

„009“ – die K2-Story

PETER ZENKER – DL2FI



In der QRP-Szene seit langem erwartet, ist er nun endlich lieferbar: ein in den USA für europäische Verhältnisse konstruierter QRP-Transceiver.

Meine Bekanntschaft mit dem K2 begann, lange bevor es ihn wirklich gab, mit einer e-Mail von Wayne, N6KR, dem Entwickler so bekannter QRP-Transceiver wie dem SIERRA, NorCal 40A und SST. Er schrieb mir, daß er mit der Entwicklung eines superduper-highend-QRP-Transceivers beschäftigt sei und den Empfänger auf jeden Fall „europasicher“ machen wolle. Dazu brauchte er einige Messungen über die Feldstärken von Rundfunksender an einer breitbandigen KW-Antenne.

Hügel benannt ist: Sierra, White Mountain, Green Mountain usw.

Er stellte daher den neuen Transceiver als 2K vor, und dachte dabei an die Jahrtausendwende als Paten. Als ihn amüsierte QRPer darauf hinwiesen, daß 2K bereits durch eine dicke Endstufe belegt sei, benannte er sein Gerätchen kurzerhand in K2 um. Daraufhin kam mit denkbar noch lauterem Lachen der Hinweis, er sei nun doch wieder bei den Bergen gelandet, aber inzwischen beim zweithöchsten Berg der

auf diese Weise möglichst schnell an so ein Gerätchen zu kommen.

Betatester? Ja, o.k., Du und noch 99 andere QRPer sollen Betatester sein, war die Antwort von Wayne. 100 Betatester? Das hat die Amateurfunkwelt noch nicht gesehen, das wird ein Erlebnis. Soweit meine erste Begegnung mit dem K2 im Mai 1996.

In der Folgezeit wechselten viele e-Mails zu diesem Thema über den großen Teich. Gut, daß es dieses schnelle Medium gibt, anders wäre ein solch reger Gedankenaustausch in so kurzer Zeit auch kaum möglich gewesen. Nach und nach kristallisierten sich die Einzelheiten des Projektes K2-Betatest immer mehr heraus: Kundige QRPer mußten es sein, eine Mischung aus erfahrenen Selbstbauern und Anfängern im Selbstbau, Internetanschluß und die Bereitschaft zur täglichen Kommunikation gehörten zu den Bedingungen.

Im Spätherbst war es dann soweit, per e-Mail erhielten alle ausgewählten Betatester eine Mitteilung: „Du bist dabei.“ Viele weithin bekannte OMs fanden sich auf der Liste. Von den deutschen QRPern waren dabei: Klaus, DL8MTG, als gewandter QRP-Telegrafie-Praktiker, Wolfgang, DK4RW, als namhafter Technikspezialist, Werner, DL4TJ, der Bastler und DL2FI, der Testberichteschreiber.

Im Internet wurde ein spezieller Server für alle Betatester eingerichtet, und schon zu diesem Zeitpunkt, lange bevor die meisten von uns überhaupt einen K2 gesehen hatten, tobte auf diesem Server eine Diskussion über das ungelegte Ei K2, wie ich sie selten erlebt habe. Im Dezember 1998 wurden alle Betatester gebeten, ihre zukünftigen Geräte schon mal im voraus zu bezahlen. Im Frühjahr 1999 kam dann endlich die lang erwartete Ankündigung per e-Mail: Wir beginnen mit der Lieferung der Bausätze.



Bild 1: Das ansprechende Äußere des fertigen Transceivers vermittelt einen echt professionellen Eindruck. Fotos: DG0ZB (2), KJ6VU (1)

Endlich mal ein USA-Konstrukteur, der sich ernsthaft mit unseren Intermodulationsproblemen auseinandersetzt! Na, für diesen Zweck sollte doch wohl mein 41 m langer endgespeister Zepp in 23 m Höhe optimal geeignet sein. 350 mV Summenspannung an 50 Ω um 1900 UTC lautete meine Antwort, und der ziemlich frustrierte Wayne fragte zweimal nach, ob ich denn auch wirklich richtig gemessen hätte. Dann müsse er wohl doch noch etwas am Mischer tun, und mein schon zu NorCal-40-Zeiten oft geäußertes Wunsch nach mehr Vorselektion im Empfänger stand plötzlich nicht mehr zur Debatte.

Fast ein Jahr später, bei meinem Besuch des QRP-Treffens in Dayton/Ohio, zeigte mir Wayne einen ersten Prototyp seines neuen K2-Transceivers. Der Name hat übrigens gar nichts mit dem zweithöchsten Berg der Erde zu tun. Eigentlich wollte Wayne weg von Bergen als Namensgeber für QRP-Geräte, weil inzwischen jedes zweite Gerät in USA nach irgendeinem

Erde, womit ihm noch die Option zur Entwicklung eines Mount Everest bliebe.

Die Vorführung in Dayton mit der in den USA weit verbreiteten St.-Louis-Vertical-Antenne im Hotelgarten ermöglichte mir gleich auf Anhieb mehrere QSOs nach Europa (selbstredend unter dem Call N6KR), und was mich letztendlich total begeisterte, war der Klang des Empfängers. Eingefleischte QRPer wissen was ich meine: dieser weiche, wie von einer Altflöte gespielte Ton, den ein CW-Signal in einem Direktüberlagerungsempfänger erzeugt, wie ihn nur wenige, speziell für Telegrafie optimierte Empfänger bieten. Dazu sehr trennscharf, mit in der Bandbreite fast beliebig einstellbaren CW-Filtern, hervorragender Weitabselektion und Bedienungsmöglichkeiten wie bei einem „Großen“.

Daß ich, was mir am liebsten gewesen wäre, nicht gleich einen K2 mitnehmen konnte, war ja klar, es existierte nur der eine Prototyp. Jedoch zumindest versuchte ich, mich gleich als Betatester anzubieten, um



Bild 2: Die beiden Entwickler Eric, WA6HHQ, und Wayne, N6KR, vor ihren Prototypen

Was dann folgte, grenzte an Folter. Amerikanische OMs schilderten Tag für Tag sehr detailliert, wie sie dem Postboten an der Gartentür aufgelauret hätten, wie sie selbst per Auto mal eben die 3000 Meilen bis Kalifornien gefahren wären... und

Technische Daten (lt. Hersteller)

Allgemeines

Größe:	7,5 cm × 20 cm × 21 cm
Masse:	1,5 kg (ohne Batterie, ohne AT)
U _B :	8,5 V... 15 V (13,8V nominal)
Stromaufnahme	
Empfang:	≤ 100 mA (Stromsparmodus) 150–200 mA (typischer Betrieb)
Senden:	1,8 A @ 10 W (abh. von U _B , Band) 30% weniger bei Optimierung auf 5 Watt

Frequenzerzeugung

PLL-Synthesizer mit VCO 6,7 ... 24 MHz in 9 Bändern; Feinabstimmung durch mit DAC abgestimmtem VXCO
Frequenzbereich: alle KW Amateurbänder (160m als Option)
Auflösung: 10 Hz
Abstimmsschritte: 10 Hz, 50 Hz, 1000 Hz

Sender

Sendeleistung: 0,5 bis 15 W (garantiert auf allen Bändern: 10 W)
Nebenwellen: besser -40 dBc @ 10 W (-50 dB typisch)
Oberwellen: besser -45 dB (-55 dB typisch)

Empfänger	mit VV	ohne VV
Empfindlichkeit ¹ :	-135 dBm	-130 dBm
IP3:	0...+7,5 dBm	+14 dBm
IP2:	+77 dBm	+78 dBm
Dynamischer Bereich		
Blocking:	125 dB	133 dB
Zweitton:	96 dB	97 dB
ZF:	4,915 MHz (Einfachsuper)	

ZF-Selektion

CW: 5pol. variables Quarzfilter 200–1500 Hz
SSB: 7pol. Quarzfilter 2,2 kHz im Sender
7pol./5pol. Quarzfilter auswählbar

Eingebauter Keyer

Modus: Iambic A und B (wählbar)
Geschwindigkeit: 9 ... 40 WpM
Speicher: 3 à 84 Byte, nichtflüchtig

1) @3 dB S/N

Noch nie zuvor habe ich auf diese Art ein QRP-Gerät gebaut, jedoch kann ich jetzt sagen, es war eine sagenhafte Erfahrung. Jede Frage wurde trotz riesiger Lokalzeitunterschiede innerhalb von Minuten (höchstens Stunden) beantwortet, jede eigene Idee weltweit breit diskutiert, und jeder vernünftige Änderungsvorschlag unmittelbar in das Handbuch übernommen. Und geändert wurde jede Menge! Eigentlich nicht an grundsätzlichen Stellen, aber immer wieder an wesentlichen Punkten, die Aufbau und/oder Funktion entscheidend vereinfachten bzw. verbesserten.

100 Leute, die begeistert und intensiv zur gleichen Zeit an so einem Bausatz arbeiten, stellen schon ein ziemlich großes Ideen-, Erfahrungs-, und Wissenspotential dar. Erstaunlich für mich, daß meines Wissens noch niemals zuvor eine andere Firma im Amateurfunkbereich auf diese Idee gekommen ist.

Nach insgesamt über 50 Stunden Arbeit direkt am K2 war es dann soweit: die letzten Testreihen nach Handbuch, Selbstgleich des Gerätes angestoßen und fertig zum ersten QSO. Nicht ganz, denn erst mal muß das Schmuckstück der XYL vorgestellt werden, schließlich möchte die ja wissen, womit der verrückte Mann die letzten Nächte zugebracht hat, und genau wie erwartet, wie bereits beim Sierra gesehen und berichtet - Wayne hat mal wieder ein Frauengerät entworfen. „Ohhh, sieht der aber hübsch aus“, als erster Kommentar der XYL. Da verblissen doch alle technischen Daten und Meßwerte, wenn das Ehegespons nicht mehr über die verbastelten Nächte redet, nicht mal nach dem Preis fragt, sondern nur noch begeistert ist von dem hübschen kleinen Ding.

Mich allerdings interessieren die Daten schon, besonders da ich gemäß Handbuch alle Einstellungen, Abgleich usw. ohne externe Hilfsmittel vorgenommen habe.

Dies bedeutet konkret, daß laut Handbuch für den Aufbau und Abgleich des K2 ein einziges Mal eine Spannung unter Einsatz eines Digitalvoltmeters einzustellen ist. Ab diesem Zeitpunkt läuft von der Einstellung des variablen Quarzfilters bis hin zur Linearisierung der PLL alles mit den in den K2 eingebauten Mitteln ab, zum großen Teil sogar automatisch oder wenigstens halbautomatisch.

Gespannt war ich, ob man ein solch komplexes Gerät tatsächlich ohne aufwendigen Meßgerätepark so gut hinbekommt, wie es die Entwickler versprochen haben. Über die Ergebnisse dieser Messungen werde ich im zweiten Teil der K2-Story im nächsten FUNKAMATEUR berichten, auch Schaltdetails und die inzwischen dazugekommenen optionalen SSB- und Störaustastermodule kommen dort zur Sprache.

Der ins Gerät eingebaute Bleigel-Akkumulator hat mir inzwischen viele Stunden Portabel-QSOs in freier Wildbahn ermöglicht, und mein Hobby, pile ups mit 5 W oder weniger zu knacken, hat mit dem K2 wahre Höhenflüge erlebt. Das Geschehen auf dem K2-Server kann inzwischen jeder mitverfolgen. Nach Beendigung der Beta-testphase ist der Server für die selbstbauende Allgemeinheit freigegeben.

Viele der inzwischen über 700 YIs und OMs, die einen K2 gebaut haben oder noch bauen, sind dort wie zur Anfangszeit aktiv mit dem Austausch von Ideen, Anregungen und mit gegenseitiger Hilfe beschäftigt, auch die meisten der Betatester befinden sich noch an Bord und geben den „Neuen“ aktive Hilfestellung. Auch ich bin natürlich weiterhin auf dem Server QRV und mische kräftig mit.

Es ist sehr interessant zu verfolgen, wie Menschen mit völlig unterschiedlichem Erfahrungshorizont mit diesem Bausatz fertig werden. Inzwischen zeichnet sich ab, daß jemand, der eine saubere Lötstelle zustande bekommt und bereit ist, das Handbuch Absatz für Absatz durchzuarbeiten, auch ohne große Erfahrung erfolgreich seinen K2 aufbauen kann. Die Fehler werden eher noch von den Leuten gemacht, die nach kurzem Überfliegen des Handbuches in vollem Vertrauen auf das eigene Können zum Löteisen greifen und dann einen IS verkehrt herum, oder wie ich, einen Stecker auf die falsche Seite der Leiterplatte löten.



Bild 3: Auf www.elecraft.com ist eine Fülle an Informationen zum K2 gespeichert.

Wer sich die Diskussion auf dem Server mal ansehen möchte, meldet sich mit einer e-Mail an majordomo@qth.net an. Der Betreff der Mail bleibt frei, in den Text gehört nur die Zeile: *subscribe elecraft*.

Es ist klar, daß der Gedankenaustausch auf dem Server wegen der internationalen Beteiligung in englischer Sprache abläuft. Zusammenfassungen der Diskussionen, das Originalhandbuch, Fotos usw. findet man bei Elecraft im Internet (Bild 3). Genau dort ist übrigens der Bausatz zu bestellen. Eine direkte Bezugsquelle in Deutschland respektive in Europa ist seitens Elecraft nicht vorgesehen.

alle, alle hatten ihren Bausatz schon auf dem Tisch, die vielen hundert Bauteile sortiert und den LötKolben angeheizt. Nur wir armen deutschen OMs hatten nichts, außer den Berichten.

Aber irgendwann erreichte die Post auch mal Berlin, und ich konnte die Leiterplatten, die vielen Tüten mit Bauteilen, das unglaublich ausführliche Handbuch und den Rest auspacken, die Dremel anschmeißen und mit dem Aufbau beginnen. Wieso dieses? Ganz einfach. Während ich noch auf das Paket wartete, hatten die Scheinbar-Gewinner bereits die Hauptplatine zusammengebaut und mit den vorgeschriebenen Tests begonnen, um festzustellen, daß durch einen Fertigungsfehler in der Leiterplattenfabrik jede Menge IC-Beinchen an entscheidenden Stellen einen hauchdünnen Masseschluß hatten.

Folglich warf ich als erstes die Dremel an, um alle diese Masseschlüsse herauszuschleifen. Die nächsten Tage vergingen mit Bauteile sortieren, löten, bis zu 200 Berichte der anderen Betatester pro Tag lesen, selbst Berichte verfassen, per e-Mail diskutieren, weiterlöten usw.

Auspacken, staunen, loslöten: Einen K2 kann (fast) jeder bauen

PETER ZENKER – DL2FI

Nachdem Sie in der vorigen FUNKAMATEUR-Ausgabe etwas zur Entstehungsgeschichte des K2-Projekts lesen konnten, nun meine Erfahrungen bei Zusammenbau und einige Meßergebnisse, die Wolfgang, DK4RW, an seinem K2 ermittelt und dankenswerterweise beigesteuert hat.

Wenn der Postmann zweimal klingelt, dann könnte es ja der ersehnte K2-Bausatz sein... Man rennt zur Tür, fällt womöglich über den Hund, der immer im Weg liegt, und dann ist es doch nur die amtliche Benachrichtigung, daß beim Zoll ein Paket abzuho-



Bild 1: Unverkennbar mein K2

len ist. Jetzt Ruhe bewahren. Zum Thema Verzollung will ich mich an dieser Stelle nicht noch einmal auslassen...

■ Erste Eindrücke

Wieder daheim: auspacken, ansehen, erschrecken und hinsetzen. Wer rechnet auch mit so vielen Einzelteilen? Sicher, das Handbuch hatte ich mir, wie alle anderen, schon vorher aus dem Internet geholt, aber der Platz, den ich in mühsamer Aufräumarbeit geschaffen hatte, reichte bei weitem nicht aus, um alles, wie es das Handbuch verlangt, ordentlich auszubreiten, zu sortieren und zu inventarisieren. Dabei habe ich ja sogar einen eigenen Arbeitsraum!

Feldtester Klaus, DL8MTG, hatte für den gleichen Zweck den größten Tisch im Haus abgeräumt, den Hund zur Oma gegeben und alle häuslichen Feiern für die nächsten Wochen abgesagt.

Nach etwa drei Stunden hatte ich alle Kleinteile nach Werten geordnet, wobei sich wieder einmal die große Lupe mit integrierter Leuchte bewähren mußte – die Aufschriften auf den Bauteilen werden leider nicht in dem Maße größer, wie die Augen altersbedingt schlechter werden.

Andere Feldtester bestätigten über den Elecraft-Server, daß auch sie Schwierigkeiten mit den Farbkodierungen hatten und genau wie ich jeden Wert lieber nach Messung einsortierten als nach Augenschein. Nicht die Kodierung selbst, sondern die Erkennung



Bild 2: Anschauliche Stücklisten im Handbuch

der Farbränge oder -tupfer auf farbigem Untergrund ist das Problem. Sehr hilfreich beim Sortieren war, daß im Handbuch jede Bauteilsorte mit Foto abgebildet ist.

Mein Trick ist übrigens, daß ich mir für farbkodierte Teile nach Handbuch einige DIN A4-Blätter vorbereite. Ich schreibe die Werte an den Rand und pieke dann die Bauteile wie Stecknadeln an den entsprechenden Stelle durchs Papier. Hält erst einmal auf, macht sich aber später echt bezahlt.

■ Bestückung nach Plan

Nun ging es an das Bestücken der Leiterplatten. Drei an der Zahl in der CW-only-Grundversion des K2, auf denen es zwar eng zugeht, aber nicht zu eng. Die Verwendung von Löthonig, 1-mm-Zinn und ähnlichen Klempnerutensilien habe ich mir ja schon lange abgewöhnt, aber mit einem NiederspannungslötKolben (wegen der CMOS-

Teile wichtig) mit feiner Spitze und 0,5-mm-Zinn machte das Lötten richtig Spaß. Sehr schnell merkte ich, daß es äußerst wichtig ist, jeden Absatz im Handbuch erst bis zu Ende durchzulesen. Manchmal stehen die wichtigsten Dinge erst am Schluß! So nach dem Motto: Als nächstes löten wir die Widerstände Nr. 50 bis 65 ein und machen einen Haken hinter jedem eingelöteten... blah, blah und dann ganz zum Schluß: Vorsicht, die Löttaugen dicht neben den Widerstandsbeinen werden benötigt für Bauteile, die später von unten eingelötet werden, es darf kein Zinn hineinlaufen...

Wer sofort lustig drauflos gelötet hat, womöglich mit dickem Zinn aus EF-80-Zeiten, bei dem kommt nun Freude auf...

■ Hilfe auch aus dem Internet

Alle diese Themen wurden und werden natürlich ständig auf dem Elecraft-Server diskutiert, und ich muß heute sagen, daß ich Foren dieser Art nicht mehr missen möchte. Allerdings weiche ich in einem Punkt, was das K2-Handbuch angeht, stark von der Meinung der Verfasser ab: Im Manual wird, wie auch in vielen anderen Bauanleitungen, empfohlen, alle Bauelemente einer Gruppe in einem Rutsch zu bestücken und dann später hintereinanderweg zu verlöten.

Ich halte von dieser Methode überhaupt nichts. Zu schnell übersieht man ein Beinchen und hat nachfolgend viel Mühe, die nicht verlötete Stelle zu finden. Ich stecke jedes Bauteil in die vorgesehenen Löcher und verlöte es sofort. So bin ich immer sicher, keine Lötstelle vergessen zu haben.

Ein wichtiger Punkt ist auch das Abschneiden der Bauteilbeine. In der seriösen Literatur findet man die Anweisung, die Bauteile erst abzuschneiden und dann zu verlöten, weil das (zu frühe) Abschneiden der Beinchen im verlöteten Zustand leicht zu kalten Lötstellen führen könne. Im Prinzip richtig, nur kenne ich niemanden, der das so macht.

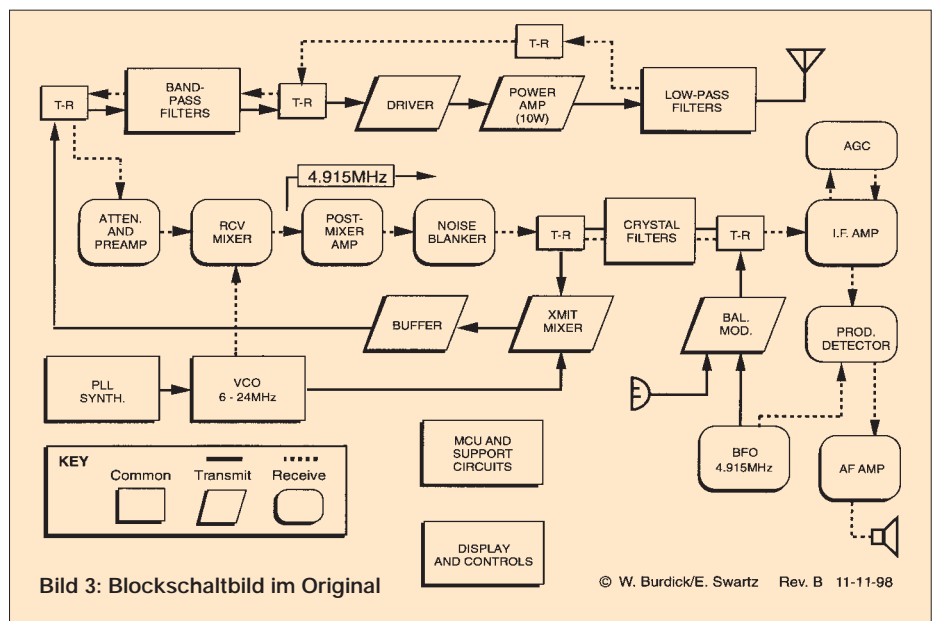


Bild 3: Blockschaltbild im Original

© W. Burdick/E. Swartz Rev. B 11-11-98



Es funktioniert auch nicht gut, meist fallen die blöden Teile beim Wenden der Platine trotz vorbeugend im 45-Grad-Winkel abgebogener Beine wieder raus. Viel wichtiger ist m.E. anständiges Schneidwerkzeug: Ein guter und teurer Schrägschneider oder ein billiger Fingernagelknipser sind brauchbar. Zu lange Anschlußdrähte müssen abgeschnitten und nicht etwa abgehebelt oder abgequetscht werden.

Nach etwa fünf Stunden, also gegen 3 Uhr morgens, war die erste Platine fertig bestückt und konnte in den Testlauf gehen. Das nämlich ist ein weiterer Vorteil der K2-Philosophie, alle wesentlichen Baugruppen werden zwischengestestet. Der Test verlief erfolgreich, und ich konnte mit der Bestückung von Board Nr. 2 beginnen, dies allerdings nicht vollenden, da gegen 5 Uhr morgens der Racheengel in der Tür stand, irgendwas von »völlig verrückt geworden« und Scheidung murmelte.

■ Abgleich kein Problem

Vier Tage später waren dank der Spitzenqualität des H²-Manuals (Heathkit zum Quadrat) alle Bestückungs- und Abgleicharbeiten erledigt. Tatsächlich ist es so, daß der komplette Abgleich außer einem hochohmigen Voltmeter mit K2-internen Mitteln erledigt werden kann. Es muß lediglich eine Spannung eingestellt werden, was durch Drehen des Spulenkerns der VCO-Spule erfolgt – den Rest macht der K2 fast allein. Ob Linearisierung der PLL oder Abgleich der Quarzfilter, alles geschieht halbautomatisch und läßt sich, wie ich später mit richtigen Meßmitteln überprüfen konnte, kaum noch verbessern.

Einen Dummyload braucht man natürlich, wenn man den Sender einstellt. Der erhebenste Augenblick der ganzen Bastelorgie war dann aber doch nicht der faszinierende Selbstabgleich, sondern der Moment, in dem mein K2 zum ersten Mal über die Antenne mit dem Äther verbunden wurde.

Den ersten Test soll man laut Handbuch auf 40 m durchführen, für uns Europäer wegen der starken Rundfunksender immer ein zusätzliches Erschwernis. Durch Zufall war ich auch noch zum kritischen Zeitpunkt, also gegen 20:00 UTC, soweit. Aber welche Offenbarung: Alles absolut sauber und fast nebengeräuschfrei waren sofort die ersten Telegrafiestationen zu hören.

Und sauber meint wirklich sauber! Kein Grumpelmumpf zwischen zwei Signalen, keine Überlagerungen durch unerwünschte Mischprodukte und sehr wenig Eigenrauschen. Dabei ist der IP3 mit +15 dBm gar nicht weltbewegend, aber der K2 bestätigte meine schon oft geäußerte Meinung: Der IP3 alleine ist nicht alles – das Gesamtkonzept ist entscheidend: IP3, Vorselektion, AGC, Signalaufbereitung, Oszillatoren mit geringem Seitenbandrauschen... Erst das zusammen macht einen guten Empfänger aus.

■ Restarbeiten

Die Vervollständigung für die anderen Frequenzbereiche machte mir danach keine Probleme, und so war ich bald erstmals auf allen Bändern – außer 160 m – QRV. Das Sendesignal wurde besonders von gestandenen CW-Leuten gelobt, und an meinem 41 m langen endgespeisten Zepp konnte ich alles das hören, was ich mit meinem Referenz-FT-1000 aufnehmen konnte.

Erreicht habe ich, trotz der wenigen QSOs die ich fahre, mit Ausgangsleistungen zwischen 1 und 5 W alle Kontinente, wobei auch einige Pile-Up-QSOs darunter waren. Die K2-Fan-Gemeinde spricht inzwischen von einem eingebauten Mojo. Das soll ein gutmütiger Südseegeist sein, der massive Unterstützung vor allem bei schwierigen QSOs leistet.

Zwischenzeitlich habe ich noch einen zweiten K2 für einen Freund aufgebaut, der altersbedingt dazu selbst nicht mehr in der Lage ist. Beide Geräte sind jetzt auch mit Batterie, SSB-Teil, Noiseblanker und 160-m-

Option nachgerüstet. Dabei hat sich meine Meinung immer mehr gefestigt: Wer etwas praktische Erfahrung hat, saubere Lötstellen hinbekommt, bereit ist, den logischerweise englischen Anweisungen des Handbuchs strikt zu folgen, der kann sich einen K2 aufbauen! Zumal ist bei Problemen via Internet immer unverzügliche Hilfe durch die Konstrukteure, aber auch durch viele andere K2-Bastler gegeben.

■ Mein Gesamturteil

Soweit zum Aufbau des K2. Der phänomenale Erfolg dieses Bausatzes kann aber nicht nur von dem eingebauten Mojo herrühren, es muß doch auch noch andere Gründe geben. Da ist neben dem Super-Handbuch in erster Linie das Gesamtkonzept zu nennen, das auch beweist, daß der K2 von Praktikern für Praktiker entwickelt wurde.

Was man wollte und wohl auch geschafft hat, ist ein Transceiver, der sich mit modernsten Fertigeräten messen kann. Kompakt, leicht, niedriger Stromverbrauch, eingebaute Stromversorgung und Antennentuner, schmale Eingangfilter, variable ZF-Bandbreite... In vielen Punkten übertrifft der K2 seine Konkurrenten!

■ Schaltungskonzept und Details

Ich will hier nicht auf alle Einzelheiten der Schaltung eingehen, sondern nur einige ungewöhnliche Lösungen herausgreifen.

Das Empfangssignal wird über Tiefpässe, 2-Kreis-Bandfilter, abschaltbaren Vorverstärker einem Ringmischer zugeführt.

Dem folgt ein wahlweise mit 50 mA oder Niedrigstrom betriebener bipolarer Nachverstärker. 50 mA sind die Norm, die einen hohen IP3 garantiert, beim Outdoor-Einsatz mit Batterien oder Akkus kann man in dieser Stufe fast 50 mA zu Gunsten einer längeren Betriebsdauer sparen, wobei der IP3 um etwa 13 dBm zurückgeht.

Bis hierher wird alles über bistabile Relais geschaltet, und darin liegt auch schon der erste Grund für die guten Empfängereigenschaften. Uns, aber leider nicht jedem Entwickler, ist doch klar, daß an Dioden Intermodulationsprodukte entstehen. Offensicht-



Bild 4: Rückseitige Einblicke in den K2 (oben)
Bild 5: bistabile Relais für die Eingangsbandfilter

lich aus Kostengründen gibt es nur wenige kommerzielle Geräte, die an den entsprechenden Stellen Relais einsetzen. Im K2 sind die Relais bistabil, damit die Stromaufnahme klein bleibt.

Das standardmäßige CW-ZF-Filter ist ein fünfpoliges Cohn-Filter, dessen Bandbreite durch C-Dioden eingestellt wird (Bild 12). Deren Steuerung, wie auch die der BFO-Quarze, übernimmt ein PIC, so daß sowohl die Bandbreite als auch die Lage der BFO-Frequenz zur Filtermitte reproduzierbar eingestellt werden können.

Am Rande bemerkt: Der K2 besitzt für jedes funktionelle Modul einen eigenen Prozessor. Diese sind über einen seriellen Ein-drahtbus verbunden und werden nur dann aktiv, wenn sie ein Kommando des niemals schlafenden Hauptprozessors ausführen müssen. Das schafft Flexibilität und vermeidet gleichzeitig Störungen im HF-Teil.

ZF-Rauschen und AGC

Nach der Verstärkung durch einen MC1350 wird das im ZF-Zug entstandene Verstärkungsrauschen mittels eines weiteren zweipoligen ZF-Filters abgeschwächt, so daß

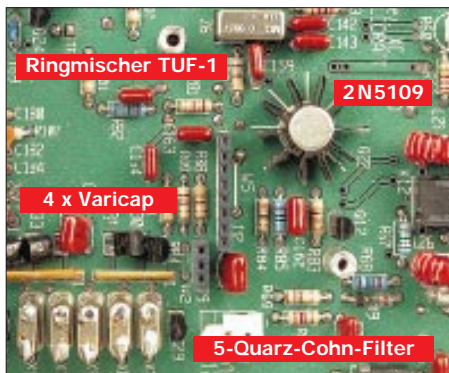
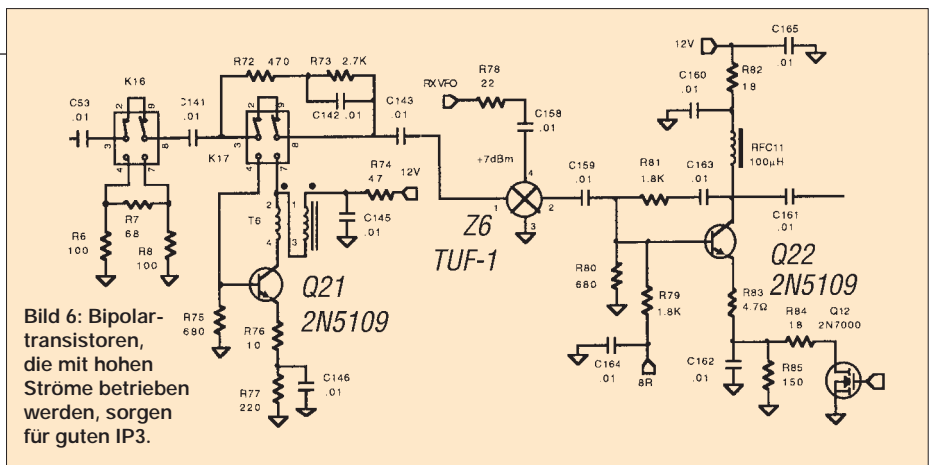


Bild 7: Quarzfilter mit einstellbarer Bandbreite – fünf frequenzgleiche Quarze und vier C-Dioden machen es möglich. Der ZF-Vorverstärker 2N5109 hat zur Sicherheit einen Kühlstern



hinter dem NE 602-Produkt-detektor ein rauscharmes Signal zum NF-Verstärker weitergereicht wird, der komfortablen Lautsprecherempfang ermöglicht.

Meines Wissens völlig neu ist die gewählte Art der Regelspannungserzeugung. Aus der NF generierte AGC-Spannungen haben immer das Problem, daß die Zeitkonstanten zu groß sind und sie kaum schnell genug reagieren, was zu den bekannten Plop-Effekten führt. ZF-abgeleitete Regelspannungen sind nicht sonderlich nachbausicher, denn hohe ZF-Verstärkung birgt Schwinggefahr.

Beim K2 haben die Entwickler einen ganz anderen Weg beschritten und umgehen damit beide Probleme: Die ZF wird in den 150-kHz-Bereich heruntergemischt und dort die AGC-Spannung gewonnen. Durch diesen Trick erzeugt man die Regelspannung noch vor dem Produktdetektor und kann fast beliebig hoch verstärken, ohne irgendwelche Einstrahlungen oder Rückwirkungen auf die ZF befürchten zu müssen.

Oszillatorkonzept

Das Herz jedes Transceivers ist natürlich immer noch die Frequenzaufbereitung. Moderne DDS-Schaltungen kämpfen generell mit Dynamik- und Blockingproblemen, verursacht durch die digitale Signalerzeugung

und das unvermeidliche Rauschen unmittelbar neben dem Oszillatorsignal. Synthesizer haben unerwünschte Mischprodukte und Standard-PLL-Schaltungen sind ebenfalls nicht unbedingt dynamikfreundlich.

Im K2 wird eine PLL eingesetzt, die mit einem einzigen VCO im Bereich von 6 bis 24 MHz arbeitet, wobei man jedoch für jedes Band mittels bistabiler Relais entsprechende Schwingkreis-kapazitäten zuschaltet. Die 5-kHz-Schritte der PLL werden durch einen Teiler erzeugt, die zur Feinabstimmung des Oszillators notwendigen Zwischenschritte mittels PIC und 12-Bit-D/A-Konverters interpoliert.

Die dazu notwendige Linearisierung übernimmt wiederum ein Prozessor, der in einem Kalibrierlauf Soll- und Ist-Frequenzen vergleicht und die ermittelten DAC-Korrekturwerte in einem EEPROM speichert. Innerhalb der Amateurbänder liegt bei meinem Transceiver die Abweichung der Frequenz nirgendwo höher als bei 30 Hz. Die Abstimmempfindlichkeit der PLL beträgt zwischen 130 und 700 kHz/V.

Timer und Sendeteil

Das Zeitverhalten des K2 wird ebenfalls von Prozessoren gesteuert. Selbst bei kürzesten S/E-Umschaltzeiten werden somit alle Bau-

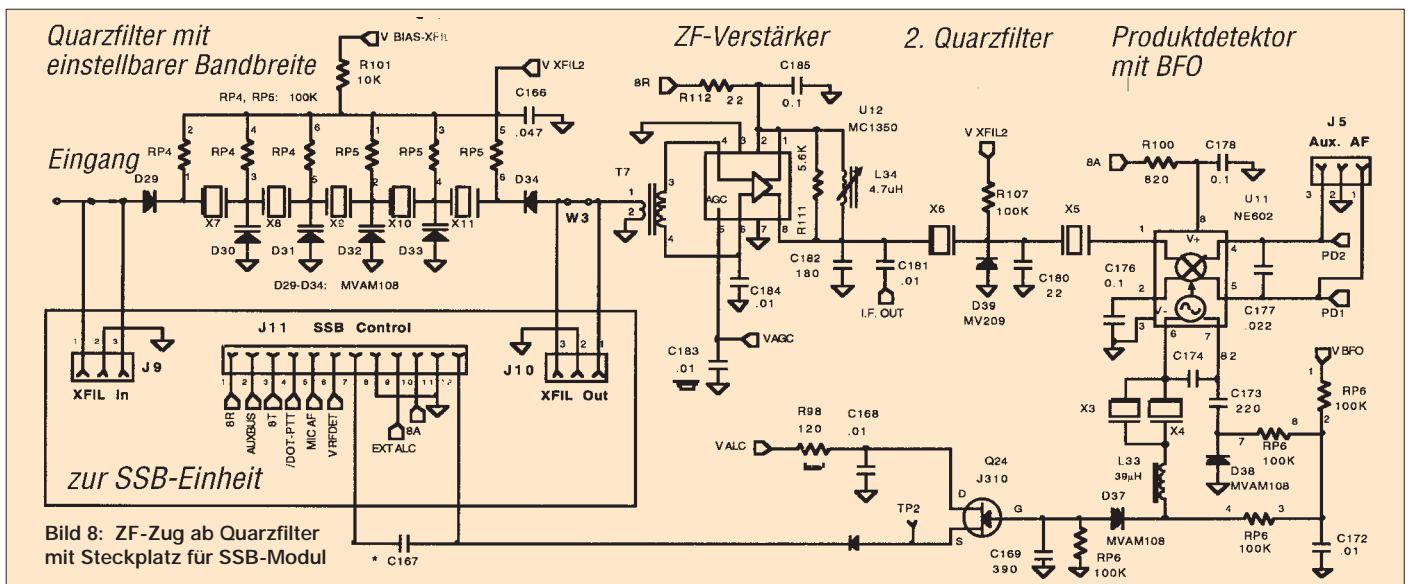


Bild 8: ZF-Zug ab Quarzfilter mit Steckplatz für SSB-Modul



Bild 9: Für 29 US-Dollar kann man diesen hochwirksamen Noiseblanker als Option erwerben: Löt und Plug and Play

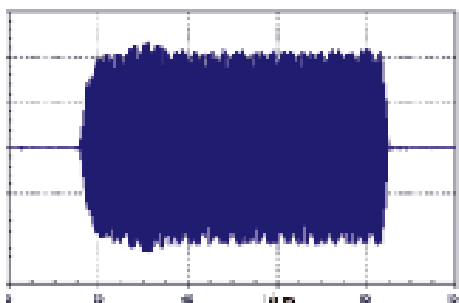


Bild 10: Form eines getasteten Zeichens am Antennenausgang. Die Amplitude steigt sanft an, wodurch die Zeichen angenehm klingen.

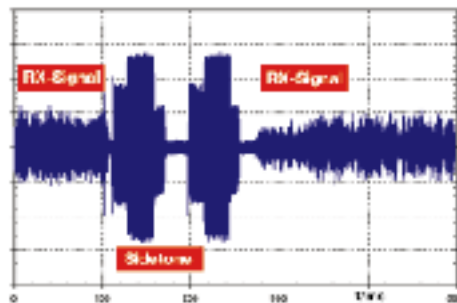


Bild 11: Dieses Diagramm verdeutlicht die QSK-Eigenschaften des K2. Wenige Millisekunden nach Zeichenende ist der RX wieder offen.

gruppen immer in der richtigen Reihen- und Zeitfolge zu- oder abgeschaltet. Der Sender ist stark überdimensioniert und durch Einsatz einer Gegentakt-Endstufe mit echten HF-Transistoren vom Typ 2 SC1971 (ähnlich der DL-QRP-AG-PA) konsequent auf Linearbetrieb ausgelegt. Er läßt in der neuesten Firmware-Revision Ausgangsleistungen zwischen 0,1 und 15 W zu, deren Einstellung von der Frontplatte aus mit einem Drehgeber erfolgt und im Display digital in 0,1-W-Stufen angezeigt wird. Vorausgesetzt, der Sender ist mit 50 Ω reell abgeschlossen, reicht die Genauigkeit der Einstellung für Amateurfunkgebrauch völlig aus (Übereinstimmung mit meinem thermischen Leistungsmesser besser ± 0,1 W bei 5 W). Die Neben- und Oberwellen bleiben unter den maximal zulässigen Werten (Bild 14).

■ Nützliche Kleinigkeiten

Zu den herausragenden Merkmalen des K2 gehören sicher die vielen gut durchdachten Feinheiten, die Eigenschaften, die sich ohne Eingriff in das Gerät ändern lassen.

So ist zum Beispiel die Sendeablage bei Telegrafie und damit die Höhe des Mithörtones im Transceive-Betrieb von der Frontplatte genauso einstellbar, wie die Lautstärke desselben. Wem die RIT mit ±1,2 kHz Einstellbereich zu grob zu justieren ist, der kann sie auf ±0,6 kHz ändern.

Oder das Dot-links-Dot-rechts-Problem. Unbekannt? Szenario Fieldday. OP Otto wird müde, YL Manuela springt ein und: Nichts geht mehr, weil Otto die Punkte mit dem Daumen, Manuela lieber aber mit dem Zeigefinger gibt. Löteisen raus, Taste umlöten und nach ein paar Stunden alles retour. Nicht so beim K2. Von der Frontplatte aus Paddel von *normal* auf *reverse* – fertig. Seitenbandwechsel in CW? Kein Problem am K2. Pro Band vier Filterbandbreiten mit dem jeweiligen Pendant dazu im anderen Seitenband. Splitbetrieb, wieviel Spannung hat der Akku noch, RX-Zweitantenne, alles da.

Überhaupt: Feldtag oder Portabelbetrieb, dabei zeigt der K2 seine Stärken. Ist er mit wenig über 200 mA bei voller Illumination schon recht sparsam, so kann man ihn durch

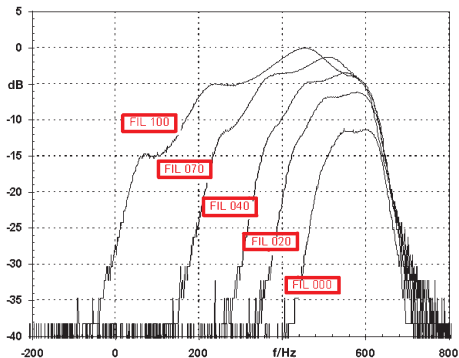


Bild 12: Der K2 bietet eine PIC-gesteuerte Bandbreiteregulierung für CW.

Verzicht auf Beleuchtung, S-Meteranzeige und High-IP3 in Sparschaltung bis auf rund 100 mA hinabzwingen.

Damit keine Mißverständnisse aufkommen, auch im Sparmodus ist der Empfänger immer noch besser als viele andere, an die ich meine Kopfhörer schon angeschlossen habe. Mit dem eingebauten Akku konnten Klaus und ich am Outdoor-Weekend mehr als 10 Stunden Betrieb machen. Selbstverständlich gibt der K2 hierbei auch eine Warnmeldung ab, wenn die Akkuspannung am tiefsten zulässigen Punkt angekommen ist. Und natürlich kann man das QSO noch beenden, da der K2 noch stabil weiterarbeitet. Mit dem optional lieferbaren SSB-Teil habe ich in der Zwischenzeit etliche PSK31-QSOs gefahren, bei denen man als eingefleischter Telegrafist manchmal neidisch

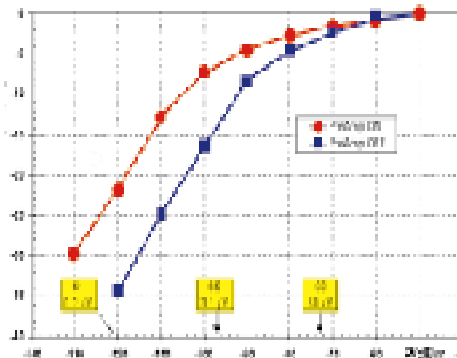


Bild 12: AGC-Wirkung mit und ohne Vorverstärker; relative Lautstärke in dB auf der Y-Achse

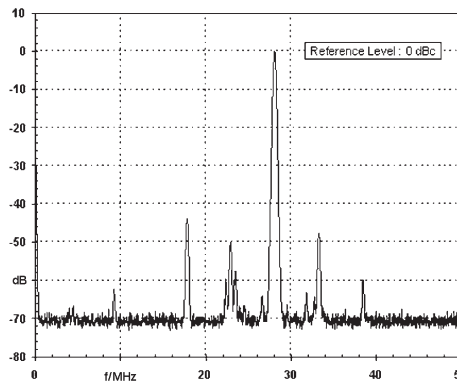


Bild 14: Das Ausgangsspektrum des Senders auf 10 m bei 5 W HF und 12 V Betriebsspannung.

werden könnte, wenn man am PC-Monitor miterlebt, unter welchen ungünstigen Bedingungen PSK31 noch funktioniert.



Bild 15: Die 79-\$-SSB-Option: In zwei bis drei Stunden Arbeit kann man dem K2 SSB-Fähigkeit verschaffen.