

# Ten-Tec 1209: Mit etwas Mühe und wenig Geld auf 6 m QRV

KNUT THEURICH – DGØZB

Zwei Dinge braucht der Funkamateurler zu Beginn des Jahres 2000. Erstens eine 6-m-taugliche Station und zweitens eine der begehrten Sondergenehmigungen für 50 MHz. Wenn man beim Mülheimer Roulett Glück hatte, aber bisher noch keinen DX-70, FT-100, IC-706 oder ähnliches im Shack stehen hat, kann man sich eines der bewährten Ten-Tec-Bausätze bedienen. Diesmal stellen wir das Kit 1209 vor, mit dem sich ein 2-m-Allmode-Transceiver für erste Gehversuche auf 6 m erweitern läßt.

Wer mit einem Lötcolben umzugehen vermag, etwas über 200 Mark und ein paar Stunden erübrigt, der kann sich an einem Selbstbauprojekt versuchen, mit dem man gar nicht erst in Versuchung gerät, die für das 6-m-Band geltenden Bestimmungen zu verletzen.

## ■ Auspacken

Wie von Ten-Tec, einem der renommiertesten Hersteller von Amateurfunkbausätzen, nicht anders zu erwarten, ist alles dabei: Tüten mit Bauteilen, ein ordentliches Metallgehäuse in Schwarz, Buchsen, Kabel, Draht, Schrauben, GummifüÙe und ein Handbuch – natürlich in Englisch.

Philosophie hat aber Vorteile, weil der Verzicht auf Spezial-ICs den Bausatz langlebig macht. Bei einem Preis von gerademal 100 US-\$ muß Ten-Tec schon beachtliche Stückzahlen verkaufen, ehe die Entwicklungskosten in die Firmenkasse zurückgefließen sind.

Betrachten wir nun die Schaltungsdetails. Im Sendefall gelangt das Signal des steuernden 2-m-Transceivers über ein Dämpfungsglied an den Ringmischer. R1 bis R4 bringen es zusammen auf 55 Ω und können maximal 8 W Dauerstrich-Eingangsleistung verkraften. Bei der werkseitigen Dimensionierung des aus R5 und R6 bestehenden Abschwächers ist man von 5 W

Steuerleistung ausgegangen, die typisch 8 W HF auf 6 m ergeben. Je nach Art des Steuertransceivers kann der Wert von R5 so variiert werden, daß Steuerleistungen zwischen 0,25 (820 Ω) und 10 W (4,7 kΩ) möglich sind. 10 W sind jedoch nur bei CW und SSB zulässig.

Auf den nachfolgenden, über PIN-Dioden umgeschalteten Ringmischer gelangt außer dem abgeschwächten 2-m-Signal noch die 94 MHz betragende LO-Frequenz, die der Transistor Q6 mit einem entsprechenden Obertonquarz erzeugt und die vom Transistor Q7 oberwellenarm verstärkt wird.

Dem aus Einzeldioden bestehenden Ringmischer – das ist bei allen Ten-Tec-Transceiverbausätzen so – folgt ein in Gateschaltung betriebener Sperrschicht-FET mit nachgeschaltetem hochpunktgekoppelten Dreikreis-Bandfilter. Eine der wenigen Baugruppen übrigens, die bei der Inbetriebnahme einen Abgleich erfordern.

Der breitbandige Sendeverstärker ist dreistufig ausgeführt; beim Treiber und in der Gegentaktendstufe wurde der thermischen Stabilisierung der für den Linearbetrieb notwendigen Ruhestrome die entsprechende Beachtung gewidmet.

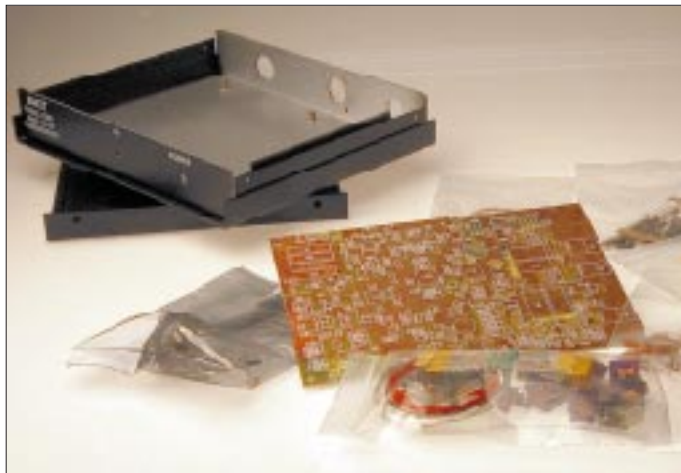
Nachdem der Sendezug das Signal auf etwa 8 W HF (20 V HF an 50 Ω) gebracht hat, folgen ein dreigliedriger Tiefpaß und die 6-m-Antennenbuchse.

Bei Empfang sorgt zunächst ein Dualgate-FET für etwa 20 dB Verstärkung, von der der Löwenanteil im bidirektional betriebenen passiven Mischer wieder verloren geht.

Am Mischerausgang folgt ein Sperrschicht-FET J310, der für ein wenig Nachverstärkung sorgt.

Bei der Betrachtung der Sende/Empfangsumschaltung fällt beim 1209 der Ten-Tec-Standard auf, alle Schaltfunktionen grundsätzlich ohne Relais mit (PIN-)Dioden zu realisieren.

Insofern kommt eine relativ simple HF-Vox zum Einsatz, die bei kurzer Ansprechzeit invertierte Steuerspannungen



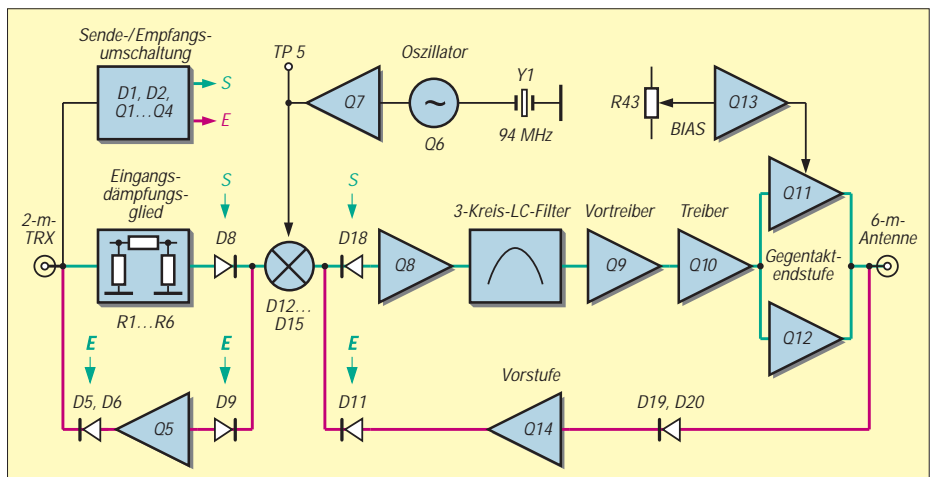
**Bild 1:** Viele Jahre Erfahrung mit Bausätzen für Funkamateure: Beim Ten-Tec 1209 kommt alles ordentlich verpackt und mit einem perfekten Gehäuse beim Kunden an.

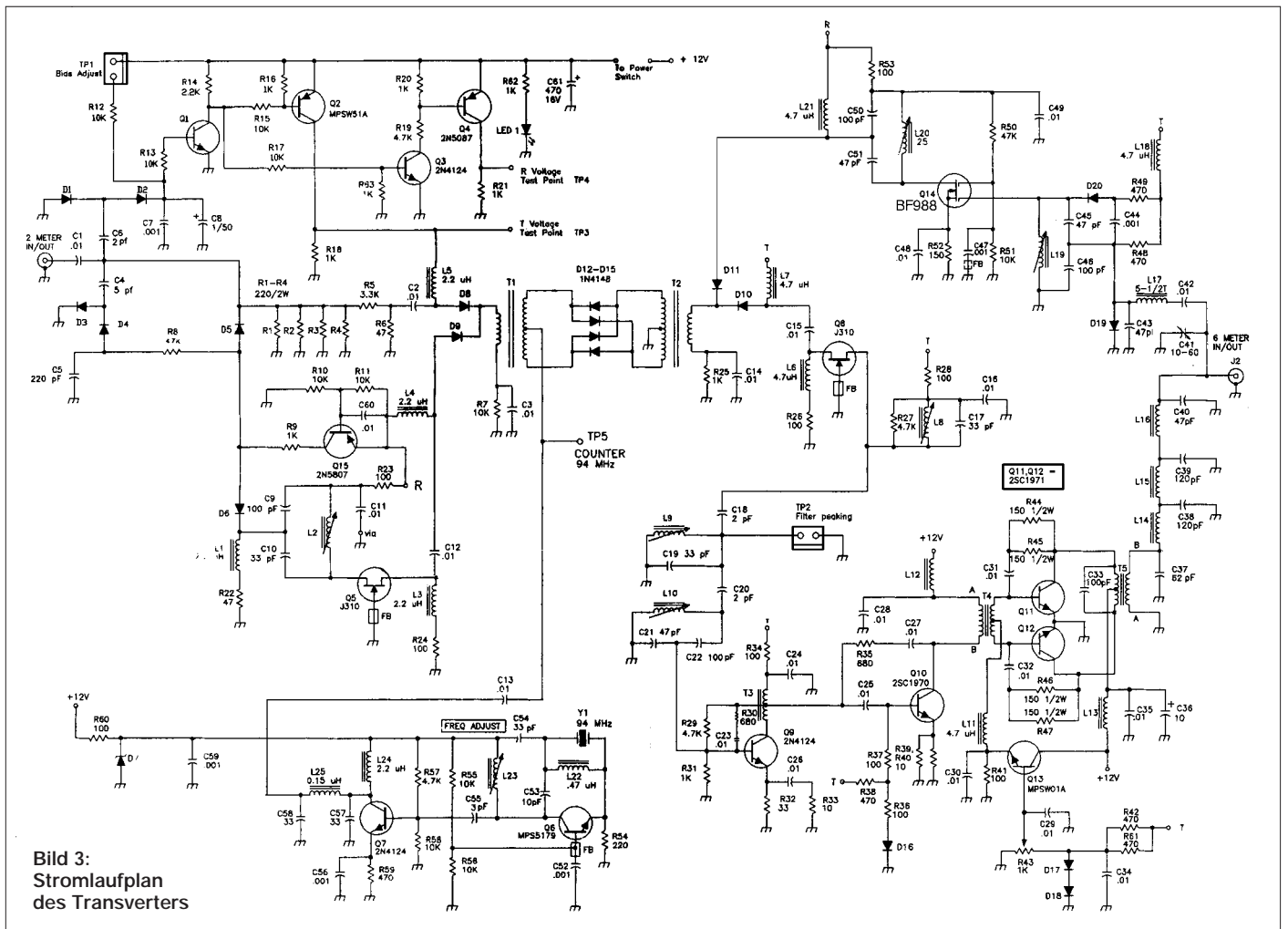
**Bild 2 (unten):** Diese Übersicht verdeutlicht das einfache Schaltungskonzept des Transverters.

Neben technischen Erläuterungen zu den einzelnen Stufen enthält es einen Bauteilindex, in dem nicht nur jedes Bauelement aufgeführt, sondern zusätzlich vermerkt ist, für welchen Arbeitsschritt es benötigt wird. Die durchnummerierten Schritte sind ausführlich beschrieben, ebenso die durchzuführenden Tests. Allerdings eben in Englisch, und bei Unsicherheiten stellt man schnell fest, daß in den gängigen Wörterbüchern auch nicht alles steht.

## ■ Schaltung

Technisch ist der Transverter recht konventionell ausgeführt, die Schaltung weckt Erinnerungen an die 70er Jahre. Diese





von etwas weniger als 12 V für die Sende- und Empfangsschaltung bereitstellt. Neben der eigentlichen Gleichrichterschaltung mit D1 und D2 findet man einen zweiten Spannungsverdoppler, der zusammen mit D5 und D6 die erforderliche HF-Trennung von Q5 und Q15 ermöglicht. Ein interessantes Detail ist die Beschaltung am Gate 1 der Vorstufe, in der die Dioden D19 und D20 die Sperrschicht des MOSFETs vor Schäden durch die HF-Spannung am Senderausgang schützen.

■ **Bestückung der Leiterplatte**

Bevor man mit der Bestückung der Leiterplatte beginnt, sind drei Dinge angeraten: Erstens sollten unbedingt alle Fortschreibungen des Manuals, die dem Bausatz in Form dreier Handzettel beiliegen, in das Manual einschließlich Stromlaufplan übertragen werden. Das kostet zwar anfänglich Zeit, bewahrt aber später vor Ungemach. Zweitens ist es sinnvoll, die einzelnen Bauelemente zu sortieren und in eine Polystyrolplatte o.ä. zu picken. Drittens, und das war zumindest bei mir ein Ärgernis, sollte man die Leiterplatte an den Lötäugen nachbearbeiten, da der schützende Lötack fehlt. Aus DDR-Be-

ständen fand sich dafür bei uns noch ein sogenannter Glashaarpinsel, ähnliches haben wir bisher auch in den Katalogen der großen Versender nicht entdecken können. Wenn Sie jetzt noch das notwendige Werkzeug – Lötcolben, Seitenschneider, Flachzange dünnes Lötzinn und je nach Schkraft auch eine Lupe – bereitlegen, kann es losgehen. Beim Zusammenbau ist strikt nach Handbuch vorzugehen. Dieses gliedert die Arbeiten in sieben Phasen und ist mit kleinen Kästchen versehen, in denen jeder getane

Schritt abgehakt werden kann. Das mag mancher als schulmeisterhaft empfinden, führt aber eben doch schneller zum Erfolg als Freistillöten. In Bauphase 1 kommt der 94-MHz-Oszillator auf die Platine. Der Transistor Q6 bekommt eine Ferritperle auf den Basisanschluß. Kurzschluß mit Kollektor und Emittter: Keine Sorge, das Material ist nichtleitend. Für C54 (33 pF) den mit 2,5-mm-Rastermaß einsetzen! Zur Phase 1 gehört ferner das Identifizieren und Separieren der insgesamt 20 Dioden,

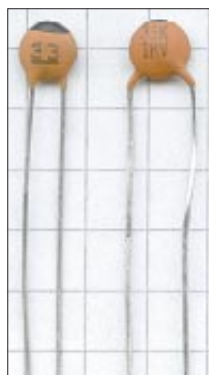
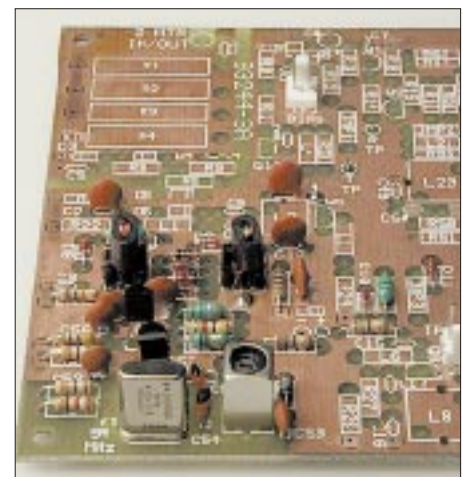


Bild 4: 33 pF in für 2,5 und 5 mm Raster  
Bild 5: Bei den 2,2-µH-Festinduktivitäten (3. v. o.) sind die roten Ringe eher braun.  
Bild 6: Bauzustand am Ende von Phase 1 (r.)



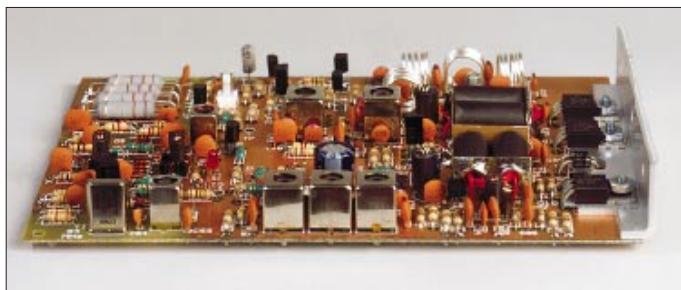
von denen es mithin vier verschiedene Ausführungen gibt. Problematisch gestaltet sich das Erkennen des Farbkodes auf den Festinduktivitäten, da zumindest die roten Ringe auf den 2,2- $\mu$ H-Drosseln eher braun aussehen.

Vor dem Einlöten der beiden bereits gewickelten Transformatoren für den Ringmischer sollte man unbedingt noch einmal genau hinsehen. Die golden scheinenden Drahtenden markieren die Ein- bzw. Ausgangswicklung; der Bestückungsdruck verdeutlicht das durch einen Punkt.

## ■ Löten und prüfen

Am Ende jeder Phase schreibt das Handbuch eine Überprüfung des Baufortschritts vor. Bei Phase 1 wird die Funktion des Oszillators überprüft und die Sollfrequenz abgeglichen. Ten-Tec schlägt vor, dies mit einem auf 94 MHz abgestimmten Empfänger in der Betriebsart CW zu erledigen. Logisch, daß hier ein Zähler nützlich ist.

In Phase 2 werden die Sende/Empfangsumschaltung und der HF-Abschwächer bestückt. Hierbei kommen drei Null-Ohm-Widerstände zum Einsatz, die mit einem einzigen schwarzen Ring gekenn-



zeichnet sind. Die Baufortschrittsprüfung befaßt sich hier mit der Funktion der S/E-Schaltung, für die die Handbuchautoren die Verwendung eines 1-k $\Omega$ -Steckers und eines 2-m-Handys empfehlen. Der Erfolg läßt sich mittels Voltmeter an den Testpunkten TP3 und TP4 feststellen.

Phase 3 stellt die bei Empfang wirksamen HF-Stufen in den Mittelpunkt. Dabei müssen vor allem die bereits gewickelten Spulen klar auseinandergehalten werden.

Einer der letzten Arbeitsgänge dieser Bauphase ist das Wickeln der Luftspule L 17. Die Herstellung der 5,5 Windungen wird im Manual recht umständlich beschrieben. Gehen Sie einfach davon aus, daß der versilberte Draht für alle Spulen ausreicht, 5,5 nicht ganz sechs Windungen sind, Sie den Wickelsinn auf der Leiterplatte sehen können und wickeln Sie die Spulen auf einen 8-mm-Dorn oder -Bohrer. Dann paßt es ...

Schritt 3-41 birgt eine Falle, da bei R52 ausdrücklich auf einen 1/4-W-Typ hingewiesen wird. Das ist die Normalausfüh-

rung; die vier anderen sind welche mit höherer Belastbarkeit, die später in die Gegendtakendstufe einzulöten sind. Die Darstellung der Beschaltung des BF988 im Handbuch ist mangelhaft: Das Source-Beinchen unterscheidet sich von Gate 2 durch eine oder zwei kleine Nasen.

Bei der Kontrolle des Arbeitsfortschritts gehen die Ten-Tec-Ingenieure wieder vom ungünstigsten Fall aus, das heißt, es ist kein Meßgenerator vorhanden. Die vorgeschlagene Nutzung der Obertöne (z.B.  $5 \times 10150$  kHz) beim Abgleich von L2, C41, L19 und L20 scheint primitiv, ist aber durchaus praktikabel.

Die anschließende Phase 4 – Einbau der Stufen mit den Transistoren Q8 und Q9 – weist keine Besonderheiten auf.

Die letzte Bauphase (5) befaßt sich mit Treiber- und Endstufe. Das Handbuch warnt ausdrücklich davor, Tests dieser Stufen vor Montage auf die Kühlfläche durchzuführen. Außerdem dürfen die letzten drei Transistoren erst zu gegebenem Zeitpunkt eingelötet werden.

Der Treiber Q10 (2SC1970) erfordert isolierte Montage auf dem Kühlwinkel, da der Emitter nicht auf Masse liegt. Das notwendige Isoliermaterial liegt bei.

**Bild 7:** Die fertig bestückte Platine vor dem Zusammenbau mit dem Chassis, das schon bei der Inbetriebnahme als Kühlfläche dient.

**Bild 8:** Zusammengebaut sieht der Transverter recht bescheiden aus.



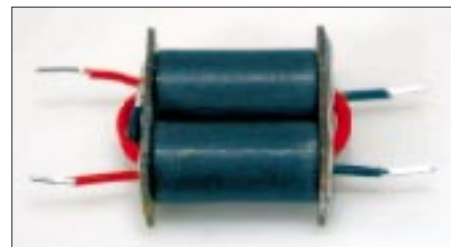
Zur thermischen Stabilisierung der Ruhestrome von Treiber und Endstufe dienen drei Dioden (D16, D17/18) vom Typ 1N4007, die so einzubauen sind, daß ihre Anschlüsse nicht in elektrischen Kontakt zum Kühlkörper kommen.

Nach dem mechanischen Zusammenbau, der das Abwinkeln der Anschlußbeine einschließt, dürfen die Transistoren Q10, 11 und 12 verlötet werden.

Große Aufmerksamkeit verlangt die nachfolgende Herstellung der Breitbandtransformatoren T4 und T5, die zum Glück identisch sind und nur wenige Windungen tragen.

Zwei Skizzen im Handbuch verdeutlichen die Führung der jeweils drei Wicklungen, die aus teflonisoliertem Draht bestehen.

Teflon deshalb, weil beim Verlöten der Windungsenden oder im Betrieb blanke und dazu noch scharfkantige Metallteile so heiß werden können, daß beispielsweise eine herkömmliche PVC-Isolation schmilzt.



**Bild 9:** Einer der beiden Breitbandübertrager vor dem Einlöten in die Platine

Und weil guter Draht teuer ist, sind die Drahtstücke entsprechend knapp bemessen. Zurückhaltung ist also beim Zuschneiden der einzelnen Stücke angesagt.

Wenn die beiden Transformatoren eingebaut und auch auf der Bestückungsseite verlötet sind, kann man sich den restlichen passiven Bauelementen widmen.

Spätestens jetzt offenbart sich, daß die im Handbuch vorgegebene Reihenfolge nicht in jedem Fall sinnfälliger ist und teilweise willkürlich festgelegt wurde.

Wenn aber alle Bauteile bestückt sind und nichts übriggeblieben ist, braucht man sich über die diesbezüglichen Intentionen der Handbuchschreiber keine Gedanken mehr zu machen.

Wichtiger ist jetzt die abschließende Sichtprüfung der Platine: Sind alle An-

schlußdrähte verlötet, keine Lötbrücken vorhanden, jedes Bauteil in der vorgeschriebenen Lage am richtigen Platz?

Wenn ja, folgt die Verschraubung des Kühlwinkels mit dem Chassis, und zwar genau verkehrtherum, so daß sich die Platine praktisch außerhalb des Gehäuses befindet. Dadurch bleiben alle Lötstellen zugänglich, was u.U. von Vorteil ist.

Würde man die Schaltung vor diesem Schritt in Betrieb nehmen, könnten die drei Leistungstransistoren wegen mangelhafter Abführung der ruhestrombedingten Verlustwärme den Hitzetod sterben.

Apropos Hitze. Möglicherweise habe ich es im Handbuch übersehen. Ratsam ist m.E. die Verwendung von Wärmeleitpaste zwischen den drei Temperaturfühldioden und

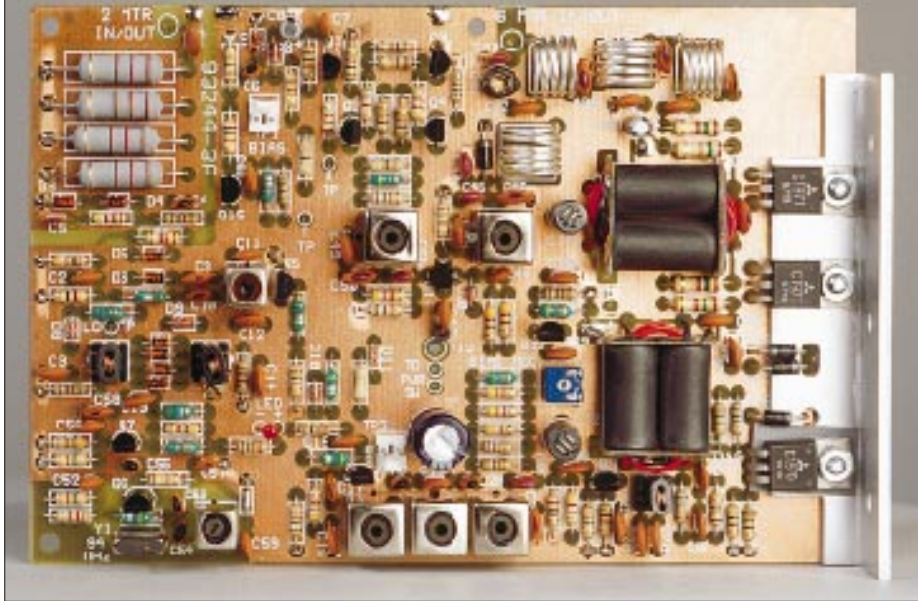


Bild 10: Die fertig bestückte Platine vor dem Zusammenbau mit dem Chassis, das schon bei der Inbetriebnahme als Kühlfläche dient.

dem Kühlwinkel. So verbessert man die thermische Kopplung und trägt zur Stabilisierung des Arbeitspunkts der im AB-Betrieb laufenden Endstufe bei.

Die endgültige Inbetriebnahme ist vor allem die Justage des Endstufenruhestroms. Dazu benötigt man wieder die 1-k $\Omega$ -Brücke, die den Transverter ohne Ansteuerung durch ein 2-m-Signal in den Sendemodus bringt. Der Einstellregler R43 muß zu Beginn dieses Vorgangs am rechten Anschlag stehen!

Nach Anlegen der Betriebsspannung soll der Ruhestrom des Transverters etwa 600 mA betragen. R43 ist nun durch Linksdrehen so zu verstellen, daß der Ruhestrom auf 800 mA ansteigt. Gelingt das, ist dieser Abgleich erfolgreich beendet, und die 1-k $\Omega$ -Brücke kann von TP1 entfernt werden.

### ■ Sendetest

Anschließend erfolgt der Test im Sendebetrieb, wofür eine 5-W-HF-Signalquelle, z.B. ein Handy oder ein Leistungsmeßsender, und ein 50- $\Omega$ -Abschluß nötig sind. Die 1-k $\Omega$ -Brücke kommt jetzt auf TP2, wodurch der Schwingkreis L9/C19 be-

dämpft wird, was wiederum den Abgleich der Bandfilterspulen L8 und L10 erleichtert.

Die abschließende Phase 7 ist der Zusammenbau und die Verdrahtung: Kühlwinkel vom Chassis lösen und richtigerum verschrauben, Stromversorgungskabel mit der Platine und der Masse an der 6-m-PL-Buchse verlöten, die LED und den Kipp-schalter verdrahten, die PL-Buchsen mit der Leiterplatte verbinden sowie die Platine an den Gewindedistanzstücken verschrauben. Fertig und betriebsbereit.

Vorsichtshalber kann man noch einmal die Frequenz des 94-MHz-LO mit einem Zähler am Testpunkt TP5 prüfen und mit L23 nachgleichen.

In Ermangelung einer 50-MHz-Genehmigung war es mir bisher nicht möglich, den Transverter im praktischen Funkbetrieb zu erproben. Der Zusammenbau jedenfalls hat nach längerer Lötastinenz viel Spaß bereitet und insgesamt etwa acht Stunden gedauert. Wer richtig in Übung ist, alles Nötige bereitzuliegen hat und auf die gelegentliche Konsultation eines Wörterbuches verzichten kann, schafft es bestimmt schneller...

### Spezifikationen 1209

| Allgemeines                |  |
|----------------------------|--|
| Transverterbereich:        | 144,0...146,0 MHz und 50,0...52,0 MHz                                    |
| Antennenanschlüsse:        | 50 $\Omega$ unsymmetrisch, Buchse SO-239                                 |
| Betriebsspannungsanschluß: | zweiadriges flexibles Kabel mit Sicherungshalter                         |
| Betriebsspannung:          | +11...14 V, Minus an Masse   |
| Stromaufnahme:             | ca. 170 mA bei Empfang, max. 3,8 A bei ca. 8 W HF-Output                 |
| Halbleiter:                | 15 Transistoren, 20 Dioden   |
| Gehäuse:                   | 2 Halbschalen aus Stahl, internes Chassis und Kühlfläche jeweils aus Alu |
| Platine, doppelseitig:     | 152 mm $\times$ 101 mm   |
| Abmessungen                |  |
| B $\times$ H $\times$ T:   | 185 mm $\times$ 33 mm $\times$ 156 mm                                    |
| Masse:                     | ca. 1,2 kg   |

| Sendeseite  |  |
|---|--|
| Umsetzung von 144,0...146,0 MHz auf 50,0...52,0 MHz |  |
| Output:   | max. 8 W bei CW und FM*, 8 W PEP bei SSB |
| Sende-/Empfangsumschaltung:                         | elektronisch, HF-gesteuert               |
| Abfallverzögerung der S-/E-Umschaltung:             | ca. 1 s                                  |
| Variationsbereich der Eingangsleistung:             | 0,25...10 W**                            |

| Empfangsseite                                       |              |
|---|--------------|
| Umsetzung von 50,0...52,0 MHz auf 144,0...146,0 MHz |              |
| Rauschzahl:   | keine Angabe |
| Durchgangsverstärkung:                              | keine Angabe |
| IP3:  | keine Angabe |
| Spiegelfrequenzunterdrückung:                       | >60 dB       |
| Dämpfung des ZF-Durchschlags:                       | >75 dB       |

\* FM-Betrieb in Deutschland nicht erlaubt  
 \*\* Anpassung an die Ausgangsleistung des Steuertransceivers durch Variation von R5 möglich

Der in den USA für 99 US-\$ zuzüglich Porto angebotene Bausatz gehört schon länger zum Sortiment des FA-Leser-service. Ein deutsches Handbuch wollen wir bis März fertigstellen.

Anzeige

# ANZEIGE