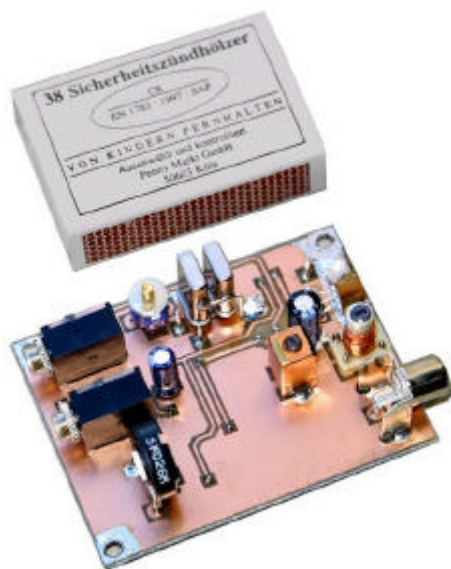


QRPproject

QRP and homebrew international



Hegau SMD

Ein 40m SMD Transceiver
Bausatz

Entwickel als Übungsprojekt der DL-QRP-AG
Arbeitsgemeinschaft für QRP und Selbstbau im Amateurfunk

Vertrieb durch

QRPproject

QRP and homebrew international

Entwicklung: Peter Solf, DK1HE
Durchführung: Peter Zenker, DL2FI

<http://www.dl-qrp-ag.de>
<http://www.qrpproject.de>

QRPproject
Saarstr. 13
12161 Berlin

DL-QRP-AG
Saarstr. 13
12161 Berlin

Alle Rechte an diesem Bausatz bei DL-QRP-AG und QRPproject

Selbstbau heute

Der Selbstbau von Amateurfunkgeräten gehört nach wie vor zu den interessantesten Bereichen unseres Hobbys. Mehr denn je gilt die Regel: Wirklich gute Geräte im Amateurfunkbereich muss man sich selbst bauen. Durch die fast vollständige Automatisierung der Fertigung von elektronischen Geräten ist aber bei den Bauteilen ein starker Wandel hin zu sog. SMD Bauteilen = Surface Mounted Device, Oberflächen Montierte Teile zu beobachten. Neue Bauteile "mit Beinen" gibt es kaum noch, immer mehr herkömmliche Bauteile werden abgekündigt oder heute schon nicht mehr gefertigt. Wer weiter basteln möchte kommt nicht umhin, sich mit der SMD Technik zu beschäftigen.

Das erste, was einem auffällt ist Größe der Bauteile. Mäusekötel, werden sie von manchem respektlos genannt, und viel größer sind sie wirklich nicht. Das macht so manchem Angst und nicht nur ältere Bastler meinen diese kleinen Teile gar nicht richtig sehen zu können. In der Praxis relativiert sich das ziemlich schnell. Ob mit dicker Lesebrille oder Lupe, mit viel Licht allemal fällt nach wenig Übung der Aufbau von Platinen mit SMD Teilen schnell nicht mehr schwer. Der Umgang mit SMD erfordert allerdings etwas andere Praktiken, als wir es gewöhnt sind, aber das war beim Wechsel von der Röhre zum Transistor und vom Transistor zum IC auch schon so.

Um die erforderliche Praxis zu trainieren, haben wir den Hegau SMD entwickelt. In erster Linie soll mit dem Hegau SMD der Umgang mit SMD geübt werden Die überwiegende Anzahl der Bauteile sind SMD. Widerstände, Kondensatoren, Transistoren und Ics, alles klitzeklein. Nur die Spulen, Quarze und einige wenige andere Bauteile sind so wie sie immer waren. Das Ergebnis der Übung soll Anreiz und Belohnung zu gleich sein: Ein kleiner 40 Meter Transceiver mit Eigenschaften, wie man sie bei einem so einfachen Gerät sonst kaum findet.

Da das Hauptanliegen dieses Projektes ist, den Umgang mit SMD zu üben, fangen wir diesmal auch nicht mit der Schaltungsbeschreibung, sondern mit einer allgemeinen Einführung in den Umgang mit SMD an.

Viel Spaß mit unserem Übungsbausatz und hoffentlich cu mit dem HegauSMD

Peter, DL2FI

Einführung in die Mustergeräte-Herstellung unter Verwendung von SMD-Bauteilen

A brief introduction to prototyping with
Surface Mount Technology
(SMT)
Luke Enriquez, VK3EM
(übersetzt von Volker Eichler, DL6MFD)

Einleitung

Viele Menschen vermeiden es, sich mit der SMD-Technologie auseinander zu setzen, weil sie ganz einfach ein großes Informationsdefizit haben. Während es verschiedene gute Abhandlungen über deren kommerzielle Nutzung gibt, findet man nur wenig Lektüre zur Thematik „Eigenbau“ und „Verarbeitung bei Prototypen“. In vielerlei Hinsicht ist SMD wohl das, was für die an Röhren gewöhnten Entwickler die Einführung von Chips und ICs bedeutet hat. Aus diesem Grund wurde dieser Artikel geschrieben – um dem praktizierenden und experimentierenden Funkamateurliebling diese interessante Sparte näher zu bringen.

Was versteht man unter SMD-Technik? (SMD = Surface Mounted Device, oberflächenmontiertes Bauteil. Im englischsprachigen Raum sieht man zumeist die Abkürzung SMT, T für Technology. Anm. d.Ü.) Einfach gesagt ist es eine spezielle Art der Bauteilmontage. Die meisten elektronischen und elektrischen Komponenten können in zwei Gruppen eingeteilt werden: „Durch das Loch“ (TH – through the hole) oder „oberflächenbefestigt“ (SM – surface mounted). TH-Teile wurden jahrzehntelang benutzt und sind dazu vorgesehen, auf einer Seite der Leiterplatte bestückt und auf der anderen verlötet zu werden. SM-Bauteile werden hingegen auf der gleichen Seite der Platine angebracht und verlötet.

Warum wird SMD in der industriellen Fertigung verwendet? Diese Technik hat einige entscheidende Vorteile gegenüber der Loch-Methode:

- Schneller bei der Automaten-Bestückung
- Kleinere Abmessungen bei sonst gleichen elektrischen Eigenschaften
- Weniger parasitäre (störende) Einflüsse
- Günstigerer Bauteilpreis

Warum man sich mit der SMD-Technik befassen sollte

Die „Black-Box-Funker“ einmal ausgenommen, betrifft SMD zunehmend all diejenigen, die sich mit der Reparatur, Modifikation oder Entwicklung von elektronischen Baugruppen beschäftigen. Loch-Bauteile werden immer mehr durch ihre SMD-Gegenstücke ersetzt, da die Industrie verstärkt in die Umrüstung auf diese neue Technologie investiert, um von diesem Kuchen auch ein Stück abzubekommen.

Es gibt zwar noch Ausnahmen – trotzdem werden in den heutigen Haushalts- und Unterhaltungsgeräten verdrahtete Widerstände, Kondensatoren, Transistoren und ICs immer seltener. Dadurch, dass die Nachfrage nach solchen Teilen gering und sogar rückläufig ist, werden sich die Preise dafür in den nächsten Jahren erhöhen und eine Beschaffung immer schwieriger sein. Zu guter Letzt wird der Nachschub versiegen, und die „Drahtoldies“ bekommen den Stellenwert von Röhren.

Diejenigen, die solche Warnungen anzweifeln, sollten einmal in ein modernes schnurloses Telefon, in einen PC oder ein Amateurfunkgerät schauen. Da wird ein aufmerksamer Beobachter feststellen, dass nur noch Steckverbinder und Elektrolytkondensatoren mit Drähten befestigt sind. Der Grund dafür liegt einerseits in der notwendigen mechanischen Festigkeit, die Buchsen und andere Verbindungselemente brauchen, zum anderen (bei den Elkos) in ihrer notgedrungenen Form, die nicht leicht von einem SM-Bauteil nachgebildet werden kann. Letztendlich werden aber auch die Lösungen dieser Probleme zu billigeren Alternativen führen, und auch diese beiden Spezies dürften wohl bald in der bisherigen Form von der Bildfläche verschwinden.

SMD-Legenden

Viele neuen Aspekte des Funkhobbys, aber auch allgemein bei anderen elektronischen Versuchen, litten unter den Märchen, die sie umrankten. SMD macht da keine Ausnahme, was zweifelsohne einer der Gründe dafür ist, dass Funkamateure sich nur langsam an diese neue Technologie gewöhnen. Einige dieser Schauergeschichten sind:

- SMD benötigt spezielle und teure Ausrüstung
- SMD-Bauteile sind schwer zu finden
- SMD verlangt nach professionellen Platinen
- SMD setzt besondere Fertigkeiten und Erfahrung voraus
-

Die Wahrheit: SMD-Technik anzuwenden, ohne sich groß damit zu belasten, erfordert folgendes:

- Eine ruhige Hand

- Etwas Übung
- Eine gute Pinzette
- Ausreichendes Sehvermögen oder eine Lupe

Leider kann man nicht viel für eine ruhige Hand tun, aber alle anderen Hindernisse sind einfach auszuräumen. Zusätzlich gibt es hilfreiche Tipps, um sich eine gute Technik anzueignen, die im Nachfolgenden niedergelegt sind.

Standard-SMD-Bauteile

Es gibt drei Standardgrößen, die für die meisten passiven Bauteile verwendet werden. Die Namen leiten sich von ihren Abmessungen ab (in tausendstel Inch). Es sind dies:

- 0603 (Länge 60, Breite 30)
- 0805 (Länge 80, Breite 50)
- 1206 (Länge 120, Breite 60)

Zu Beginn der SMD-Epoche war 1206 das am meisten verbreitete Format für Widerstände und Kondensatoren. Im Zuge der Weiterentwicklung von schnelleren und kleineren „Nimm-und-Setz“-Bestückungsmaschinen stellte sich bald 0805 als wirtschaftlicher heraus.

0603 und manchmal noch kleinere Abmessungen werden oft genutzt, wenn „Größe“ das entscheidende Kriterium ist. 1206 gilt nicht mehr als Standard, wird aber noch überall da eingesetzt, wo hohe Ströme und Zuverlässigkeit die Vorgaben sind.

Viele andere passive Bauteile wie Spulen, Tantal-Cs, Trimmer etc. verwenden andere Größen, die im einzelnen hier jetzt nicht aufgeführt werden. Eine Vergleichsliste (bebildert) der gebräuchlichsten Teile sind auf der VK3EM-Webseite unter <http://www.geocities.com/vk3em> zu finden.

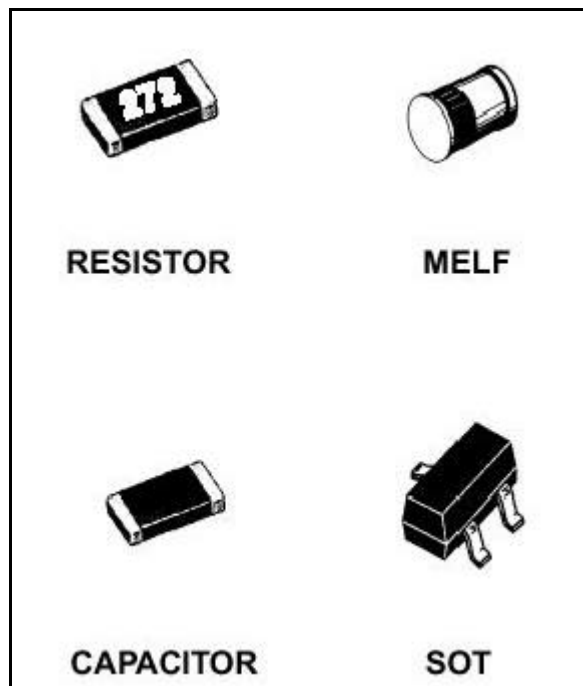


Bild 1 – Gebräuchliche SMD-Bauteile

Widerstände und keramische Kondensatoren zeigt Bild 1. Das MELF-Bauteil wird auch für Widerstände und Dioden verwendet. FETs, Dioden, Varicaps, Transistoren und ICs werden als SOT ausgeführt, und oftmals hilft nur ein Multimeter und der Aufdruck auf der Bauteil-Oberseite, um den Winzling zu bestimmen. Es gibt aber etliche hervorragende Webseiten, die eine Zuordnung von SMDs vereinfachen; Links dazu finden sich auf der VK3EM-Homepage.

Bevorzugte Anwendungsbereiche

SMD hat viele Vorzüge gegenüber drahtgebundenen Bauelementen, und zwar:

- Dort, wo nur geringe Wertänderungen vorgenommen werden müssen. SMD-Widerstände und -kondensatoren lassen sich leicht parallelschalten und dabei schnell zusammen- oder auseinanderlöten. Die Wahrscheinlichkeit, Leiterbahnen dabei durch „Abheben“ zu beschädigen, ist gering; ebenso erspart man sich den Frust, wenn auf beiden Platinenseiten gleichzeitig gearbeitet werden müsste.
- Dort, wo mit HF gearbeitet wird. Es gibt keine Drahtanschlüsse, die einen parasitären induktiven Widerstand bewirken. Erfolg: Die (gewünschten) Eigenschaften sind sehr gut vorauszubestimmen. S-Meter-Anzeigen aktiver Baugruppen hängen weniger vom Testaufbau ab und sind daher hilfreicher bei Simulation und Entwicklung. Eine beachtliche Anzahl moderner Bauteile ist zudem nur in SMD-Form erhältlich. Drahtgebundene Komponenten sind für den Mikrowellen-Bereich nicht unmittelbar einsetzbar.

- Dort, wo der Platz begrenzt ist. Das hängt natürlich stark von der Schaltung und dessen Layout ab, aber SMD-Teile schreien geradezu nach großen Kapazitäts- und Widerstandswerten, um den Platzbedarf gering zu halten.
- Dort, wo das Löcherbohren ein Problem darstellt. Jeder, der schon einmal eine Leiterplatte hergestellt hat, kennt den Ärger, wenn sie doppelseitig ausgeführt sein muss. Mit SMD vereinfacht es sich, weil auf der selben Seite gezeichnet, bestückt und gelötet wird. Man kann also entweder beidseitig montieren, oder hat einseitig eine solide Massefläche mit nur wenigen Durchkontaktierungen.
- Dort, wo eine vorhandene Schaltung abgeändert werden soll. Vorbei die Zeiten, als riesige Gebilde von Widerständen, Kondensatoren oder Dioden dazugebaut wurden. Einfach Leiterbahn unterbrechen und SMD einfügen – so simpel, winzig und sauber sieht die Lösung aus.

Hinweise zum Löten von SMD-Bauteilen

Die meisten Lötgrundsätze für Drahtbauteile können für die Arbeit mit SMD übernommen werden. Die gute Arbeitstechnik kommt mit der Zeit von selbst, aber die folgenden Tipps zeigen zu Beginn den richtigen Weg auf. Übungen zum Verfeinern der Fertigkeiten sollten am besten mit SMD-Widerständen durchgeführt werden – sie sind am robustesten.

1. Die Leiterplatte sauber halten. Alkohol kann zur Entfernung von Schmier- und Ölfilmern verwendet werden. Grundsätzlich sollten Leiterplatten unter warmem Wasser gewaschen und anschließend im Backofen bei 60 Grad zehn bis 15 Minuten getrocknet werden.
2. Den richtigen LötKolben für diese Arbeiten verwenden. Man braucht weder ein temperaturgeregeltes Gerät, noch eine spezielle SMD-Spitze oder eine Heißluftstation. Diese Dinge werden in der Industrie verwendet, aber nur, um Zeit zu sparen und die Zuverlässigkeit zu erhöhen. Alle Arten von SMD-Lötarbeiten können beispielsweise mit einer normalen Weller-Station durchgeführt werden. Der wichtigste Punkt ist, eine passende Spitze auszusuchen (mehrere zur Auswahl sind ratsam). Wie bei jedem Lötvorgang ist es auch hier die Grundidee, die Verbindungsstelle möglichst schnell zu erhitzen und durch das Zinn mit dem Bauteil zu verschmelzen. Anhand der Überlegung, wie groß der Temperaturabfall am Lötspitze wohl sein könnte, sollte die entsprechende Spitze zum Einsatz kommen. Die Verwendung größerer „Kaliber“ beschränkt sich normalerweise auf ausgedehntere Kupfer-, d.h. Masseflächen.

Merke: Die hitzeempfindlichsten Bauteile sind Keramik-Chipkondensatoren. Ihnen folgen Transistoren und ICs, härter im Nehmen sind Spulen und Widerstände.

3. Zum Ausprobieren sollte man Lötzinne mit niedrigem Schmelzpunkt verwenden. Es ist dem „normalen“ Lot 60/40 sehr ähnlich, enthält jedoch zwei Prozent Silber. Dadurch hat es zweierlei Effekte: Der Schmelzpunkt liegt tiefer, und es greift die Bauteile-Anschlüsse weniger an. SMD-Widerstände, -kondensatoren usw. bekommen ihre Verbindung zur Leiterbahn über metallische „Kappen“ (Pad). Diese bestehen zumeist aus Nickel oder einer verwandten Legierung. Ein Problem, das beim mehrfachen Löten einer Verbindung auftritt, ist, dass bei jeder Erhitzung der Stelle Nickel vom Bauteil in das Lötauge wandert. Diesen Vorgang nennt man „Ausbluten“ – er findet jedoch nennenswert nur bei mehrfachem Bearbeiten einer Kontaktstelle statt. Dieses Ausbluten tritt bei Verwendung des normalen 60/40-Lötzinns wesentlich rascher auf. Der Nachteil des silberhaltigen Lötdrahtes ist sein Preis: Etwa drei mal so hoch wie das Standardmaterial – und auch nicht überall erhältlich. Wenn es nur darum geht, einen Bausatz mit bekannten Werten herzustellen, genügt das normale 60/40-Lötzinne. Sollte jedoch ein häufiger oder zumindest wahrscheinlicher Bauteilertausch gewünscht bzw. nötig sein, ist die „versilberte“ Lösung die bessere Wahl und verspricht höhere Zuverlässigkeit auf lange Sicht.

Einige Bastler verwenden „Lötpaste“, wie sie von diversen Baumärkten angeboten wird. Der Vorteil davon liegt scheinbar in der erhöhten Verfügbarkeit von Flussmittel. Dennoch – Lötpaste war nie dazu vorgesehen, mit einem LötKolben verwendet zu werden. Grund: Das Flussmittel im Lötzinne ist wasserbasiert und muss dieses zunächst verdampfen, ehe der eigentliche Lötvorgang stattfinden kann. Kommt nun Lötpaste hinzu, die vorher „ausgetrocknet“ werden muss, geschieht das erwünschte Schmelzen des Lots noch später. (Lötpaste ist prima für Sanitärinstallationen, aber nicht bei elektronischen Arbeiten. - d.Ü.)

Es kommt hinzu, dass Lötpaste in amateurüblichen Gebinden nur als 60/40-Mischung erhältlich ist. Wer auf dem SMD-Sektor experimentieren möchte, sollte statt dieser „Creme“ lieber das silberhaltige Lot und reines Flussmittel aus Spritze oder Tube verwenden.

4. Wenn möglich, zusätzliches Flussmittel einsetzen. Eines der größten Probleme beim Arbeiten mit SMD-Bauteilen ist das Fehlen von genügend Flussmittel in der Seele des Lötdrahtes. Professionelle Hersteller greifen daher auf Lötpaste in Verbindung mit temperaturgeregelten Heizkammern zurück. Dennoch wird die Löthitze selbst sehr selten überprüft, was zu einem Verdampfen des Flussmittels führt, bevor die Schmelzverbindung stattgefunden hat. Das führt zu einer „stumpfen“ Lötstelle, oftmals an ihrem matten Aussehen zu erkennen. Flussmittel hat mehrere Vorzüge: Es erhöht die Wärmeübertragung von der Lötspitze auf die Verbindung und zugleich auch die Oberflächenspannung des geschmolzenen Zinns. Dadurch erhält man schöne konkave Lötungen und reduziert das Überbrücken zu benachbarten Punkten. Nachteile sollen nicht verschwiegen werden: Flussmittel ist ziemlich klebrig und benötigt spezielle Lösungsmittel zum Entfernen. Seifenlösung und Ultraschallbad sind eine Möglichkeit, verursachen aber anschließend einen zweiten Reinigungsgang in klarem Wasser und „Backen“ im Ofenrohr. Weiterhin besteht die Gefahr, damit ungewollt Verunreinigungen einzubringen, die sich vor allem im Mikrowellenbereich und in Anwendungen hoher

Impedanzen, also bei VCOs, auswirken können. Noch etwas: Flussmittel enthält gelegentlich Bleiverbindungen – daher direkten Hautkontakt vermeiden und Gummihandschuhe tragen.

Erhältlich ist es in Baumärkten und bei verschiedenen Direktversendern entweder als Spritze oder Stift. Ganz allgemein gesagt, macht es das Löten von SMD-Teilen jedenfalls einfacher und verbessert die Qualität der Kontaktstelle.

5. Benutze eine gute Leuchtlupe oder ein anderes Vergrößerungsgerät. SMD-Teile werden allgemein als sehr winzig empfunden, die entsprechenden Lötstellen sind etwa um den Faktor vier kleiner. Da gerade sie es sind, auf die es das Augenmerk zu lenken gilt, lohnt sich die Anschaffung einer Leuchtlupe oder ähnlichen Einrichtung – vor allem dann, wenn man etwas „Dauerhaftes“ produzieren möchte.

Die meisten Menschen mit ausreichender Sehkraft sollten aber in der Lage sein, ohne diese Hilfe zu löten. Die Verbindung selbst kann dann später unter einem normalen Vergrößerungsglas geprüft werden. Aber auch Bastler mit Sehschwächen finden Unterstützung durch spezielle Optiker-, Feinmechaniker- bzw. Juwelierbrillen, die direkt am Kopf getragen werden.

6. Besorge dir eine gute Pinzette. Es erleichtert den Umgang mit SMD ganz erstaunlich. Dieses Instrument wird wohl das wichtigste sein – sowohl zum Ein- als auch Auslöten. Außerdem hat diese lohnenswerte Anschaffung noch einen weiteren Nutzen: Man kann damit Splitter (z.B. aus dem Finger – d.Ü.) entfernen.

Kleine SMD-Bauteile verlöten

Die folgende Technik sollte angewandt werden, um kleine Bauteile wie Widerstände, Kondensatoren, Induktivitäten, Transistoren und ähnliche anzubringen:

1. Eine kleine Menge Flussmittel auf den Lötspalt und etwas Lötzinn auf ein Pad des Bauteiles aufbringen.
2. Bauteil mit Pinzette aufnehmen, dabei auf möglichst horizontale Lage achten. Alternativ das Bauteil an seiner vorgesehenen Position leicht bewegen.
3. Während das Teil mit der Pinzette gehalten wird, das aufgebraute Lötzinn am Pad schmelzen und Bauteil in Position bringen.
4. Lötspalt wegnemen, Teil aber so lange in der richtigen Lage halten, bis das Lötzinn erhärtet ist. Überprüfen, ob das SMD flach auf der Platine aufliegt. Falls nicht – Lötstelle aufschmelzen und gleichzeitig mit der Pinzette die Komponente leicht anpressen.
5. Das zweite Pad des Bauteiles anlöten. Erste Lötstelle nochmals erhitzen und dann erkalten lassen.
6. Das Ergebnis mittels Lupe o.ä. überprüfen. Die Verbindungsstelle sollte glänzend und gewölbt sein. Zu viel Lötzinn aufgebracht? Mit Entlötlitze aufnehmen und nochmals versuchen. Siehe dazu Bilder Abbildung 2.

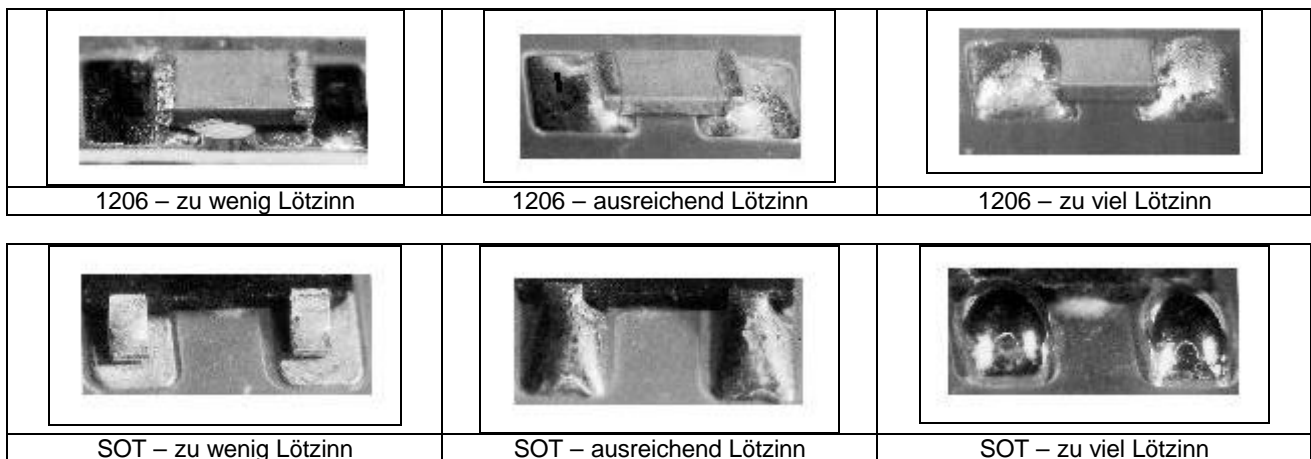


Abbildung 2 – 1206 und SOT mit zu wenig, ausreichend und zu viel Lötzinn

SMD-ICs verlöten

ICs bedürfen zwar einer ähnlichen, aber geringfügig anderen Behandlung:

1. Flussmittel auf die entsprechenden Lötstützpunkte aufbringen.
2. Etwas Lötzinn auf einen der Eckpins des IC geben.
3. Das Bauteil auf der Platine an den Lötspalten ausrichten. Lieber zweimal die korrekte Position und Pin-Belegung überprüfen.
4. Am „vorbehandelten“ Beinchen das Lötzinn schmelzen und mit Pinzette IC in richtige Lage bringen. Lötstelle erkalten lassen.
5. Das diagonal gegenüberliegende Beinchen verlöten. Unter der Lupe prüfen, ob alle Anschlüsse auf ihren vorgesehenen Punkten liegen.
6. Alle anderen Kontakte verlöten. Ergebnis mittels Lupe kontrollieren.

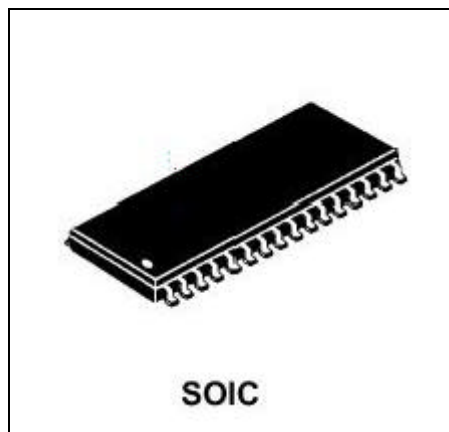
7. Für einige Sonderformen sind evtl. andere Vorgehensweisen nötig.

Auslöten kleiner SMD-Bauteile

1. Reichlich Lötzinn auf eine Seite des Bauteiles geben.
2. Noch während diese Seite mit Lötzinn-Überschuss geschmolzen ist, mit dem LötKolben das andere Pad erhitzen und Bauteil damit seitlich wegschieben.
3. Pads mit Entlötlitze reinigen.

Merke: Der Trick an der ganzen Sache ist, der einen Seite des Bauteils durch überschüssiges Lötzinn ein größeres thermisches Potential zu geben und diesen Punkt zuerst zu erhitzen. Der Erstarrungsvorgang dauert länger als bei normalem Lötzinnauftrag – in dieser Zeit kann das zweite Pad „befreit“ werden.

Auslöten kleinerer ICs



Im allgemeinen mögen Funkamateure keine SMD-ICs, weil die Herstellung geeigneter Leiterplatten sehr schwierig ist. Trotzdem – vielleicht muss ja einmal am bevorzugten Rig ein fehlerhafter IC ausgetauscht werden. Die nachfolgend beschriebene Technik ist aber nur bei SO-ICs bis maximal 50 Beinchen anwendbar; andere Bauteile benötigen zur Demontage eine Heißluftpistole oder eine Mini-Flex, mit der die Anschlüsse von der Platine getrennt werden.

1. Flussmittel auf alle IC-Anschlussbeinchen geben
2. Mit Entlötlitze so viel Zinn wie möglich entfernen.
3. Dünnen Kupferlackdraht unter einer Reihe IC-Pins durchfädeln.
4. Ein Ende des Drahtes an einem nahegelegenen Bauteil befestigen, z.B. an einem „dicken“ Elko.
5. Beim losen Ende beginnend, ersten Lötspunkt des IC schmelzen und gleichzeitig Draht seitlich unter dem Baustein wegziehen. Der Draht soll unter dem entsprechenden IC-Bein hervorschnellen und dieses frei von der Leiterplatte sein.
6. Die Schritte 3 bis 5 auf der anderen Seite wiederholen.

Welche Teile sind wiederverwertbar?

Einige SMD-Bauteile sind ziemlich teuer, wenn man sie in kleineren Mengen erwirbt. Alle möglichen Komponenten können jedoch aus Surplus- oder Schrottgeräten gewonnen werden – vorausgesetzt, dass diese SMDs enthalten. Das hilft nicht nur Geld sparen, sondern gibt auch reichlich Gelegenheit, das Auslöten zu üben. Auf der VK3EM-Homepage finden sich zahlreiche Farabbildungen, die bei der Identifizierung vieler solcher „Schätzchen“ helfen.

Vor der Verwendung recycelter Bausteine sollte man sie aber einer elektrischen Prüfung unterziehen. Die meisten Schwierigkeiten bereiten keramische Kondensatoren (sie zerbrechen leicht). Spulen, Transistoren und Widerstände sind leicht auf ihr korrektes Arbeiten zu testen.

Schlussfolgerung

Dieser Artikel hat einige Methoden beschrieben, die dem experimentierfreudigen Funkamateurer den Umgang mit der SMD-Technik vereinfacht. Auf keinen Fall erhebt diese Zusammenstellung den Anspruch auf Vollständigkeit; weitergehende Informationen können auch von VK3EM's Website abgerufen werden. Alle im Bericht erwähnten Methoden sind als einfacher Leitfaden für die breite Masse gedacht; im Laufe der Zeit wird jeder Einzelne sicher seine eigene Vorgehensweise entwickeln. Die SMD-Technologie kann sowohl hilfreich als auch lohnend sein – man muss nur den passenden Anwendungszweck erkennen.

Danksagung

Der Autor bedankt sich herzlich bei Steve Merrifield (VK3ESM) und Bryan Ackerly (VK3YNG) für die Unterstützung bei der Vorbereitung dieses Artikels. Die Bilder daraus wurden vom Tait T2000 Series II radio manual übernommen. Meinungen, Zuschriften oder Fragen zu diesem Bericht können an VK3EM@hotmail.com geschickt werden; ein Besuch auf Luke's Seiten unter <http://www.geocities.com/vk3em> lohnt sicher ebenfalls.

(Die Übersetzung wurde von mir nach bestem Wissen und in manchen Teilen etwas frei, aber sinngleich, vorgenommen. Eine Richtigkeit kann weder für den Inhalt noch für den Wortlaut gegeben werden. – Volker Eichler, DL6MFD)

DK1HE SMD-QRP-Transceiver " Hegau "

von Peter Solf DK1HE

Vorwort :

Angefangen bei der Waschmaschinensteuerung, über die gesamte Unterhaltungselektronik hinweg bis hin zum geliebten High-Tech-Transceiver-ohne SMD-Technik läuft heutzutage nichts mehr! Ursprünglich für die Dickfilmtechnik entwickelt, haben die 'Mini-Chips' inzwischen die gesamte Produktpalette der Elektronik für sich erobert. Der primäre Grund für die steigende Verwendung dieser Bauteile liegt in der drastischen Kostenreduzierung durch die nunmehr großtechnisch möglich gewordene automatische Bestückung der Leiterplatten. Durch die geringen Gehäuseabmessungen bedingt, besitzen diese SMD-Chips auch exzellente HF-Eigenschaften bis weit in die Mikrowellenbereiche hinein. Ohne SMD's wären die meisten UHF-SHF-Applikationen gar nicht möglich. Diese unbestreitbaren Vorteile haben zur Folge, daß in gar nicht so ferner Zukunft die meisten bedrahteten Bauteile wegen rückläufiger Nachfrage vom Markt verschwinden werden. Schon heute sind zahlreiche IC's nur noch im SMD-Gehäuse erhältlich. Für die noch bastelnden Funkamateure bedeutet dies, daß man sich baldmöglichst mit der SMD-Technik befassen sollte. Das nachfolgend beschriebene Projekt ist als SMD-Lötkurs zu verstehen, nach dessen erfolgreichem Abschluß als Belohnung ein vollwertiger kleiner 40m-QRP-Transceiver entsteht. Bei der Entwicklung der Schaltung hat sich der Verfasser auf das "ausgewogene Muß" beschränkt; eine weitere Einsparung von Bauteilen wäre zu Lasten der guten Betriebswerte gegangen. Ein sogenannter "Fun-Transceiver" sollte auch wirklich Spaß bereiten und nicht wie bei so manchen Bastelanleitungen nach erfolgtem "Frustr- Erlebnis" alsbald im Hobbykeller verstauben. Der kleine SMD-Transceiver zeichnet sich durch folgende technische Daten aus:

- einfaches Direktüberlagerungskonzept ohne teure Spezialbauteile
- Variometer-abgestimmter VXO (großer Ziehbereich der Quarze)
- elektronische S/E-Umschaltung; voll bk-fähig
- CW-Mithörton
- optimiertes selektives RX-Eingangsfiler (kein Abschwächerpoti erforderlich!!)
- Frequenzgang des NF-Teils für CW-Empfang ausgelegt (400-1000Hz)
- gute Empfängerempfindlichkeit bei geringem Eigenrauschen
- 1 Watt-MOSFET-PA (bei 12V)
- Betriebsspannungsbereich 8-14Volt
- minimaler externer Verdrahtungsaufwand da sich alle Buchsen+Lautstärkepoti auf der Leiterplatte befinden.

Schaltungsbeschreibung :

1. Frequenzaufbereitung :

Das Herz der Schaltung besteht aus einem mit dem CMOS-Gatter G1 aufgebauten 7MHz-Colpitts-VXO. Die Reihenschaltung aus C10-C11, sowie der Variometerspule L1 bilden einen Serienresonanzkreis, welcher auf die Sollfrequenz der parallel-geschalteten Quarze Q1/Q2 abgestimmt ist. Q1/Q2 arbeiten in Serienresonanz. Die Windungszahl von L1 ist dabei so dimensioniert, daß der Abstimmkern zum Erreichen der Nennfrequenz ganz schwach in die einlagige Wicklung eintaucht! Wird beim Abstimmvorgang der Kern nunmehr weiter eingedreht, erhält der Serienkreis einen induktiven Blindanteil, welcher die Quarzfrequenz nach tieferen Werten hin "zieht". Der dabei erzielbare Abstimmbereich ist wesentlich größer als dies mit Kapazitätsdioden bei der hier verwendeten niedrigen Betriebsspannung (5V) möglich wäre; beim Prototyp betrug er stattliche 12KHz ! R4 dient zur Reduzierung der Quarzbelastung. Über den Schalttransistor T2 in Verbindung mit dem Trimmer C20 erfolgt im Sendefall eine Shiftung der Quarzfrequenz um ca. 700Hz nach "unten" (über den gesamten Abstimmbereich von L1 nahezu konstant); Sender und Empfänger arbeiten somit 'transceive'.

2. Sendeteil :

Auf den 7MHz-VXO folgt eine mit dem Gatter G2 aufgebaute Taststufe. Wird über den Key-Input der Sender getastet, entsteht am Ausgang von G4 ein 'High-Signal', welches das Gatter G2 akti-

viert und das Oszillatorsignal zu G3 hin durchschaltet. G3 arbeitet als Inverter und dient zur Sperrung der nachfolgenden Senderendstufe während der Tastpausen. In der PA-Stufe kommt ein low-cost MOSFET (T1) zum Einsatz. Der Gate-Vorwiderstand R2 verhindert parasitäre VHF-Schwingneigung der Stufe. Über die Koppelwicklung im Drainkreis von T1 erfolgt Impedanztransformation des niedrigen Ausgangswiderstands auf den hohen Resonanzwiderstand des Ausgangskreises L2. Die Reihenschaltung aus C3-C2 bildet die Parallelkapazität; gleichzeitig dient der Teiler zur Leistungsanpassung an den 50-Ohm-Ausgangswiderstand des Senders. Das nachgeschaltete Tiefpaßfilter Dr1-C1 dämpft die erste Harmonische um zusätzlich ca. 18dB. R1 leitet statische Aufladung von der Antenne kommend nach Masse ab und schützt somit die empfindlichen Kondensatoren C1, C2, C3 vor Durchschlag. Bei 12V-Betriebsspannung liefert der Sendeteil eine Ausgangsleistung von ca. 1Watt.

3. Empfangsteil :

Das von der Antenne kommende Empfangssignal gelangt über das Sender-Ausgangsfilter an den nunmehr als 1. Vorkreis arbeitenden Parallelkreis L2-C3-C2. Da im Empfangsfall T1 gesperrt ist, fehlt dessen dämpfender Einfluß, d.h. es ergibt sich somit eine geringe Bandbreite. Mittels C5 erfolgt lose kapazitive Kopplung an einen 2. Vorkreis hoher Güte bestehend aus L3-C6. Der nachfolgende Direktmischer IC2 wird mit einem hohen Transformationsverhältnis (1:8) induktiv an L3 angekoppelt. Die resultierende Gesamt-Eingangsselektion ist so gut, daß selbst mit angeschlossenen Breitbandantennen wie FD-4, G5RV, W3DZZ in den Abendstunden keine nennenswerten AM-Demodulationseffekte starker Outband-BC-Stationen zu beobachten waren. Es wird kein Eingangsschwächer benötigt! Die Empfängereingangsempfindlichkeit ist dabei für die Praxis völlig ausreichend. Die Duo-Schottkydiode D1 schützt den Eingang von IC2 vor zu hoher HF-Spannung beim Sendebetrieb. Über den HF-Spannungsteiler C8-C9 erhält IC2 das LO-Signal vom VXO. Nach erfolgter Direktmischung steht das nunmehr demodulierte Empfangssignal an Pin4-5 (IC2) im Gegentakt zur Weiterleitung an den nachfolgenden NF-Verstärker zur Verfügung. Der NF-Verstärkerzug besteht aus 2 identischen Verstärkerblöcken mit jeweils 30dB Spannungsverstärkung, welche beide in IC4 integriert sind (Walkman-Stereoverstärker). Der Frequenzgang des Verstärkers wurde dabei auf die CW-Belange optimiert. Die Kondensatoren C16-C17 bilden zusammen mit den Ausgangswiderständen in IC2 Tiefpässe mit einer Grenzfrequenz von 1KHz; ebenso R14-C27. Die Koppelkapazitäten C18-C19 wirken zusammen mit R6-R7 als Hochpässe mit einer Grenzfrequenz von 400Hz; ebenso die Kombination C26-P1. Die resultierende Flankensteilheit des Passbandes beträgt etwa 12dB/Oktave. Der MOSFET T3 dient zur Stummschaltung des NF-Teils während des Tastvorgangs; es werden dabei die lästigen Tastknacks unterdrückt. Über den Abschwächer R17-R10 wird dem Ausgangsverstärker der von IC5 generierte Mithörton zugeführt.

4. Spannungsstabilisierung :

Um den Transceiver an individuellen Spannungsquellen betreiben zu können erhalten die spannungsrelevanten Schaltungsteile eine vom Spannungsregler IC3 stabilisierte 5V-Betriebsspannung; die PA-Stufe wird direkt aus der unstabilierten Bordspannung versorgt; der HF-Output ist somit von deren Höhe abhängig. Das Gerät kann in einem Versorgungsspannungsbereich von etwa 8-14V betrieben werden.

Autor : Peter Solf

Der Aufbau des Hegau SMD

Wie bei herkömmlichen Bausätzen fangen wir mit den Bauteilen mit der niedrigsten Bauhöhe und der geringsten Komplexität an. Ics und Transistoren sparen wir uns bis zum Schluß auf, auch wenn sie ebenfalls ungewohnt klein sind. Der Grund dafür ist, dass einige der Halbleiter etwas empfindlich gegen Statik sind und es besser ist, wenn die Platine insgesamt durch die aufgelöteten Widerstände und Kondensatoren etwas niederohmiger geworden ist.

Ihr findet alle SMD Bauteile auf den zwei DIN A4 Bögen mit der aufgedruckten Tabelle. Jedes Bauteil befindet sich in einem Kästchen und ist mit Tesafilm festgeklebt. Das sieht nicht nur aufwendig aus, es ist auch aufwendig und kostet bei der Bausatzzusammenstellung sehr viel Zeit. Dieser Aufwand ist aber notwendig, weil z.B. die SMD Kondensatoren NICHT beschriftet sind. Nur die eindeutige Zuordnung ermöglicht dem Bastler, die richtigen Bauteile wieder zu finden.

Nimm also immer nur das Bauteil, das du gerade benötigst aus seinem Container!

Ich fange mal mit den Widerständen an:
Die Widerstände werden folgendermaßen bezeichnet:

R steht für Ohm, **k** für kilo-Ohm und **M** für Meg-Ohm alle werden auch als Dezimalzeichen benutzt:

1R0 = 1,0 Ohm
120R = 120 Ohm
1k7 = 1700 Ohm, 1,7 kOhm

SMD Widerstände sind meist im Dezimalsystem bedruckt:

103 = 10 000 Ohm = 10 kOhm
101 = 10 0 Ohm
472 = 47 00 Ohm

Wer sich nicht mit Potenzen belasten will merkt sich einfach: die letzte Ziffer gibt die Anzahl der Nullen an, die hinter den vorderen Teil gehängt werden müssen.

Wenn z.B. auf dem Widerstand 105 steht, dann werden hinter die 10 noch 5 Nullen gehängt also 10 **00000** macht zusammen 1 mit 6 Nullen = 1 Million = 1 Meg Ohm

Die 805 hinter den Werten gibt die Größe des Bauteils an. Logischerweise geschieht das in unserer ansonsten so metrischen Welt immer noch in inch. 0805 = 0,0805 inch.

R9	100K	0805
R10	100R	0805
R1	10K	0805
R15	10K	0805
R16	120K	0805
R6	18K	0805
R7	18K	0805
R13	18R	0805
R4	1K	0805
R11	1K	0805
R3	1M	0805
R12	1M	0805
R17	220K	0805
R2	22R	0805
R5	27K	0805
R8	33K	0805
R14	47K	0805

Und bitte wirklich immer nur das benötigte Bauteil herausnehmen. Wenn in einem Container zwei Bauteile sind, das zweite zur Seite legen, Nr 1 einlöten und dann das zweite Teil nachholen.

Erinnerst du dich noch, wie es geht?

Erst eines der Pads für dieses Bauteil hauchdünn verzinnen. Mit einer Pinzette das Bauteil so hinlegen, dass es möglichst genau mittig über allen Pads liegt. Mit der SAUBEREN LötKolben-Spitze von oben OHNE zusätzliches Zinn auf in den Winkel zwischen Bauteil und Platine. Eine, maximal 2 Sekunden müssen ausreichen um das Zinn zu schmelzen. Den Sitz des Bauteils überprüfen. Ist alles ok, dann kann jetzt die zweite Seite verlötet werden. Nochmals den Sitz überprüfen und dann die erste Lötstelle nochmals nachlöten.

Sitzt alles gut?

Dann machen wir weiter mit den Kondensatoren:

C13	0,01yF	0805	<i>Auch hier fast die gleiche Methode der Bezeichnung. Leider wird sie aber bei SMD Kondensatoren nicht aufgedruckt.</i>
C21	0,01yF	0805	
C28	0,01yF	0805	
C18	0,022yF	0805	
C19	0,022yF	0805	<i>1uF= Mikro Farad</i>
C4	0,047yF	0805	<i>1000nF= Nano –Farad</i>
C7	0,047yF	0805	<i>1000000pF Pico Farad</i>
C24	0,047yF	0805	
C26	0,068yF	0805	<i>1n0 = 1,0 nF</i>
C12	0,1yF	1206	<i>n270 = 0,270 nF = 270 pF</i>
C16	0,1yF	1206	<i>u220 = 0,220 uF = 220 nF</i>
C17	0,1yF	1206	<i>u022 = 0,022 uF = 22nF</i>
C22	0,1yF	1206	
C10	100pF	0805	<i>203 =20 000 pF =20nF</i>
C11	100pF	0805	<i>472 =4700 pF =4,7nF</i>
C3	100pF	0805	
C8	10pF	0805	
C9	120pF	0805	
C14	1yF/16V/Vielschicht	1206	
C15	1yF/16V/Vielschicht	1206	
C27	2700pF	0805	
C1	470pF	0805	
C2	470pF	0805	
C6	68pF	0805	
C5	8,2pF	0805	

So, jetzt ist die Platine schon ziemlich voll. Was fehlt denn noch?

Erst mal die Drossel DR1. Sie ist im Baumass 1210, das ist ein ganz klein wenig größer. Mit der Drossel vorsichtig umgehen, sie ist aus Ferrit und nimmt „erdrückende Liebesbeweise“ meist übel.

DR1 2,2yH 1210

Hast du gemerkt, um wie viel sicherer du mit jeder Lötstelle wirst, wie einfach das eigentlich ist? Trotzdem empfehle ich jetzt eine kleine Pause. Die Raucher sollten sich einen Apfel nehmen, die Nichtraucher mal ums Haus laufen. Vielleicht laufen die Raucher mit ihrem Apfel ja auch mal ums Haus und ihr trefft euch draußen zufällig (Schau mal, der mit dem Apfel, ein rauchender Hegau Bastler)

Ausgeruht? Dann geht's jetzt los. Und keine Bange, es sieht viel schlimmer aus als es ist. Die komischen Bezeichnungen hinter dem Halbleitertyp geben wieder die Bauform an.

D1	BAR43S	SOT23	<i>SOT23 bedeutet nicht, das das Bauteil 23 Anschlüsse hat. Viele Dioden und Transistoren sind im SOT23 Gehäuse, es hat drei Anschlüsse auch wenn elektrisch wie bei Dioden nur zwei gebraucht werden. SO8 und SO14 Gehäuse sind tatsächlich mit 8 oder 14 Anschlüssen versehen. Die Pinbelegung wird gezählt wie bei einem großen IC von 1 nach 8 oder 14 rings herum. Pin 1 ist dort wo ein Punkt oder eine Kerbe zu sehen ist. Wenn nichts zu sehen ist, dann halte das lcs0, das die Aufschrift zu lesen ist. In dieser Stellung ist Pin 1 unten links.</i>
D2	BAS19	SOT23	
T2	BFS20	SOT23	
T3	2N7002	SOT23	
IC1	74HC00	SO14	
IC2	NE612	SO8	
IC3	78L05	SO8	
IC4	TDA7050	SO8	
IC5	NE555	SO8	

Und weiter geht's mit den fetten Bauteilen.

C25 10yF 16V rad.

Ist ein 10 Mikro Farad Elektrolytkondensator. Der kommt als erstes Bauteil auf die OBERSEITE der Platine. Nicht vergessen auf Plus und minus zu achten!

Nun die beiden Quarze:

Q1 Quarz 7035KHz Serie

Q2 Quarz 7035KHz Serie

Und das Trimpoti für die Lautstärke. Noch nicht die Achse einbauen, das kommt später

P1 5K Piher PT15 stehend

Die beiden Spulen.

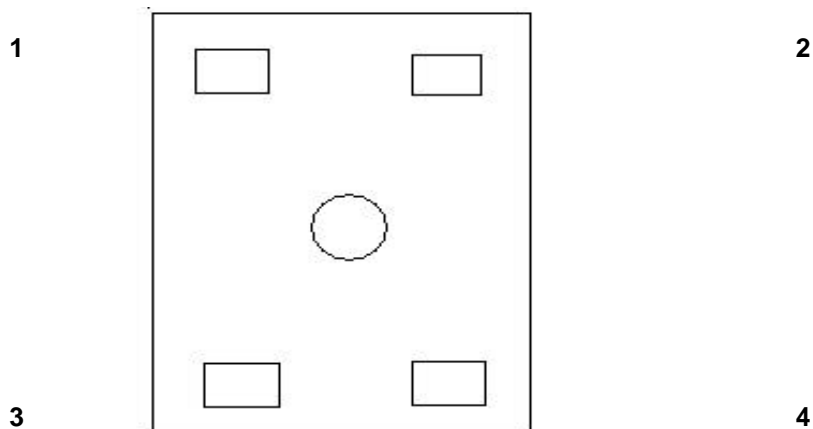
Am liebsten hätte ich die ja zuerst einbauen lassen, weil danach jedem das Löten von SMD wie ein Kinderspiel vorkommt, aber aus technischen Gründen macht man das nicht. Die Spulen sind wegen ihrer Bauhöhe immer im Weg, wenn man sie zu früh einbaut.

Als erstes zum eingewöhnen:

PA-Kreis L2:

L2 Conrad-Spule 516651-88

NICHT einlöten, erst muss die Spule gewickelt werden!



Das soll der Spulenkörper in Draufsicht von der UNTERSEITE sein.

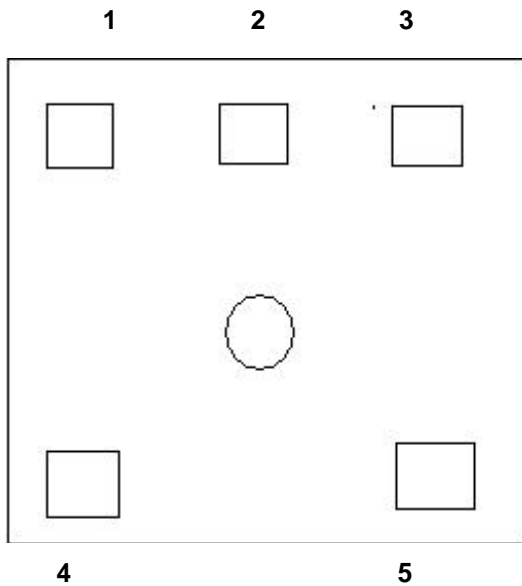
Markiere den Plastikkörper an Pin 1 mit einem Filzstift.

Zuerst die Hauptwicklung mit 35Wdng 0,20mm CuL Windung an Windung. Der Draht wird an Pin 1 festgelötet und du wickelst aufwärts Windung neben Windung in einer Lage!. Wenn die 36 Windungen aufgebracht sind, mit einem Tropfen Kleber festlegen und warten bis der Kleber trocken ist, dann das den Draht so abschneiden, das etwa 5 cm übrig bleiben. Das Drahtende erst mal hängen lassen.

Nun die Koppelwindung. Den Anfang des Drahtes an Pin 2 anlöten und wieder von unten nach oben als zweite Lage über die Hauptwicklung 9 Windungen mit 0,3mm Draht aufbringen. Nach 9 Windungen wieder mit Kleber festlegen. Wenn der Kleber trocken ist, wird dieses Ende nach unten zu Pin 4 geführt und dort verlötet. Das noch herumhängende Ende der Hauptwicklung wird an Pin 3 angelötet.

Jetzt die Platine so vor dich hinlegen, dass DK1HE richtig in der Mitte der Platine lesbar ist, der Platz für L2 ist oberhalb. Pin 1 der Spule kommt nun in das Loch oben rechts. Alle 4 Pins verlöten, den Kern jetzt vorsichtig eindrehen und L2 ist abgehakt.

Als nächstes wird der RX-Vorkreis mit einem Neosid-Filterbausatz 7S; Kappenkern+Gew.-Kern F10b gebaut. Blick von UNTEN auf den Spulenkörper!



Das ist etwas fummeliger, aber auch kein Beinbruch. Nimm den 0,1 mm CuL Draht und schlage 2.3 Schläge von unten nach oben so um **Pin 4**, dass der Drahtanfang etwa 3cm übersteht. Durch die Kerbe im Spulenkörper mit dem Draht hoch zum Zylinder, und 4 Windungen aufgebracht. Nach der vierten Windung runter durch die andere Kerbe zu **Pin 5**, wieder 3 Schläge um den Pin und abschneiden. (etwa 3 cm überstehen lassen) Nun mit dem 0,1mm Draht nach dem eben beschriebenen Verfahren 3 Schläge um Pin 1, durch die Kerbe hoch bis genau **oberhalb** der ersten Wicklung und so dicht an dicht wie es geht in den freien Raum oberhalb der ersten Wicklung 35

Windungen wickeln. Wenn du vorher oben angelangt bist, dicht an dicht von oben nach unten weiterwickeln (zweite Lage), bis du 35 Windungen hast. An dieser Stelle einen Tropfen Kleber aufbringen und nach dem trocknen runter durch die Kerbe zum Pin 3 und den Draht dort mit 2 bis drei Schlägen festlegen. Mit ca 3cm Überstand abschneiden.

Nun die vier Drahtenden die die Löcher in der Platine fädeln. Pin 1 ist wieder oben rechts. Von der Rückseite her vorsichtig an den Drähten ziehen bzw. die 4 Drähte straff halten und mit den Spulenstiften in die Löcher fahren (leichtes Ruckeln hilft) bis die Spule plan aufsitzt. Wenn alles justiert ist, auf der Lötseite die Beinchen und den Draht verlöten. Die Lackisolierung brennt während man lötet weg. Lötzeit pro Bein etwa 2 Sekunden. Den Abschirmbecher jetzt noch nicht aufbringen, das wird erst nach erfolgreichem Funktionstest gemacht.

Jetzt noch die letzten „dicken“ Teile:

Einbaubuchse 12V

Cynch-Bu.CBP-5

Klinkenbuchse 3,5mm NA-35

Klinkenbuchse 3,5mm NA-35

Transistor BS170. Der Transistor wird auf den Bauch gelegt, die flache Seite gegen die Platine.

Darüber kommt ein dünnes Blech, aus dem eine Schelle gebogen wird. Die Schelle dient der Wärmeableitung und wird links und rechts vom Transistor mit der Massefläche verlötet.



Wende dich nun der Konstruktion des Variometers zu. Im Bausatz findest du einen großen Nageldübel, eine Einschlagsmutter und eine M4 Schraube. Aus diesen 3 Teilen wird das Variometer hergestellt. Als erstes wird der Kragen des Dübels abgesägt und der Dübel auf etwa 5 cm Länge gekürzt. Der Kopf der M4 Schraube muss ebenfalls abgesägt werden. Auf das gerade Ende der Schraube wird das zum Bausatz gehörende Ferrit-Röhrchen so aufgeklebt, dass es möglichst genau mit der Schraube fluchtet.

Kleinere Ungenauigkeiten sind tolerierbar, allerdings soll das ganze Gebilde schon ziemlich gerade sein. Wenn der Kleber ausgehärtet ist, kannst du das Variometer mal probeweise zusammensetzen: Die Bohrung des Rohres ist etwas kleiner als der Außendurchmesser der Schlagmutter. Mit leichtem Druck lässt sich die Mutter gut in das Rohr schieben. (siehe nächstes Bild)



Bleibt nicht mehr viel zu tun. Um die genauen Masse zu bekommen, wird jetzt die Platine erst mal in das Gehäuse eingebaut. All Bohrungen im Gehäuse werden ausgemessen und gebohrt. Die Buchsen werden nicht mit dem Gehäuse verschraubt, das wäre bei einem so einfachen Gerät wie dem Hegau zu viel konstruktiver Aufwand. Wenn alles an seinem Platz ist, wird die Stelle festgelegt, an der das Variometer sitzen soll und hier ein 6mm Loch gebohrt.

Die Schlagschraube wird mit der Planseite auf ein Stück Leiterkarte gelötet. Dazu eignet sich gut der Streifen, der sich bei Auslieferung noch an der Platine befindet (muss in jedem Fall an der Fräskante abgebrochen werden). Natürlich muss man vor dem Lötten erst mal ein 6mm Loch in den Streifen bohren. Der Streifen wird dann mit 2 Schrauben Loch über Loch an der Frontplatte befestigt. Das Variometer-Rohr kann nun von innen probeweise auf die Schlagschraube aufgesetzt werden.

Bevor die Spule gewickelt werden kann, musst du ihre Lage bestimmen. Dazu halte die Kombination M4 Schraube / Ferritrohr neben das zusammengesteckte Variometer und markiere auf dem Rohr die Stelle, an der sich das Ende des Ferritrohres befindet, wenn es bis kurz vor dem Anschlag eingeschoben ist. Diese Markierung bezeichnet das obere Ende der Wicklung. Nun werden angefangen an der Markierung 40 Wdg 0,2 mm CuL auf das Rohr gewickelt. Fixiere die Windung mit Nagellack, Kleber oder Wachs und lass zwei genügend lange Drahtenden frei. Bau das Variometer zusammen, und löte die beiden Drahtenden an den vorgesehenen Punkten der Leiterplatte an.

Fertig!

Mit einer großen Lupe werden jetzt sehr sorgfältig alle Lötstellen nochmal kontrolliert. Solltest du irgendwo eine Brücke entdecken, die dort nicht hingehört, wird diese vorsichtig mit Entlötlitze entfernt.

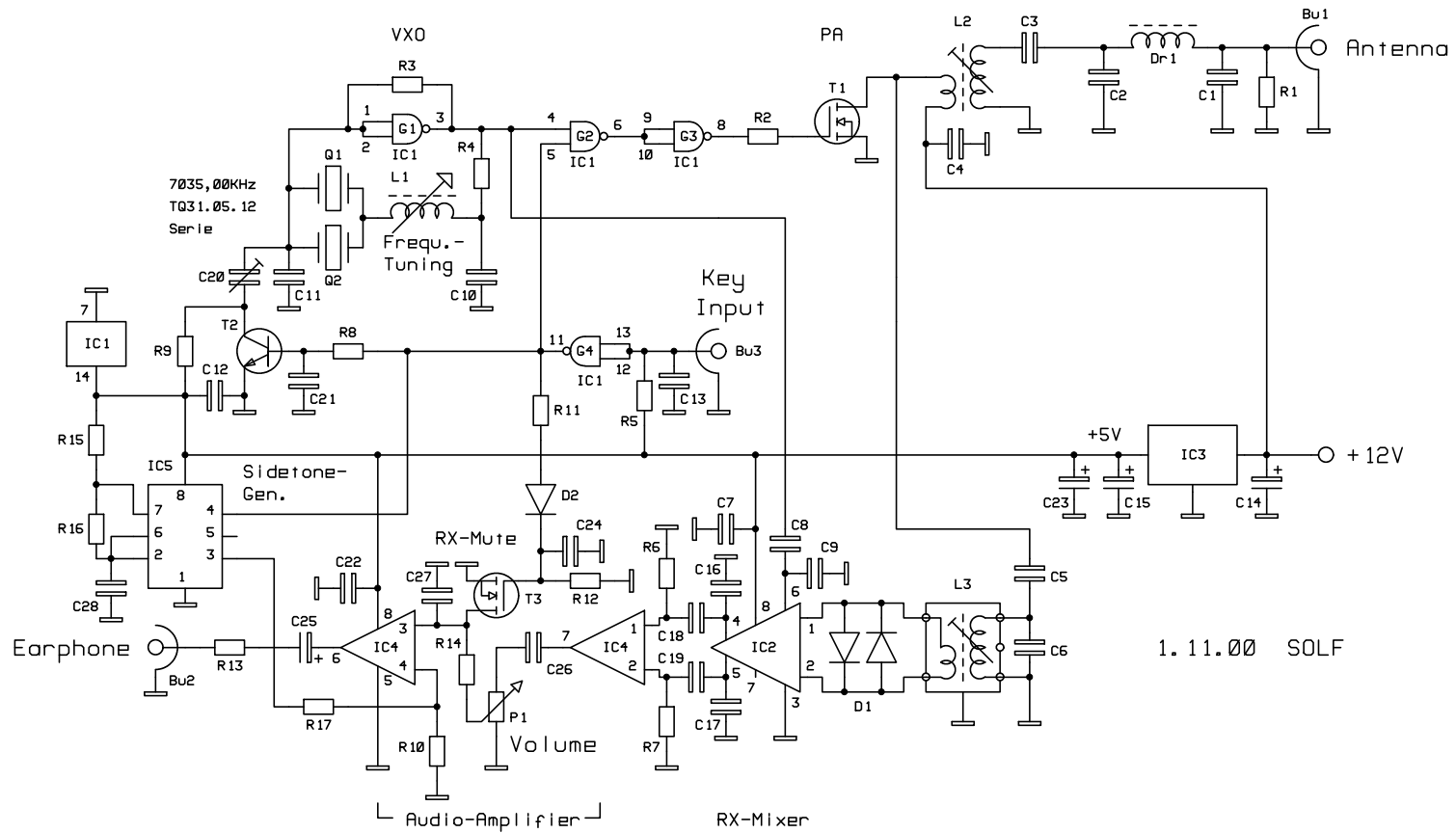
Nun kann man „ansaften“. Wenn es nicht raucht, ist die Hälfte schon gewonnen. Wenn du etwas hörst kannst du den Abgleich vornehmen. Der besteht nur drin, die beiden Spulen mit Hilfe eines leisen 40Meter Signals auf Maximum zu ziehen. Wenn das bei der Neosid Spule funktioniert, dann hast du keinen Fehler gemacht und kannst den Kappenkern verkleben und den Abschirmbecher festlöten. Nachdem du den Becher angebracht hast, muss die Spule nachgetrimmt werden.

Solltest du gar nichts hören, beginnt die Fehlersuche. Falls du nicht klar kommen solltest, wende dich an den QRPproject Support, also an mich. (support@qrproject.de)

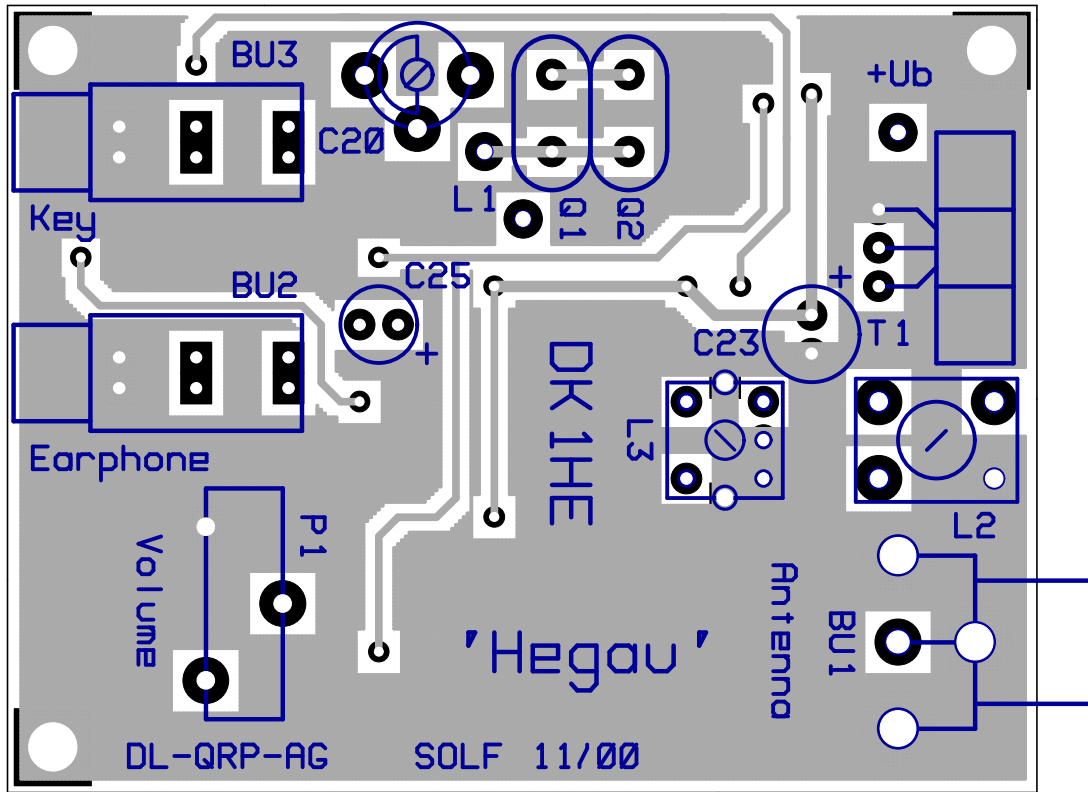
Ich bin sicher, dass dir der Aufbau des Hegau Spass gemacht hat. Wenn SMD seine Schrecken für dich verloren hat, dann ist die Zielstellung dieses Bausatzes erreicht.

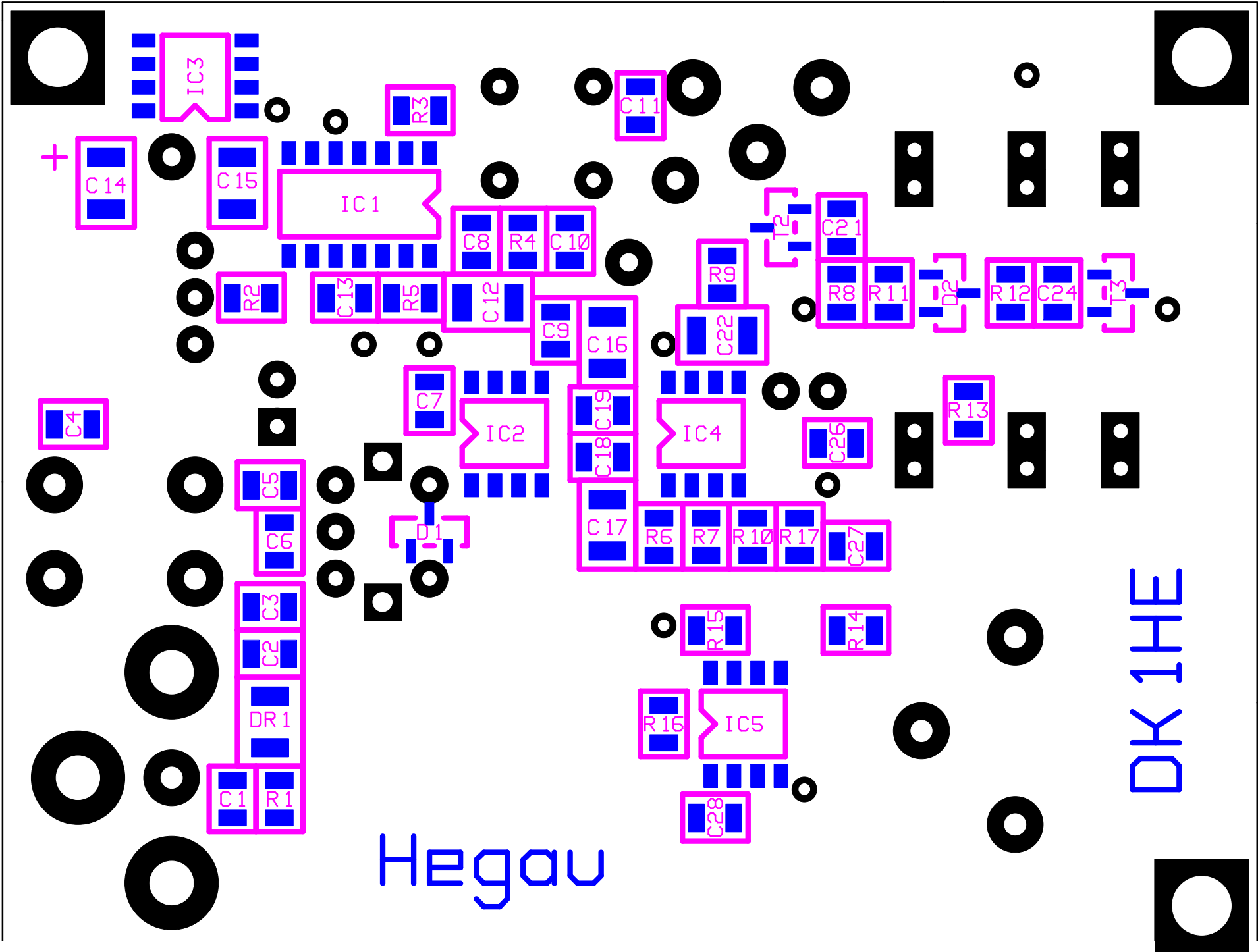
Viel Spaß bei FunFunk mit dem Hegau

72 de Peter, DL2FI



DK 1HE-QRP-Fun-Transceiver "Hegau" (40m)





Hegau

DK 1HE