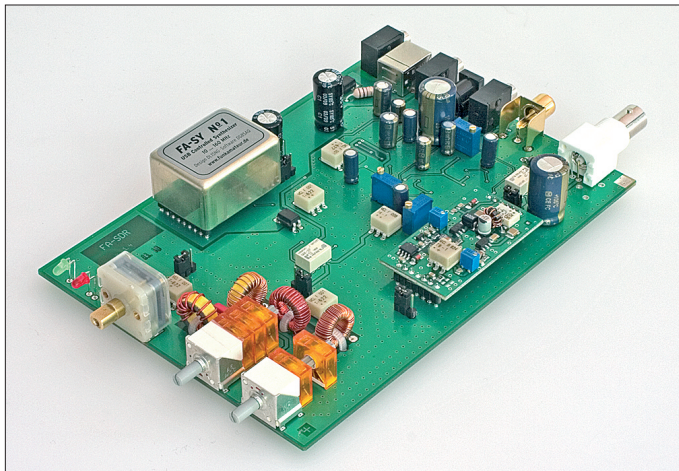


# Baumappte zum FA-SDR-Transceiver (Teil 1: Hardware)

## FA-LESERSERVICE

Der FA-SDR-Transceiver überstreicht empfangsseitig lückenlos den Bereich von 1,7 MHz bis 30 MHz und kann auf allen KW-Amateurfunkbändern senden. Der Bausatz entstand in aufwendiger Entwicklungsarbeit bei DL2EWN und besteht aus einer SMD-vorbestückten Platine und allen erforderlichen bedrahteten Bauelementen. Für den Betrieb wird zusätzlich ein FA-Synthesizer-Modul FA-SY1 benötigt. Optional sind ferner ein bearbeitetes Gehäuse sowie ein 1-W-Breitbandverstärker erhältlich. Der vorliegende erste Teil der Baumappte beschreibt den Zusammenbau der Bausatzkomponenten zum fertigen Transceiver, während Inbetriebnahme des Gerätes und Handhabung der Software in einem zweiten Teil behandelt werden.

Konzept und Schaltung des FA-SDR-Transceivers hat Harald Arnold, DL2EWN, in einer FA-Beitragsfolge ausführlich beschrieben [1]. Einzelheiten können dort nachgelesen werden. Die wichtigsten Eckdaten sind im nebenstehenden Kasten zusammengefasst und kommentiert. Blockschaltbild und Detailschaltungen gehen aus den Bildern 2 bis 6 hervor. Die Platine zum Bausatz hat Peter Drescher, DC2PD, entwickelt.



**Bild 1:**  
Vollständig bestückte  
Platine des FA-SDR-  
Transceivers mit  
gestecktem FA-SY-  
Modul und 1-W-  
Verstärkermodul

Bitte nehmen Sie sich die Zeit, diese Baumappte aufmerksam durchzulesen. Sie wurde mit großer Sorgfalt erarbeitet und soll Sie in die Lage versetzen, den Bausatz möglichst ohne fremde Hilfe aufzubauen. Wenn trotzdem Fragen auftreten, die sich auch nach dem Studium der mitgelieferten Unterlagen nicht beantworten lassen, richten Sie diese bitte ausschließlich an den FA-Leserservice [2], am besten über die speziell eingerichtete E-Mail-Adresse: [SDR-TRX@funkamateurl.de](mailto:SDR-TRX@funkamateurl.de)

Der Transceiver benötigt zum Betrieb einen über USB steuerbaren VFO. Das dafür einsetzbare FA-Synthesizer-Modul FA-SY1 ist nicht im Lieferumfang des Bausatzes enthalten und muss ggf. separat bestellt

werden [2] (Best.-Nr. [BX-026](#)). Gleiches betrifft das bearbeitete Gehäuse (Best.-Nr. [BX-201](#)) und das 1-W-Linearverstärkermodul (Best.-Nr. [BX-202](#)). Für letzteres existiert eine separate Baumappte.

### ■ Bestückung

Da es sich bei den meisten Bauelementen um solche in SMD-Ausführung handelt und diese bereits auf die Platine aufgelötet sind, ist der verbleibende Arbeitsaufwand

überschaubar. Wir überzeugen uns zunächst davon, dass alle in der Stückliste aufgeführten Bauteile vorhanden sind. Der Bestückungsplan ist in Bild 7 zu sehen. Zur besseren Übersicht sind die bereits aufgelöteten SMD-Bauelemente nur angedeutet.

Für die Lötarbeiten benötigen wir eine temperaturgeregelte Lötstation, blei- und flussmittelhaltiges Lötzinn in 0,8 mm bis 1 mm Stärke, einen scharfen Elektronik-Seitenschneider ohne Wate (das ist eine feine Abschrägung parallel zur Schneide, die zwar die Schneide robust macht, z. B. um unbeschadet einen Eisennagel abzwicken zu können, aber die Schnittqualität verschlechtert), eine Flachzange mit

## Eckdaten und Bemerkungen

Frequenzbereich Empfang/Senden:  
1,7 MHz bis 30 MHz<sup>1)</sup>  
zusätzliche Empfangsbereiche: 6 m, 2 m<sup>2)</sup>  
Empfängerempfindlichkeit:  
MDS = -123 dBm im 80-m-Band  
MDS = -127 dBm im 10-m-Band<sup>3)</sup>  
Frequenzbereich des Preselektors:  
1,7 MHz bis 30 MHz  
Verstärkung des Preselektors:  
etwa 12 dB bei 7 MHz, siehe Bild 6  
IP3 am Empfängereingang: > +15 dBm<sup>4)</sup>  
intermodulationsfreier Dynamikbereich  
des Empfängers: IMDR3 > 90 dB<sup>5)</sup>  
Seitenbandunterdrückung:  
SBU > 35 dB ohne Softwareunterstützung  
SBU > 70 dB mit Softwareunterstützung  
(Betrag und Phase)  
Spiegelfrequenzunterdrückung: > 35 dB<sup>6)</sup>  
Ausgangsleistung im Sendefall:  
 $P_{out} \leq 10$  mW PEP bei SSB  
 $P_{out} \leq 10$  mW CW  
Ausgangsleistung mit gestecktem  
1-W-Verstärker:  
 $P_{out} \leq 1$  W PEP bei SSB  
 $P_{out} \leq 1$  W CW  
IM-Abstände:  $P_{IM3} = -50$  dBc<sup>7)</sup>  
 $P_{IM3} = -35$  dBc<sup>8)</sup>  
Nebenaussendungen<sup>9)</sup>:  
Spiegelfrequenz -60 dBc  
Trägerrest -65 dBc  
Mischerprodukte -50 dBc  
Betriebsspannung: 11 V bis 14 V  
Stromaufnahme: < 500 mA<sup>10)</sup>

- 1) Der Hersteller des im FA-SY [5] eingesetzten Si570 garantiert eine untere Grenzfrequenz von 10 MHz (d. h. Frequenzbereich RX/TX ab 2,5 MHz); die bisher gelieferten Exemplare arbeiten jedoch bis 3,448 MHz (TX/RX ab 862 kHz);
- 2) geeignete Vorselektion und Vorverstärkung notwendig, Oberschwingungsmischung;
- 3) MDS (Minimum Detectable Signal) für 500 Hz Bandbreite; gemessen wurde auf der NF-Seite mit einem echten RMS-Voltmeter 3400A von HP. Die Werte entsprechen HF-Spannungen von 0,16  $\mu$ V bzw. 0,1  $\mu$ V an 50  $\Omega$ , vgl. Bild 5 in [1];
- 4) auf den Amateurfunkbändern 160 m bis 10 m, Dämpfungsglied am Empfängereingang auf 0 dB; auch noch bei zwei Signalen mit 2 kHz (oder weniger) Frequenzabstand; der IP3 des eingesetzten Mixers ist > +30 dBm, die Verstärkung des Preselektors reduziert ihn;
- 5) auf den Amateurfunkbändern 160 m bis 10 m; zwei starke Eingangssignale erzeugen Intermodulationsprodukte 3. Ordnung, die so stark wie das MDS sind; der Abstand der Pegel ist der intermodulationsfreie Dynamikbereich IMDR3. Die sehr guten Werte im gesamten KW-Bereich von 160 m bis 10 m sind nur mit dem eingesetzten SMD-Mischerschaltkreis erzielbar.
- 6) hardwareseitig durch die Symmetrie der Schaltung; die Software der SDR-Programme lässt darüber hinaus einen automatischen bzw. einen manuellen Abgleich auf maximale Spiegelfrequenzunterdrückung zu.
- 7) bezogen auf einen Träger (bei 10 mW PEP), vgl. Bild 7
- 8) bezogen auf einen Träger (bei 1 W PEP), vgl. Bild 8
- 9) bezogen auf ein Nutzausgangssignal von 1 W CW, vgl. Bild 9
- 10) mit gestecktem 1-W-Verstärker und Vollaussteuerung

schlanken, glatten Backen und eine präzise, aber kräftige, spitze Pinzette. Die bedrahteten Bauteile befinden sich auf der Platinenoberseite. Bei der Bestückung ist es sinnvoll, zuerst die flachen Bauele-

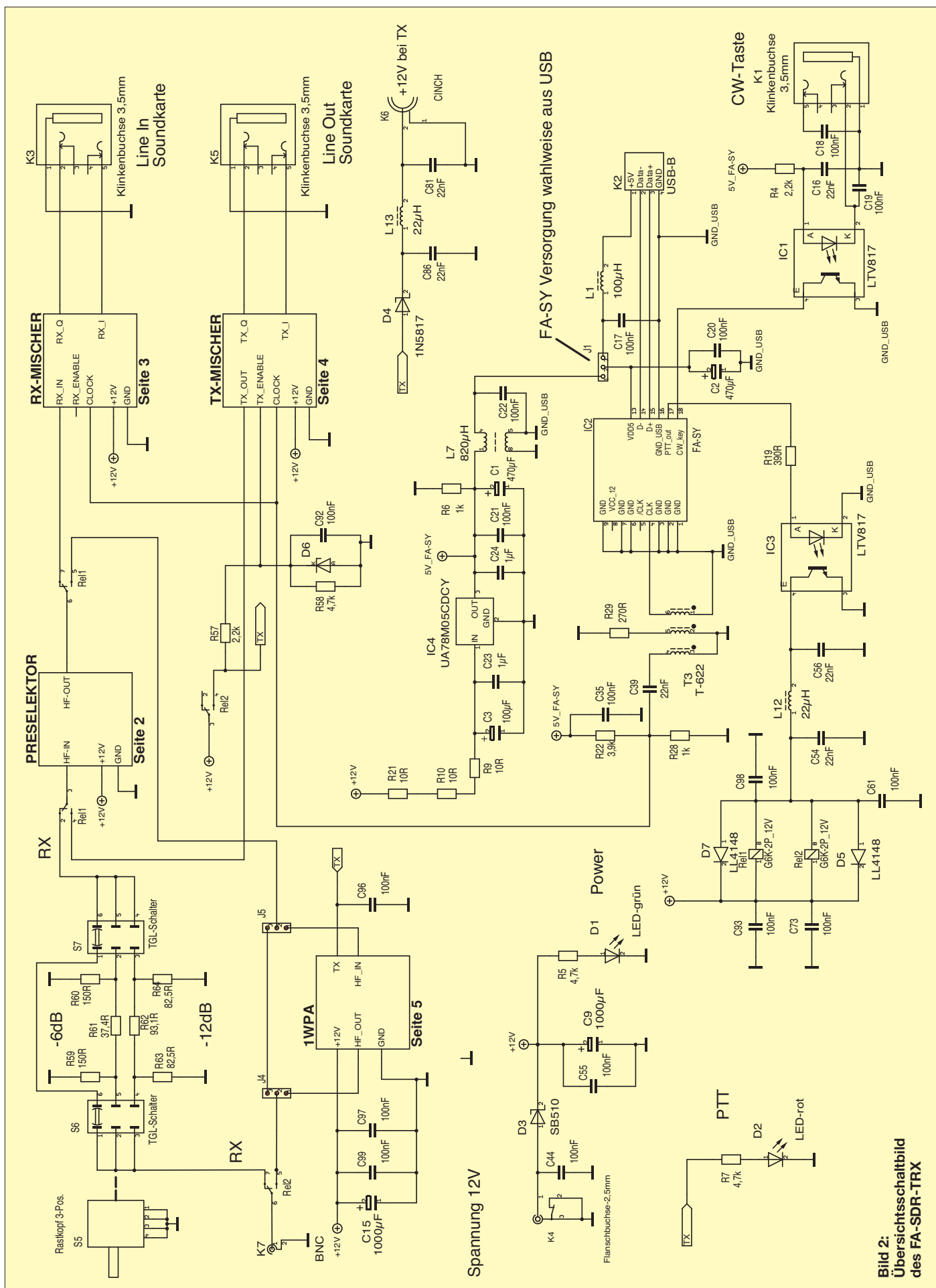
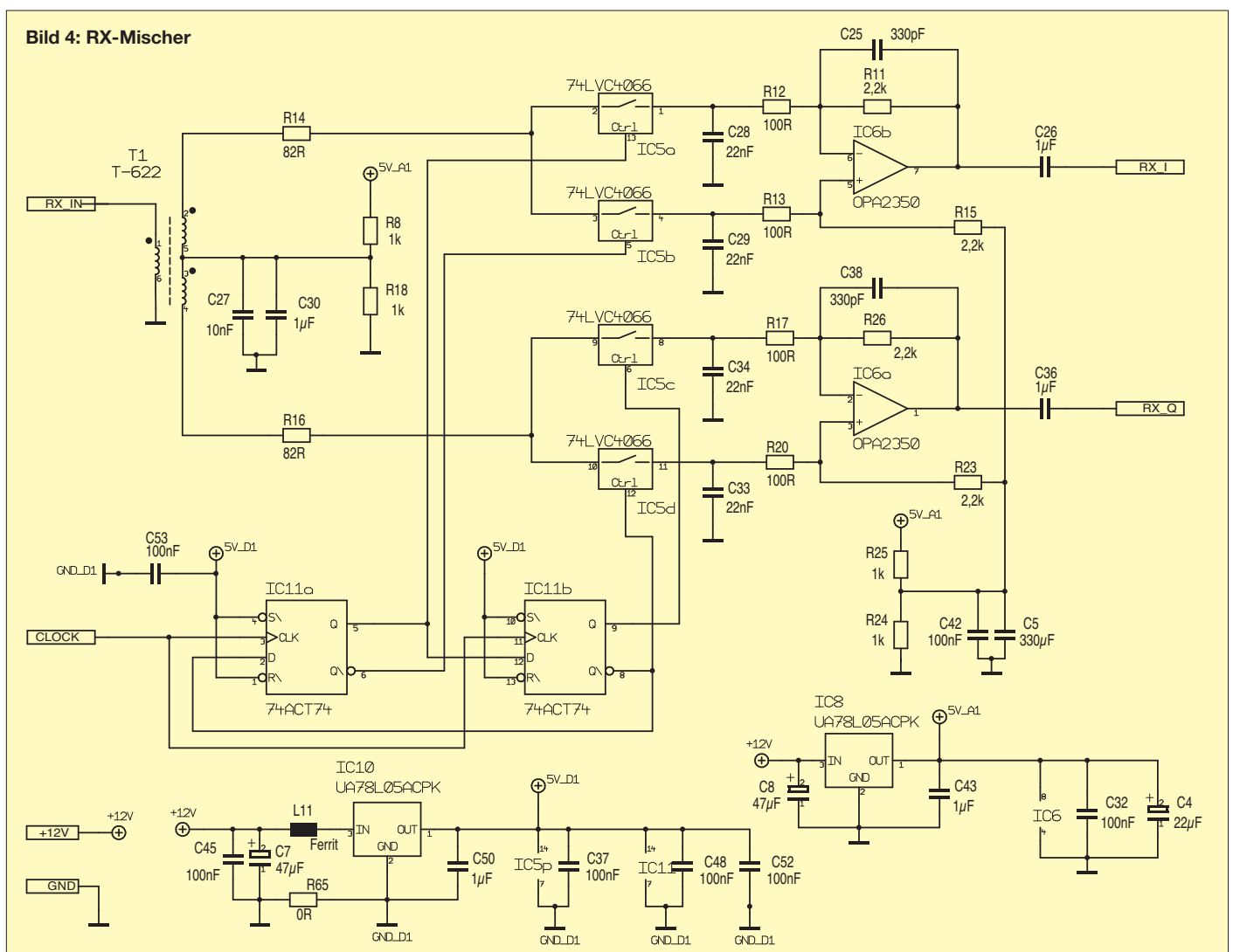
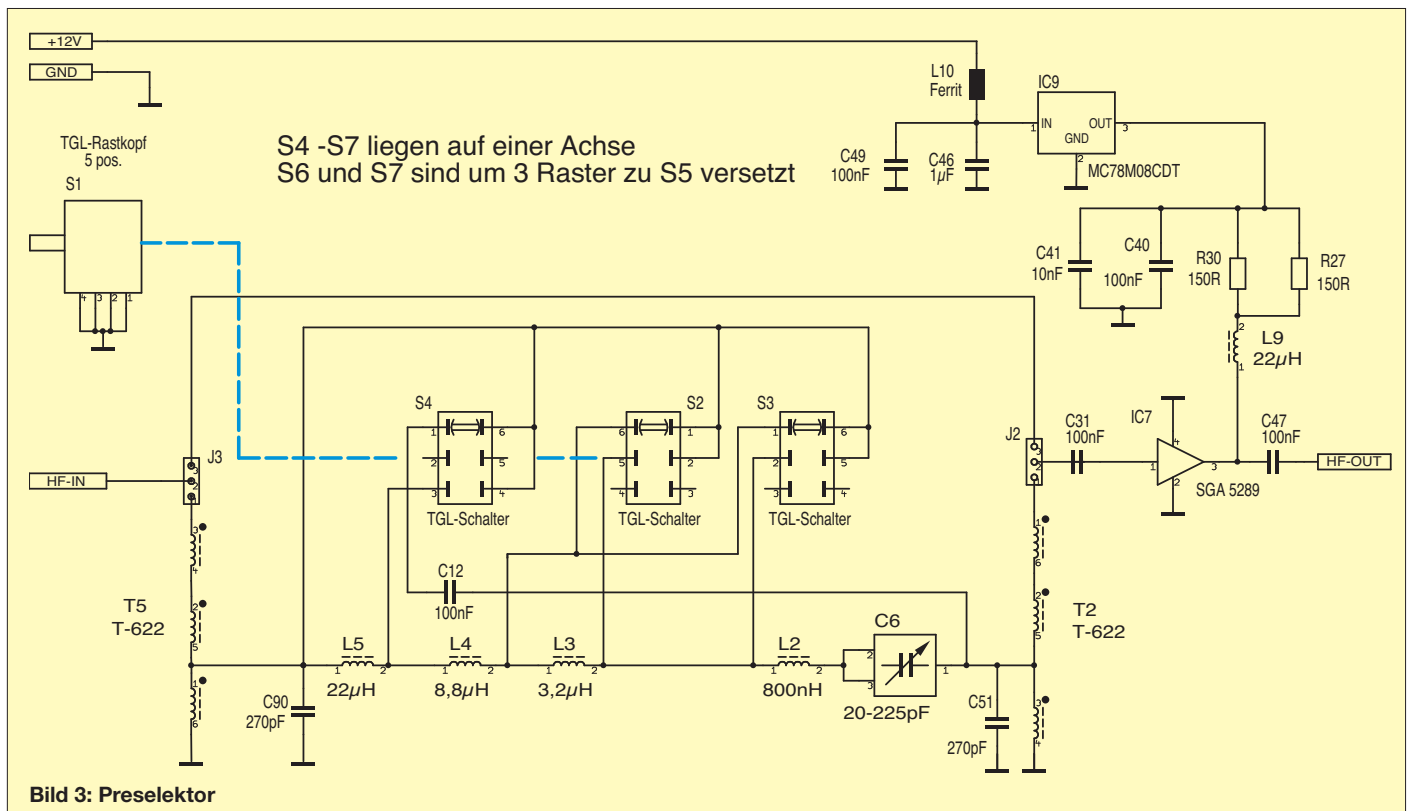


Bild 2: Übersichtsschaltbild des FA-SDR-TRX



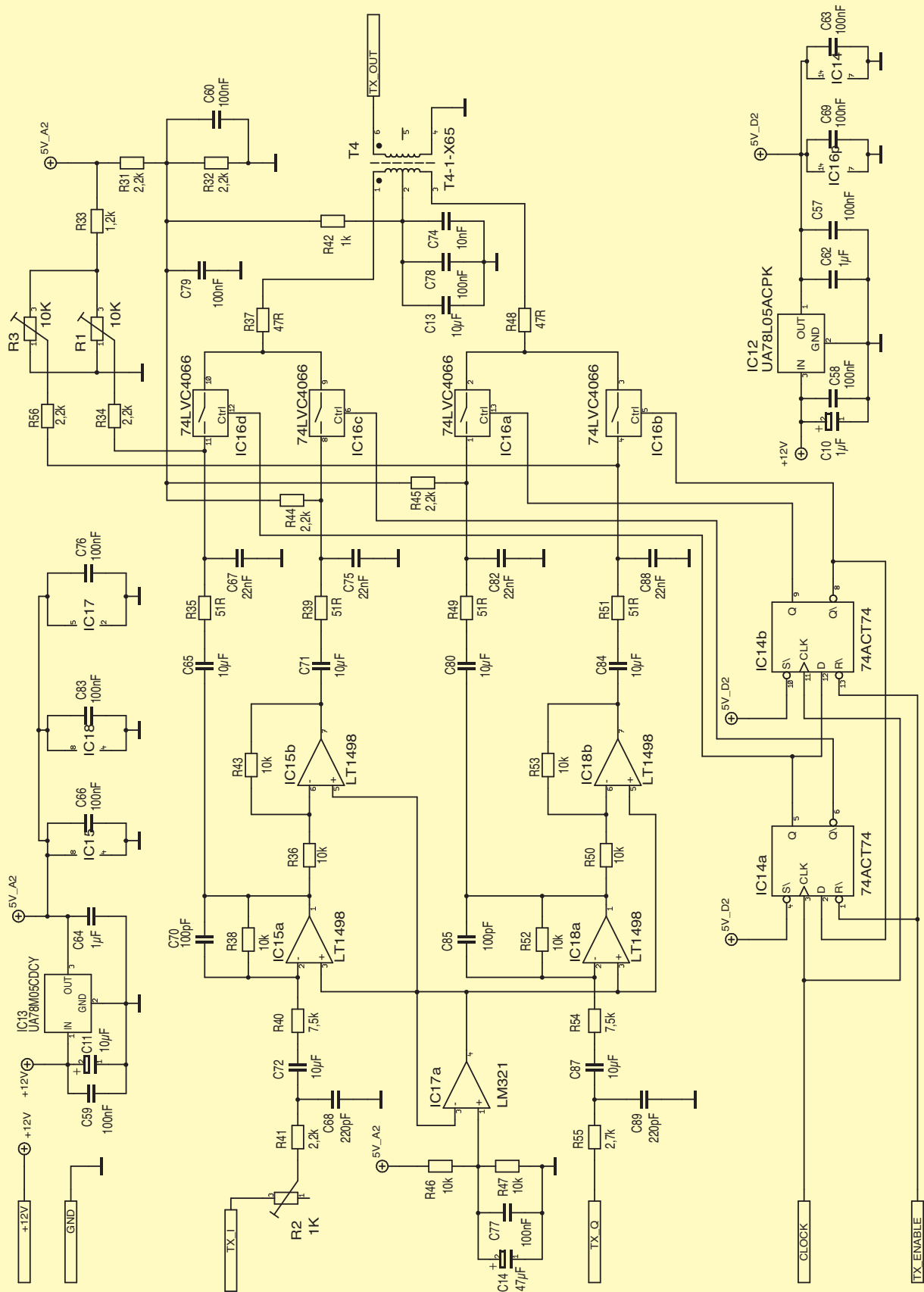
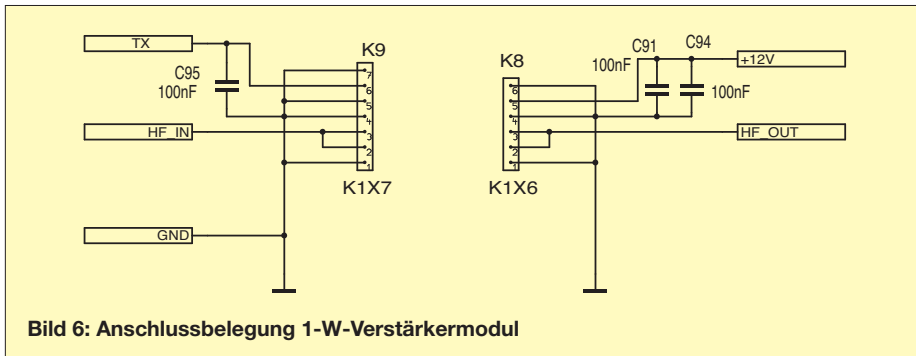
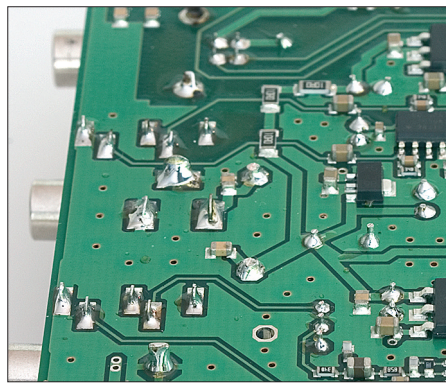


Bild 5: TX-Mischer



mente und erst zum Schluss Buchsen, Schalter und Drehkondensator aufzulöten. Es ist eine weit verbreitete Unsitte, die Drähte nach dem Bestücken eines Bauteils auf der anderen Seite umzuknicken. Das kann zu Kurzschlüssen führen und erschwert spätere Reparaturen oder Änderungen. Stattdessen stecken wir die Bauteile einzeln dorthin, wo sie hingehören, drehen die Platine unter Festhalten des noch losen Bauteils um und legen sie flach hin. Dann löten wir nur das erste der Beinchen provisorisch mit ganz wenig Zinn an und fixieren so das betreffende Bauteil. Nun prüfen wir nochmals dessen korrekten Sitz, korrigieren gegebenenfalls und schneiden anschließend beide (bzw. alle) Drähte des Bauteils mit einem Elektronik-Seitenschneider etwa 1,5 mm bis 2 mm über der Platinenoberfläche ab. Alle bisher

nicht gelöteten Drähte werden nun sauber festgelötet. Zuletzt löten wir noch das anfangs fixierte Beinchen sorgfältig nach. Wer unbedingt erst löten und dann abzwacken will, muss anschließend nachlöten,



**Bild 8: Lötstellen von bedrahteten Bauteilen**

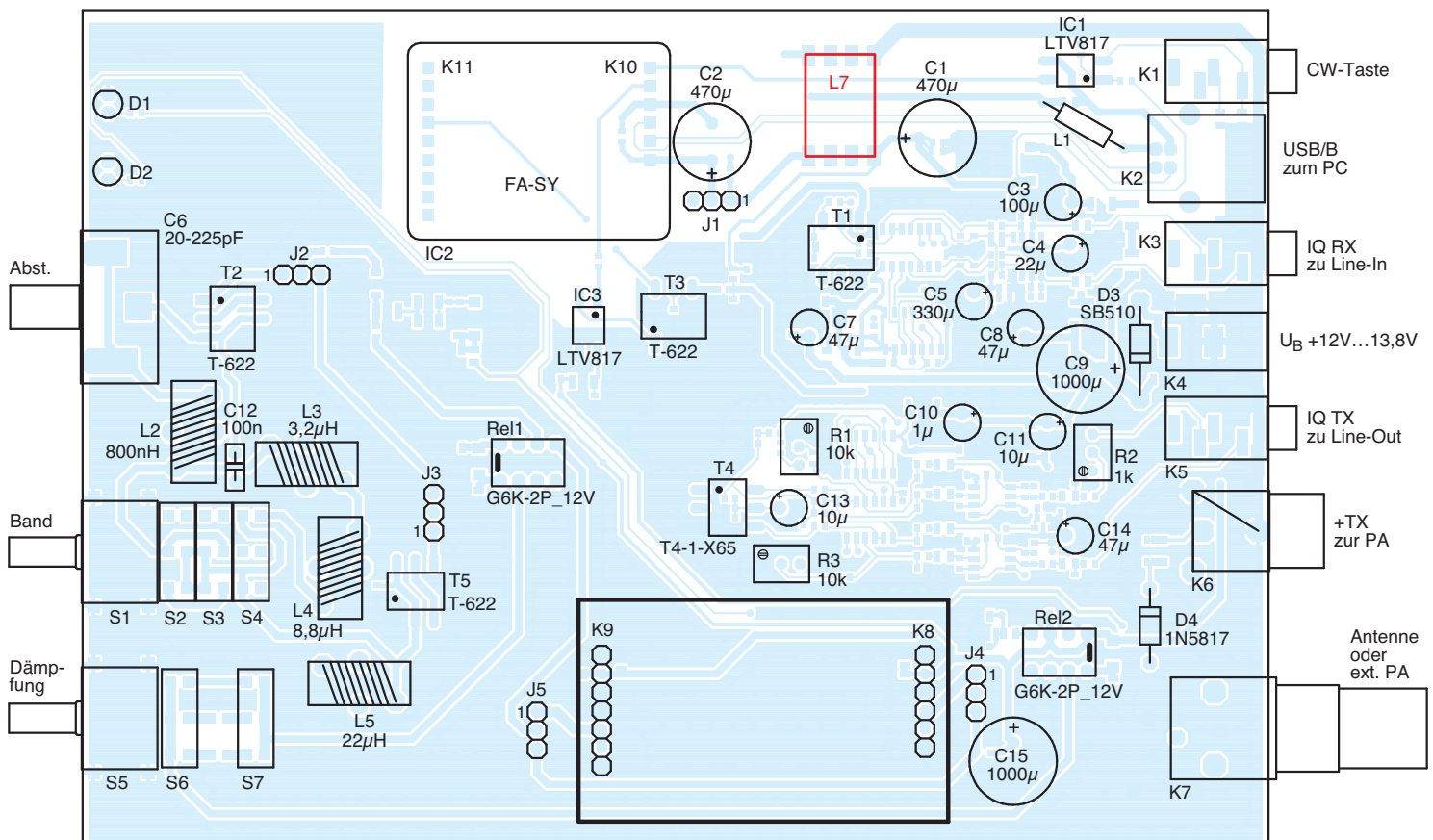
denn beim Abzwacken können feine Haarisse in der Lötung entstehen, die zu sehr unangenehmen und schwer zu lokalisierenden Spätausfällen führen.

Gute Lötstellen haben übrigens Hohlkehlen zwischen den zu lötenden Flächen (siehe Beispiel in Bild 8). Dazu braucht man nur wenig Lot. Wer mehr aufträgt, unternimmt den zwecklosen Versuch, kalte Lötstellen zu kaschieren. Kugelige Lötstellen sind fast immer ein Hinweis auf ungenügende Oberflächenhaftung, deren Grund beseitigt werden muss. Neben falscher Bestückung sind schlechte Lötstellen die häufigste Ursache für Fehlfunktionen bei Bausätzen.

Beim Arbeiten mit dem Seitenschneider sollte man in der Nähe von SMD-Bauteilen mit Vorsicht zu Werke gehen und eine Berührung oder gar ein Abstützen auf diesen Teilen vermeiden. Besonders die keramischen Kondensatoren sind diesbezüglich empfindlich.

**Tabelle 1: Wickeldaten**

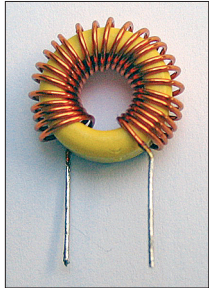
L5 = 22 $\mu$ H	Kern T50-2 (rot) 66 Wdg, 0,2 mm CuL
L4 = 8,8 $\mu$ H	Kern T50-2 (rot) 40 Wdg, 0,3 mm CuL
L3 = 3,2 $\mu$ H	Kern T50-6 (gelb) 27 Wdg, 0,5 mm CuL
L2 = 800 nH	Kern T50-6 (gelb) 13 Wdg, 0,8 mm CuL



**Bild 7: Bestückungsplan des FA-SDR-TRX**

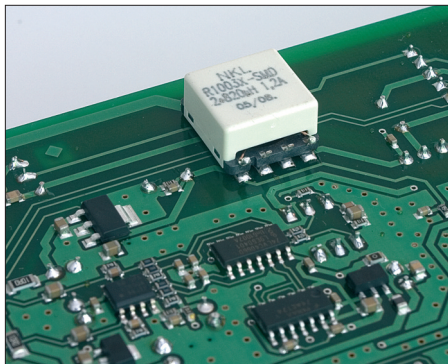


Bevor wir mit der Bestückung beginnen, fertigen wir die vier Ringkernspulen für den Preselektor an. Die Wickeldaten enthält Tabelle 1. Der Kupferlackdraht sollte mit gleichmäßigem Abstand gewickelt werden, ein Beispiel für das anzustrebende Resultat ist in Bild 9 zu sehen. Achtung! Das Durchfädeln eines Drahtes durch den Ringkern entspricht bereits einer Windung.



**Bild 9:**  
Bewicklung der Ringkerne für die Spulen des Preselektors am Beispiel von L3

Der weniger Geübte fängt am besten mit L2 an, da diese Spule nur wenige Windungen besitzt. Die Ringkernspule lässt sich später leichter einbauen, wenn die Drahtenden so auf beiden Seiten des Ringkerns heraus schauen, wie es die Einbaulage auf der Platine vorgibt. Das Verzinne der Wicklungsenden ist kein Problem, wenn man einen heißen, gut verzinnenden LötKolben zur Hand hat. Abtrennen der Lackschicht und Verzinne sind dann ein Arbeitsgang. Je dicker der Draht ist, desto heißer sollte der LötKolben sein, um eine unnötig lange „Brutzelei“ zu vermeiden.



**Bild 10:** Position der Drossel L7 auf der Platine

Sind viele Windungen auf einen Ringkern aufzubringen, kann es sinnvoll sein, in der Mitte der Wicklung zu starten und nacheinander beide Teile in die jeweils entgegengesetzte Richtung zu wickeln. Damit verkürzt sich die maximal durch den Kern zu fädelnde Drahtlänge auf die Hälfte. Das Verschieben der Wicklung auf dem Kern sollte nicht mit einem scharfen Gegenstand geschehen, um den Draht nicht zu beschädigen. Ein Zahnstocher aus Holz oder Plastik leistet gute Dienste. Es hat sich bewährt, die Induktivität der hergestellten Spulen mit einem geeigneten Induktivitätsmessgerät (z.B. LC-Mess-

gerät, Bausatz BA-001 [2]) zu prüfen. 5 % Abweichung vom vorgegebenen Wert sind zulässig. Wenn alles in Ordnung ist, verzinnen wir die Drahtenden und legen die fertigen Ringkernspulen zunächst zur Seite.

Die Bestückung beginnt mit L7, dem einzigen Bauelement, das noch auf der Unterseite aufgelötet werden muss. Zunächst geben wir etwas Lötzinn auf eine der acht Lötflächen (engl. *pads*). Dann positionieren wir die Drossel so, wie in Bild 10 zu sehen und fixieren sie auf dem vorbereiteten LötPad. Korrekturen sind jetzt noch leicht möglich. Wenn die Einbaulage in Ordnung ist, verlöten wir nacheinander alle acht Anschlüsse.

Anschließend setzen wir mit der Bestückung der anderen Bauteile auf der Platinenoberseite fort. Wir beginnen mit den flachen Bauelementen (Übertrager, Drossel, Optokoppler usw.) und enden mit den Buchsen und Schaltern sowie dem Drehkondensator. Aus dem Bestückungsplan ist die genaue Position der Teile ersichtlich.

## Folgende Hinweise sind zu beachten:

Einige Bauteile besitzen Anschlusskennzeichnungen. Diese sind für die korrekte Einbaulage wichtig und betreffen die Übertrager (Kennzeichnung mit Punkt), Relais (Kennzeichnung mit Strich), Elektrolytkondensatoren (Plusanschluss), Optokoppler (Punkt) und die Dioden D3 und D4 (Strich am Katodenanschluss). Bei den Leuchtdioden D1 und D2 ist im Bestückungsplan die abgeflachte Seite gekennzeichnet. Ist man sich nicht sicher, hilft die Prüfung mit dem Multimeter. Zur Bestimmung der genauen Höhe der Leuchtdioden über der Platine sollte man provisorisch die Frontplatte anschrauben, die Leuchtdioden einpassen und diese dann erst festlöten.

Die Einstellregler R1 bis R3 müssen be-

züglich der Lage der Einstellschraube so eingebaut werden, wie im Bestückungsplan angegeben.

Beim Einlöten der gepolten Bauteile ist besondere Sorgfalt geboten. Die Erfahrung zeigt, dass es sinnvoll ist, deren Einbau nachträglich noch einmal zu kontrollieren.

Die Steckerstifte für die Jumper J1 bis J5 sollten aus optischen Gründen senkrecht auf der Platine stehen. Die Buchsenleisten für das FA-SYI-Modul und den 1-W-Verstärker müssen exakt senkrecht eingelötet werden, sonst gibt es später Probleme beim Stecken dieser Module.

Die Bedienelemente C6, S1 bis S4 und S5 bis S7 sind ebenfalls mit großer Sorgfalt einzubauen, da die Bohrungen in der Frontplatte des Gehäuses nur sehr geringe Toleranzen zulassen.

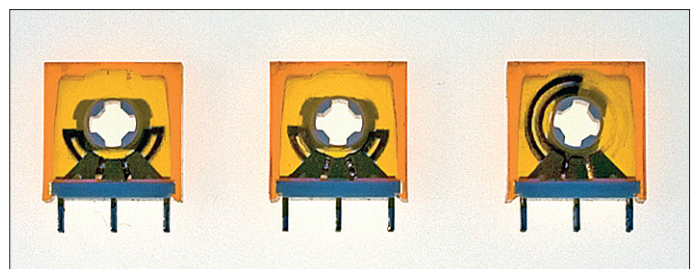
Die Schalter S1 bis S4 und S5 bis S7 werden vormontiert und in korrekter Einbaulage fixiert geliefert, man sollte nicht am Schalter spielen, ehe er nicht eingelötet ist. Falls die Schalterteile trotzdem einmal neu justiert werden müssen, stellen wir die Achse am Rastkopf auf Rechtsanschlag und bringen die Schaltkammern in die Position gemäß Bild 11 bzw. 12, bevor wir die Schaltachse einschieben.

Die dem Bausatz beiliegenden Mitnehmerwellen der Schalter sind absichtlich etwas länger als nötig. So lassen sie sich im Notfall herausziehen, um auf diese Weise die Stellung der Schaltkammern zu verändern, ohne sie ausbauen zu müssen. Selbstverständlich kann die herausstehende Welle auch gekürzt werden.

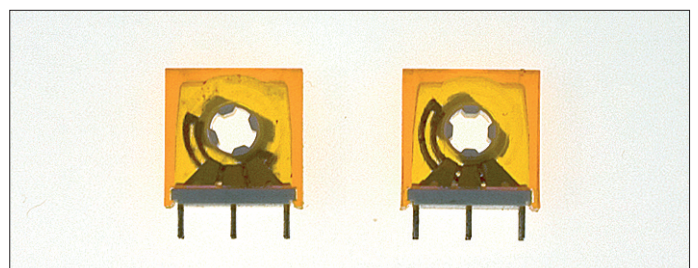
Die Befestigungsschrauben für C6 dürfen nur leicht angezogen werden.

Die Notwendigkeit der exakten Ausrichtung gilt selbstverständlich auch für die Buchsen K1 bis K7 an der Rückwand. Auch hier sollte man sorgfältig arbeiten und eventuell probierhalber die Rückwand

**Bild 11:**  
Position der Schaltkammern des Preselektors bei Rechtsanschlag (von links nach rechts, 1. bis 3. Ebene hinter dem Rastkopf)



**Bild 12:**  
Position der Schaltkammern des Dämpfungsschalters bei Rechtsanschlag (von links nach rechts, 1. bis 2. Ebene hinter dem Rastkopf)



aufstecken, bevor alle Buchsen vollständig eingelötet werden.

Zum Schluss bleibt noch die Bestückung der vorbereiteten Ringkernspulen L2 bis L5. L4 und L5 müssen mittels Kabelbinder auf der Platine befestigt werden, da sie

mit recht dünnem Draht gewickelt sind. Bei L2 und L3 könnte, bedingt durch den dicken Wickeldraht, auf die zusätzliche Befestigung verzichtet werden. Die Löcher für den Kabelbinder sind aber trotzdem vorgesehen.

Nach der erfolgreichen Bestückung der Platine stecken wir die Jumper für die Inbetriebnahme wie folgt:

J1 auf 2-3 → Speisung des FA-SY aus USB

J2 auf 1-2 und J3 auf 1-2 → Preselektor eingeschaltet

J4 auf 2-3 und J5 auf 2-3 → Verstärkermodul nicht gesteckt (überbrückt)

**Tabelle 1: Stückliste der im Bausatz enthaltenen Teile**

Bezeichnung	Typ/Wert	Anzahl	Bemerkung
C1, C2	470 µF/16 V	2	
C10	1 µF/50 V	1	
C11, C13	10 µF/50 V	2	
C12	100 nF, MKS-2	1	
C3	100 µF/16 V	1	
C4	22 µF/25 V	1	
C5	330 µF/6,3 V	1	
C6	Drehko FD 60+140	1	mit 2 Senkkopfschrauben M2,5 × 4
C7, C8, C14	47 µF/25 V	3	
C9, C15	1000 µF/25 V	1	
D1	LED, grün, 3 mm	1	
D2	LED, rot, 3 mm	1	
D3	SB5100	1	
D4	1N5817	1	
IC1, IC3	LTV817, DIL-4	2	
J1 – J5	Stiftleiste 1 × 3	5	
	Jumper	5	
K1, K3, K5	Klinkenbuchse 3,5 mm, Stereo, stehend	3	
K2	USB-B-Buchse	1	
K4	Buchse für Hohlstecker 2,1 mm	1	
ST1	Hohlstecker 2,1 mm	1	
K6	Cinch-Buchse	1	
K7	BNC-Buchse	1	
K8, K10	Buchsenleiste, 6-polig	2	1 × 1-W-PA, 1 × FA-SY
K9	Buchsenleiste, 7-polig	1	1-W-PA
K11	Buchsenleiste, 9-polig	1	FA-SY
L1	100 µH, SMCC	1	
L2, L3	Ringkern T50-6	2	gelb
L4, L5	Ringkern T50-2	2	rot
	CuL 0,2 mm	120 cm	L5
	CuL 0,3 mm	80 cm	L4
	CuL 0,5 mm	50 cm	L3
	CuL 0,8 mm	30 cm	L2
	Kabelbinder	4	
L7	820 µH, SMD	1	Platinenunterseite
R1, R3	10 kΩ, Spindeltrimmer, stehend	2	
R2	1 kΩ, Spindeltrimmer, stehend	1	
Rel1, Rel2	Relais G6K-2P 12V	2	
S1	Rastkopf, 5 Stellungen	1	
S5	Rastkopf, 3 Stellungen	1	
S2-S4, S6, S7	Schaltkammer	5	
	Schaltachse für 3 Kammern	2	
T1-T3, T5	T-622-X65	4	
T4	T4-1-X65	1	
	Drehknopf 14/4	2	mit Deckel
	Drehknopf 20/6	1	mit Deckel
	Platine	1	SMD-bestückt
	Baumappe/Software auf CD	1	unbestückt

Der Drehkondensator C6 für den Preselektor besitzt zwei Trimmer, die auf der Rückseite zugänglich sind. Beide drehen wir halb aus (bzw. halb ein). Die Stellung der Rotorplatten ist von außen gut erkennbar. Mit dem Abgleich kann man die Bereiche des Preselektors etwas feiner einstellen. Die angegebenen Trimmerstellungen sind aber eine gute Startposition.

Damit ist der Aufbau der Transceiverplatine abgeschlossen. Wer mit dem Transceiver nur empfangen möchte, kann die Platine jetzt in das Gehäuse einbauen.

Die für den Sendeteil erforderlichen Abgleicharbeiten erfolgen mit Softwareunterstützung und werden deshalb im zweiten Teil der Baumappe beschrieben. Dieser Abgleich ist allerdings nur außerhalb des Gehäuses möglich.

Sollte das vom FA-Leserservice [2] angebotene Tubusgehäuse Verwendung finden, ist die Platine behutsam in die passenden Führungsschlitze einzuschieben.

Anschließend schrauben wir Front- und Rückplatte mit den mitgelieferten Gehäuseschrauben an und fixieren den Drehkondensator vorsichtig mit den beiden kurzen M2,5-Senkschrauben. Wenn die Bestückung der Bauteile mit der gebotenen Sorgfalt erfolgte, müssten alle Buchsen und Bedienelemente an der richtigen Stelle sein und in den vorgesehenen Bohrungen Platz finden. Zum Schluss wird je ein Spannzangendrehknopf auf der Achse des Drehkondensators und der beiden Stufenschalter befestigt.

Das Muster des aufgebauten Transceivers ist in Bild 13 zu sehen.

[SDR-TRX@funkamateu.de](mailto:SDR-TRX@funkamateu.de)

## Literatur und Bezugsquellen

- [1] Arnold, H., DL2EWN: FA-SDR-TRX für 160 m bis 10 m. FUNKAMATEUR 58 (2009) H. 10, S. 1085–1089; H. 11, S. 1202–1206; H. 12, S. 1318–1321
- [2] FUNKAMATEUR-Leserservice: Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94-72, Fax -69, E-Mail: [shop@funkamateu.de](mailto:shop@funkamateu.de); Online-Shop: [www.funkamateu.de](http://www.funkamateu.de) → Online-Shop



**Bild 13:**  
Der fertig aufgebaute  
FA-SDR-Transceiver  
im Gehäuse

### ■ Inhalt der CD zum Bausatz FA-SDR-TRX

- Baumappen:  
*FA-SDR-TRX\_Hardware.pdf*  
*FA-SDR-TRX\_Software.pdf*  
*1-W-Linearverstärker.pdf*
- Manuals (deutsche Übersetzung):  
*PowerSDR\_SR40.pdf*  
*ROCKY.pdf*  
*PowerSDR1000.pdf*
- Software:  
*dotnetfx.exe*  
*PowerSDRSetup1913.exe*  
*RockySetup.exe*  
*Sdr1kUsb.dll-09jan*
- FA-SY 1:  
Treiber  
Steuerungsprogramm *USB\_Synth.exe*  
und zugehörige DLL *libusb0.dll*  
Baumappe zum FA-SY 1 BX-026 (pdf)

## Versionsgeschichte zur Baumappe

Die aktuelle Fassung dieser Baumappe wird auf der CD zu jedem Bausatz mitgeliefert.

Damit Leser, die die vorigen Textversionen bereits kennen, nicht alles neu lesen müssen, führen wir an dieser Stelle auf, was sich von Version zu Version geändert hat.

### Version 101130

- Bauteilwert von C1, C2 in der Stückliste  
Seite 7 geändert

### Version 100824

- Teilung der ursprünglichen Baumappe  
in einen Software- und Hardware-Teil

### Version 100525

- Ursprungsversion