

# FA-PA 144

## 2-m-Linearendstufe



## Bau- und Bedienungsanleitung\*

Wer sich für den Portabelbetrieb einen Icom IC-705 zulegt, wird von dessen Features begeistert sein. Wenn aber nicht noch ein Transceiver mit mehr Sendeleistung vorhanden ist, steht früher oder später die Anschaffung einer Leistungsendstufe an. Hier ist das Angebot recht übersichtlich, sodass für Funkamateure mit handwerklichen Fähigkeiten eine Selbstbau-Endstufe eine Alternative ist.

\*) Die jeweils aktuelle Version der Bau- und Bedienungsanleitung steht auf [www.box73.de](http://www.box73.de) zum Download bereit.

Einleitung .....	4
<b>Schaltung</b> .....	5
<b>Aufbau, Test, Abgleich</b> .....	6
LED2 vorbereiten .....	6
6-V-Spannungsversorgung .....	6
Funktionstest der Stromversorgung .....	6
Aufbau der PTT ohne VOX .....	6
Aufbau der VOX .....	7
Bypass-Test .....	7
HF-Test der VOX .....	7
Gleichspannungstest der VOX .....	7
Komplettierung des Powermodul-Eingangs .....	7
Überprüfung des Powermodul-Eingangs .....	7
Aufbau der Schutzschaltungen .....	8
Lüftersteuerung .....	8
Temperaturanzeige .....	9
Leistungsanzeige .....	9
SWV-Abschaltung .....	9
Aufbau des Richtkopplers .....	9
Abgleich und Überprüfung der Leistungsanzeige .....	10
Komplettierung .....	10
Test der Abschaltung bei hohem SWV .....	10
Einbau der Leiterplatte .....	11
Vorbereitung der Rückplatte des Gehäuses .....	11
Zusammenbau .....	12
Inbetriebnahme .....	12
Gehäuse schließen .....	14
<b>Anhang</b>	
Stückliste .....	16
Bestückungsplan .....	17

**Damit Sie Erfolg haben**

Diese 144-MHz-Linearendstufe ist ein anspruchsvolles Projekt und für Anfänger kaum geeignet.

- Nehmen Sie sich unbedingt Zeit und arbeiten Sie mit größter Sorgfalt.
- Halten Sie sich bitte an den in dieser Bauanleitung beschriebenen Ablauf.
- Vermeiden Sie beim Bestücken jegliche Verwechslungen. Benutzen Sie im Zweifel eine Lupe, um Beschriftungen zu entziffern. Ein Widerstandscode und/oder ein Multimeter helfen bei der Identifizierung der Widerstandswerte.
- Halten Sie sich „sklavisch“ an die Anleitung für den Abgleich und gehen Sie genau so vor, wie es beschrieben ist.

Wenden Sie sich bei Problemen bitte ausschließlich an den FA-Leserservice (support@funkamateurl.de) und nicht an den Entwickler.

Erkenntnisse unserer Kunden, die von allgemeinem Interesse sind, veröffentlichen wir auf [www.box73.de](http://www.box73.de) auf der Produktseite.

Dort finden Sie zu gegebener Zeit als PDF auch Updates dieser Anleitung.

Ausgangspunkt für die Entwicklung dieser PA war das Erscheinen des Icom IC-705, dessen Abmessungen die Größe der Platine bestimmt haben. Es war von Anfang an vorgesehen, die Endstufe so auszulegen, dass sie sich als Bausatz eignet.

Bei vorbereitenden Versuchen hatte sich gezeigt, dass der LD-MOSFET AFT105 MP075, den z. B. Icom in der Endstufe des IC-9700 verbaut, für ein Bausatzprojekt nicht geeignet ist – es ist einfach zu schwierig, das Teil mit amateurmäßigen Mitteln zu verlöten sowie eine verlässliche Kühlung sicherzustellen.

Die Wahl des verstärkenden Bauelements fiel daher auf das kräftigste Modul RA80H1415M1, das von Mitsubishi speziell für den Einsatz in 144-MHz-Mobiltransceivern produziert wird. Bei FM liefert es 85 W Sendeleistung, das zugehörige Datenblatt weist jedoch darauf hin, dass es sich auch für den Einsatz als Linearverstärker eignet. Mit einer Gate-Spannung innerhalb eines bestimmten Bereichs verstärkt das Modul linear – mit einem akzeptablen Wirkungsgrad und selbstredend im A-Betrieb, was gewisse Mindestanforderungen an die Abführung der Verlustwärme stellt.

Das Datenblatt des zweistufigen Moduls RA80H1415M1 nennt eine nominelle Betriebsspannung von 12,5 V, wobei 17 V das zulässige Maximum darstellen. Die Stromaufnahme beträgt bis zu 15 A und die Leistungsverstärkung ist so hoch, dass 50 mW Eingangsleistung im 2-m-Band auf 85 W angehoben werden. Daher lässt sich die Endstufe nicht nur am IC-705 und auch an den Yaesu-QRP-Geräten FT-817/818 o. ä. Transceivern betreiben, sondern sie ist auch als "Nachbrenner" für Handfunkgeräte einsetzbar – egal ob beim Mobilbetrieb fest im Fahrzeug installiert oder stationär im häuslichen Shack.

Da Handfunkgeräte nicht über einen PTT-Ausgang verfügen, wurde eine HF-VOX vorgesehen. Der PTT-Eingang der Endstufe und der Ausgang der HF-VOX sind als ODER-Schaltung miteinander verknüpft, was eine zuverlässige Sendempfangs-Umschaltung gewährleistet. Damit sich bei Bedarf weitere Geräte simultan umschalten lassen, gibt es auf der Rückseite zwei parallelgeschaltete Cinch-Buchsen. Gleichmaßen wurde die Stromversorgung realisiert, bei der zwei Powerpole-Paare zusammengeschaltet sind, damit man die Betriebsspannung auf kurzem Wege an zusätzliche Peripheriegeräte durchschleifen kann.

Da bei Bausätzen neben der Performance und der Nachbau-sicherheit die Kosten eine wesentliche Rolle spielen, waren einige Kompromisse unumgänglich. So wird auf einen Mikrocontroller verzichtet und es gibt auch kein Display zur Anzeige der Betriebsparameter. Stattdessen kommen zwei preiswerte BA6173 zum Einsatz, die bis zu fünf LEDs im Bandbetrieb steuern können. Das reicht einerseits für die

**Tabelle 1: Technische Daten**

Frequenzbereich	144 ... 146 MHz
Ausgangsleistung	80 W
Eingangsleistung	1 W
Überwachungsschaltungen	SWV, Temperatur
Betriebsspannung	12 ... 15 V
Stromaufnahme	≤ 15 A bei 13,8 V
Abmessungen (B × H × T)	200 mm × 36 mm × 154 mm ohne Rippenkühlkörper mit Rippenkühlkörper H = 77 mm
Masse	≈ 2,05 kg

Anzeige der aktuellen Ausgangsleistung und andererseits als Indikator für die Temperatur des Kühlkörpers. Letzterer besteht aus einer 200 mm × 150 mm großen massiven Aluminiumplatte, die 8 mm dick ist. Auf sie wird das Powermodul unter Verwendung von etwas Wärmeleitpaste montiert. Zur Verbesserung der passiven Kühlung befindet sich im hinteren Teil ein aufgeschraubter Rippenkühlkörper.

Die Endstufe ist nicht für den Dauerbetrieb mit voller Leistung ausgelegt, sondern für ein Sendempfangsverhältnis (engl. Duty Cycle) von 1:3. FT8-Betrieb mit 50 W ist jedoch problemlos möglich.

Damit die Verlustleistung, die beim Senden in der Größenordnung von 80 W liegt, zuverlässig abgeführt wird, hat die Platine einen kreisrunden Durchbruch für einen kleinen Axiallüfter. In Abhängigkeit von der Kühlkörpertemperatur ändert sich dessen Drehzahl. Als Sensor dient ein NTC-Widerstand, der nahe am Powermodul in die Aluminiumplatte eingeschraubt wird.

Die Gehäusekonstruktion sorgt dafür, dass die kühlende Luft zwischen Leiterplatte und Aluminiumplatte quer durch das Gehäuse strömt. Die Anzeige für die Temperatur des Kühlkörpers erfolgt mit drei LEDs – grün, gelb und rot. Wenn bei steigender Temperatur dann auch die rote LED leuchtet, ist es angebracht, den Sendedurchgang zu beenden. Sendet man ungeachtet dieses optischen Hinweises weiter, hört man Pieptöne, die die Notwendigkeit einer Sendepause akustisch untermauern.

Die Hauptaufgabe des auf der Platine eingebauten Richtkopplers ist die Verhinderung des Sendens mit voller Leistung ohne angeschlossene Antenne, da dies zum Ausfall des Powermoduls führt.

Auf eine SWV-Anzeige wurde verzichtet. Ist das SWV zu hoch, wird durch die Schutzschaltung das Senden beendet. Dieser Zustand muss durch kurzzeitiges Aus- und Wiedereinschalten zurückgesetzt werden.

**Werkzeuge und Hilfsmittel für den Aufbau**

- LötKolben 60...80 W mit Bleistiftlötspitze sowie Lötzinn 0,5 mm bis 1 mm mit Flussmittelsee,
- 100-W-LötKolben mit meißelförmiger Lötspitze,
- Elektronik-Seitenschneider,
- Flachzange,
- Schlitz- und Kreuzschraubendreher
- Maulschlüssel,
- Multimeter,
- 50-Ω-Dummyload (kurzzeitig bis 100 W belastbar); nutzbar ist z. B. dem im FA-Leserservice verfügbaren 100-W-Lastwiderstand mit 40-dB-Auskommlung ([www.box73.de](http://www.box73.de), Bestellnummer *N-ATT40/100*)
- Netzgerät 13,8 V/> 15 A,
- Stromversorgungskabel mit Anderson-Powerpol-Steckern (konfektioniert im Lieferumfang des Bausatzes)
- Baumwollhandschuhe zur Vermeidung von Fingerabdrücken (im Lieferumfang des Bausatzes)

Vor der Bestückung der Platine sollte man den Inhalt des Bausatzes mit der Stückliste im Anhang vergleichen. Es hat sich bewährt, die Widerstände vorzusortieren, um Verwechslungen beim Einbau zu vermeiden. Da ihre Farbringe manchmal nicht zweifelsfrei zu identifizieren sind, empfiehlt es sich, die Widerstände mittels Ohmmeter auszumessen. Fehler, die aufgrund einer falscher Widerstandsbestückung auftreten, sind später oft nicht leicht zu finden.

## Schaltung

Direkt hinter der BNC-Eingangsbuchse *TRX* befindet sich ein verlustarmes HF-Relais, das, wenn die Endstufe ausgeschaltet und daher im Bypass-Modus ist, die Steuerleistung vom Transceiver an eine zweite BNC-Buchse *OUT* durchschleift. Das hat den Sinn, dass sich hier eine Antenne anschließen lässt oder sich mehrere Endstufen kaskadieren lassen, z. B. wenn man eine 70-cm- oder eine KW-Endstufe in das Set-up einbezieht. Das Sendesignal des Transceivers wird mit einem Dämpfungsglied um 13 dB abgesenkt, sodass bei einem 1-W-Steuersignal nur noch die zulässigen 50 mW am Powermodul anliegen. Die Festlegung auf 1 W ist sinnvoll, da sich die Sendeleistung des IC-705 in 1-%-Schritten einstellen lässt und die Yaesu-Transceiver FT-817 und FT-818 über eine 1-W-Leistungsstufe verfügen. Auch die Sendeleistung der meisten Handfunkgeräte ist umschaltbar und eine 1-W-Stufe ist in der Regel dabei.

Prinzipiell sind, wenn man die Widerstände des Abschwächers anders dimensioniert, auch andere Eingangspegel zwischen 50 mW und 10 W möglich.

Das Bandpassfilter im Eingang unterdrückt Steuersignale, deren Frequenzen außerhalb des 2-m-Bandes liegen. Die HF-VOX ist nicht abschaltbar und wird direkt vom nicht abgeschwächten Steuersignal des Transceivers getriggert. Damit die Relais bei SSB oder CW nicht durch Umschaltgeräusche stören, ist die VOX-Haltezeit umschaltbar, sodass die Relais in den Sprech- und Tastpausen nicht abfallen.

Beim Powermodul kommt es auf definierte Masseverhältnisse an, da hohe HF-Ströme fließen. Das Platinenlayout gewährleistet ein stabiles Arbeiten und hat ausreichend breite Leiterzüge, damit es zuverlässig mit bis zu 12 A Gleichstrom versorgt wird.

Das Modul liegt übrigens permanent an der Betriebsspannung. Nur wenn gesendet wird, bekommt der Gate-Anschluss Spannung, sodass das Modul im A-Betrieb arbeitet. Bei Empfang fließt nur ein geringer Strom von etwa 1 mA. Zwischen dem Modulausgang und der N-Buchse liegt nicht nur das Antennenrelais im Signalweg, sondern auch ein fünfgliedriges Tiefpassfilter, das die Oberwellen auf das zulässige Niveau reduziert. Dessen Spulen L2 und L3 sind als gedruckte Spulen ausgeführt und daher abgleichfrei.

Über einen Richtkoppler wird ein wenig Sendeleistung angekoppelt, mit einer Schottky-Diode gleichgerichtet und dem LED-Ansteuerschaltkreis IC1 für die fünfstufige Anzeige der Sendeleistung zugeführt. Überschreitet das Stellenverhältnis eine vorgegebene Schwelle, wird die Endstufe aus Sicherheitsgründen auf „Bypass“ geschaltet.

Der zweite LED-Ansteuerschaltkreis IC3 übernimmt die dreistufige Anzeige der Kühlkörpertemperatur, die mithilfe des Kaltleiters NTC1 ermittelt wird. Anhand des Temperaturwerts wird der Lüfter gesteuert.

An der Frontplatte der nur 32 mm hohen Endstufe befinden sich zwei Kippschalter – *Ein/Aus* und *VOX-Haltezeit* – deren Funktion in Tabelle 2 dargestellt ist sowie elf LEDs, deren Bedeutung in Tabelle 3 aufgeführt sind.

**Tabelle 2: Funktion der Schalter**

S1	Ein/Aus
S2	VOX-Haltezeit

**Tabelle 3: Bedeutung der LED-Anzeigen**

LED1 (grün)	Endstufe eingeschaltet
LED2 (rot)	PTT aktiv, TX
LED3 (grün)	Kühlkörpertemperatur > 25 °C*
LED4 (gelb)	Kühlkörpertemperatur > 42...43 °C*
LED5 (rot)	Kühlkörpertemperatur > 50 °C*
LED6 (grün)	Ausgangsleistung > 4,5 W
LED7 (grün)	Ausgangsleistung > 11 W
LED8 (grün)	Ausgangsleistung > 23 W
LED9 (gelb)	Ausgangsleistung > 40 W
LED10 (rot)	Ausgangsleistung > 73 W
LED11 (rot)	zu hohes SWV

\* Zu beachten ist, dass die Temperatur des Powermoduls beim Aufleuchten der LED bereits 17 K bis 20 K über dieser Schwelle liegt.

**Tabelle 4: Funktion der Buchsen**

ANT	Endstufenausgang (Richtung Antenne)
DC IN (12V)	Versorgungsspannung
DC OUT	durchgeschleifte Versorgungsspannung
PTT 1	PTT-Eingang
PTT 2	parallelgeschalteter-PTT-Eingang
BYPASS	Bypass-Ausgang bei inaktiver PA
TRX	ansteuernder Transceiver



## Aufbau, Test und Abgleich

Versehen Sie das bereits einseitig mit Anderson-Powerpole-Steckern versehene Kabel mit den zu Ihrer Spannungsquelle passenden Anschlüssen.

Stecken Sie die gewinkelten Powerpol-Kontakte so in die roten bzw. schwarzen leeren Hülsen, dass die Seite der Hülsenöffnung bei der späteren Montage auf der Platine oben liegt, auf der die Bezeichnung *POWER* eingepreßt ist. Schieben Sie die so präparierten Stecker unter Zuhilfenahme von blauen Zwischenstücken zusammen und befestigen Sie den Steckerblock mit drei M3×16-Schrauben von der Platinenunterseite aus. Verwenden Sie Unterlegscheiben unter den Schraubenköpfen sowie direkt auf den blauen Plastikteilen und Zahnscheiben unter den Muttern, Bild 4.

### LED2 vorbereiten

Die Anschlussdrähte der LED2 (grün) sind 4 mm vom Gehäuse so zu biegen, wie Bild 5 zeigt. Der längere Anschluss ist die Anode. LED2 muss sich nach dem Einlöten 7 mm über der Leiterplatte befinden. Ein 7 mm breiter, zwischen den LED-Anschlüssen und der Platine geklemmter Pappstreifen kann als Einbauhilfe dienen.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, bereits jetzt alle anderen LEDs identisch zu LED2 vorzubereiten.

### 6-V-Spannungsversorgung

- R1, R11, R31, C16, C17, C22a (C22 nahe C23), C23, L1, VR1, S1, LED2 einlöten.

Beachten Sie die als Bestückungsaufdruck angegebene Polarität von C16 und C23, Bild 7. Die Kühlfahne von VR1 zeigt zur Platinenmitte. Für L1 ist ein Blankdraht als U zu biegen und durch den Doppellochringkern zu führen.

### Funktionstest der Stromversorgung

Verbinden Sie die Powerpoles der Leiterplatte mit der 13,8-V-Spannungsversorgung. LED2 sollte nach Betätigung von S1 leuchten. Am Anschluss von VR1, der nahe zum Aufdruck *VR1* liegt, sind etwa 6 V messbar und es fließen etwa 6 mA. Spannungsversorgung wieder trennen.

### Aufbau der PTT ohne VOX

LED1 (rot) wie LED2 vorbereiten.

- R12, R13, R15, R16, R20, R24, R29, P1, C13, C14, C15, C28, C29, D8, D9, D10, T1, T2, T3, LED1 und die RCA-Buchsen RCA1 und RCA2 einlöten.

T1, T2 und T3 nur so tief in die Bohrungen stecken, dass sich die Gehäuse 3 mm über der Leiterplatte befinden, keinesfalls tiefer. Die Kühlflächen von T1 und von T3 zeigen jeweils zum Platinenrand. LED1 und R29 liegen außerhalb des in Bild 8 gezeigten Leiterplattenausschnitts am oberen Platinenrand.

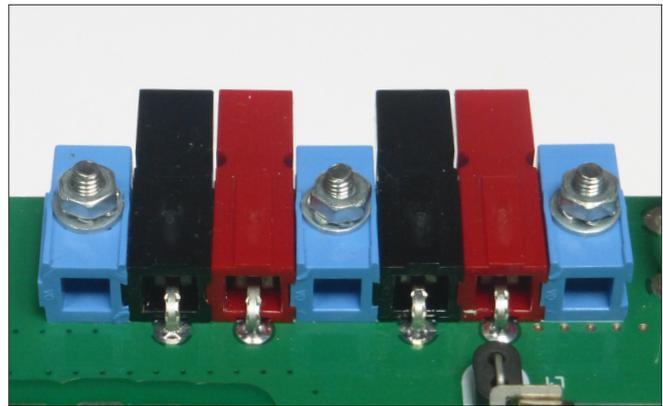


Bild 4: Ansicht der montierten Powerpole-Steckverbinder

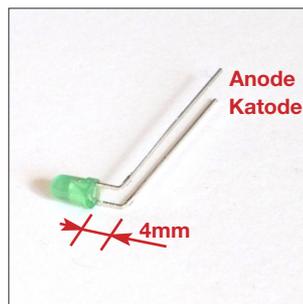


Bild 5: Vorbereitung der LED2; die Anschlüsse aller anderen LEDs sind identisch zu biegen.

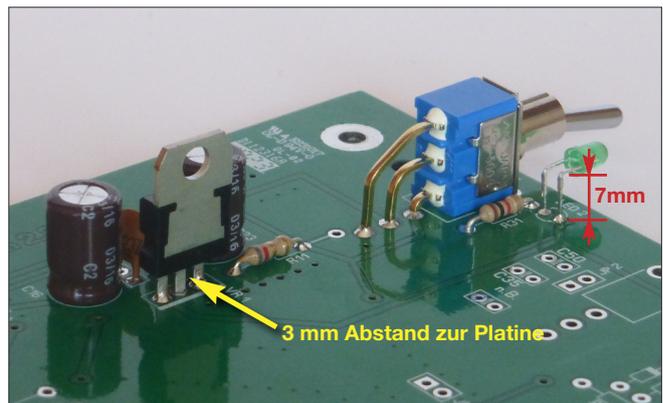


Bild 6: Die Anschlüsse direkt am Gehäuse der LED2 müssen sich nach dem Einlöten 7 mm über der Platine befinden.

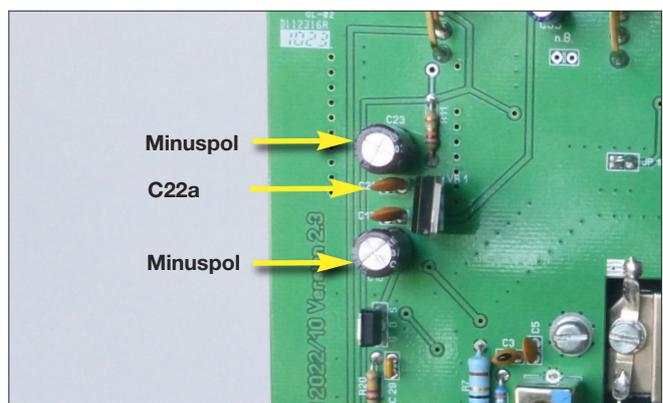


Bild 7: Leiterplattenausschnitt mit 6-V-Spannungsversorgung

**Funktionstest der PTT ohne VOX**

Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung und dem Verbinden des Mittelkontakts einer RCA-Buchse mit Masse leuchtet LED1, fließen etwa 16 mA. Außerdem muss dann am Lötauge *Gate* des Powermoduls je nach Einstellung von P1 eine Spannung zwischen 0 V und etwa 6 V messbar sein, die beim Trennen der Verbindung an der RCA-Buchse auf 0 V zurückgeht. P1 vorerst im Mittelstellung bringen. Spannungsversorgung wieder trennen.

**Aufbau der VOX**

- R2, R3, R4, R7, R23, R26, C20, C22b (C22 nahe R23), D5, D6, T4 und REL2 einlöten.

Die Lage der Bauteile ist aus Bild 8 zu entnehmen.

**Bypass-Test**

Nach dem Einlöten der beiden BNC-Buchsen kann die Bypass-Funktion getestet werden. Dazu die Versorgungsspannung anlegen. Bei ausgeschalteter Endstufe (LED2 leuchtet nicht) misst man zwischen den Mittelpins der BNC-Buchsen einen Kurzschluss und es fließen 27 mA bis 36 mA. Nach dem Einschalten der Endstufe (LED2 leuchtet) muss diese Verbindung unterbrochen sein.

**HF-Test der VOX**

Ein auf 144 MHz bis 146 MHz und 0,5 W bis 1 W Sendeleistung eingestellte Funkgerät an BNC 1 anschließen und in FM die PTT-Taste zu drücken. Die Stromaufnahme steigt auf etwa 35 mA bis 43 mA und die LED1 (rot) leuchtet. Spannungsversorgung wieder trennen.

**Gleichspannungstest der VOX**

Alternativ zum Schritt vorher wird ein Diodenprüfer (DVM mit Diodenmessfunktion) an Masse und die Anode von D7 geschaltet. Die Stromaufnahme steigt auf etwa 35 mA bis 43 mA und LED1 (rot) leuchtet. Spannungsversorgung wieder trennen.

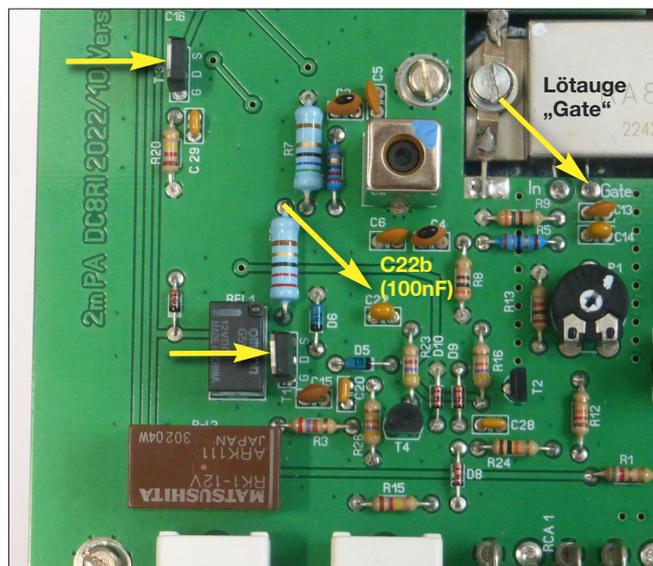
**Komplettierung des Powermodul-Eingangs**

- R5, R8, R9, C3, C4, C5, C6, C35, L2, D1, D2, S2 und Rel1 einlöten.

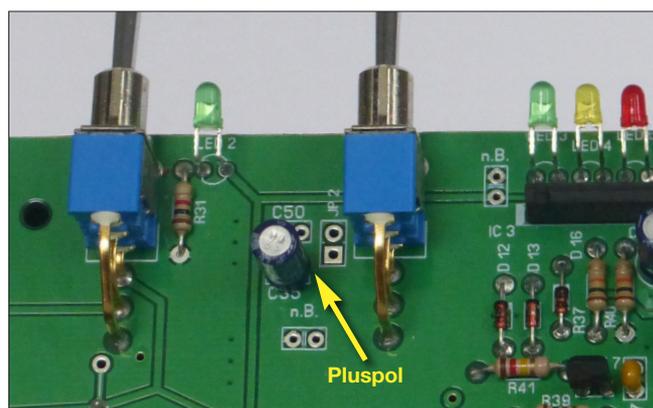
Der Pluspol von C35 muss Richtung Schalter zeigen, Bild 9. Die Einbaurichtung der mit einem blauen Punkt versehenen Spule L2 ist beliebig, Bild 10.

**Gleichspannungsprüfung des Powermodul-Eingangs**

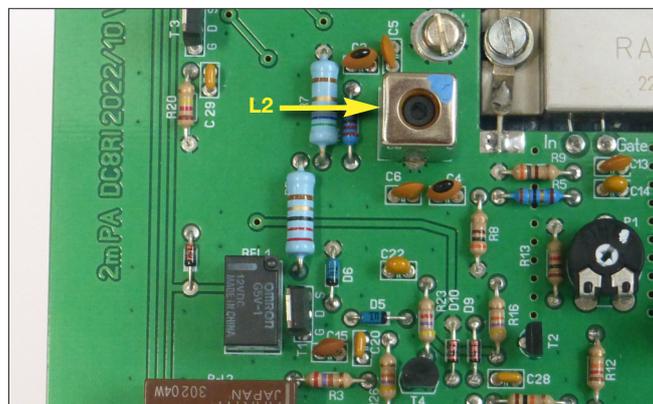
Vom Lötauge *In* nahe der Platinaussparung nach Masse sind etwa 154 Ω messbar. Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung und dem Einschalten der Endstufe (LED2 leuchtet) sind vom Verbindungspunkt R4/C3 nach Masse 78 Ω messbar. Bei Aktivierung der PTT (RCA-Buchse kurzgeschlossen) sind vom Verbindungspunkt R4/C3 zum Mittelpin von BNC1 44 Ω messbar. Spannungsversorgung wieder trennen.



*Bild 8: Leiterplattenausschnitt mit der PTT; die Pfeile markieren die Ausrichtung der Kühlflaschen, den Kondensator C22b und das Lötauge „Gate“*



*Bild 9: Leiterplattenausschnitt mit der VOX-Haltezeitumschaltung*



*Bild 10: Die Einbaurichtung der mit einem blauen Punkt versehenen Spule L2 ist beliebig.*

### Aufbau der Schutzschaltungen

- R36, R38, R42, C39, C40, C43, C49, D15, IC1 und SUM einlöten.

Pin 1 von IC1 ist durch eine abgeflachte Ecke am Gehäuse gekennzeichnet, **Bild 11**. Nach dem Anlegen der Spannung und dem Überbrücken des Emitter- und Kollektor-Lötauges an T6 ist ein Intervallton zu hören. Spannungsversorgung wieder trennen.

- R34, R37, C42, D16 und T6 einlöten.

T6 nur soweit in die Bohrlöcher schieben, dass sich die Unterseite des Gehäuse 3 mm über der Platine befindet.

Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung und dem Verbinden der Katode von D16 mit Masse ist ein Intervallton zu hören. Spannungsversorgung wieder trennen.

- D14 einlöten.

Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung und dem Verbinden des Kollektor- und Emitter-Lötauges von T5 ist ein Dauerton zu hören. Spannungsversorgung wieder trennen.

LED11 (rot) wie LED2 vorbereiten.

- R33, LED11, JP100 einlöten.

Für J100 ist ein Drahtstück als kleine Schlaufe einzulöten.

Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung und dem Kurzschließen der PTT (RCA kurzschließen) leuchtet LED1 (rot). Zusätzlich Emitter- und Kollektor-Lötauge an T5 verbinden, dann leuchtet LED11 (rot) und LED1 (rot) erlischt. Spannungsversorgung wieder trennen.

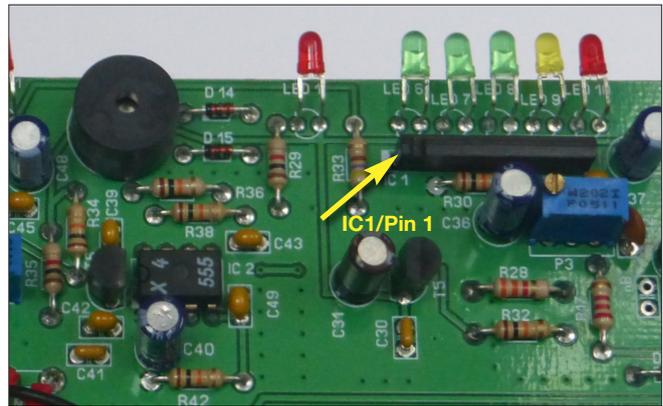
### Lüftersteuerung

Vor der Montage des Lüfters in dessen Aussparung einen kleinen Doppellockkern legen und die Anschlussdrähte hindurchführen, **Bild 13**. Befestigen Sie den Lüfter mit vier M3×20-Schrauben von der Platinenunterseite aus. Verwenden Sie keine Unterlegscheiben unter den Schraubenköpfen sondern nur Zahnscheiben unter den Muttern. Die Anschlussdrähte verdrehen und an M1 einlöten (roten Anschluss an +, den schwarzen an das Masselötauge).

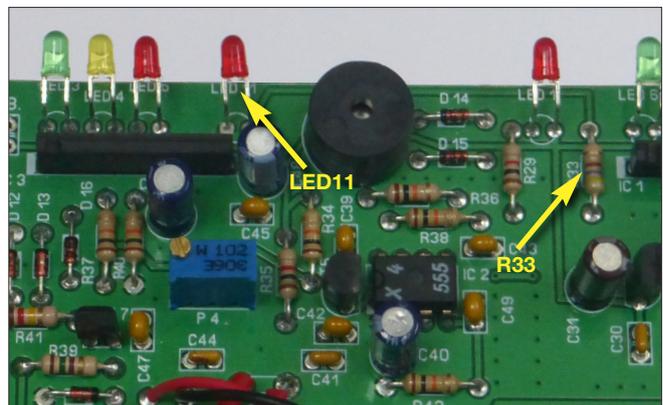
- R39, R41, C47, D12, D13, D17 und T7 einlöten.

T7 nur soweit in die Bohrlöcher schieben, dass sich die Unterseite des Gehäuse 3 mm über der Platine befindet.

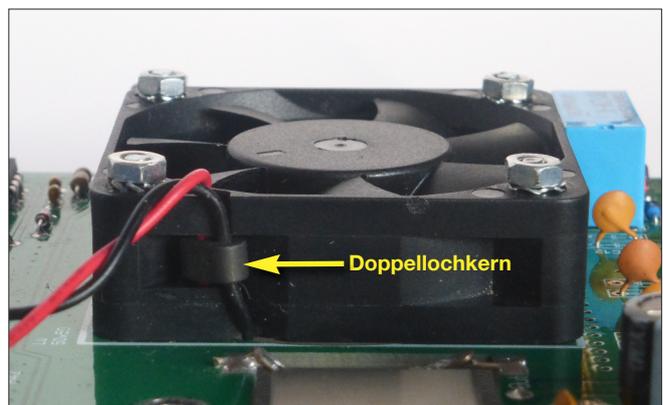
Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung fließen 60 mA bis 70 mA und der Lüfter dreht sich mit der von R29 bestimmten Leerlaufdrehzahl. Nach dem Verbinden der Katode von D12 mit Masse ergibt sich die maximale Drehzahl. Spannungsversorgung wieder trennen.



**Bild 11:** Leiterplattenausschnitt mit einem Teil der Schutzschaltungen



**Bild 12:** Leiterplattenausschnitt mit dem restlichen Bauelementen der Schutzschaltungen



**Bild 13:** Um eventuell auftretende Störungen durch den laufenden Lüfter zu beseitigen, ist auf die Anschlussleitung ein Doppellockkern aufzufädeln.

**Temperaturanzeige**

LED3 (grün), LED4 (gelb) und LED5 (rot) wie LED2 vorbereiten (s. Seite 6)

- ❑ R35, R40, P4, C41, C44, C45, C46, C48, IC3, LED3, LED4 und LED5 einlöten.

Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung in die Lötungen für NTC1 einen 3,3-k $\Omega$ -Widerstand (Tüte Widerstände für Abgleich) einstecken und P4 so einstellen, dass LED5 (rot) für 50 °C gerade anfängt zu leuchten. Nach dem Austausch gegen einen 10-k $\Omega$ -Widerstand leuchtet LED3 (grün) für 25 °C und mit einem 4,7-k $\Omega$ -Widerstand LED4 (gelb) für 42 °C bis 43 °C. Nach dem Einstecken eines 1,8-k $\Omega$ -Widerstands leuchtet LED5 (rot) und der Summer ertönt. Spannungsversorgung wieder trennen.

Hinweis: Die Temperaturdifferenz im Kühlkörper beträgt etwa 20 K, d. h., wenn LED5 (rot) für 50 °C leuchtet, ist der Kühlkörper am Powermodul bereits 70 °C warm und das Powermodul nochmals 17 K bis 20 K wärmer.

**Leistungsanzeige**

LED6 (grün), LED7 (grün), LED8 (grün), LED9 (gelb) und LED10 (rot) wie LED2 vorbereiten (s. Seite 6)

- ❑ R17, R30, P3, C32, C36, C37, C38, IC1, LED6, LED7, LED8, LED9 und LED10 einlöten.

Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung P3 (Vollauschlag der Leistungsanzeige) ganz nach links drehen. Dann die Verbindungsstelle von R17 und P3 mit der Anode von D6 verbinden. Beim Drehen von P3 nach rechts leuchten LED6 bis LED10 nacheinander auf. Die Verbindung wieder entfernen und die Spannungsversorgung wieder trennen.

**SWV-Schutzschaltung**

- ❑ R19, R21, R22, R25, R27, R28, R32, R43, R44, P2, C24, C25, C27, C30, C31, C33, C34, D11, T5 und IC4 einlöten.

T5 nur soweit in die Bohrlöcher schieben, dass sich die Unterseite des Gehäuse 3 mm über der Platine befindet.

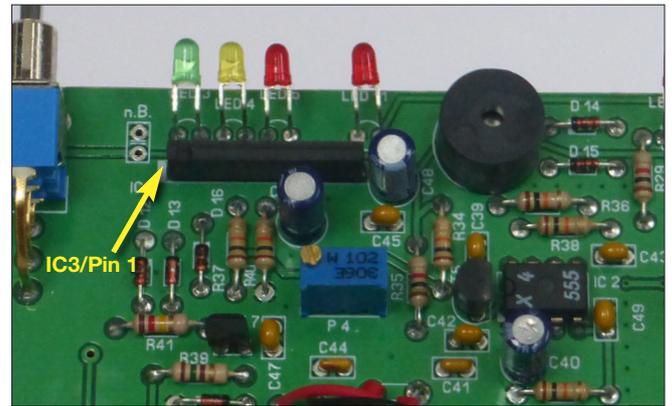
**Aufbau des Richtkopplers**

- ❑ R6, R10 so dicht wie möglich über der Platine einlöten. R14, R18, C2, C18, C19, C26, D3, D4, L5 und L6 einlöten.

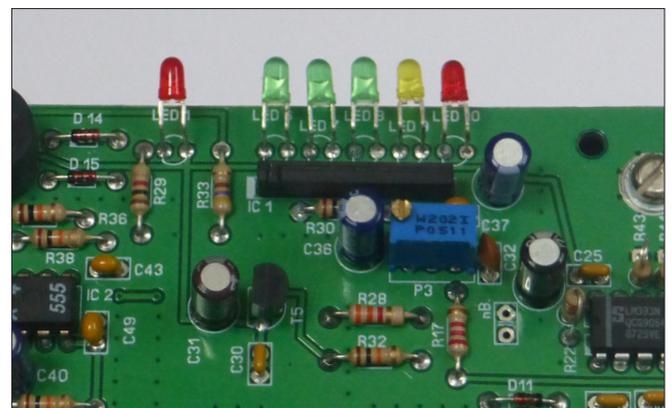
D3, D4 so dicht wie möglich über der Platine einlöten, wobei die Katoden etwas hochstehen werden, Bild 17. Die Hauptaufgabe des Richtkoppler ist die Verhinderung des Sendens mit voller Leistung ohne angeschlossene Antenne, da dies zum Ausfall des Powermoduls führt.

**Abgleich und Überprüfung der Leistungsanzeige**

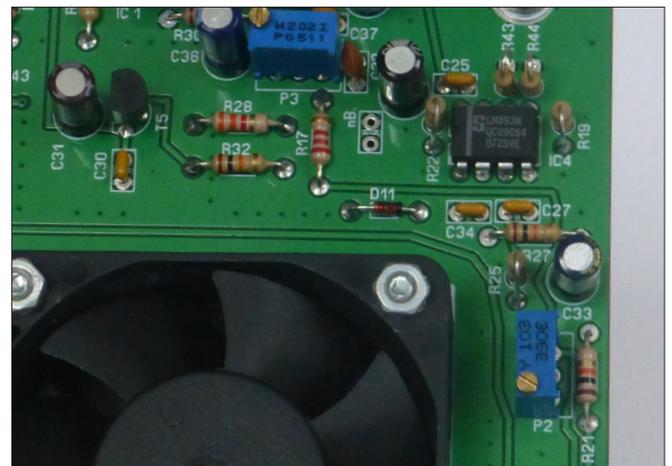
Vorbereitung: Je einen 470- $\Omega$ -Widerstand **auf der Unterseite** der Leiterplatte an den Anoden der Dioden D4 und D3



*Bild 14: Leiterplattenausschnitt mit der Temperatur über drei farbige LEDs*



*Bild 15: Leiterplattenausschnitt mit der Leistungsanzeige über fünf farbige LEDs*



*Bild 16: Leiterplattenausschnitt mit der Abschaltung bei zu hohem SWV*

anlöten. Die freie Anschlussdrähte beider Widerstände mit 13,6 V verbinden. P2 auf Rechtsanschlag und P3 auf Linksanschlag drehen.

Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung und dem Einschalten der Endstufe müssen an den Messpunkten FWD und REF jeweils etwa 1,9 V zu messen sein.

Achtung! Spannungen höher als 6 V an einer diesen Stellen zerstören den IC4 (LM393).

Beim langsamen Drehen von P3 nach rechts lässt sich die Leistungsanzeige testen. Es sollten nacheinander alle LEDs von der LED6 (grün) bis zur LED10 (rot) aufleuchten. Nach diesem Test P3 zuerst wieder ganz nach links drehen und dann soweit nach rechts, bis die dritte grüne LED (LED8) gerade anfängt zu leuchten.

Mit P2 wird nun das Abschalten der Endstufe bei einem zu hohen Stehwellenverhältnis am Ausgang getestet. Dafür P3 soweit vom Rechtsanschlag nach links drehen, bis die LED11 (rot) für ein zu hohes SWV leuchtet und der Summer ertönt. P3 dann nicht weiter drehen. Am Schleifer von P2 sollten dann etwa 0,4 V bis 0,5 V messbar sein. Die 470- $\Omega$ -Widerstände noch nicht entfernen, jedoch die Spannungsversorgung wieder trennen.

### Kompletierung

- C1, C7, C8, C9, C10, C11, C12, Rel3, Halter für F1 einlöten und Sicherung einsetzen.

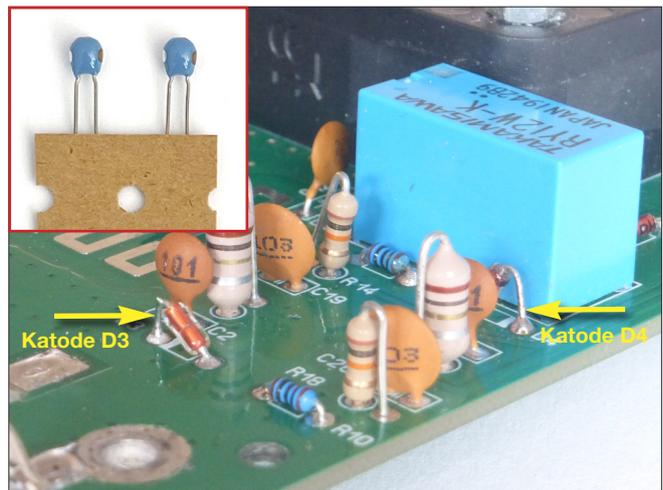
Der Pluspol von des Tantal-Kondensators C1 muss in Richtung C9 zeigen.

Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung sind vom Innenleiter der BNC1 und dem Pad der N-Buchse 0  $\Omega$  messbar und keine Verbindung vom Anschluss *Out* des Powermoduls und dem Pad der N-Buchse 0  $\Omega$  vorhanden. Beim Schließen der PTT – LED1 (rot) leuchtet – ist zwischen dem Innenleiter von BNC1 und dem Pad der N-Buchse keine Verbindung vorhanden und zwischen dem Anschluss *Out* des Powermoduls und dem Pad der N-Buchse 0  $\Omega$  messbar.

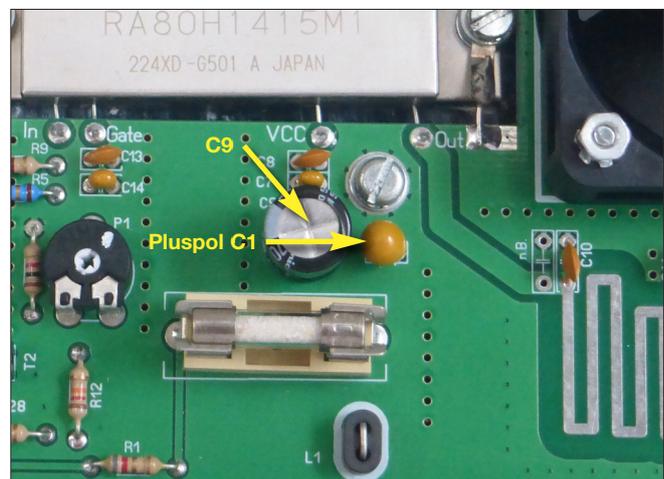
Am Anschluss *VCC* des Powermoduls ist die Versorgungsspannung messbar und am Anschluss *Gate* des Powermoduls 4,3 V (abhängig von der Stellung von P1).

### Test der Abschaltung bei hohem SWV

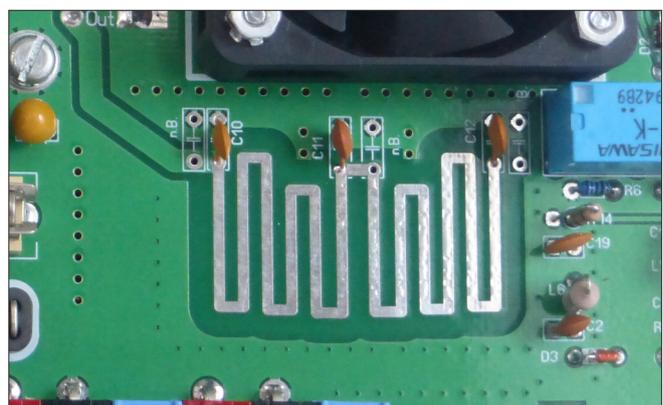
Nach dem Aktivieren der PTT-Leitung (Kurzschluss an RCA-Buchse) leuchtet LED11 (rot). Die immer noch bestehende Verbindung der 470- $\Omega$ -Widerstände an den Anoden von D4 und D3 kurz an 13,6 V (*VCC*) legen. Die LED 1 (rot) erlischt aus und LED11 (rot) für ein zu hohes SWV leuchtet. Am Anschluss *Gate* des Powermoduls sollten nun 0 V messbar sein. Die Verbindung der beider Widerstände nach 13,6 V (*VCC*) trennen. Schalter S1 aus- und wieder einschalten. Da die PTT-Leitung noch aktiviert ist, sollten nun 4,2 V am Anschluss *Gate* messbar sein. Achtung! Erst wenn die SWV-Abschaltung funktioniert, sollte man das Powermodul einbauen.



**Bild 17:** Leiterplattenausschnitt mit dem Richtkoppler. Hinweis: Statt der senkrecht eingelöteten SSMC-Drosseln liefern wir blaue HF-Drosseln mit 2,2  $\mu$ H in Pillenform (oben links).



**Bild 18:** Leiterplattenausschnitt mit einigen Bauelementen der Kompletierung



**Bild 19:** Die Kondensatoren C10, C11 und C12 befinden sich direkt an den als Streifenleitungen ausgeführten Spulen L3 und L4.

Zu Beachten ist, dass die Rücklaufspannung über C33 recht lange gehalten wird. Es dauert also einige Sekunden, bis der Ruhezustand wieder hergestellt ist.

Der Vorabgleich ist hiermit abgeschlossen und die beiden 470-Ω-Widerstände an den Anoden der Dioden D3 und D4 sind zu entfernen.

### Einbau der Leiterplatte

Das Chassis für die Leiterplatte ist die große, 10 mm dicke Kühlplatte. Man befestigt die Leiterplatte quasi kopfstehend unterhalb der Oberseite des PA-Gehäuses, da die Endstufe am Ende des Zusammenbaus umgedreht wird. In die an den Ecken, nahe der N-Buchse und seitlich der Position des Powermoduls vorhandenen Gewindebohrungen der Kühlplatte von Innen (erkennbar an großen Senkungen) die acht 5-mm-Abstandsbolzen fest einschrauben.

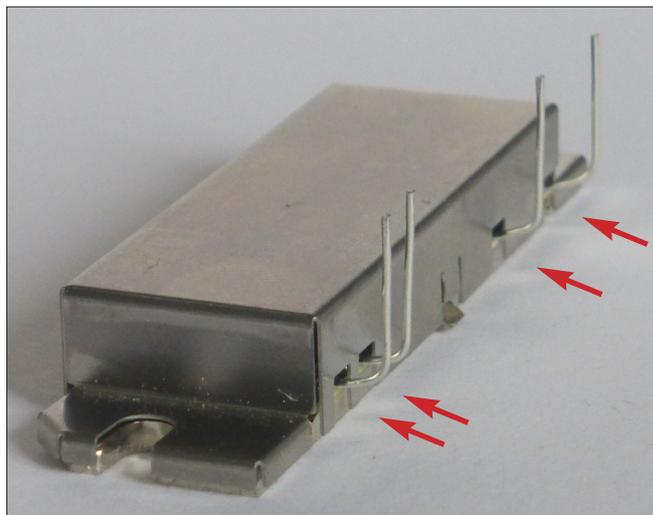
Auf den Rippenkühlkörper gleichmäßig dünn und lückenlos Wärmeleitpaste auftragen und mit drei M4×20-Senkkopfschrauben von Innen fest an die Kühlplatte schrauben. Aus Schönheitsgründen sollte die immer hervorgequetschte Paste vollständig entfernt werden, bevor sie trocknet. Hilfreich sind Holzzahnstocher und Papierküchentücher. Hinweis: Tritt beim Festziehen der Schrauben keine Paste aus, wurde zu wenig davon aufgetragen.

Die Anschlüsse des Powermoduls vorsichtig mit einer Rundzange so biegen, dass sie später von unten durch die Bohrungen der Leiterplatte passen, Bild 20. Beim Biegen keinesfalls Druck auf die Lötstellen im Powermodul ausüben. Auf die Unterseite des Powermoduls gleichmäßig dünn und lückenlos Wärmeleitpaste auftragen und das Modul mit zwei M3×10-Schrauben handfest befestigen. Jeweils eine M3-Unterlegscheibe liegt am Modul, dann folgen zwei gewinkelte Lötösen, eine zweite M3-Unterlegscheibe und die M3-Zahnscheiben unter dem Schraubenkopf. Die Lötöse in entgegengesetzt ausrichten, sodass sie später auf kurzen Wegen mit den Lötflächen neben der Powermodul-Aussparungen verbunden werden können. Übermäßig austretende Paste entfernen, bevor sie sich verfestigt.

Am Gewinde und den flachen Unterseite des NTC dünn Wärmeleitpaste auftragen und den NTC1 in die Gewindebohrung auf der Kühlplatte handfest schrauben. Übermäßig austretende Paste entfernen, bevor sie sich verfestigt.

### Vorbereitung der Rückplatte des Gehäuses

Die N-Buchse von Außen mit zwei Schrauben M3×10 befestigen. Dabei von Innen eine Unterlegscheibe, eine flach gedrückte Lötöse, eine weitere Unterlegscheibe und eine Zahnscheibe unter die Mutter legen. Vor dem Festziehen der Mutter die Lötöse so ausrichten, dass sie in Richtung der Lötflächen auf der Leiterplatte zeigen. Im Mittelkontakt der N-Buchse einen dicken blanken Draht löten, Bild 21.



**Bild 20:** Die Anschlüsse des Powermoduls sind mit einer Rundzange so zu biegen, dass keine Kraft auf die Lötunkte im Innern ausgeübt wird.



**Bild 21:** Vorbereitung der Rückplatte mit der eingebauten N-Buchse

### Zusammenbau

Die vier Anschlüsse des Powermoduls durch die zugehörigen Lötäugen der Leiterplatte fädeln. Die Leiterplatte mit acht Schrauben M3×6 befestigen. Vorher auf jede Schraube zuerst eine Zahnscheibe und dann eine Unterlegscheibe fädeln. Die vier Anschlüsse *In*, *Gate*, *VCC* und *Out* anlöten. Dicke blanke Drähte zwischen die vier Lötösen und den danebenliegenden Pads der Leiterplatte löten, Bild 22. Über die Anschlüsse des NTC1 Isolierschlauch passender Länge (etwa 2,5 cm) schieben. Anschließend die Anschlussdrähte des NTC1 sehr vorsichtig so biegen, dass dabei kein Druck auf die eingegossenen Anschlüsse entsteht und dass sie sich von oben in die Lötäugen stecken und anlöten lassen, Bild 23.

Die vorbereitete Rückwand mit zwei schwarzen Senkkopfschrauben M3×6 an den Seiten und zwei Schrauben M3×10 an der N-Buchse montieren. Vorher die Lötösen an der N-Buchse so biegen, dass sich ein möglichst großer Bereich plan auf die Lötstopplack-freien Bereiche der Leiterplatte löten lässt. Anschließend die so gebogenen Lötösen und den Draht des Mittelkontakts an entsprechenden Lötflächen auf der Leiterplatte löten.

Die Frontplatte mit zwei schwarzen Senkkopfschrauben M3×6 an der Kühlplatte festschrauben.

### Inbetriebnahme

Voraussetzungen für die Inbetriebnahme ist ein 13,8-V-Netzteil mit Strommesser, das 15 A abgeben kann. Alternativ ist ein 12-V-Akkumulator nutzbar.

Netzteil und Endstufe mit dem einseitig mit Powerpole-Steckverbindern versehene Kabel verbinden. Der rote Leiter ist der Pluspol, der rot-schwarze der Minuspol.

An die N-Buchse der Endstufe ein SWV-Meter mit 100-W-Leistungsanzeige und daran ein 100-W-Dummyload anschließen. Als Dummyload ist z. B. der beim FA-Leserservice ([www.box73.de](http://www.box73.de)) unter der Bestell-Nummer *N-ATT40/100* erhältliche 100-W-Lastwiderstand mit 40-dB-Auskoppeldämpfung nutzbar.

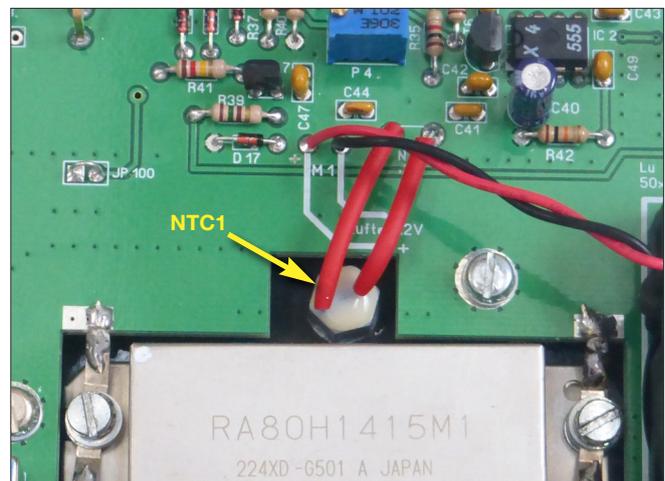
PTT-Kabel mit dem ansteuernden Transceiver verbinden (optional, da permanente VOX). Transceiver auf 1 W Sendeleistung stellen und testen, ob wirklich nicht mehr als 1 W abgegeben wird. Dieser Wert ergibt sich am Icom IC-705, wenn er aus dem Akkumulator betrieben wird und 12 % Power eingestellt sind.

Erst jetzt den Senderausgang mit der linken BNC-Buchse (BNC1, *TRX*) verbinden. Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung leuchtet LED2 (grün, *Ein*). Da der Kühlkörper noch Zimmertemperatur hat, sollte LED3 (grün) der Temperaturanzeige nicht leuchten und der Lüfter nur langsam laufen.

Mit einer Krokodilsklemme die PTT-Leitung an der RCA-Buchse nach Masse kurzschließen und so auslösen. Die



**Bild 22:** Leiterplattenausschnitt mit dem eingelöteten Powermodul; die vier Masseverbindungen zu den Lötflöchen auf der Leiterplatte sind über Lötösen und dicke Drähte herzustellen.



**Bild 23:** Leiterplattenausschnitt mit dem eingeschraubten Kalöt-leiter NTC1 und den eingelöteten Anschlüssen



**Bild 24:** Ansicht der komplett bestückten Leiterplatte mit der montierten Frontplatte.

LED1 (rot, TX) leuchtet. Die Stromaufnahme steigt sichtlich an (etwa 1 A bis 1,5 A). Anmerkung: Bei Verwendung eines 20-A-Instrumenten ist dieser Wert meist nicht gut ablesbar. Am Anschluss *Gate* des Powermoduls sind etwa 4,3 V zu messen, wenn sich P2 im Mittelstellung befindet. PTT-Kurzschluss entfernen.

Transceiver auf 145 MHz in FM einstellen und einen Dauerträger mit 1 W aussenden. Es sollten sofort eine signifikante Leistung (> 40 W) am Leistungsmesser angezeigt werden. Die Leistungsanzeige – LED6 (grün) bis LED10 (rot) – schlägt voll aus. Die Stromaufnahme beträgt etwa 10 A. Mittels L2 im Eingangsfilter lässt sich die Ausgangsleistung noch geringfügig verändern – sie sollte auf ein Maximum bei 145 MHz eingestellt werden.

Jetzt wird kurz gesendet und dabei mit P1 die Spannung am Anschluss *Gate* erhöht. Ziel sind etwa 80 W Ausgangsleistung, wobei die Spannung am Anschluss *Gate* je nach Powermodul zwischen 4,6 V und 5,2 V differieren kann. Sind etwa 80 W messbar, sollten etwa 12 A bis 13 A fließen. Hinweis: Sollte das Powermodul defekt sein, sind die 80 W erst bei einer *Gate*-Spannung weit über 4,9 V erreichbar und es fließen bis zu 18 A. Solche Powermodule erzeugen ein sehr schlechtes Ausgangssignal mit hohem Oberwellenanteil.

Bei längerer Ansteuerung der Endstufe schaltet die Temperaturregelung den Lüfter auf hohe Drehzahl und LED3 (gelb) leuchtet.

Im nächsten Schritt wird die Leistungsanzeige der Endstufe justiert. Dazu werden 80 W erzeugt und P3 so eingestellt, dass LED10 (rot) gerade anfängt zu leuchten. Hinweis: Da das Powermodul bei Erwärmung etwa 10 % an Verstärkung verliert, kann diese Einstellung nur im kalten Zustand durchgeführt werden.

Zum Abschluss wird die High-SWV-Abschaltung getestet. Hierbei ist es jedem selber überlassen, ob er sich traut, bei voller Leistung die Antenne abzutrennen. Außerdem besteht Verbrennungsgefahr am Innenleiter der N-Buchse!

Die Methode des Entwicklers ist etwas einfacher. Der ansteuernde Transceiver wird auf SSB geschaltet. Der Schalter S2 (*VOX Delay*) an der Endstufe steht auf aus. Die Antenne wird abgeklemmt. Wenn alle vorherigen Einstellungen unverändert sind, funktioniert die Schaltung sofort. Das soll heißen, dass in SSB die VOX eigentlich erst anspricht, wenn ein Signal am Mikrofon erzeugt wird. Ein leichtes Klopfen auf das Mikrofon mit gedrückter PTT lässt die Endstufe auf Senden schalten und ein kurzes Aufleuchten der LED6 (gelb) der Leistungsanzeige ist wahrzunehmen, bevor der Summer ertönt und die Endstufe zum Selbstschutz auf Empfangen schalten. Dieser Zustand kann nur durch Aus- und Einschalten der Endstufe beendet werden. Achtung! Dies betrifft den Fall, dass die Leitung zur Antenne direkt an der Endstufe abgetrennt wird.

### Gehäuse schließen

In den gebogenen Boden die vier Gummifüße drücken, gegebenenfalls von Innen etwas ziehen. Anschließend Innen die dünnen Enden abschneiden. Den Boden auf den Arbeitstisch stellen. Die vorbereitete Endstufe so auf den Boden aufstecken, dass der seitlich untenliegende Schlitz des Bodens auf der Seite der N-Buchse liegt. Durch ihn wird später Luft angesaugt. Mit vier schwarzen Senkkopfschrauben M3x6 den Boden befestigen.

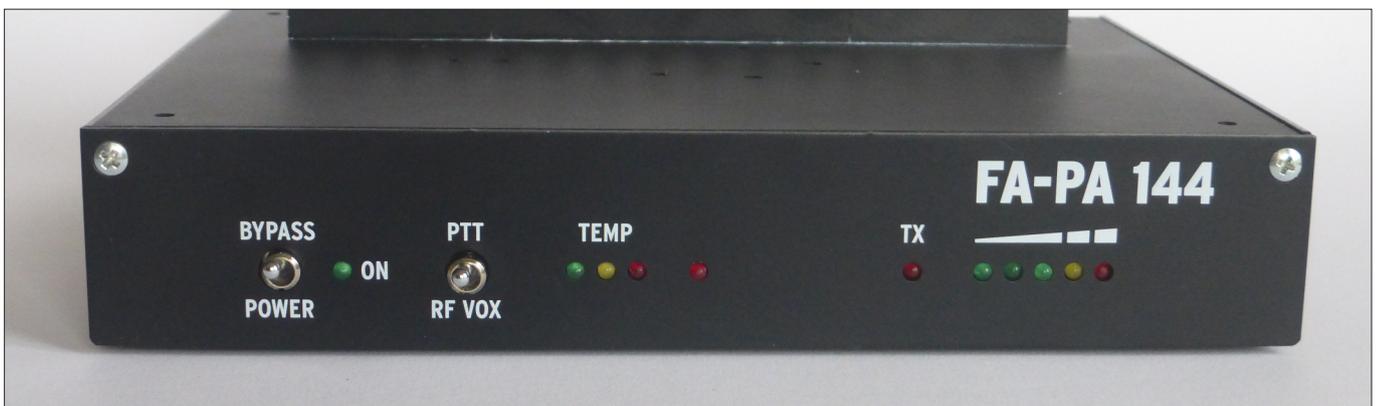


Bild 25: Frontansicht der fertig aufgebauten FA-PA 145

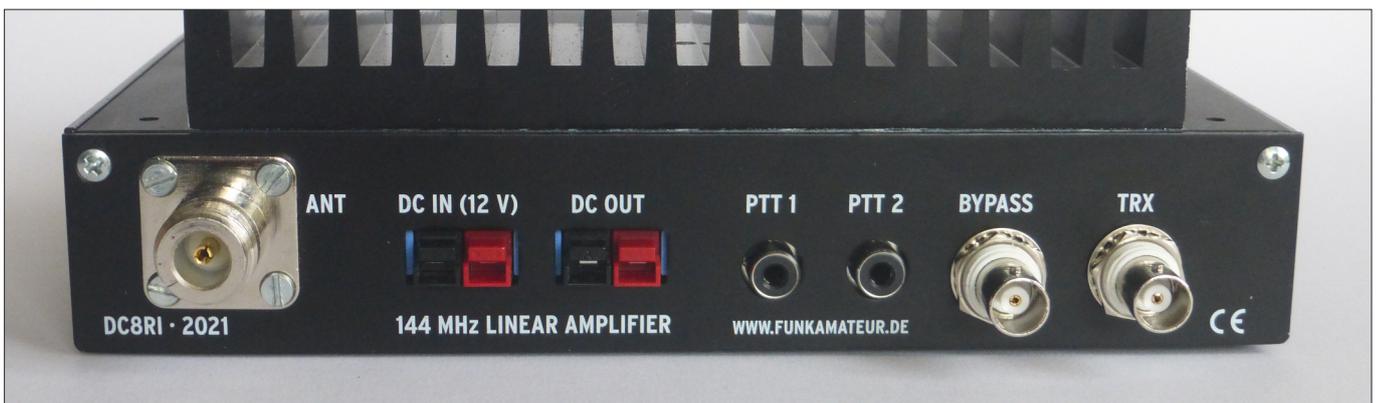
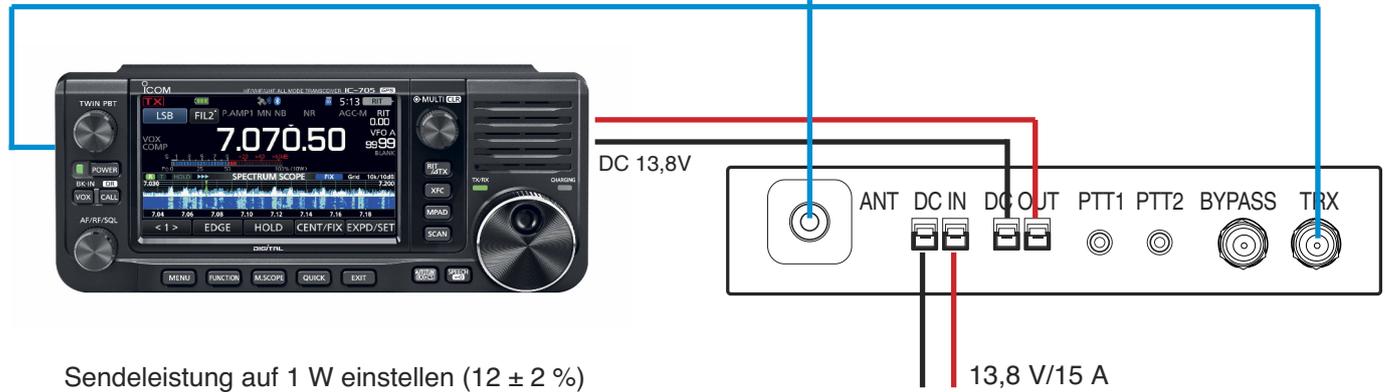


Bild 26: Rückansicht der fertig aufgebauten FA-PA 145

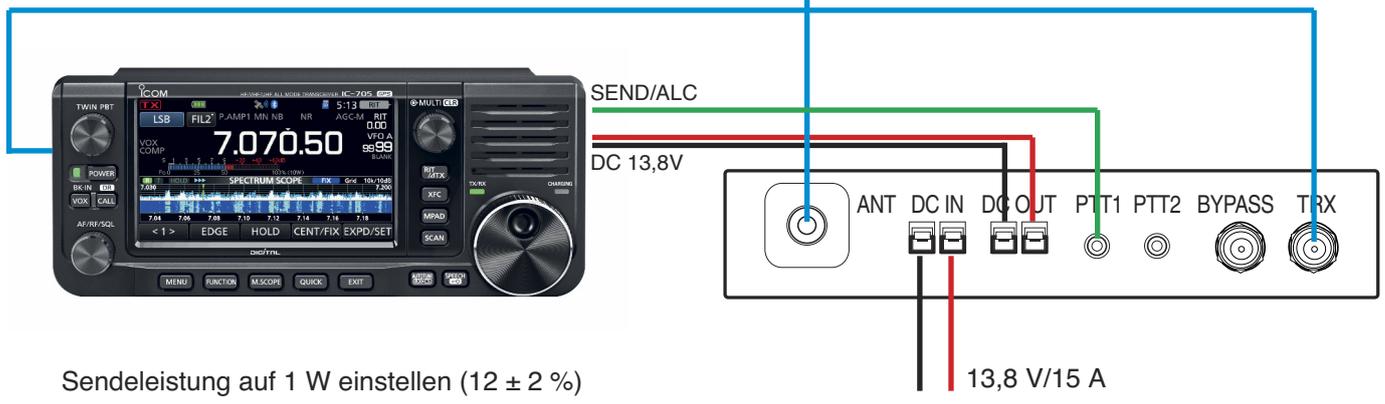
**IC-705 (HF-VOX-Betrieb, Stromversorgung über die Endstufe)**



Sendeleistung auf 1 W einstellen ( $12 \pm 2\%$ )

FM, FT8  
SSB, CW      Schalter auf PTT (kurze Haltezeit)  
Schalter auf VOX (lange Haltezeit)

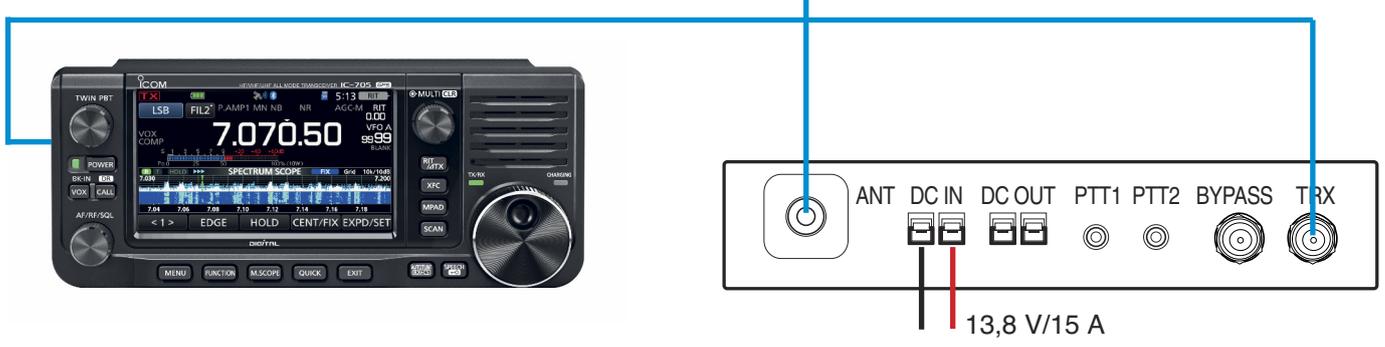
**IC-705 (PTT-gesteuerter Betrieb, Stromversorgung über die Endstufe)**



Sendeleistung auf 1 W einstellen ( $12 \pm 2\%$ )

alle Sendarten      Schalter auf PTT (hat Vorrang)

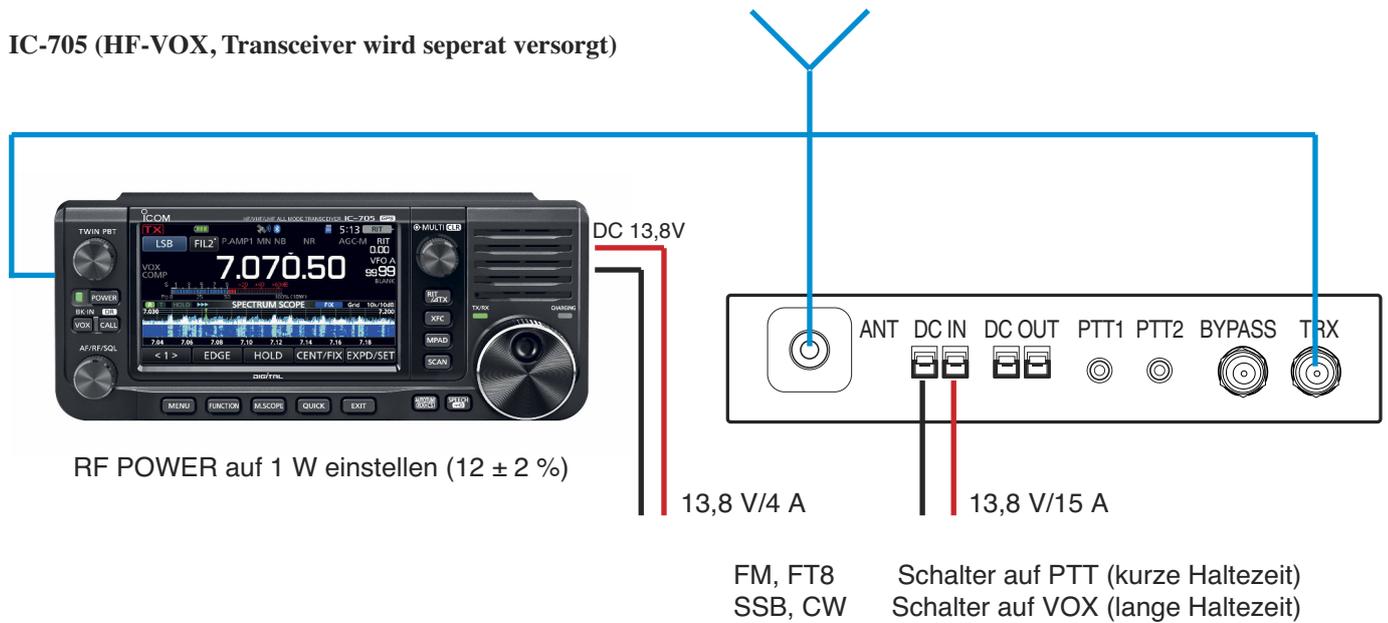
**IC-705 (Akku-Betrieb mit HF-VOX)**



Sendeleistung auf 1 W einstellen ( $12 \pm 2\%$ )

FM, FT8  
SSB, CW      Schalter auf PTT (kurze Haltezeit)  
Schalter auf VOX (lange Haltezeit)

## IC-705 (HF-VOX, Transceiver wird separat versorgt)



## Verbindungskabel

Die HF zwischen Transceiver und Endstufe wird über ein Koaxialkabel mit BNC-Steckern übertragen, die man fertig konfektioniert in verschiedenen Längen kaufen kann. Das beliebte RG58 kann empfohlen werden.

Die anderen Kabel zum Anschluss der Endstufe an den Transceiver muss man sich selbst anfertigen.

## • DC-Kabel zwischen Endstufe und IC-705

PA-seitig: 2 Powerpole-Stecker (rt/sw/15 A)

TRX-seitig DC-Hohlstecker ( $\varnothing 2,5$  mm)

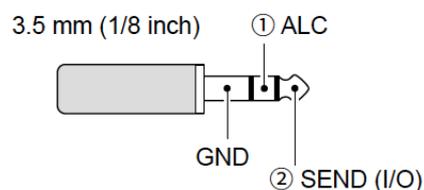
Sofern man dazu nicht das mit dem IC-705 gelieferte DC-Kabel verwendet, sollte man in die Plus-Leitung einen Sicherungshalter mit einer 4-A-Sicherung einbauen!

## • PTT-Leitung zwischen Endstufe und IC-705

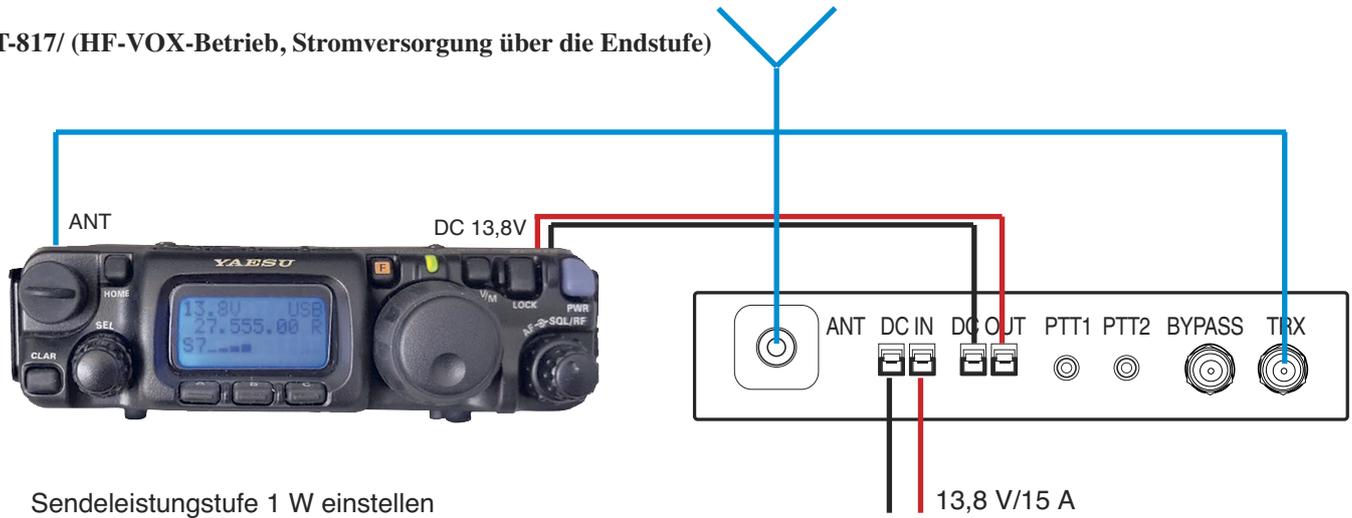
PA-seitig: Chinch-Stecker

TRX-seitig 3-poliger Klinkenstecker ( $\varnothing 3,5$  mm)

Die Leitung muss mit dem „SEND-Pin verbunden werden.



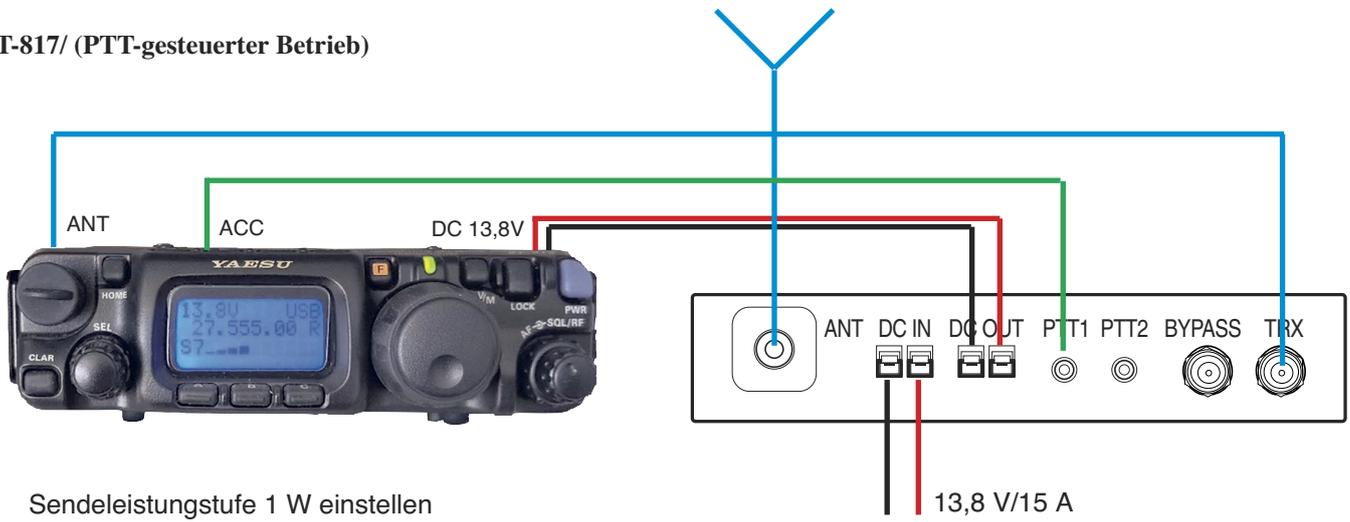
**FT-817/ (HF-VOX-Betrieb, Stromversorgung über die Endstufe)**



Sendeleistungstufe 1 W einstellen

FM, FT8  
SSB, CW      Schalter auf PTT (kurze Haltezeit)  
Schalter auf VOX (lange Haltezeit)

**FT-817/ (PTT-gesteuerter Betrieb)**



Sendeleistungstufe 1 W einstellen

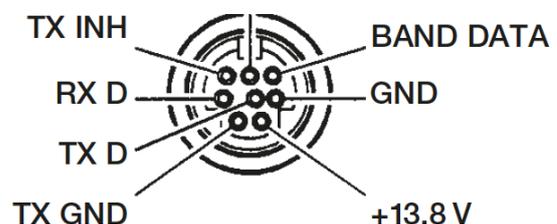
alle Sendarten      Schalter auf PTT (hat Vorrang)

**Verbindungskabel**

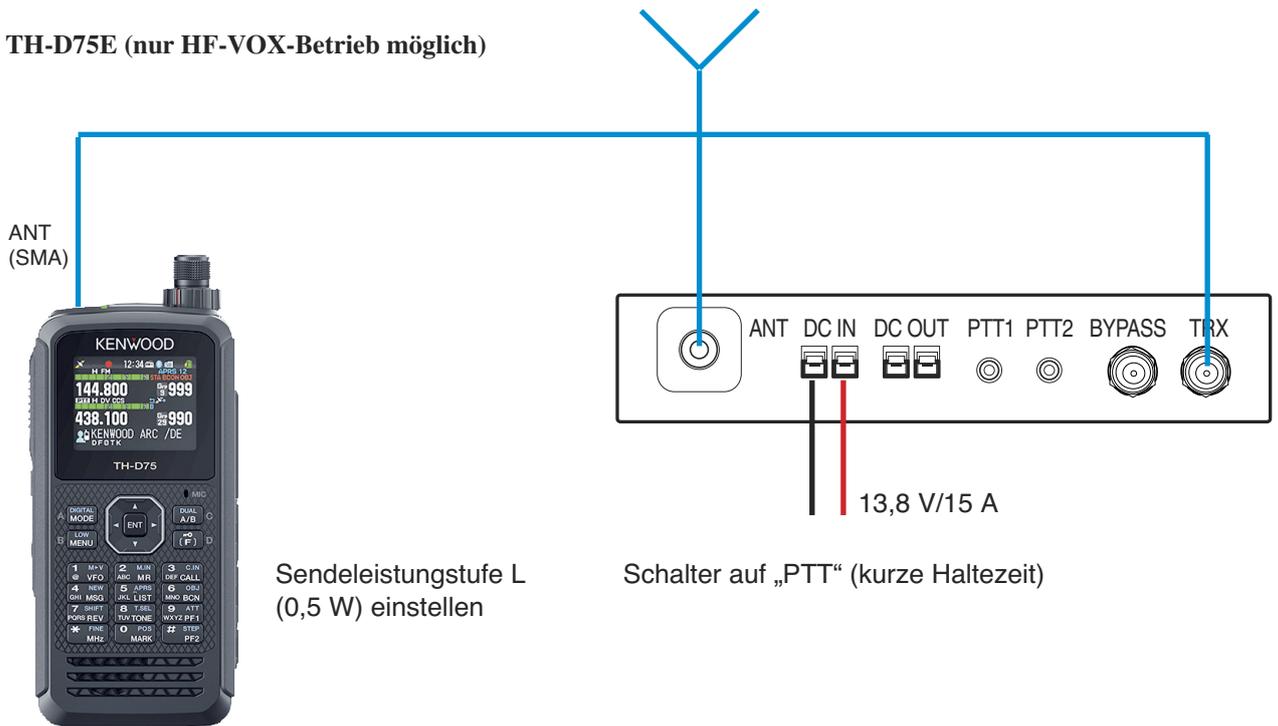
Die HF zwischen Transceiver und Endstufe wird über ein Koaxialkabel mit BNC- und PL-Stecker übertragen, die man u.U. fertig konfektioniert in verschiedenen Längen kaufen kann. Das beliebte RG58 kann empfohlen werden. Die anderen Kabel zum Anschluss der Endstufe an den Transceiver muss man sich selbst anfertigen.

- **DC-Kabel** zwischen Endstufe und FT-817  
PA-seitig: 2 Powerpole-Stecker (rt/sw/15 A)  
TRX-seitig DC-Hohlstecker (ø 2,1 mm)  
Sofern man dazu nicht das mit dem FT-817 gelieferte DC-Kabel verwendet, sollte man in die Plus-Leitung einen Sicherungshalter mit einer 4-A-Sicherung einbauen!

- **PTT-Leitung** zwischen Endstufe und dem FT-817/818  
PA-seitig: Chinch-Stecker  
TRX-seitig 8-poliger Mini-Din-Stecker  
Die Leitung muss mit dem „TX GND-Pin verbunden werden.



Beispiel: TH-D75E (nur HF-VOX-Betrieb möglich)



### Verbindungskabel

Die HF zwischen Transceiver und Endstufe wird über ein Koaxialkabel mit BNC- und SMA-Stecker übertragen. Ggf. kann man entsprechende Adapter benutzen.

## Stückliste

Kurzzeichen	Typ/Wert/Aufdruck	Anzahl
BNC1, BNC2	BNC-Buchse	2
C1	10 µF/35 V, Tantal-Pille	1
C2, C15, C18, C32, C41, C44	100 pF/2,5 mm „101“	6
C3, C4	10 pF/2,5 mm „10“	2
C5, C6	18 pF/2,5 mm „18“	2
C7, C14, C22b (C22 nahe R23)		
C37, C39, C42, C43, C45, C47, C49	100 nF/ 2,5 mm „104“	10
C9	470 µF/25 V/ 5 mm	1
C10	10 pF/500 V/ 5 mm „10“	1
C11	33 pF/500 V/ 5 mm „33“	1
C12	22 pF/500 V/ 5 mm „22“	1
C13, C8	47 pF/5 mm „47“	2
C16, C23	220 µF/35 V/ 5 mm	2
C17, C22a (C22 nahe C23)	22 nF/ 2,5 mm „223“	2
C19, C20, C25, C26, C27, C28, C29, C30, C34	10 nF/ 2,5 mm „103“	9
C24, C33	3,3 µF/50 V	2
C31	1 µF/63 V	1
C35, C40	47 µF/16 V	2
C36, C38, C46, C48	10 µF/16 V	4
C50	nicht bestückt	0
D1, D2, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, D17	1N4148	12
D3, D4	BAT42	2
D5, D6	BAT41	2
F1	Sicherung 15 A flink und Sicherungshalter	1
IC1, IC3	BA6137	2
IC2	NE555	1
IC4	LM393N	1
IC5	RA80H1415M1	1
JP2	nicht bestückt	0
JP100	Drahtbügel	1
L1, M1 (Lüfterzuleitung)	Doppellockern	2
L2	110 nH, Filter 10 mm „blau“	1
L3, L4	gedruckte Leiterzugspule	-
L5, L6	Drossel 2,2 µH, Pillenform	2
LED1, LED5, LED10, LED 11	LED Rot 3 mm	4
LED2, LED3, LED6, LED7, LED8	LED Grün 3 mm	5
LED4, LED9	LED Gelb 3 mm	2
M1	Lüfter 12 V	1
N1	N-Flanschbuchse	1
NTC1	10 kΩ NTC	1
P1	1 kΩ Piher	1
P2	10 kΩ Spindeltrimmer	1
P3	2 kΩ Spindeltrimmer	1
P4	1 kΩ Spindeltrimmer	1
R1, R11	8,2 Ω/0,25 W	2
R2	22 Ω/1 W	1
R3	270 Ω	1
R4	22 Ω/0,25 W	1
R5	18 Ω	1
R6, R10	100 Ω, 0204	2
R7	56 Ω/1 W	1
R8, R9	300 Ω	2
R12	12 kΩ	1
R13, R35	1 kΩ	2
R15, R20, R41	120 kΩ	3
R16, R26	47 kΩ	2

Kurzzeichen	Typ/Wert	Anzahl
R17	2,2 kΩ	1
R18, R21, R14, R24, R25, R27, R30, R32, R34, R36, R37, R38, R40, R42	10 kΩ	14
R19	100 kΩ	1
R22, R28	3,3 kΩ	2
R23	4,7 kΩ	1
R29, R31, R33	470 Ω	3
R39	120 Ω/0,25W	1
R43, R44	1,5 kΩ	2
nur für Test/Abgleich	470 Ω	2
nur für Test/Abgleich	1,8 kΩ	1
nur für Test/Abgleich	3,3 kΩ	1
nur für Test/Abgleich	4,7 kΩ	1
nur für Test/Abgleich	10 kΩ	1
RCA1, RCA2	Cinch-Buchse	2
REL1	Omron G5V-1	1
REL2	RK1-12V	1
REL3	Kakamisawa RY12W-K	1
S1, S2	Kippschalter	2
SUM	Summer Ekulit AL-60SP05	1
T1	IRLU024N	1
T2	BS250	1
T3	IRFU9024N	1
T4	SF828D	1
T5, T6	SF818D	2
T7	BS250	1
VR1	7806	1
Leiterplatte		1
Kühlplatte		1
Rippenkühlkörper		1
Frontplatte		1
Rückplatte		1
Gehäuseunterschalte		1
Powerpole-Gehäuse Rot		2
Powerpole-Gehäuse Schwarz		2
Powerpol-Befestigungsblock		3
Powerpole-Kontakt gewinkelt	4	
Kabel konfektioniert		1,5 m
Wärmeleitpaste		
Distanzbolzen M3x5		8
Senkkopfschraube M4x20		3
Zylinderkopfschraube M3x20		4
Zylinderkopfschraube M3x16		3
Zylinderkopfschraube M3x10		6
Senkkopfschraube M3x6, schwarz		8
Panhead-Schraube M3x6		8
Unterlegscheiben M3		19
Zahnscheiben M3		19
Muttern M3		9
Lötöse M3		6
versilberter Kupferdraht Ø1,5 mm		12 cm
Isolierschlauch rot		5 cm
Gummifüße		4

Die Bauelemente befinden sich in 4 Beuteln:

C Kondensatoren

R Widerstände inkl. seperater Beutel mit den W

M

X

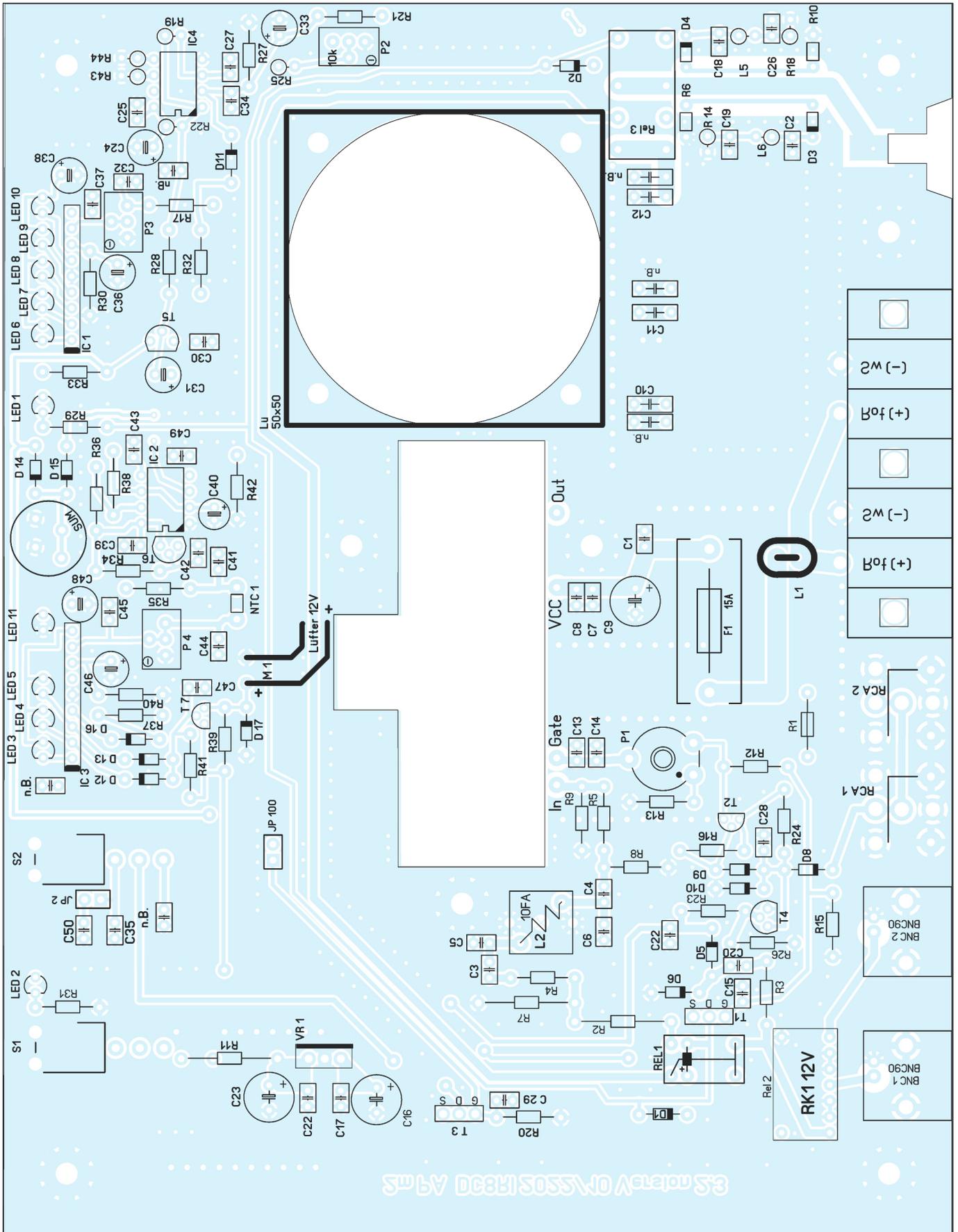


Bild A1: Bestückungsplan des Linearendstufe FA-PA 145

Bestell-Nr. **BX-145**



Box 73 Amateurfunkservice GmbH  
Majakowskiring 38  
13156 Berlin  
[www.funkamateurl.de](http://www.funkamateurl.de)  
Stand Januar 2024  
WEEE-Registrierungsnummer DE 80777816

Probleme bitte an [support@funkamateurl.de](mailto:support@funkamateurl.de) mitteilen.  
Englische Nutzerkommentare findet man auf [www.eham.net](http://www.eham.net).

Versionsgeschichte  
240116 erste veröffentlichte Bauanleitung



Bei der Entsorgung dieses Produkts sind die Bestimmungen zum Umgang mit Elektronikschrott zu beachten.  
Elektronische Geräte, Batterien und Akkus gehören keinesfalls in den Hausmüll. Siehe dazu auch die Hinweise auf [www.box73.de](http://www.box73.de).