

SDR-Einsteiger-Kit für 80 bzw. 40 m sowie 9 oder 10,7 MHz

REDAKTION FUNKAMATEUR, KLAUS RABAN – DM2CQL

Das von Klaus Raban, DM2CQL, entwickelte IQ-SDR-Einsteiger-Kit hat seit 2006 viele Leser zum Nachbau und SDR-Experimenten im 80- und 40-m-Band angeregt. Die verschiedenen SDR-Programme ermöglichen interessante Anwendungen, sodass wir nun noch zwei weitere Varianten anbieten, mit denen sich die Standardzwischenfrequenzen 9 und 10,7 MHz auswerten lassen.

Nach der Vorankündigung eines FA-Bausatzes für eine IQ-SDR-Plattform der Einsteigerklasse [1] gab es eine Reihe von Diskussionen darüber, wie hoch der Materialaufwand für ein solches System getrieben werden sollte. Nach Prüfung der Bauteilsituation haben wir uns unter Berücksichtigung der zumutbaren Gesamtkosten auf folgende Eckpunkte geeinigt:

1. Akzeptable Empfangseigenschaften in ausgewählten Bereichen des 40- oder 80-m-Bandes mit einfachen Soundkarten (16 Bit/48 kHz), wie sie in preiswerten PCs, auch als On-Board-Variante, enthalten sind. Bei Laptops, die lediglich über einen Mono-Eingang für Mikrofone verfügen, kommt man allerdings um eine externe USB-Soundkarte nicht he-

rum; andernfalls tritt Spiegelfrequenzempfang auf und die mögliche Abtastbreite halbiert sich ($f_{\text{sample}}/2$).

2. Hohe Nachbausicherheit ohne Verwendung von SMD-Bauteilen; die einseitige Platine passt in ein Standard-Weißblechgehäuse Nr. 7 (55 mm × 148 mm × 30 mm) der Otto Schubert GmbH, für andere Gehäuseformen sind vier Befestigungsbohrungen vorhanden.
3. FET-Eingangsstufe mit einem Einzelschwingkreis zur Vorselektion, um in der Experimentierphase auch ohne externen Preselektor [3], [4] arbeiten zu können.
4. Einsatz (handelsüblicher) Quarzoszillatoren zur Vermeidung von Anschwingproblemen, wie sie mitunter bei Einzelquarzen höherer Frequenz auftreten.
5. Nur ein Abgleichpunkt (Spule L1); für die Inbetriebnahme sollte ein DVM genügen, zur eventuellen Fehlersuche kommt höchstens noch ein HF-Tastkopf dazu.

■ Zielgruppe

Das Einsteiger-Empfängerkonzept ist speziell für Funkamateure gedacht, die mit geringem Aufwand auf diesem interessanten Gebiet des *softwaredefinierten Radios* erste Experimente durchführen wollen, bevor sie sich eventuell später ein anspruchsvolleres System zulegen. Beim IQ-SDR-Verfahren lässt sich der Hardwareaufwand für den Empfänger minimieren, weil die Demodulation der PC-Software obliegt. Der sonst bei einfachen Direktmisch-Empfängern auftretende Doppelempfang wird nach der Phasenmethode kompensiert. Trotz der festen Quarzfrequenz ist eine Abstimmung innerhalb des Bandes um ± 24 kHz per Mausklick möglich.

■ Beschreibung der Schaltung

Der Eingangskreis besteht aus der Becher- spule L1, die mit dem kapazitiven Spannungsteiler aus C1 und C2 in Resonanz kommt und ohne Anzapfung den Anschluss einer 50- Ω -Antenne ermöglicht. Obwohl beim gleichen Spulentyp für 40 und 80 m das LC-Verhältnis nicht optimal ausfällt, ist der Spulen-Abgleich im Bereich von 3,5 bis 3,8 MHz bzw. 7,0 bis 7,1 MHz ohne wesentliche Nachteile möglich. Für 9 und 10,7 MHz wurde der Schwingkreis entsprechend umdimensioniert.

Für einen optimalen Arbeitspunkt ist der Drainstrom von VT1 über R2 auf einen Wert einzustellen, der etwa 15 bis 20 % unter I_{DSS} liegt. Dem Bausatz liegen bereits vorselektierte Exemplare bei. R1 verhindert parasitäre Schwingungen, die gelegentlich bei Source- und Emitterfolgern auftreten können.

Für die beiden Schaltermischer IC2 und IC3 wurden MAX 4544 gewählt, weil damit bereits sehr gute Erfahrungen vorliegen. Die beiden Steuersignale der Mischer

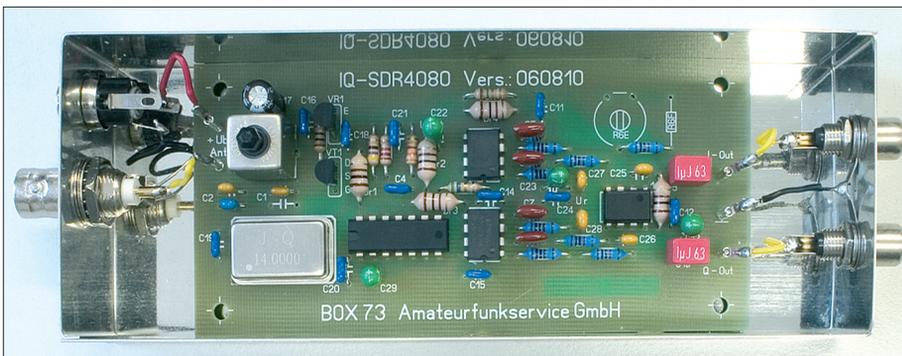


Bild 1: Ansicht eines Musters; beim Einbau in ein Weißblechgehäuse der Größe 7 bleibt an den Längsseiten genügend Platz für Buchsen; ohne diese würde auch Größe 6 genügen.

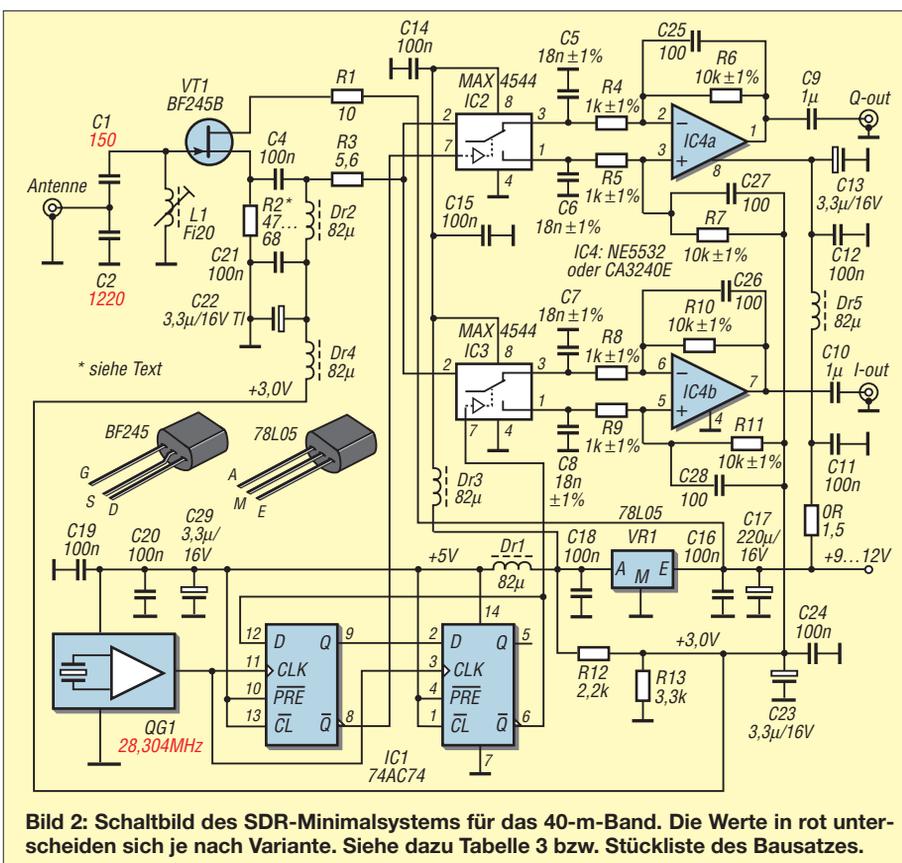


Bild 2: Schaltbild des SDR-Minimalsystems für das 40-m-Band. Die Werte in rot unterscheiden sich je nach Variante. Siehe dazu Tabelle 3 bzw. Stückliste des Bausatzes.

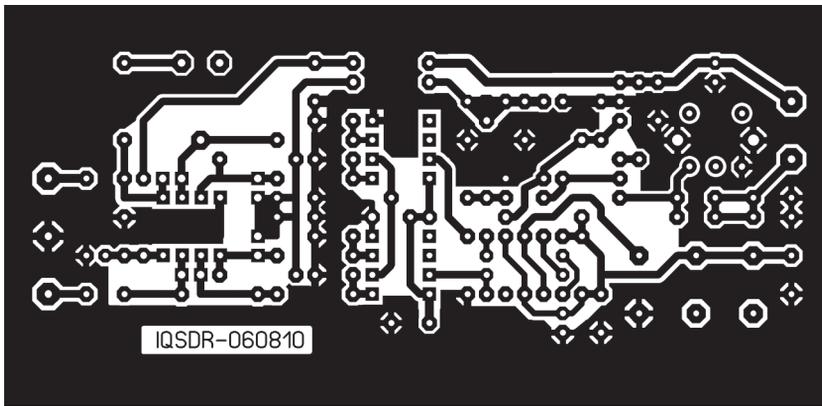


Bild 3: Platine M 1:1

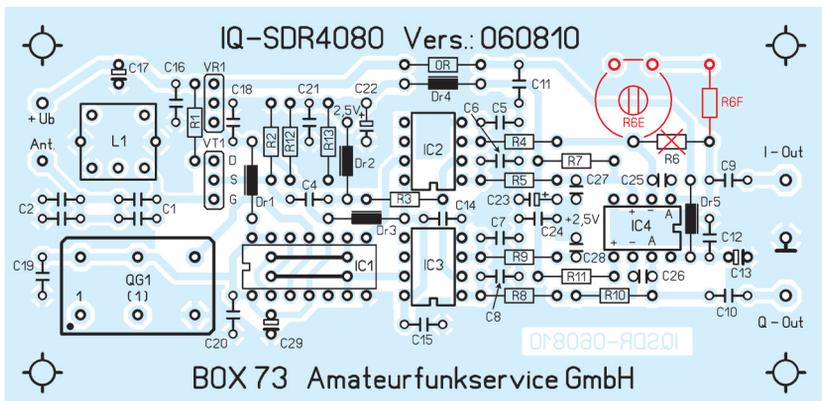


Bild 4: Bestückung der einseitigen Platine

müssen eine Phasendifferenz von 90° aufweisen, sie werden über QG1 und IC1 quarzstabil bereitgestellt. Die dem IQ-Schaltermischer folgenden Sample-Tiefpässe bedürfen einer korrekten Dimensionierung. Im Gegensatz zu einem per Hardware abgestimmten Direktmischer, wo die Grenzfrequenz bei 1 kHz (CW) oder 2,7 kHz (Fonie) liegt, muss sie hier weit höher gehen. Für eine 16-Bit/48-kHz-Soundkarte liegen die Frequenzen – bezogen auf die Nullstelle – bei ±24 kHz. Setzt man die Summe der Vorwiderstände ($R_{\text{quell}} + R_3 + R_{\text{on}}$) für die Sample-Kondensatoren zu 150 Ω an, so folgt daraus für C5 bis C8 eine rechnerische Kapazität von je 22 nF (Tastverhältnis 0,5 berücksichtigt).

erzeugt der Spannungsteiler R12/R13 aus der stabilisierten 5-V-Schiene. Die an den Schalterausgängen anstehenden NF-Signale werden zehnfach verstärkt (20 dB). Sollte der Audiopegel für die vorliegende Soundkarte nicht ausreichen, brauchen lediglich die Widerstände R6, R7, R10 und R11 etwas vergrößert zu werden (z.B. auf 22 kΩ). Hohe Verstärkungswerte sind aber meistens nicht erforderlich, weil die Soundkarten genügend Verstärkungsreserven bieten. Bei der eigenen Umdimensionierung der Gegenkopplung ist das Verstärkungs-Bandbreite-Produkt des OPV-Typs zu beachten. In einigen Datenblättern findet man den Verstärkungsverlauf als Funktion der Frequenz aufgetragen und ist

genden Frequenzbereiche auf. Über den FA-Leserservice sind nunmehr die Varianten 1 bis 2d erhältlich.

PSK31-Sendungen lassen sich nicht direkt decodieren, weil die Soundkarte mit der Verarbeitung der IQ-Signale bereits ausgelastet ist. Wer einen schnellen PC besitzt, installiert eine zweite Soundkarte (PCI-Steckplatz oder USB-Anschluss) und kann damit (plus Software) die Aussendungen in fast allen Betriebsarten mitlesen.

■ Antennenanschluss

Der Eingangskreis ist für eine Antennenimpedanz bzw. einen ZF-Ausgang von 50 Ω dimensioniert. **Hochohmige Antennen** müssen durch ein Antennen-Anpassgerät bzw. durch externe LC-Glieder wenigstens näherungsweise auf diese Impedanz gebracht werden, siehe u.a. [5]. Wird dieser Punkt grob missachtet, leiden die Empfangseigenschaften des Empfängers sehr deutlich; auch bei PC-gestützten Empfangssystemen ist eine gute Antenne durch nichts zu ersetzen!

Zimmerantennen sind für das 40- und 80 m-Band ungeeignet, weil sie die Störungen aller Haushaltgeräte einfangen; an erster Stelle liegt der Computer mit seinem Monitor, dann folgen Leuchtstofflampen, gedimmte Geräte usw. Speziell auf 40 m empfiehlt sich in den Abendstunden zusätzlich die Vorschaltung eines Preselektors [3], [4].

■ Platine und Gehäuse

Die Platine erhält bis auf die Buchsen und den U_b -Anschluss alle Bauteile. Da preiswerte Steckverbinder (Cinch) zu Anfang oft schwergängig sind und sich die Anschlüsse von nicht durchkontaktierten Platinen leicht lösen können, ist eine solide Befestigung im Gehäuse die bessere Lösung. Der zusätzliche Verdrahtungsaufwand ist minimal.

Die einseitige Platine ist auf der Kupferseite mit Lötstopplack versehen. Die mitgelieferten Weißblechgehäuse besitzen präzise gefertigte Abdeckkappen, die eine perfekte Abschirmung der Baugruppe gewährleisten. In der Bauphase ist eine gute Zugänglichkeit der Löt- und Bestückungsseite gegeben

Wegen der hohen Gesamtverstärkung ist generell Batteriebetrieb zu empfehlen, Steckernetzteile sind durch ihre zu hohen Brummspannung unbrauchbar. Sollte es dennoch über PC, Hausinstallation und Antenne zu einer Erdschleifenbildung kommen, gibt es folgende Möglichkeiten:

- Laptop mit Akkumulator betreiben;
- symmetrischen Dipol ohne Erdpunkt verwenden;
- Ferrit- oder Magnet-Loop-Antenne benutzen;
- 1:1-HF-Übertrager mit galvanischer Trennung am Antenneneingang einsetzen;

Tabelle 1: Bandbereiche für 48-kHz-Soundkarte				
Variante	f_{OG1} /kHz	f_e /kHz	Bandbereich	Best.-Nr.
40 m (1)	28 304	7 076,0 ± 24	7052 bis 7100 kHz (40 m, CW und Fonie)	BX-050
80 m (-)	15 000	3 750,0 ± 24	3726 bis 3774 kHz (80 m, CW und Fonie)	BX-051
80 m (b)	14 000	3 500,0 ± 24	3476 (3,500) bis 3524 kHz (80 m, CW)	BX-051b
80 m (c)	14 318	3 579,5 ± 24	3555,5 bis 3603,5 kHz (80 m, bedingt PSK31)	BX-051c
80 m (d)	14 747	3 686,4 ± 24	3662 bis 3710 kHz (80 m, CW und Fonie)	BX-051d
9 MHz	36 000	9 000,0 ± 24	8976 bis 9024 kHz (Standard-ZF)	BX-053-9
10,7 MHz	42 800	10 700 ± 24	10 676 bis 10 724 kHz (Standard-ZF)	BX-053-10.7

Der genaue Wert ist unkritisch, jedoch sollten diese Kondensatoren untereinander eine Toleranz von weniger als ±1 % haben. Bei der 40-m-Variante – und erst recht bei 9 und 10,7 MHz – treten die Schaltzeiten der Analogschalter bereits störend in Erscheinung, daher werden dafür kleinere Kapazitätswerte (2,2 bis 4,7 nF) empfohlen.

Die auf die Sampling-Tiefpässen folgenden OPVs IC4a/b arbeiten als Differenzverstärker. Die gemeinsamen Gleichstromarbeitspunkte für die Schalter- und OPV-Eingänge

überrascht, wie weit die Verstärkung bei 100 kHz abfällt. Wer die Möglichkeit hat, die Verstärkungswerte der beiden OPV-Kanäle exakt anzugleichen, kann statt R6 die Kombination von R6E (2,5 kΩ, Piher) und R6F (9,1 kΩ) einbauen – in Bild 4 rot eingezeichnet.

Die an den Ausgängen I und Q anliegenden NF-Signale werden der Soundkarte zugeleitet und dort mit einer geeigneten Software, siehe [1], [2], demoduliert.

Tabelle 1 listet mögliche Varianten sowie die mit einer 48-kHz-Soundkarte zu empfan-

Tabelle 2: Zusammenstellung der allen Varianten gemeinsamen Bauteile für das IQSDR-Minimalsystem

Symbol	Bezeichnung / Wert	Symbol	Bezeichnung / Wert
VT1	BF245B (SFET, selektiert)	C3	auf der Platine nicht vorhanden
VR1	78L05 (100-mA-Positivregler)	C4	100 nF, X7R RM 5
IC1	74AC74	C9, C10	1 µF, MKS-2 RM 5
IC2, IC3	MAX4544	C11, C12	100 nF, X7R RM 5
IC4	NE5532	C13	3,3 µF/16 V, Elko (Tantal)
0R	1,5 Ω, RM 10	C14, C15	100 nF, X7R RM 5
R1	10 Ω, RM 10	C16	100 nF, X7R RM 5
R2	47 ... 68 Ω (je nach VT1), RM 10	C17	220 µF/16 V, Elko
R3	5,6 Ω, RM 10	C18, C19	100 nF, X7R RM 5
R4, R5	1 kΩ ± 1 %, RM 10	C20, C21	100 nF, X7R RM 5
R6, R7	10 kΩ ± 1 %, RM 10	C22, C23	3,3 µF/16 V, Elko (Tantal)
R8, R9	1 kΩ ± 1 %, RM 10	C24	100 nF, X7R RM 5
R10, R11	10 kΩ ± 1 %, RM 10	C25... C28	100 pF, RM 2,5
R12	2,2 kΩ, RM 10	C29	3,3 µF/16 V, Elko (Tantal)
R13	3,3 kΩ, RM 10		Lötstifte
L1	Becherspule, 2,8 bis 5,8 µH 10 × 10 mm ²		Lötschuhe
Dr1 ... Dr5	Drosselspule 82 µH, stehend	IQSDR4080	Printplatine BOX73 GmbH

Tabelle 3: Variantenabhängige Bauelemente

Variante	QG1	C1*	C2*	C5... C8 [†]
1	28,304 MHz DIL-14	150 pF KerKo	1 nF NP0-5 220 pF NP0-5	2,2 ... 4,7 nF
2a	15,000 MHz DIL-14	470 pF NP0-5	1 nF NP0-5 4,7 nF X7R-5	10 ... 22 nF
2b	14,000 MHz DIL-14	470 pF NP0-5	1 nF NP0-5 4,7 nF X7R-5	10 ... 22 nF
2c	14,318 MHz DIL-14	470 pF NP0-5	1 nF NP0-5 4,7 nF X7R-5	10 ... 22 nF
2d	14,747 MHz DIL-14	470 pF NP0-5	1 nF NP0-5 4,7 nF X7R-5	10 ... 22 nF
9 MHz	36,0 MHz DIL-14	68 pF NP0-5	820 nF NP0-5	2,2 nF
10,7 MHz	42,8 MHz DIL-14	47 pF NP0-5	680 pF NP0-5	2,2 nF

* Für die Bestückung der ggf. parallelzuschaltenden Kondensatoren für C1 und C2 sind auf der Platine jeweils zwei Lötplätze vorhanden.
† MKS oder X7R, RM5, selektiert, siehe Text

– Antennenbuchse isolieren und Masseverbindung zum RX-Masseanschluss über Kondensator 10 nF führen.

■ Aufbau und Inbetriebnahme

Dieser Komplex wird schrittweise erledigt. Da wäre zunächst die sorgfältige Bestückung der Platine und der Einbau in das Gehäuse, danach kommt die Kontrolle der Gleichspannungs-Arbeitspunkte, und im letzten Schritt geht es um das Zusammenspiel der Hardware (Empfänger, Soundkarte, PC) mit der SDR-Software, die uns verschiedene Programmierer als Freeware bereitgestellt haben. Die o. g. Pegelangleichung der NF mit R6E und R6F ist nur bei solchen Softwarepaketen nötig, die keinen automatischen Abgleich vorsehen.

Vorbemerkungen

Die 7 Bausatzvarianten unterscheiden sich nur in ganz wenigen Punkten:

- dem Quarzoszillator QG1, der für den Empfangsbereich verantwortlich ist;
- den zwei Kondensatoren C1 und C2 für die Anpassung der Antenne bzw. des ZF-Ausgangs an den Eingangskreis.

Diese drei Bauelemente stecken in einer separaten Tüte. Wegen der Toleranzen des BF245B wurden diese im FA-Leserservice selektiert, es liegt der jeweils passende Sourcewiderstand R2 (47, 56 oder 68 Ω) bei. Die Kondensatoren C5 bis C8 sind bandabhängig und jeweils auf weniger als 1% Abweichung untereinander ausgemessen; auch sie sind in einer separaten Tüte. Bringen Sie daher bitte keine Bauelemente durcheinander, falls Sie mehrere Bausätze

erwerben! Tabelle 2 zeigt die allen Varianten gemeinsamen Bauelemente, Tabelle 3 die der speziellen Varianten.

Vorbereitungen zum Aufbau

Wie schnell Sie – ausgehend vom vorliegenden Bausatz – zu einem funktionsfähigen Empfänger kommen, hängt u. a. davon ab, wie gut Sie die ganze Aktion vorbereitet haben. Auch wenn es sich um ein Einsteigerprojekt handelt, ist ein Minimum an technischen Kenntnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten eine unabdingbare Voraussetzung für den Aufbau und die erfolgreiche Inbetriebnahme dieses kleinen Gerätes. Wer in dieser Beziehung noch zu große Lücken sieht, sollte sich vorher noch mit der einschlägigen Literatur beschäftigen, z. B. [6], und gegebenenfalls den Rat eines erfahrenen OMs einholen. Ist soweit alles klar, geht man so vor:

1. Kontrolle der gelieferten Bauteile und Vorsortierung gemäß der Stückliste. Hierbei ist es wichtig, dass man die Bezeichnungen aller Bauteile richtig deuten kann. Bei Widerständen ist es relativ einfach, weil sich die Werte leicht mit einem Multimeter (im Widerstandsbereich) nachmessen lassen. Eine Liste mit der Kennzeichnung der Kondensatoren ist ebenfalls sehr hilfreich.
2. Einrichtung des Arbeitsplatzes mit Lötstation, Werkzeug und Hilfsmitteln. Dazu gehören: Lötzinn mit Flussmittelseele, Pinzette, Seitenschneider, Flachspitzzange, etwas Schaltdraht, kleine Maulschlüssel für die Buchsen, eine Lupe und eine gute Lampe. Wird ein

Bauteil falsch eingelötet, kann man das Lötauge mit einer ausgeglühten Stopfnadel (nimmt kein Zinn an) nachträglich wieder freistechen.

3. Die Bestückung beginnt hier mit den Drahtbrücken und den Lötstiften. Weiter geht es – wie immer – mit den flachsten Teilen (Widerstände) und dann in der Reihenfolge der Bauhöhe. Die Filterspule L1 muss mit etwas Kraftaufwand in die Löcher hineingedrückt werden – aber keine Gewalt anwenden! Besondere Vorsicht gilt den Teilen, die durch elektrostatische Aufladungen zerstört werden können (CMOS-IC, SFET). Wer ganz sicher gehen will, „erdet“ sich mit einem Metallarmband oder achtet auf eine halbwegs leitfähige Arbeitsfläche (keine Plastikbeschichtung, Tisch kurz feucht abwischen, evtl. ein großes Stück Pappe als Arbeitsfläche auflegen, Füße still halten, nicht auf dem Teppich herumscharren, ab und zu den Schutzkontakt anfassen etc.).

4. Grobe Fehlerquellen sind gleich von Anfang an durch eine sorgsame Kontrolle der Bestückung auszuschalten. Ein Vergleich zwischen der Schaltung, dem Bestückungsplan und dem Foto des Mustergerätes ist keine verschwendete Zeit. Lötbrücken, verpolte Elektrolytkondensatoren sowie falsch herumsitzende ICs und Transistoren sind die häufigsten Fehler. Eine Lupe verwenden, nicht mit zuviel Zinn löten, evtl. Absauglitze verwenden. Kleine Kapazitätswerte zuerst einbauen, Abblock-Kondensatoren zuletzt. Alle Widerstände zur Sicherheit nachmessen, Filterspulen und Drosseln auf Durchgang prüfen.

5. Wer das Gehäuse-Kit mitbestellt hat, kann jetzt die Buchsen einbauen, die Platine einlöten und die wenigen Drahtverbindungen von der Platine zu den Buchsen legen. Um vor einer Batterie-falschpolung sicher zu sein, sollte man in der Testphase eine Schutzdiode in die Plus-Leitung legen.

6. Anschluss der Stromversorgung und Kontrolle der Gleichspannungspiegel gemäß Tabelle 4.

Wer die SDR-Software bereits eingerichtet hat und über eine geeignete Antenne

Tabelle 4: Strom- und Spannungsmessungen an einem 80-m-Mustergerät

Messpunkt	Messwert
Eingang VR1	9,1 V
I _{ges}	44 mA
Pin14 @ IC1	4,9 V
Pin8 @ IC2,3	4,9 V
Pin8 @ IC4	9,0 V
Pin1 @ IC4	2,73 V
Pin7 @ IC4	2,75 V
I _{DSS} @ VT1	9 mA
I _p @ VT1	7,6 mA
U _s @ VT1	358 mV

verfügt, kann jetzt mit den ersten Empfangsversuchen beginnen; andernfalls ist vorher noch die Datei *Weitere_Hinweise.pdf*, mit den Abschnitten „Rocky 1.5, Einrichtung und Bedienung“ sowie „Verschiedenes“ durchzuarbeiten.

Fehlersuche

Wenn alle bisherigen Schritte sorgfältig ausgeführt wurden, sind Fehler zwar sehr unwahrscheinlich, aber nicht restlos auszuschließen. Die häufigsten Fehler wurden bereits im Punkt 4 genannt. Da seitens des FA-Leserservice lediglich die Sampling-Kondensatoren C5 bis C8 bei der $\pm 1\%$ -Auswahl sowie die SFETs bei der I_{DSS} -Selektion überprüft wurden, kann sich schon einmal ein defektes oder falsch beschriftetes Bauteil einschleichen.

Tabelle 5: Bauelemente des optional erhältlichen Gehäuse-Kits

Symbol	Bezeichnung
Bu1	BNC-Buchse, schraubbar
Bu2	Einbauverbinder für Hohlstecker 2,1 mm
St1	Hohlstecker 2,1 mm
Bu3, Bu4	Cinch-Einbaubuchse, Metallausführung
	Audio-Kabel Klinke/Chinch, 1,5 m lang
	Weißblechgehäuse Nr. 7 mit allen Löchern versehen

Wird z. B. bei C1 versehentlich ein Kondensator von 100 nF eingebaut, stimmen zwar in etwa die Daten gemäß Tabelle 5, aber der Empfänger ist unempfindlich. Sollte ein MAX4544 defekt sein, arbeitet nur ein NF-Kanal. Arbeitet der digitale Phasenschieber nicht, kommen in beiden Kanälen keine Signale zur Soundkarte. Ob der Quarzoszillator schwingt und auch die Steuersignale für die Schaltermischer anliegen, lässt sich mit einem Diodentastkopf in Verbindung mit einem Digitalmultimeter kontrollieren. Vorsicht ist

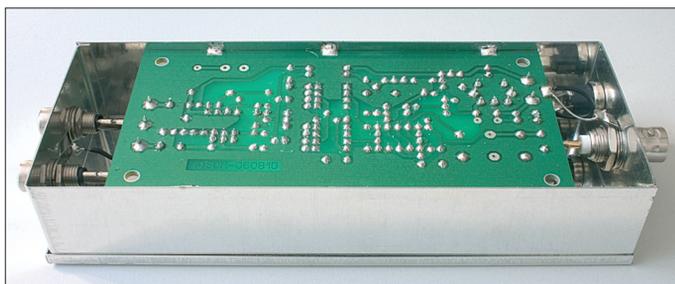


Bild 5: Ansicht eines fertig aufgebauten Kits von unten; deutlich erkennbar sind die Löt pads zur Befestigung der Platine am Weißblechgehäuse
Fotos: DK3RED

beim Antasten der Pins 11/IC1, 7/IC2 und 7/IC3 angebracht, ein Abrutschen mit der Tastspitze kann zu Kurzschlüssen führen. Des Weiteren lassen sich mit einer Soundkarte auch sehr aussagefähige Messungen am NF-Teil des Empfängers durchführen, wie DM2CQL ebenfalls in der Datei *Weitere_Hinweise.pdf* beschrieben hat. Eine umfassende Einführung in das Messen mit Soundkarten finden Sie in [7]. Die diesem

Buch beiliegende CD enthält auch die dazu notwendigen Programme.

Software

Für erste Versuche eignet sich am besten *Rocky* [8] von VE3NEA. Es läuft, ebenso wie *SDRadio* [9] und *Winrad* [10] von I2PHD, auch noch auf vielen Win98-PCs. Da man beim Aufruf der *Rocky*-Hilfe auf die zugehörige Website umgeleitet wird und sich dort nur mit guten Englischkenntnissen informieren kann, enthält die dem Bausatz beiliegende CD-ROM in der Datei *Weitere_Hinweise.pdf* in Deutsch wichtige Erläuterungen zur Anwendung dieser überschaubaren Software, die auch Recorderbetrieb zulässt. Bitte beachten Sie auch die in [2] gegebenen Hinweise.

Eine weitere beliebte SDR-Decoder-Software ist *KDG-SDR* von M0KKG [11]. Bei der Installation der aus dem Internet heruntergeladenen Files ist zu beachten, dass die Folgeversionen nicht unbedingt alle notwendigen Dateien enthalten. Zur Sicherheit sollte man zunächst eine ältere Version aufspielen und erst danach die neuere Version darüberinstallieren.

Mit *CW Skimmer* [14], ebenfalls von VE3NEA, kann man in Echtzeit mehrere CW-Signale decodieren und anzeigen.

9- o. 10,7-MHz-Spektrumskop

Einige Empfänger, z. B. der IC-R8500 von Icom, verfügen über eine Buchse, an der das ZF-Signal breitbandig abgegriffen werden kann. Dadurch ist u. a. ein SDR-Empfänger anschließbar, der sich zur Beobachtung der Bandbelegung hervorragend als Spektrumskop einsetzen lässt und den Gebrauchswert deutlich erhöht. Transceiver oder Empfänger mit einer ZF von 9 MHz haben meist schmalbandige Filter, sodass eine „Bastellösung“ nötig ist, um das ZF-Signal mit ausreichender Bandbreite ($> \pm 24$ kHz) hinter dem Mischer nach außen führen zu können.

Fazit

Das vorgestellte SDR-Konzept ist in erster Linie für Interessenten gedacht, die sich mehr von der praktischen Seite her mit der SDR-Technik beschäftigen wollen. Daher erfolgt auch ein Zuschnitt auf 16-Bit-Soundkarten bzw. -chips, wie sie in vielen PCs und Notebooks vorzufinden sind. Obwohl die Eigenschaften dieses kleinen Empfängers aufhorchen lassen,

können nicht die Empfangsleistungen eines High-End-Systems in Verbindung mit einer rauscharmen (und entsprechend teuren) Soundkarte erzielt werden. Mit einer angepassten Antenne lassen sich aber viele Amateurfunk-Verbindungen auf dem 80- bzw. 40-m-Band in angemessener Qualität mitlesen.

Die Empfindlichkeit ist im 80-m-Band mit kommerziellen Empfängern der Mittelklasse zu vergleichen, im 40-m-Band fällt sie etwas ab, weil die Schaltzeiten der Anlogschalter in Bezug auf die Periodendauer der Nutzfrequenz schon etwas zu groß ausfallen. Die Empfangssituation ist auf diesem Band ohnehin kompliziert, sodass spezielle Preselektoren wie [4] sinnvoll sein können.

Insgesamt bekommt man jedoch nach dem vorliegenden Konzept einen kleinen Kurzwellenempfänger, dessen Preis-Leistungs-Verhältnis sich kaum noch verbessern lässt. Packen Sie es doch einfach mal an; wer keine schwerwiegenden Fehler macht, wird begeistert sein.

An dem Projekt haben dankenswerterweise mitgewirkt: Dr. W. Hegewald, DL2RD, H. Kulmus, DJ8UZ, G. Richter, DL7LA, und Dr. B. Scholz, DJ9CS.

shop@funkamateurl.de

Literatur

- [1] Scholz, B., DJ9CS: SoftRock – Einstiegsplattform für softwaredefiniertes Radio. FUNKAMATEUR 55 (2006) H. 6, S. 665–668; H. 7, S. 792–795
- [2] Raban, K., DM2CQL; Richter, G., DL7LA: Experimentalvarianten für SDR auf 80, 49 und 40 m. FUNKAMATEUR 55 (2006) H. 8, S. 920 ff.
- [3] Molière, T., DL7AV: Der BCC-Kurzwellen-Preselektor. FUNKAMATEUR 46 (1997) H. 1, S. 76–77
- [4] Wetzel, R., DK2AG: Aktiver Preselektor für 40 m – Q-Multiplier machts möglich. FUNKAMATEUR 55 (2006) H. 9, S. 1042
- [5] Krischke, A., DJ0TR: Rothamells Antennenbuch. 12. Auflage, DARC-Verlag, Baunatal 2001; sowie frühere Ausgaben
- [6] Zenker, P., DL2FI; Zenker, N., DL7NIK: Selbstbau-Welt bei Peter, DL2FI, und Nikolai, DL7NIK. www.qrpproject.de/bastelschule.htm
- [7] Raban, K., DM2CQL: Testen und Messen mit der Soundkarte. In: Hegewald, W., DL2RD (Hrsg.): Software für Funkamateure (2). Box 73 Amateurfunkservice GmbH, Berlin 2006; S. 31–66
- [8] Shovkoplyas, A., VE3NEA: Rocky 3.32, Freeware. www.dxatlas.com/rocky/
- [9] di Bene, A., I2PHD: SDRadio – a Software Defined Radio. <http://digilander.libero.it/i2phd/sdradio/index.html>
- [10] di Bene, A., I2PHD: WinRad. <http://digilander.libero.it/i2phd/winrad/index.html>
- [11] Munro, D., M0KKG: M0KKG SDR Decoder Software „KKGSDR“. www.m0kgk.co.uk/sdr/index.php
- [12] Raban, K., DM2CQL: Einfacher PSK31-Empfänger für das 80-m- oder 40-m-Band. FUNKAMATEUR 53 (2004) H. 3, S. 281–283
- [13] Meyer, M., HB9BGV: SDR-1000: Eine neue Ära im Amateurfunk ist eingeläutet“ (1). FUNKAMATEUR 53 (2004) H. 5, S. 454–457
- [14] Shovkoplyas, A., VE3NEA: CW Skimmer 1.4, www.dxatlas.com/cwskimmer/