

## 23-cm-Transverterbausatz MKU 13G2B / MKU 13G2B-28 von DB6NT

Teil II, Hinweise zur Bestückung und diverse Überlegungen  
von Wolfgang Hoeth, OE3WOG

[microwave@oevsv.at](mailto:microwave@oevsv.at)

Nachdem der mechanische Aufbau (*siehe Beschreibung in Februar QSP*) durchgeführt wurde, kann mit der Bauteilbestückung begonnen werden. Begonnen wird zunächst mit dem Einbau der 4 Durchführungskondensatoren, der Montage des 7808-Reglers, dem Einbau der 3 SMA Buchsen und der Montage des Kühlkörpers mit dem 7809-Regler. Wird ein externer Oszillator verwendet, so wird auch diese SMA-Buchse montiert, sonst die bereits vorgesehenen Bohrungen mittels Tape abdecken.

Die 4 Durchführungskondensatoren einsetzen (Öse *außen, horizontal ausrichten*), nur innen einlöten, Gehäuse anwärmen, um den Wärmeabfluss zu verhindern (*Kochplatte*). Die Lötflanke abwinkeln und z.B. außen zwischen der RX- und TX-SMA-Buchse anlöten (*Anschluss für minus 12 VDC*). Alternativ kann die Lötöse mit der M2-Schraube an einer SMA-Buchse befestigt werden, siehe Bild 1.



Bild 1

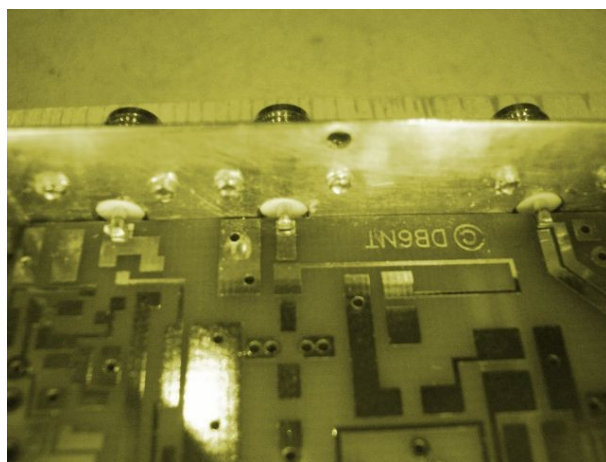


Bild 2

Neben der RX-SMA-Buchse ist innen links (neben der Streifenleitung) eine Kehlnaht zur Gehäusewand auf eine Länge von 3 mm zu löten. Siehe auch Seite 9 der Baubeschreibung, schraffierter Balken, rechts mittig, „RF ground“ für die RX Eingangsstufe. Siehe Bild 2.

Am 7809 als auch am 7808 werden die mittleren Anschlüsse entfernt. Mit einer Feile die mittleren Anschlusspins bis zum Kunststoffgehäuse plan abfeilen, damit können die Regler satt auf der Leiterplatte aufliegen. Den 7808-Regler einsetzen, die Oberkante des 7808 soll ca. 0,5 mm unterhalb der Seitenwandoberkante bleiben. Der 7808-Regler wird mit seinem Metallgehäuse an der Seitenwand innen angelötet. Gehäuse anwärmen, um den Wärmeabfluss zu verhindern (*Kochplatte*), die Anschlussdrähte des 7808 kürzen und anlöten. Siehe Bild 3.

Die gelieferten SMA-Buchsen sind für Drahtanschluss ausgelegt (Röhrchen), der Innenleiter ist für den Anschluss an die Streifenleitungen zu lang. Den Innenleiter auf eine Länge von 1,5 mm ab Flansch kürzen (*Achtung! Messing, hart*), Schnittgrat abfeilen. Den runden Innenleiter mit einem Durchmesser von 1,3 mm mit einer Feile auf max. 1/4 des Durchmessers anfeilen, um eine gerade Auflagefläche auf der Streifenleitung zu schaffen. *Tipp: Der Innenleiter lässt sich drehen. Siehe Bild 2.*

Zu beachten ist der Hinweis (*richtig/falsch*) auf Seite 8 der Baubeschreibung; beim RX-Anschluss ist es wichtig, keine Lötzinnbrücke zwischen dem SMA-Innenleiter und dem SMD-Koppelkondensator herzustellen (*RX - noise figure*).

Die SMA-Buchsen mit den mitgelieferten M2-Schrauben befestigen, darauf achten, dass der angefeilte Innenleiter satt auf der Streifenleitung aufliegt. Der Flansch muss außen flächig am Blechgehäuse aufliegen (*Sichtkontrolle!*). Danach die Innenleiter anlöten; 0,5-mm-Lötzinn sparsam verwenden (*weniger ist mehr!*).

Zum Schluss wird der 7809-Regler in den Board eingesetzt und mit dem Kühlkörper zusammen am Blechgehäuse montiert. Die Anschlussdrähte des 7809 kürzen und anlöten.

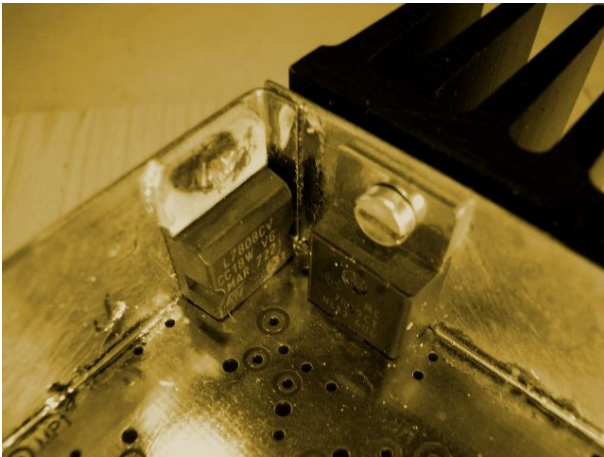


Bild 3

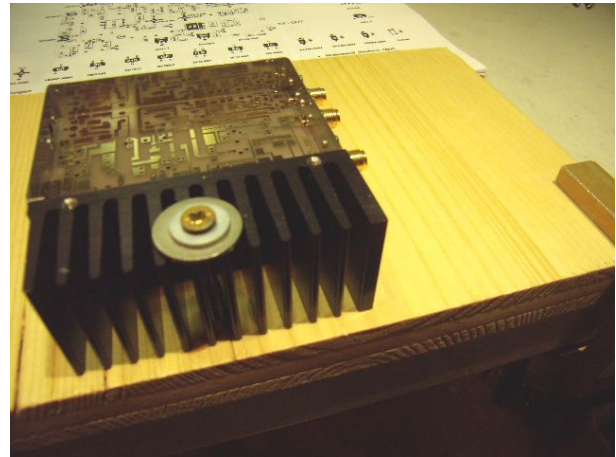


Bild 4

Um das relativ kleine und leichte Transvertergehäuse besser bearbeiten zu können, lohnt sich das Anfertigen einer Montageplattform Bild 4. Diese besteht aus einem Holzbrett mit ca. 20\*150\*250 mm, auf dem der Transverter mittels einer Holzschraube von 2\*45 mm durch die Rippen des Kühlkörpers hindurch befestigt wird. Das Brett bzw. auch die Lage des Transverters kann damit gedreht werden, um immer die beste Position bzw. Freiwinkel für das Löten zu bekommen. Das Brett kann auch mit Spannzangen o.ä. am Werkstisch befestigt werden. Der Transverter wird mit der Unterseite nach oben und den SMA-Buchsen rechts mit der Schraube am Holzbrett befestigt.

In Folge werden die SMD-Bauteile (Widerstände/Kondensatoren) verbaut. Die Bauteile in der kleinen Schachtel sind als Menge, Wert und Bauform angegeben. Die Bauformen sind 0805 bzw. 1206, daher noch relativ groß und daher noch einfach handzuhaben.

Die Bestückung aller Bauelemente muss manuell erfolgen, auch das Löten ist am besten mit einem herkömmlichen LötKolben zu bewerkstelligen. Diese Methode weicht zwar vom Industriestandard ab, für die Herstellung von geringen Stückzahlen, geringen Bestückungsmengen und großen Bauteilen ist diese Vorgangsweise jedoch durchaus akzeptabel.

Folgende Werkzeuge werden benötigt (siehe auch Bild 5):

- Arbeitsleuchte mit Vergrößerungsglas
- LötKolben 35 W und einstellbarem Temperaturbereich, mit schmaler, abgerundeter 2-mm-Spitze
- spitz zulaufende Pinzette
- breite Pinzette
- schmales Messer oder Skalpell
- kleiner Schraubenzieher
- Cocktailspieß aus Holz
- Lötzinn 0,5 mm
- Entlötlitze
- evtl. Bauteilprüfer

Die Seite 9 der mitgelieferten Baubeschreibung von Kuhne electronic zeigt das Layout und die Bestückung auf der Bauteilseite. Leider sind darauf die Leiterbahnen kaum erkennbar, was die Positionierung der Bauelemente erschwert. Es empfiehlt sich, auf die Internetseite der Fa. Kuhne zu gehen und von der Produktbeschreibung des MKU13G2B das PDF-Dokument herunterzuladen und die Seite 9 auszudrucken. Dabei die Druckereinstellungen ändern, z.B. Fotodruck, Normalpapier, Graustufen Drucken. In den Optionen Farbe/Intensität die Intensität auf max. „Dunkel“ und den Kontrast auf min. „Niedrig“ einstellen. Beispieltyp: „Graphik“. Mit diesen Einstellungen treten die Leiterbahnen deutlicher hervor. Oder sonst das PDF am Bildschirm benutzen. Beschreibungen sind auch in den DUBUS Heften 4.92 und 2.2000 oder in den DUBUS Sammelbüchern IV und VI zu finden.

*Tipp: Beim Arbeiten werden die Pläne oft verschlissen, es zahlt sich aus, ein paar Kopien der Seiten 7, 9, 10 und 11 anzufertigen, auch um evtl. bereits eingebaute Teile mit einem Farbstift zu markieren.*



Bild 5

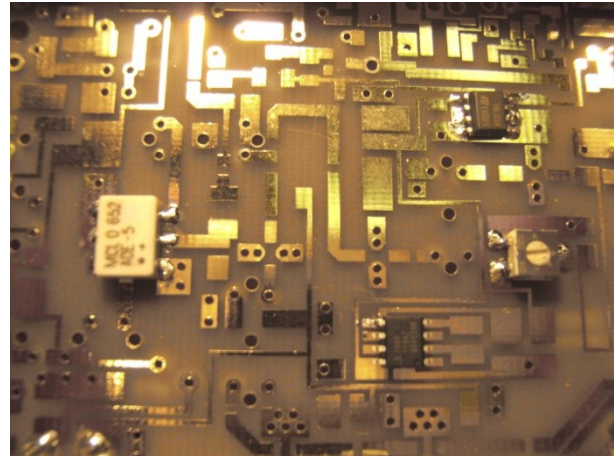


Bild 6

Für das Platzieren der Bauteile gibt es verschiedene individuelle Vorgangsweisen, jeder versierte Hobby-Elektroniker hat da seine eigenen Methoden. Hier mein Vorschlag:

Es hilft, wenn man bestimmte Bauelemente als Anker-oder Bezugspositionen zuerst einbaut, z.B. Mischer ADE-5, ICL7660, 78L05 (keine FETs). Dies erlaubt einen besseren Überblick und setzt Grenzen. Danach kann man mit der Bauteilbestückung z.B. von links oben beginnen. Das wäre der 10-nF-Kondensator gefolgt von einem 100-Ohm-Widerstand, beide (Bauform 0805) sitzen oberhalb der Position des SST310. Es folgt die weitere Bestückung als Streifen, z.B. von oben nach unten, links vom ADE-5-Mischer aus gesehen. Dann den Streifen von unten links nach unten rechts abarbeiten. Es ist besser, eine Fläche zu füllen, anstelle alle Bauteile eines bestimmten Werts zu verbauen, deren Positionen erst mühsam gesucht werden müssen. Siehe Bild 6.

Wenn möglich, die passiven Bauteile zuerst einlöten, danach die aktiven Bauteile, wobei die Siliziumtransistoren und die MMICs nicht so kritisch sind. Weiters gilt: Zuerst die kleineren Bauteile vor den größeren (wegen Abdeckung, z.B. sind manche Drosseln realiv hoch gegenüber den SMD Kondensatoren oder den Widerständen), FETs, im speziellen der MGF4918D, kommen zuletzt. Bei manchen Positionen wird es eng, z.B. in der Umgebung des BFG93A, beim BC848C und beim BCW56A. Hier sollte man von der Regel abweichen, da man sich den Platz verbaut und dann das nachträgliche Einlöten des Transistors u.U. schwierig wird. Den Transistor nur mit dem Emitter oder dem Masse Anschluss „anheften“. Mit dem Hinzufügen der passiven SMD-Bauteile rundum werden dann Kollektor, Basis und Masse Anschluss mitgelötet. Kommen mehrere SMD-Bauteile an einer Lötinsel zusammen, werden zuerst die äußeren Anschlüsse geheftet, dann erst den gemeinsamen Mittelpunkt löten.

*Tipp: Die Bauteilbehälter von der Tischkante entfernt aufbewahren, evtl. mit Tape am Arbeitstisch sichern, SMD-Bauteildosen geschlossen halten. Nonplusultra ist das Tragen einer Uhrmacherschürze, die unterhalb des Arbeitstisches befestigt wird. Diese Methoden vermeiden das mühsame Suchen von heruntergefallenen Bauteilen.*

*Tipp: Den Bauteilgurt aus der Dose entnehmen und mit einer spitzen Pinzette die Abdeckfolie an einem Ende leicht aufbiegen. Den Gurt mit der Folie nach unten über die geöffnete Bauteildose halten und dabei die Folie langsam nach hinten abziehen. Die Bauteile fallen hörbar heraus. Den Gurt über der Dose horizontal nachführen, sodass Bauteile immer mittig in die Dose fallen. Nicht Niesen!, alles klar, hi.*

Das Einlöten von SMD-Bauteilen mittels LötKolben erfordert folgende Vorgehensweise: Den Bauteil auflegen, man sieht, wie weit der Bauteil die beiden Leiterbahnen bzw. die Lötfelder (Pads) abdeckt. Bauteil wegschieben, dann auf einer Seite, bei Rechtshändern ist es meistens die rechte, ein wenig Zinn auf die Lötfläche aufbringen. Den Bauteil wieder auflegen, positionieren, ausrichten und mit dem „Cocktailstick“ niederhalten. Die rechte Seite des Bauteils anlöten.

*Tipp: Hier gilt, weniger ist mehr! Es soll keine Kugel aus Lötzinn entstehen, sondern die Fläche nur mit Zinn benetzt werden. Hat man zu viel aufgetragen, dann das überschüssige Zinn mit der Entlötlotze absaugen. Das klingt komplizierter als es ist, nach ein paar Lötungen hat man aber den Bogen raus.*

*Achtung: Wird ein SMD-Bauteil mit der Spitzpinzette gehalten, so darf nur wenig Druck ausgeübt werden, es besteht die Gefahr, dass der Bauteil sonst wegspringt. Beim Herumschieben/Positionieren des Bauteils auf*



## 23-cm-Transverterbausatz MKU 13G2B / MKU 13G2B-28 von DB6NT

*der Leiterplatte kann es dazu kommen, dass der SMD-Bauteil an der scharfen Kante der Leiterbahn ansteht, wird nun zu stark angeschoben, hüpft der Bauteil munter aus dem Transverter. P.S.: Es ist unglaublich welche Sprungentfernung ein SMD-Bauteil überwinden kann, die Größe trägt auch nicht gerade dazu bei, das verlorene Teil rasch aufzufinden.*

Das „Heften“ an der rechten Seite führt noch nicht zu einer guten Lötstelle. Es kann jetzt jedoch die linke Seite sauber verlötet werden. Danach wird die rechte Seite fertiggestellt. Es macht Sinn, die SMD-Widerstände vertikal und horizontal gleich auszurichten, um die Bauteilbeschriftungen auf einen Blick lesen zu können. Die beidseitig aufgetragene Lötzinne soll nur eine Kehlnaht zwischen der Leiterbahn und den Stirnflächen (Anschlüssen) der SMD-Bauteile bilden.

*Tipp: Den SMD-Bauteil unbedingt niederhalten, sonst entsteht der „Tombstone“-Effekt. Der Bauteil stellt sich sonst vertikal auf bzw. hat die Tendenz, an der Lötkolbenspitze kleben zu bleiben.*

*Gleiches gilt auch für Bauteile mit mehreren Anschlüssen, z.B. ICL7660 mit 2x4 Pins. Bei ICs unbedingt die Ausrichtung beachten, der Punkt am IC ist immer Pin 1. Manchmal ist jedoch nur ein Längsstrich und die Aufschrift am IC vorhanden, hier gilt: Bei lesbarer Aufschrift ist der Pin 1 links unten. Nur einen Eck-Pin anlöten, verdreht sich der IC und die Pins liegen neben den Leiterbahnen, dann muss korrigiert werden. Erst wenn alle Pins mittig auf den Leiterbahnen aufliegen, wird das Löten fortgesetzt. Mit einem Vielfachmessgerät (Stellung Diode) können die IC's auf Kurzschluss zwischen den Anschlüssen geprüft werden, diesen mit Entlötlitze entfernen.*

**Achtung:** Bestimmte Bauteilwerte sind in den Bauformen 0805 und 1206 vorhanden. 0805 ist kleiner als 1206. Bei der Bestückung unbedingt die Größenabbildungen im Layout-Plan beachten.

*Tipp: Es schaut natürlich gut aus, wenn die SMD-Bauteile in der X- und Y-Achse parallel fluchtend eingelötet werden. Nachdem wir aber keinen Bestückungsautomaten haben, müssen wir das per Hand tun. Dabei kann es passieren, dass der Bauteil um ein paar Grad verdreht aufgesetzt und angeheftet wird (altersbedingt, hi) Solange der Bauteil jedoch beidseitig sauber gelötet werden kann, ist das kein Beinbruch, sondern nur ein Schönheitsfehler; die Funktion der Schaltung wird nicht beeinträchtigt.*

Zum Schluss wird der MGF4918D (RX Vorstufe) eingelötet, auch hier ist die Länge der Anschlussfahnen passend. Zuerst die beiden Source-Anschlüsse auf Masse löten, danach Gate- und Drain-Anschluss anlöten. Nur wenig Lötzinne auftragen, hier fließen keine Ströme hi.

Wenn alle SMD-Bauteile aus beiden Bauteilboxen aufgearbeitet wurden (es sollte nichts übrigbleiben), dann Transverter vom Montagerahmen herunternehmen und Sichtkontrolle durchführen. Es kann sein, dass ein SMD-Bauteil nur einseitig gelötet wurde, dies führt später zu intermittierendem Betrieb und Ausfall. Ist alles OK, dann die Anschlussdrähte der Durchführungskondensatoren innen auf ca. 3 mm kürzen und die Verbindungen zur Leiterplatte herstellen. Der 1/10-Watt-Widerstand dient gleich als Verbindungsleitung für den Anschluss des TX-Monitors.

Der Einbau folgender Bauteile, bestehend aus 4,5-Watt-Abschlusswiderstand, FET 08P06P und Zenerdiode TAZ16V erfordert einiges an Anpassung bzw. Modifikation. Wie schon in der Bauanleitung beschrieben, darf der Kühlkörperanschluss des 08P06P nicht mit dem Gehäuse (Masse) in Berührung kommen. Leider lässt sich dieser Bauteil nicht vollständig auf die Leiterplatte aufsetzen, so dass der Bauteil einige Millimeter über den Gehäusestand hinausragt. Abhilfe: Kühlkörper des 08P06P kürzen, der FET dient zum Schalten eines externen Antennenrelais bzw. und/oder zum Steuern einer PA und weist im durchgeschalteten Zustand einen geringen Innenwiderstand auf. Die thermische Verlustleistung hält sich daher in Grenzen. **Achtung: Der 08P06P wird so eingesetzt, dass die Kühlfläche nach innen gerichtet ist.** Die Anschlussdrähte des Abschlusswiderstandes und der Zenerdiode (Anode) wie in Bild 7 abgebildet abwinkeln.

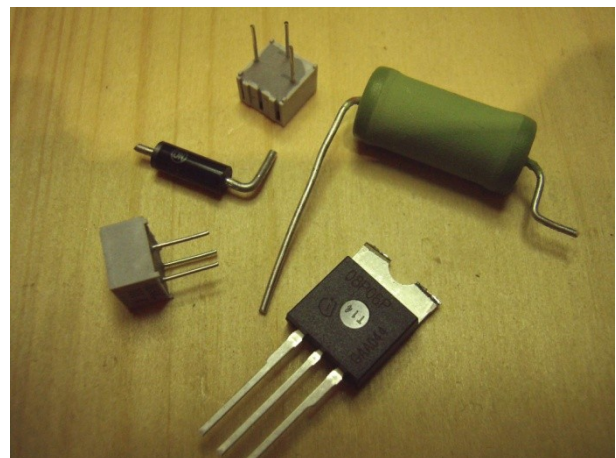


Bild 7

**Hinweis:** Die Diode dient als Schutz gegen Falschpolung und Überspannung, wirkt aber nur, wenn eine Sicherung (wie in der Bauanleitung auf Seite 7 erwähnt) im +12-VDC-Anschluss eingefügt wird. Typische An-

## 23-cm-Transverterbausatz MKU 13G2B / MKU 13G2B-28 von DB6NT

wendung bei Portabelbetrieb aus Batterien. Wird der Transverter als Feststation mit einem 230-VAC-Netzteil (evtl. mit PA) konzipiert, dann kann auf den Einbau der Zenerdiode verzichtet werden. Hier empfiehlt sich der Einbau eines Sequenzers, wie auf Seite 13 der Baubeschreibung beschrieben.

Seite 10 der Baubeschreibung zeigt die Details der Verdrahtung für die Oberseite des Transverters. Die Zenerdiode wird vertikal in die linke Ecke positioniert (3 mm Freiraum zu Seitenwänden einhalten) und mit dem abgewinkelten Anschluss auf Masse angelötet. Der Ring an der Zenerdiode ist oben. Danach die Verbindung „PTT man.“ zum DK2 (Durchführungskondensator) legen. Draht hinter der Zenerdiode vorbeiführen. Vom DK1 die +12-VDC-Drahtverbindung über die Zenerdiode (Anschluss Kathode) zur Leiterplatte herstellen. Die Querverbindung der +12 VDC vom DK1 zum 7808-Regler wird erst nach dem Einbau der HF Filter bewerkstelligt. Im nächsten Schritt wird der 56-Ohm-Lastwiderstand eingelötet, ca. 1 mm Abstand zur Leiterplatte einhalten. Danach erfolgt die Verbindung „+TX out“ zum DK 3, den Draht hinter der Zenerdiode verlegen. Die Querverbindung der „+TX out“-Leitung zum 7809-Regler wird erst nach dem Einbau der Filter bewerkstelligt.

*Tipp: Wird dieser Ausgang nur für die Ansteuerung einer PA verwendet, kann man innen am DK3 einen 1-kOhm-Widerstand in Serie legen; damit wird der +12 V führende Ausgang kurzschlussfest.*

Die letzte Verbindung ist der „MON-out“-Anschluss vom DK4 mit einem 470-Ohm-Drahtwiderstand zur Leiterplatte. Danach die beiden Trimpotentiometer einlöten.

Einbau der HF Filter, Spulen und Quarz mit Heizer:

Zuerst die NEOSID-Spule 5061 einstecken und nur die beiden Anschlüsse löten. Danach F1, das 384-MHz-Bandfilter 5HW36535 einstecken und nur die 4 Anschlüsse löten, die Einbaurichtung ist unkritisch (symmetrisch). Es folgt F2, das 1.151-MHz-Bandfilter 5HW109060. Hier ebenfalls nur die 4 Anschlüsse löten. Dann die drei Helix-Bandpassfilter 5HW125055F für 1.296 MHz einbauen (alle gleich, alle symmetrisch).

*Tipp: Die Massefahnen der Filterbecher vorerst nicht löten. Um die Filter in Position zu halten, ist vor dem Lötvorgang ein Schaumgummi zwischen Filteroberseite und Arbeitsplatte zu legen. Dies presst die HF Filter gegen die Leiterplatte und die Filter sitzen plan auf.*

Anschließend werden die beiden restlichen Leitungen, +12V DC vom DK1 zum 7808 und die „TX-out“-Leitung vom 0806P zum 7809-Regler verlegt. Die beiden Keramikkondensatoren 18 und 82 pF einlöten.

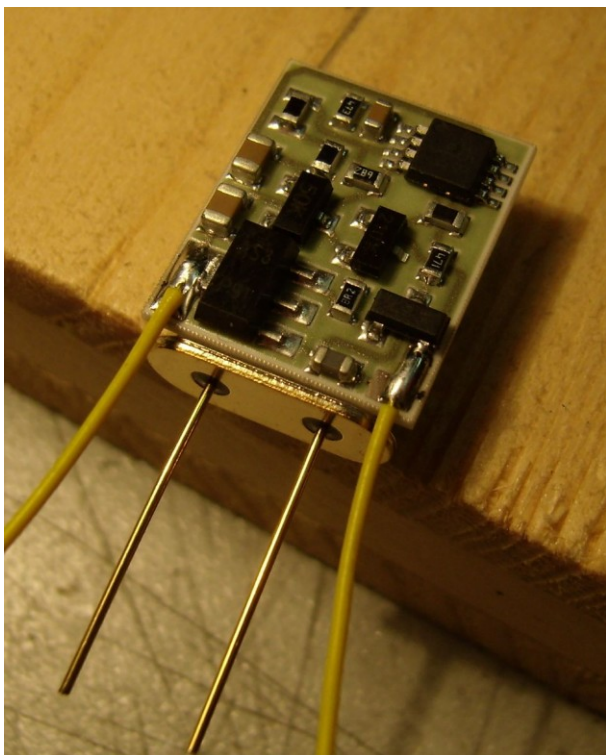


Bild 8

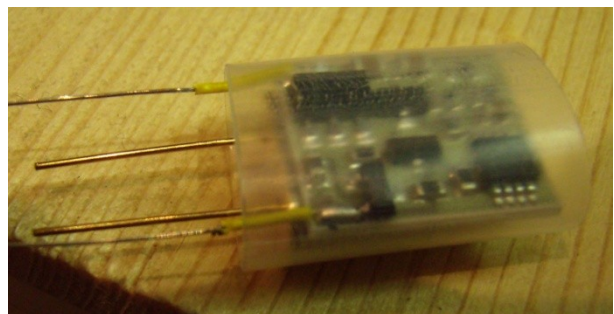


Bild 9

Der Auf- und Einbau des Quarzes zusammen mit der +40-°C-Heizung QH40A wird in der Bauanleitung auf Seite 15 beschrieben, erfordert jedoch u.U. einige Tricks beim Einbau. Der Verfasser verwendet isolierten 0,2-mm-Draht für den Anschluss der Heizung, die Anschlussdrähte werden gleich lang wie die des Quarzes bemessen. Siehe Bild 8.

Quarz und Keramikplättchen in den Schrumpfschlauch einschieben, die aufgedruckte Frequenzangabe sollte lesbar bleiben, hi. Der Quarz wird bis an den Rand auf das Plättchen aufgeschoben und

liegt plan auf. Damit ergibt sich eine Nettobauhöhe von insgesamt 15 mm. Der Schrumpfschlauch soll gleichmäßig oben und unten überstehen. Siehe Bild 9.

## 23-cm-Transverterbausatz MKU 13G2B / MKU 13G2B-28 von DB6NT

Danach mit Heißluft die beiden Bauteile einschrumpfen, mit einiger Vorsicht geht das auch mit dem Gasfeuerzeug. Die oben und unten überstehenden Enden des Schrumpfschlauchs werden nun mit einem Skalpell exakt entlang der Bodenkante des Quarzes bzw. der Oberkante der Hybridschaltung abgeschnitten.

Die Heizungsanschlüsse gemäß Bauanleitung, Seite 15, Bild 1, S-förmig formen. Die Baugruppe in die Leiterplatte einfädeln, die Heizungsanschlüsse liegen parallel zur Seitenwand. Der Quarz samt Heizung kann nun fast plan auf die Leiterplatte aufgesetzt werden, damit sollte sich die Bauhöhe ausgehen (Sichtkontrolle).

Geht es sich trotzdem nicht aus, dann könnte man optional den Quarz und die Heizung schräg in den Innenraum gebeugt einbauen. Eine andere Möglichkeit ist die Verwendung eines externen +60-°C-OCXOs, damit entfällt der Quarz samt Heizung, das 96-MHz-LO-Signal wird extern eingespeist.

Hinweise, Bemerkungen und Stolpersteine:

- ERA3 mit ERA8 nicht verwechseln. Die Anschlussfahnen der ERA-MMICs brauchen nicht gekürzt werden, es ist jedoch auf genügenden Freiraum zu den Koppelkondensatoren zu achten.
- Bohrungen der Leiterplatte für Anschlusspins der Filter, Verbindungsdrähten, Potentiometer, etc. freihalten (Leiterplatte gegen Lichtquelle halten, die freizuhaltenden Bohrungen sind im Layoutplan als Kreise gekennzeichnet).
- Die BAR63 mit den BAR64-Dioden nicht verwechseln, die BAR63 liegen im 23-cm-, die BAR64 liegen im 144-MHz-ZF-Pfad; beide Diodenpärchen dienen der RX/TX-Umschaltung.
- Die TX-Steuerung des 23-cm-Transverters geschieht am elegantesten über das ZF-Verbindungskabel zum 28- bzw. 144-MHz-Nachsetzer. Der Nachsetzer muss in Stellung TX eine positive, strombegrenzte Gleichspannung auf der Antennenbuchse liefern.
- Nur wenige Geräte sind jedoch mit dieser Funktion ausgerüstet (prüfen). In der Bauanleitung auf Seite 14 wird die Modifikation für ein IC202 beschrieben. Diese Methode kann unbedenklich für alle Geräte übernommen werden, die als Nachsetzer Verwendung finden.
- Es muss nur eine bei TX geschaltete positive Spannung (Manual kontaktieren) im Bereich von +9 bis +12 V über einen 4,7-kOhm/0,25W-Widerstand auf den Innenleiter der Antennenbuchse gelegt werden. Diese Maßnahme hat keinen negativen Einfluss auf die Geräteeigenschaften. Unabhängig davon kann der Transverter auch über den Anschluss PTT manuell gesteuert werden.

Weitere Details sind noch auf den Bildern 10 bis 13 zu finden. Im abschließenden dritten Teil wird die Abstimmung und die Inbetriebnahme des 23-cm-Transverters beschrieben.



Bild 10



Bild 11



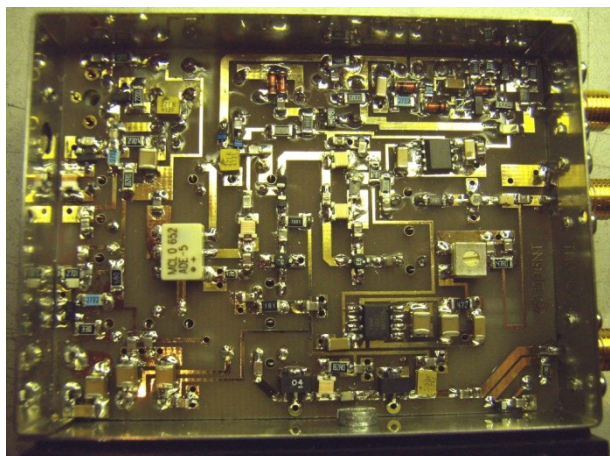


Bild 12

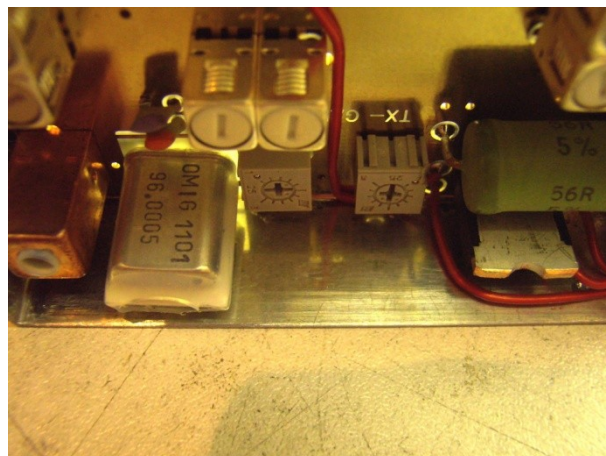


Bild 13