung fehlt und der sollte die Bauteillisten enthalten. Ich habe die Bauteile anhand der Einbaubeschreibung geprüft und festgestellt, daß ein Poti und ein Kondensator zuviel, statt der Diode 1N5402 eine 1N5408 und statt der 1,26A Sicherung eine 1A Sicherung vorlagen - alles andere war OK; also kein Problem. Die Widerstände habe ich beim Prüfen (Farbcode und Ohmmeter) gleich in der richtigen Reihenfolge sortiert; damit ging das Einlöten recht flott. Bei den Kondensatoren mußte ich mich erst ein wenig orientieren – nicht zuletzt weil ein 1nF Kondensator zuviel war. Aber nachdem ich nochmals die Einführung zur Baubeschreibung angesehen hatte, war alles klar.

## 2. Einlöten der passiven Bauteile

Zunächst habe ich die Baubeschreibung Abschnitt für Abschnitt gelesen (Widerstände, Dioden, Kondensatoren) und dann die entsprechenden Bauteile eingelötet. Bei jedem Bauteil ist ein Feld zum abhaken in der Baumappe. Ich habe 3 Haken je Bauteil benutzt: 1x Inventur, 1x eingebaut und 1x überprüft. Zum Einsetzen der Widerstände war die Biegelehre sehr nützlich. Widerstände zurechtbiegen, einsetzen, Beine leicht spreizen, Platine drehen und Anschlüsse verlöten. Danach überstehende Beine abzwicken - fertig. Analog geht es mit den Dioden und den Kondensatoren. So sah die Platine nach dem Einlöten der passiven Bauteile wie in der Baubeschreibung angegeben aus:



und die Rückansicht:



Kurz darauf ist mir aufgefallen, daß da noch ein Platz für ein Poti frei ist (P2). Ich hatte folgenden Fehler gemacht: Das Poti P2 an die Stelle von P1 gelötet und P2 ganz herausgelassen. Mich hat dabei irritiert, daß in der Baubeschreibung das Poti P1 gar nicht aufgeführt ist. So hatte ich bei der Inventur auch P1 gleich beiseite gelegt. Also: P2 am falschen Platz auslöten (Entlötlitze) und P1 und P2 richtig einlöten. Mit P1 war ich auch noch etwas unsicher, da ich keine Angabe hatte, welchen Wert es haben sollte. Ich ging davon aus, daß es wohl richtig wäre (die Werte der daran angeschlossenen Widerstände machten dies plausibel).

### 3. Einlöten der aktiven Bauteile

Mit der Beschreibung der Einbaurichtung des BD136 war ich etwas unsicher, so daß ich mir schnell die Datenblätter aus dem Internet besorgte und anhand der Beinreihenfolge dem Platinenlayout und dem Schaltplan den richtigen Einbau absicherte (*heute würde ich das mit dem Transistortester tun*). Wenn man die Platine so vor sich hinlegt, daß links die Stromzufuhr ist, so zeigen die Schriftseiten der Transistoren nach links. Mit den restlichen Transistoren und dem 3-beinigen IC kann man nichts falsch machen.

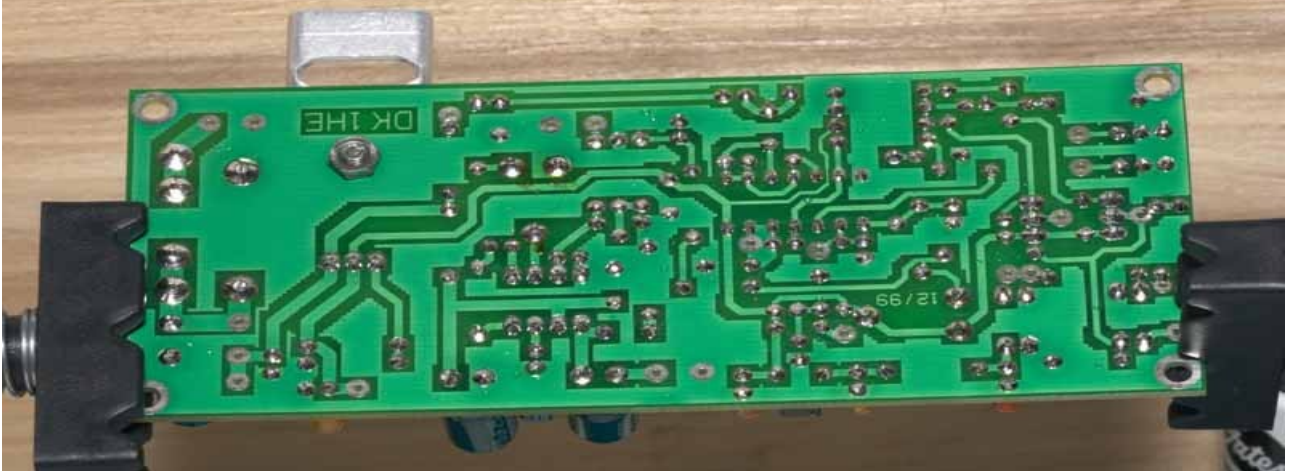
Bei den vielbeinigen ICs muß man die beiden Beinreihen etwas zusammendrücken damit sie in die Lochreihen passen. Beim empfindlichen 4093 habe ich das gemacht, als sich der IC noch in der Kunststoffröhre befand; trotzdem mußte ich mit einem Schraubendreher noch etwas nachhelfen. Den IC habe ich aus dem Kunststoffrohr auf einen Moosgummi "geschüttet" und von dort mit der Pinzette zum Einbauplatz gehoben. Dank Antistatikschutz hat der IC alles überlebt (*aus heutiger Sicht kann ich sagen, daß mir noch nie ein Bauteil wegen statischer Aufladung hopps gegangen ist; der Antistatikschutz wie verwendet hat bisher immer gewirkt!*).

Damit sind alle Bauteile eingelötet und die Platine sieht nun so aus:

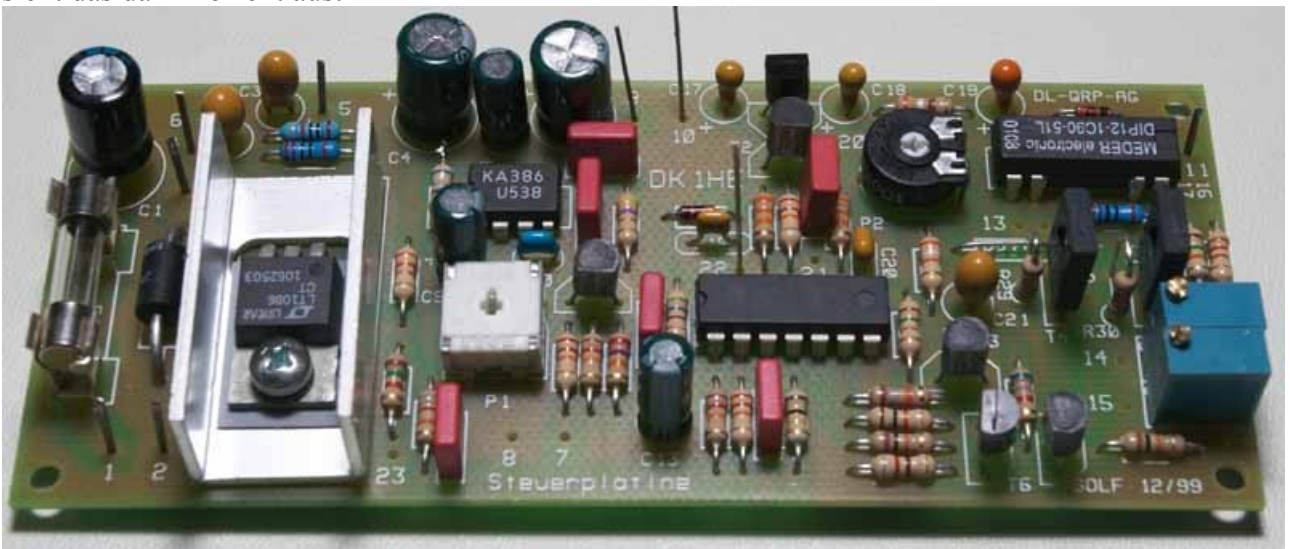


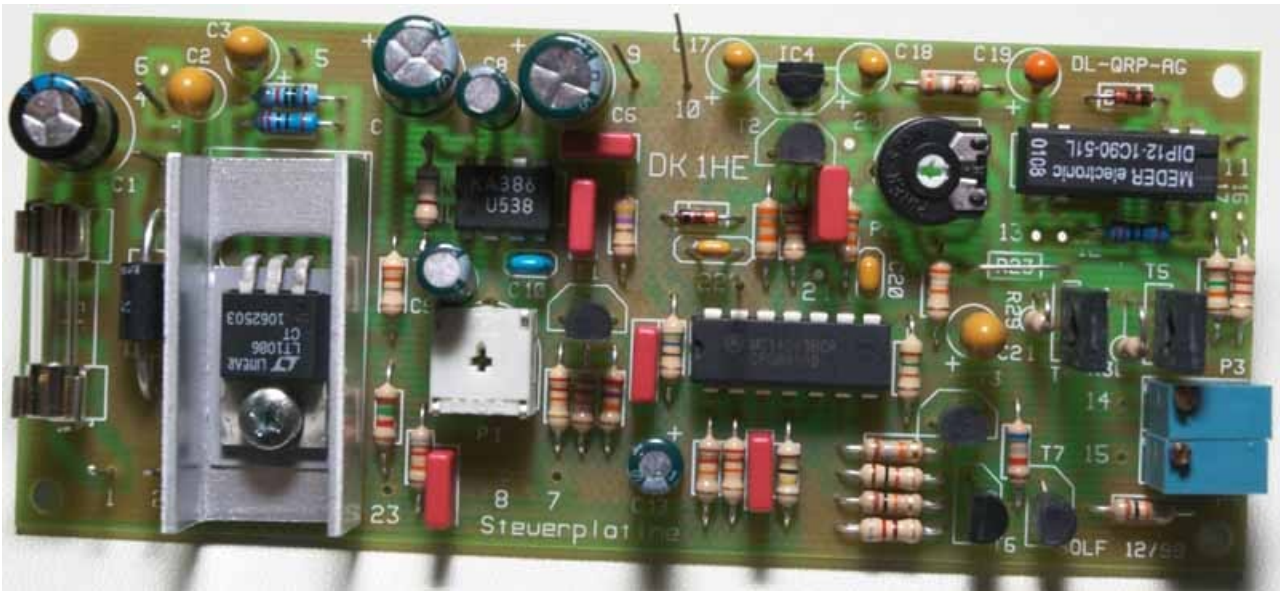


wie man sieht, war zu diesem Zeitpunkt der Spannungsregler falsch eingebaut – und die Rückseite:



Nachdem ich über diese Bauabschnitt einen ersten Bericht geschrieben hatte, ist mir noch aufgefallen, daß der Kühlkörper doch anders herum eingebaut werden muß (kam mir schon zu Anfang etwas komisch vor). Also Spannungsregler nochmals auslöten (gute Entlötlitze hilft) und korrekt wieder einbauen; prüfen ob kein Kurzschluß von der Fahne zum Kühlkörper vorliegt. So sieht das dann korrekt aus:



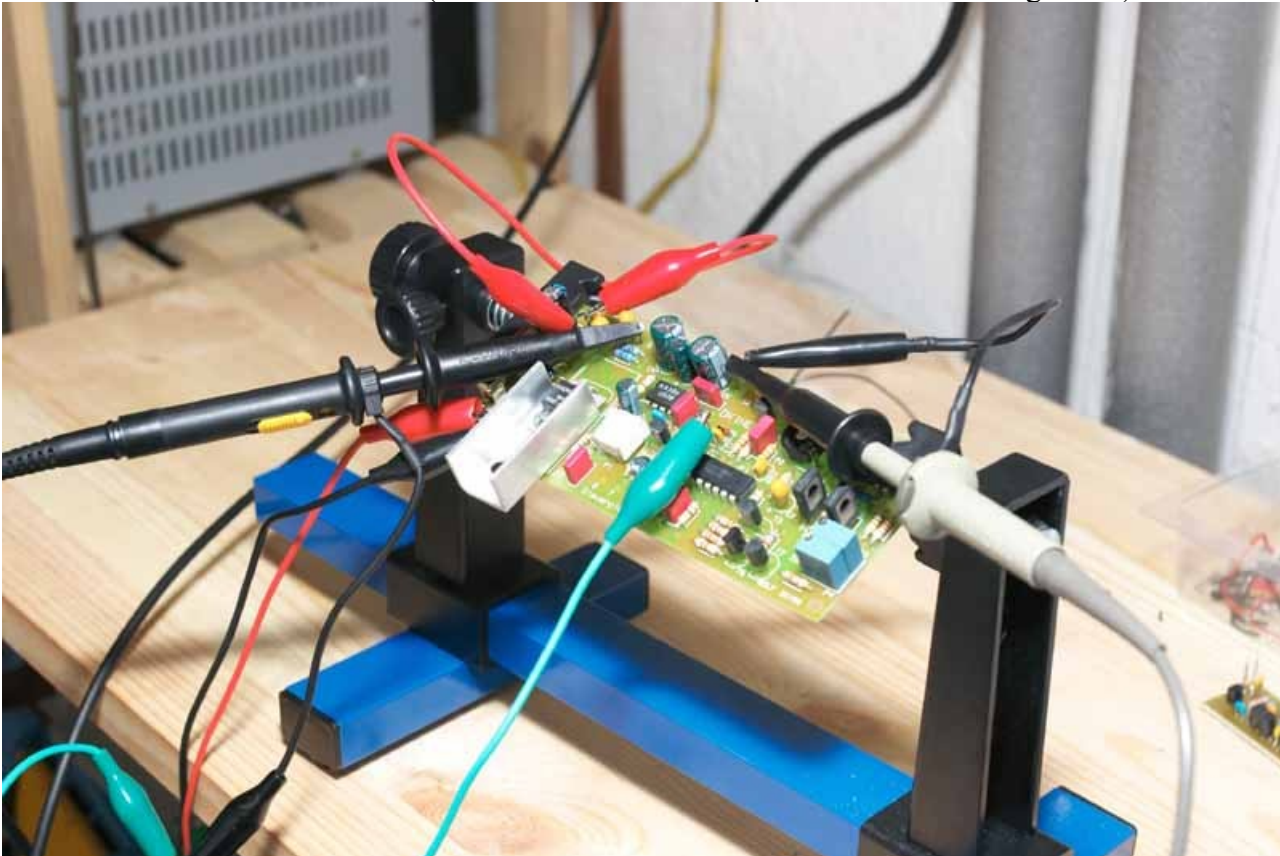


#### 4. Überprüfung

Ich habe nochmals alle Bauteile der Reihe nach geprüft und abgehakt. Die Widerstände habe ich jetzt natürlich nur noch an der Farbkennung identifiziert. Auf der Lötseite der Platine habe ich nach Brücken und kalten Lötstellen gesucht. Nachdem ich keine Fehler finden konnte (obwohl das Kühlblech verkehrt herum war!) kam nun der entscheidende Augenblick:

#### 5. Tests

So sieht der Versuchsaufbau aus (da hatte ich den Kühlkörper noch nicht herumgedreht):



Wie angegeben habe ich die Versorgungsspannung 13,5V angelegt



und die Brücke Pin3-Pin4 hergestellt. Die Messungen ergeben an Pin5 (Soll: 10V)



und Pin11 (8V)



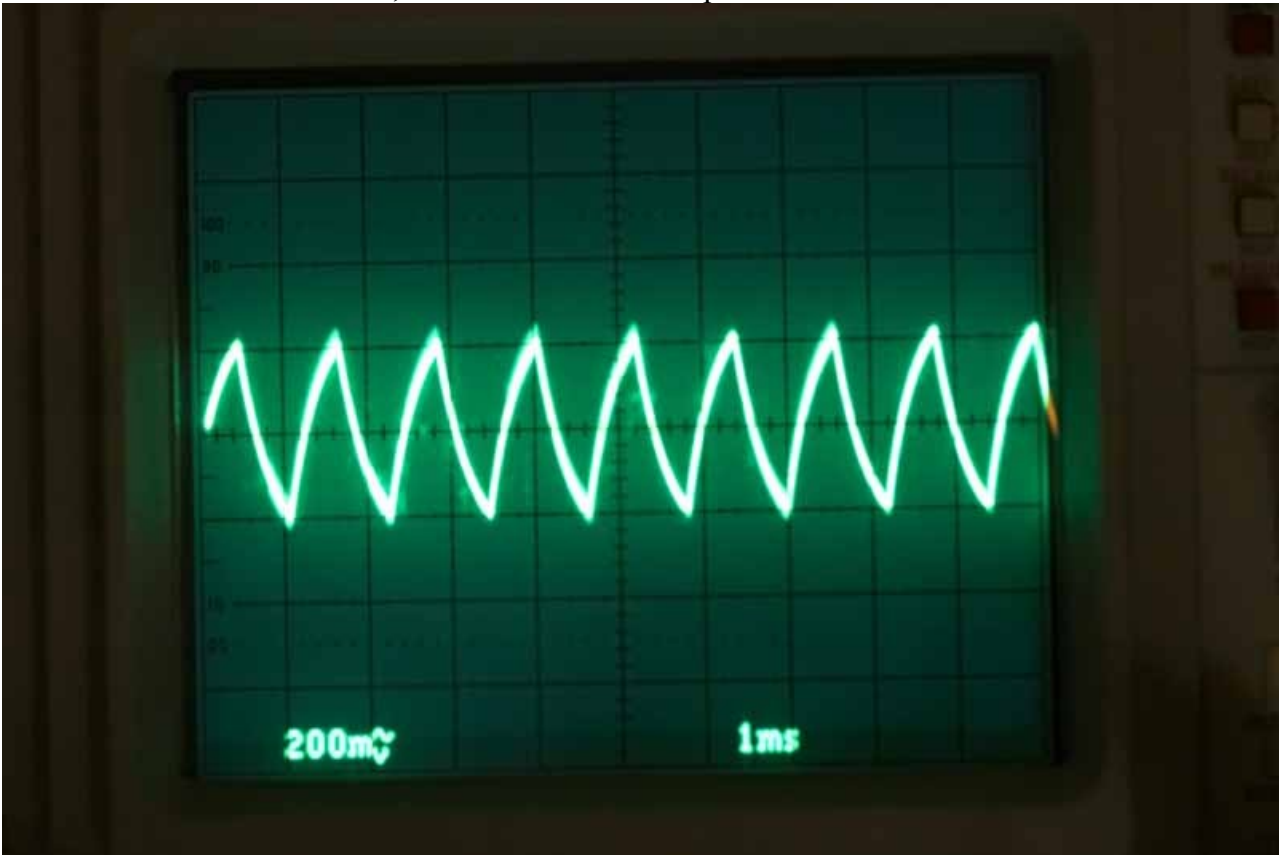
Nun noch Pin22 auf Masse legen und Spannung messen an Pin18 (10V):



und Pin19 (0V):



und so sieht der Mithörton aus, der sich auch am Lautsprecher hören läßt:



ca. 800Hz (wie man sich selbst ausrechnen kann). Die Regelung über Poti P1 hat auch funktioniert.

## **Modul 2: ZF-Platine**

Bauzeiten:

26.9.2005 bis 6.10.2005

Gesamtbauzeit des Moduls: 17.5h

26.9.: 1h Sortieren

27.9.: 2.5h Sortieren, Widerstände einlöten

28.9.: 2h Kondensatoren bis Transistoren einlöten

29.9.: 1h Tetroden bis Potis einlöten

1.10.: 5.5h Platine bis auf Spulen fertig, Kontrolle der Lötstellen, L1-L6 gewickelt

2.10.: 1.5h Kontrolle und erste Tests

3.10.: 1.5h Tests

4.10.: 1h Tests

6.10.: 1.5h Tests, Abschlußarbeiten

### **Vorgehensweise**

Mein Vorgehen ist auch bei der 2. Platine wie gehabt. Die Löttemperatur habe ich mit 380°C diesmal etwas höher gedreht, da das Aufheizen der durchkontaktierten Lötstellen sonst zu lange dauert. Speziell bei den Masselötunkten mit einer großen Leiterfläche dahinter macht sich das bemerkbar. *Inzwischen drehe ich den LötKolben bei größeren Kupferflächen etwas hin und her, so ist die Wärmeübertragung besser.*

### **1. Inventur**

Wie bereits schon einmal habe ich alle Bauteile ausgebreitet aber diesmal nur die Widerstände sortiert.



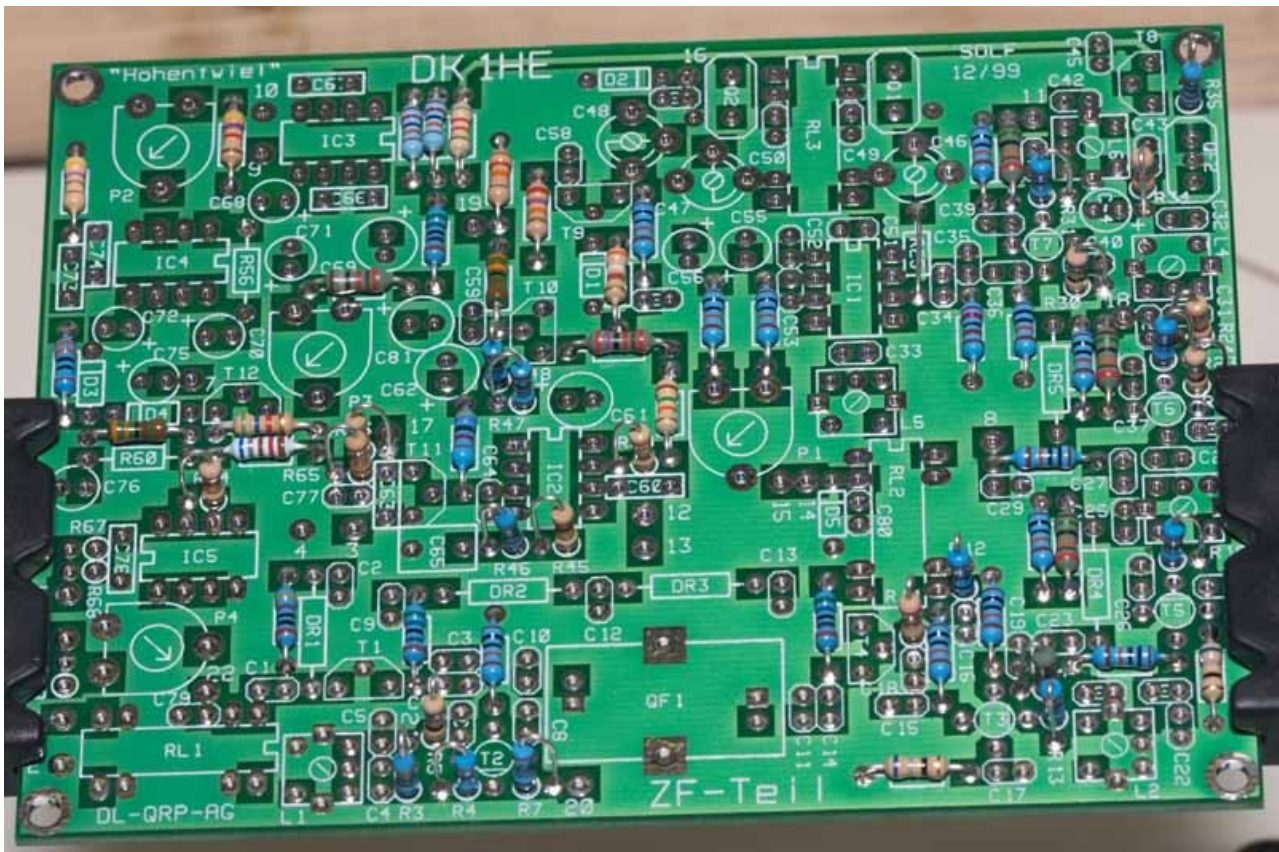
Kurioserweise habe ich bei der Inventur andere Bauteile als fehlend notiert, als diejenigen, die sich dann nach Einbau als tatsächlich fehlend herausgestellt haben. Stellt sich nun die Frage: war die Inventur falsch oder habe ich am Ende doch Teile falsch eingebaut? Die Kontrolle wird es zeigen.

Zwei weitere Schattenseiten dieser Vorgehensweise will ich nicht verschweigen: wenn man zum einen eine Gesamtinventur (richtig) macht, kann man alle fehlenden Teile bei QRPproject auf einmal melden – bei 4 Teilinventuren lohnt es sich nicht, einen fehlenden Kondensator oder ähnliche Kleinteile zu melden (da ist ja das Porto und die Verpackung teurer); hier habe ich fehlende Teile entweder aus dem eigenen Sortiment ersetzt oder kurzum beim lokalen Händler nachgekauft.

Zum anderen bin ich beim Sortieren insofern auf die Baumappe hereingefallen, als ich die Teile schön nach Tabellen-Lesart, also von oben nach unten und von links nach rechts, sortiert habe – nur war das nicht die Reihenfolge der Bauteile bezogen auf ihre Nummerierung. Nun da musste ich beim Einbauen eben aufpassen.

## **2. Einbau der passiven und aktiven Bauteile**

Hier die Platine nach dem Einbau der Widerstände:



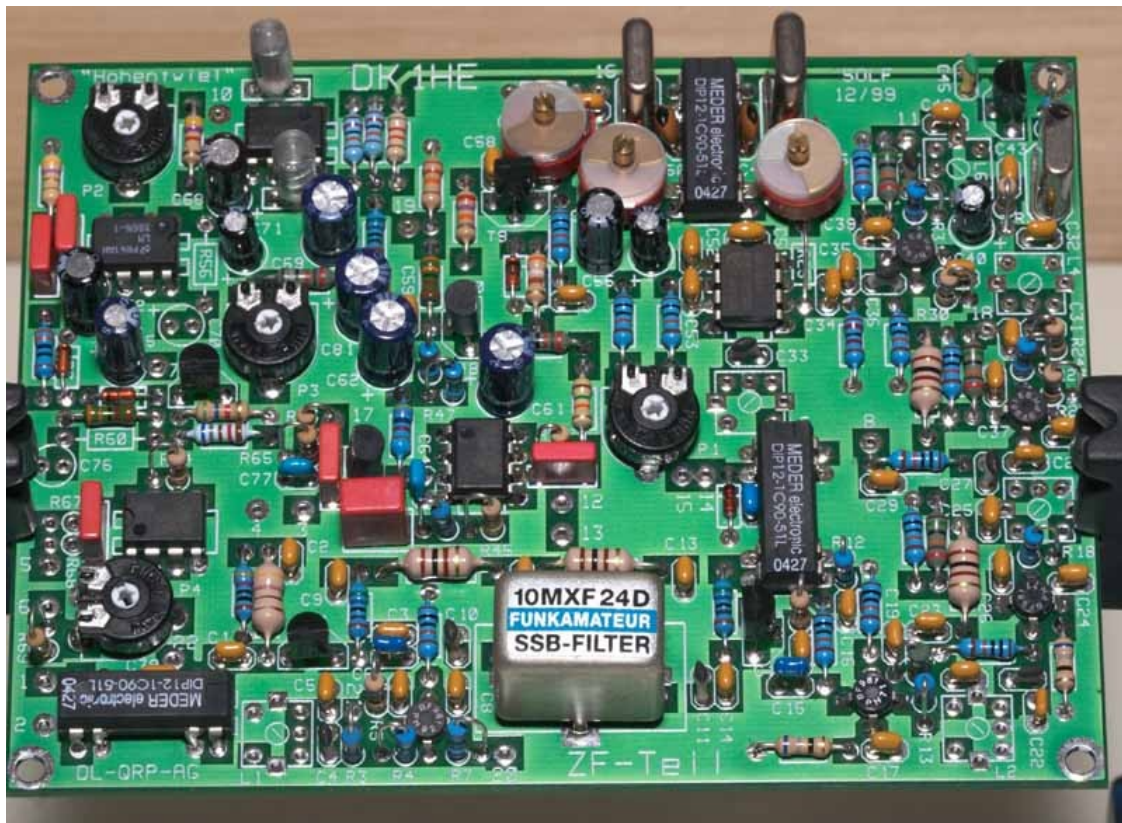
Bei der Prüfung der Kondensatoren kam ich etwas in Verwirrung mit ihren Bezeichnungen (bin halt doch noch Anfänger): ich habe die Angaben in der Baumappte erst 'mal sehr genau genommen und Kondensatoren mit dem Zusatz COG als fehlend notiert. Nach Klärung über den QRP Support und das QRP Forum war es klar, wie die Bezeichnungen zu interpretieren sind (siehe QRPForum Thema "Hohentwiel als Einstiegsgerät?"). Bei den Kondensatoren bin ich noch auf eine Konstellation dieses Schaltplans (der mir im übrigen etwas Probleme beim Lesen bereitet hat: die Bauteilnummern sind oft nur durch Analyse des Umfeldes herauszubekommen *in der überarbeiteten Baumappte ist der Schaltplan einwandfrei lesbar*) hereingefallen: es gab viele 10nF Kondensatoren und ein 10pF - den habe ich dann auch prompt durch einen 10nF "ersetzt". Gemerkt habe ich es, als ich am Ende einen 10nF Kondensator zu wenig, aber einen 10pF Kondensator zu viel hatte. Also auch hier: Auslöten.

### Thema Ein- und Auslöten

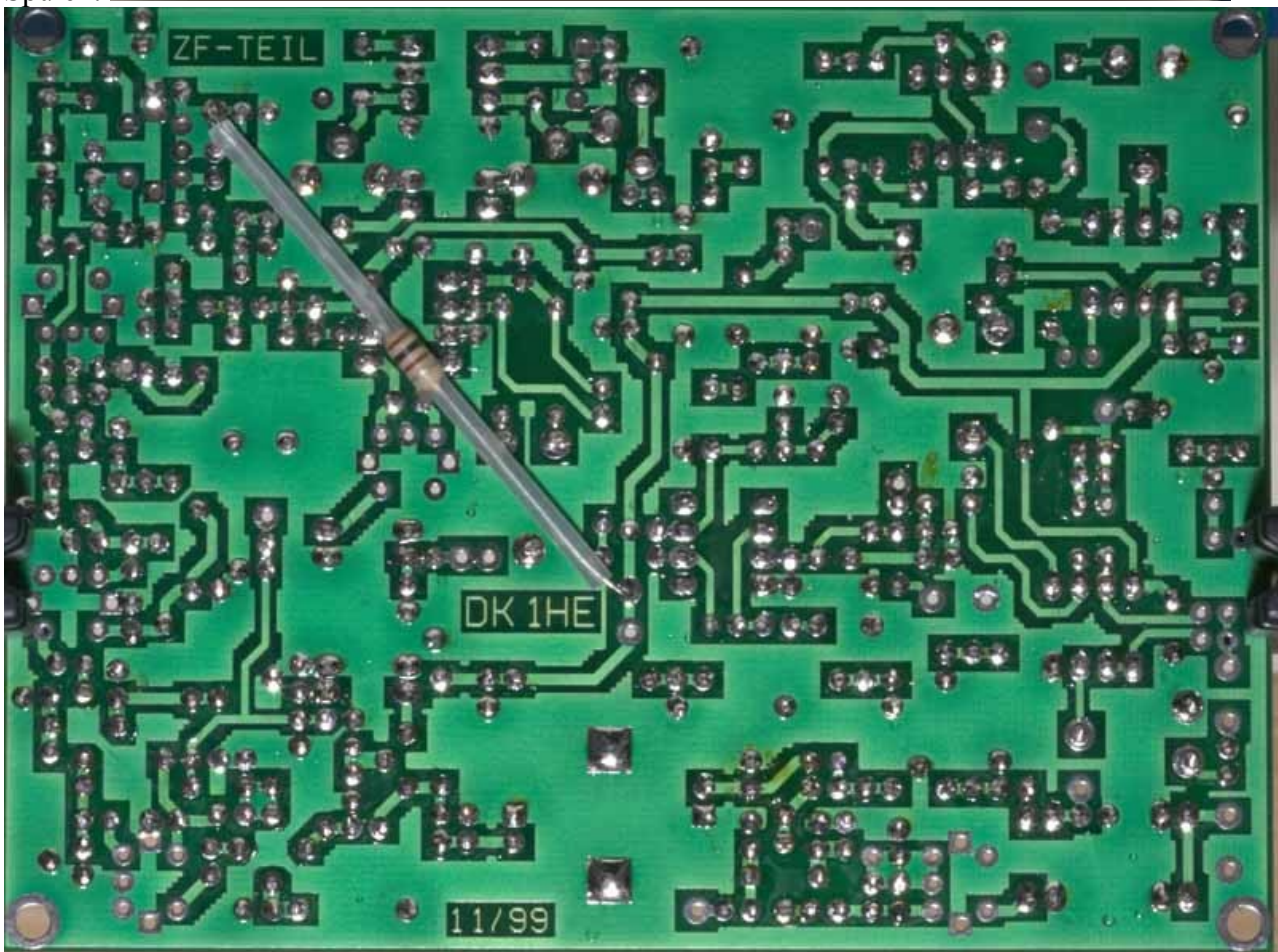
Nun ist dies bei durchkontaktierten Platinen etwas kniffliger (wie auch in der Baumappte beschrieben). Besonders bei Masselötunkten wird es schwierig, da zum einen erst längeres Aufheizen ausreichend Hitze die Lötstelle richtig flüssig macht aber zum anderen das Bauteil nicht zu heiß werden soll. Aber es hat doch geklappt.

Zur Löttechnik: Ich habe meist 1-3 Bauteile eingesetzt und sie anschließend verlötet, dabei aber nicht alle Beine eines Bauteils hintereinander, damit es nicht zu sehr aufgeheizt wird (z.B. Styroflex Kondensatoren).

Die Beine der C-Trimmer passten nicht direkt in die vorgesehenen Löcher und mussten zurecht gebogen werden. Beim ersten Trimmer war es nicht einfach ihn nahe an die Platine zu bringen – beim zweiten und dritten hat es dann gut geklappt. Den Hinweis auf den gut zu verlötenden Masselötunkt habe ich nicht verstanden (*Es gibt immer ein „Bein“, das aus mehreren Lamellen besteht; diese Lamellen müssen natürlich gut miteinander verlötet sein*). Ich habe sie einfach gut verlötet – wie alle anderen Bauteile auch. Hier die Platine nach dem Einbau aller Teile bis auf die



Spulen:



Die Drossel auf der Lötseite habe ich mit Schrupfschlauch isoliert.



Soweit so gut. Nun die "letzte" Hürde:

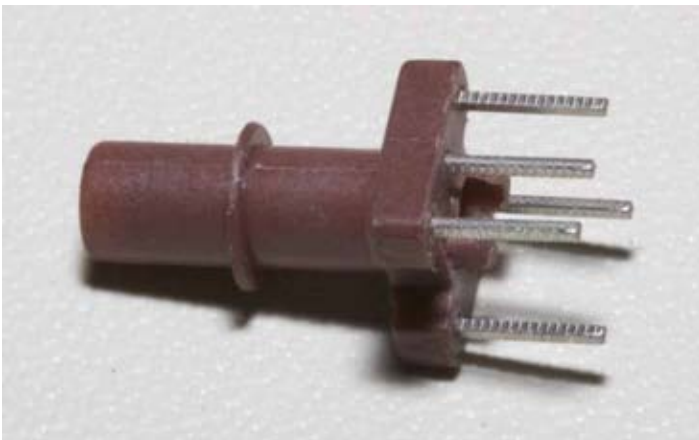
### 3. Spulen wickeln

Bei der Vorbereitung zum Spulenwickeln sind dann doch mehrere Fragen aufgetaucht. Durch Nachfragen beim QRPFForum und Recherchen im Internet konnten diese dann aber geklärt werden. In den Baubeschreibungen für den Black Forrest Transceiver und dem Tramp sind sehr ausführliche Beschreibung zum Spulenwickeln. Ebenso geholfen hat mir die Illustration in der Baubeschreibung zum 20m SBB/CW Empfänger von GW8LJJ (Elektor 4/98 und auch im Internet).

Das sollen 'mal die 6 Spulen für die ZF-Platine werden:



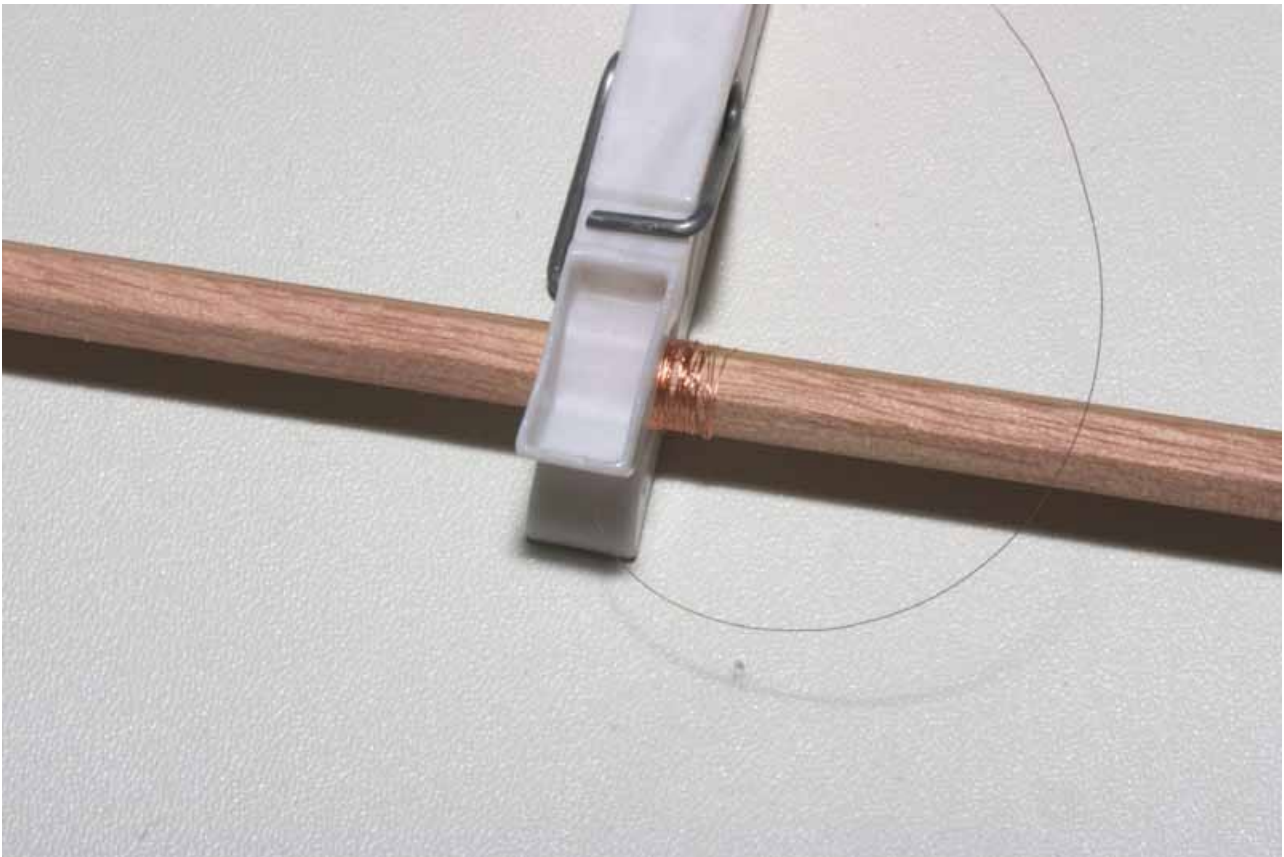
so sehen die Spulenkörper aus



und so mit aufgestecktem Kappenkern

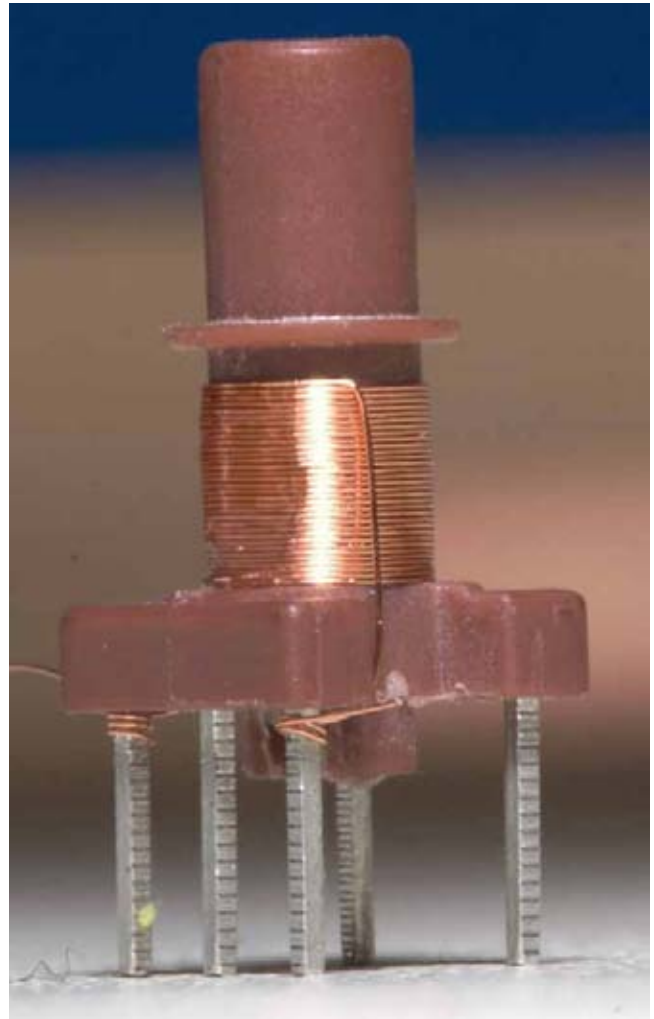
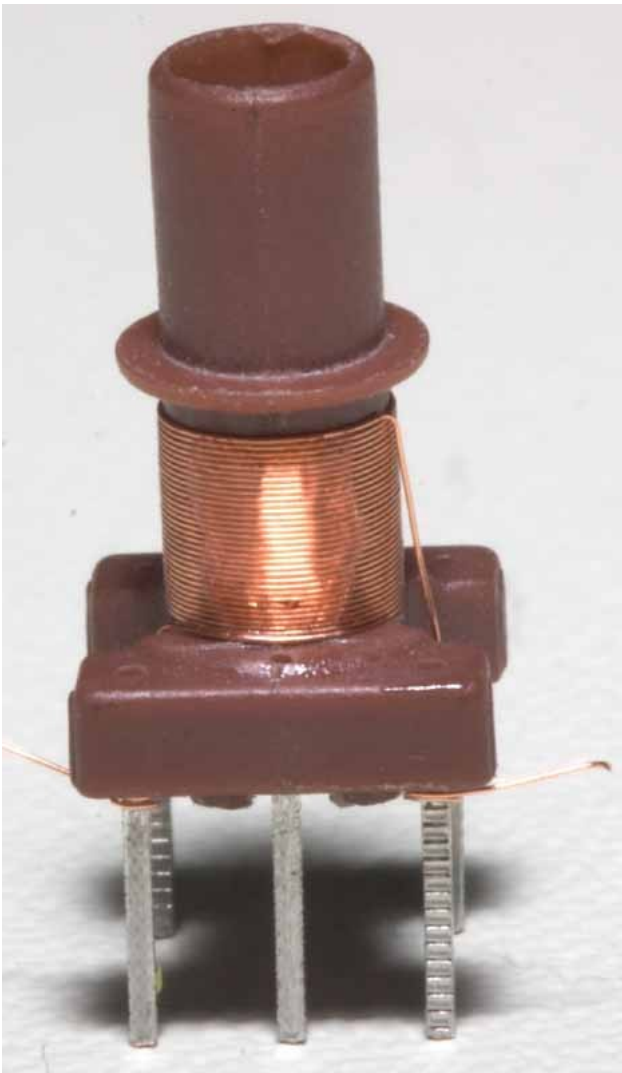


Alle Spulen der ZF-Platine werden mit 0,1mm Kupferdraht gewickelt. Den zu identifizieren habe ich eine Schieblehre benutzt. Also erst einmal den Draht auf einen Stift wickeln. Leichter gesagt als getan. Nach einer halben Stunde hatte ich ihn dann auf 2 Bleistiften. Leider kam es immer wieder vor, daß sich Klanken (das Wort kannte ich vorher auch noch nicht) bildeten. Eine war dann so eng, daß der Draht dort gebrochen ist.

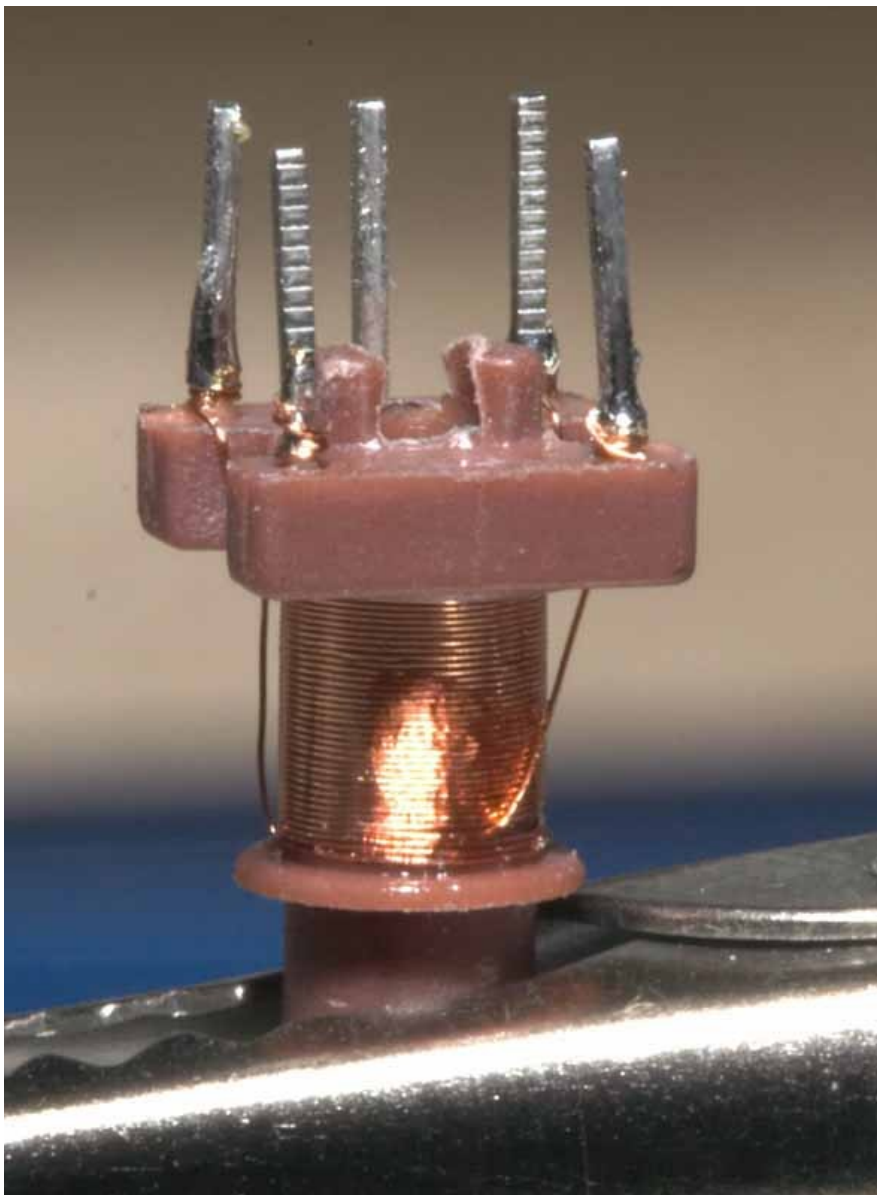
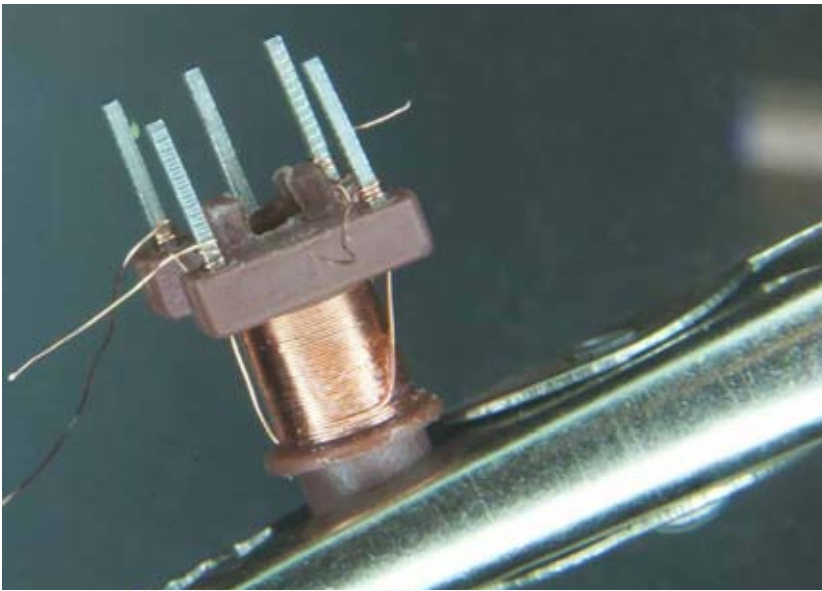


Den Draht habe ich mit einer Klammer gesichert. So kann ich die benötigte Menge abspulen und Klammer und Stift als Gewicht verwenden – hat sich bewährt.

Das Wickeln: beim ersten Mal geht's noch zäh. Die Lupenlampe ist – zumindest für mich – unverzichtbar. Lautes Mitzählen der Windungen hilft – nur nicht verzählen denn eine Nachkontrolle wieviele Wicklungen ich gewickelt hatte gestaltete sich als unmöglich – sie ist einfach zu klein. Ich habe dann auf der Makroaufnahme nochmal nachgezählt – tatsächlich 32 Wicklungen. Nach den geforderten Wicklungen muß der Draht wieder nach unten. Damit die Wicklungen liegen bleiben habe ich einen winzigen Tropfen Sekundenkleber aufgebracht und mit einer Stecknadel verteilt. Nach einer Minute (wieso eigentlich Sekundenkleber?) ist der Kleber so fest, daß die Windungen liegen bleiben und ich den Draht nach unten an das passende Bein führen kann. Hier das Ergebnis:

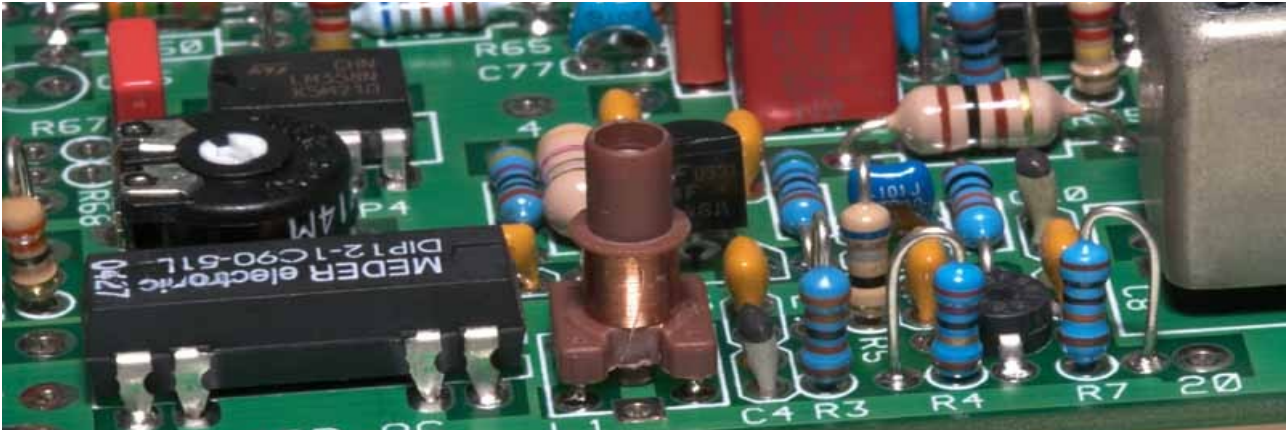


Nun noch die 3 Windungen der Koppelwicklung – und fertig ist die erste Spule. Bei der Koppelwicklung hatte ich zunächst das Problem, daß der vom Startbein nach oben geführte Draht nicht liegen bleiben wollte. Ich habe dann 2 Windungen eher lose angebracht, den Draht mit dem Finger fixiert und die Windungen festgezogen. Das Nachschieben der Windungen auf Bündigkeit habe ich mit der Stecknadel praktiziert. Es hat sich gezeigt, daß das Glattstreichen des Drahtes wichtig ist, weil sich sonst die Windungen nicht richtig aneinander reihen. Jetzt ist die Spule fertig zum Festlöten der Drahtenden. Dazu habe ich eine "Dritte Hand" benutzt.



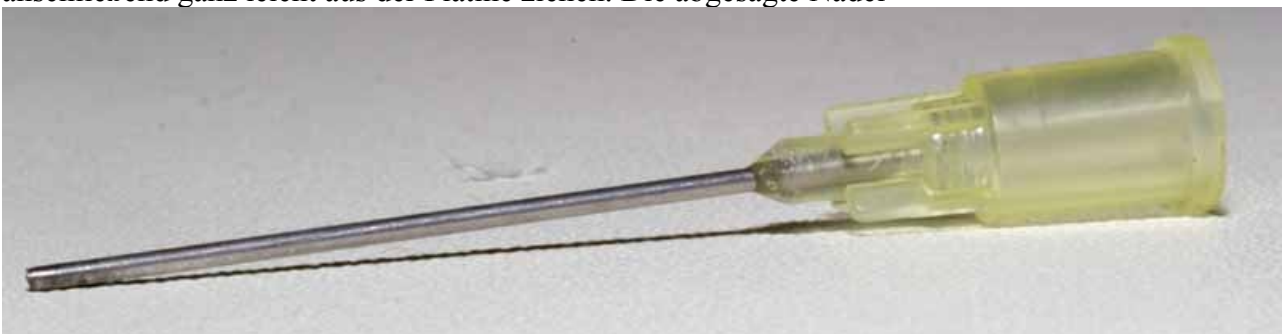
Beim Anlöten der Drahtenden lösen sich die Stifte leicht, bzw. werden krumm. Das muß man

vermeiden oder korrigieren, sonst passt die Spule nicht in die Platine. Den richtigen Kontakt des Drahtes mit den Stiften habe ich mit einem Ohmmeter geprüft. Hier ist nun die Platine mit der ersten Spule (noch nicht festgelötet):



Nach diesen ersten, doch ganz guten Erfahrungen habe ich mich voller Elan an das Wickeln der anderen fünf Spulen gemacht. Nun hat aber Murphy doch noch zugeschlagen – und zwar gleich zwei mal. Die Spule L2 habe ich dann gleich analog Spule L1 gewickelt, geprüft und eingelötet. Beim Wickeln von Spule L3, die ja L2 gleicht, ist mir dann doch aufgefallen, daß die Wickelrichtung nicht von Pin4 nach Pin2 geht sondern umgekehrt. Also Spule wieder auslöten – allerdings war mit Umwickeln nichts mehr zu machen; ich habe auch die Stifte der Spule nicht ohne weiteres aus der Platine bekommen – sie haben sich aus dem Spulenhalter gezogen. Ich habe dann eben erst einmal einen neuen Spulenkörper genommen und nun in die richtige Richtung gewickelt – aber leider nur die erste Wicklung. Die zweite habe ich wie bei der ersten Spule gewickelt – weil es so herum ja so schön ging. Also wieder falsch – Spule wieder auslöten (vorsorglich hatte ich das eine unbenutzte Pin schon gar nicht festgelötet); da habe ich doch 'mal kurz und heftig geflucht. Diesmal habe ich jedoch nur die zweite Wicklung wieder abgewickelt und neu in der nun richtigen Richtung aufgewickelt (inzwischen konnte ich die Spule gut wieder auslöten – siehe weiter unten). Dabei zeigte sich, daß der Sekundenkleber nicht so bombenfest ist, daß der Draht nicht wieder abwickelbar wäre – ein Trost.

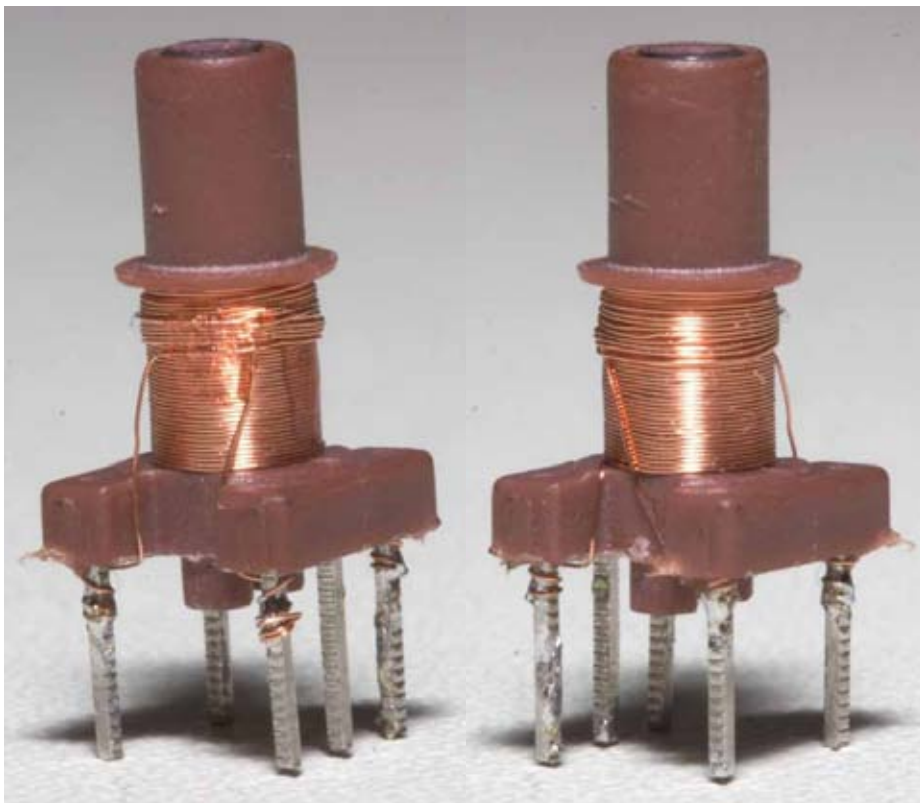
Eine gute Seite hatte das Ganze: meine Entlöttechnik hat sich „perfektioniert“. Nach den mäßigen Versuchen mit der zweiten Spule habe ich auf eine andere Technik zurückgegriffen. Ich hatte mir bereits früher schon (um ICs auslöten zu können) eine Injektionsnadel präpariert: mit einem Außendurchmesser von 1mm passt sie zum einen genau durch die Lötäugen der Spulen und zum anderen aber auch über die Stifte der Spulen. Die Spitze habe ich abgesägt. Damit erhitze ich die Lötäugen und schiebe dann die Nadel schnell mit leichten Drehbewegungen über das Beinchen. Das Lötzinn haftet nicht an der Nadel; das mit allen Beinchen gemacht, läßt sich das Bauteil anschließend ganz leicht aus der Platine ziehen. Die abgesägte Nadel



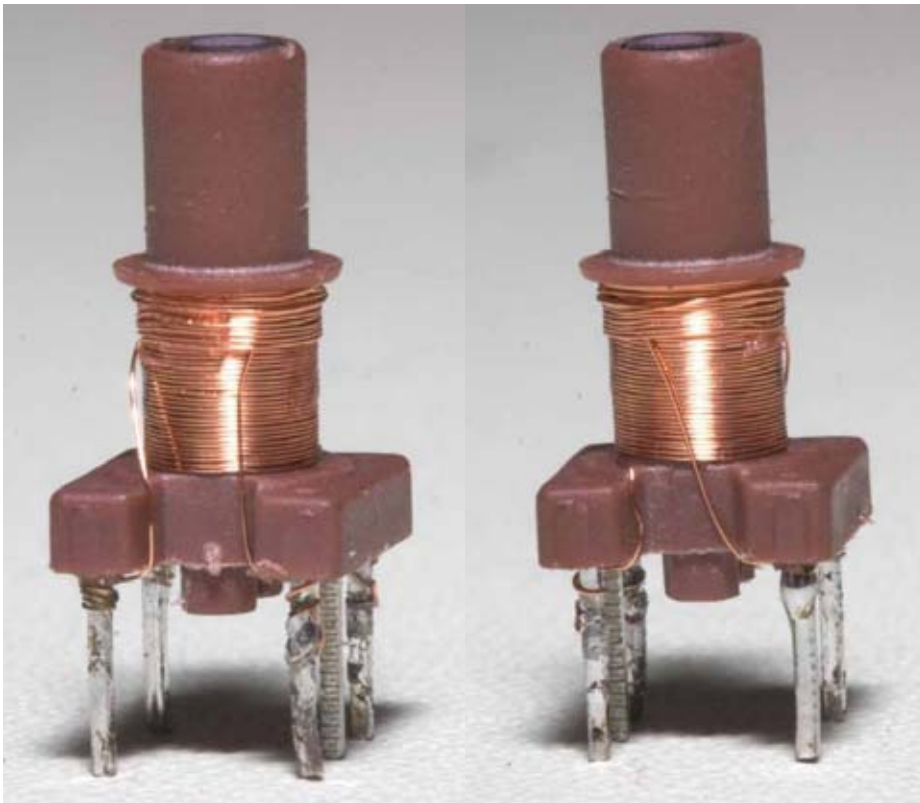
und die Spitze in Großaufnahme



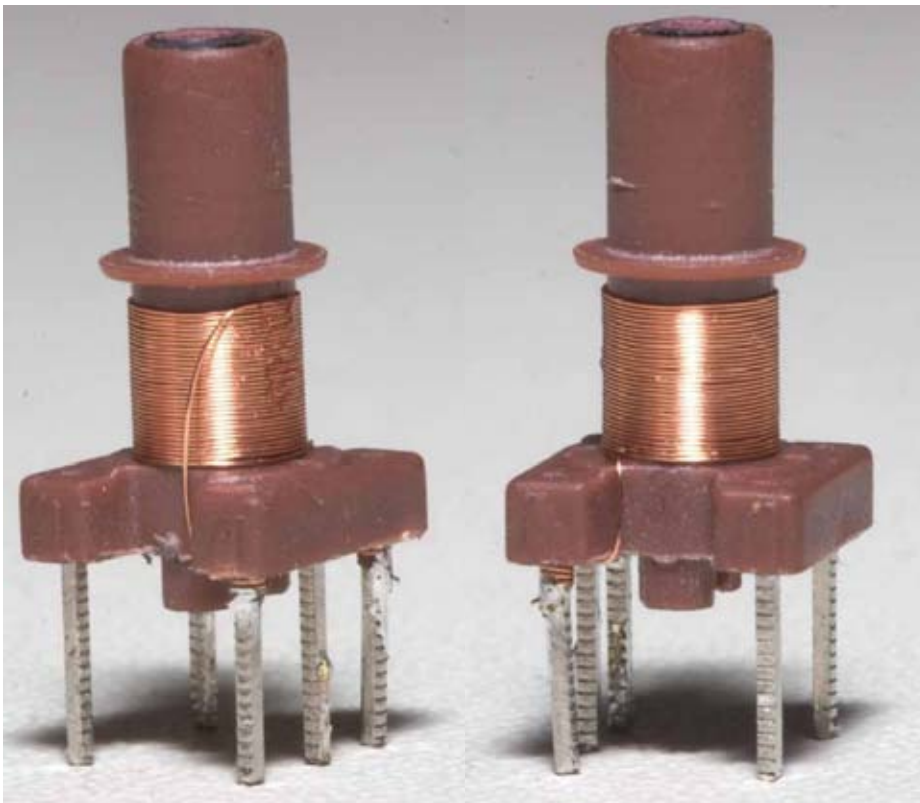
Nach diesen Erfahrungen habe ich die gewickelten Spulen erst einmal nicht mehr eingelötet sondern nur an ihren Platz gesteckt. Nachdem alle Spulen gewickelt waren, habe ich Makroaufnahmen von ihnen gemacht und mir die Wicklungen nochmals auf den Bildern angesehen. Diese zeigen nun schonungslos wie schlecht manche Wicklung geworden ist – aber sie scheinen zumindest alle richtig zu sein.



L2:

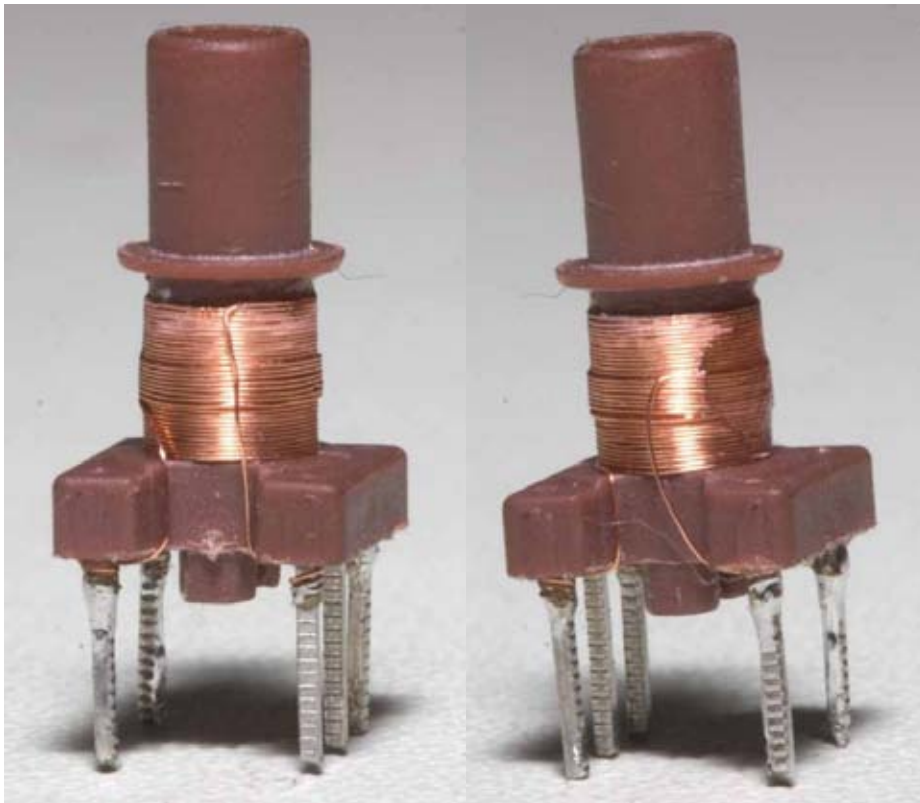


L3:



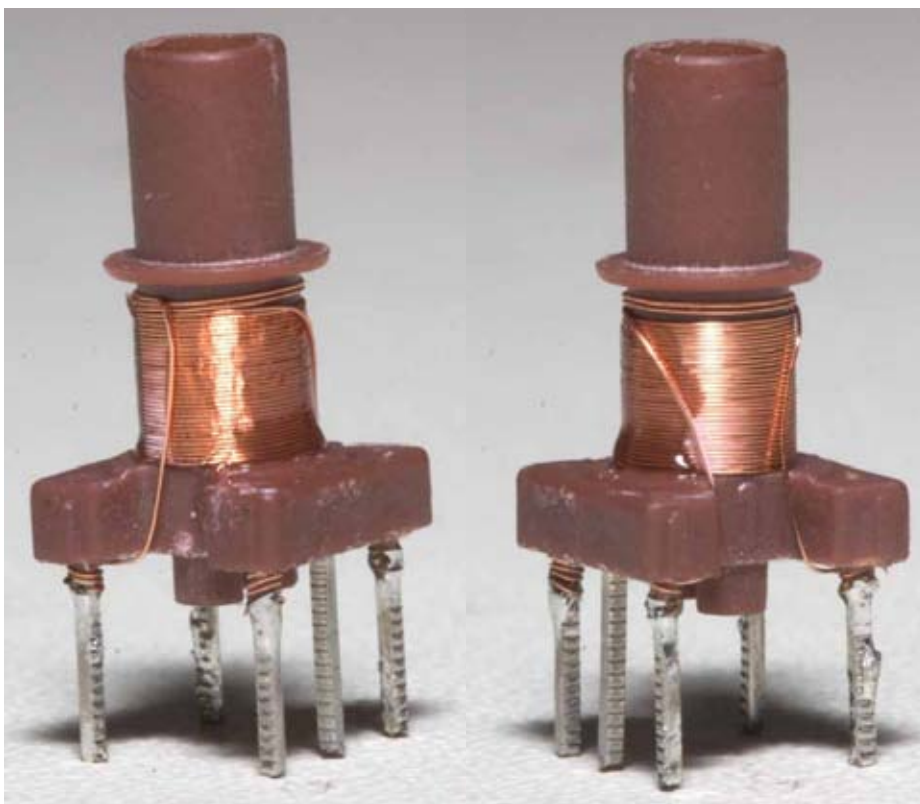
L4:





L5:

Die Spule L5 habe ich nach einer Technik des Bauplans Black Forrest Transceiver gewickelt: also den Draht der ersten Wicklung **über** die zweite Wicklung hinweg zum Zielpin führen. Auch wenn das so nicht im Bauplan des HT stand hoffe ich, daß es richtig war.



L6:

Jetzt geht's ans nochmalige Überprüfen der Platine und dann kann der Test und Abgleich beginnen – na ich bin ja mal gespannt...

## 4. Kontrolle

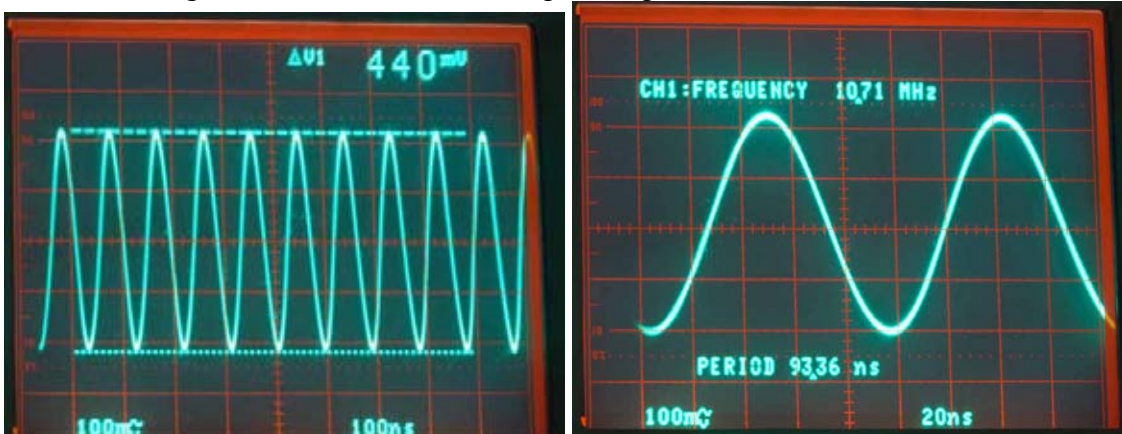
Ich habe nochmals alle Bauteile überprüft und siehe da: ein Widerstand war  $33\Omega$  anstatt  $33k\Omega$ . Kein Problem, schnell ausgetauscht; sonst war alles richtig.

## 5. Tests

Die Baumappe liegt inzwischen für die ZF-Platine in einer aktualisierten Fassung vor, an die ich mich nun halte. Nach Herstellen der beiden Verbindungen (und zusätzlich Masse) zwischen der Steuerplatine und der ZF-Platine messe ich die HF-Spannung am Source von T8.

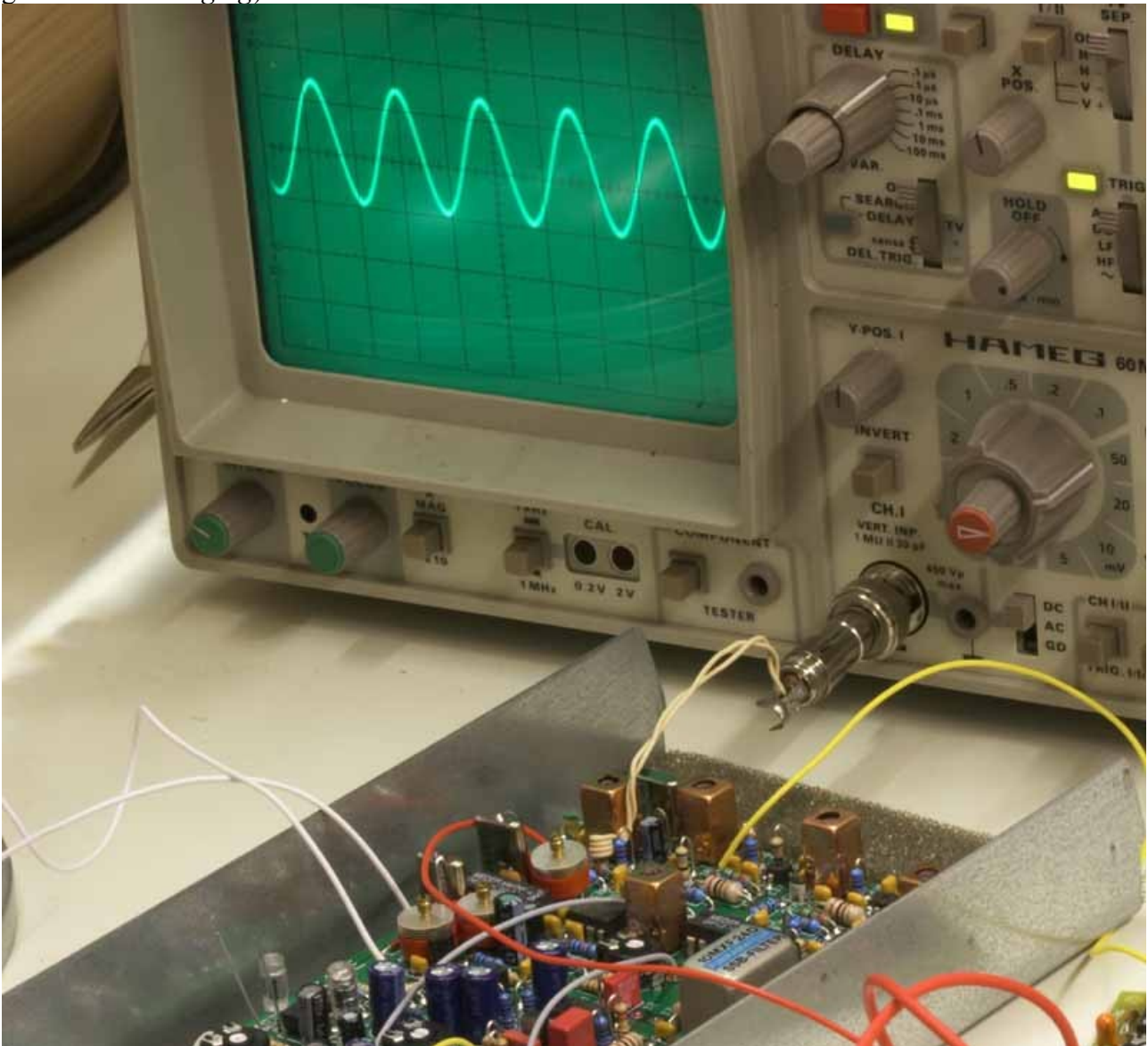


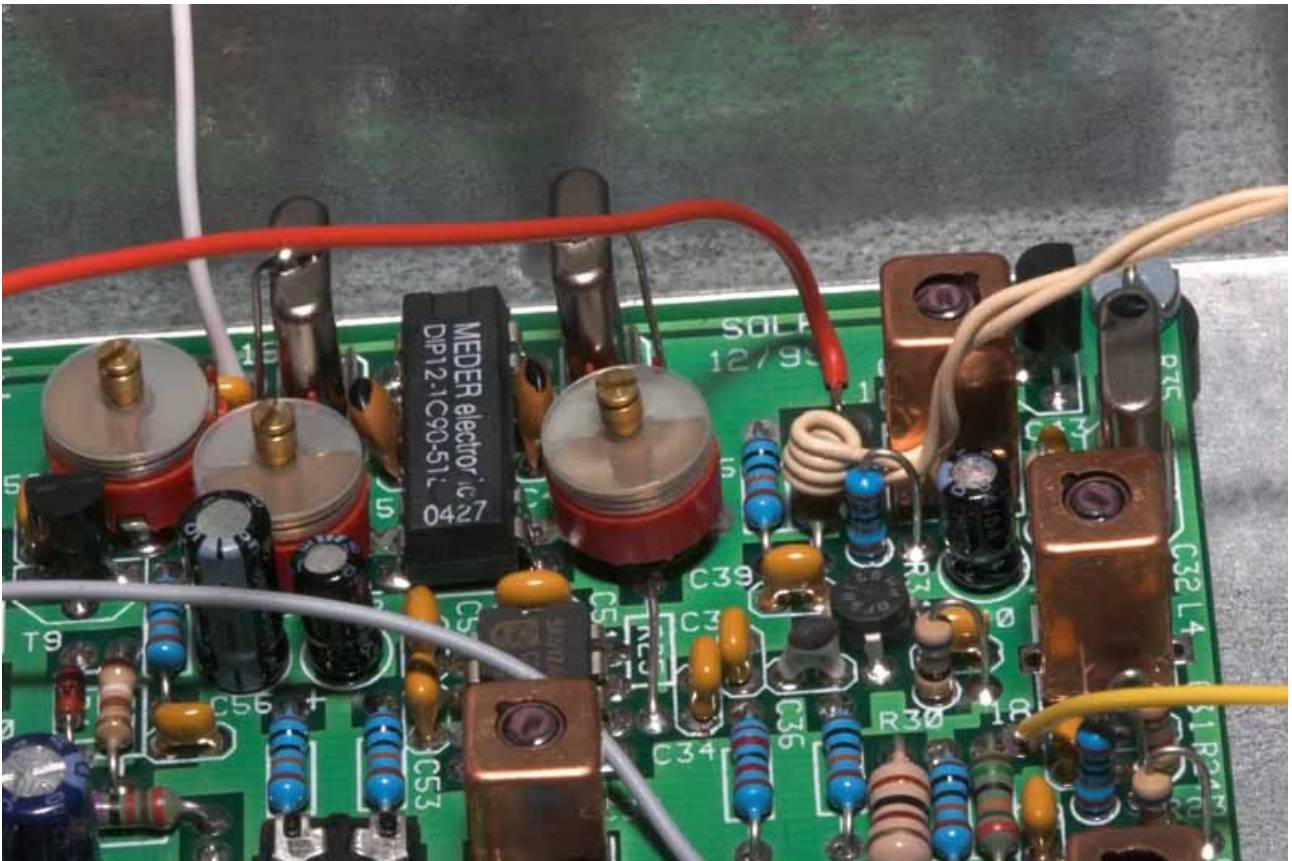
Diese Messung hier war noch ohne Steuerplatine gemacht.



Mit Steuerplatine war der Wert etwas geringer und entspricht ca.  $155\text{mVeff}$  – nur die Hälfte der vorhergesagten  $300\text{mVeff}$ ; auch die Frequenz passt schon mal grob. Mit der losen Ankopplung hatte ich so meine Probleme ein sauberes Signal zu erhalten, auf das der Frequenzzähler triggern konnte. Folgende Konstellation brachte dann den Erfolg: Mit einer Linkleitung habe ich die

Hochfrequenz abgegriffen, jedoch nicht wie empfohlen auf dem Transistor T8 – da war der Pegel einfach zu niedrig. Ich habe ein wenig gesucht und die Stelle auf dem Bild gefunden (ich hoffe da geht es auch – *es ging*).





Außerdem schien die Kopplung nicht immer so ohne weiteres zu funktionieren. Mit ein wenig Hin- und Herschieben am Stecker der Linkleitung hat es dann auf einmal geklappt. Ich vermute es muß erst zu einer Resonanz kommen, damit das Signal groß genug wird (*eine bessere Methode wird später noch beschrieben*). Um den Zähler sauber anzusteuern, bin ich vom Vertikalausgang des Scopes auf den Zählereingang gegangen. Die Einstellung der drei Frequenzen war dann kein Problem mehr (die Drehkondensatoren waren allerdings fast am Ende ihrer Einstellgrenze).



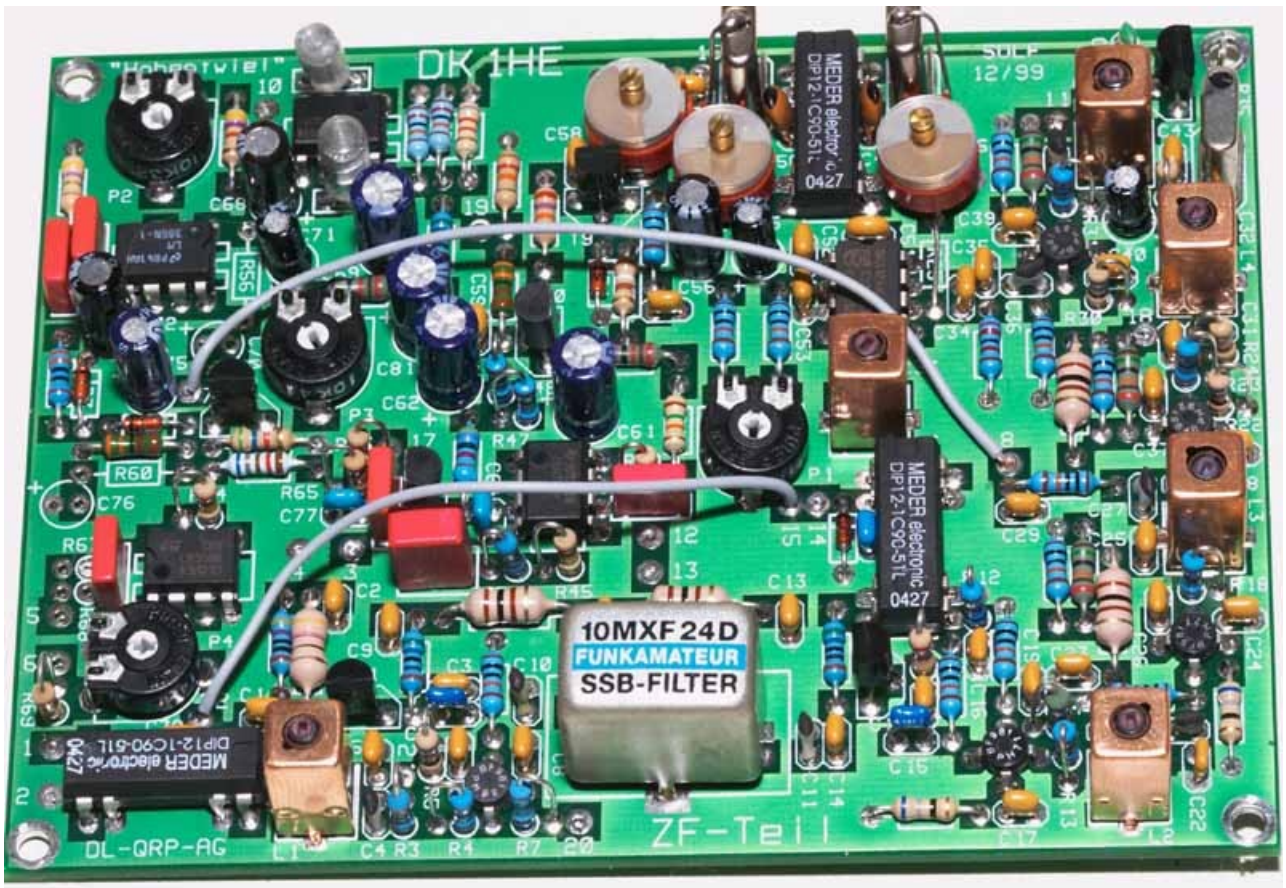
Für die Anbindung des Signalgenerators (HP3325A) hatte ich zunächst das Problem, daß die minimal 1mV<sub>ss</sub> des Generators zu hoch waren. Ein Zwischenschalten des thermischen Leistungsmessers (-20dB) schuf Abhilfe. Aber auch ohne direkte Verbindung konnte ich bereits L2, L3 und L4 abgleichen.

Die maximale Spannung am Voltmeter bei Abregelung der Verstärkung betrug ca. 3,2V. R67 und R68 habe ich noch weggelassen, da ich ja eine LED-Bar als S-Meter einbauen will und noch nicht deren Werte kenne (*es sind inzwischen zwei Widerstände mit je XX Ω*).

Auch der Abgleich des Senders verlief reibungslos. Die HF-Spannung nach Abgleich L5+L1 betrug 300mV<sub>ss</sub> also ca. 106mV<sub>eff</sub>.

Für den Test mit Mikrofon habe ich einen Weltempfänger benutzt. Die Antenne habe ich diesmal (bei noch eingebautem 51 Ohm Widerstand) mit einem 1pF Kondensator angekoppelt.

So, das war mein erstes richtiges HF-Teil. Hat doch ganz gut geklappt. Die wesentlichen Hürden sind genommen.



## Modul 3: VCXO

Bauzeiten:

Gesamtbauzeit des Moduls: 5.5h

### Vorgehensweise

Mein Vorgehen ist unverändert.

#### 1. Inventur

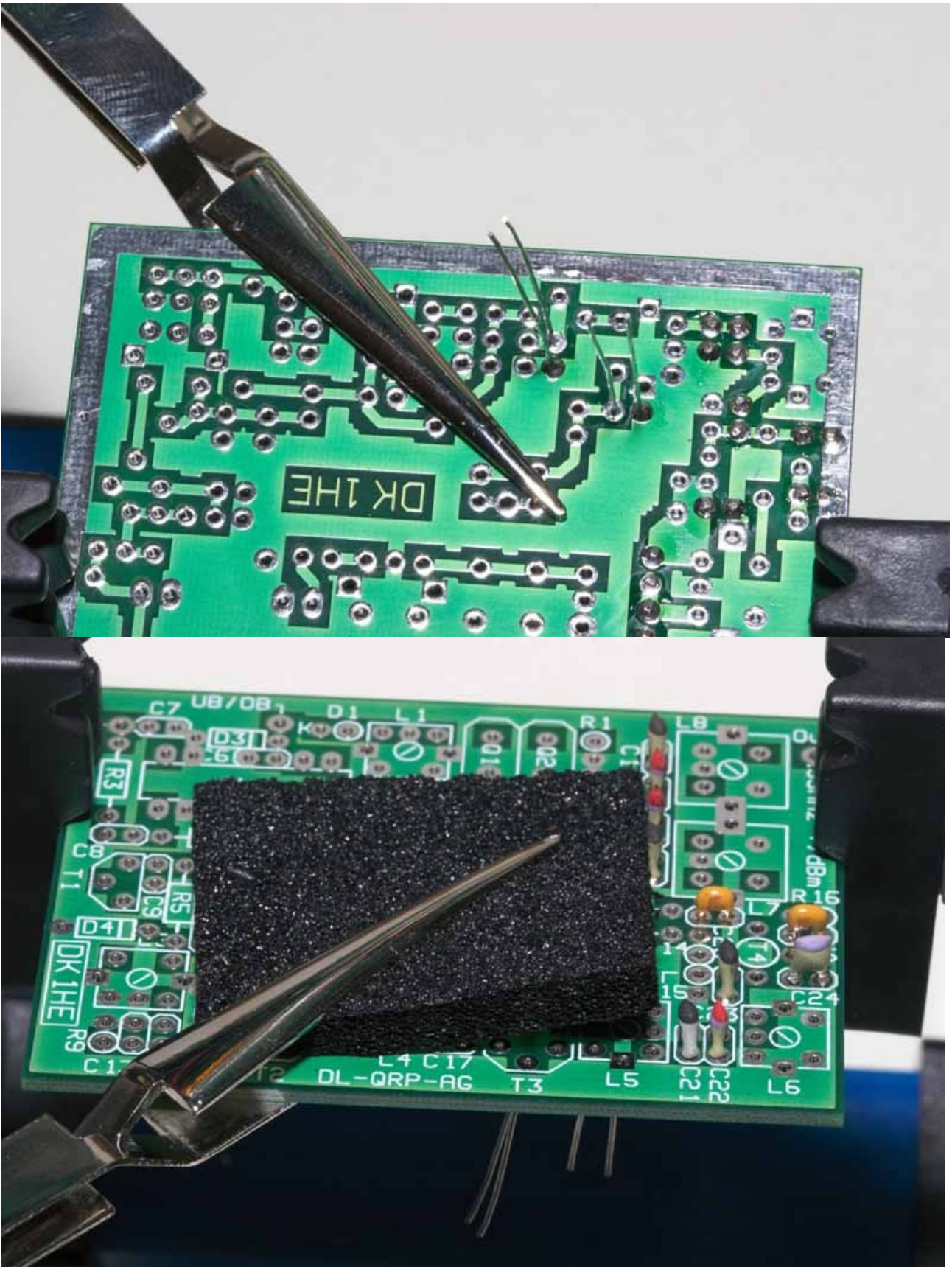
Alles auslegen und prüfen.

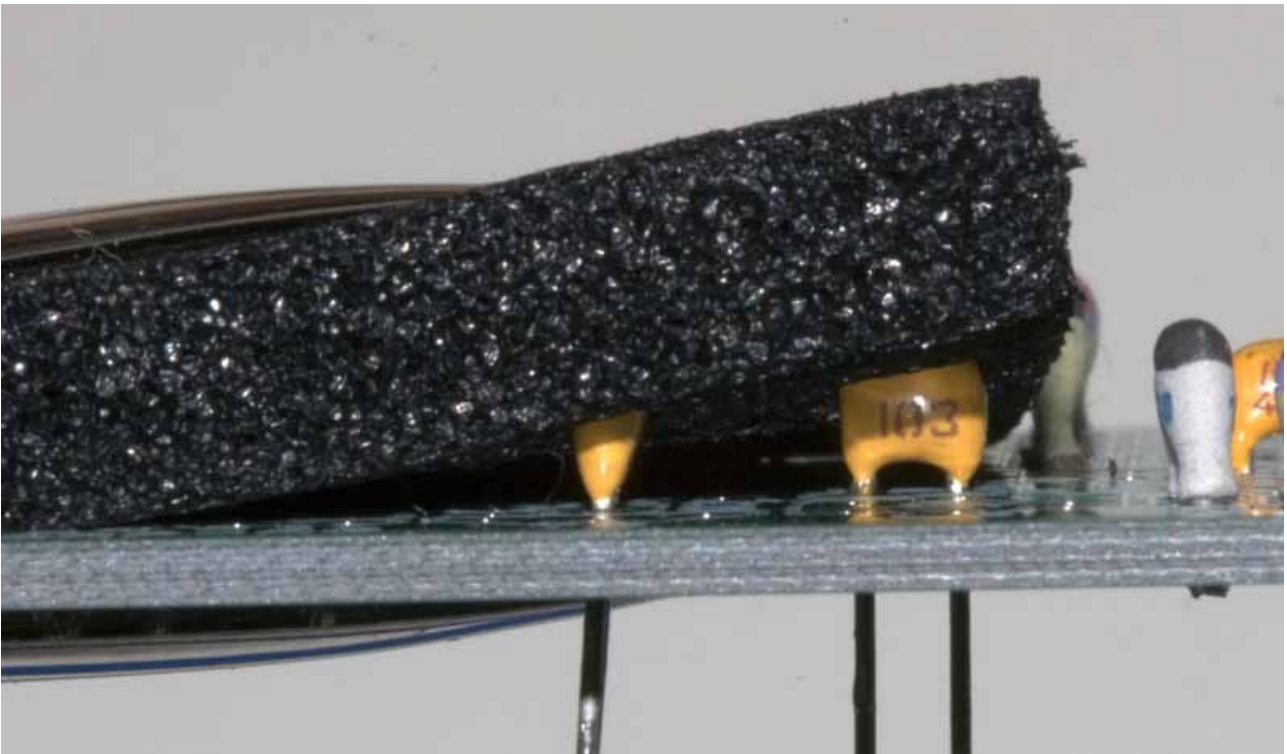


Im Vergleich zur ZF-Stufe sehr übersichtlich. Es ist alles da.

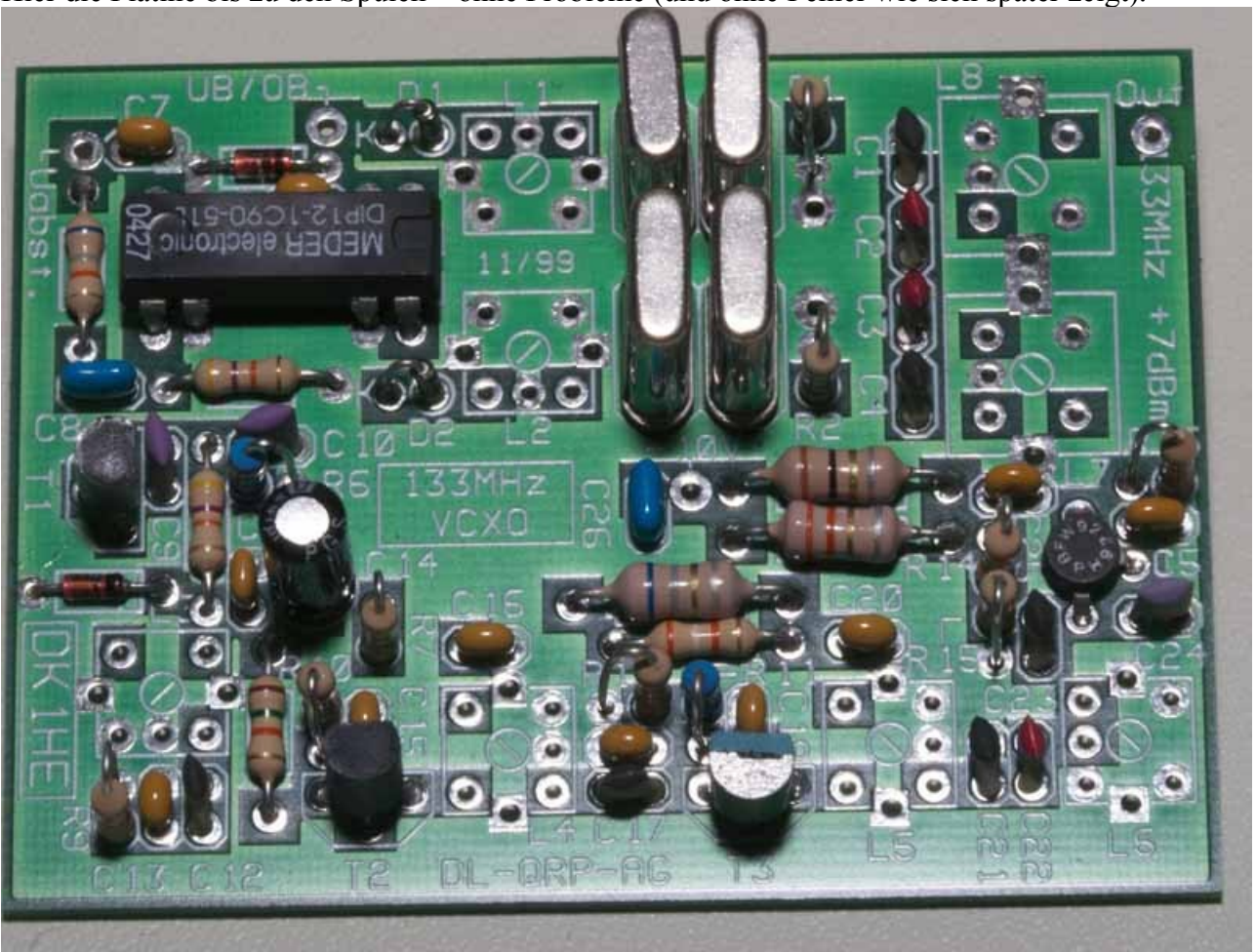
#### 2. Bauteile einlöten

Um die Kondensatoren und Widerstände zum einen möglichst nahe an die Platine zu bringen und zum anderen durch die geraden Beine das Auslöten (Erfahrung: irgendwas geht immer schief) zu erleichtern, habe ich diesmal eine andere Löttechnik benutzt. Ich fixiere die Bauteile mit einer Pinzette und einem Moosgummi. *Das mache ich heute auch nicht mehr. Inzwischen löte ich das Bauteil provisorisch an einem Bein fest – manchmal löte ich dabei sogar von unten – und ziehe es dann bei nochmaligem Erhitzen der Lötstelle an dem zweiten Bein zur Platine hin. Das geht wesentlich schneller als die Klemmerei mit dem Moosgummi.*



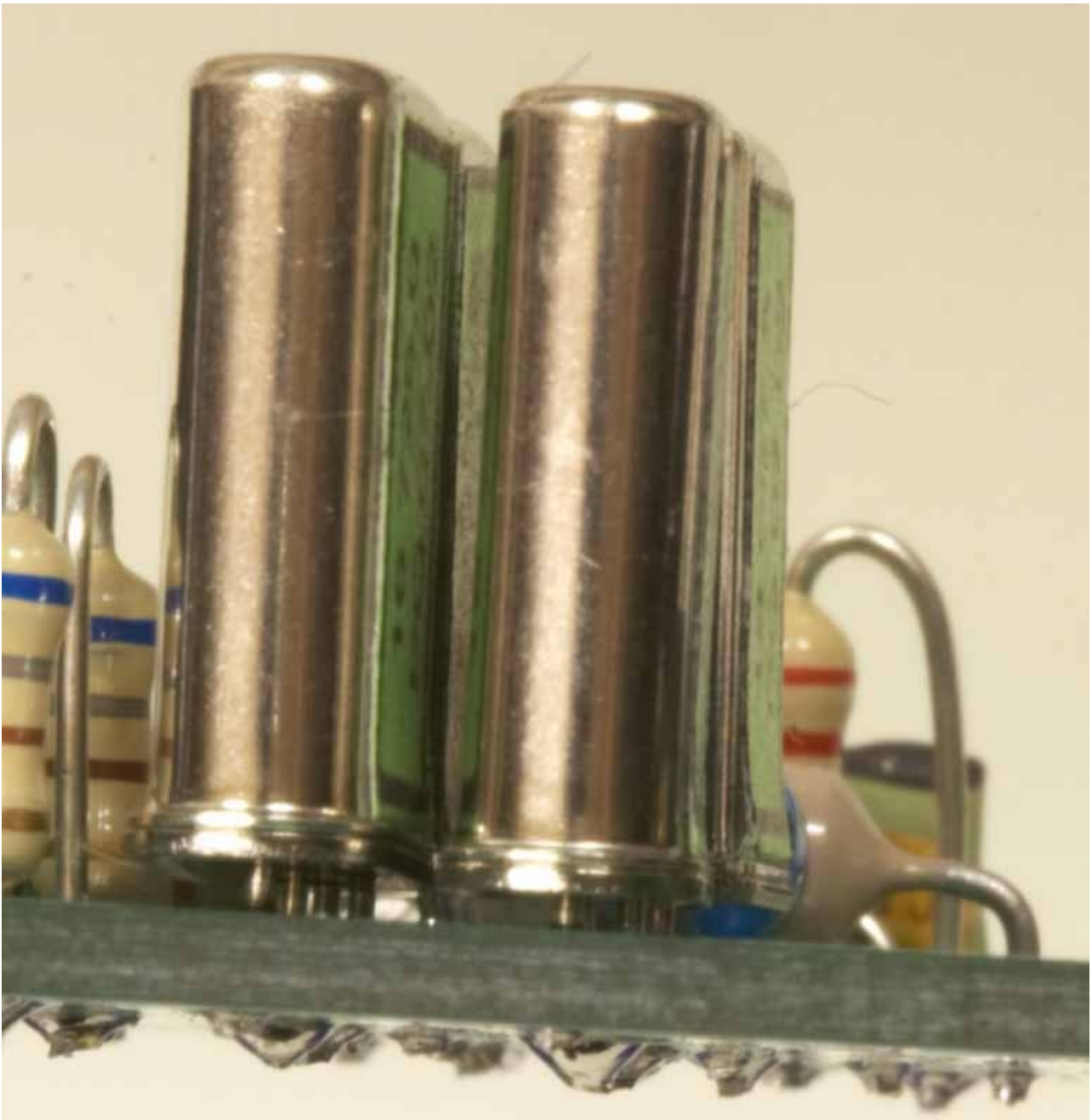


Hier die Platine bis zu den Spulen – ohne Probleme (und ohne Fehler wie sich später zeigt).

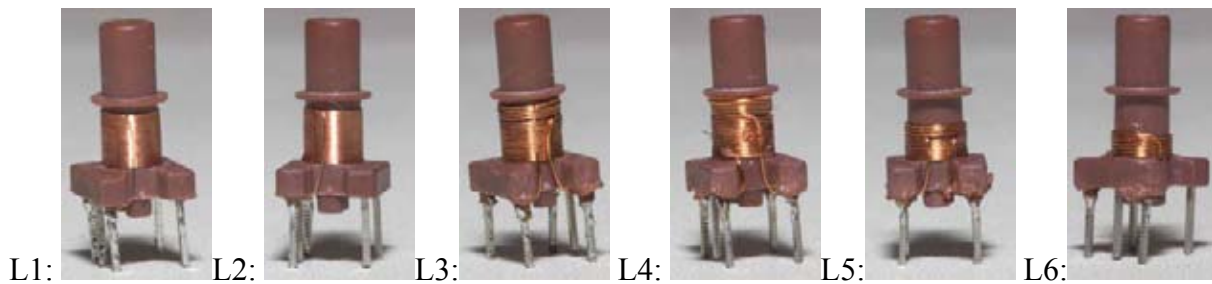


Die Quarze mit nötigem Abstand:

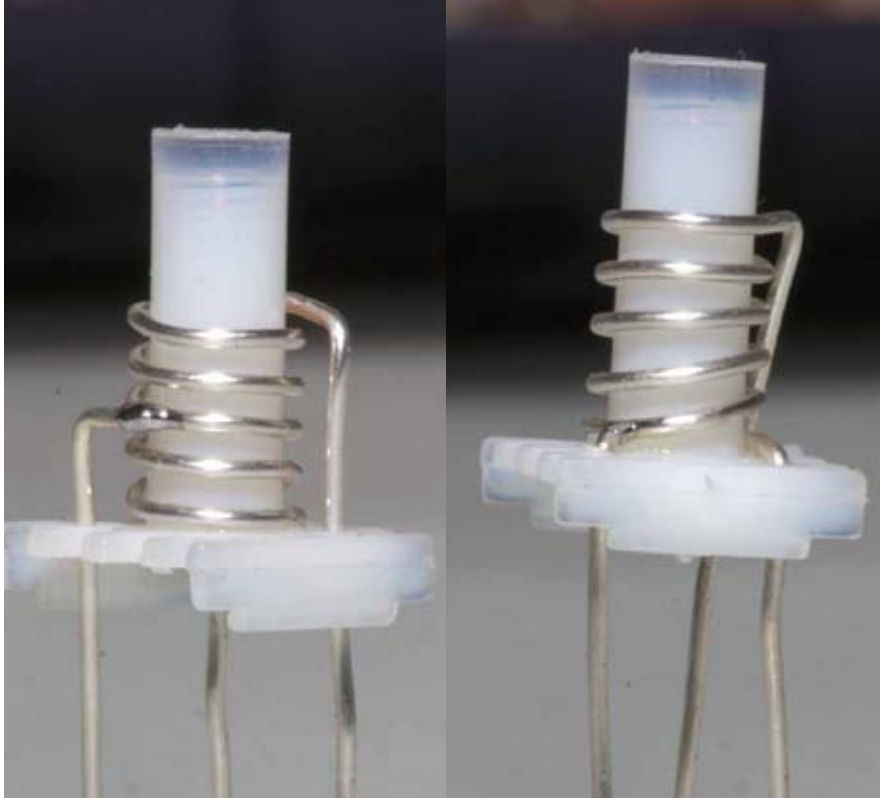




Mit der aktualisierten Baumappe ist das Auffinden der Einbaustellen nun viel leichter geworden. Das Wickeln der ersten sechs Spulen ist nichts Neues. Mit dem 0,2mm Draht bei L3-L6 geht es wesentlich leichter.



L7 und L8 ließen sich auch gut wickeln:



Alle Spulen eingelötet und die Abschirmbecher drauf – doch halt: bei Spule L7 und L8 wollten sie nicht passen. Es hätte so gut gehen können aber ein neuer Spulentyp und schon kann man wieder etwas falsch machen. Ich habe zwar herausbekommen, daß der Abschirmbecher in die Isolierkappe passt diesen aber nicht zwischen Spulenkörper und Platine platziert. Also Spulen wieder auslöten und richtigstellen. Hier hatte ich das Problem, daß die inzwischen abgezwickten überstehenden Beine nun etwas zu kurz waren. Ich habe das dadurch ausgebügelt, daß ich in das Löttauge eben gut Lötzinn gegeben habe auch wenn die Beine nicht ganz durch die Platine gehen. Wie sich zeigte hat es funktioniert (nun kenne ich auch diesen Spulentyp).

### 3. Kontrolle

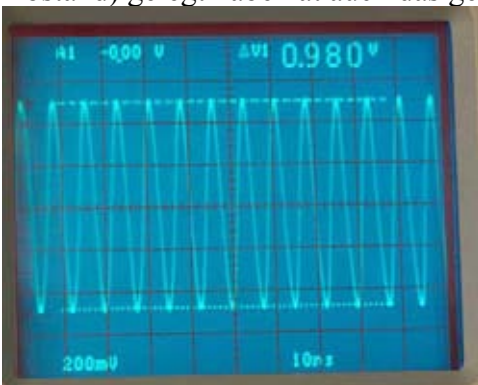
Keine Brücken, keine kalten Lötstellen, alle Bauteile korrekt.

## 4. Testen / Abgleichen

Der Testaufbau:



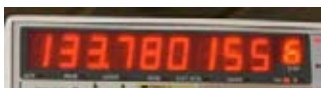
Bis zum Messen der Frequenz geht alles einfach. Für die Frequenzmessung bekomme ich aber zunächst einfach kein sauberes Signal. Nachdem ich die Platine dann auf eine Metallplatte (5mm Abstand) gelegt habe hat auch das geklappt. Die HF-Ausgangsspannung:



Die angegebenen 500mVeff sind es nicht ganz – da werde ich wohl noch den R16 anpassen müssen. Die Frequenzeinstellung geht glatt von der Hand. Bei 7.5V



133,780MHz



und bei 133,540MHz

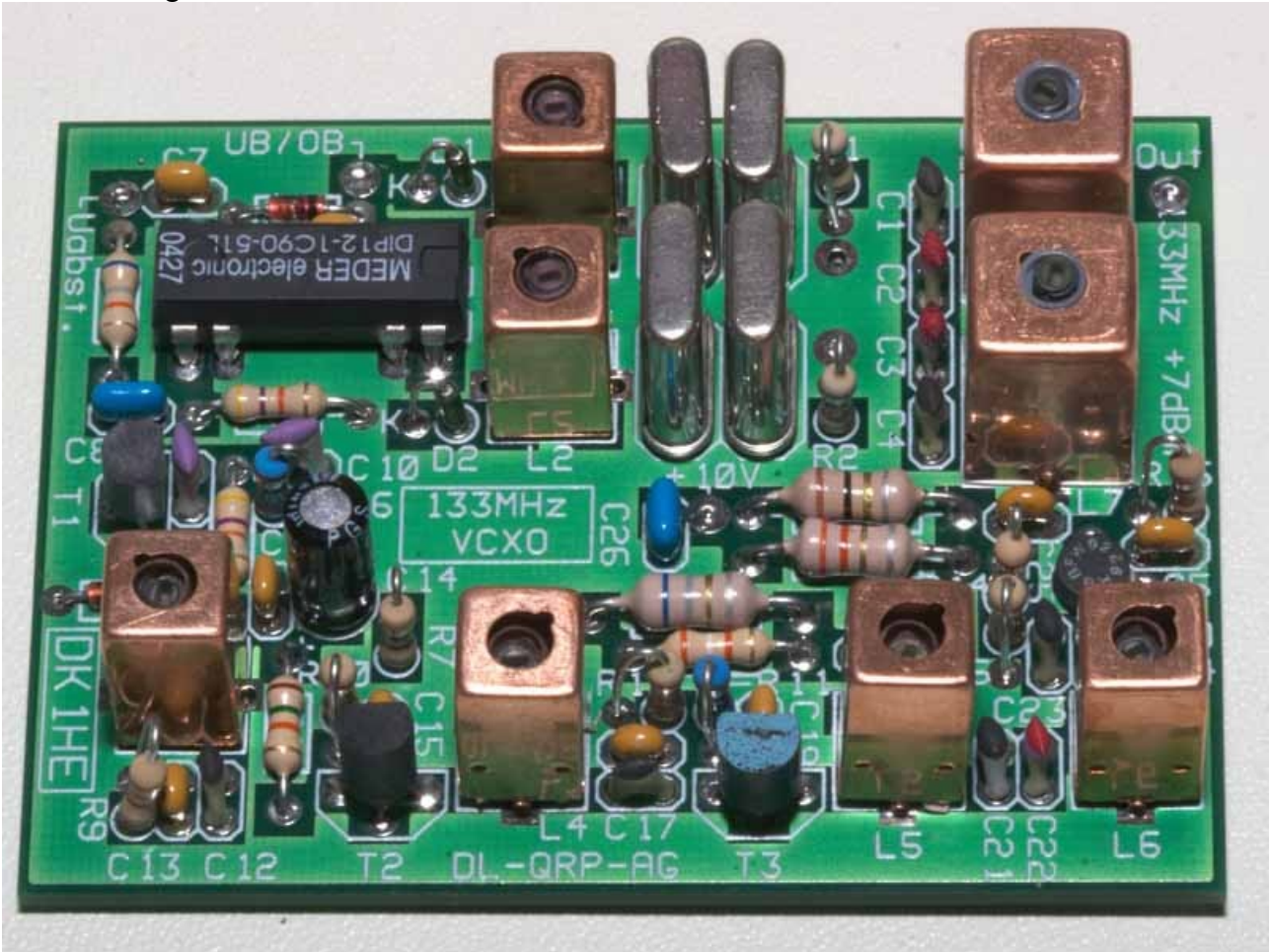


ergeben sich ca. 3,87V Steuerspannung



Für das andere Band läuft es analog.

Hier die fertige Platine:



## Modul 4: HF-Platine

Bauzeiten:

vom 9.10.2005 bis 18.10.2005 (Nachsatz: 31.10.2005)

Gesamtbauzeit des Moduls bis Grobabweich: 12h

Aufbau, Spulen und Kontrolle: 7,5h

Abgleich: 4h+0.5h

### Vorgehensweise

Die Vorgehensweise hat sich nicht geändert. Ich habe zwar bereits bei den vorherigen Platinen Messgeräte eingesetzt, sie aber nicht erwähnt. Bei diesem Modul wäre ich ohne Scope vermutlich hängen geblieben.

### 1. Inventur

Wie sonst auch die einzelnen Bauteile (die Platine hatte ich natürlich auch).



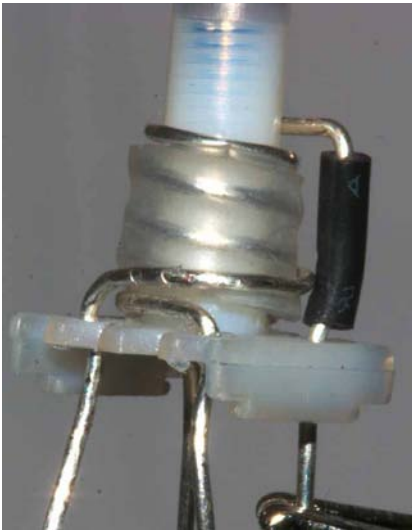
Bis auf ein paar fehlende Kleinteile war alles da. Hier hat es sich schon zum wiederholten Male gezeigt, daß es recht praktisch ist, wenn man ein kleines Sortiment an gebräuchlichen Widerständen, Kondensatoren und Drosseln hat. So braucht man nicht auf Nachlieferungen zu warten. Auch mir Fehlendes habe ich beim lokalen Händler nachgekauft bzw. im Rahmen einer Bestellung bei Reichelt mitbestellt.

## 2. Einbau der passiven und aktiven Bauteile

Beim Einbau der Teile wäre mir beim Mischer fast ein Fehler unterlaufen. Aus irgend einem Grund hatte ich angenommen, daß er mit der Schrift normal lesbar in die Platine gehöre. Nach dem zweiten eingelöteten Bein kamen mir Zweifel, was sich dann als begründet herausgestellt hat: er gehört eben so hinein:



Das Wickeln der Spulen war inzwischen kein Problem mehr (auch weil der Draht jetzt viel dicker ist). Bei den beiden Spulen L2 und L5 habe ich die Isolierung der beiden Windungen etwas anders gelöst als vorgeschlagen. Der Hintergrund war, daß mir die eine Koppelwindung, die ja isoliert sein sollte mit dem 0,6mm Draht und Isolierung zu dick geraten ist (vielleicht haben hier andere einen dünneren, bereits isolierten Draht genommen). Ich habe die erste Wicklung mit Schrumpfschlauch überzogen und die Koppelwicklung ohne Berührung darüber gewickelt. Zur Sicherheit habe ich den absteigenden Draht noch isoliert. Sie sehen jedenfalls so aus:



und die andere Seite:



Hier noch eine Detailansicht vom Verzinnen der Spulen L14-L16:



Bei der Spule L16 war zwar keine Drahtangabe gemacht aber der Verdacht lag sehr nahe, daß sie den anderen beiden Spulen gleicht.

Die restlichen Spulen sind auf dem hochauflösenden Bild (s.u.) per Zoom anzusehen. Den Transistor T5 habe ich unter Zuhilfenahme von Wärmeleitpaste direkt auf die Platine geschraubt. Ich denke das sollte zur Wärmeübertragung genauso gut taugen. Ansonsten läßt sich über den Einbau der Bauteile nichts Besonderes mehr berichten.

So sieht die Platine ohne Abschirmung



und mit



Hier noch das erwähnt hochauflösende Bild (2908x1096, 263KB):



### 3. Kontrolle

Die Kontrolle der Platine, Lötstellen und Bauteile hat keine Fehler ergeben.



#### 4. Tests, bzw. Abgleich

Zum Testen und Abgleich der HF-Platine werden die Steuerplatine und der VCXO benötigt. Um die richtige LO-Frequenz einzustellen, habe ich den Testaufbau vom Testen des VCXO nochmals aufgebaut (den Abbau hätte ich mir sparen können). Erstaunlicherweise erhielt ich diesmal beim Messen des Ausgangspegels einen wesentlich höheren Wert (ohne irgendwelche Änderungen an der Platine!)



wenn ich mich nicht verrechnet habe, sind das  $830\text{mV}_{\text{eff}}$  – das reicht. Den Abgleich des Empfängers habe ich erst 'mal ausgelassen, da mir eine Signalquelle für  $144\text{MHz}$  fehlt (inzwischen nachgeholt s.u.). Als Anfänger und mit dem HT als erstem Gerät hat man halt nix (inzwischen habe ich ein kommerzielles Gerät geordert, dann kann auch das nachgeholt werden). Den Abgleich des Sendeteils habe ich dann so begonnen, wie in der Baubeschreibung angegeben. Der Ruhestrom für T5 ließ sich nicht auf  $100\text{mA}$  bringen. Nach einem Hinweis auf ein solches Problem mit Beseitigungsvorschlag auf den Seiten der Bergfunker habe ich es aber mit einer zweiten Diode in Reihe mit D4 geschafft. Etwas gewundert hat mich das Prozedere mit dem Messen der Stromaufnahme bei P1 auf Masseanschlag. Da flossen einfach keine mA (höchstens ein paar  $\mu\text{A}$ ). Also habe ich mit P1 den Verbrauch von T5 ohne ZF-Signal so gut es ging auf  $100\text{mA}$  eingestellt. Hier hat sich schon bemerkbar gemacht, daß der Aufbau mit "Freiluftverdrahtung" doch recht empfindlich ist (die Metallplatten als Basis hatte ich aber schon). Mit den Spulen L5-L8 habe ich auch recht schnell ein Maximum am Kollektor von T3 erreicht und mit ein wenig Abgleicherei an den Trimmern erhielt ich auch schon eine Ausgangsspannung von ca.  $15\text{V}_{\text{eff}}$ , was ja doch mit den erwarteten  $5\text{W}$  gut korrespondiert. Prima, habe ich gedacht – das war doch ganz einfach. Lediglich der Stromverbrauch von T5 war mit  $1,2\text{A}$  etwas hoch.

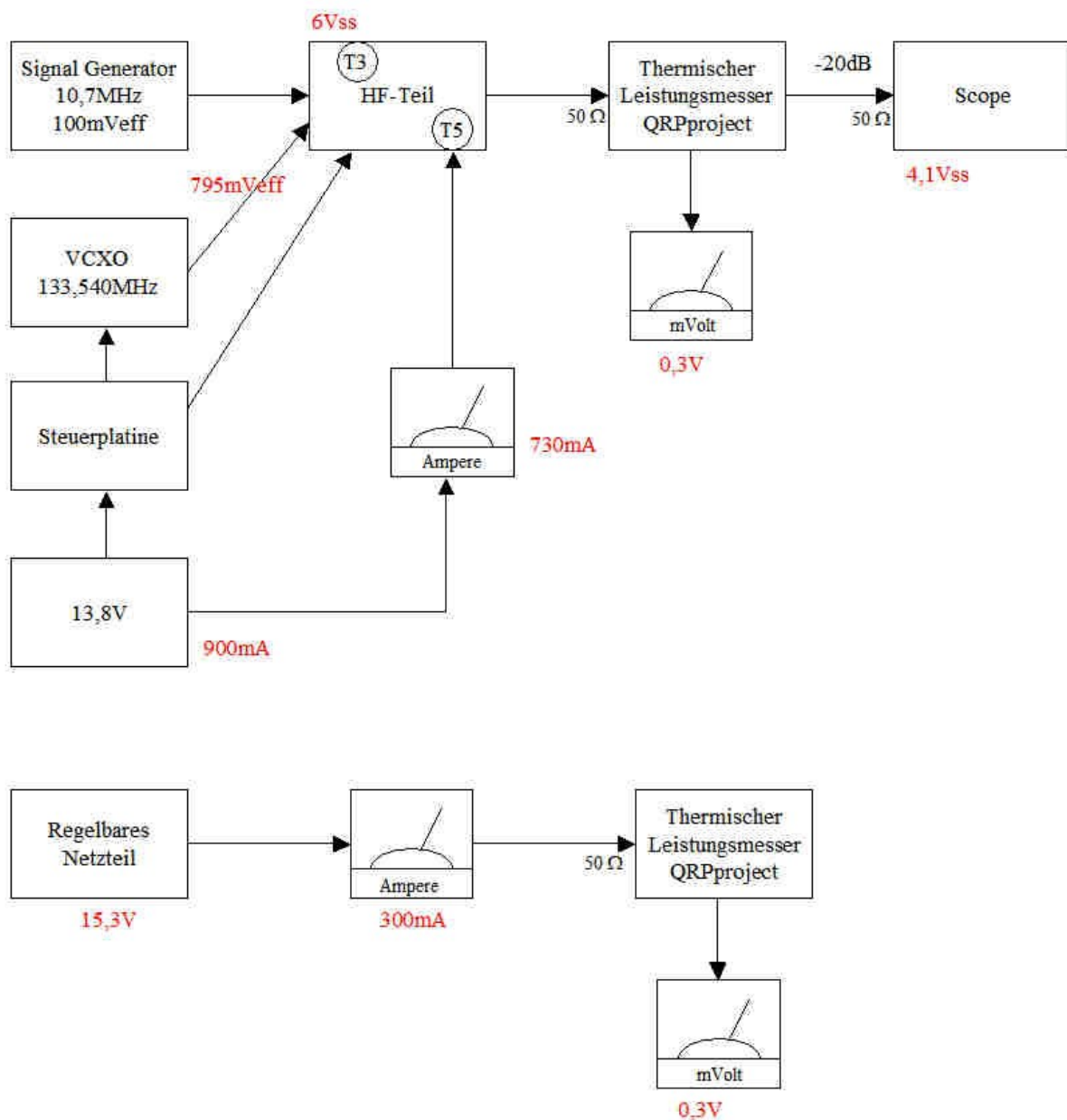
Beim Abklemmen des ZF-Signals habe ich dann festgestellt, daß der Ausgangspegel immer noch unverändert vorhanden war. Darüber hinaus war die gemessene Frequenz am Ausgang auch nicht  $\sim 144\text{MHz}$  sondern  $\sim 133\text{MHz}$ , also die VCXO-Frequenz. Weil ich mir das nicht erklären konnte, habe ich dann erst 'mal ein paar Fragen im QRP-Forum gestellt und nach wilden Vermutungen über einen möglicherweise defekten Mischer (Auslötlung s.o.) dann aber die nötigen Hinweise bekommen, daß das eine Resonanzschwingung ist und der Abgleich (=Pegeloptimierung) natürlich auf der Signalfrequenz bzw. dem Zielmischprodukt ( $\sim 144\text{MHz}$ ) erfolgen muß. Da machen sich eben einfach die noch fehlenden HF-Kenntnisse bemerkbar.

Nun so gewarnt habe ich alle Spulenkerns wieder in Ausgangsposition gebracht und beim Abgleich

von L5+L6 gleich darauf geachtet, daß die am Kollektor von T3 gemessene Frequenz ~144MHz beträgt. Gleiches galt für L7+L8. Beim nachfolgenden Optimieren der Ausgangsspannung mußte ich regelrecht herumjonglieren, um eine Einstellung zu finden, die optimal verstärkt aber nicht schwingt. Ich kam dabei nur auf ca. 19Vss, was nicht ganz 1Watt entspricht; der Stromverbrauch von T5 betrug dabei ca. 200mA. Also auch nicht das gewünschte Ergebnis.

Was ich allerdings bei diesen Abgleichversuchen noch stärker gemerkt habe, ist die Empfindlichkeit des Testaufbaus auf die Umgebung (Hände, Lage der Kabel, Abstimmwerkzeug [da empfiehlt sich im Übrigen ein Kunststoffschraubendreher]). Auch die beiden Dioden D4 und D4.1 haben noch nicht den optimalen Wärmekontakt mit T5.

Mit einem wesentlich stabileren Testaufbau (keine sich kreuzenden Kabel, vernünftige Steckverbindungen, kürzere Kabel, HF-Drossel in Stromversorgung, keine Resonanzschwingungen mehr) habe ich nun folgenden Meßaufbau verwendet und die folgenden Meßwerte (rote Zahlen) erhalten:



Hier nochmal die Zahlen als Text:

Spannung am Kollektor T3: 6V<sub>ss</sub>

Ausgang VCXO bei 133,540MHz: 795mV<sub>eff</sub>

Spannung am Scope mit 50Ohm Abschlußwiderstand: 4,1V<sub>ss</sub>

Spannung am Meßausgang Thermischer Leistungsmesser: 0,3V

Stromverbrauch T5: 730mA

Stromverbrauch gesamt: 900mA

Vergleichsspannung/strom für gleiche Leistung: 15,3V= bei 300mA

Das ergibt über den Scope-Wert etwa 4,2 Watt und über die Vergleichsmessung etwa 4,6 Watt. Im Rahmen der Genauigkeit der Messung scheinen mir die Werte in Ordnung zu sein.

Soweit also erstmal der Aufbau der vier Platinen.

## **Zwischenresumée**

Zusammenfassend möchte ich schon 'mal Folgendes bemerken:

- Bis auf Kleinteile waren alle Bauteile korrekt vorhanden (ein eigenes Sortiment beschleunigt den Aufbau, bzw. hält nicht auf, wenn man gerade loslegen will)
- Der Zusammenbau der z.T. als recht empfindlichen Teile war kein Problem (Antistatikschutzmaßnahmen haben offensichtlich gewirkt)
- Mit ein wenig Übung (nach 2-3 Mal) ist das Wickeln der Spulen wirklich kein Problem (vorausgesetzt es stellt sich nicht noch heraus, daß ich doch was falsch gemacht habe) *es hat sich gezeigt, daß alles richtig gewickelt war.*
- Es empfiehlt sich wirklich alles mehrfach zu lesen und auch unmittelbar vor den entsprechenden Einbauten (*das mache ich auch heute noch zu oft nicht*)
- Zu viel Ehrgeiz oder zu lange Bauzeiten am Stück wirken sich (zumindest bei mir) negativ auf die Fehlerbilanz aus – lieber an mehreren Tagen bauen (ich bin da oft zu ungeduldig)
- Das Handbuch in der zu Baubeginn vorliegenden Version war noch lückenhaft, wurde aber inzwischen angepaßt
- Für einen HF-Anfänger fehlen in dieser Baubeschreibung wesentliche Hinweise über grundsätzliches Vorgehen mit HF – aber wer Funkamateurliebling ist / werden will sollte damit letztlich keine Probleme haben – nur irgendwo muß man mit Erfahrungssammeln eben anfangen (in anderen Baubeschreibungen kann man auch fündig werden – und ich verstehe, daß nicht in jeder Bauanleitung alles zum X-ten Male beschrieben werden kann)
- Ohne vernünftigen Meßpark scheint mir der Abgleich nur schwer möglich. Vor allem auf ein Scope würde ich nicht verzichten wollen. Da ich zudem ja auch viel über die Zusammenhänge lernen wollte, waren es für mich eher noch zu wenige Meßinstrumente (*inzwischen habe ich auch aufgerüstet*)
- Ohne anderes Funkgerät oder entsprechenden Meßsender fehlen Vergleichsmöglichkeiten, bzw. Signalquellen (144MHz ist für Anfängerverhältnisse eine doch recht hohe Frequenz)
- Die im Bauplan genannten Pegel ließen sich (*bislang – wie sich dann aber herausgestellt hat aber doch noch*) bei mir nicht immer erreichen, bzw. waren noch wesentlich besser (woher kommt die Streuung? *Aus heutiger Sicht: vom Meßaufbau*). Ein umfangreicherer Pegelplan wäre hilfreich gewesen
- Der Bau, der Abgleich und die Fehlersuche hat zu jedem Zeitpunkt Spaß gemacht, v.a. weil mir "Basteln" grundsätzlich viel Freude bereitet und ich doch inzwischen eine Menge lernen konnte.
- Mit der Unterstützung aus dem Forum und über das Forum, sowie googeln und hilfreichen Telefonaten mit HT-erfahrenen Funkamateuren bin ich bis jetzt immer weiter gekommen.

- Ich bin 100% davon überzeugt, daß am Ende ein Gerät mit guten Werten und zu meiner Zufriedenheit herauskommt.

**31.10.2005:**

Inzwischen konnte ich auch den Empfänger unter Zuhilfenahme eines 2m Tranceivers abgleichen. Die angegebenen 15dB Verstärkung habe ich nicht nachgemessen sondern nur die drei Spulen und C1 optimiert.

Somit sind also die vier Baugruppen vollständig erstellt und getestet. Nochmalige genauere Messungen und einen kompletten Abgleich werde ich erst vornehmen, wenn die Gehäuse geliefert und die HF-empfindlichen Baugruppen entsprechend abgeschirmt eingebaut sind.

## **Bauabschnitt 5: Gehäuse und Zusammenbau**

Bauzeiten:

vom 17.12.2005 bis 20.4.2006

Gesamtbauzeit bis Fertigstellung: 27h

VCXO in Abschirmgehäuse einbauen und testen: 2h

HF-Platine in Abschirmgehäuse einbauen und Verkabelung vorbereiten: 2h

Neuer Grundabgleich HF-Platine: 2h

Gehäuse vorbereiten und Module einbauen (mechanisch): 7h

Verkabelung: bisher 2h

Abgleich: 2h

Fehlersuche und nochmaliger Abgleich nach Quarztausch: 8h

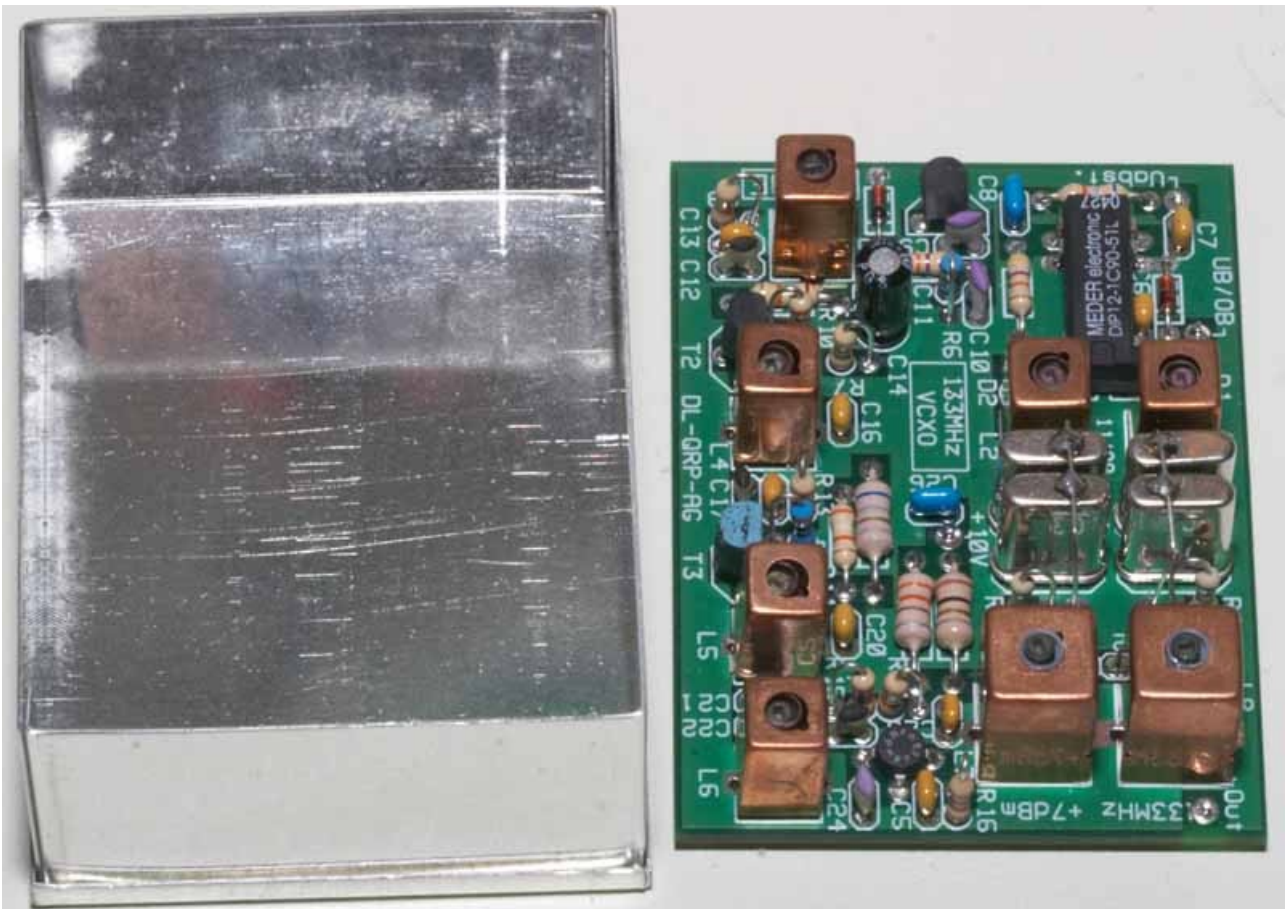
Beschriftung: 2h

### **Vorgehensweise**

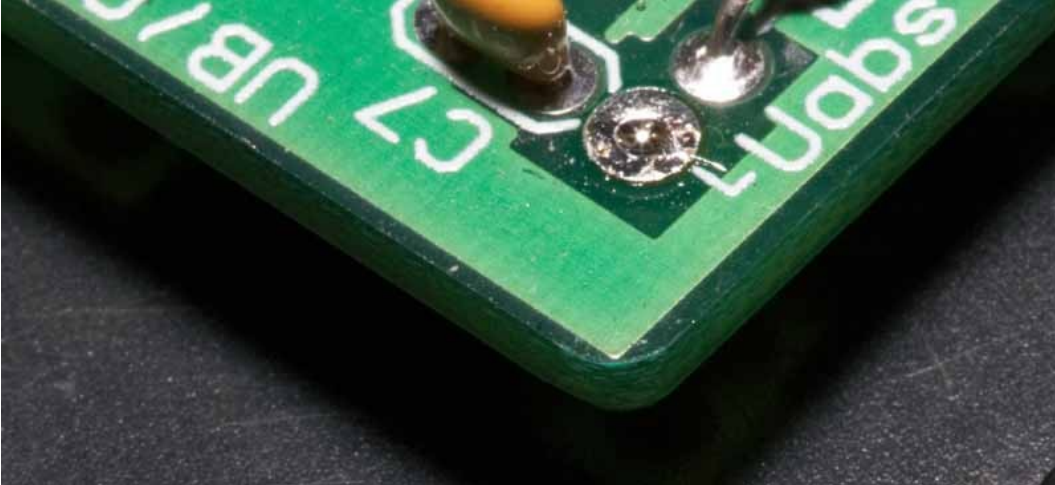
Die Messungen an den Platinen ohne Abschirmgehäuse gestalteten sich schon etwas heikel, so daß ich schon gespannt auf die Ergebnisse mit abgeschirmten Modulen war.

### **1. Einbau der Module**

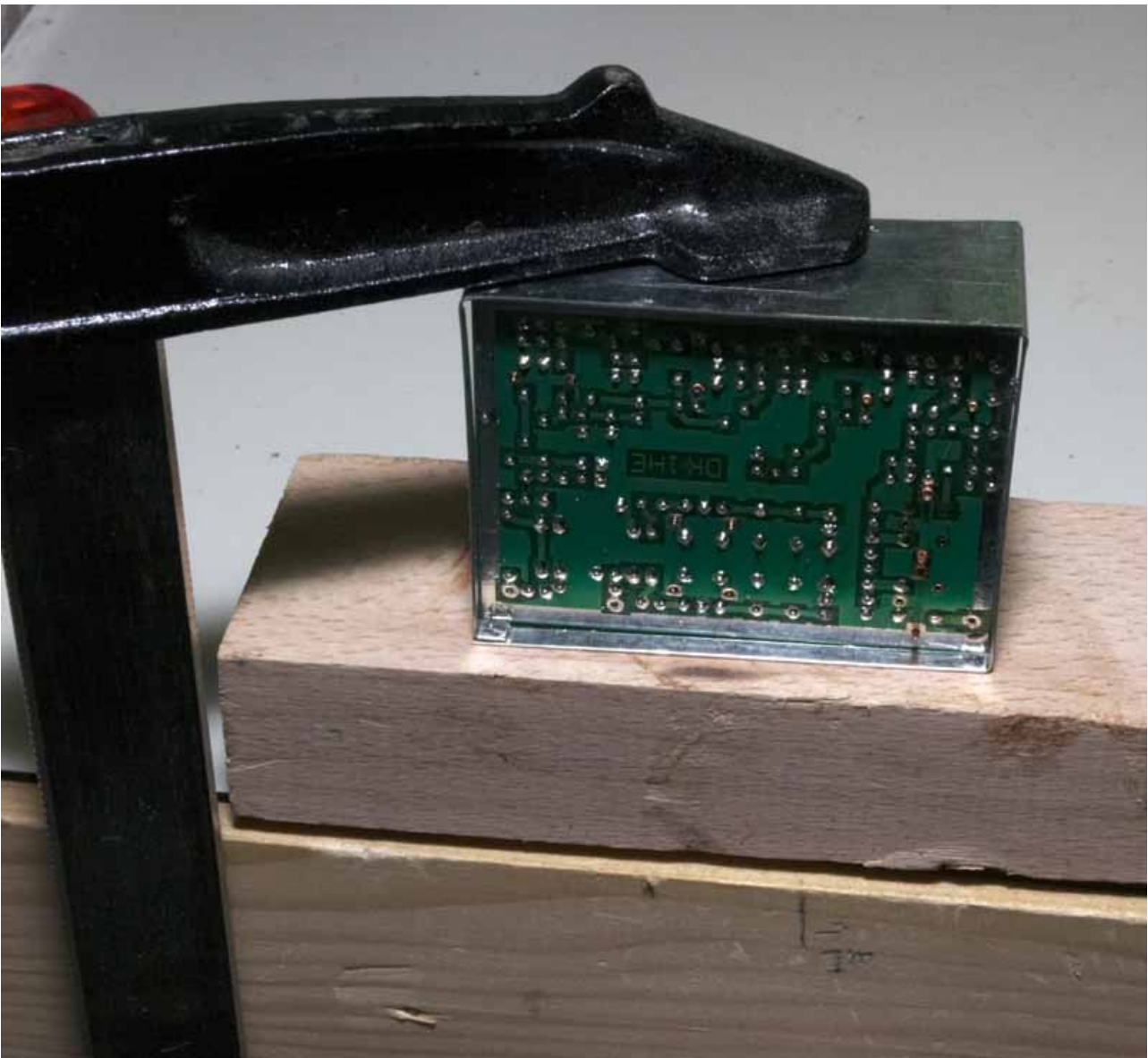
Im gelieferten Gehäusebausatz befinden sich (u.a.) die Abschirmgehäuse für den VCXO und die HF-Platine. Die Gehäuse bestehen aus je 4 Teilen: 2 Seitenteile sowie Deckel und Boden. Hier das Bild vom VCXO:



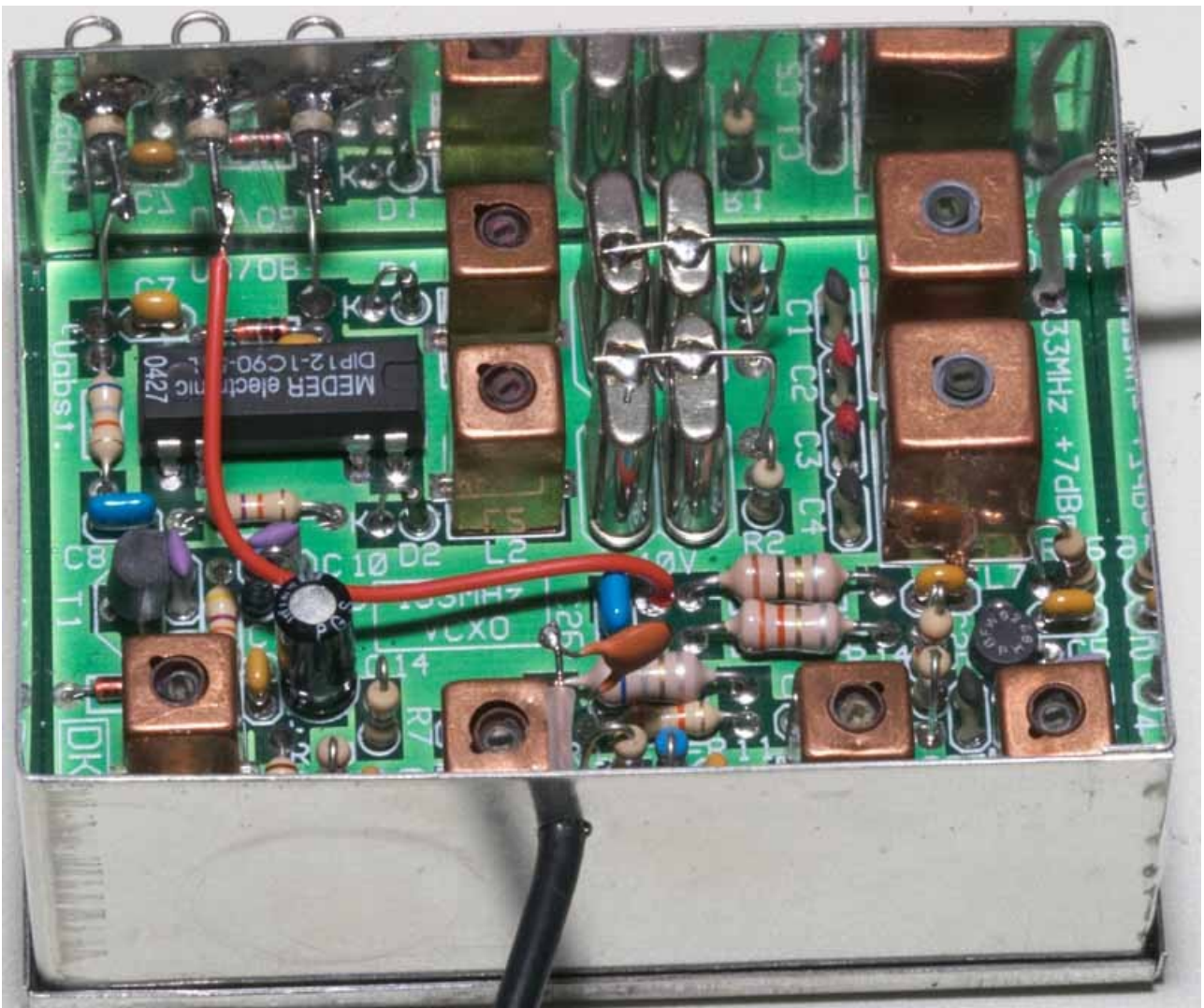
Der Aufbau ist einfach: Löcher nach Bauplan anbringen, Platine anheften, Lage kontrollieren und festlöten. Zum besseren Sitz habe ich die Kanten der Platine etwas abgerundet:



Als Ersatz für eine hitzebeständige dritte Hand habe ich eine Schraubzwinde benutzt, um die Bleche an die Platine zu drücken:



Jetzt noch rundum verlöten und fertig.

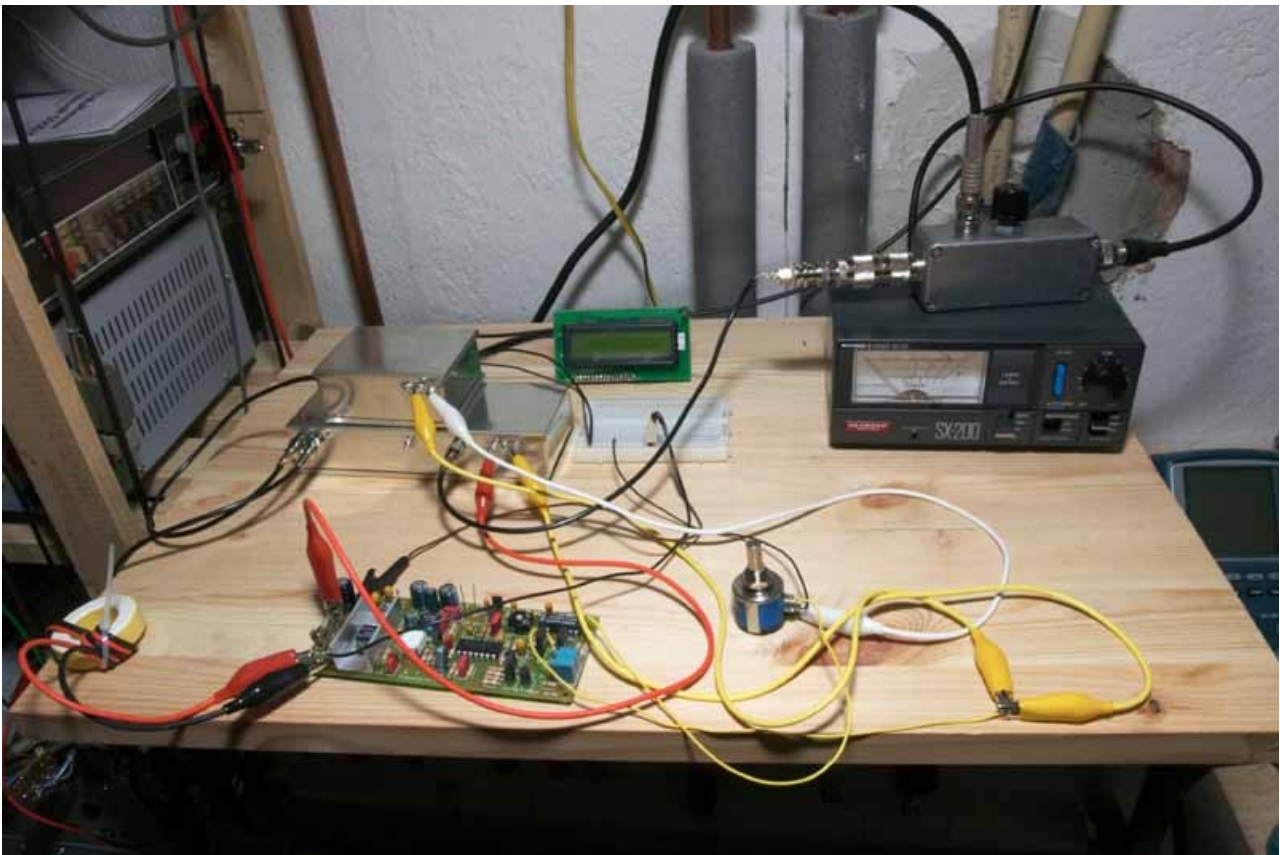


Am unteren Rand des Bildes ist der Anschluß für die Frequenzanzeige zu sehen. Ich habe das Signal ( $\sim 33.4\text{MHz}$ ) nach der ersten Verdopplerstufe über einen  $5,6\text{pF}$  Kondensator am Kontaktpunkt von R8 mit R9 ausgekoppelt. Dementsprechend ist die Vervielfachung am Frequenzmodul auf 4 und der Offset auf  $10.7\text{MHz}$  programmiert.

Deckel und Boden des Gehäuses habe ich noch nicht verlötet, da ja noch Kabel und die Abschirmungen der Spulen zu verlöten waren - außerdem wollte ich ja nochmal abgleichen. Mit der HF-Platine bin ich dann genauso vorgegangen.



Beim Messen am VCXO haben sich keine neuen Werte ergeben. Der Ausgangspegel lag bei ca. 3.2V<sub>ss</sub> also ca. 1130mV<sub>eff</sub> - mehr als genug. Bei der HF-Platine wurde es schon interessanter – hier der Testaufbau:



(die Rohre im Hintergrund gehören allerdings nicht dazu). Auf dem SWR-Meter steht ein HF-Auskoppler, der zwar eigentlich nur bis 30MHz vorgesehen ist aber zum Anzeigen des Ausgangssignals und Messen der Ausgangsfrequenz ausreichte. Allerdings war die Dämpfung nicht ohne, so daß ich mit meinen Abgleichversuchen zunächst nur auf 3-3.5 Watt kam. Im Hintergrund ist auch das Frequenzanzeigemodul zu sehen. Nach mehrmaligem Abgleich und Anschluß des Leistungsmessers direkt am Ausgang der HF-Platine konnte ich dann folgenden Wert messen (unterste Skala: 5 Watt)





Die zuvor gemessenen Werte (um 20dB abgeschwächtes Signal per Scope gemessen) deuteten schon eine höhere Ausgangsleistung als ausgerechnet an, da ja das Scope mit 150MHz Bandbreite bei 144MHz ja auch schon nicht mehr 100% des wahren Wertes anzeigt. Zwischenzeitlich hatte ich wieder eine leichte Schwingungsneigung, die sich aber mit einer vernünftigen Erdung des Abschirmgehäuses abstellen lies. Der Gesamtstromverbrauch liegt mit den 5 Watt bei ca. 840mA – da wird der Leistungstransistor schon ganz gut warm.



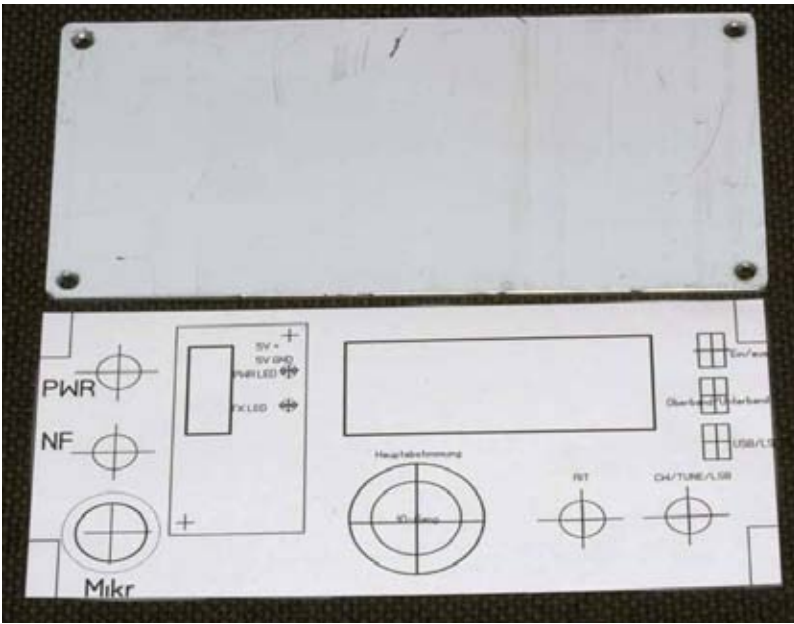
Ein Vergleich der vom Frequenzmodul angezeigten Frequenz mit der am Ausgang gemessenen Frequenz



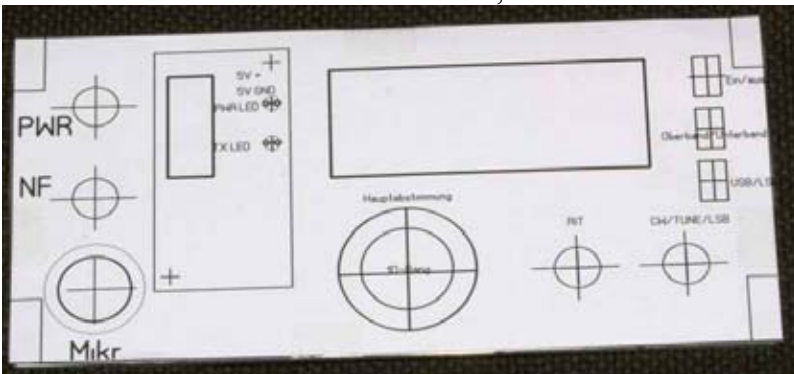
ergab auch eine gute Übereinstimmung.

## 2. Frontplatte

Zur Vorbereitung der Frontplatte drucke ich die Schablone aus der Baumappe aus (mit Vergrößerung 104%), so daß sie genau auf die Platte passt.



Mit Tesafilm fixiere ich den Ausdruck,



steche die Bohrmittelpunkte und die Ecken der beiden rechteckigen Ausschnitte durch und bohre, bzw. säge die Löcher (*wer genau hinsieht, erkennt, daß das Loch für den Mikrofon Gain fehlt*). Mit schon 'mal provisorisch eingesteckten Anzeigen schaut das ganze dann so aus:



und die Rückseite der Front so:

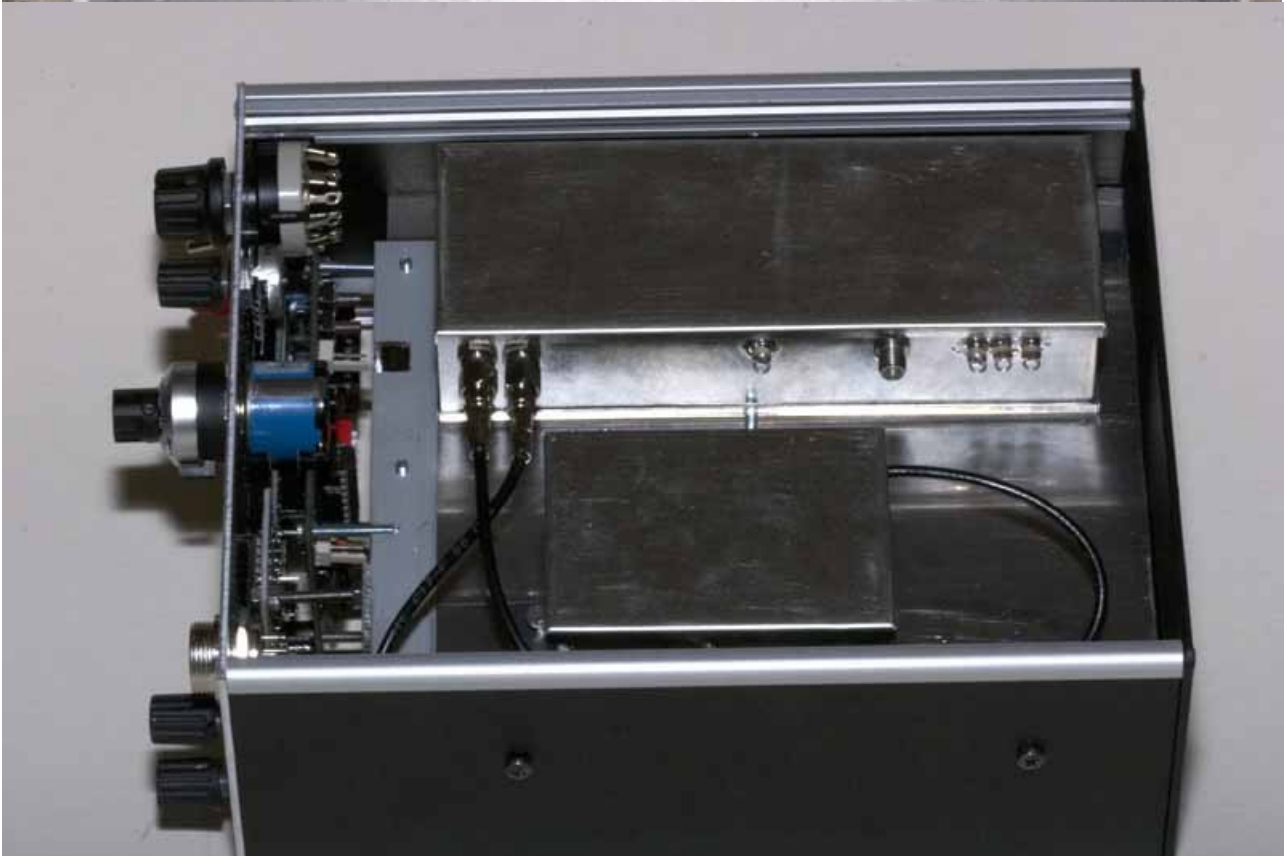


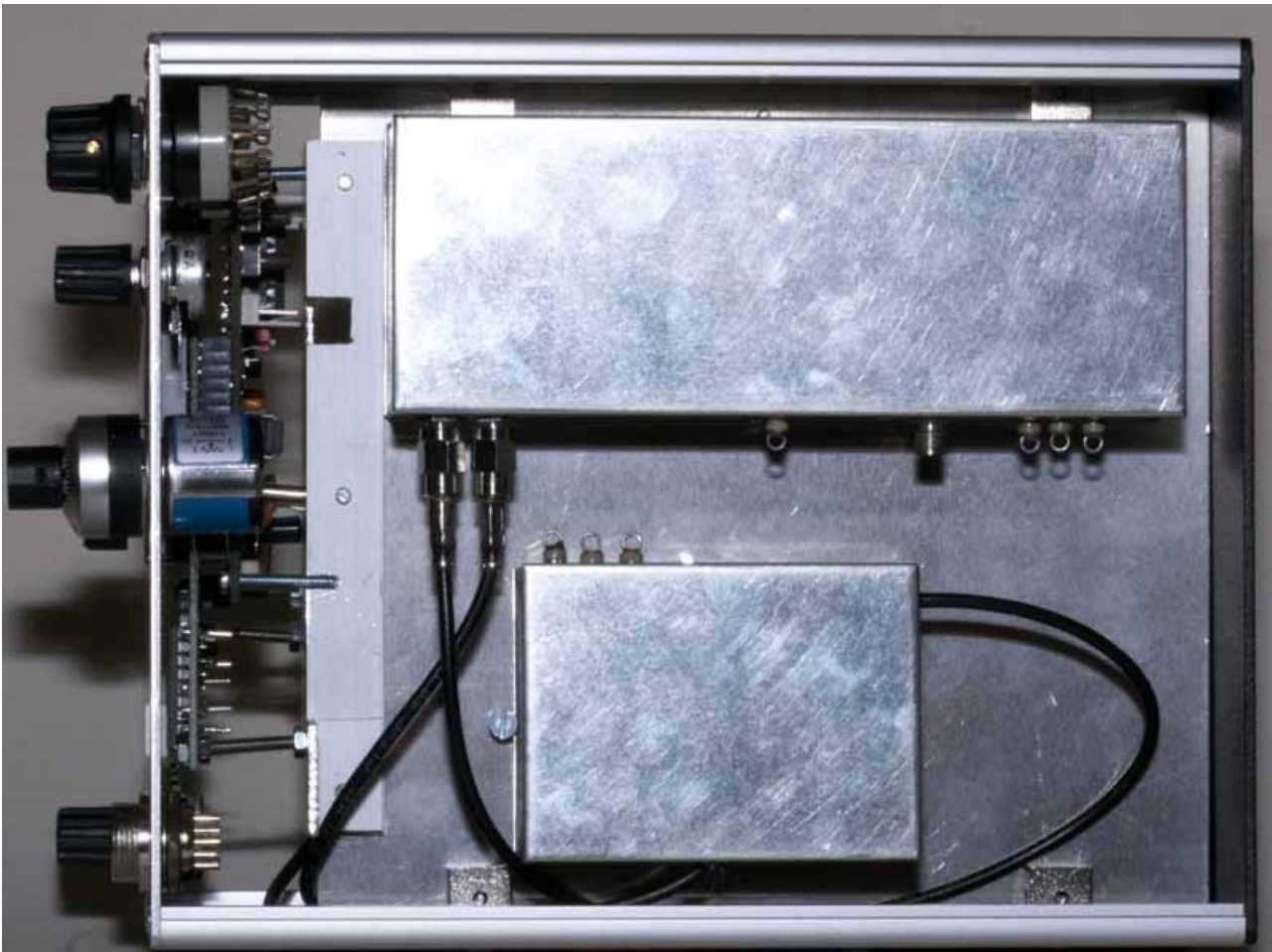
Es geht recht eng zu. Für die beiden Anzeigen habe ich mir vorgenommen, keine weiteren Löcher für Schrauben durch die Frontplatte zu bohren, also müssen sie von hinten befestigt werden. Dazu habe ich einen Aluwinkel an die Zwischenplatte angeschraubt (für die Einpassung der Zwischenplatte habe ich die beiden geschirmten Module nach unten angeordnet und gerade so viel Platz gelassen, daß sie hineinpassen. Oben sollen dann die ZF-Stufe und die Steuerplatine zum liegen kommen. An Platz für einen Lautsprecher sollte man dann auch noch denken. Ohne Feinmechanikerwerkstatt ist es schon ein Gefrickel – einen Schönheitswettbewerb werde ich sicherlich nicht gewinnen, aber mir langt's. Hier die Ergebnisse:

von oben



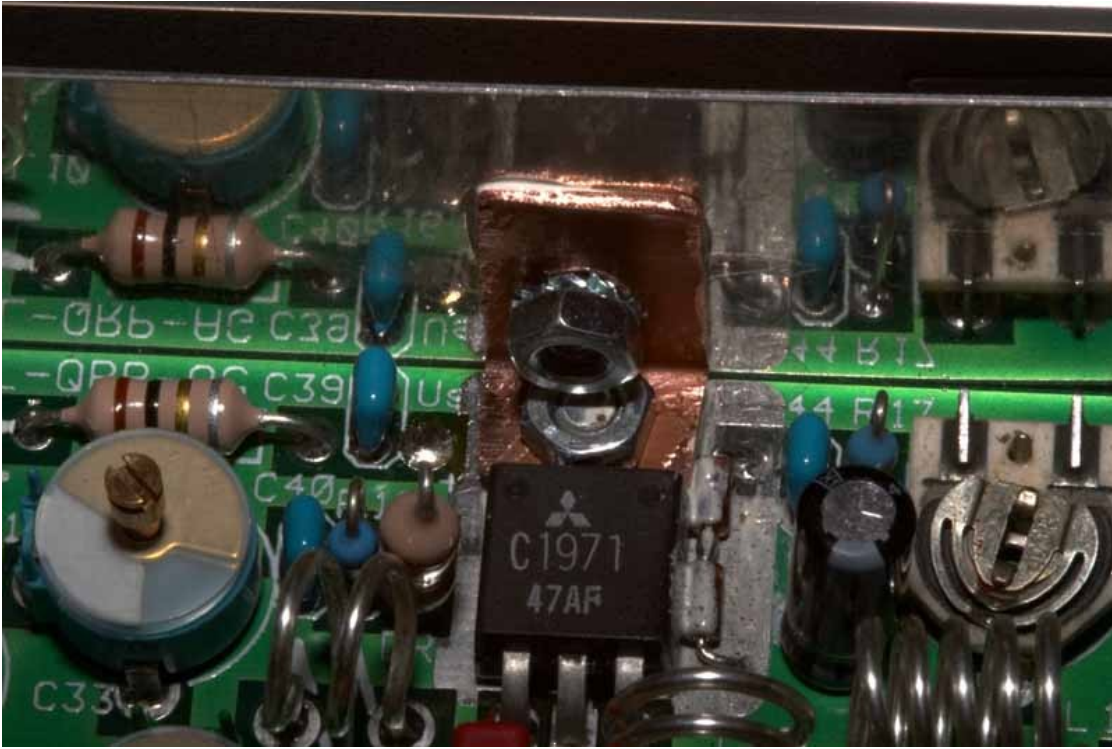
von unten





Die beiden Anzeigeplatten habe ich mit M3 Gewindestangen befestigt. Die Befestigungslöcher müssen dazu etwas aufgebohrt werden. In die Aluplatten habe ich M3 Gewinde geschnitten, die dann die Gewindestangen aufnehmen.

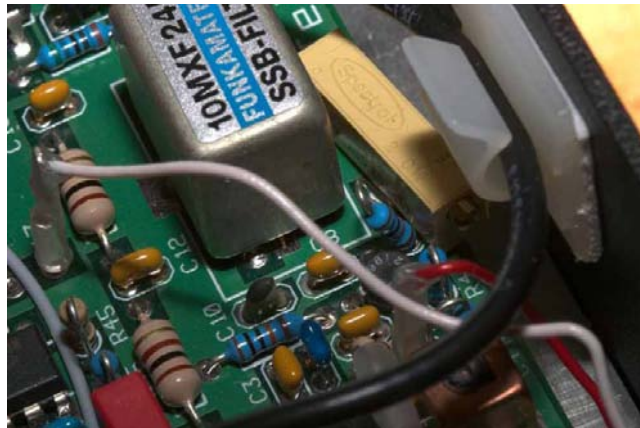
Für eine zusätzliche Kühlung des Endstufentransistors habe ich einen Vorschlag von Nino, DL3IAS aufgegriffen und einen Kupferwinkel zwischen Transistor und Gehäuse angebracht.



Zur Befestigung der beiden Baugruppen Steuerteil und ZF-Stufe habe ich die Abstandshalter mit kurzen Gewindestäben so in die Zwischenplatte geschraubt (Gewinde in der Zwischenplatte), daß die Gewinde nicht auf der anderen Seite heraus stehen. Auf dieser Seite liegen die beiden Abschirmgehäuse direkt auf der Zwischenplatte auf.



Die Modifikation am ZF-Modul zur Abregelung der Sendeleistung ist durchgeführt. Es sieht nicht besonders elegant aus – vielleicht überleg' ich mir noch etwas anderes:



Nun der nochmalige Abgleich des Moduls:

Wie schon berichtet, war ja die HF-Spannung am Source mit ca. 440mVss (150mVeff) nur etwa die Hälfte dessen, was vorhanden sein sollte. Nach nochmaliger Messung waren es jetzt aber nur noch 155mVss – also viel zu wenig. Nach intensiver Prüfung aller Lötstellen habe ich mich daran gemacht, L6 nochmals auszulöten und zu prüfen. Bei der Betrachtung der Wickeldaten und der Wickelregeln ist dann auch aufgefallen, daß zwischen Resonanz- und Koppelwicklung das heiße Ende der ersten neben dem kalten Ende der zweiten zu liegen kommt. In der Hoffnung, das das die Ursache der geringen HF-Spannung ist, habe ich L6 dann mit 32 Windungen von PIN2 nach PIN4 und anschließend 2 Windungen von PIN1 nach PIN5 (also die kalten Enden PIN4 und PIN1 nebeneinander) gewickelt. Leider hat sich an der HF-Spannung dadurch nichts geändert. Ich habe dann L6 nochmals ausgelötet (also oft machen die Lötstellen das nicht mehr mit), die Wickeldaten nach Matthias, DM5CT verwendet (26 für die Resonanzwicklung und 3 Windungen mittig für die Koppelwicklung PIN-Reihenfolge wie zuvor); leider brachte auch dies nicht die Lösung des Problems – aber immerhin war die HF-Spannung auf ca. 170mVss gestiegen.

Ich habe dann einfach mal im Testplan weitermachen wollen und nach Umschalten des Relais R3 eher zufällig die HF-Spannung an T8 gemessen: es waren doch tatsächlich etwa 840mVss (knapp 300mVeff). Nach Studium des Schaltplans konnte ich mir den Unterschied zwischen Nutzung von Qz1 und Qz2 nicht erklären und habe sicherheitshalber mal C48 ausgelötet, womit dann die beiden Quarz-Schaltungen gleich waren. Gleicher Effekt wie zuvor: Rel3 aus = 170mVss, Rel3 an = 840mVss. Nun hatte ich Qz2 in Verdacht und habe es einmal ausgelötet und wieder eingelötet. Auf einmal waren es 440mVss. Weitere Versuche haben keine Verbesserung mehr gebracht. Ich werde den Quarz bei Gelegenheit austauschen.

Der Rest des Abgleichs für die drei Frequenzen des Produktdetektors konnte wie schon einmal zuvor durchgeführt werden.

Nach Austausch des Quarzes Qz2 sind die Pegel am Source T8 nun doch erheblich gestiegen: Rel3



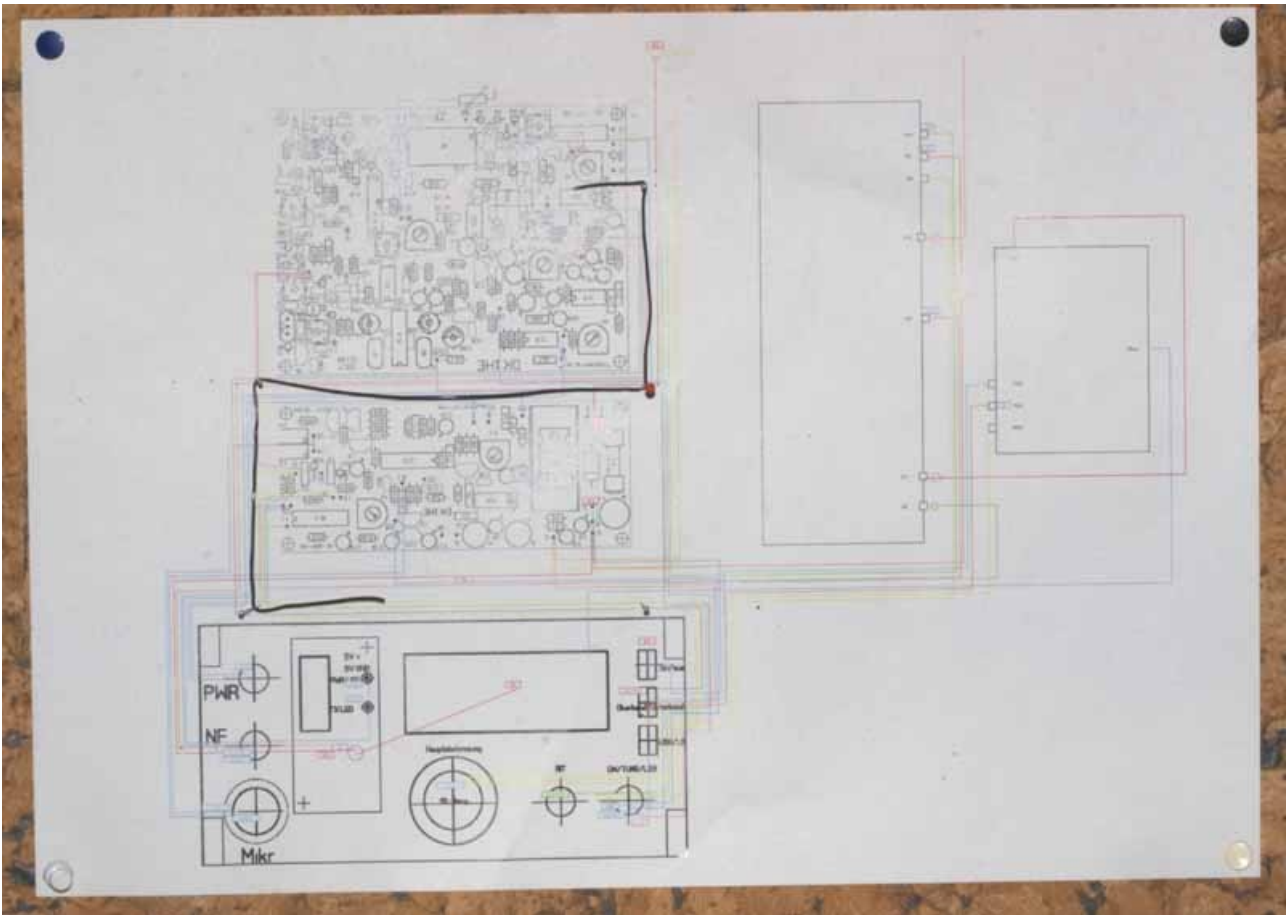
aus = 2,6V<sub>ss</sub> (919mV<sub>eff</sub>), Rel3 an = 1,3V<sub>ss</sub> (460mV<sub>eff</sub>) – übrigens mit der selben Ferritkernstellung an L6. Demnach hätte ich L6 wohl nicht umwickeln müssen. Ich werde L6 vorerst so belassen und kann ja durch Abgleich von L6 den Pegel auch noch erniedrigen. Was ich mir immer noch nicht erklären kann ist der Pegelunterschied um den Faktor 2.

Der restliche Abgleich des ZF-Moduls verlief wie schon einmal problemlos und mit Erreichen des Sollwerts von 200mV<sub>eff</sub> (gemessen habe ich 560mV<sub>ss</sub>) im Sendezweig. Beim Abgreifen der HF-Spannung zum Einstellen der verschiedenen Frequenzen habe ich bemerkt, daß ich die besten Ergebnisse mit der Linkleitung erreiche, wenn ich nur ein Ende am Verbindungskabel zum Scope anschließe (siehe Bild).

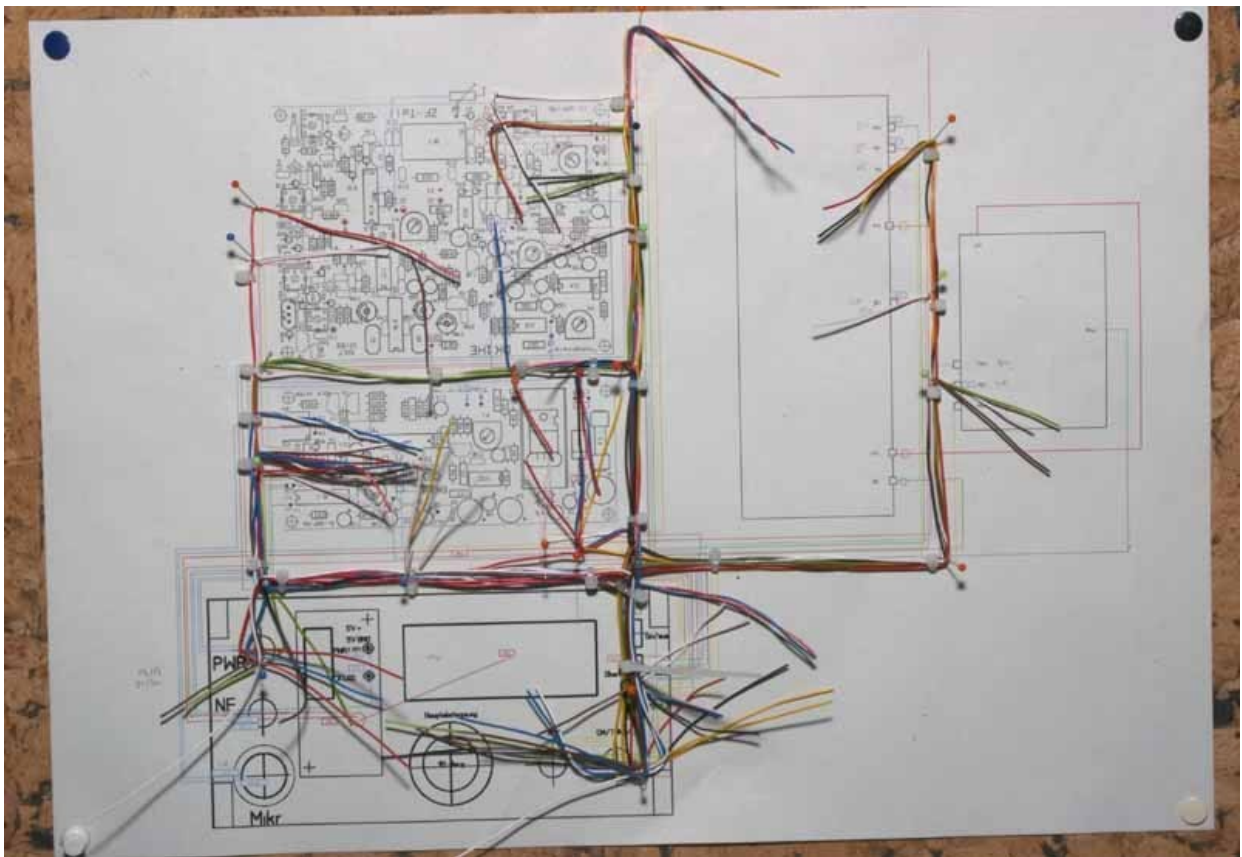


### 3. Verkabelung

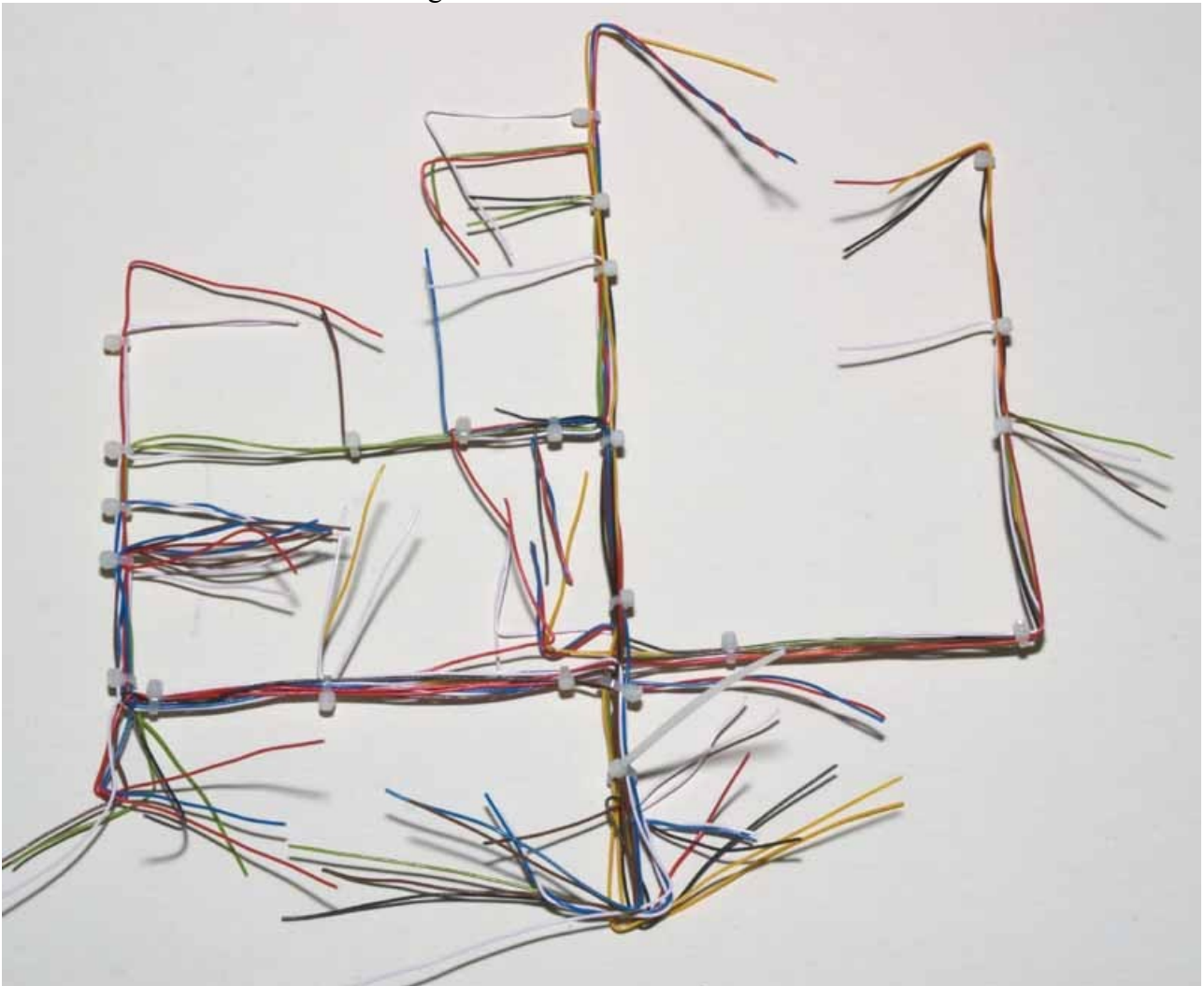
Bei einem Praktikum beim Fernmeldeamt (hieß damals noch so), habe ich 'mal gelernt wie man Kabelbäume für Relaischränke anfertigt. So ähnlich wollte ich auch vorgehen. Ich habe also zunächst 1:1 Lagepläne der Platinen angefertigt (aus der Baumappe in passender Größe heraus kopiert) und zusammen mit dem Plan für die Front auf ein Graphikdokument kopiert. Anschließend habe ich nach Verkabelungsplan die Verbindungen farblich unterschiedlich eingezeichnet – und zwar so, wie die Kabel tatsächlich einmal laufen sollen. Das Ganze auf DIN A3 ausgedruckt sah dann so aus:



Dieses Blatt habe ich auf eine Korktafel gepinnt. Mit Stecknadeln werden nun die Knickstellen der Kabel markiert und die einzelnen Verbindungen gelegt. Ich habe dabei im Plan angegeben, welche Kabelfarbe ich für welche Verbindung benutzt habe. Anschließend habe ich die Kabelstränge mit Kabelbindern zusammengebunden.

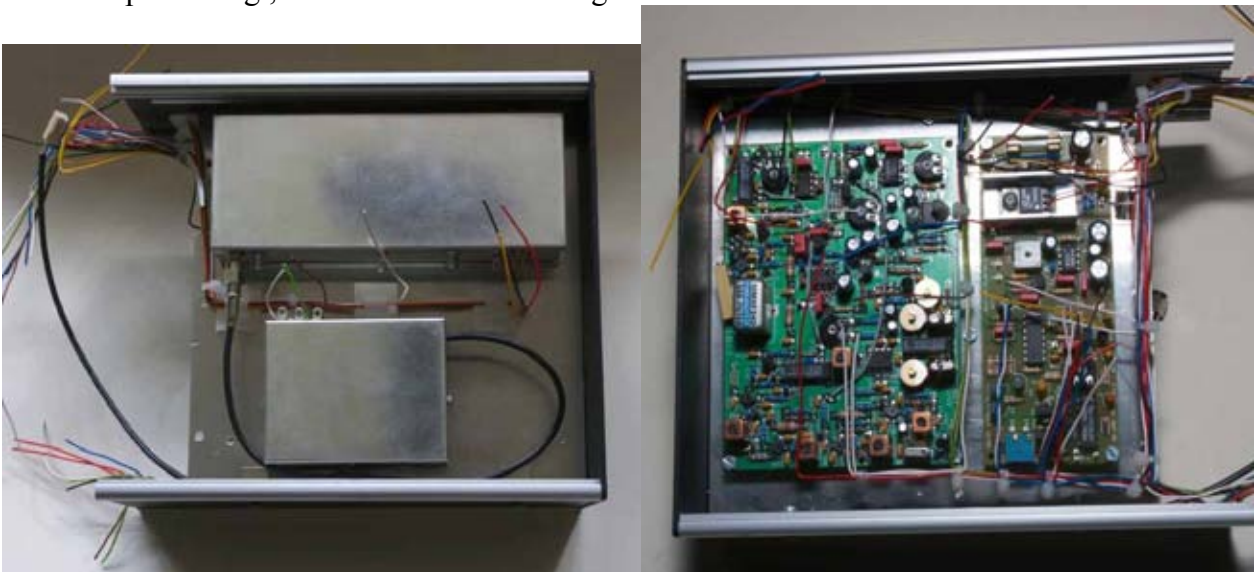


Und so sieht der Kabelbaum herausgelöst aus:



Die geschirmten Kabel für Mikrofon und Lautstärkeregelung habe ich nicht mit in den Baum aufgenommen; die werde ich separat verlegen. Die Anschlußstellen der Kabel auf den Platinen habe ich mit Kontaktstiften versehen – die Kabelenden erhalten die entsprechenden Kabelschuhe. Damit kann ich auch später eine Platine nochmals entkabeln und wieder ohne Löten herausnehmen.

Eine Passprobe zeigt, daß der Kabelbaum einigermaßen hinhaut.





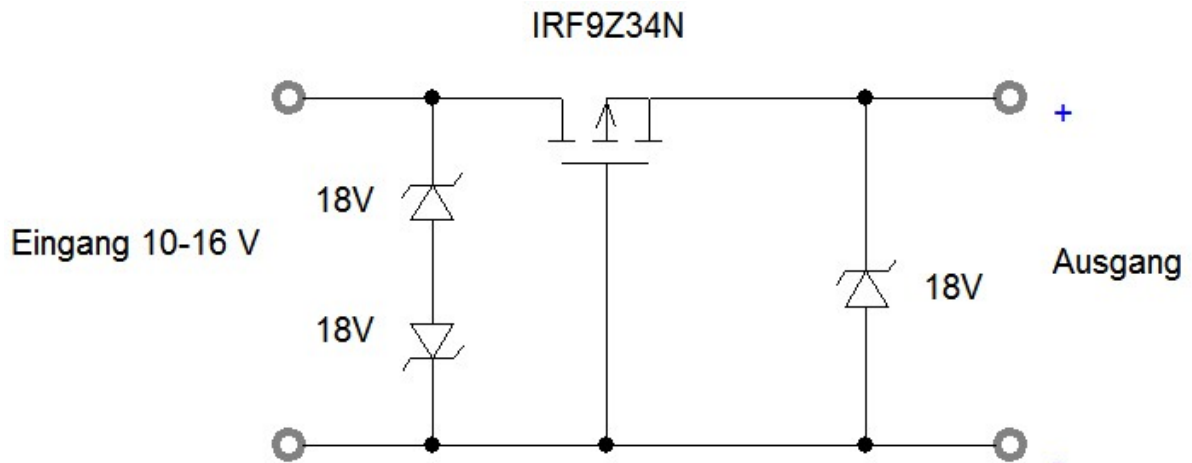
Nach kompletter Verkabelung ein abschließender Test: **es geht alles!**

Ich habe die Modifikation zur Reduzierung der Sendeleistung durchgeführt. Von 0 bis 5W ist die Ausgangsleistung nun gut regelbar. Außerdem kam noch ein Verpolungsschutz mit MOSFET und eine simple Frequenzlupe (einfach ein zusätzliches Poti mit  $100\Omega$  und parallel dazu  $43\Omega$  in der Leitung der Steuerspannung) hinzu.



## 4. Verpolschutz

Der Verpolschutz ist nach einem Vorschlag von Laurence Fletcher, G4SXH aufgebaut:



Die kleine Schaltung ist auf einer kleinen Lochrasterplatine aufgebaut und direkt am Stromversorgungsanschluss aufgesteckt. Der IRF9Z34N hat einen  $R_{on}$  von nur  $0,1 \Omega$  und verkraftet 18A – das reicht.



## 5. Einstellungen und Messungen

Ich habe nun folgende Einstellungen und Messungen vorgenommen :

VCXO: Ausgangspegel von 12dBm auf 7dBm reduziert; beim höheren Pegel kamen die 133MHz vergleichsweise stark am Antennenausgang an. Bei Reduktion auf 7dBm war kein Leistungsverlust festzustellen.

HF-Modul: Optimierung der Spulen L5 bis L8 auf minimale Aussendung von Nebenfrequenzen.  
Folgende Werte kamen heraus:

CW:

Träger: 5 Watt bzw. 37dBm bei 144,3MHz

133MHz: -56dB (bezogen auf Träger)

155MHz: -58dB

123MHz: -70dB

142MHz: -76dB

147MHz: -76dB

166MHz: -76dB

Nach Lösen der Keytaste war der Träger noch ca. 1 Sekunde mit -54dB und der VCXO mit 133MHz bei -38dB zu bemerken (analoges Verhalten beim Einschalten des HT).

SSB:

Sender ein: Träger bei 5dBm (-32dB bezogen auf vollen Träger) und 133MHz bei -39dB moduliert (Testton):

Träger: -1dB

133MHz: -49dB

155MHz: -54dB

123MHz: -72dB

166MHz: -76dB

Soweit ich mich bislang auskenne, scheinen die Werte ganz gut zu sein.

Nach Beschriftung sieht der HT nun endgültig so aus:



## **Fazit**

Der Zusammenbau des HT hat sich nun doch über 6 Monate hinweg gezogen – das hätte ich zu Anfang nicht gedacht. Ein Großteil der Zeit ging aber auch mit Know How Aufbau und Vervollständigung der Werkstatt drauf – ist insofern nicht dem HT direkt zuzuordnen.

Was würde ich mit meinen heutigen Kenntnissen anders machen?

- Langsamer bauen, gründlicher prüfen
- den Lautsprecher nicht an der Unterseite anbringen
- Tests nur in vernünftigen Gehäusen vornehmen
- Tests unterschiedlich anlegen und mehrfach testen
- Über mögliche Interpretationen von Testergebnissen länger nachdenken
- vielleicht HF Kenntnisse erst einmal woanders lernen (ein einfacher 40m Transmitter ist leicht zusammengebaut – darf aber mit E-Lizenz leider nicht betrieben werden)

Letztlich keine Gründe nicht mit dem HT als Erstbauprojekt im Amateurfunk zu beginnen. Also auf!

Horst Dietel, DO1HKD, 20.4.2006