

Interessantes QRP-Selbstbauprojekt im OV Ulm, P14:

Der QRP14 Dreiband-Transceiver

Ulrich Graf, DK4SX

Für viele OMs und (X)YLs bliebe auch nach der Lizenzprüfung die Hochfrequenztechnik ein recht abstraktes Thema, wäre da nicht die QRP-Technik mit ihren meist einfachen Schaltungen. Um diese Technik zu pflegen und wei-

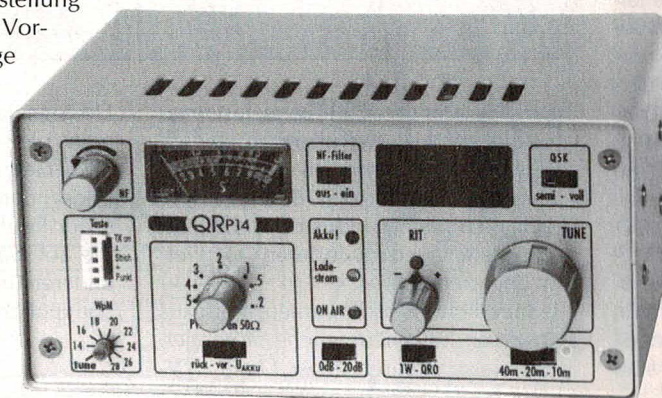
Der QRP14 unterscheidet sich deutlich von den meisten bekannten QRP-Bausätzen. Einerseits überflügelt er diese durch gute HF-technische Eigenschaften, andererseits glänzt er mit eingebauten Features, die es sonst nur als Zubehör gibt. Und als dritten Trumpf haben es die beiden Entwickler Dieter, DJ6TE, und Uli, DK4SX, geschafft, das Gerät so klein und gediegen zu konzipieren, daß jeder ahnungslose Betrachter den Eindruck professioneller Herstellung gewinnt. Damit dürfte das Vorhaben, einen möglichst lange Zeit „konkurrenzlosen“ Transceiver zu entwickeln, geglückt sein.

Konzept mit viel Grips

Gleich zu Beginn der Entwicklung mußten die kleinen, grauen Zellen ordentlich strapaziert werden: Konzeptionelle Entwicklung und Definition der Parameter erwiesen sich als schwieriger Prozeß. Schließlich galt es, typische – sprich preiswerte – QRP-Lösungen, z. B. ein Selbstbau-Quarz-Ladderfilter, mit kompromißlos guten HF-Eigenschaften zu verknüpfen. Daß auch letzteres gelungen ist, läßt sich an den wichtigsten Empfangereigenschaften sowie an dem für diese Gerätekategorie besonders reinen Sendesignal erkennen. Die Tabellen 1 und 2 präsentieren alle wichtigen elektrischen Daten eines QRP14.

Trotz des sehr gedrängten Aufbaus gelingt der Nachbau jedem gewissenhaften Bastler, auch wenn er „Nicht-HF-Techniker“ ist. Denn die Schaltung wurde bewußt so einfach wie möglich ausgelegt. Eine PLL kam daher ebenso wenig in Frage wie DDS oder ein DSP. Bestimmend für die Zahl der Features und die Qualität waren die Gesamtkosten. Hier wurde so kalkuliert, daß auch

ein Student nicht zurückschrecken muß. Schließlich legten die Väter des QRP14 großen Wert auf viele Experimentiermöglichkeiten. Eröffnet werden diese durch die geringe Größe von $70 \times 110 \times 150$ mm und die eingebaute Stromversorgung mit integrierter Ladeschaltung. Diese erlaubt – genügend Sonnenschein vorausgesetzt – völlig autarken



Betrieb, da das Nachladen der Akkus mit einem Solarpanel erfolgen kann. Nicht zu vergessen der robuste Sender-Endstufentransistor, der klaglos beträchtliche Fehlanpassungen verkraftet und das Antennentesten zum Kinderspiel macht. Und schließlich sind Leistungs- und SWR-Meßgerät ebenso eingebaut wie eine Tastelektronik.

Das Blockschaltbild verrät mehr

Gehen wir auf Entdeckungsreise in den Blockschaltplan (Bild 1), wo jede Baustufe genau verzeichnet ist! Die Bänder 40 m, 20 m und 10 m wurden wegen der „QRP-gerechten“ Ausbreitungsbedingungen, ihrer hohen Akzeptanz und natürlich aus antenntentechnischer Sicht festgelegt. Da Sender und Empfänger jedoch Breitbandmodule sind, kann man auch andere Bänder vorsehen, wenn

terzuentwickeln, wurde im Ortsverband Ulm, P14, ein QRP-CW-Transceiver ausgetüftelt, der hohes technisches Niveau mit sehr guter Reproduzierbarkeit vereint. Aus Platzgründen – das Handbuch ist mehrere Zentimeter (!) dick – ist in der CQDL nur eine Vorstellung des Konzeptes möglich.

man die Filter umdimensioniert. Empfangssignale durchlaufen, von der Antenne kommend, einen Tiefpaß und gelangen dann über den S/E-Umschalter zum entsprechenden Empfangsbandpaß. Hier werden Spiegel- und Zwischenfrequenz unterdrückt. Damit das bei der niedrigen ZF von 4 MHz gut gelingt, sind die Bandfilter so dimensioniert, daß sich Polstellen bei den Spiegelfrequenzen ergeben.

Der Vorverstärker gewährleistet ausreichenden Signal/Störabstand auch dann, wenn man mit einer Behelfsantenne arbeiten muß.

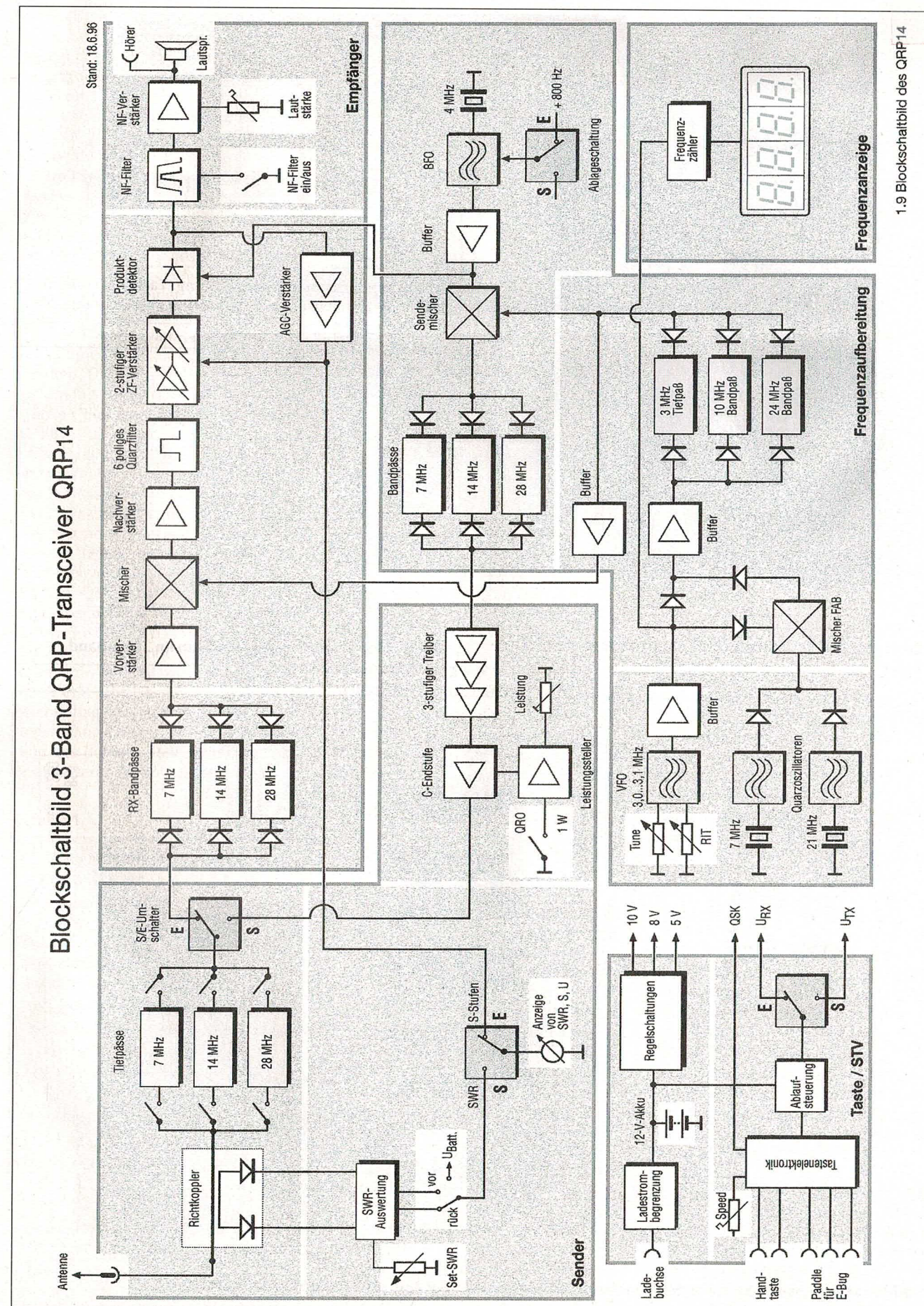
Der Diodenringmischer bestimmt die Großsignalfestigkeit und sichert einen intermodulationsfreien Dynamikbereich wie bei Mittelklasse-Transceivern. Die ZF-Selektion besorgt ein sechspoliges Ladderfilter mit preiswerten Quarzen, das sich durch geringe Welligkeit und 1 kHz Bandbreite auszeichnet.

Die Gesamtverstärkung des Empfängers wird vom zweistufigen, regelbaren ZF-Verstärker bestimmt. Er zeichnet sich durch einen vergleichsweise sehr hohen Regelumfang und optimale Zeitkonstanten aus. Das BFO-Signal setzt die ZF im Produktdetektor in die NF um. Über ein schaltbares NF-Filter wird schließlich ein kleiner Lautsprecherverstärker angesteuert.

Der Haupt-VCO überstreicht den Frequenzbereich 3...3,1 MHz. Er ist grob temperaturkompensiert und läßt sich über ein Zehngang-Poti bequem abstimmen. Selbstverständlich gibt es eine Empfangsfeinverstimmung (RIT). Auf 40 m wird das VCO-Signal lediglich im Sendemischer umgesetzt. Bei den anderen Bändern tritt zusätzlich ein Premixer in Aktion, der das Ausgangssignal abermals entsprechend der Empfangsfrequenz mischt.

Der BFO dient im Sendefall als Träger-

Blockschaltbild 3-Band QRP-Transceiver QRP14



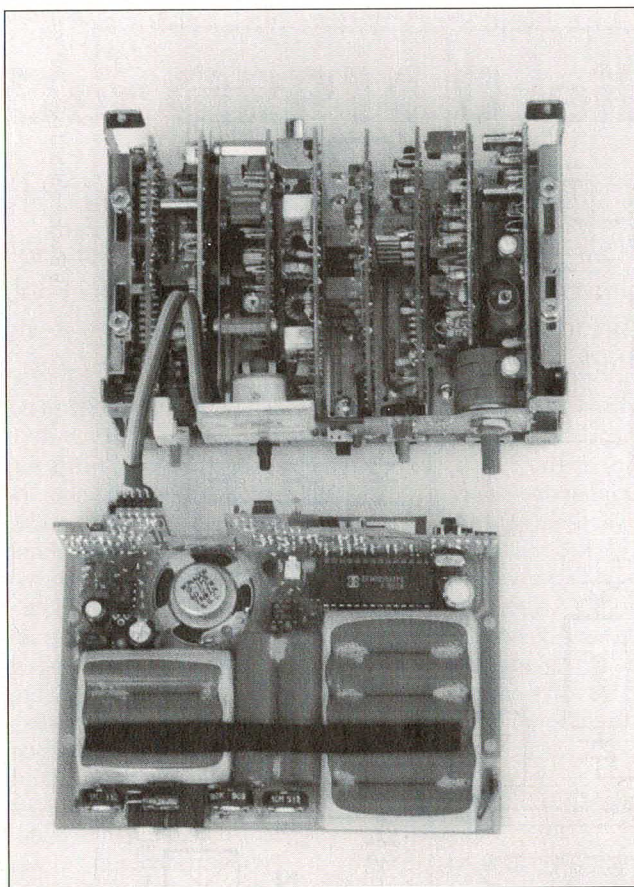


Bild 2: Ausgereifte Modulternteil kennzeichnet diesen Dreibandbander

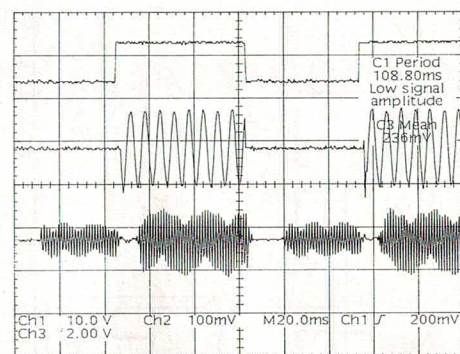


Bild 4: Sende/Empfangsumschaltung: Tastsignal (oben) HF (Mitte) und NF (unten), Mithörton und Empfangs-NF

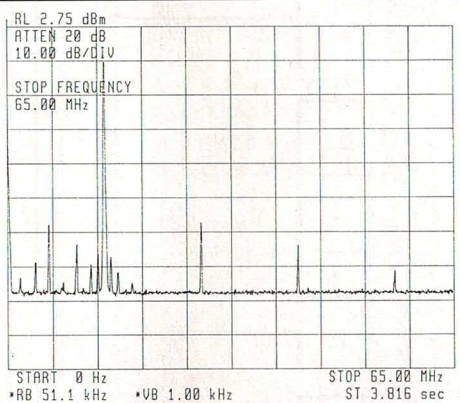


Bild 5: Ober-/Nebenwellenspektrum im 20-m-Band

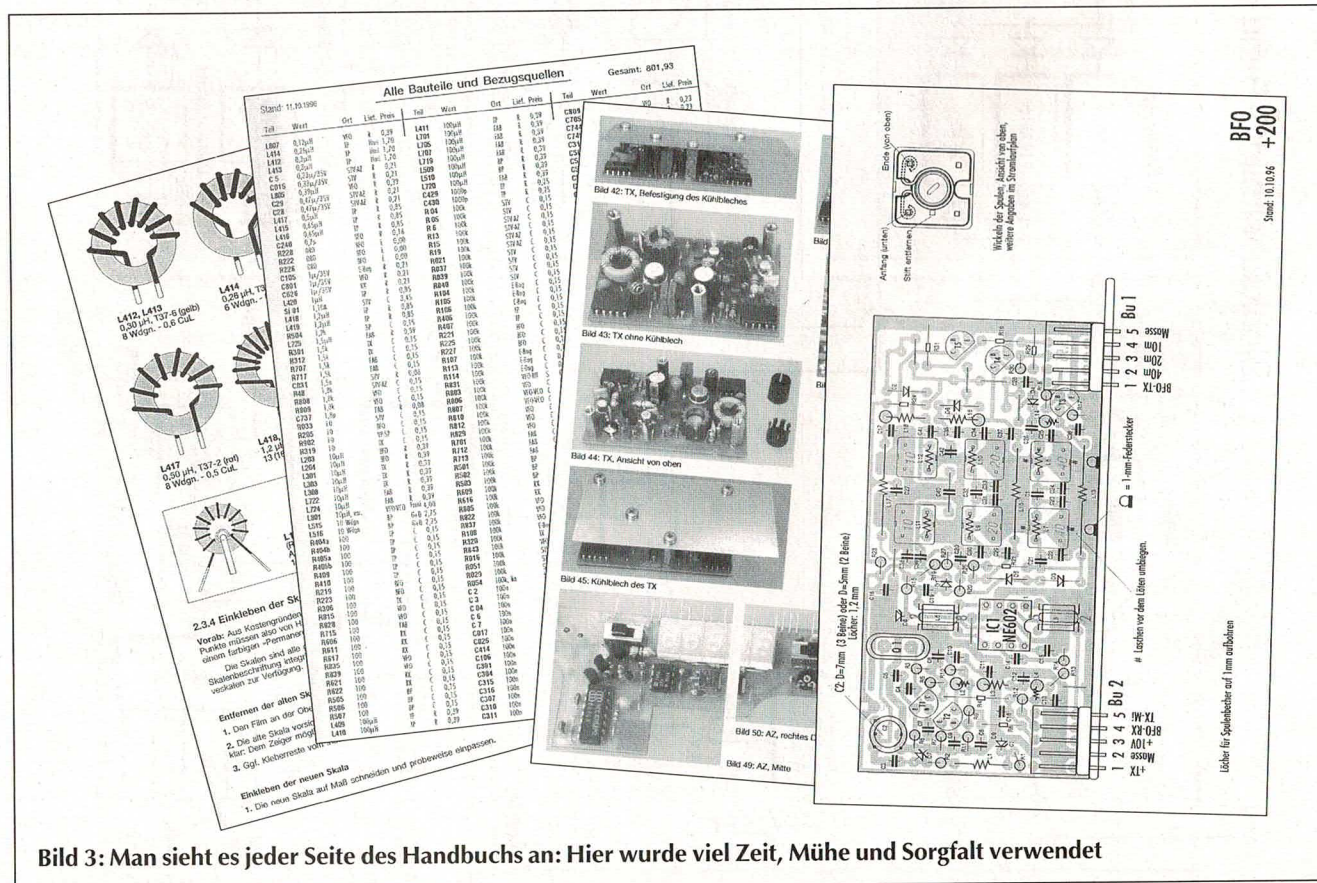


Bild 3: Man sieht es jeder Seite des Handbuchs an: Hier wurde viel Zeit, Mühe und Sorgfalt verwendet

generator; bei Empfang wird seine Frequenz um 800 Hz verändert. Auch in diesem Konzept entstehen – leider – eine ganze Menge unerwünschter Mischprodukte. Diese sollen natürlich weder abgestrahlt werden, noch zu Pfeifstellen oder Nebenempfang führen. Daher folgen den Mischern Bandfilter, die Nebenwellen um wenigstens 40 dB unterdrücken. Alle Filter und selektiven Signalfade werden mit PIN-Dioden geschaltet.

Der Sendeverstärker besteht aus einem dreistufigen, stark gegengekoppelten Lineartreiber und einer C-Endstufe. Als Besonderheit gibt es einen Leistungsumschalter. So kann man von nominell 3 W auf kalibrierte 1 W, also QRPP-Betrieb, schalten. Die Tiefpässe werden mit Miniaturrelais umgeschaltet und unterdrücken Harmonische um wenigstens 45 dB.

Leistung und SWR lassen sich durch den internen transformatorischen Richtkoppler exakt bestimmen. Zur Anzeige dient ein Zeigerinstrument. Die Betriebsfrequenz hingegen wird digital angezeigt. Dazu wertet der Zähler die VFO-Frequenz auf 100 Hz genau aus. An der QSK-Schaltung dürften auch High-Speed-Fans nichts auszusetzen haben. Sie erlaubt das Hören zwischen den Zeichen auch noch bei Tempo 140! Zehn 1,1-Ah-NiMH-Zellen versorgen das Gerät und lassen einen ganzen Nachmittag lang intermittierenden Send-/Empfangsbetrieb zu. Bereits während des Betriebs kann man den Akku per Netzteil oder Solarpanel laden.

Tabelle 1

Filter, Regelverhalten und S-Meter

Parameter	Wert	Einheit
-6-dB-Quarzfilterbandbreite	950	Hz
-60-dB-Quarzfilterbandbreite	2,1	kHz
Shapefaktor des Quarzfilters	2,2	
-6-dB-NF-Filterbandbreite in Stellung „breit“	1,05	kHz
in Stellung „schmal“	185	Hz
Regelbereich, NF, -6 dB bei $P_e = -(25...115)$ dBm	min. 90	dB
Regelzeitkonstante, HF +60 dB	15	ms
-60 dB	600	ms
S-Meter-Anzeigebereich bei Endwert = S9+40 dB	min. 80	dB
S-Meter-Anzeigefehler im Bereich S2...S9+40 dB	max. ± 3	dB

Spezifikationen

Parameter	10 m	20 m	40 m
Gesamtstrom, 13,6 V			
bei maximaler Lautstärke	240 mA	240 mA	220 mA
im Standby-Betrieb	165 mA	165 mA	150 mA
Senden, Max.-Stufe	850 mA	760 mA	820 mA
Sendeleistung			
Max.-Stufe	4,0 W	4,4 W	5,2 W
1-W-Stufe	1,0 W	0,95 W	1 W
Wirkungsgrad			
bei max. Senderleistung	34,5 %	42,5 %	47 %
Empfindlichkeit			
für (S+N)/N = 10 dB	0,17 μ V	0,1 μ V	0,15 μ V
Rauschzahl	17 dB	13,5 dB	15 dB
Grundrauschen			
für (S+N)/N = 10 dB	-133 dBm	-136 dBm	-134 dBm
Anzeigefehler	+55 Hz	-220 Hz	-235 Hz
Dynamikbereich			
Blocking, ± 20 kHz	90 dB	90 dB	114 dB
IM-frei, ± 50 kHz	91 dB	91 dB	95 dB
Spiegelselektion	55 dB	75 dB	min. 100 dB
Nebenempfang	20 MHz: -53 dB	13 MHz: -52 dB	4 MHz: -75 dB (ZF)
Eingangs-IP3	+4,5 dBm, rauschbegr.	+4,5 dBm, rauschbegr.	+8,5 dBm

Tabelle 2

Bauanleitung ohne Fehl und Tadel

Ebenso herausragend wie der Transceiver ist die Bauanleitung, eine mit viel Liebe und Mühe perfekt aufgemachte Dokumentation, die ihresgleichen sucht. Damit ist es gelungen, dieses QRP-Selbstbauprojekt so richtig komplett zu machen, denn was nützt die schönste Konstruktion, wenn eine unzureichende Anleitung die Nachbauer verdorrt.

Für hohen Aufwand an dieser Stelle gab es allen Grund: Denn die umfangreiche Schaltung und die üppigen internen Zusätze mußten natürlich ordentlich verpackt werden. Kaum zu glauben, daß das Minigehäuse bereits als allererstes „Bauteil“ zu Beginn der Entwicklung feststand! Die während der Entwicklung immer länger werdende Liste an wünschenswerten Funktionen führte zwangsweise zu hoher Packungsdichte. Daher gibt es kaum einen freien Kubikzentimeter mehr im QRP14 (Bild 2). Das bedeutete aber auch, daß alles besonders sorgfältig durchgeplant werden mußte. So kam es, daß sich DJ6TE manche Nacht vor dem Bildschirm um die Ohren schlug, bis schließlich die Steckmodule, die Bauteileplatzierung und die Gehäuseteile millimetergenau zueinander paßten. Nur ein einziges

Verbindungskabel blieb zum Schluß... Nachdem Schaltungsunterlagen, Bestückungspläne, Zeichnungen und Prüfanweisungen für „nachbaubereite“ OV-Kollegen fertiggestellt waren, ging es an die Komplettierung der Dokumentation. Es entstand ein fast 200seitiges Handbuch, das nicht nur alle Fragen zum QRP14, sondern auch noch viele zur QRP-Praxis allgemein beantwortet: Antennenbau, richtiges Laden von Akkus oder Muster-CW-QSO sind Themen, auf die nicht verzichtet wurde.

Die sorgfältig ausgearbeitete Unterlage im A4-Format macht mit ihrer Vielfalt, ihren zahlreichen, teils farbigen Bildern, den farbkopierten Filmvorlagen der Platinen sowie den Stücklisten und Step-By-Step-Anleitungen Nachbau und Nutzung des QRP14 erst so richtig zum Erlebnis. Bild 3 vermittelt einige Impressionen. DJ6TE hat sich bereiterklärt, dieses „QRP-Fachbuch“ zum Unkostenpreis von 35 DM abzugeben. Allerdings ist die Auflage begrenzt, und im Interesse der aktiven QRP'er soll es nur an wirklich Nachbauwillige vergeben werden. Ein Platinensatz, jedoch kein Bausatz, steht ebenfalls zur Verfügung. Interessenten können sich bei DK4SX, Tel. (07 31) 618160 oder DJ6TE, Fax (07 31) 9266135 melden.

DJ6TE Dietrich Engels Elding 4. Aug. 97 89035 ulm