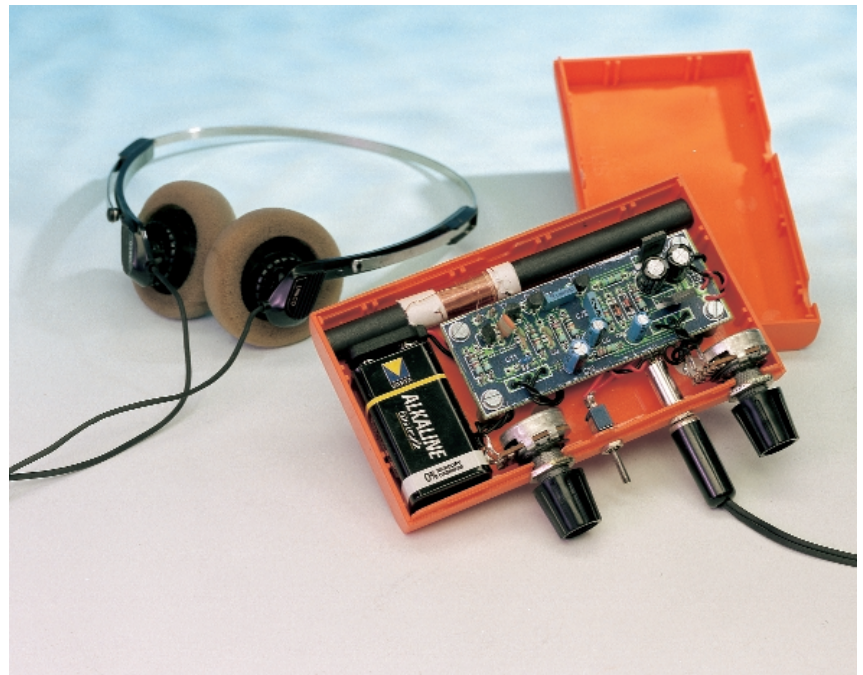


Mini-MW-Empfänger

Spaß am Basteln

Ein anschauliches und lehrreiches Bastelprojekt für große und kleine Hobbyisten, das ist dieser Miniatur-Empfänger bestimmt. Wenn Langeweile an einem verregneten Wochenende aufkommen will, kann er die gute Laune retten. Ein paar Bauteile schnell zusammengelötet, und schon werden Stimmen und Klänge aus dem Äther hörbar.



Das Innenleben moderner Elektrogeräte ist kompliziert und steckt oft voller Geheimnisse. Selbst Staubsauger und Kaffeeautomaten werden schon von komplexen Chips gesteuert, ohne Prozessor und Software läuft heute fast nichts mehr. Trotz so viel allgegenwärtiger modernster Technik ist es durchaus nicht altmodisch, einen kleinen Mittelwellenempfänger selbst zu bauen, auch wenn die Schaltung nicht unbedingt "HiTech" ist. Was zählt, ist das Erfolgserlebnis, das die Mühe des Selbstbaus am Ende lohnt. Einen Mini-Empfänger für wenig Geld im Laden kaufen, das kann ja schließlich jeder...

Unser Selbstbau-Mini-Radio ist genau das Richtige für den jugendlichen Anfänger, - oder für Großvater und Enkel, deren gemeinsame Leidenschaft das Basteln ist. Nicht ein einziges IC ist hier dabei, für das Mini-Radio werden nur fünf ganz gewöhnliche Transistoren und ein paar passive Bauelemente gebraucht. In einer gut

sortierten Bastelkiste ist sicher das meiste schon vorhanden.

Wer mit der Elektronik etwas näher vertraut ist, wird vielleicht Zweifel haben, dass fünf Transistoren zum Empfang von Rundfunkwellen genügen. Den Zweiflern sei gesagt, dass der Empfangsteil nur aus zwei Transistoren besteht, während die übrigen drei als Endverstärker für den Lautsprecher arbeiten. Es ist schon klar, dass man bei einem Zwei-Transistor-Empfänger keine allzu hohen Anforderungen an die Empfindlichkeit und Selektivität stellen darf. Mit einem nur äußerst schwach hörbaren Signal an einer hundert Meter langen Antenne braucht man sich aber nicht zu begnügen. Der Zwei-Transistor-Empfänger leistet schon etwas mehr: Die lokalen Mittelwellen-Stationen empfängt er mühelos ohne externe Antenne mit einem Ferritstab.

GERADEAUS

Das einfachste Empfänger-Prinzip ist der Geradeaus-Empfänger. Dieser Begriff taucht immer mal wieder auf, doch selten wird er genügend deutlich erklärt.

Ganz allgemein betrachtet unterscheidet man zwei Empfänger-Konzepte: den Geradeaus-Empfänger und den Superheterodyn-Empfänger. Der Superheterodyn-Empfänger, meistens kurz "Super" oder auch "Überlagerungsempfänger" genannt, ist der Empfänger-Typ, den man weitaus am häufigsten antrifft. Hier wird zuerst das Empfangssignal mit dem Signal eines zur Empfängerschaltung gehörenden Oszillators gemischt. Anschließend sorgen abgestimmte Schwingkreise, angeordnet in den sogenannten Zwischenfrequenz-Stufen, für ein hohes Maß an Selektivität. Entscheidend für das Konzept ist, dass der Eingangskreis und der Oszillator synchron abgestimmt werden, so dass die Differenzfrequenz zwischen Empfangs- und Oszillator-Signal stets gleich bleibt. Das vom Mischer gelieferte Differenzfrequenz-Signal ist das Zwischenfrequenz-Signal, das danach verstärkt wird und gleichzeitig eine Reihe von Filtern durchläuft. Da die Signal-Frequenz stets gleich bleibt, können die Filter für diese Frequenz optimiert werden. Das Super-Prinzip, das übrigens schon

Ende der zwanziger Jahre im vorigen Jahrhundert entwickelt wurde, bietet zwar viele empfangstechnische Vorteile, für den Bau eines einfachen Empfängers ist es jedoch zu kompliziert. Hier ist der Geradeaus-Empfänger die klügere Wahl, auch wenn er an die Leistungstärke des Supers nicht heranreicht. Das Prinzip ist bedeutend einfacher: Das Signal des Senders, der empfangen werden soll, wird aus dem von der Antenne gelieferten Signalgemisch gefiltert, eventuell verstärkt und schließlich demoduliert. Ein Oszillator ist dabei nicht im Spiel, und eine Umsetzung in eine Zwischenfrequenz findet auch nicht statt. **Bild 1a** zeigt die Schaltung eines Geradeaus-Empfängers in seiner einfachsten Form. Bei diesem "Detektor-Empfänger" wird die Empfangsfrequenz von einem abstimmbaren Schwingkreis aus dem Antennensignal gesiebt, die nachfolgende Diode demoduliert das amplitudenmodulierte hochfrequente Signal, und ein Kopfhörer macht das übrig bleibende niederfrequente Signal hörbar. Damit auch wirklich etwas hörbar ist, muss die Antenne ein einigermaßen starkes Signal liefern, und der Fußpunkt des LC-Kreises muss mit Erde verbunden sein. Die Diode wird meistens an eine Anzapfung der Schwingkreis-Spule gelegt, so dass sie den Schwingkreis weniger belastet.

Die auffälligste Eigenschaft eines Detektor-Empfängers ist die Tatsache, dass er ohne jede Energiequelle auskommt. Die Energie, die die Kopfhörer-Membran in Schwingungen versetzt, wird vollständig dem "Äther" entnommen. Der Preis für diese Genügsamkeit ist allerdings eine ziemliche niedrige Empfindlichkeit und eine geringe Trennschärfe. Einen Fortschritt in diese Richtung kann man

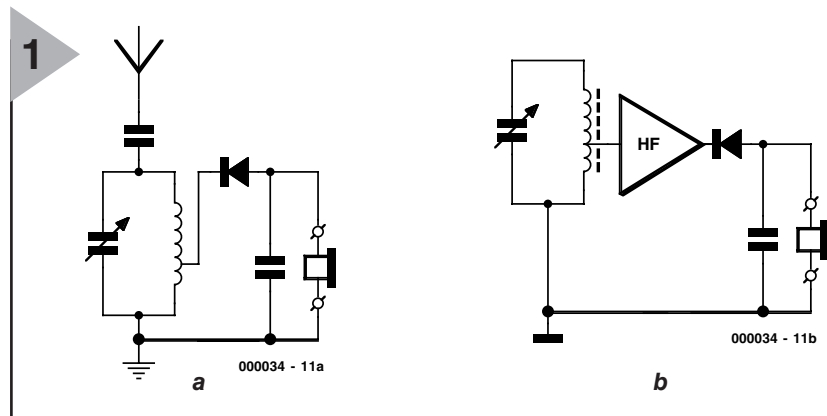


Bild 1. Die Empfangsleistung eines klassischen Detektor-Empfängers (a) wird durch eine HF-Stufe (b) stark erhöht.

nur erreichen, wenn man das hochfrequente Signal mit einem aktiven (Energie verbrauchenden) Bauelement verstärkt. Ohne Verstärkung muss nämlich die an der Diode liegende Signalspannung über der Dioden-Schwelldenspannung (100...200 mV) liegen, anderenfalls ist kein Empfang möglich. Diese Überlegungen führen zu der Schaltung in **Bild 1b**, deren Ähnlichkeit mit dem Grundprinzip unseres Bauprojekts unverkennbar ist. Ein Empfänger mit HF-Verstärkerstufe erreicht bereits eine so hohe Empfindlichkeit, dass eine Spule, gewickelt auf einen Ferritstab, als Antenne ausreicht. Natürlich sind die Empfindlichkeit und Trennschärfe von den Qualitäten eines Superheterodyn-Empfängers noch weit entfernt, denn es ist nur ein einziger Schwingkreis und eine einzige Verstärkerstufe vorhanden. Doch ein Geradeaus-Empfänger hat auch einige nicht von der Hand zu weisende Vorteile: Er lässt sich leicht aufbauen, kommt mit wenigen preiswerten Bauteilen aus, es

gibt keine komplizierten Abgleich- und Einstellarbeiten, und die Klangqualität ist überdurchschnittlich gut.

SCHALTUNG

Es ist an der Zeit, einen Blick auf die Details unseres Mini-MW-Empfängers zu werfen. In der Schaltung (**Bild 2**) gehören die Bauelemente links von Poti P2 zum eigentlichen Empfänger, während der rechte Teil nur zur Verstärkung des niederfrequenten Signals dient. Der Empfangsteil ist auch jetzt noch von relativ bescheidenem Umfang, auch wenn im Vergleich zu Bild 1b einiges hinzugekommen ist.

Der Schwingkreis besteht aus Spule L1, Kondensator C1 und Varicap-Diode D1. Der Drehkondensator aus Bild 1a und 1b wurde durch einen festen Kondensator und eine in Reihe geschaltete Varicap-Diode ersetzt, denn dadurch lassen sich sowohl Kosten als auch Platz sparen. Die Varicap-Diode ändert ihre Kapazität in Abhängigkeit von der angelegten

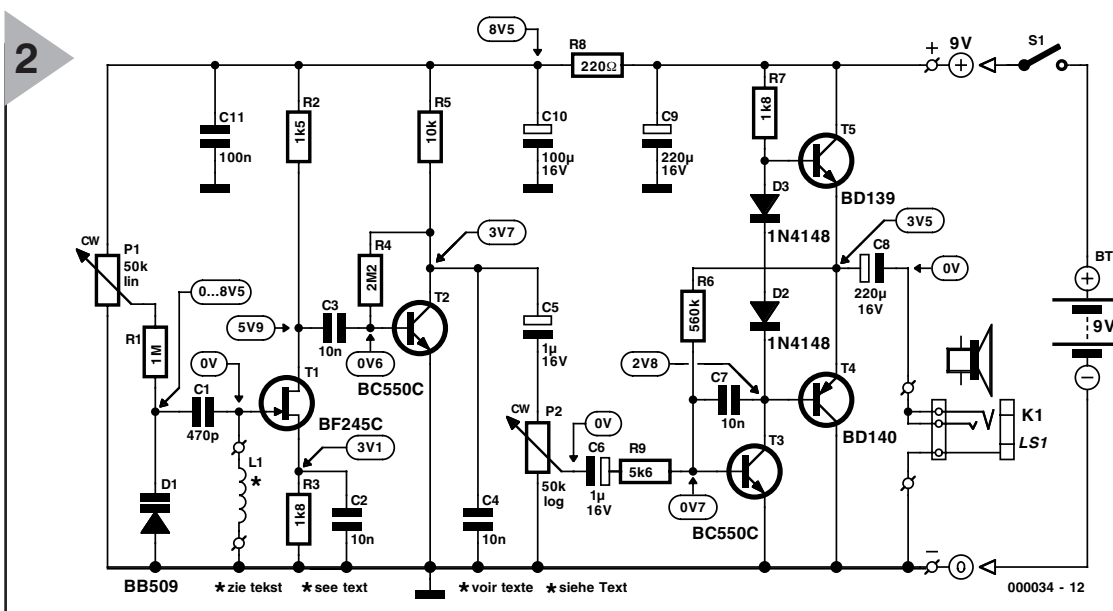


Bild 2. Der Mini-MW-Empfänger arbeitet mit nur fünf Transistoren, von denen drei zum Lautsprecher-Endverstärker gehören.

3

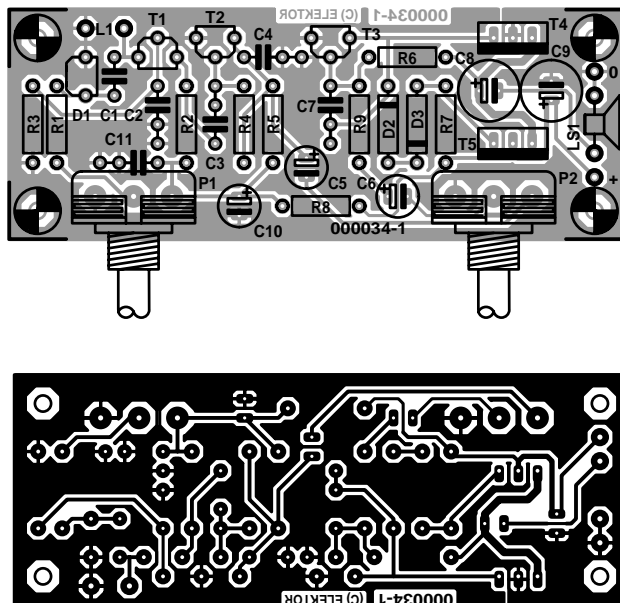


Bild 3. Der Aufbau auf der Platine ist nicht schwierig, auch wenn man noch nicht viel Übung mit dem Lötten hat.

Spannung. Die Dioden-Spannung lässt sich mit Poti P1 einstellen, der Schwingkreis kann daher mit diesem Poti abgestimmt werden. Von Bild 1a und 1b unterscheidet sich die Schaltung auch dadurch, dass die Anzapfung an Spule L1 fehlt. Wie schon erwähnt, bewirkt die Anzapfung eine geringere Belastung des Schwingkreises, was die Schwingkreis-Güte und damit die Trennschärfe erhöht. Bei einem Empfänger mit nur einem einzigen Kreis ist das besonders wichtig, die Selektivität hängt hier vollständig von

den Eigenschaften dieses Kreises ab. Der Signal-Abgriff an der Anzapfung hat aber auch den Nachteil, dass die Signalstärke geringer als am oberen Spulen-Ende ist. Durch die Anzapfung wird also ein Kompromiss zwischen Empfindlichkeit und Trennschärfe erreicht.

Einen solchen Kompromiss braucht man nicht einzugehen, wenn man dem Schwingkreis einen Feldeffekt-Transistor (T1) nachschaltet. Das Signal kann nun am "heißen Ende" von L1 abgegriffen werden, denn der FET-Eingang ist extrem hochohmig;

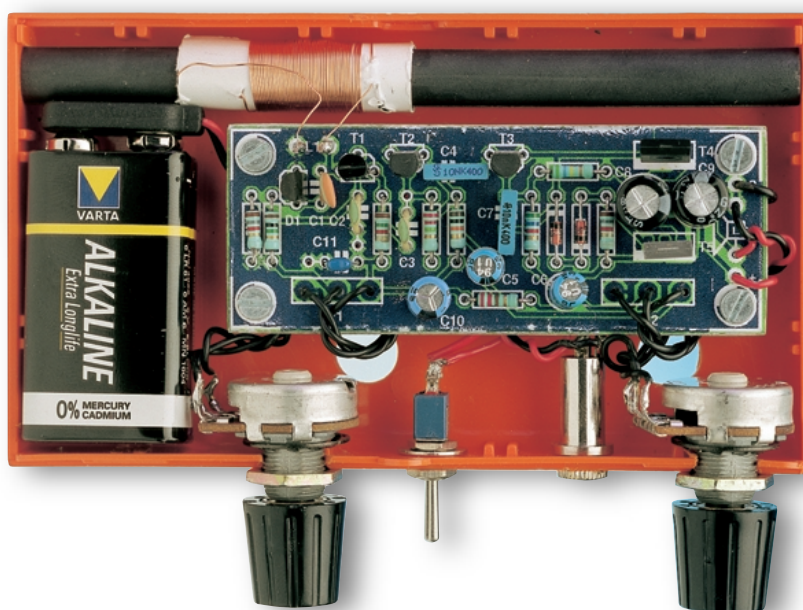


Bild 4. Der Musteraufbau passte exakt in das in der Stückliste angegebene Gehäuse.

Stückliste

Widerstände:

R1 = 1 M
 R2 = 1k5
 R3, R7 = 1k8
 R4 = 2M2
 R5 = 10 k
 R6 = 560 k
 R8 = 220 Ω
 R9 = 5k6
 P1 = Potentiometer 50 k lin.
 P2 = Potentiometer 50 k log.

Kondensatoren:

C1 = 470 p
 C2, C3, C4, C7 = 10 n
 C5, C6 = 1 μ/16 V stehend
 C8, C9 = 220 μ/16 V stehend
 C10 = 100 μ/63 V stehend
 C11 = 100 n

Induktivität:

L1 = 50 Wdgn. 0,3 CuL auf Ferritstab
 10 mm Durchmesser, ca. 100 mm lang

Halbleiter:

D1 = BB509
 D2, D3 = 1N4148
 T1 = BF245C of BF256C
 T2, T3 = BC550C
 T4 = BD140
 T5 = BD139

Außerdem:

K1 = 3,5 mm Klinkenstecker
 S1 = einpoliger Schalter
 Bt1 = 9-V-Batterie mit Anschlußclip
 Ls1 = Kopfhörer oder 8—
 Lautsprecher
 Gehäuse, z.B. Conrad 52 09 93
 (123mmx30mmx70mm)
 Platine 000034-1 (siehe Serviceseite
 in der Heftmitte)

der Schwingkreis wird nun nicht mehr spürbar belastet. Der FET verstärkt das Signal ein Stück weit, den wesentlichen Anteil an der Verstärkung leistet jedoch HF-Transistor T2. Gleichzeitig übernimmt T2 die Demodulation des verstärkten Signals, denn da der Basis-Emitter-Übergang nur in einer Richtung leitet, wirkt er wie eine Diode. Hochfrequenz-Reste, die nach der Demodulation übrig bleiben, werden von C4 nach Masse kurzgeschlossen. Über C5 und Poti P2, mit dem sich die Lautstärke einstellen lässt, gelangt das demodulierte Signal zum nachfolgenden Endverstärker. Hier hätten wir natürlich zu einem der vielen gängigen ICs greifen können, doch um den Stil des Bauprojekts zu wahren, ist auch der Endverstärker diskret aufgebaut. Mehr als drei Transistoren werden ohnehin nicht gebraucht, der Umfang bleibt auch bei der diskreten Ausführung in Grenzen. T3 arbeitet als Spannungsverstärker und Treiber für die mit T4 und T5 aufgebaute Gegentakt-Endstufe. Die Dioden D2 und D3 kompensieren die

Schwellenspannungen von T4 und T5, so dass die Übernahme-Verzerrungen gering sind. Was den Strom betrifft, so fließen im Ruhezustand nur wenige Milliampere durch die Endstufe.

Der Endverstärker ist so ausgelegt, dass er wahlweise einen kleinen 8-Ω Lautsprecher oder einen Kopfhörer (beide Hörmuscheln parallel geschaltet) steuern kann. Die Ausgangsleistung beträgt ungefähr 1 W, was durchaus genügt, um einen mittleren Wohnraum mit Zimmerlautstärke zu beschallen.

STROMVERSORGUNG

Das Schaltungskonzept sieht eine Stromversorgung durch eine 9-V-Batterie vor. Die Stromaufnahme beträgt bei mittlerer Lautstärke ca. 30 mA, so dass die Batterie eine ganze Weile durchhält. Gibt man einem Stecker-Netzteil den Vorzug, muss dessen Ausgangsspannung stabilisiert sein; die Spannung für Abstimm-Poti P1 wird nämlich direkt aus der Betriebsspannung abgeleitet. Die Höhe der Netzteil-Spannung ist nicht allzu kritisch. Auch bei 7 V arbeitet der Empfänger noch einwandfrei, eine höhere Spannung als 9 V (z. B. 12 V) hat sogar den Effekt, dass die Empfindlichkeit etwas höher ist.

MINI-PLATINE

Wir haben für den Mini-MW-Empfänger eine Platine entworfen, **Bild 3** zeigt das Ergebnis. Das Layout stellt einen Mittelweg zwischen geringen Abmessungen und übersichtlichem Design dar. Der Schaltungsaufbau auf der Platine ist an Hand des Bestückungsaufdrucks und der Stückliste wirklich ein Kinderspiel. Das einzige Bauelement, das seinen Platz nicht auf der Platine findet, ist Ferritantenne L1. Sie wird nach ihrer Fertigstellung an die mit "L1" gekennzeichneten Platinenpunkte angeschlossen.

Die Antennenspule muss man zwar selbst wickeln, eine schwierige Hürde ist das aber keineswegs. Der Spulenkern ist ein Ferritstab mit einem Durchmesser von 10 mm und einer Länge von 10 oder 12 cm. Auf den Stab wird zuerst ein passender Papier- oder Folienstreifen gewickelt, so dass eine verschiebbare Hülse entsteht. Auf die Hülse wickelt man 50 bis 55 Windungen lackierten Kupferdraht von 0,3 mm Durchmesser, er darf auch etwas dicker oder dünner sein. Die Windungen werden ohne Zwischenraum eng nebeneinander (nicht übereinander!) gewickelt. Hier ist ein wenig Sorgfalt angesagt, denn die Empfangsleistung wird von den Antennen-Eigenschaften maßgeblich beeinflusst. Damit sich die Spule nicht wieder ablöst, fixiert man die ersten und letzten Windungen mit

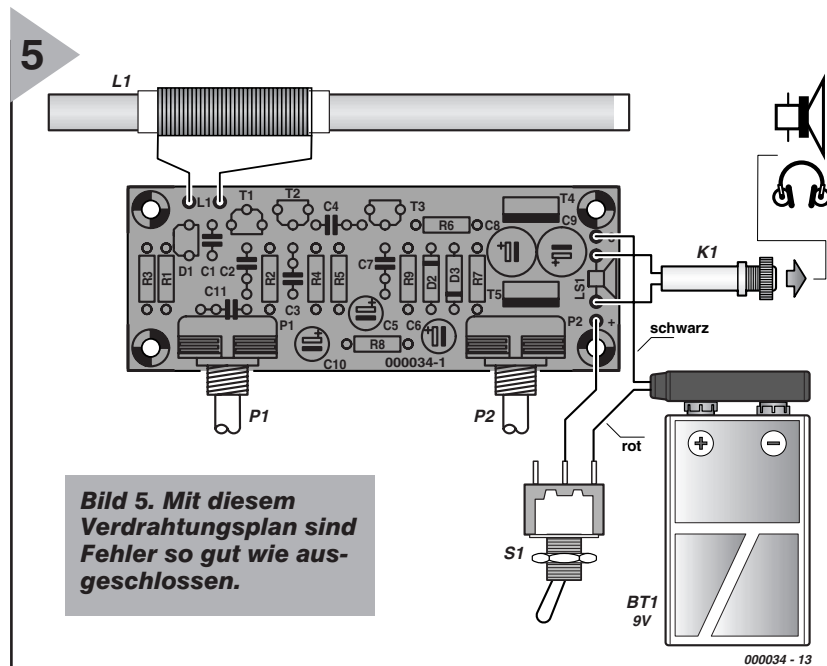


Bild 5. Mit diesem Verdrahtungsplan sind Fehler so gut wie ausgeschlossen.

Alleskleber, oder in die Hülse werden zwei kleine Löcher gebohrt, durch die die Anschlussdrähte hindurchgeführt werden.

Die Ferritantenne muss auf den zu empfangenden Frequenzbereich abgeglichen werden, weil die Spulen-Induktivität von Fall zu Fall etwas variieren kann. Das lässt sich leicht ausgleichen, indem man die Spule auf dem Stab verschiebt. Wenn sich die Spule in der Stabmitte befindet, ist ihre Induktivität am größten, verschiebt man sie nach außen, nimmt die Induktivität ab.

Messgeräte werden für den Abgleich nicht benötigt. Mit einem zweiten Mittelwellen-Empfänger als Referenz wird die Spule in der Weise verschoben, dass sich der Empfangsbereich beider Empfänger deckt. Falls ausnahmsweise das Verschieben der Spule nicht genügt, um mit P1 den gesamten Mittelwellen-Bereich (530...1605 kHz) durchstimmen zu können, ist eine Änderung der Windungszahl angesagt. Liegen die niedrigen Frequenzen außerhalb des empfangenen Bereichs, dann sind einige zusätzliche Windungen nötig; im umgekehrten Fall muss die Spule um einige Windungen gekürzt werden. Da das Abschneiden eines Drahtes einfacher als das Anstückeln ist, empfiehlt es sich, zunächst 55 Windungen auf den Ferritstab zu wickeln und die Spule bei Bedarf zu kürzen.

GEHÄUSE

Wenn die Empfänger-Schaltung läuft, kann nach einem geeigneten Gehäuse Ausschau gehalten werden. Infrage kommen natürlich nur Ausführungen aus Kunststoff oder Holz, ein Metallgehäuse würde die Ferritantenne buchstäblich von der Außenwelt

abschirmen. Für unseren Musteraufbau (**Bild 4**) nahmen wir ein Gehäuse, das der Versandhandel anbietet; es hatte exakt die richtigen Maße. Allerdings konnten die beiden Potis nicht auf der Platine bleiben, sie wurden an der Gehäusewand montiert und über kurze Leitungen mit der Platine verbunden. Unser 12 cm langer Ferritstab war zufällig ebenso lang wie der Gehäuse-Innenraum, so dass sich der Stab dort ohne Hilfsmittel festklemmen ließ.

An den Empfänger kann sowohl ein Kopfhörer als auch ein 8-Ω Lautsprecher angeschlossen werden. Unser Gehäuse war für den Lautsprecher-Einbau zu flach, so dass wir uns für einen Kopfhörer entschieden. Eine gute Idee ist der Anschluss einer Mini-Lautsprecher-Box, wie sie der Handel für den Betrieb an Walkmans anbietet. Diese Mini-Boxen sind meistens kaum teurer als einzelne Lautsprecher-Chassis, sie bieten aber oft eine deutlich bessere Klangqualität.

ANSCHLÜSSE

Die verschiedenen Anschlusspunkte sind auf der Platine unverwechselbar gekennzeichnet. Zur Ergänzung zeigt **Bild 5** im Detail, wie Antenne, Lautsprecher und Batterie mit der Platine verbunden werden müssen. Mit dieser Unterstützung wird sicher auch dem Neu-Elektroniker der erfolgreiche Schaltungsaufbau auf Anhieb gelingen.

(000034)gd