

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

Hinweise zum Aufbau und diverse Überlegungen
von Wolfgang Hoeth, OE3WOG

microwave@oevsv.at

Nachdem die Wintersaison angebrochen ist, die Außenarbeiten in Haus und Garten zum Erliegen gekommen sind und die wichtigsten Mikrowellen-Projekte abgearbeitet wurden, ist es an der Zeit, den 23-cm-Transverter-Bausatz von DB6NT aufzubauen. Dieser Bausatz wurde von einigen Funkamateuren im Sommer 2011 in einer gemeinsamen Aktion beschafft und sollte endlich zum Leben erweckt werden.

Dem Bausatz liegt eine 12-seitige Aufbaubeschreibung (ohne Deckblatt und Anhang) bei. Zweck dieser Zusatzbeschreibung ist, detaillierte Bemaßungen, zusätzliche Informationen zum Aufbau und einige Tipps vorzustellen. Obwohl in der Baubeschreibung der Zusammenbau nicht als Erstlingswerk empfohlen wird, soll mit vorliegender Zusatzbeschreibung die Scheu von der Durchführung solcher oder ähnlicher UHF-Projekte genommen werden, handelt es sich doch auch um die Verarbeitung von SMD und Miniaturbauteilen. Der Verfasser steht für Anfragen gerne zur Verfügung. Eine kommerzielle Verbindung zur Firma Michael Kuhne, DB6NT besteht nicht.

Bild 1 zeigt die Bestandteile des Bausatzes bestehend aus.

- Bastelkiste „A“
- Bastelkiste „B“
- Kühlkörper
- Gehäuseteile aus Weißblech
- Leiterplatte (Board) mit Absorbermaterial und diverse Beschriftungen
- Transverter-Baubeschreibung

In Bastelkiste „A“ befinden sich die größeren Bauteile, wie z.B. C, R, Spannungsregler, HF-Filter, Einstellregler, HF-Buchsen, Transistoren, Mischer, der Quarz und diverses Befestigungsmaterial. In der Bastelkiste „B“ befinden sich SMD-Widerstände und Kondensatoren. Die Leiterplatte findet man geschützt zwischen den beiden Weißblech-Gehäusedeckeln. Bild 2

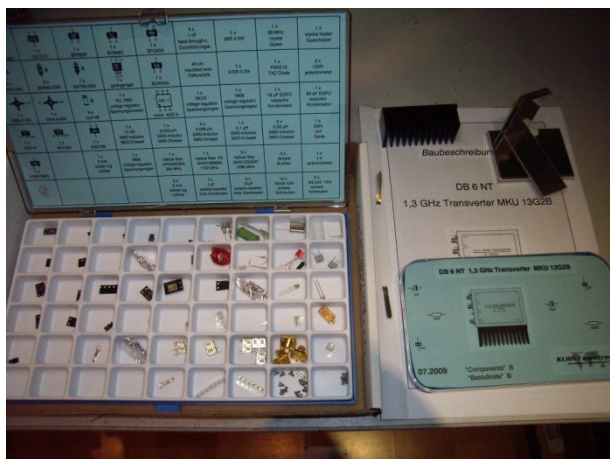


Bild 1



Bild 2

Der mechanische Aufbau:

Der beiliegenden Kit-Baubeschreibung folgend, werden zuerst die mechanischen Arbeiten ausgeführt. Dies beinhaltet das Zusammenfügen der Gehäuseteile, das Anfertigen der notwendigen Bohrungen und Durchbrüche in die Gehäuseteile und das Einlöten der Leiterplatte. Die Kit-Baubeschreibung setzt sich allerdings mit den mechanisch erforderlichen Details nicht besonders auseinander, man nimmt an, dass Funkamateure eine solide Feinmechaniker-Ausbildung absolviert haben. Selbstverständlich ist diese Zusatzbeschreibung auch nur eine von mehreren Realisierungsmöglichkeiten und wir wissen, es gibt viele Wege nach Rom, hi.

Um die Bearbeitung und Zuordnung des in losen Teilen gelieferten Bausatzes zu erleichtern, wird eine Nomenklatur des Gehäuses und der Einbaulagen festgelegt. Als Basis dient die Zeichnung des bestückten Transverters auf Seite 10 der Baubeschreibung und der darauf gezeigten Anordnung.

Ansicht von oben, die Beschriftung der Leiterplatte muss sichtbar und lesbar sein, der Kühlkörper schaut

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

nach vorne, die M3-Gewinde-Sacklöcher in der Längsstirnseite des Kühlkörpers sind unten, SMA-Buchsen und Durchführungskondensatoren sind auf der linken Seitenwand montiert. Der Ausschnitt am Board für den Quarzheizer ist rechts hinten. An der rechten Seitenwand vorne wird der Linearregler 7808 (A) positioniert. Der 7809-Regler (B) befindet sich ebenfalls rechts vorne, wird jedoch auf der linken Seitenwand befestigt. Die Bezeichnung oben bezieht sich auf die Seite der Komponenten (Filter, etc.), die Seite unten ist die Seite, an der die meisten SMD Bauteile aufgelötet werden. Die Gehäuseseitenteile und die Deckel am besten markieren!

Vorbereitungen:

Nachdem die beiden Gehäuseseitenteile an den kurzen Abwinkelungen überlappen (die lange Seite ist immer außen) muss die Leiterplatte exakt an diesen beiden Stellen (diagonal) etwas schmaler gemacht werden. Dies geschieht durch Abfeilen der Leiterplatte um 0,5 mm über eine Länge von 3 mm nur an diesen beiden Ecken.

Tip: Die Leiterplatte auf eine plane Fläche auflegen, mit kleiner Holzplatte abdecken und fixieren, damit beim Feilen die Leiterplatte nicht vibriert und evtl. einreißt. Zuvor die Schnittgrate an den beiden Seitenteilen mit feinem Sandpapier abschleifen (Fase)

Die aus 0,5 mm starkem Weißblech gefertigten Seitenteile besitzen nur eine geringe mechanische Stabilität und sind meistens etwas verzogen. Eine Gehäuselehre hilft die beiden Teile in die gewünschte Form zu bringen, an den Gehäusedeckel anzupressen und dient weiters als Unterlage, um die Leiterplatte horizontal eben in das Gehäuse einzubringen.

Als Lehre eignet sich ein beidseitig gehobeltes Brettchen mit gleichmäßiger Stärke (10 mm) aus dem Baumarkt, das möglichst exakt auf 71 x 53 mm zugeschnitten wird. Dies entspricht den Abmessungen der Leiterplatte mit 71,6 x 53,5 mm. Diese Lehre muss ebenfalls an den beiden Ecken abgefeilt werden, um innen in den zusammengefügtten Gehäuserahmen hineinzupassen. Bild 3.

Tip: Die Seitenteile probeweise mit beiden Gehäusedeckeln abwechselnd zusammenstecken und die Lehre einlegen, es gibt meistens eine Konstellation, bei der die Teile besser passen. Diese Konstellation beibehalten, der gewählte Gehäusedeckel wird der Gehäuseboden. Die Leiterplatte mit der Beschriftung oben auf die Lehre legen. Die abgefeilten Ecken der Lehre und des Boards müssen mit den kurzen abgekanteten Ecken fluchten. In dieser Lage wird dann das Gehäuse zusammen mit der Leiterplatte in einem Arbeitsgang verlötet. Bild 4.



Bild 3

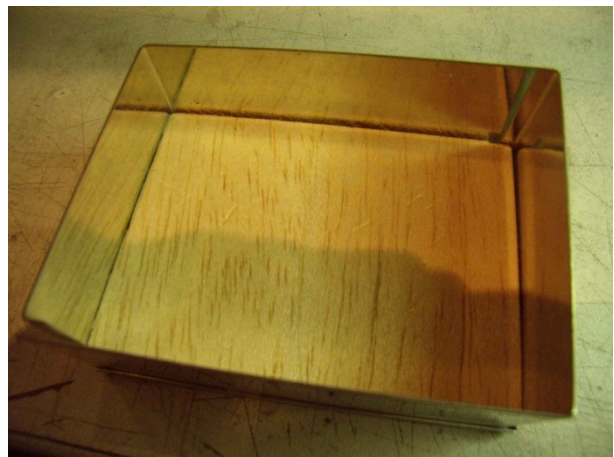


Bild 4

Auf Ausrichtung achten! Der Board wird von oben so eingelegt, dass die Beschriftung lesbar ist. Als Bezugspunkt dient die Lage des +9-V-Linearreglers (rechte untere Ecke), der durch den Gehäuseseitenteil an den Kühlkörper angeschraubt wird. Die beiden M3-Sacklöcher an der Stirnseite des Kühlkörpers schauen nach unten. In dieser Lage liegen die SMA-Buchsen und die Durchführungskondensatoren auf der linken kurzen Seitenwand. Siehe Abbildung auf Seite 10 der Baubeschreibung.

Anbringung der Bohrungen:

Die Innenseite des Gehäuses ist 28 mm hoch. Dies bedingt ein sehr genaues Platzieren der 4-Loch-SMA-Buchsen. Die Überlappung des Gehäusebodens beträgt 3,5 mm bezogen auf die untere Innenkante des

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

Gehäuses. Die Buchsen müssen so angebracht werden, dass nur ein geringer Freiraum (0,5 bis 1 mm) zwischen Oberkante des abgewinkelten Gehäusebodens und der Unterkante der SMA-Buchsen bleibt. Die Lage der SMA-Buchse (Anschlusspin) bestimmt die horizontale Position des Boards im Gehäuse.

Für die Unterbringung der Komponenten auf der Oberseite des Boards wird ein Freiraum von 16 mm, gemessen von der Board Oberkante bis zum oberen Gehäuserand, benötigt. (die Bauhöhe des Linearreglers LM7809 im TO-220-Gehäuse beträgt 15,4 mm).

Maße in mm, Aufmaß am Seitenteil außen, Bezug ist Unterkante:

- Kante/Bördelung des Gehäusebodens: 3,5
- Unterkante SMA Buchse: 4
- SMA Buchseninnenleiter oben / Leiterplatte unten: 11
- Leiterplatte oben: 12 (1 mm Ø)
- Gehäusehöhe: 28
- delta Oberseite: 16

Die Liste zeigt klar, dass es eng ist, die Toleranzen sind gering.

Wichtig: Die 16 mm vom oberen Rand bis zur Oberseite der Leiterplatte sind unbedingt einzuhalten! Eine Abweichung der horizontalen Einbaulage der Leiterplatte nach unten ist weniger tragisch, eventuell müssen am Gehäuseboden die Positionen für die SMA-Buchsen ausgefeilt werden.

Alternativ: Anstelle der im Bausatz beigelegten 4-Loch-SMA-Buchsen könnten SMA-Buchsen mit 2-Loch-Montage verwendet werden. Diese sind im Handel erhältlich bzw. kann man auch die 4-Loch-SMA-Buchsen modifizieren und beidseitig diagonal abfräsen. 2-Loch-Buchsen werden dann 45° schräg eingebaut (M2) oder gleich direkt an das Gehäuse angelötet; damit spart man sich auch gleich die Bohrungen für die M2-Schrauben.

Die Bohrungen für den Kühlkörper:

Der Kühlkörper wird so an das Gehäuse angesetzt, dass die beiden M3-Sacklöcher nach unten zeigen, diese dienen zur späteren Befestigung des Transverters in einem Gehäuse. Der Kühlkörper besitzt längsseits zwei Rillen, in denen die Seitenteile der Gehäusedeckel Aufnahme finden. Der Kühlkörper besitzt insgesamt fünf Gewindebohrungen, (2 davon mit M2,5) davon wird das zweite Gewindeloch (M3) von rechts für die erste Verschraubung des Weißblechgehäuses mit dem Kühlkörper verwendet. Dieser Vorschlag weicht von der Baubeschreibung ab, dort ist dafür das erste Gewindeloch von rechts (M2,5) vorgesehen. Die M3-Position liegt jedoch weiter innen und vermeidet den Konflikt mit dem Anschluss vom „MON“-Output. Die dazu benötigte Bohrung mit Schieblehre außen an der linken Seitenwand mit 9,6 mm von oben und 16 mm von der Seite anreißen.

Die zweite mechanische Verbindung zwischen Gehäuse und Kühlkörper erfolgt mittels M2,5-Schraube, die dem +9-V-Linearregler u.a. auch als Masseanschluss dient (der mittlere Anschluss vom 7809 wird entfernt). Es wird die links außen befindliche M2,5-Gewindebohrung verwendet. Anreißen mit Schieblehre an der linken Seitenwand außen mit 13,3 mm gemessen von der seitlichen Kante und 4 mm vom oberen Rand entfernt. Die Durchmesser der Spiralbohrer sollten um 0,2 mm größer als die Durchmesser der Gewinde sein.

Tipp: Nachdem Bleche eigentlich gestanzt werden sollten (wer kann das schon?), unbedingt scharfe, möglichst flach geschliffene Bohrer und eine ungebrauchte Bohrunterlage (Brett) verwenden. Nur sanft ankörnen, das Blech darf nicht hohl liegen, kleinste Drehgeschwindigkeit an der Standbohrmaschine einstellen, nur geringen Vorschub geben. Das 0,5-mm-Blech tendiert zu dreieckigen Bohrlöchern, Bohrung mit Schlüssels-Rundfeile nacharbeiten. Mit einem Querlochfräser und kleinster Drehgeschwindigkeit den Bohrgrat entfernen.

Tipp: Um dem Blechgehäuse etwas mehr mechanische Stabilität zu verleihen, empfiehlt es sich, eine dritte Verschraubung mit dem Kühlkörper vorzusehen. Diese kann etwa mittig im unteren SMD-Bauteilbereich angebracht werden. Ein M3-Gewindeloch ist dann in einem Abstand von 7 mm vom unteren Rand, gemessen zwischen der Kühlrippen 4 und 5 o.ä., zu platzieren. Die Bohrung mit 2,5 mm Ø führt man am besten mit am Kühlkörper angeschraubten Seitenteil durch. Bohrloch senken und dann M3-Gewinde in den Kühlkörper bohren, Bohrung im Weißblechgehäuse-Seitenteil auf 3,2 mm Ø aufweiten (Rundfeile).

Die Bohrungen zur Montage der SMA Buchsen:

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

Nach obiger Berechnung wird eine Unterlage von gesamt 11 mm benötigt, um das Board auf die passende horizontale Höhe zu bringen. Dazu wird zusätzlich noch ein Stück Alublech mit 1 mm Stärke zwischen Gehäuseboden und dem 10 mm starken Brett (Lehre) gelegt. Das Alublech muss im Gegensatz zur Lehre nicht exakt zugeschnitten werden, sollte aber ca. 90% der Bodenfläche abdecken, damit die Lehre innen nicht kippelt. Siehe Bild 5.

Den Board und die linke Seitenwand zusammenstecken; die Layoutseite schaut nach oben. Siehe Bild 6. Die Mitte der Striplines der Anschlüsse TX, RX und ZF werden mit einem Faserstift (z.B. STABILO point88, fine 0,4) auf die Innenseite des Gehäuseteils auftragen. Blechteile und Board vor dem Anzeichnen immer mit Spiritus entfetten.

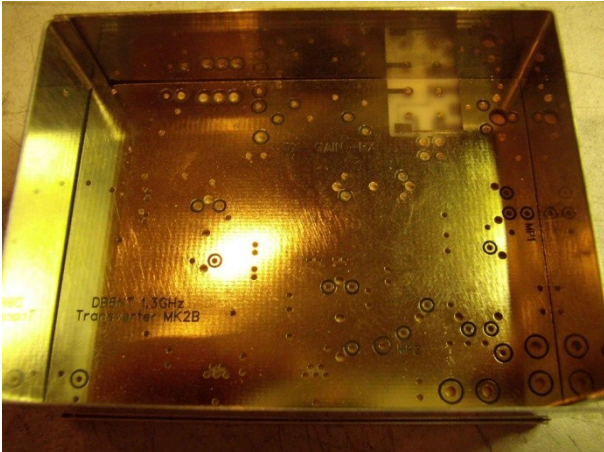


Bild 5

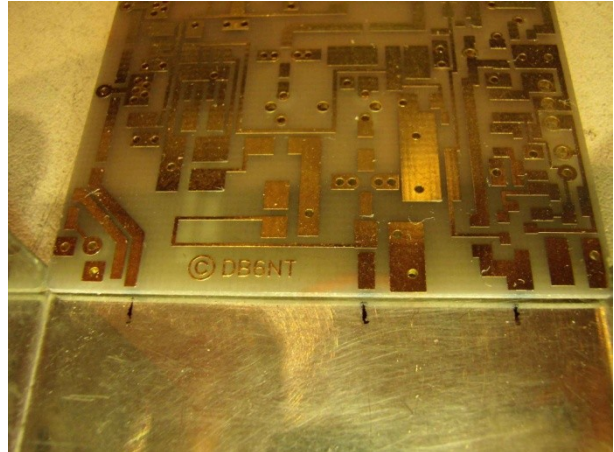


Bild 6

Mit der Schiebelehre die so angefertigten Markierungen abnehmen und auf die Außenseite des linken Gehäuseteils übertragen. Mit der Schiebelehre eine horizontale Linie mit einem Abstand von 10,4 mm an der Außenseite anreißen; Bezug ist die Unterkante des Gehäuseteils.

Die Kreuzkoordinaten zwischen der horizontalen Linie und den 3 vertikalen Markierungen ergeben die Bohrpositionen für die Innenleiter der SMA-Buchsen. Der SMA-Innenleiteranschluss besitzt einen \varnothing von 1,2 mm, d.h. bei einem unteren Freiraum von 11 mm ist die Mitte des SMA-Anschlusspins um 0,6 mm darunter, daher 10,4 mm. Damit ergibt sich ein Abstand von 16 mm von der Oberfläche des Boards bis zur Oberkante der Seitenwand.

Achtung: Den Mittelabstand zwischen TX- und RX-Buchse prüfen, dieser sollte exakt 0,9 inch betragen. DB6NT verwendet bei allen seinen Produkten diesen Abstand zwischen TX- und RX-Buchsen. Damit kann ein SMA-Koaxrelais mittels SMA(m)- zu SMA(m)-Adapter direkt aufgesetzt werden.

Die drei angezeichneten Positionen mit einem Bohrer mit 1,2 mm \varnothing bohren. Achtung: Man benötigt eine etwa 80 mm hohe Holzauflage mit 50x50 mm Querschnitt, da die Seitenwand hochkant unter das Bohrfutter passen muss. Die 3-SMA Buchsen einstecken und unbedingt eine Sichtkontrolle durchführen. Die Anschlussstifte der SMA-Buchsen sollten nun mittig mit den Striplines fluchten.

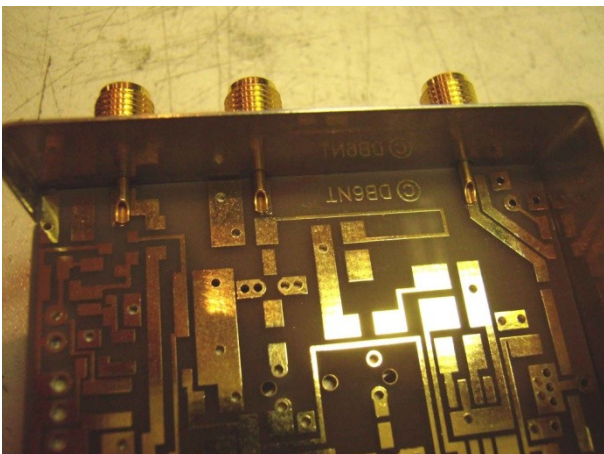


Bild 7

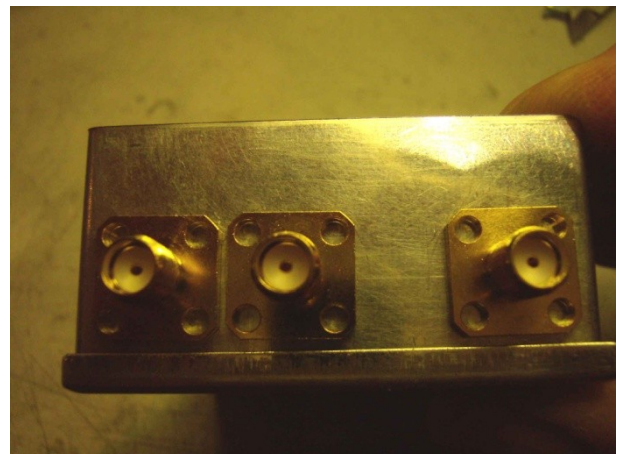


Bild 8

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

Hinweise zum Aufbau und diverse Überlegungen
von Wolfgang Hoeth, OE3WOG

microwave@oevsv.at

Wenn nicht, dann kann jetzt noch korrigiert werden (feilen); siehe Bild 7. Zwischen dem SMA-Buchsenrand und der aufgesetzten Bodenplatte sollte ein Spalt von ca. 0,6 bis 0,8 mm verbleiben. Siehe Bild 8.

Wenn soweit alles passt, dann eine SMA-Buchse als Lehre in die Bohrungen einstecken und mit einer Froschklemme klemmen. Die Buchsenkante parallel zur Gehäuseunterkante ausrichten und die jeweils 4 Befestigungslöcher mit dem Faserstift anzeichnen. Danach die 12 Bohrungen im Seitenteil mit einem Spiralbohrer von 1,6 mm Ø anfertigen. Den Bohrgrat innen nicht entfernen, damit hält die M 2 Schraube besser (selbst schneidend). Die SMA-Buchsen einstecken und Sichtkontrolle durchführen. Passt eine Bohrung nicht, muss nachgefeilt und auf der Innenseite dann eine M2-Mutter verwendet werden. Passt alles, dann werden die 1,2 mm Bohrungen für die SMA-Innenleiter auf 4 mm Ø erweitert.

Tip: Wie auch in der Aufbaubeschreibung erwähnt, kann man den eingebauten, auf +40°C geheizten Quarz durch einen externen +60°C-OCXO oder eine 96-MHz-PLL-Schaltung ersetzen. Diese Modifikation bringt für den Betrieb eine weitaus bessere Frequenzstabilität und Frequenz-Wiederkehrgenauigkeit, was sich beim Betrieb von digitalen Betriebsarten durchaus positiv bemerkbar macht. Der Umbau kann auch nachträglich durchgeführt werden, jedoch sollte man beim mechanischen Erstaufbau das Anbringen der zusätzlich notwendigen SMA-Buchse bereits ins Auge fassen. Diese braucht nicht unbedingt sofort montiert werden. Die Bohrungen können mit einem Tape verschlossen werden.

Dazu wird ein 2-Loch-SMA-Buchse in der rechten Seitenwand eingebaut. Die 1,2 mm Bohrung für den Innenleiter dieser SMA-Buchse wird mit 7 mm von unten und 15 mm von hinten an der rechten Seitenwand positioniert. Eine 2-Loch-SMA Buchse wird horizontal montiert, die Vorgangsweise ist sonst wie oben beschrieben. Der Innenleiter wird nicht mit einer Stripline-Leitung an der Layout-Seite des Boards verlötet, sondern steht frei in den unteren Innenraum. Vom Innenleiter wird (sofern die Schaltung aktiviert), eine Ankoppelung des externen LO-Signals über einen 100-pF-Kondensator auf den Sourceanschluss des SST310 hergestellt. Der Quarzheizer und der Quarz entfallen. Bild 9.

Bohrungen für die 4 Durchführungskondensatoren:

Diese werden oberhalb der SMA-Buchsen im linken Gehäuseteil untergebracht. Anzeichnen der horizontalen Position mit Schieblehre und 7 mm von oben, horizontale Aufteilung wie folgt: Abstand von links und rechts außen je 7,5 mm, die dazwischenliegenden Abstände betragen 13 mm ($13 \times 3 + 2 \times 7,5$ entspricht 54 mm Außenabmessung). Die Maße sind nicht kritisch. Die Bohrung erfolgt mit einem 3,3-mm-Bohrer. Den Bohrgrat innen und außen entfernen.

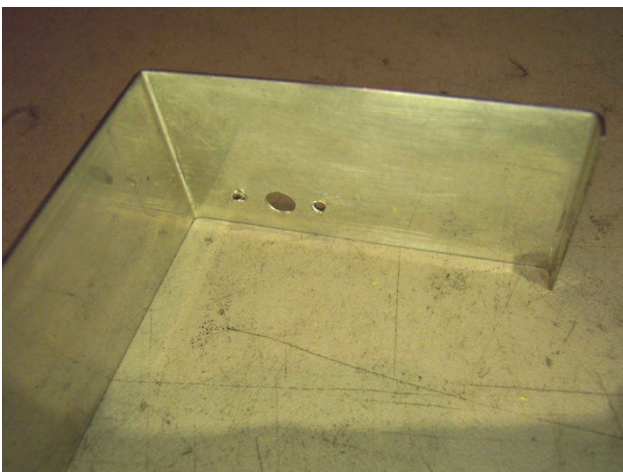


Bild 9

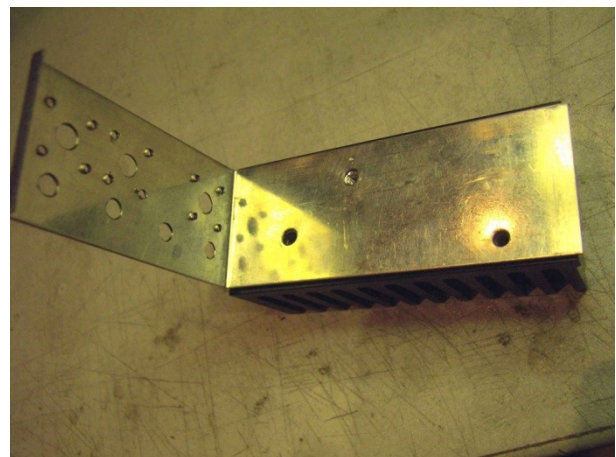


Bild 10

Bild 10 und 11 zeigen diverse Ansichten, der TO-220-Regler ist nur ein „Dummy“.

Gehäuse und Board löten:

Alle Teile mit Spiritus reinigen. Durch die relativ große Masse der Blechteile wird die Wärme beim Löten schnell abgeleitet, das Lot fließt nicht. Verwendet man eine offene Flamme oder einen sehr großen LötKol-

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

ben, so besteht die Gefahr der punktuellen Überhitzung und/oder der Zerstörung des Boards. Um mit einem normalen Lötkolben arbeiten zu können, ist es notwendig, die gesamten Blechgehäuseteile auf Temperatur zu bringen und den Wärmeabfluss auszugleichen.

Der Verfasser verwendet dazu eine umgebaute Kochplatte als Heizplatte. Siehe Bild 12. Solche Kochplatten haben meistens eine Leistung von 1 kW, was für diesen Zweck etwas zu viel ist. Eine Leistungsdiode mit genügend hoher Spannungsfestigkeit (in der Kochplatte eingebaut) nimmt eine Halbwelle weg, die Heizwicklung bekommt jetzt nur mehr ca. 120 V(eff); wie wir alle wissen, verringert sich dabei die Leistung um 6db, hi.

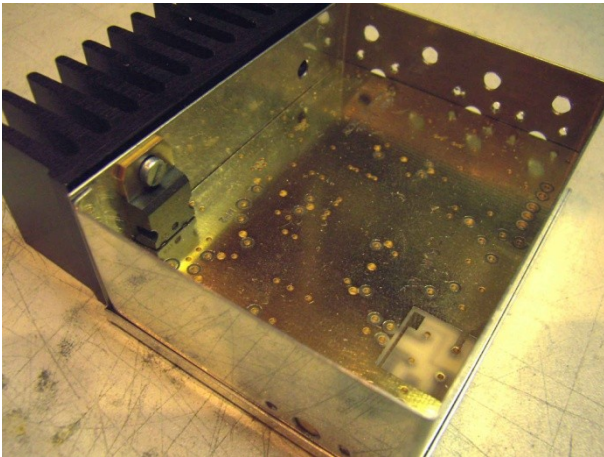


Bild 11



Bild 12

Die Temperaturregelung erfolgt bei diesen Heizplatten oft nur mit einem Bimetall-Schalter, der bei Erreichen der eingestellten Temperaturstufe (keine Gradangabe) abschaltet. Die damit erzielte Temperatur ergibt sich aus dem Mittel zwischen ein- und ausgeschaltetem Zustand. Eine bestimmte und damit auch konstante Temperatur lässt sich daher leider nicht einstellen, es hilft nur Ausprobieren! Die Industrie liefert für solche Zwecke kommerziell hergestellte Vorheizplatten mit einstellbarer Temperaturregelung.

Die Gehäuseteile und das Board mit Spiritus reinigen. In den Gehäuseboden das 1-mm-Alublech legen, darauf die 10 mm starke Holzlehre, darauf kommt das Board, mit der Schrift nach oben. Alle abgefeilten Ecken fluchten. Dann die beiden Seitenteile einstecken, dies geht jetzt etwas streng, da die Bohrgrate der SMA Befestigungslöcher innen am Holzbrett auftragen. Die Seitenteile werden oben außen herum mit Gummibändern o.ä. zusammengehalten, um ein Auseinanderklaffen bzw. eine Spaltbildung zu vermeiden.

An der Herdplatte mit der kleinsten Heizstufe beginnen. Nach einigen Minuten sollte sich das ganze Gehäuse erwärmt haben, Handprobe, hi. Die Erwärmung des Gehäuses geht auf Grund der Wärmeabgabe nur langsam vor sich, auf keinen Fall mit der Heizleistung zu hoch gehen. Zuerst das Board nur an einigen Stellen punktuell heften. Hier merkt man schon, ob das Zinn fließt. Wenn nicht, noch Zeit zugeben, evtl. die Heizleistung moderat erhöhen. Wenn das Lötzinn fließt, kann mit dem Ziehen einer dünnen Kehlnaht begonnen werden. Als Lötkolben genügt ein temperaturgeregelter Lötkolben mit nicht zu grober Keilspitze (damit man in die Ecke kommt) mit ca. 50 Watt Leistung. Lötzinn mit niedrigem Schmelzpunkt verwenden (geringer Silbergehalt).

Wenn Gehäuse abgekühlt, dann Gehäuseboden aufmachen, Alu und Holzplatte entfernen. Klemmt die Holzplatte, dann mit dem Ende eines 2,3-mm-Spiralbohrers o.ä. das Holz durch das Loch der 5061-Spule (rechts hinten) raus drücken. Beide Gehäusedeckel zur Probe aufsetzen.

*Tipp: Um die beiden Gehäusedeckel besser fixieren zu können, kann man jeweils seitlich eine Bohrung in den Stirnseiten vorsehen. Die Bohrung wird in der Mitte des Deckels, 1,5 mm von der Bördelkante entfernt angebracht und bei aufgesetzten Deckeln mit einem 1,6-mm-Bohrer durchgeführt. Siehe Bild 13. Unbedingt Holzstücke beilegen und oben zusätzlich einspannen. Danach nur die Bohrlöcher in den beiden Gehäusedeckeln mit 2,3 mm Ø aufbohren / feilen. Als Befestigung empfehlen sich 2*4 mm Blechtreibschrauben. Alternativ kann man die Gehäusedeckel auch mit 2 Lötstellen fixieren, man sollte dann allerdings an beiden Seiten Bohrlöcher mit 3 mm Ø in beiden Gehäusedeckeln anbringen, um ein Abziehwerkzeug (z.B. Haken) ansetzen zu können. Eine andere Möglichkeit ist die Verwendung von Tape.*

Die Bilder 14, 15 und 16 zeigen Außenansichten des gebohrten und zusammengebauten Transvertergehäuses.

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

ses mit eingelöteter Leiterplatte und angeflanschem Kühlkörper. Damit sind die mechanischen Arbeiten abgeschlossen.

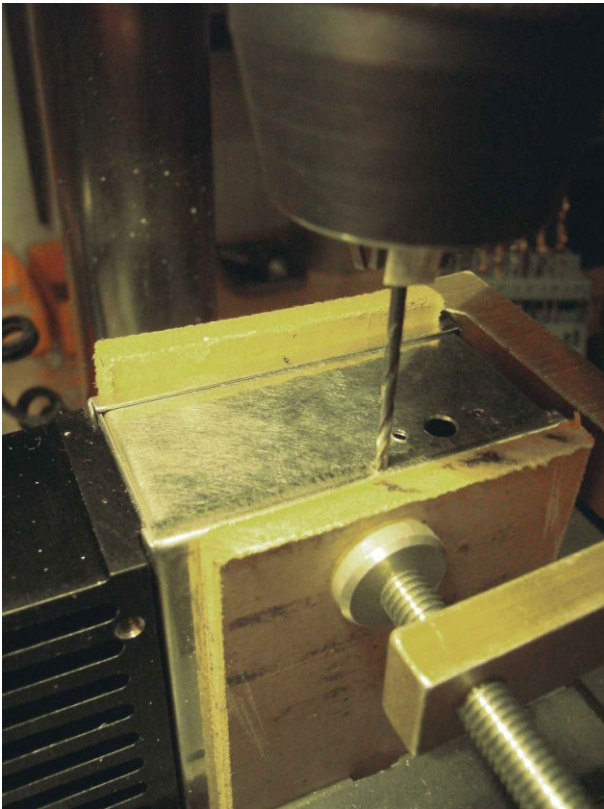


Bild 13

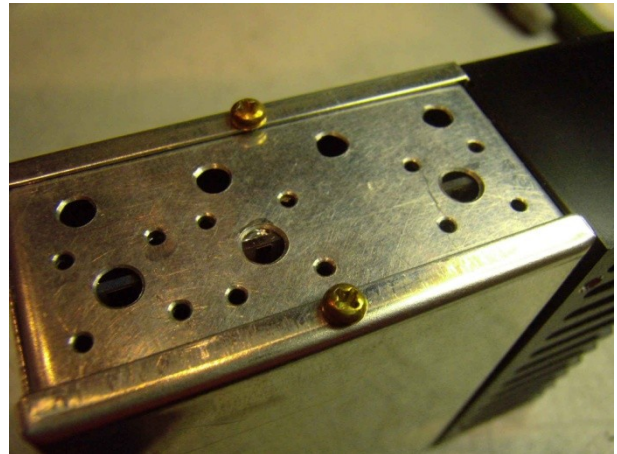


Bild 14



Bild 15

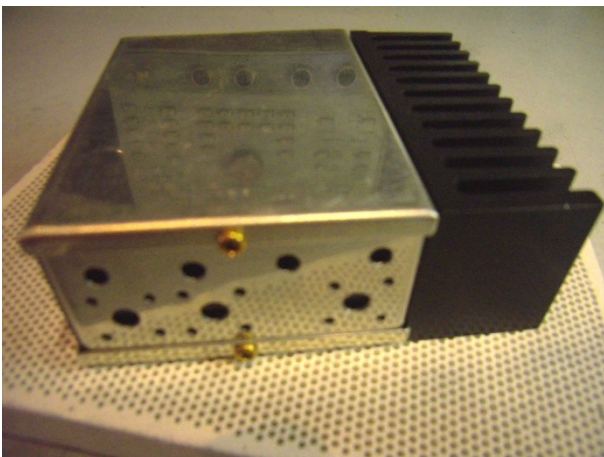


Bild 16

...wird fortgesetzt, Teil 2 beschreibt das Einbringen der Bauteile, Teil 3 befasst sich mit dem Abgleich. Gutes Gelingen!