

# SDR-Einsteiger-Kit für 40 bzw. 80 m

KLAUS RABAN – DM2CQL

Wie in [1] angekündigt, ist es nun soweit: Die Entwicklung eines einfachen IQ-SDR-Empfängers, ähnlich dem SoftRock, ist beendet und wird im Folgenden vorgestellt. Neben der Beschreibung der Schaltung erhalten Sie hier auch detaillierte Hinweise zum Aufbau der SMD-freien Platine.

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 Bauelsituuation 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 herum;

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

2. Hohe Nachbausicherheit ohne Verwendung von SMD-Bauteilen; die einseitige Platinne 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 (Eingangsspule L1) im Hardwareteil; für die Inbetriebnahme sollte ein DVM genügen, zur eventuellen Fehlersuche kommt höchstens noch ein HF-Tastkopf dazu.

## Zielgruppe

Dieses 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 gesamte 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 jeweiligen Bandes von ±24 kHz per Mausklick möglich.

## Beschreibung der Schaltung

Der Eingangskreis besteht aus der Becherspule 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 Spulenotyp 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 einen optimalen Arbeitspunkt ist der Drainstrom von VT1 über R2 auf einen Wert einzustellen, der etwa 15 bis 20 % unter  $I_{\text{DSS}}$  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 habe ich den Typ MAX 4544 gewählt, weil damit bereits sehr gute Erfahrungen vorliegen. Die beiden Steuersignale der



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

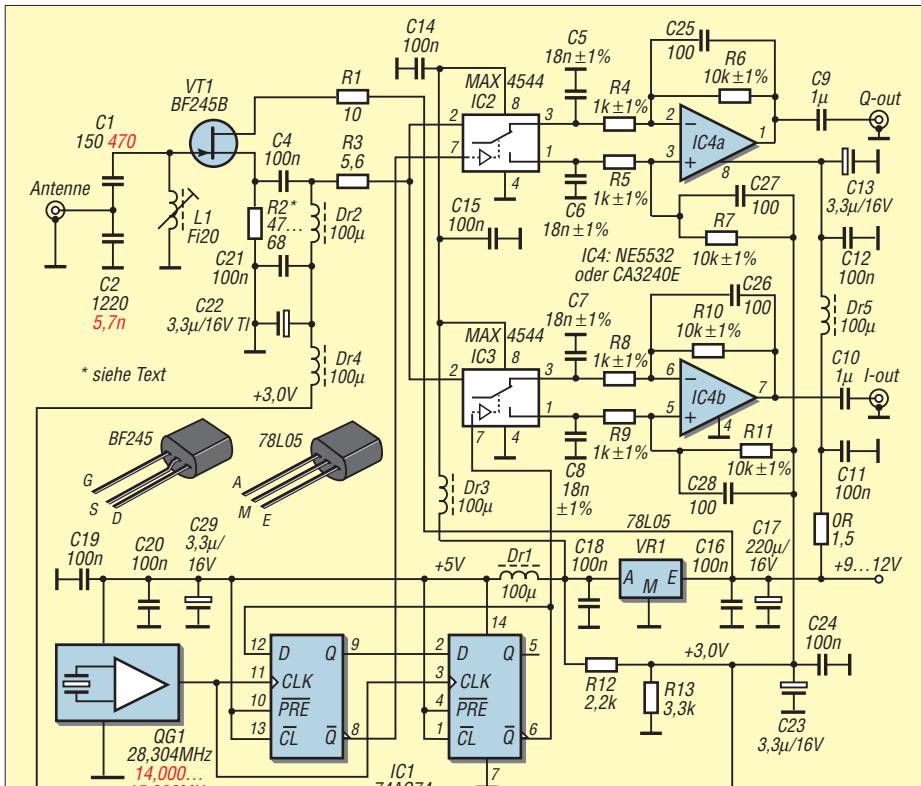


Bild 2: Schaltbild des SDR-Minimalsystems für das 40- bzw. (rot) 80-m-Band

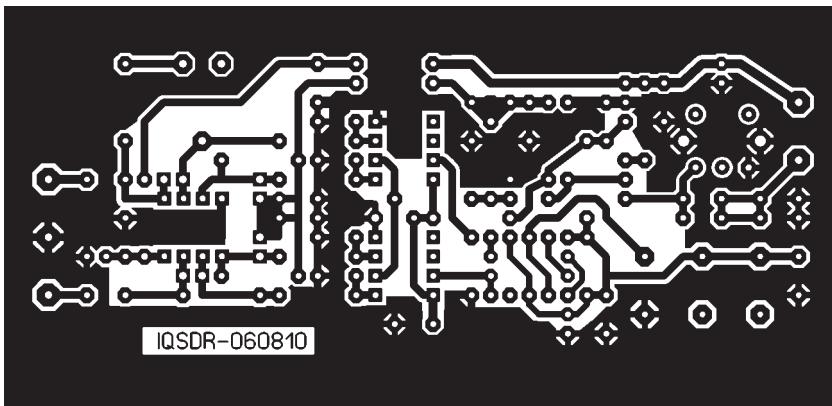


Bild 3:  
Platine  
M 1:1

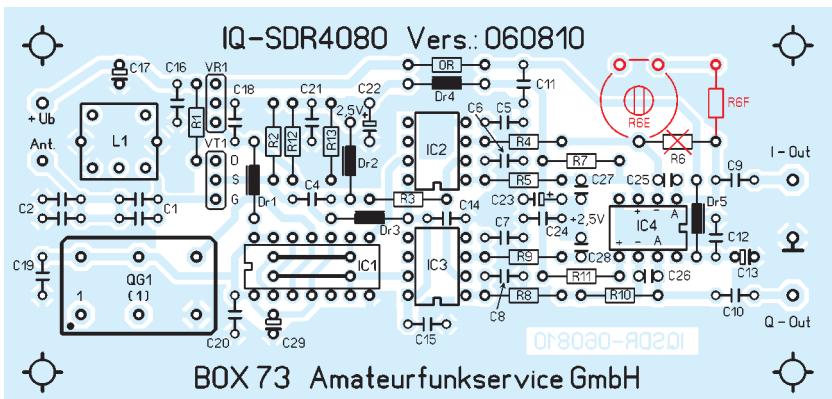


Bild 4:  
Bestückung  
der  
einseitigen  
Platine

Mischer müssen eine Phasendifferenz von  $90^\circ$  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 man hier weit höher gehen. Bei einer 16-Bit/48-kHz-Soundkarte liegen die Frequenzen – bezogen auf die Nullstelle – bei  $\pm 24$  kHz. Setzt man die Summe der Vorwiderstände ( $R_{\text{quell}} + R_3 + R_{\text{on}}$ ) für die Sample-Kondensatoren zu  $150 \Omega$  an, so folgt daraus für C5 bis C8 eine rechnerische Kapazität von je  $22 \text{ nF}$  (Tastverhältnis 0,5 berücksichtigt).

Der genaue Wert ist unkritisch, jedoch sollten diese Kondensatoren untereinander eine Toleranz von weniger als  $\pm 1\%$  haben.

Bei der 40-m-Variante treten die Schaltzeiten der Analogschalter bereits störend in Erscheinung, daher empfehle ich dort kleinere Kapazitätswerte (2,2 bis 4,7 nF). Die auf die Sampling-Tiefpässen folgenden OPVs IC4a/b arbeiten als Differenzverstärker. Die gemeinsamen Gleichstromarbeitspunkte für die Schalter- und OPV-Eingänge 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

$22 \text{ k}\Omega$ ). 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 überrascht, wie weit die Verstärkung bei 100 kHz abfällt. Wer die Möglichkeit hat, die Verstärkungswerte der beiden OPV-Kanäle exakt anzugelichen, kann statt R6 die Kombination von R6E (2,5 k $\Omega$ , Piher) und R6F (9,1 k $\Omega$ ) 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.

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 von  $50 \Omega$  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 ungeeignet**, weil sie die Störungen aller Haushaltgeräte einfangen; an erster Stelle liegt der Computer mit seinem Monitor, dann folgen Leuchstofflampen, 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 durchkontakteierten Platten 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 wegen ihrer zu hohen Brummspannung unbrauchbar. Sollte es dennoch über PC, Hausinstallation und An-

Tabelle 1: Bandbereiche für 48-kHz-Soundkarte

Variante	$f_{\text{OG1}}/\text{kHz}$	$f_e/\text{kHz}$	Bandbereich
1	28 304	$7076,0 \pm 24$	7052,0 bis 7100,0 kHz (40 m, CW und Fonie)
2	15 000	$3750,0 \pm 24$	3726,0 bis 3774,0 kHz (80 m, CW und Fonie)
2b	14 000	$3500,0 \pm 24$	3476 (3,500) bis 3524,0 kHz (80 m, CW)
2c	14 318	$3579,5 \pm 24$	3555,5 bis 3603,5 kHz (80 m, bedingt PSK31)
2d	14 747	$3686,4 \pm 24$	3662 bis 3710 kHz (80 m, CW und Fonie)

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

tenne 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;

- 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

Da ich bei der Entwicklung des IQSDR-Minimalsystems auf möglichst viele gemeinsame Bauteile geachtet habe, unterscheiden sich die fünf Bausatzvarianten 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 an den Eingangskreis.

Diese drei Bauelemente stecken in einer separaten Tüte. Wegen der SFET-Toleranzen 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 band-

abhängig und jeweils auf weniger als 1% Abweichung untereinander ausgemessen; auch sie stecken 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, empfehle ich folgende Arbeitsschritte:

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.

**Tabelle 4: Bauelemente des optional erhältlichen Gehäuse-Kits**

Symbol	Bezeichnung
Bu1	BNC-Buchse, schraubar
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

2. Einrichtung des Arbeitsplatzes mit Lötsstation, Werkzeug und Hilfsmitteln. Dazu gehören: Lötzinn mit Flussmittelsee, Pinzette, Seitenschneider, Flachspitzzange, etwas Schaltdraht, kleine Maulschlüssel für die Buchsen, eine Lupe und eine gute Lampe. Wird ein Bauteil falsch eingelötet, kann man das Lötauflage 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 Anbeginn 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 einzubauen, 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 Draht-

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

Symbol	Bezeichnung / Wert
VT1	BF245B (SFET, selektiert)
VR1	78L05 (100-mA-Positivregler)
IC1	74AC74
IC2, IC3	MAX4544
IC4	NE5532
OR	1,5 Ω , RM 10
R1	10 Ω, RM 10
R2	47 ... 68 Ω (je nach VT1), RM 10
R3	5,6 Ω, RM 10
R4, R5	1 kΩ ±1 %, RM 10
R6, R7	10 kΩ ±1 %, RM 10
R8, R9	1 kΩ ±1 %, RM 10
R10, R11	10 kΩ ±1 %, RM 10
R12	2,2 kΩ, RM 10
R13	3,3 kΩ, RM 10
L1	Becherspule Fi20; 2,8 bis 5,8 μH 10 × 10 mm <sup>2</sup>
Dr1 ... Dr5	Drosselspule 100 μH

Symbol	Bezeichnung / Wert
C3	auf der Platine nicht vorhanden
C4	100 nF, X7R RM 5
C9, C10	1 μF, MKS-2 RM 5
C11, C12	100 nF, X7R RM 5
C13	3,3 μF/16 V, Elko (Tantal)
C14, C15	100 nF, X7R RM 5
C16	100 nF, X7R RM 5
C17	220 μF/16 V, Elko
C18, C19	100 nF, X7R RM 5
C20, C21	100 nF, X7R RM 5
C22, C23	3,3 μF/16 V, Elko (Tantal)
C24	100 nF, X7R RM 5
C25 ... C28	100 pF, RM 2,5
C29	3,3 μF/16 V, Elko (Tantal)
	Lötstifte
	Lötschuh
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

\* 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

verbindungen von der Platine zu den Buchsen legen. Um vor einer Batteriefalschpolung sicher zu sein, empfehle ich, in der Testphase eine Schutzdiode in die Plus-Leitung zu legen.

6. Anschluss der Stromversorgung und Kontrolle der Gleichspannungspegel gemäß Tabelle 5.

**Tabelle 5: Strom- und Spannungsmessungen an einem 80-m-Mustergerät**

Messpunkt	Messwert
Eingang VR1	9,1 V
$I_{\text{ges}}$	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
$I_{\text{DSS}} @ \text{VT1}$	9 mA
$I_{\text{D}} @ \text{VT1}$	7,6 mA
$U_{\text{s}} @ \text{VT1}$	358 mV

Wer die SDR-Software bereits eingerichtet hat und über eine geeignete Antenne verfügt, kann jetzt mit den ersten Empfangsversuchen beginnen; andernfalls ist vorher noch die Datei *Weitere\_Hinweise.pdf*, mit den Abschnitten „Rocky 1.5, Einstellung 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

kopf in Verbindung mit einem Digital-Multimeter kontrollieren. Vorsicht ist 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 ich ebenfalls in der Datei *Weitere\_Hinweise.pdf* beschrieben habe. 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 die ersten Versuche eignet sich am besten das Softwarepaket *Rocky* [8] von VE3NEA. Es läuft, ebenso wie *SDRradio* [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 Englisch-Kenntnissen informieren kann, enthält die dem Bausatz beiliegende CD-ROM in der Datei *Weitere\_Hinweise.pdf* in Deutsch wichtige Erläuterungen zur Anwendung dieser bestens überschaubaren Software, die auch Recorderbetrieb zulässt. Bitte beachten Sie auch die in [2] gegebenen Hinweise zur Software.

Eine weitere beliebte SDR-Decoder-Software ist *KDG-SDR* von M0KGK [11]. Bei der Installation der aus dem Internet heruntergeladenen Files ist zu beachten, dass die Folgeversionen nicht unbedingt alle not-

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 Analogschalter im DIL-Gehäuse in Bezug auf die Periodendauer der Nutzfrequenz schon etwas zu groß ausfallen. Die Empfangssituation ist auf diesem Band ohnehin kompliziert, weil sich dort viele kommerzielle Stationen tummeln, die den Einsatz spezieller Preselektoren wie [4] sinnvoll erscheinen lassen.

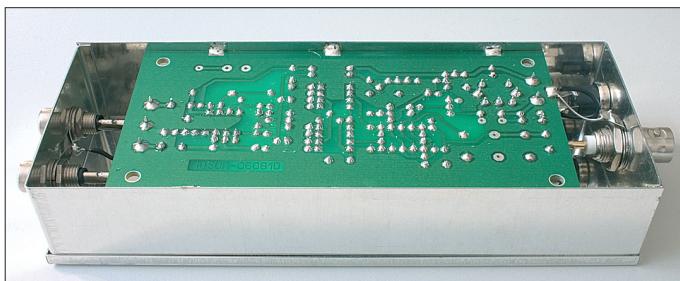
Insgesamt bekommt man jedoch nach dem vorliegenden Konzept einen kleinen Kurzwellenempfänger, dessen Preis-Leistungs-Verhältnis sich kaum noch verbessern lässt. Packen Sie es doch einfach mal an; wer keine schwerwiegenden Fehler macht, wird begeistert sein.

Abschließend möchte ich mich bei Dr. Werner Hegewald, DL2RD, Hermann Kulmus, DJ8UZ, Günter Richter, DL7LA, und Dr. Bodo Scholz, DJ9CS, für die Mitwirkung an diesem Projekt herzlich bedanken.

*shop@funkamateure.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 macht möglich. FUNKAMATEUR 55 (2006) H. 9, S. 1042
- [5] Krischke, A., DJ0TR: Rothamms 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.qrp-project.de/bastelschule.htm](http://www.qrp-project.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] Shokoplyas, A., VE3NEA: Rocky 1.5, FreeWare. [www.dxatlas.com/rocky/](http://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., M0KGK: M0KGK SDR Decoder Software „KKGKSDR“. [www.m0kgk.co.uk/sdr/index.php](http://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



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

des FA-Leserservice lediglich die Sampling-Kondensatoren C5 bis C8 bei der  $\pm 1\%$ -Auswahl sowie die SFETs bei der  $I_{\text{DSS}}$ -Selektion überprüft wurden, kann sich schon einmal ein defektes oder falsch beschriftetes Bauteil einschleichen.

Wird z.B. bei C1 versehentlich ein Kondensator von 100 nF eingebaut, stimmen zwar in etwa die Daten gemäß Tabelle 4, 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 Diodentast-

wendigen Dateien enthalten. Zur Sicherheit empfehle ich daher, zunächst eine ältere Version aufzuspielen und erst danach die neuere Version darüberzuinstallieren.

## ■ 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