

**Vorwort:**

Diese Anleitung soll ermöglichen, dass du eine PA nachbaust, die je nach Auslegung folgendes mit sich bringt:

- Etwa 1 S-Stufe mehr auf den Bändern 80-20m (Output 500-800 Watt, erweiterbar)
- automatische Umschaltung zwischen den Bändern
- sofort sendefähig ohne weiteres Abstimmen der PA, nur eine PTT-Leitung vom TRX
- Eingangsleistung von etwa 10-15 Watt
- kleine Bauart, etwa DIN-A4-Größe, leicht

Voraussetzung zum Betrieb ist ein Netzteil mit einer Ausgangsspannung von etwa 48V, je nach gewünschter Ausgangsleistung belastbar mit 10-20A. Mein Netzteil kam übrigens von „eBay“ als ausgedientes Teil einer Spannungsversorgung für Solaranlagen. Aber auch Gabelstapler und Elektrofahrzeuge nutzen 48V, beispielsweise...

Das Gehäuse ist mit einfachen Heimwerker-Fähigkeiten zu konstruieren, alle Teile gibt's im örtlichen Baumarkt. Aus Kostengründen (mir war eine gelöcherte Platte für die obere Abdeckung im Baumarkt einfach „zu teuer“) landete mein erster Versuch in Teilen eines ausgedienten Chassis eines Radio-Verstärkers. Denkbar ist jedes Metallgehäuse, aus dem die Wärme nach oben gut abgeführt werden kann. Kernstück sind 2 dicke Kupferplatten (plus Kühlkörper), auf denen die Transistoren montiert sind.

Die ganze PA mit den günstigen IRF640N -Mosfets für etwa 1-2 Euro das Stück (man braucht nur 8...) kostet dann je nach Aufwand irgendwo zwischen 120 Euro aufwärts – und damit preislich unschlagbar für eine Transistor-PA.

Die Transistoren können leider auf den oberen Bändern nicht mehr mit voller Leistung arbeiten, 15m geht mit eingeschränkter Leistung. Aber im Ernst – wenn 10-15m denn offen ist, geht das auch mit dem normalen Output :-)

Bevor es nun praktisch losgeht:

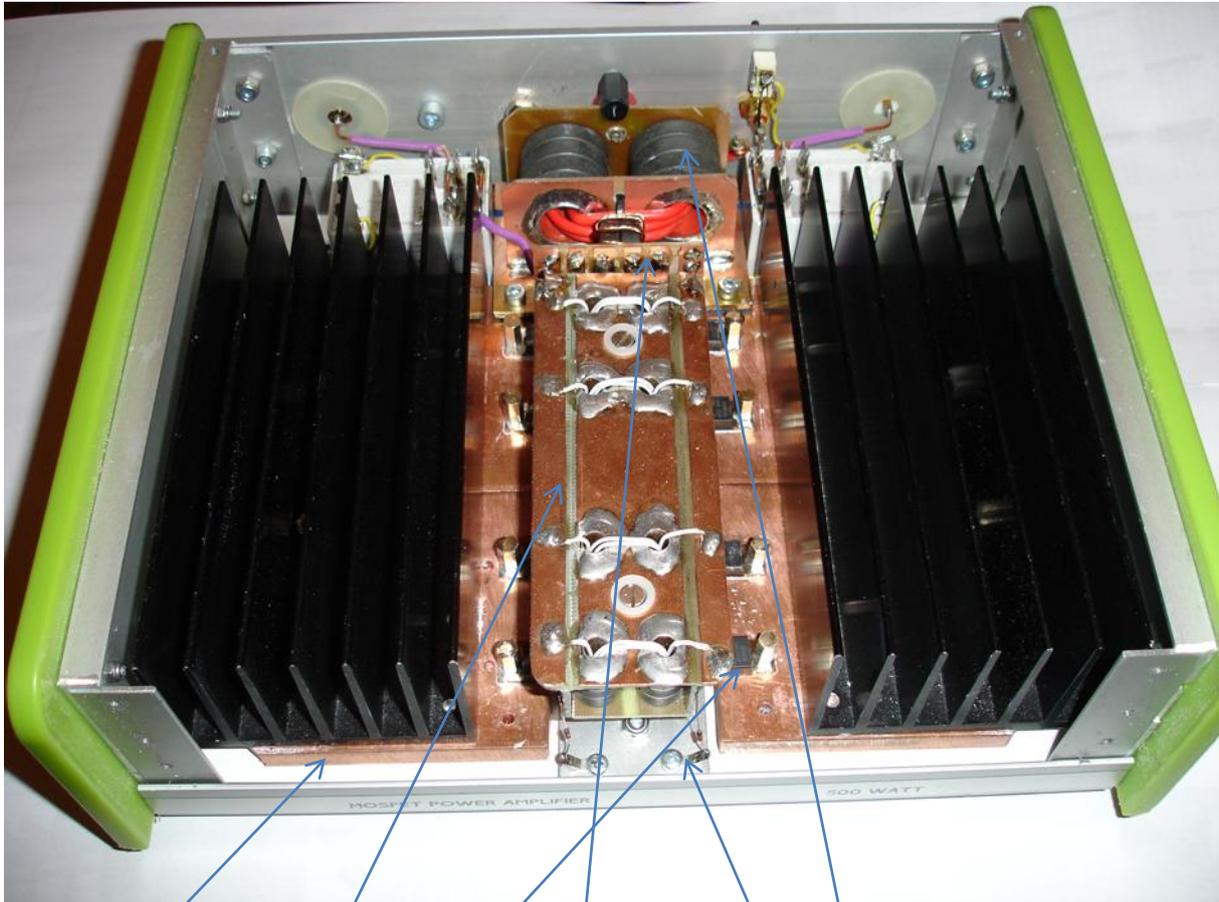
Man sollte schon einmal mit einem Lötkolben gearbeitet haben. Auch sollte man bedenken, dass spätestens beim Senden HF frei wird und dabei dann auch das Gehäuse der PA geschlossen sein sollte. Es liegt zwar nirgend wo eine hohe Spannung an, selbstverständlich geschieht der Nachbau aber auf eigenes Risiko.

Und: Fachlich versierte Funkamateure, die sowohl elektrotechnisch vorgebildet sind und eine dementsprechende Bauanleitung erwarten, mögen mir verzeihen: erstens kann und muss ich viele technische Dinge nicht verstehen, und zweitens richtet sich diese Bauanleitung „zum Anfassen“ an Funkamateure, die auch mit Grundkenntnissen ein solches Projekt verwirklichen wollen. Auch aus diesem Grund ist der Sprachgebrauch „so einfach wie möglich“ gehalten.

Mit dem Nachbau wünsche ich viel Spaß und Erfolg!

## Grundlegendes:

Die PA besteht aus 2 gleichen Seiten mit Transistoren auf einer dicken Kupferplatte mit Kühlkörper, zwischen den dicken Kupferplatten eine schmale Leiterplatte, in der Mitte der Transistoren ein Modulübertrager, einem Eingangsübertrager, einem Ausgangsübertrager mit dicken Ringkernen, 2 Relais und natürlich einer Spannungszuführung über Buchsen o.ä. und Antennen Ein- und Ausgang – und eine PTT-Buchse. Wahlweise noch einen Schalter für die PTT/Stand-by .



Kupferplatte (hier aus 2 Teilen pro Seite) mit Kühlkörper (vom Gehäuse isoliert verbaut)

4 Transistoren pro Seite (IRF640N)

leitende Fläche zwischen den Kupferplatten unterhalb des Modules (Masseplatte)

Modulübertrager,

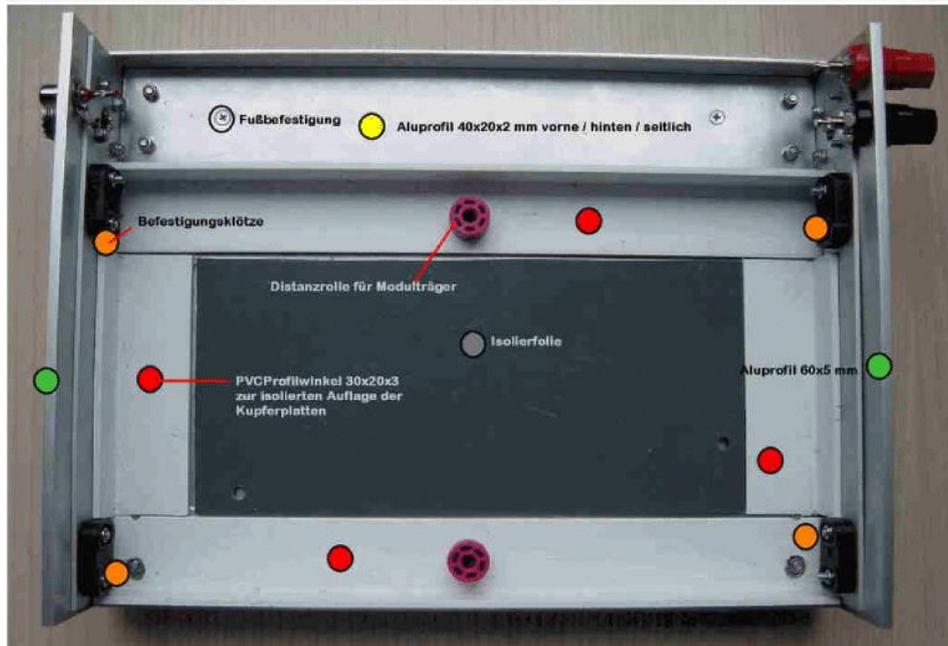
Eingangsübertrager,

Ausgangsübertrager

## Teil 1

### Gehäusevorschlag

OE5ULL Mosfet Power Amplifier Chassiskonstruktion (Xoe5ullpa\_03.jpg) 25.08.2012

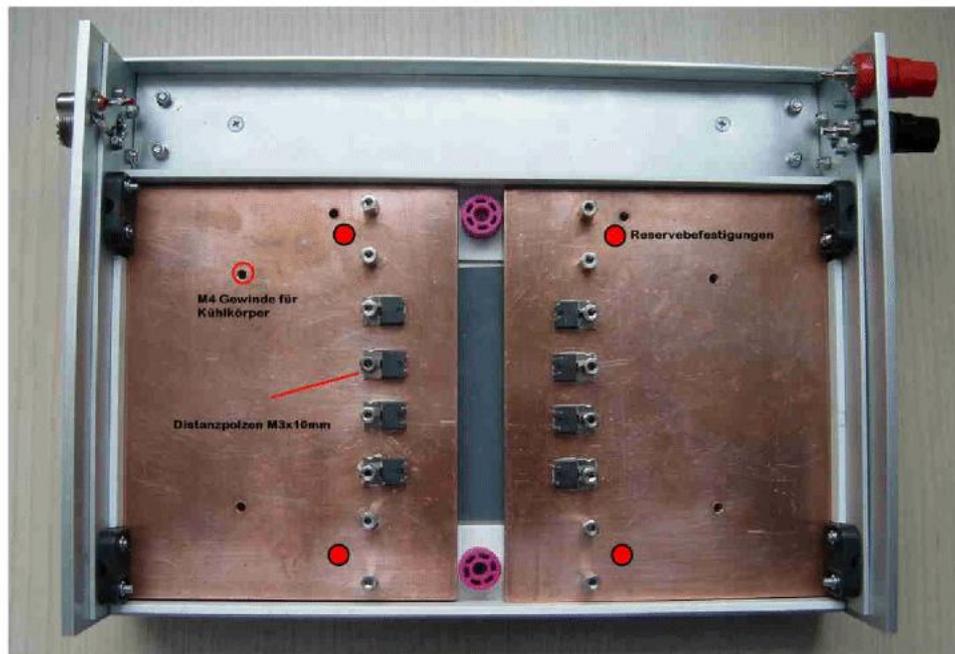


Die Maße richten sich nach den vorhandenen Kupferplatten und Kühlkörpern, Anschlusseingänge sind frei positionierbar.

## Teil 2

### Kupferplatten

OE5ULL Mosfet Power Amplifier Mosfetmontage (Xoe5ullpa\_04.jpg) 25-08-2012



Wie auf dem Foto zu sehen sind jeweils links und rechts 4 Transistoren auf Kupferplatten befestigt.

Die Kupferplatten sollten 10mm dick sein, Maße ca. 200x100mm. (Nein, dünnere leiten die Wärme nicht so gut ab, und nein, ein anderes Material eignet sich auch schlecht.

Nochmals nein, man kann nur theoretisch mehrere dünne Reststücke übereinanderlegen und damit die 10mm erreichen☺ Das bietet sich nicht an und Fehler können daraus entstehen. Die Wärme würde einfach nicht schnell genug abgeführt werden. Denkbar ist natürlich dünneres Material und eine aufwändige Kühlung mit Ventilator. Ich empfehle aber die dicken Kupferplatten...).

Die Platten erstand ich im Altmittelhandel, aber auch Anlagenbauer verwenden solch ein Material. Meine Platten waren leider zu schmal für eine durchgehende Größe pro Seite, also wurden jeweils 2 gleich große Teile pro Seite verwendet, auf die der große Kühlkörper geschraubt ist.

Denke daran, dass die Kupferplatten nachher unter Spannung stehen, also isoliert vom Gehäuse eingebaut sein müssen! Wie auf dem Foto vom Gehäuse zu sehen liegen die Platten z.B. auf Kunststoffleisten/ Winkeln und die Kupferplatten sind quasi eingeklemmt.

Der Abstand in der Mitte der Platten richtet sich nach der Größe des Modulübertragers. Der ist etwa 40mm breit. Wenn du die Kupferplatten schon hast dann würde ich erst den Modulübertrager bauen, die Transistoren einfach mal auf die Endposition auf die Kupferplatten hinlegen und mit einem Stift markieren, wo die Bohrungen hinmüssen. Kritische Maße gibt es hier nicht...

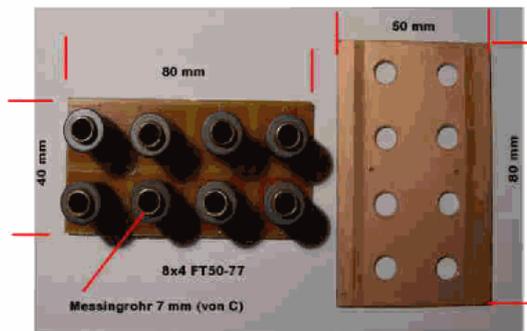
Sollten die Platten bzw. das Gehäuse von der Größe her keinen Platz mehr für die Leiterplatte dazwischen erlauben, dann setze kleine nicht-leitende Distanzteile dazwischen und baue die Leiterplatte mit etwas Abstand (Distanzplatte) zu den dicken Kupferplatten darüber.

### Teil 3

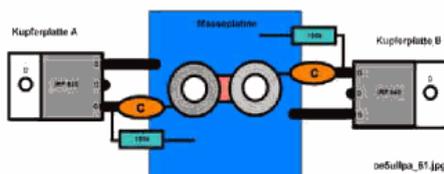
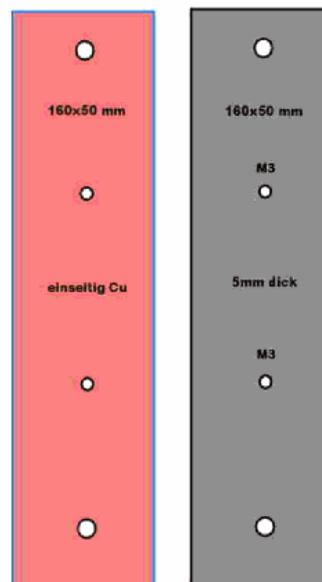
#### Modulübertrager

OE5ULL Mosfet Power Amplifier Xoe5ullpa\_06.jpg 28.08.2012

Modulblockteile



Masseplatte mit Distanzplatte



Dieses ist wohl das augenscheinlich aufwendigste Teil, eigentlich aber schrittweise ganz einfach nachzubauen:

Wir benötigen kleine Ringkerne FT50-77, jeweils 4 Stück pro Mosfet. Also insgesamt 32 Stück bei 8 Mosfet. Diese werden auf ein in der Länge passendes Messingrohr von 7mm Durchmesser (z.B. von Conrad, Artikelnummer 293148) aufgesteckt. Das kleine Rohrteil steckt „oben und unten“ in einer Bohrung in einem einseitig kaschierten Leiterplattenstück. Die Rohrlänge ist also: Leiterplattendicke plus die 4 Kerne plus noch eine Leiterplattendicke. Rohrlänge ist also etwa 25 mm.

Einfach etwas länger machen, das ist nicht kritisch und das Rohr wird an den Platten oben und unten verlötet.

Erster Arbeitsschritt ist also: Messingrohr Ablängen auf 25 mm, 8 Stück brauchen wir. Ein wenig mit der Feile entgraten, fertig. Ganz sauber kann man das arbeiten, wenn man das Rohr in einen Akkubohrer o.ä. einspannt und dann ein Metallsägeblatt da anhält, wo es abgesägt werden soll.

Mir war das zu aufwändig, einen Zehntelmillimeter krumm gesägt sieht auch keiner 😊

Leiterplatten: Die „untere Leiterplatte“ (einseitig beschichtet) ist mehrfach unterteilt, auf dem Foto oben 40mm breit. Das Kupfer bekommt man mechanisch mit einem Proxxon/ Dremel mit Aufsatz, mit einen Winkelschleifer/ Flex oder schlicht mit einer Feile ab. Bitte an den Augenschutz denken! Das Ergebnis muss nur elektrisch einwandfrei sein, auf einen Millimeter kommt es nicht an. Die untere Platte also jeweils für die Röhrchen Bohren (gut geht ein Holzbohrer von 7mm) oder ein Fräser, dann die Flächen um die Bohrlöcher voneinander trennen. Eine Wegnahme von der Kupferbeschichtung von 2-3mm reicht aus, es bleibt noch genug Kupfer um das Rohr-Ende stehen, um dieses später voll zu verlöten. Es entsteht so eine Leiterplatte mit 8 Bohrlöchern, die alle eine kleine quadratische Leiterfläche für sich haben. In die Bohrungen können die vorbereiteten Röhrchen schon eingesteckt und jeweils 4 Kerne aufgesteckt werden (Kupferbeschichtung nach unten!).

Die obere Platte vorbereiten: Löcher genau in der gleichen Position wie unten, jedoch wird die Fläche nicht durchteilt für jedes Röhrchen. Bitte beachten, dass man am Rand noch ca. 5mm Kupferleitbahn braucht. Bevor die also drangeklebt werden muss einfach die obere Platte 1cm größer machen und die Beschichtung jeweils 5mm rechts und linksseitig am Rand mechanisch trennen (auf dem Foto 50mm breit).

Die kupferbeschichtete Seite nach unten legen, die Röhrchen einstecken, jeweils 4 Ringkerne aufstecken, die obere Platte auflegen (mit der Leitfläche nach oben), etwas zusammendrücken. Theoretisch sollten die Kerne kaum Spiel haben und nicht „klappern“.

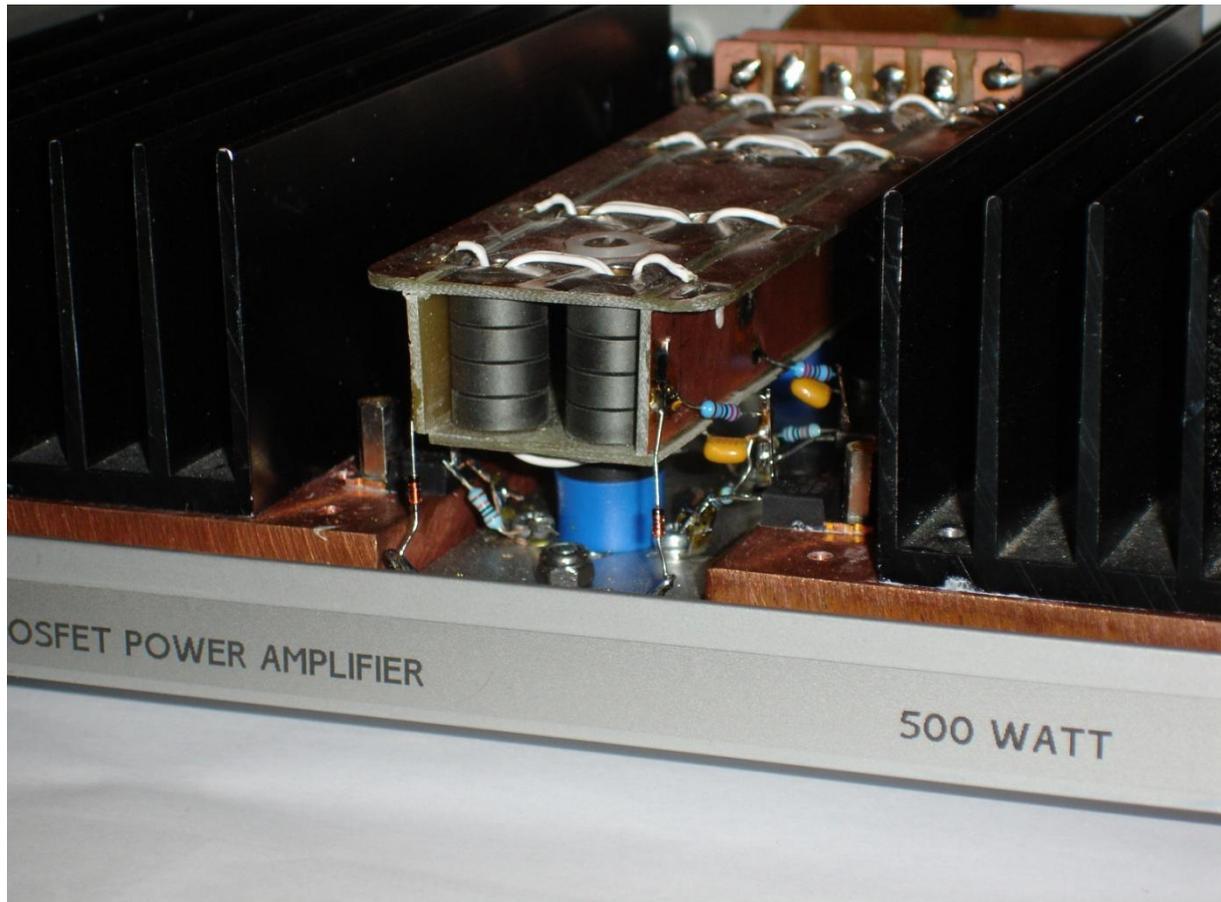
Jetzt die Rohrenden jeweils oben und unten voll verlöten mit den Platten. Das kann je nach Wattleistung des Lötkolbens etwas dauern, immer die Ruhe. Flussmittel hilft hier auch 😊

Als weitere Leiterbahn zwischen der Platte oben und unten seitlich 2 Flächen sägen, die genau zwischen die Platten passen (Maße unkritisch, meine Platten halten mit einem Tropfen Kleber oben und unten). Daran werden nachher u.a. die Widerstände verlötet.

Was uns noch fehlt sind die Windungen durch die Kerne:

Telefondraht/ Rangierdraht (Klingeldraht) hat etwa 0,8mm Dicke mit Isolation, der eignet sich gut.

Wie auf dem Foto unten „links außen“ anlöten, rein nach unten in das linke Röhrchen, rechts aus dem Röhrchen wieder nach oben, noch mal links wieder nach unten, rechts wieder hoch, noch mal links zurück, nach unten und rechts wieder hoch und „rechts außen“ anlöten. Das ganze bei den anderen 3 Positionen auch fertigstellen.



Bevor das Modul fertiggestellt wird löten wir noch die Kondensatoren unten an. Das geht jetzt deutlich einfacher, als nachher:

Das eine Bein vom Kondensator kommt später an das Bein vom Transistor, an dem auch der Widerstand angelötet ist. Man könnte also mit einem Stift die Stelle am Modul markieren, wo ein Anlöten vom Kondensator Sinn macht. Jeder einzelne Kondensator ist dann unten verbunden, jeweils mit seiner „eigenen kleinen Kupferfläche“, das andere Bein hängt derzeit noch frei in Richtung Transistor.

Wenn das Modul fertig ist können wir die Montage vom Modul, den Transistoren und der Leiterplatte angehen. Das Modul ist übrigens isoliert von der Masseplatte unten befestigt. Entweder die Bohrlöcher groß genug machen oder Kunststoffschrauben nehmen. Also nicht ein kleines Loch in das Modul oben bohren und mit einer langen Schraube unten anschrauben, das gäbe einen Kurzschluss! Das Modul selbst erhält zusätzliche Festigkeit durch die angelöteten Bauteile an der Masseplatte unten.

Ganz unabhängig, ob die Masseplatte zwischen oder leicht über den dicken Kupferplatten liegt, werden die Transistoren so festgeschraubt, dass „die Fläche vom Transistor noch voll auf der Kupferplatte liegt“, die Beine vom Transistor aber ggf. in der Luft hängen.

Die Transistoren haben selbst eine Bohrung, durch die sie angeschraubt werden können. Die Position auf den Kupferplatten anzeichnen.

Hinweis: es kann sein, später einmal einen Transistor austauschen zu müssen. Das geht am einfachsten, wenn dieser mit einer Mutter gesichert ist und mit einer fixierten Schraube an der Kupferplatte von unten gehalten wird.

Josef fertigt die Bohrungen mit einem Gewinde und Senkschrauben von unten, dass oberhalb nur ein Schraubenende rausschaut. Er hatte folgende Hinweise für das Bohren und Gewindeschneiden:

„Die Verwendung von Bohr-Öl dient nicht nur für das Gewindeschneiden, sondern auch für das Bohren. Das Kupfer „schmiert“ und verklemmt dann den Bohrer. Wenn er abbricht, bleibt meistens ein Teil im Kupfer. Man bringt diesen Teil dann nur mehr mit Gewalt heraus (ich spreche aus Erfahrung). Sei extrem vorsichtig. Das ist auch beim Gewindeschneiden so...“

Recht hat er gehabt, 10mm Kupfer ist nicht unproblematisch. Meine Bohrer in Baumarktqualität haben sich schnell verabschiedet und konnten nur mühevoll rausgezogen werden, nachdem sie reihenweise abgebrochen sind. Meinem Gewindeschneider ging das nicht anders...

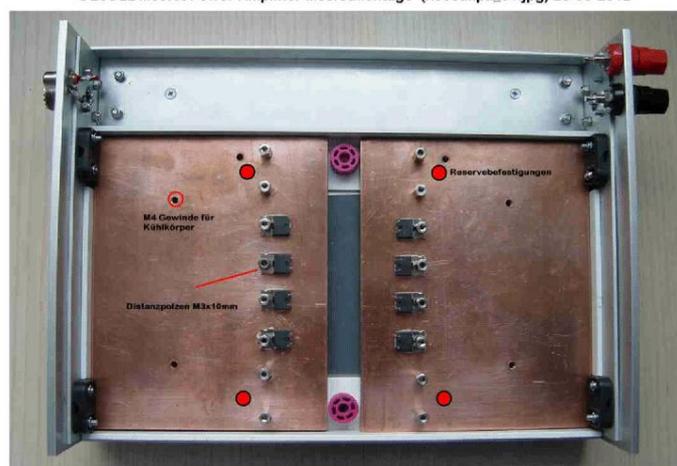
Ich habe dann schon die Kupferplatte verdreht, weil auf der einen Seite unschöne Löcher drin waren und abgebrochene Bohrerreste, die ich nicht mehr rausbekam. Für die Löcher ging ganz gut ein Fräser in guter Qualität für weiche Metalle.

Ich habe dann irgendwann die Nerven verloren und mir gedacht, dass die Schrauben ja nur durch ein Gewinde gesichert sind, dass sie sich unten nicht mitdrehen, falls ich oben die Schraubbefestigung lösen muss. Bei mir hat das Ganze dann nicht das „Josef`sche Supergewinde“ gelöst, sondern ein Tropfen Sekundenkleber. Ging auch..., Schrauben drehen sich nicht mit und ich muss unten nicht gegenhalten, falls ich oben eine Mutter löse.

Die Transistoren habe ich dann (mit Kühlpaste versehen natürlich) aufgelegt und mit den länglichen Tonnen-Muttern (Distanzhülsen) angeschraubt, die sind sehr praktisch (z.B. Conrad 521636-62).

Ohne montiertes Modul sieht das dann etwa so aus:

OESULL Mosfet Power Amplifier Mosfetmontage (Xoe5ullpa\_04.jpg) 25-08-2012



Jetzt kommt eine wenig Lötarbeit, die Transistoren werden mit den restlichen Bauteilen verlötet.

Der mittlere Kontakt vom Transistor wird nicht benötigt, der ist identisch mit der leitenden Fläche, die mit der Kupferplatte verschraubt ist. Einfach 2-3-mal hoch/runterbiegen, dann bricht er ab. Wie auf den Anschlussbild vom Modul ersichtlich ist (linke Seite der Grafik am Anfang dieses Abschnittes) der obere Kontakt direkt angelötet an die Masseplatte zwischen den Kupferplatten. Damit fangen wir an. Also linke Seite der PA/ Kupferplatte: immer den oberen Anschlussdraht anlöten an der Mittelplatte/ Leiterplatte dazwischen, rechte Seite dementsprechend seitenverkehrt den unteren Anschlussdraht an der Platte anlöten. Unten auf dem Bild sieht man die Leiterplatte aus Alu in der Mitte zwischen den Kupferplatten, dazu angeschraubte Lötösen. Es geht aber auch eine kupferkaschierte Leiterplatte.

An den noch verbleibenden freien Anschlussdraht des Transistors kommt etwas mehr: zuvor wird dieser einfach im rechten Winkel hochgebogen. Daran werden erst einmal der Kondensator mit 1MicroF (der schon an der Modulunterseite festgelötet ist) und ein 100K-Widerstand angelötet.

Das Ende vom Widerstand wird auch mit der Masseplatte verlötet, wo schon der andere Anschlusskontakt vom Transistor angelötet ist. (Es muss nicht die gleiche Lötstelle sein, einfach da anlöten, wo der (gekürzte) Draht vom Widerstand endet. Wir haben jetzt also: eine direkte Verbindung vom Transistor mit der Masseplatte an einem Bein, das andere Bein über den Widerstand auch mit der Masseplatte verbunden und mit dem Kondensator mit den Kontaktflächen auf der Unterseite des Moduls.

Es fehlt noch ein weiterer Widerstand: Ebenfalls am bezeichneten Anschlussdraht vom Transistor kommt die eine Seite dran (also insgesamt 3 angeschlossene Bauteile), die andere Seite wird an der senkrechten Fläche seitlich am Modul (die geklemmte/ geklebte Fläche zwischen Ober – und Unterseite) angelötet.



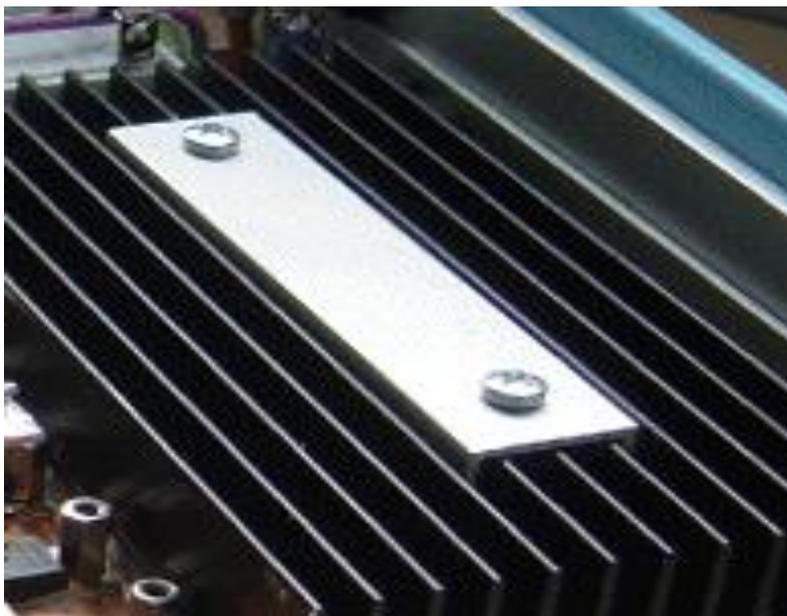
Was wir auf dieser Seite „am Ende des Moduls“ gleich mit anlöten können sind die beiden Zenerdioden 3,6V.

Die Seite ohne den Ring unten an die Masseplatte, die Seite mit dem Ring an die seitlichen Flächen, wo schon der Widerstand angelötet ist.



Der „Rest“ was noch anzulöten ist (am oberen Teil vom Modul zu den Relais hin) kommt mit der Beschreibung vom Eingangsübertrager. Die Kühlkörper können jetzt auch schon auf den Kupferplatten montiert werden. Wärmeleitpaste nicht vergessen und daran denken, dass nachher im Sendebetrieb eine Spannung anliegt. Also bitte keinen Kurzschluss mit dem Gehäuse erzeugen...

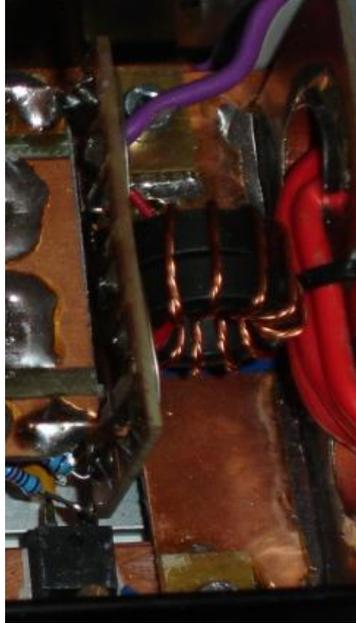
Wie die Kühlkörper befestigt werden ist egal, Schraube von unten oder eine Halterung von oben mit einer Gewindestange. Die brauchen schon einen leichten Druck, um die Wärme gut aufnehmen zu können. Nur mit der Wärmeleitpaste „ankleben“ reicht nicht.





Wicklung um die Kerne:

Als erstes stellen wir uns eine gedrehte trifilare Leitung aus dem Kupferlackdraht her. 3 Längen von etwa 80cm Kupferlackdraht mit 0,5mm Quadrat Durchmesser in einen Akkuschrauber/ Bohrmaschine einspannen, das andere Ende mit einer Zange oder durch einen Schraubstock straff halten und langsam Drehen. Die Wicklung nicht zu eng und nicht zu weit auseinander, das Ergebnis in etwa wie auf dem Foto unten.



Die fertige verdrillte Leitung wird so montiert:

Ich habe den Anfang mit einem Kabelbinder fixiert, dass die Leitung nicht wegrutscht. Die Anschlussenden sind derzeit noch ca. 3-5cm lang.

Schaue ich von vorn auf die beiden Kerne, die flach übereinander vor mir liegen, habe ich den Anfang Drähte von innen nach außen und wickle rechts rum gegen den Uhrzeigersinn. 12 Windungen brauchen wir: Also, in der Mitte von innen nach außen, von außen zurück zur Mitte: ergibt 1 Windung. Windungen halbwegs gleichmäßig über die Kerne verteilen, die Leitung am Ende wieder gegen Verrutschen sichern. Unsere Leitungsanfänge rechts liegen dann in der Position Anfang 1,A2,A3 und auf der anderen Seite das Ende aus 3 Drähten. Die Drähte am Ende müssen in der gleichen Lage/ Reihenfolge liegen, also mit einem Ohmmeter/ Durchgangsprüfer ausmessen, welcher Anfang zu welchem Ende gehört: Anfang 1 liegt ganz links auf der rechten Seite der 3 Drähte, Ende 1 liegt dann auch ganz links auf der linken Seite der 3 Drähte usw.).

Reihenfolge wäre also Ende1,E2,E3, Anfang1,A2,A3.

Die Drahtenden werden dann wie folgt angeschlossen:

IN zu A1. E1 mit A2 direkt verbinden am Kern (Isolierung beim Löten der anderen Drähte nicht schmelzen lassen). E2 zu Masse. (Primärwicklung).

OUT links zu A3. E3 zu OUT. (Sekundärwicklung)

Das klingt übrigens schlimmer als es ist, man darf nur nicht verkehrte Drähte an verkehrter Position anlöten :-)

2 Wicklungen fehlen noch, aus einem Drahtstück für die BIAS-Wicklung, in der Grafik oben als 2 rote Striche gezeichnet:

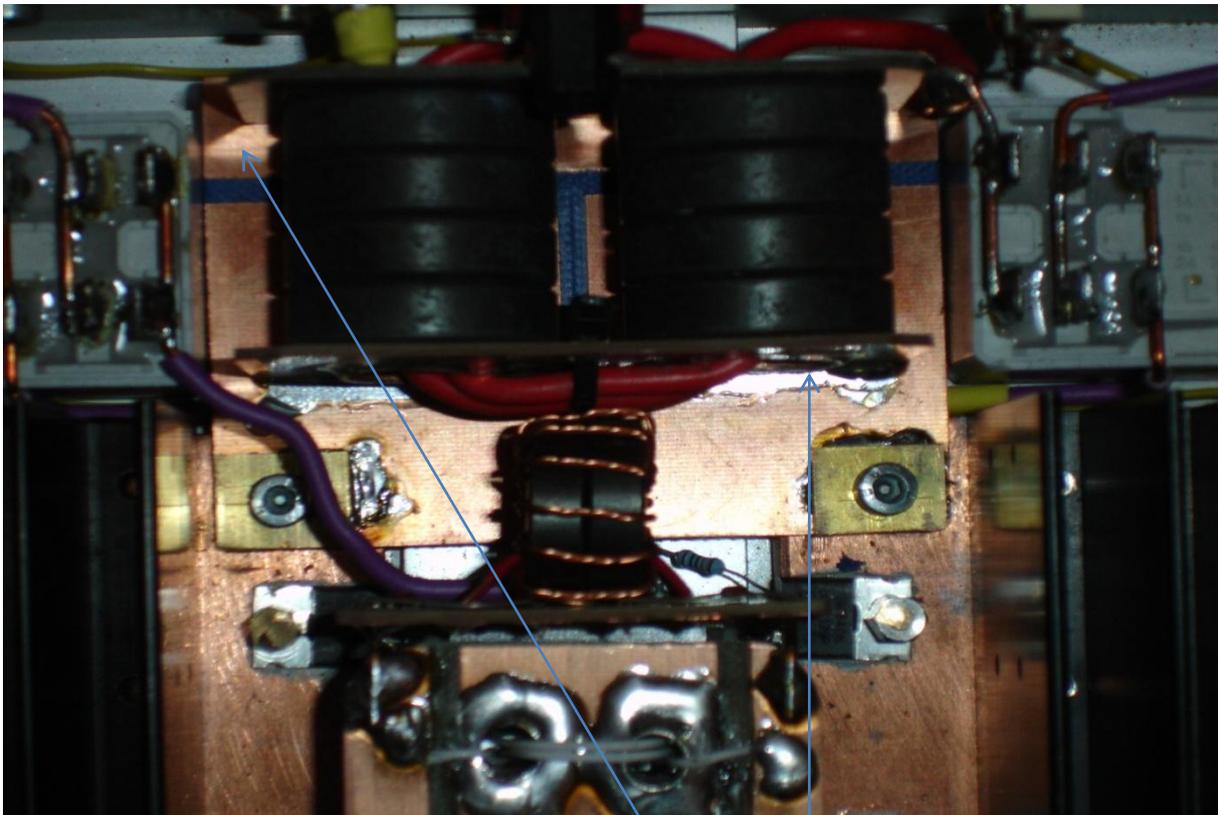
links (von blau zu rot in der 4.Ebene) durch Kern zu Diode 1N4148, rechts (von rot zu blau in der 3. Ebene) durch Kern zu Diode 1N4148, wie oben in der Grafik zu sehen. Die „Wicklung/Wicklung“ geht also nur einmal durch den Kern durch, der hochkant auf der kleinen Platine steht. Eigentlich ist das sprachlich betrachtet nur eine „halbe Windung“, einmal durch die Mitte halt.

Beide Dioden mit dem Ring in der richtigen Position anlöten, 1 Widerstand 2,2K jeweils oben rechts und links anlöten und mit der anderen Seite der Widerstände am Modul links und rechts festlöten (oben am Modul die kleine seitlichen Extraflächen von 5mm Breite)– damit wird diese kleine Platine auch gehalten und sie muss nicht am Gehäuse angeschraubt werden.

## Teil 5

### Ausgangsübertrager

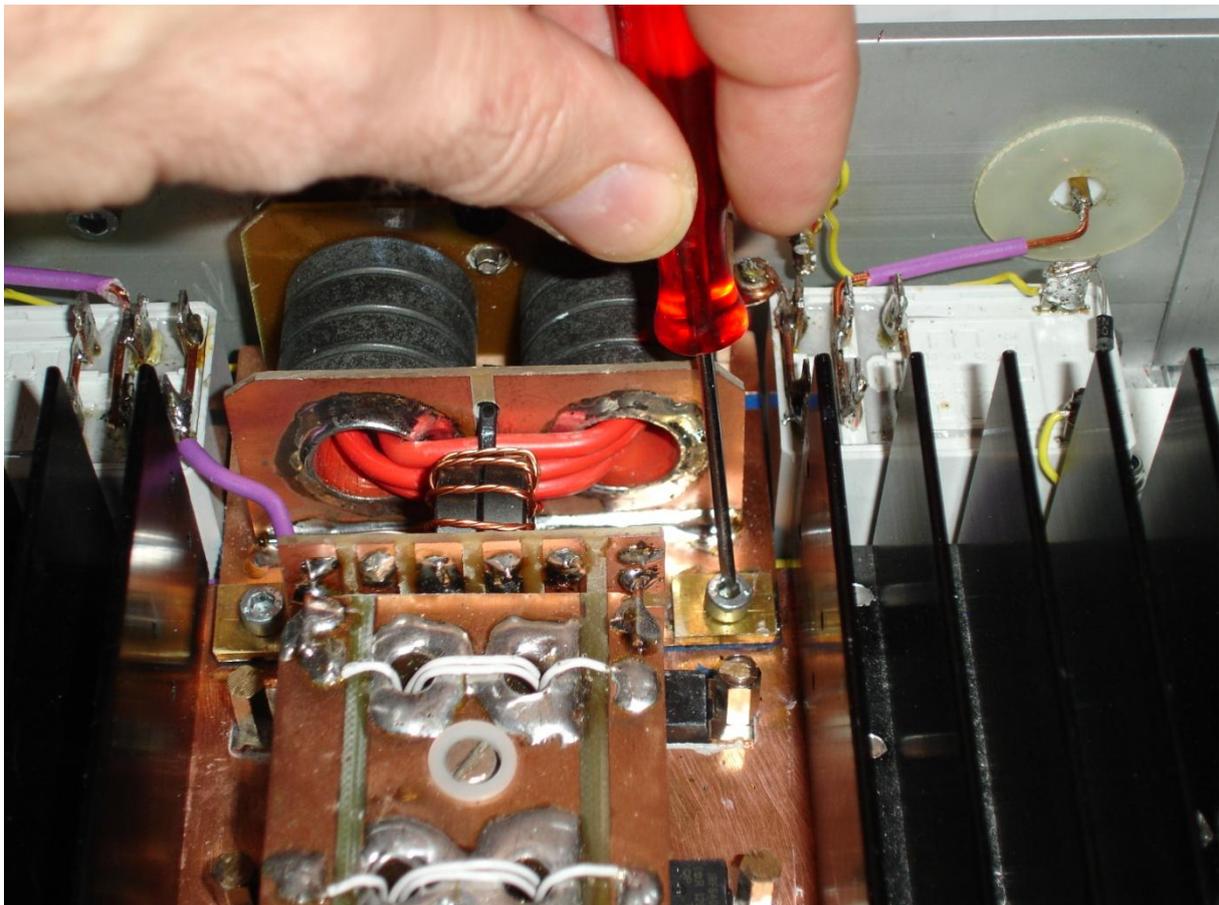
Wir brauchen 2 mal 4 Kerne FT114-77, die (wie bei unserem Modul) auf Kupferrohr montiert sind. Dieses jetzt benötigt einen Durchmesser von 18mm und hat eine Länge von etwa 80mm (Baumarkt oder Reststück vom Gas-/Wasserinstallateur).



Die Leiterplatte oben/ zur Gehäuserückwand hin ist durchgängig und die Kupferrohre beide voll verlötet. Die Leiterbahn der Platte zum Modul hin ist in der Mitte geteilt. Der Ausgangsübertrager ist

an einer weiteren Leiterplatte, auf der die Kerne mit dem Rohr in rechtem Winkel angelötet werden. Diese „Grundplatte“ ist unterbrochen wie ein Buchstabe T: Wir haben, wie auf dem Foto oben sichtbar, oben eine Fläche wo die durchgehende Leiterplatte auch durchgehend angelötet ist, vielleicht 1cm breit. Und einmal links und rechts darunter jeweils eine Fläche, auf die die ebenfalls geteilte andere Hälfte angelötet wird. Die Fläche unten ist etwas größer als die Kerne lang sind, damit wir die Platte bequem befestigen können mit zugänglichen Schrauben.

Was noch fehlt ist sind 3 Windungen von einem etwa 2 Quadrat starkem isoliertem Kupferdraht: oben rechts anfangen, 3 mal durch die Kerne, oben links rauskommen. An das Ende kommt später der Pluspol-Eingang dran, der Anfang ist am Relais angeschlossen – dazu später mehr.



Der Ausgangsübertrager muss irgendwie eine leitende Verbindung zu den Kupferplatten rechts und links haben. Meine erste angelötete Variante oder mit Steckern hat sich nicht bewährt, wenn man schnell einmal eine Seite elektrisch trennen muss. Und dieses wird bei einem Transistorschaden leider erforderlich sein...

Nein, es ist übrigens nicht voreilig, wenn man statt der 8 benötigten Transistoren noch etwas „Reserve gleich mitbestellt“...

Eine tolle Befestigungsmethode zeigt das Foto oben, wo der Schraubendreher hinzeigt:

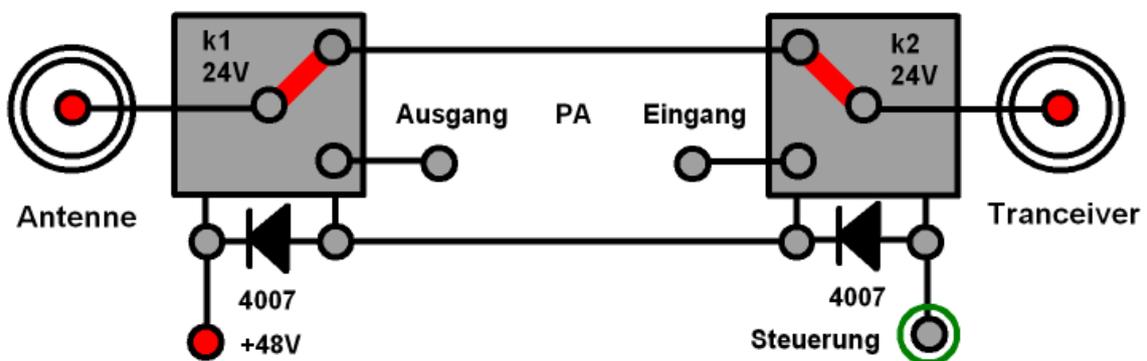
Der Ausgangsübertrager selbst liegt einfach mit seiner unteren Schicht (ohne Kupferbeschichtung) isoliert auf den dicken Kupferplatten auf. Es wird jeweils links und rechts ein Loch durch die Platte und die dicke Kupferplatte gebohrt, anschließend ein Gewinde in die dicke Platte unten geschnitten (oder wie bei der Transistormontage eine Schraube von unten eingesetzt/ geklebt und von oben mit einer Mutter gehalten). Jetzt könnte man schon nachfolgend eine Schraube von oben reindreihen, die dann ja mit der leitenden Schicht des Ausgangsübertragers oberhalb und der Kupferplatte darunter

leitend verbunden wäre. Macht man das aber mehr als 2-3-mal würde sich die dünne Kupferschicht abnutzen. Aus diesem Grund ist an dieser Stelle ein kleines Messingblech angelötet, das die Reibung wegnimmt und gleichzeitig den Druck gut verteilt. So lässt sich ganz schnell durch Lösen einer Schraube jeweils eine ganze Hälfte der Endstufe elektrisch abklemmen.

## Teil 5

### Relaismontage

# T / R Schaltung

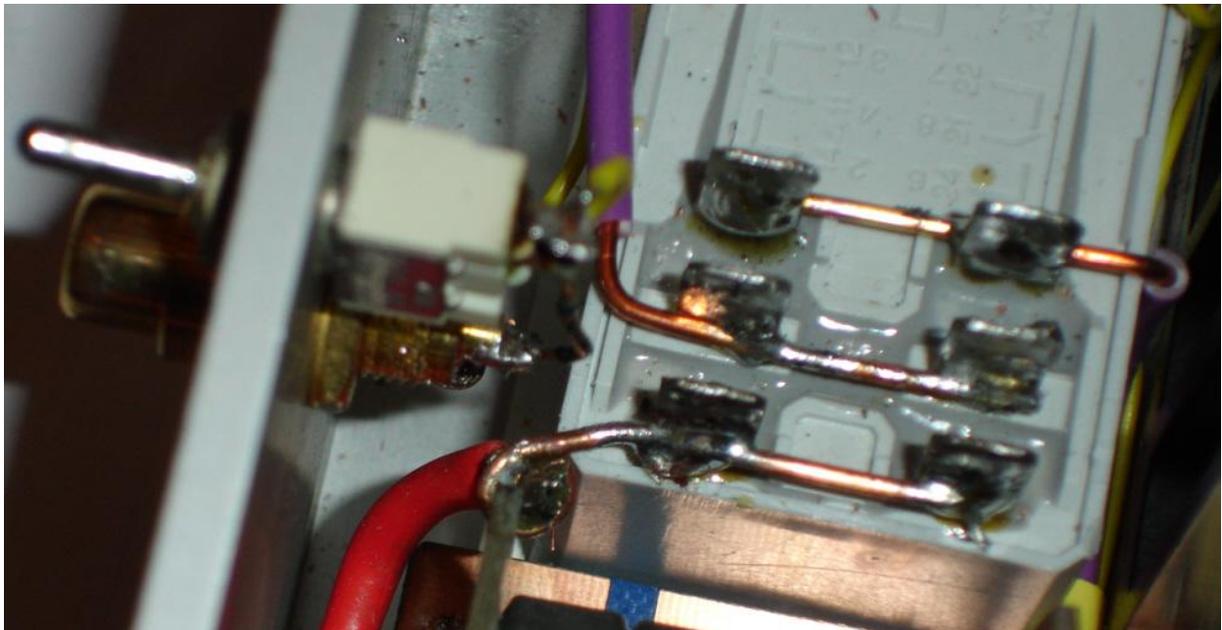


Relaistype: Finder Leistungsrelais Nr. 66.82.9024.0000

Antenneneingangsbuchse      Minus      Plus      Cinch-Buchse PTT      zum Transceiver  
 ggf. Erdung      PTT und Schalter bei Bedarf



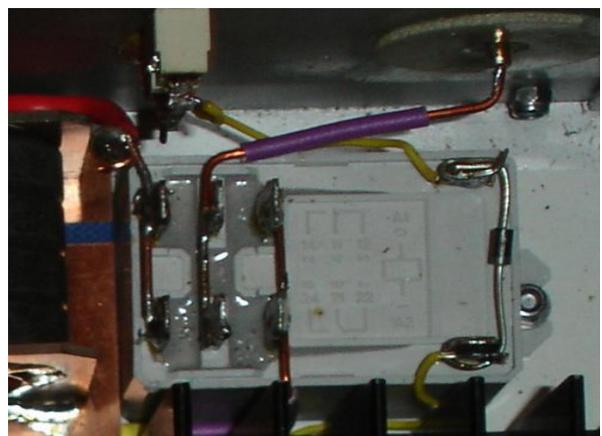
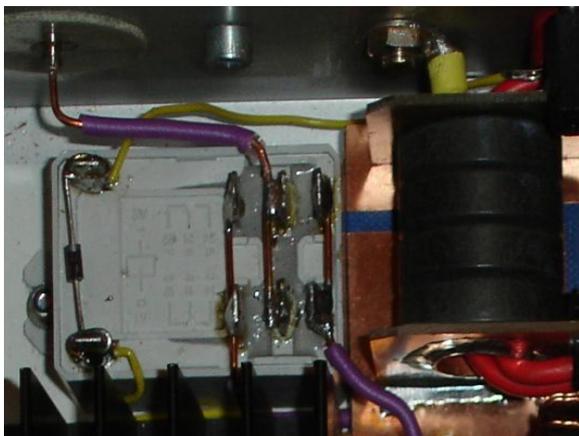
Der Rest ergibt sich eigentlich aus dem Bild. Vom Mittelkontakt der PL-Antennenbuchse geht es zum mittleren der 3 Kontakte beim linken Relais (ich habe einen Rest von einem Stromkabel verwendet. Klingeldraht ist für den Stromfluss zu dünn). Die oberen und unteren Kontakte sind durch festes Kupferkabel verbunden. Der linke Kontakt der 3 Kontakte auf der linken Seite ist mit dem Relais auf der anderen Seite (hier ist das dann die rechte Seite der 3 Kontakte) verbunden. Der mittlere am rechten Relais kommt von der TRX-PL-Buchse. Am linken Kontakt von den 3 Kontakten der rechten Seite beginnt die Wicklung vom Ausgangsübertrager (das Ende der Wicklung geht an den vom Gehäuse isolierten Pluspol).



Auf der linken Seite am Relais der rechte Kontakt von den 3 Kontakten geht zum Eingangsübertrager an die 2. Position „In“, siehe Schaubild.

Was noch fehlt: ganz außen links und rechts sind die Kontakte mit einer 4007 Diode verbunden:

Linke Seite Diodenmarkierung nach oben. Unterer Kontakt eine Verbindung zum rechten Relais an gleiche Stelle, oben eine Verbindung zum Pluspol (hier auf Foto durch Schalter unterbrochen).



Rechte Seite die Diodenmarkierung nach unten, von unten kommt die Verbindung vom linken Relais, oben eine Verbindung zur PTT-Chinch-Buchse. Hier z.B. kann man einen Schalter einbauen, um die PA in Standby zu schalten. Denkbar ist aber auch eine Unterbrechung der Spannung.

## Teil 6

### Nachkontrolle und erster Test

Wenn alles montiert und fehlerfrei angeschlossen ist (vielleicht Schaltbilder ausdrucken und jedes montierte Teil mit einem Stift durchstreichen?) wagen wir uns an einen ersten Test.

Deckel von der PA schließen, Stromversorgung einschalten, die PTT-Buchse kurzschließen (nein, noch nicht senden, der TRX ist noch nicht angeschlossen...also bitte die PTT-Kontakte überbrücken). Es sollten beide Relais hörbar anziehen und wieder öffnen, sobald der Kurzschluss entfernt wird.

Wenn das erfolgreich war: Dummyload an den Ausgang (bzw. freie Frequenz) auf 14 MHz, erst den TRX testen: stimmt das SWR? Stimmt die Eingangsleistung für die PA? Wenn es irgend geht sollte die Leistung vom TRX auf unter 10 Watt eingestellt werden. PTT abschalten bzw. Stecker vom TRX aus der Buchse ziehen. Wenn die Grundwerte ohne die PA stimmen: PTT verbinden bzw. einschalten und die PA mit kleiner Leistung testen. Die Relais sollten anziehen. Bei etwa 5 Watt Eingang macht dann die PA: etwa 100-150 Watt, je nach Bauart. Hat es nicht geraucht, lässt sich die PA mehrfach anschalten und das Netzteil hat nach dem ersten Test keinen Kurzschluss: herzlichen Glückwunsch, die PA ist fertig und funktioniert!

Bei meinem zweiten Test (ich konnte meinen TS50 nicht stufenlos regeln – dachte ich) habe ich dann ca. 40 Watt reingegeben und hatte lediglich einen kurzen Ausschlag am Wattmeter. Der war zwar gewaltig, aber sehr kurz...

Sollte das passieren besteht ein Kurzschluss zwischen Plus- und Minuspol (weil zumindest 1 Transistor durchschlägt), das Netzteil geht in den Störmodus oder eine Sicherung fliegt raus. Der Kurzschluss lässt sich mit dem Ohmmeter/ Durchgangsprüfer leicht feststellen, wenn das Netzteil noch mit der PA verbunden ist. Zieht man die Stecker der Stromversorgung aus der PA raus sollte das Netzteil wieder normal arbeiten.

Der (meist ist es nur 1) defekte Transistor) lässt sich leicht finden:

TRX zur PA trennen (zumindest Spannungsversorgung ausschalten), Deckel abnehmen.  
Durchgangsprüfer an Plus und Minus legen, Kurzschluss wird angezeigt.

Die Schraube links am Ausgangsübertrager und damit die Verbindung zur dicken Kupferplatte rausschrauben. Ist der Kurzschluss zwischen Plus und Minus weg befindet sich der defekte Transistor auf dieser Seite der PA. Wenn der Kurzschluss nicht weg ist: Schraube wieder reindrehen, andere Seite ggf. genauso testen. Möglich ist auch ein Kurzschluss von mehreren Transistoren auf beiden Seiten. Zumindest wenn beide Schrauben rausgedreht sind muss der Kurzschluss weg sein.

Den entsprechenden defekten Transistor findet man genauso:

Wenn die Seite feststeht die Schraube zur Kupferplatte wieder reinschrauben. Der Kurzschluss ist jetzt wieder messbar.

Einfach nacheinander die Transistorschrauben abschrauben und den Transistor leicht von der Kupferplatte abheben (nicht zu doll hochbiegen, macht man das öfter brechen die Kontakte ab).

Ich schalte mein Messgerät auf Durchgangsprüfung mit einem kleinen Piepton zwischen Plus und Minus. Sobald der defekte Transistor leicht abgehoben wird geht der Piepton aus. Neuen Transistor einlöten (Wärmeleitpaste nicht vergessen), neuer Test. Es darf jetzt kein Kurzschluss mehr vorliegen.

Bei einem Eingang von etwa 10-11 Watt sollten 400-500W auf 14 MHz rauskommen.

Nach dem ersten Glücksgefühl gerne noch 40m und 80m testen, die Eingangsleistung immer schön beachten! Einige TRX schalten bzw. merken sich die Leistungseinstellung pro Band und nach dem Umschalten und Testen mit einem neuen Band darf man erneut einen neuen gerade durchgeschossenen Transistor einlöten – wie bei mir passiert:-). Man gewöhnt sich so aber schnell daran, kurz vor Einschalten der PA das SWR und die Ausgangsleistung im Auge zu haben...

Wenn dann 40 und 80m auch zufriedenstellend waren kann man theoretisch: die Eingangsleistung soweit erhöhen wie das Netzteil es erlaubt bzw. bis die Transistoren ausgelastet sind. Die IRF640 können etwa 150 Watt – theoretisch.

Bevor nun aber 700/800/900 Watt aus der PA gekitzelt werden möchte jeder für sich selbst entscheiden, ob sich das lohnt. Aus der nominellen Ausgangsleistung mit „barfuß 100W“ mit der PA aus ca. 10W ca. 400W zu machen bringt: 1 S-Stufe. Besonders freuen sich natürlich Funkfreunde mit einem TRX, der sonst nur 5-10 Watt out macht.

Die erforderliche zweite S-Stufe würde noch mal eine Vervierfachung erforderlich machen (1600W), das kann aber die PA nicht und in den wenigsten Ländern ist das zugelassen. Sollte dieses erforderlich sein: statt der 8 eingebauten Transistoren kann man auch mehr (oder weniger) einbauen. Die PA ist also in der Leistung sehr flexibel anpassbar.

Der deutsche legale Output ist ohne Umbau erreichbar.

Als weiterer Baustein ist auf der Homepage von Josef ein Leistungsabschwächer (falls sich der TRX schlecht regeln lässt) und Tiefpassfilter beschrieben.

Solltest Du mit der PA zufrieden sein ist eine Rückmeldung, gerne auch Bauverbesserungen oder Ideen, jederzeit bei Josef willkommen. Er pflegt auch ein Gästebuch auf seiner Homepage!

Auch Anregungen zu dieser „Anleitung“ sind mir jederzeit willkommen (df3xx@t-online.de). Wer sich berufen fühlt kann diese in „seine Muttersprache“ übersetzen und damit anderen Funkamateuren Gelegenheit für einen Nachbau geben. Diese würden wir dann gern auf der Homepage von Josef veröffentlichen.

73/55 de Dirk

DF3XX