

Hybrid-Empfänger für KW

Burkhard Kainka, DK7JD

Franz Lärmer, DF9RV

**Nun hat es die Röhre in die Bastelecke geschafft!
Auf Bausatzbasis wird ein vollwertiger Einkreiser oder
ein noch besser funktionierender Zweikreiser realisiert.**

Röhrenprojekte sind reizvoll und motivierend, besonders wenn sie mit wenig Aufwand und kleinen Anodenspannungen auskommen. Hier wird gezeigt, wie sich ein ursprünglich „einkreisiges“ Röhrenaudion zu einem Zweikreiser erweitern lässt.

Vorteile mit „Batterieröhren“

Röhren haben für den Bastler anscheinend ihre Faszination nicht verloren, also steht die Bastelecke solchen Projekten gerne offen. Man bekommt ja heute noch diverse Röhren, auch für Batteriebetrieb, und genau solche finden wir in diesem Projekt. Das bringt gleich mehrere Vorteile:

- keine gefährlichen Spannungen
- kein aufwendiges Netzteil mit Trafo für hohe Spannung
- netzunabhängiger Betrieb (portabel)
- geringe Einstiegshürde in die Röhrentechnik

Apropos „Einstiegshürde“: Die gibt es hier eigentlich nicht, setzten doch beide Varianten auf einen Bausatz.

Kurz vorgestellt

Ein Blick auf **Bild 1** zeigt: Das ist trotz der relativen Einfachheit ein konsequenter Hybrid-Empfänger mit Röhre(n), Transistoren und IC. Solche Empfänger scheinen übrigens gerade in Mode zu

sein (mal danach googeln ...). Der Radiobausatz aus dem Franzis-Verlag verwendet die chinesische Ausgabe der EF95, die 6J1. Das nostalgisch daher kommende Kurzwellenradio basiert auf einem echten Röhrenaudion aus der Anfangszeit der Radiotechnik. Eine Hochfrequenzröhre im Empfangsteil sorgt für die nötige Empfindlichkeit, während ein integrierter NF-Verstärker die nötige Lautstärke bringt.

Das Radio überdeckt den Bereich von 3,5 MHz bis ca. 12 MHz, also drei interessante Rundfunkbänder, aber z.B. auch das 80-m-Amateurfunkband und das 40-m-Amateurfunkband.

Das Röhrenaudion

Die Röhre erfüllt hier drei Aufgaben:

- Verstärkung
- Entdämpfung des Schwingkreises
- Demodulation des HF-Signals

Die Pentode 6J1 wird mit einer Verbindung zwischen Schirmgitter und Anode in Triodenschaltung betrieben. Der Gitterwiderstand R1 ist mit der Anode verbunden und erhöht damit die Gittervorspannung. Damit erhält man bei geringer Anodenspannung einen ausreichend großen Anodenstrom. Mit der Kathode an der Mittelanzapfung des Schwingkreises wird verstärkte HF-Energie in den Kreis zurückgekoppelt.



Ein Empfangssignal wird dadurch verstärkt. Gleichzeitig bewirkt die Gitterdiode eine Gleichrichtung des HF-Signals und damit eine Demodulation.

Es gibt drei Antennenanschlüsse für unterschiedliche starke Kopplungen. An A1 reicht schon ein Draht von einem Meter Länge, um starke Rundfunksender zu empfangen. Wenn man aber eine ausgewachsene Kurzwellenantenne anschließt, muss es A3 sein. Wenn der Schwingkreis zu fest angekoppelt wird, ist die Dämpfung so groß, sodass die Röhre nicht mehr genügend Verstärkung hat, um den Schwingungseinsatz zu erreichen.

Durch passende Einstellung der Anodenspannung kann mit dem Rückkopplungsregler P1 die Verstärkung so gewählt werden, dass der Oszillator gerade noch nicht schwingt. Mit diesem Arbeitspunkt gleicht die Röhre alle Verluste aus, die im Schwingkreis auftreten. Der Gütefaktor lässt sich von ca. 50 auf über 1000 erhöhen. Bei einer Empfangsfrequenz von 6 MHz beträgt die Bandbreite dann etwa 6 kHz, man kann also auch dicht benachbarte Sender trennen. Die Entdämpfung führt gleichzeitig zu einer Anhebung der Signalamplitude. Am Steuergitter der Röhre können daher HF-Spannungen von mehreren 100 mV auftreten. AM-Signale werden an der Gitterdiode demoduliert, indem bei größerer HF-Amplitude der Gitterstrom steigt und die Gitterspannung sinkt. Am Gitter liegt daher zugleich das demodulierte NF-Signal und moduliert

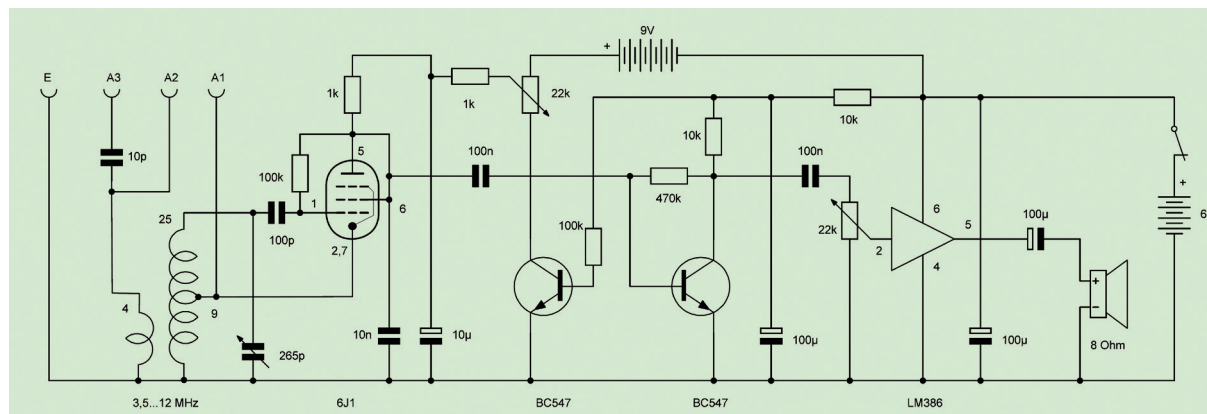


Bild 1:
6J1-Audion mit
Endverstärker

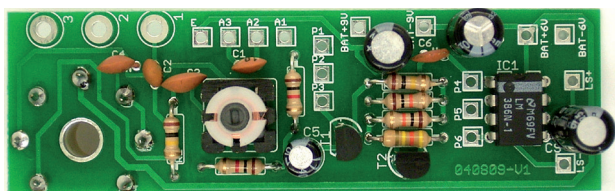


Bild 2:
Die Platine
des Bausatzes

den Anodenstrom. Das NF-Signal erscheint damit am Anodenwiderstand R2. T2 bildet einen NF-Vorverstärker für IC1.

Stromversorgung und Aufbau des Einkreisers

Vier Mignon-Zellen mit zusammen 6 V versorgen die Röhrenheizung(en) und den NF-Verstärker. Ein 9-V-Block stockt diese Spannung auf 15 V für die Anode(n) auf.

Daher wäre ein Zweifach-Einschalter nötig. Weil der Schalter am Lautstärkepotti nur einfach ist, sorgt der linke Transistor für die Abschaltung der Anodenbatterie. Tatsächlich liegen im ausgeschalteten Zustand 9 V an Anode, Schirmgitter und Steuergitter. Da aber die Kathode kalt ist, fließt kein Strom.

Schaltet man ein, wird T1 leitend und legt das untere Ende von P2 an Masse. Der Anodenstrom liegt unter 1 mA, so dass die Blockbatterie länger hält als die Heizbatterie.

Die gesamte Schaltung findet Platz auf einer sehr kompakten Platine. Alle bedrahteten Bauteile und die Spule liegen auf der Bestückungsseite. Die Röhrenfassung ist von unten eingebaut.

Bild 2 zeigt die Platine des Bausatzes und **Bild 3** lässt die komplette Verdrahtung erkennen.

Im Endausbau wird die Platine vom Drehko gehalten. Die Röhre liegt hinter einer Öffnung im Gehäuse, sodass man die glühende Kathode sehen kann.

Das Zweikreis-Konzept

Der Einkreisler hat den Nachteil, dass die Antenne(nkopplung) einen großen Einfluss auf die Abstimmung hat. Es kann

zum völligen Erliegen der Rückkopplung bei zu „harter“ Kopplung kommen. Daher wurde der Einkreisler zu einem Zweikreisler mit einer HF-Vorverstärkerröhre gleichen Typs erweitert.

Dazu wurde einfach ein gleicher Bausatz hinzugekauft. Man benötigt dann nur noch einen 100-pF-Kondensator und eine Drossel 470 μ H (z.B. Bourns 8250er-Serie) und – falls eine Bandspreizung für 80/75 m realisiert werden soll – noch zwei 50-pF-Kondensatoren und etwas Kupferlackdraht ca. 0,19 mm zum Neuwickeln der Kreisspulen.

Bild 4 zeigt die Änderungen gegenüber der ursprünglichen Schaltung inklusive der erwähnten Bandspreizung über 3,5...4 MHz. Wer diese nicht will, behält an den bezeichneten Stellen einfach die ursprüngliche Schaltung bei.

Die Erhöhung des Anodenwiderstands auf 10 k an der Audionröhre führt zu einem höheren NF-Signal und einer sanfteren Rückkopplung – unerlässlich für den Empfang von SSB und CW bei angezogener Rückkopplung.

Interessant: Es gibt jetzt eine alleinige Betriebsspannung von 12 V, sodass der Fußpunkt des Rückkopplungspotis direkt nach Masse geschaltet und der Schalttransistor eingespart werden kann. Die 12 V sind durch Reihenschaltung der Heizungen der Röhren möglich ... gewusst, wie! Es fließen nun 150 mA.

Bandspreizung auf 3,5...4 MHz

Dazu muss man sowohl die Kreisspulen als auch die Abstimmkondensatoren ändern: Die Sekundärseite der Audionkreisspule (9+16 Wdg.) wird abgewickelt und

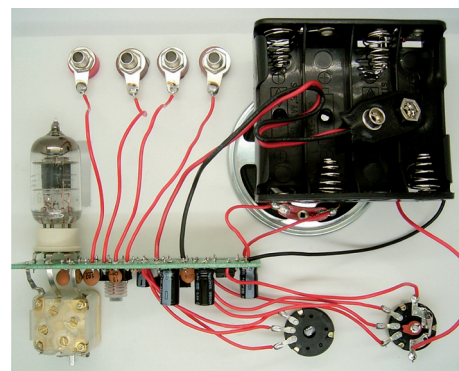


Bild 3: Die komplette Verdrahtung

es werden 15 Wdg. von Masse bis zur Anzapfung (Kathode) und weitere 24 Wdg. bis zum Hochpunkt aufgebracht. Die Antennenkoppelspule bleibt erhalten. Mit der Kreisspule für die HF-Vorstufe verfährt man ebenso, nur ohne Anzapfung.

Die Senderabstimmung erfolgt nun nicht mehr über die hohe Kapazität des Drehkos, sondern über die kleine für UKW. Diesen maximal 20 pF wird sogar noch je ein Festkondensator 47 oder 56 pF parallelgeschaltet. Die Trimmer im Drehko dreht man vollständig ein, was einer Parallelschaltung von weiteren ca. 20 pF entspricht. Die Kapazitätsvariation beträgt dann ca. 70...90 pF entsprechend einer Frequenzvariation von ca. 3,5...4 MHz. Der Bandabgleich erfolgt mit den Trimmkondensatoren des Drehkos und den Spulenkernen.

Die HF-Vorstufe

Bei der neuen Stufe liegt die Kathode direkt auf Masse und der Anodenwiderstand hat originale 1 k Ω . Zwischen Anode und Schirmgitter liegt die Drossel und als Schirmgitterkondensator nach Masse dient ein 100-nF-Kondensator aus den Bausätzen, um den hier eigentlich vorgesehenen 10-nF-Kondensator aus dem Bausatz für die Ankopplung der Anode der Vorstufenröhre an die Antennenkoppelspule (4 Wdg.) des

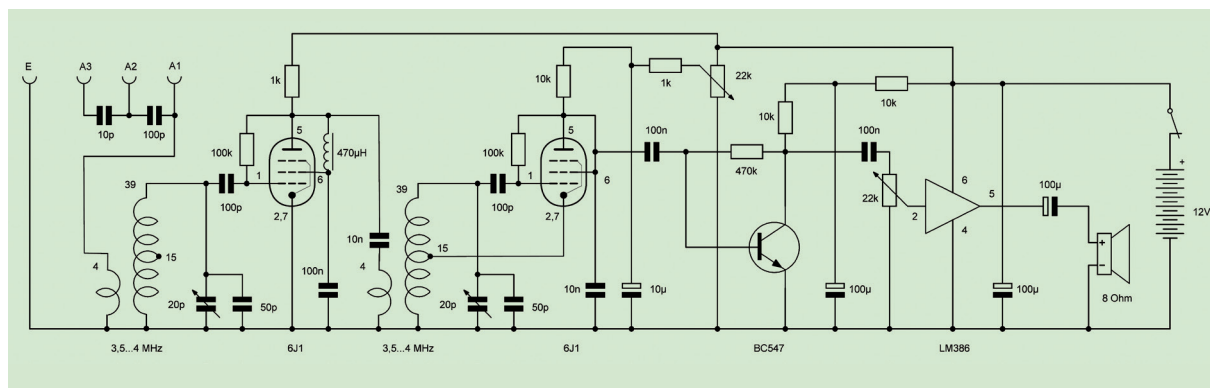


Bild 4: Erweiterung zum Zweikreisler

Audionkreises übrig zu behalten. Durch die induktive Kopplung an die Audionstufe und die Schirmgitterbeschaltung der Vorstufenröhre haben NF-Anteile an der Anode gegenüber dem HF-Signal keine Chance. Die Vorstufenröhre läuft somit hochfrequenzmäßig als Pentode, was dank eines reduzierten Durchgriffs eine etwa doppelt so hohe Verstärkung gegenüber der Triodenschaltung des Audions mit sich bringt.

Die HF-Vorstufe erhöht zwar direkt die Signalspannung, verbessert aber selbst nicht das Signal/Rausch-Verhältnis, denn dieses wird vom Audionkreis bestimmt. Die Antennenkopplung erfolgt nun fest über die Koppelspule (4 Wdg.) des Eingangskreises. Die anderen Antennenanschlüsse der Platine werden nicht verwendet. Ein Draht führt von A2 der Platine zu A1 am Gehäuse, von dort geht es über 100 pF zu A2 des Gehäuses und von dort über 10 pF zu A3 des Gehäuses. Man kann so die Antenne durch Umstecken anpassen.

Der Umbau

Bild 5 informiert zum Einbau der zweiten Platine. Sie wird zuvor auf einer Linie zwischen den Anschlüssen P1, P2 und P3 einerseits und dem Anschluss Bat +9 V sowie T1 andererseits durchtrennt. Für die Serienheizung ist es erforderlich, Leiterbahnen auf Audion- und Vorstufenplatine mit einem scharfen Messer oder Fräser zu kappen, sodass die Heizungen untereinander mit 12 V und Masse verbunden sind. Die Verbindung der „offenen“ Heizanschlüsse übernimmt ein Draht zwischen den Platinen. Die Leiterbahn zwischen Anode und Schirmgitter der Vorstufenröhre wird ebenfalls durchtrennt und die Drossel eingefügt. Falls eine Anzapfung der Eingangsskreis-spule vorgesehen wurde, ist die Leiterbahn von der Kathode zu dieser Anzapfung zu unterbrechen und die Kathode der Vorstufenröhre direkt an Masse zu legen.

Die Vorstufenplatine wurde mit Epoxyd-kleber am Frontdeckel des Gehäuses unter 90° zur standardmäßig befestigten Audionplatine angeklebt, wobei die Lautsprecheraufnahme für ein stabiles Verkleben nützlich ist.

Man nutzt jetzt beide Batteriehalter; sie wurden gestapelt und unter der Lautsprecheraufnahme mit Klettband reversibel am Gehäuse fixiert (**Bild 6**). Um den nötigen Platz zu schaffen, wurde statt eines Lautsprechers eine Stereo-Klinkenbuchse 3,5 mm eingesetzt für eine externe

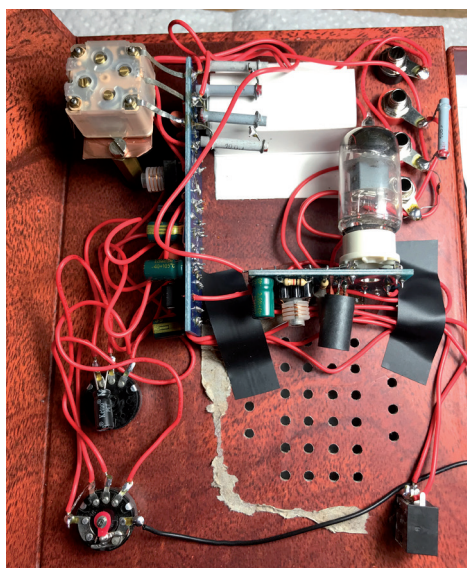


Bild 5: Einbau der zweiten Platine

Lautsprecherbox oder einen Kopfhörer. Damit vermeidet man auch mögliche Probleme mit Mikrofonie.

Um den Empfang von SSB- und CW-Sendungen noch weiter zu erleichtern, wurde ein MENTOR-Feintrieb 6:1 101.2 von Conrad eingesetzt. Er besitzt zwei koaxiale Wellen, eine innere für den manuellen Antrieb und eine äußere für den Drehkoantrieb. Die Integration erfordert etwas Konstruktionsarbeit in Form eines zurechtgeschnittenen Kupferblechs mit Bohrungen für Achsdurchführung und Befestigungen zwischen Drehko und Feintrieb sowie passenden Distanzstücken. Die Gehäusebohrung ist auf 19 mm zu vergrößern (Kronbohrer), auch sind neue Löcher für die Befestigung des Feintriebs im Gehäuse nötig.

Das **Aufmacherbild** zeigt den ebenfalls zweiteiligen Drehknopf mit einer Zeigerscheibe auf der äußeren Drehkiewelle des Feintriebs und den eigentlichen Drehknopf für die Antriebswelle des Feintriebs. Infolge des engen Abstimmbereichs kann die Skala linear geteilt werden.

Empfangseigenschaften

Man kann während des Empfangs einer SSB- oder CW-Sendung einfach die Antenne umstecken, wenn das Signal zu stark oder zu schwach ankommt. Durch die Vorstufe bleibt die Empfangsfrequenz dabei präzise erhalten. Die Rückkopplungseinstellung bzw. die Wahl des Antennenanschlusses erlauben in einfacher Weise die Anpassung an verschiedenste Empfangssituationen.

Der Zweikreiser performt z.B. mit einem Regenrohr als Antenne außerordentlich gut und erlaubt bei angezogener Rückkopplung den problemlosen Empfang

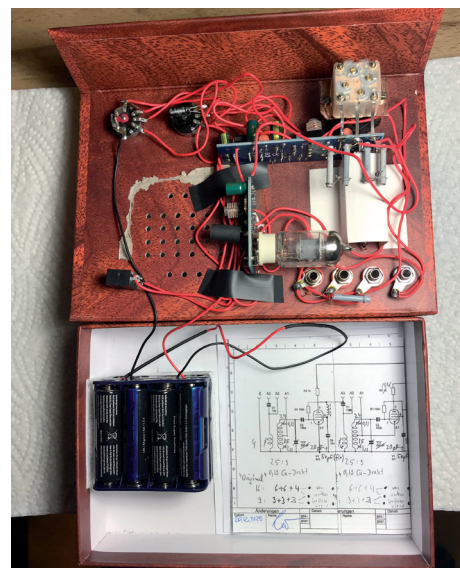


Bild 6: Zwei Batteriefächer

des SSB- und CW-Amateurfunkverkehrs im 80-m-Band. Empfindlichkeit und somit Außenrauschen nehmen umso mehr ab, je weiter die Rückkopplung über den Einsatzpunkt hinaus angezogen wird und je höher sich die Oszillationsamplitude des Audionkreises damit einschwingt. Somit kann die Empfindlichkeit des Empfängers dynamisch variiert werden. Bei Änderung der Rückkopplung bleibt die eingestellte Frequenz weitestgehend stabil, sodass kaum am Drehko korrigiert werden muss.

Ein stärkeres SSB- oder CW-Signal erfordert ein stärkeres Oszillatorsignal als BFO-Ersatz. Die HF-Vorstufe verhindert eine unerwünschte Abstrahlung. Ein zweiter Vorteil.

Fazit

In Summe entstand mit überschaubarem Aufwand ein tauglicher Amateurfunkempfänger für 80 m. Das kleine Projekt kann ganz nach persönlichen Präferenzen unterschiedlich weit vorangetrieben werden. Lediglich die Frage einer Bandspreizung, d.h. die damit verbundene Anpassung der Kreisspule(n), sollte im Vorfeld entschieden werden, da ein zerstörungsfreier Ausbau der Spule oder das Umwickeln einer eingelöteten Spule schwierig sind. Grundsätzlich ist die Frage der Bandspreizung auch für den Einkreiser relevant, da bereits dieser über beachtliche Empfangseigenschaften auf 80 m verfügt. Nicht zuletzt bereiten so ein Selbstbau und dessen erfolgreiche Inbetriebnahme auch Freude: Freude an der Kreativität, Freude an der Konstruktion, am Zusammenbau und an der Optimierung des Empfängers – und das tolle Gefühl, wenn es dann am Ende prima funktioniert!

CQDL



Beiträge für die „CQ DL Bastelecke“ an:
Frank Sichla, DL7VFS
Eckenerstr. 7
02625 Bautzen
frank.sichla@gmx.de

