

Das Retroradio Deluxe

Bauen Sie Ihr eigenes UKW-FM-Radio mit dem warmen Klang eines Röhrenradios, aber zugleich mit dem störungsfreien Empfang eines modernen Radiogeräts. Ein integrierter FM-Empfänger sorgt für hervorragende UKW-Empfangseigenschaften. Die Röhre im NF-Zwischenverstärker bringt den besonderen Klang. Ein integrierter NF-Endverstärker liefert die nötige Ausgangsleistung. Und der Lautsprecher von hoher Qualität sorgt zusammen mit dem großen Holzgehäuse für einen vollen Klang.

Die Anfänge des Rundfunks liegen im Lang- und Mittelwellenbereich. Der UKW-Rundfunk wurde auf breiter Front erst nach 1945 eingeführt. Ein Grund dafür war der Kopenhagener Wellenplan, der Deutschland zu wenigen Mittelwellenfrequenzen zwies. Das war ein entscheidender Impuls für die Einführung des UKW-Rundfunks. Wegen der geringeren Reichweite konnte man nun gleiche Frequenzen mehrfach nutzen. Zugleich ging man von der Amplitudenmodulation (AM) der Mittelwelle auf die Frequenzmodulation (FM) über und konnte damit eine wesentlich störungssärmere Übertragung erreichen.

Zu Anfang gab es noch viele Radios, die ausschließlich die AM-Bereiche Langwelle, Mittelwelle und Kurzwelle empfangen konnten. In einige Geräte konnte man Nachrüstsätze für UKW einbauen. In den 50er Jahren setzte sich der Röhren-Superhet mit UKW-Bereich allgemein durch.

Dank des hoch integrierten Empfänger-ICs TDA7088 ist der Bau eines eigenen UKW-Radios so einfach geworden, dass es jeder erfolgreich zusammenlöten kann. Die Radioplatine ist mit den wesentlichen SMD-Bauteilen vorbestückt. Sie müssen nur noch einige bedrahte Bauteile, den Röhrensockel und den NF-Endverstärker einlöten. Dann verdrahten Sie die Platine mit den Anzeige- und Bedienelementen, dem Antennenanschluss und dem Batteriefach.

Sie können das Radio mit oder ohne die Röhre betreiben. Bei abgeschalteter Röhre sparen Sie bei geringerer Lautstärke einiges an Energie. Das Radio erreicht dann mit einem Satz Batterien bis zu 100 Stunden Betriebsdauer. Mit dem Klangschalter schalten Sie die Röhre ein. Das Radio wird damit lauter, der Klang wird voller und erhält den typischen Charakter eines Röhrengeräts. Zugleich sehen Sie das sanfte Glühen der Röhrenkathode. Das ist etwas für besondere Stunden mit vollem Hörgenuss, Entspannung pur! Ein Batteriesatz mit vier AA-Alkalizellen hält in dieser Betriebsart zwar nur noch etwa zehn Stunden, aber das ist es wert!

Mit der speziellen Schleifenantenne erreicht der Empfänger gute bis sehr gute Empfangseigenschaften – auch bei entfernten Stationen. Das Anzeigegerät unterstützt Sie bei der exakten Abstimmung. Eine eingestellte Station kann mit dem Schalter Halten gegen versehentliches Verstimmen gesichert werden. So genießen Sie den ungestörten Empfang mit Ihrem selbst gebauten Gerät!

Inhalt

Bauteile	4
1. Montage der Bedienelemente	5
2. Lötarbeiten	8
3. Der erste Test und Einstellungen	14
4. Empfangspraxis	15
5. Erläuterungen zum Schaltbild	16
6. NF-Verstärker und Röhrenvorverstärker	17
7. Funktion der Röhre	18



Technische Daten

Empfangsteil: TDA7088

NF-Vorverstärker: Pentode 6J1

NF-Endverstärker: LM386

Empfangsbereich: 87,5 MHz bis 108 MHz

Versorgungsspannung: 6 V, 4 AA-Zellen

Betriebsstrom ohne Röhre: 20 mA

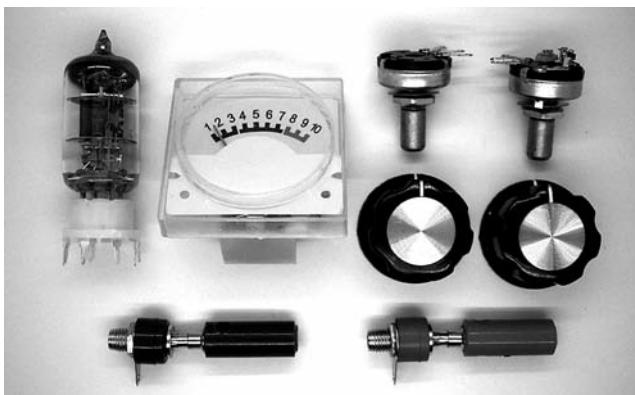
Betriebsstrom mit Röhre: 200 mA

Lautsprecher: 8 Ω, 2 W

Gehäuse: hochverdichtete Holzfaser, 230 mm x 140 mm x 60 mm

Antenne: Schleifenantenne, Aluminiumdraht mit Kupferummantelung

Bauteile



Vorbestückte Platine mit TDA7088
Lautsprecher 8 Ω
Lautstärkeregler 22 kΩ log. mit Schalter
Abstimmregler 22 kΩ
Batteriefach mit Anschlussdrähten
T1 NPN-Transistor BC547B
D1 Kapazitätsdiode 1SV101
IC2 3-V-Spannungsregler 7530
IC3 NF-Verstärker LM386
LED, weiß
Isolierter Draht
Antennendraht
Antennenbuchsen und Stecker

R1 10 kΩ (braun, schwarz, orange)
R2 100 kΩ braun, schwarz, gelb)
R4 1 kΩ (braun, schwarz, rot)
R5 220 kΩ (rot, rot, gelb)
R6 100 kΩ (braun, schwarz, gelb)
R7 10 kΩ (braun, schwarz, orange)
R8 1 kΩ (braun, schwarz, rot)
R9 470 kΩ (gelb, violett, gelb)
R10 100 kΩ (braun, schwarz, gelb)
R11 10 Ω (braun, schwarz, gold)

C14 Elko 100 µF
C17 100 nF keramisch (104)
C18 Elko 100 µF
C19 100 nF keramisch (104)
C20 100 nF keramisch (104)
C21 Elko 100 µF
C22 Elko 100 µF
C23 1 nF keramisch (102)

1. Montage der Bedienelemente

Öffnen Sie das Radiogehäuse, indem Sie die Rückwand nach oben herausschieben. Alle erforderlichen Bauteile kommen zum Vorschein. Das Radio besitzt zwei Drehregler: einen für die Frequenz und einen für die Lautstärke. Der Lautstärkeregler mit drei Anschlüssen trägt zusätzlich auch den Ein/Aus-Schalter mit zwei Anschlüssen. Wenn Sie die Achse ganz nach links drehen, öffnet sich der Schalter. Setzen Sie den Lautstärkeregler in das linke Montageloch. Eine kleine Lasche verhindert verdrehtes Einsetzen. Befestigen Sie den Regler mit der Ringmutter und vergessen Sie dabei nicht die Unterlegscheibe.



Der Lautstärkeregler (Potenziometer) mit Schalter

Das zweite Potenziometer (Poti) mit 22 kΩ dient zur Abstimmung der Frequenz und wird rechts eingebaut. Die Anschlüsse beider Potis müssen nach innen zeigen. Schrauben Sie dann beide Drehknöpfe so auf den Achsen fest, dass die Endanschläge mit den aufgedruckten Skalen übereinstimmen.

Die beiden Kippschalter werden wie die Potis mit Unterlegscheiben und Überwurfmuttern montiert. Auch hier sorgen Laschen für die richtige Position. Die Haltelaschen der Unterlegscheiben müssen gegebenenfalls etwas gebogen werden, um genau in die Aufnahmehöhlen zu passen.



Montierter Schalter

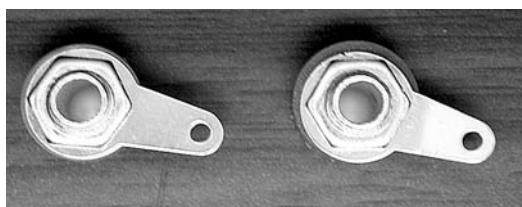
Bauen Sie den Lautsprecher ein, indem Sie ihn mit vier Schrauben befestigen. Die Anschlüsse sollen in Richtung Platinenbefestigung in der Seitenwand zeigen. Mit dem Lautsprecher wird zugleich der Bespannstoff eingebaut. Schneiden Sie an den passenden Stellen vier Löcher für die Schrauben in den Stoff. Dazu eignet sich am besten ein Bürolocher. Zeichnen Sie die Löcher zunächst an und kleben Sie etwas Tesafilm diagonal über die Ecken. Stanzen Sie dann die Löcher in den Stoff und den Klebefilm, der verhindert, dass der Stoff ausfransen kann.

Setzen Sie den Lautsprecher mit dem Stoff auf und schrauben Sie ihn zunächst nur lose an. Ziehen Sie dann den Bespannstoff nach außen, sodass er glatt eingespannt wird. Die Schrauben müssen zugleich fester angezogen werden, sodass der Stoff in der korrekten Lage fest eingespannt bleibt. Etwas Klebefilm kann helfen, den Stoff während der Montage in Position zu halten.



Der Lautsprecher

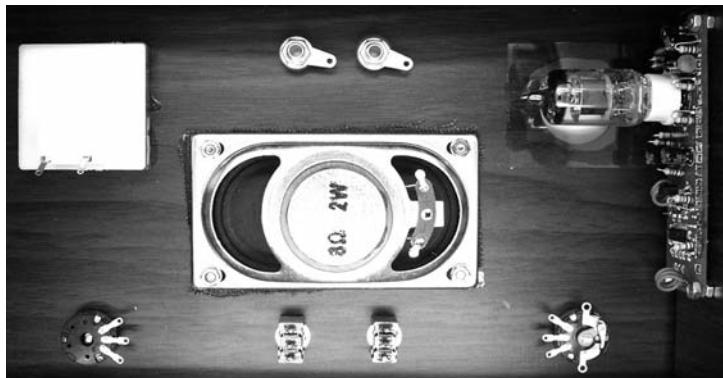
Setzen Sie das Messgerät in das runde Loch oben rechts. Verwenden Sie etwas Klebstoff oder Heißkleber zur sicheren Befestigung. Kleben Sie ein Stück der Klarichtverpackung von innen gegen das Sichtloch der Elektronenröhre. Setzen Sie als Letztes die beiden Antennenbuchsen ein und schrauben Sie sie zusammen mit der Lötose fest. Die braune Buchse (Erde) soll von vorn gesehen links eingebaut werden, die rote (Antenne) rechts. Die farbliche Unterscheidung ist nur von Bedeutung, wenn Sie das Radio mit einem Antennenkabel verbinden wollen. Die beiliegende Schleifenantenne ist dagegen symmetrisch.



Die Antennenbuchsen

Der Antennendraht besteht aus besonders leichtem, kupferbeschichteten Aluminium und darf nur vorsichtig gebogen werden. Vermeiden Sie es, den Draht mehrfach an derselben Stelle zu biegen, weil er dann leicht brechen könnte. Zum Verpacken wurde der gesamte Draht eng aufgewickelt. Biegen Sie den Drahtwickel stückweise auseinander, bis eine große Schleife entsteht. Biegen Sie die Enden um 90° nach außen und schrauben Sie dort die beiden Antennenstecker an.

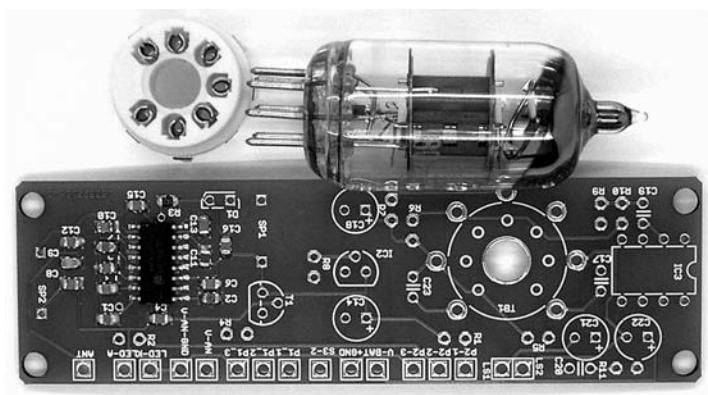
Die Platine wird später seitlich mit der Gehäusewand verschraubt. Das Foto des fertig montierten Radios zeigt die Lage aller Bauteile.



Bedienteile und eingebaute Platine, ohne Drähte

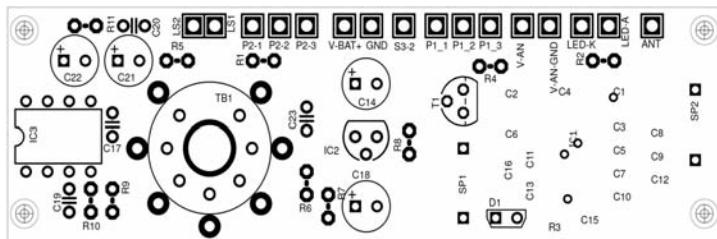
2. Lötarbeiten

Die Platine enthält zahlreiche bereits fertig aufgelötete SMD(surface-mounted device)-Bauteile (oberflächenmontiert, ohne Drähte), das Empfänger-IC TDA7088, 15 Kondensatoren und einen Widerstand. Von Ihnen müssen nur noch die Bauteile mit Anschlussdrähten eingelötet werden. Dazu gehören alle Teile des NF-Verstärkers und die Röhrenfassung sowie die Spulen und die Bauteile rund um die Dioden-Abstimmung des Radios.



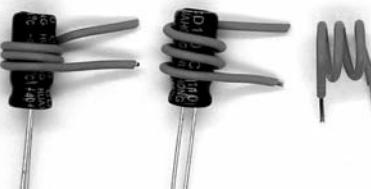
Die vorbestückte Platine und die Röhre

Nun muss die Platine zusammengelötet werden. Das Schaltbild des kompletten Empfängers auf der letzten Seite des Handbuchs dient zur Orientierung. Einen kleinen Löt-kurs finden Sie im Online-Magazin ELO (www.elo-web.de). Bestücken Sie die Platine mit den elektronischen Bauteilen entsprechend dem Bestückungsplan.



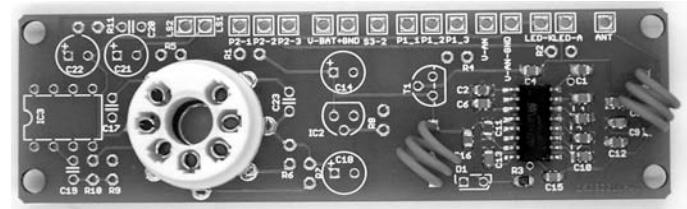
Der Bestückungsplan

Bauen Sie zuerst die Spulen SP1 und SP2 ein. Beide Spulen müssen aus dem isolierten Schalt-draht hergestellt werden. Sie haben jeweils drei Windungen bei einem Innendurchmesser von ca. 5,5 mm und einer Länge von ca. 7 mm. Verwenden Sie als Wickeldorn einen der 100- μ F-Elkos mit 5 mm Durchmesser oder die LED im 5-mm-Gehäuse. Wickeln Sie zunächst 3 1/4 Windungen eng nebeneinander. Ziehen Sie dann die Windungen einander, sodass sich eine Gesamt-länge der Spule von etwa 7 mm ergibt. Entfernen Sie die Isolierung an den Drahtenden. Ziehen Sie die Spule erst danach von ihrem Wickeldorn ab. Biegen Sie die Spulen beim Abziehen etwas auseinander, sodass sich genau 3 Windungen ergeben und die Spulen sich leicht vom Wickel-dorn abziehen lassen. Der Innendurchmesser beträgt damit etwa 5,5 mm. Löten Sie beide Spulen an den Positionen SP1 und SP2 in die Platine. Schneiden Sie dann die überstehenden Drähte mit einer scharfen Zange knapp unter der Platine ab.



Wickeln der Spulen

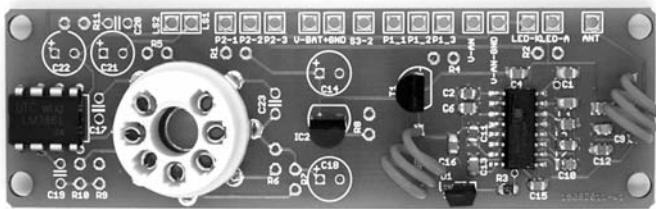
Bauen Sie auch bereits die Röhrenfassung ein. Stecken Sie dazu zuerst die Röhre in die Fassung und setzen Sie die Fassung zusammen mit der Röhre in die Platine. Damit halten Sie die Kontakte beim Einlöten genau in der richtigen Position. Nach dem Einlöten der Fassung ziehen Sie die Röhren zunächst wieder aus der Fassung.



Einbau der Spulen und der Röhrenfassung

Bauen Sie als Nächstes alle Halbleiter ein. Löten Sie die Kapazitätsdiode D1 (1SV101 im flachen Transistorgehäuse mit zwei Anschlüssen, Aufdruck V101) in der Richtung ein, die auf dem Bestückungsaufdruck ange deutet wird. Die flache, bedruckte Seite weist zur Spule. Achten Sie beim achtpoligen IC3 (LM358) auf die korrekte Einbaurichtung. Die Kerbe zwischen Pin 1 und Pin 8 muss zum Platinenrand weisen. IC2 (Spannungsregler 7530) und T1 (Transistor BC547B) müssen entsprechend der aufgedruckten Einbaurichtung eingesetzt werden. Achtung, beide Bauteile haben das gleiche Gehäuse, dürfen aber nicht verwechselt werden.

T1 NPN-Transistor BC547B
 D1 Kapazitätsdiode 1SV101
 IC2 3-V-Spannungsregler 7530
 IC3 NF-Verstärker LM386



Alle Halbleiter

Nun folgen die Kondensatoren. Die vier Elektrolytkondensatoren mit jeweils $100\text{ }\mu\text{F}$ werden in gleicher Einbaurichtung eingebaut. Der weiße Minusstrich zeigt jeweils nach rechts. Die keramischen Scheibenkondensatoren dürfen in beliebiger Richtung eingesetzt werden. Drei Kondensatoren haben 100 nF (Aufdruck 104). Nur C23 hat 1 nF (Aufdruck 102) und ist deutlich kleiner.

C14 Elko $100\text{ }\mu\text{F}$
 C17 100 nF keramisch (104)
 C18 Elko $100\text{ }\mu\text{F}$
 C19 100 nF keramisch (104)
 C20 100 nF keramisch (104)
 C21 Elko $100\text{ }\mu\text{F}$
 C22 Elko $100\text{ }\mu\text{F}$
 C23 1 nF keramisch (102)



Die Kondensatoren

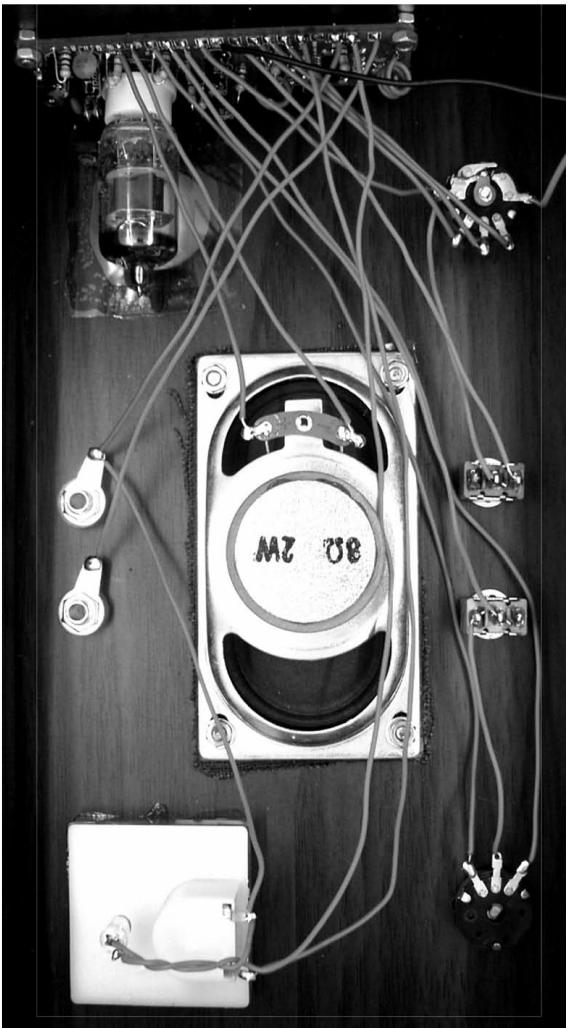
Löten Sie als Letztes alle Widerstände ein. Biegen Sie die Anschlussdrähte passend für die stehende Montage um. Der Widerstand R3 ($5,6\text{ k}\Omega$) ist übrigens schon als SMD-Bauteil aufgelötet.

R1 10 k Ω (braun, schwarz, orange)
 R2 100 k Ω braun, schwarz, gelb)
 R4 1 k Ω (braun, schwarz, rot)
 R5 220 k Ω (rot, rot, gelb)
 R6 100 k Ω (braun, schwarz, gelb)
 R7 10 k Ω (braun, schwarz, orange)
 R8 1 k Ω (braun, schwarz, rot)
 R9 470 k Ω (gelb, violett, gelb)
 R10 100 k Ω (braun, schwarz, gelb)
 R11 10 Ω (braun, schwarz, gold)



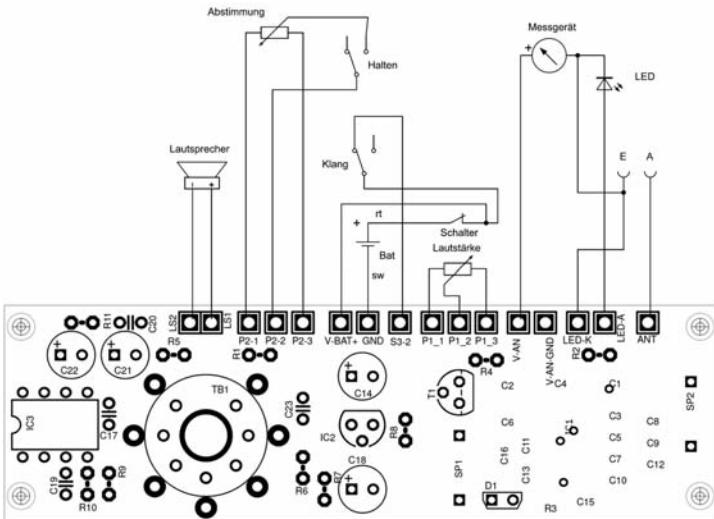
Die fertig bestückte Platine

Bauen Sie die bestückte Platine in das Radio ein. Setzen Sie zuerst die vier Befestigungsschrauben mit ihren Unterlegscheiben von außen her ein und setzen Sie jeweils eine Mutter auf, die dann zugleich als Abstandshalter für die Platine dient. Schrauben Sie die Muttern nur mäßig fest, weil es die spätere Montage der Platine vereinfacht, wenn die Schrauben noch drehbar bleiben. Setzen Sie dann die Platine so auf die Schrauben, dass die Röhre vor dem Sichtfenster steht. Alle Anschlusspunkte der Platine liegen damit am oberen Rand und bleiben gut zugänglich. Setzen Sie nun vier Muttern auf die Schrauben und ziehen Sie sie an. Beim Aufsetzen der Muttern kann eine Pinzette hilfreich sein.



Die komplette Verdrahtung

Löten Sie als Nächstes die passenden Drähte zu den beiden Potis und zu den übrigen Bedienelementen entsprechend dem Verdrahtungsplan an. Die Platine verfügt über mehrere Masseanschlüsse (LS2, P2-3, GND, P1_3, V-AN-GND, LED-K), wobei im Interesse einer vereinfachten Verdrahtung teilweise eine Verlängerung von einem Bauelement zu nächsten möglich ist. Wichtig ist aber, dass der Lautsprecher und die Batterie ihren eigenen Masseanschluss verwenden, damit eventuelle Spannungsabfälle auf diesen Leitungen keine Verzerrungen verursachen können. Die braune Antennenbuchse, das Messgerät und die LED zur Beleuchtung des Messgeräts dürfen sich einen Masseanschluss teilen. Der Masseanschluss des Messgeräts V-AN-GND bleibt dann frei.



Der Verdrahtungsplan

Die Kathode der LED (der kürzere Anschluss) muss auch aus mechanischen Gründen mit einem kurzen Draht am Minusanschluss des Messgeräts angelötet werden. Verwenden Sie einen kurzen Abschnitt verdrehten Drahts zur Verbindung. Die LED muss so eingebaut werden, dass sie von hinten auf die Skala leuchtet.



Montage der LED

Nun ist das Radio vollständig aufgebaut und kann getestet werden. Zeichnen Sie den Aufbau mit Ihrem Namen und dem Datum im Schaltplan auf der letzten Seite des Anleitungshefts ab. Diese Seite sollten Sie dann kopieren oder abtrennen und in das Radiogehäuse legen oder kleben. Auf diese Weise können Sie auch noch nach Jahren alles nachvollziehen und eventuelle Reparaturen ausführen. So war es auch bei alten Radios üblich. Auch nach vielen Jahren ist noch eine Reparatur möglich, weil der Schaltplan stets im Radio zu finden ist.

3. Der erste Test und Einstellungen

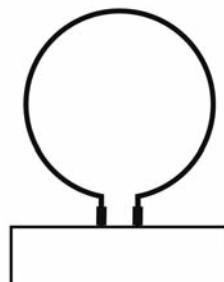
Testen Sie das Radio zuerst noch ohne die Röhre. Schalten Sie dazu den Klangschalter aus. Die Röhre ist damit vollständig abgeschaltet. Der Schalter Halten muss ebenfalls ausgeschaltet sein, damit ein Sender abgestimmt werden kann. Setzen Sie vier 1,5-V-Mignon-Akazellen in das Batteriefach ein. Schalten Sie das Radio ein und drehen Sie den Lautstärkeregler halb auf. Mit dem Frequenzknopf werden Sie schnell einen Sender finden, der klar aus dem Lautsprecher ertönt. Alle starken Stationen können bereits ohne eine angeschlossene Antenne empfangen werden, weil die Zuleitungsdrähte zu den Antennenbuchsen schon als Antenne wirken.

Nun muss der Frequenzbereich eingestellt werden. Verwenden Sie zum Vergleich ein vorhandenes Radio. Am linken Anschlag sollte der unterste Sender im UKW-Bereich nahe 87,5 MHz erscheinen. Der Empfangsbereich kann durch Verändern der Spule SP1 verschoben werden. Drücken Sie die Windungen enger zusammen, um tiefere Frequenzen zu empfangen. Falls links vom untersten Sender noch ein großer leerer Bereich vorhanden ist, ziehen Sie die Spule wieder etwas auseinander. Entscheidend ist, dass Sie den obersten Sender nahe 108 MHz noch einstellen können. Für den Feinabgleich kann man einen Schraubendreher zwischen zwei Windungen schieben und diese so etwas auseinanderbiegen.

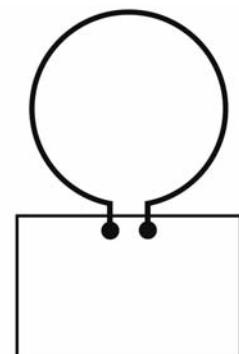
4. Empfangspraxis

Beim Abstimmen einer Station rastet der Empfänger mit seiner AFC (Automatic Frequency Control, automatische Frequenznachführung) auf die genaue Frequenz ein. Der Sender ist dann in einem gewissen Bereich des Frequenzreglers zu hören. Stellen Sie den Regler möglichst auf die Mitte dieses Bereichs ein. Die genaue Abstimmung kann am Anzeigeinstrument beobachtet werden. Eine Station ist korrekt abgestimmt, wenn sich der Zeiger in Mittenstellung befindet. Wenn Sie diesen Sender beibehalten möchten, können Sie den Schalter Halten betätigen. Damit wird der Abstimmregler abgeschaltet, und die Frequenz wird allein durch die AFC gehalten.

Das Radio hat bereits ohne Antenne eine ausreichende Empfindlichkeit für alle starken Ortssender. Mit der aufgesetzten Schleifenantenne können auch schwächere Stationen wie z. B. die Lokalsender der Nachbarstädte gehört werden. Der spezielle Aluminiumdraht mit Kupferummantelung ist besonders leicht und stabil. Biegen Sie aus dem dicken Draht einen großen Ring und schrauben Sie die beiden Stecker an. Vermeiden Sie es, den Draht unnötig oft zu verbiegen, weil er dann leicht brechen könnte.



Liegendes Gerät

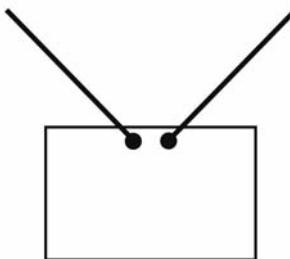


Aufrechtes Gerät

Verwenden Sie das Radio bevorzugt in liegender Position. Die Antennenschleife steht dann aufrecht auf den Antennenbuchsen. Diese Antenne ist richtungsabhängig und kann bei schwachen Stationen für besten Empfang ausgerichtet werden. Dazu reicht es, die Stecker in ihren Fassungen zu verdrehen und damit die optimale Antennenrichtung einzustellen.

Wenn Sie das Radio in aufrechter Position verwenden möchten, sollte der Antennendraht nahe an den Steckern um 90° gebogen werden. In dieser Position ragt die Antenne nach oben.

Alternativ zur Schleifenantenne können Sie aus dem Draht auch zwei gleich lange Stabantennen bilden, die unabhängig voneinander ausgerichtet werden können. Die optimale Länge beträgt ca. 50 cm bis 75 cm pro Draht. Durch sorgfältige Ausrichtung beider Drähte kann der Empfang eines schwachen Senders verbessert werden.



Stabantennen

Schließlich kann auch ein vorhandenes Antennenkabel angeschlossen werden, an dessen Enden Sie die Stecker anschrauben. Beachten Sie in diesem Fall die Anschlussrichtung. Die braune Massebuchse sollte mit der Abschirmung des Antennenkabels verbunden sein.

5. Erläuterungen zum Schaltbild

Die meisten UKW-Superhet-Empfänger verwenden eine Zwischenfrequenz von 10,7 MHz. Die Empfangsfrequenz wird dabei zunächst auf die Zwischenfrequenz umgesetzt, danach gefiltert, verstärkt und demoduliert. Auch der integrierte FM-Empfänger TDA7088 ist ein Superhet, der sein Empfangssignal auf eine Zwischenfrequenz umsetzt. Allerdings liegt die Zwischenfrequenz mit etwa 70 kHz wesentlich tiefer. Dadurch kommen die Zwischenfrequenzfilter ohne abgegliche Spulen aus. Der FM-Demodulator vereinfacht sich und wird wesentlich sicherer gegen Verzerrungen. Deshalb ist der Empfänger älteren Röhrengeräten überlegen, die bei ungenauer Abstimmung zu Verzerrungen neigen.

Wie bei FM-Empfängern üblich, wird auch hier ein Begrenzerverstärker mit hoher Gesamtverstärkung eingesetzt. Das führt zu einer sehr guten Störunterdrückung, weil Störimpulse abgeschnitten werden. Außerdem verfügt der Empfänger über eine Stummschaltung, die die Rauschen zwischen den empfangbaren Stationen abschaltet. Nur schwache Sendesignale können noch zu einzelnen Rauschstellen führen.

Während der Endverstärker mit 6 V arbeitet, benötigt der Empfänger TDA7088 eine Spannung von 3 V. Zur Anpassung dient der 3-V-Spannungsregler 7530 (IC2). Statt eines Drehkondensators wie in älteren Empfängern verwendet das Radio die Kapazitätsdiode D1.

Je größer die Spannung an der Diode ist, desto geringer wird ihre Kapazität und desto höher wird die Empfangsfrequenz. Die Abstimmspannung wird am Poti eingestellt und ist dank des integrierten Spannungsreglers IC2 sehr stabil. Der einzige Abgleichpunkt ist die Spule L1, mit der die untere Grenze der Oszillatorkreisfrequenz eingestellt werden kann. R1 bestimmt den Einstellbereich und ist so ausgelegt, dass gerade der Bereich 87,5 MHz bis 108 MHz abgestimmt werden kann.

Die Spule L2 dient als Eingangskreis. Die Resonanz sollte in der Mitte des UKW-Bereichs liegen. Die Einstellung ist jedoch unkritisch, weil der Eingangskreis eine große Bandbreite hat.

Die Platine ist so gestaltet, dass alle Bauteile rund um den eigentlichen Empfänger TDA7088 in SMD-Bauweise bestückt sind. Damit ist der Aufbau einfach. Einige der von Ihnen selbst eingelöteten bedrahteten Bauteile lassen sich austauschen, um bestimmte Eigenschaften des Radios zu verändern. R1 bestimmt die Breite des abstimmbaren Frequenzbereichs. Ein kleinerer Widerstand vergrößert den Abstimmbereich. R2 legt den Einfluss der AFC fest. Mit einem größeren Widerstand R2 gewinnt die AFC einen größeren Einfluss, sodass das Abstimmungspoti weniger genau eingestellt werden muss. Umgekehrt erlaubt ein kleinerer Widerstand R2 eine feinere Einstellung auch schwacher Stationen in dicht belegten Bereichen des UKW-Bands. Bei Bedarf kann R9 verkleinert werden, um beim Betrieb ohne Röhre eine höhere Lautstärke zu erzielen. R8 schließlich bestimmt die Helligkeit der LED.

6. NF-Verstärker und Röhrenvorverstärker

Die NF-Endstufe ist ein integrierter Gegentaktverstärker mit dem bewährten LM386. Der Verstärker arbeitet optimal mit einer Betriebsspannung von 6 V und erreicht auch noch bei 4 V genügend Ausgangsleistung. Bei abgeschalteter Röhre kommt der gesamte Empfänger mit ca. 20 mA aus, sodass ein Batteriesatz bis zu 100 Stunden Betriebsdauer erreicht.

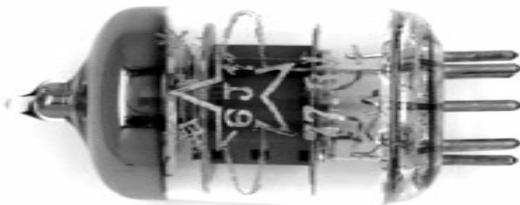
Der Schalter Klang schaltet die Röhre ein, indem die Betriebsspannung an den Heizfaden der Röhre und an die Anode gelegt wird. Der Heizstrom beträgt ca. 175 mA bei 6 V und bildet den wesentlichen Anteil des zusätzlichen Strombedarfs. Der Anodenstrom ist dagegen sehr gering und fällt kaum ins Gewicht. Die Röhre 6J1 ist ursprünglich für eine Anodenspannung um 100 V ausgelegt. Sie wird hier jedoch mit nur 6 V betrieben und arbeitet auch noch bei 4 V mit genügend Verstärkung. Das ist möglich, weil das Steuergitter über R5 leicht positiv vorgespannt wird. Die Kennlinie der Röhre verschiebt sich dadurch in einen Bereich, der den Betrieb an einer geringen Anodenspannung erlaubt. Die gesamte Spannungsverstärkung ist etwa zwei- bis dreifach, was für eine Vollaussteuerung des Endverstärkers ausreicht. Entscheidend ist die Veränderung des Klangs durch die typische, sanft gekrümmte Kennlinie der Röhre. Außerdem sorgt C23 für eine stärkere Betonung der Tiefen, was den Klangeindruck eines Röhrengeräts noch verstärkt.

Bei abgeschalteter Röhrenbetriebsspannung gelangt das NF-Signal leicht abgeschwächt über R9 an den NF-Verstärker. Die Lautstärke reicht im normalen Betrieb aus. Für den besonderen Klang schalten Sie die Röhre ein. Es dauert dann einige Sekunden, bis die Kathode ihre Betriebstemperatur erreicht. Durch das Sichtfenster kann das Glühen der Kathode beobachtet werden.

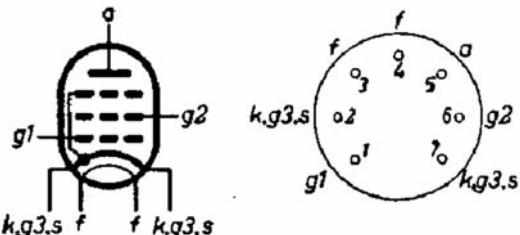
Das vermittelt zugleich einen Eindruck vom Zustand der Batterien. Beim Einschalten der Röhre wird der Ton zunächst leiser und danach deutlich lauter. Das liegt an der Phasendrehung des Röhrenverstärkers. Solange die Röhre noch nicht ihre Betriebstemperatur erreicht hat, ist die Verstärkung geringer. Dabei durchläuft der Verstärker einen Bereich, in dem sich das originale Signal über R_9 und das gegenphasige Signal der Röhre gerade aufheben. Mit steigender Verstärkung überwiegt dann das Röhrensignal. Beim Abschalten der Betriebsspannung wird dieser Vorgang in Gegenrichtung durchlaufen.

7. Funktion der Röhre

Die verwendete chinesische Röhre 6J1 ist baugleich mit der europäischen HF-Pentode EF95, der amerikanischen 6AK5 oder der russischen 6SH1P. All diese Röhren waren ursprünglich für den militärischen Einsatz vorgesehen und gehen auf wesentlich ältere Vorbilder wie die RV12P2000 zurück. Der typische Einsatzbereich dieser Röhren waren tragbare Funkgeräte, wobei es auf geringe Leistungsaufnahme ankam. Die Röhre braucht deshalb nur relativ wenig Heizstrom, was für den Batteriebetrieb günstig ist. Außerdem war die vorgesehene Anodenspannung mit ca. 120 V geringer als bei vergleichbaren HF-Röhren. Deshalb funktionieren auch noch geringe Anodenspannungen problemlos.



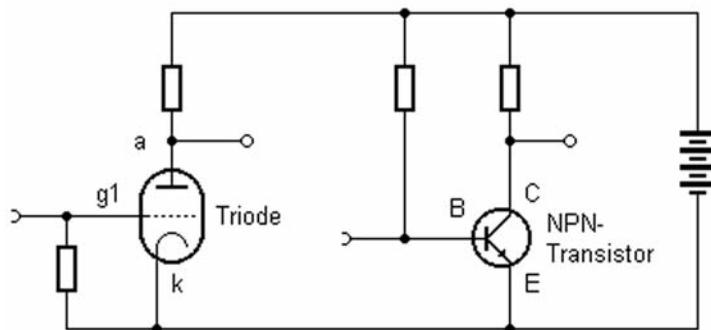
Die Röhre 6J1



Anschlussbelegung

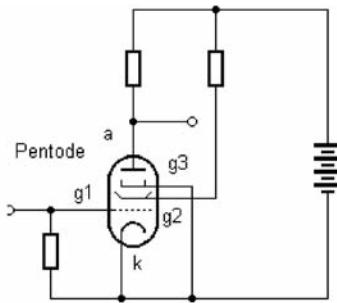
Die Röhre verfügt über einen siebenpoligen Miniatursockel. Die Zählung der Anschlüsse erfolgt im Uhrzeigersinn bei Ansicht von unten, weil die Röhrenfassung üblicherweise in ein Chassis eingebaut und von unten verdrahtet wurde. Der Kathodenanschluss ist intern mit dem Gitter 3 verbunden und doppelt herausgeführt.

Wer sich heute mit Elektronik beschäftigt, kennt meist die Funktion von Transistoren, während die Wirkungsweise einer Röhre oftmals weniger vertraut ist. Zur grundsätzlichen Funktion werden deshalb eine Röhre und ein Transistor verglichen. Die einfache Form einer Verstärkerröhre ist die Triode mit den drei Anschlüssen: Kathode (= Minuspol), Anode (= Pluspol) und Steuergitter. Diese Anschlüsse sind vergleichbar mit den Anschlüssen eines NPN-Transistors: Emitter (Minuspol), Kollektor (Pluspol) und Basis als Steuerelektrode. Allerdings funktioniert die Röhre nur, wenn die Kathode auf ca. 800 °C bis 1.000 °C erhitzt wird. Dazu dient die Heizung, die wie der Glühdraht in einer Glühlampe meist aus Wolfram hergestellt ist. Die heiße Kathode enthält eine Schicht aus Material mit geringer Elektronenbindung, sodass bei diesen Temperaturen Elektronen in den leeren Raum austreten können. Die Elektronen werden dann von der positiven Anode angezogen und bilden einen Strom durch das Vakuum.



Vergleich Röhre und Transistor

Beide Bauelemente steuern einen Strom. Beim Transistor steuert ein kleiner Basisstrom den größeren Kollektorstrom. Bei der Röhre steuert die Spannung am Steuergitter den Anodenstrom. In beiden Fällen führt eine positivere Steuerspannung zu mehr Strom im Laststromkreis und damit zu einem größeren Spannungsabfall am Lastwiderstand/zu einer kleineren Spannung an der Ausgangselektrode Anode oder Kollektor. Ein Verstärker mit einer Triode oder mit einem Transistor dreht also im Normalfall die Phase der verstärkten Spannung um 180°. Ein Unterschied ist jedoch, dass der Transistor eine positive Vorspannung benötigt, während die Röhre meist mit einer negativen Gittervorspannung betrieben wird. Die Spannung bildet sich automatisch am Gitterwiderstand, weil freie Elektronen von der Kathode das Gitter negativ aufladen.

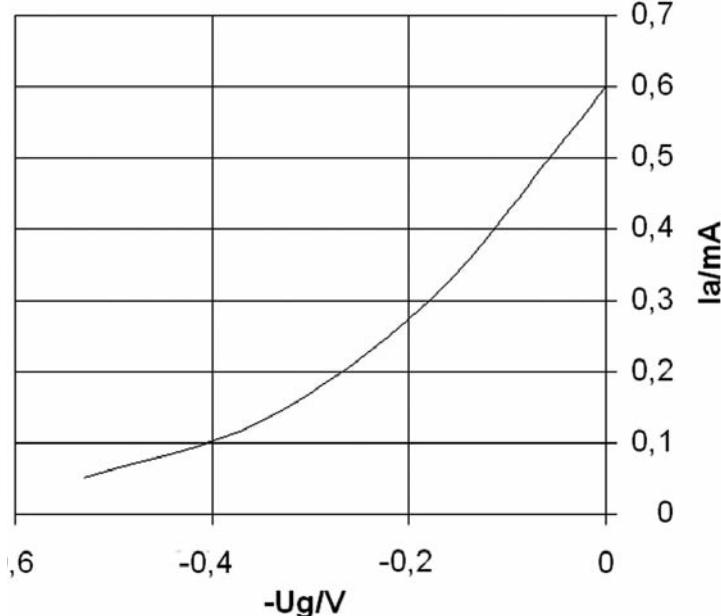


Die Pentode

Bei einer Pentode kommen noch zwei weitere Gitter hinzu. Das Schirmgitter (g2) wird positiv geladen und schirmt den Einfluss der wechselnden Spannung der Anode vom Steuergitter ab. Die Spannung am Schirmgitter beeinflusst wie das Steuergitter den Anodenstrom und die Verstärkung der Röhre. Das Bremsgitter (g3) wird meist mit der Kathode verbunden und dient dazu, Elektronen, die von der Anode entweichen (Sekundärelektronen), zu ihr zurückzulelenken.

Im Vergleich Transistor/Röhre fällt vor allem auf, dass die Röhre wegen der erforderlichen Heizleistung für die gleiche Aufgabe wesentlich mehr Energie benötigt. Energiesparende Schaltungen werden daher heute mit Transistoren bestückt. Vorteile der Röhre sind hohe Eingangswiderstände und gute Hochfrequenzeigenschaften. Im Hi-Fi-Bereich sagt man der Röhre einen weicheren Klang nach, weil vor allem bei einer Übersteuerung weniger scharfe Übergänge in die Begrenzung auftreten.

Viele Audio-Enthusiasten schwören auf den besonderen Klang eines Röhrenverstärkers. Oft wird dem Eintaktverstärker (single ended) der schönere Klang nachgesagt, während der Gegentaktverstärker bereits ähnliche Eigenschaften wie ein moderner Halbleiterverstärker besitzt. Einer der entscheidenden Gründe für den unterschiedlichen Klang ist die gekrümmte Kennlinie der Röhre. Dadurch entstehen spezifische Verzerrungen, die den besonderen Klang ausmachen. Auch unser Gehör arbeitet vor allem bei höheren Schallpegeln nicht linear. Eine verbreitete Theorie besagt, dass die Röhrenkennlinie der Ohrkennlinie ähnlich ist. Das führt dazu, dass der Klang eines Röhrenverstärkers dem Originalklang bei größerer Lautstärke ähnelt. Viele berichten daher von der Erfahrung, dass ein einfacher Röhrenverstärker mit nur geringer Ausgangsleistung bereits einen vollen Klang liefert. Ein ähnlicher Effekt tritt auch auf, wenn ein moderner Halbleiterverstärker mit einer passend ausgesteuerten Röhrenvorstufe ausgerüstet wird.



Die Röhrenkennlinie bei kleiner Anodenspannung

Liebe Kunden!

Dieses Produkt wurde in Übereinstimmung mit den geltenden europäischen Richtlinien hergestellt und trägt daher das CE-Zeichen. Der bestimmungsgemäße Gebrauch ist in der beiliegenden Anleitung beschrieben.



Bei jeder anderen Nutzung oder Veränderung des Produktes sind allein Sie für die Einhaltung der geltenden Regeln verantwortlich. Bauen Sie die Schaltungen deshalb genau so auf, wie es in der Anleitung beschrieben wird. Das Produkt darf nur zusammen mit dieser Anleitung weitergegeben werden.

Das Symbol der durchkreuzten Mülltonne bedeutet, dass dieses Produkt getrennt vom Haushaltmüll als Elektroschrott dem Recycling zugeführt werden muss. Wo Sie die nächstgelegene kostenlose Annahmestelle finden, sagt Ihnen Ihre kommunale Verwaltung.



Impressum

© 2011 Franzis Verlag GmbH, 85540 Haar bei München, www.elo-web.de

Autor: Burkhard Kainka · Art & Design, Satz: www.ideehoch2.de · ISBN 978-3-645-65096-0

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien. Das Erstellen und Verbreiten von Kopien auf Papier, auf Datenträger oder im Internet, insbesondere als PDF, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlags gestattet und wird widrigfalls strafrechtlich verfolgt.

Die meisten Produktbezeichnungen von Hard- und Software sowie Firmennamen und Firmenlogos, die in diesem Werk genannt werden, sind in der Regel gleichzeitig auch eingetragene Warenzeichen und sollten als solche betrachtet werden. Der Verlag folgt bei den Produktbezeichnungen im Wesentlichen den Schreibweisen der Hersteller.

Alle in diesem Buch vorgestellten Schaltungen und Programme wurden mit der größtmöglichen Sorgfalt entwickelt, geprüft und getestet. Trotzdem können Fehler im Buch und in der Software nicht vollständig ausgeschlossen werden. Verlag und Autor haften in Fällen des Vorsatzes oder der groben Fahrlässigkeit nach den gesetzlichen Bestimmungen. Im Übrigen haften Verlag und Autor nur nach dem Produkthaftungsgesetz wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit oder wegen der schulhaften Verletzung wesentlicher Vertragspflichten. Der Schadensersatzanspruch für die Verletzung wesentlicher Vertragspflichten ist auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden begrenzt, soweit nicht ein Fall der zwingenden Haftung nach dem Produkthaftungsgesetz gegeben ist.

