



Infos zum Bausatz

im ELV-Web-Shop

#1352

Weltempfänger WE1 – Wellenjagd mit dem Selbstbauradio

Geräte-Kurzbezeichnung:	WE1
Versorgungsspannung:	2x 1,5 V (2x Mignon/LR6/AA), 5 V _{DC} (Netzteil)
Stromaufnahme:	max. 500 mA
Leistungsaufnahme Ruhebetrieb:	60 μ W
Batterielebensdauer:	ca. 100 h
Empfangsbereiche:	87–108 MHz/21,2–22 MHz/ 17,1–18 MHz/15–15,9 MHz/ 13,4–14,2 MHz/11,45–12,25 MHz/ 9,2–10 MHz/6,8–7,6 MHz/ 5,6–6,4 MHz/522–1665 kHz
Empfindlichkeit:	30 μ V (AM)/2,2 μ V (FM)
Nenn-Ausgangsleistung:	1 W @ 4 Ω
Audio-Ausgangsimpedanz:	Lautsprecher 4–32 Ω , Kopfhörer > 32 Ω
Eingänge:	externe AM-Loop-Antenne (Klinkenbuchse)
Anzeige:	LC-Display
Sonstiges:	- integrierter Lautsprecher - Klangeinstellung - Autopower-off nach 3 h
Umgebungstemperatur:	-10 bis +55 $^{\circ}$ C
Lagertemperatur:	-40 bis +85 $^{\circ}$ C
Abmessungen (B x H x T):	165 x 88 x 55 mm
Gewicht:	300 g

Technische Daten

Dieses interessante Nachbauprojekt stellt ein komplettes Radio inklusive Antenne und Lautsprecher im Retro-Stil dar. Durch Einsatz eines hochintegrierten Receivers von Silicon Labs können neben dem UKW-Band auch diverse Kurz- und Mittelwellensender empfangen werden. Die Abstimmung der Sender erfolgt nicht durch einen Suchlauf oder Eingabe einer Frequenz, sondern durch die altbewährte Sendereinstellung mittels Drehpotentiometer (Wheel-Tuning).

Radio selbst gebaut? Eine lange Tradition

Der Eigenbau von Empfangsschaltungen ist seit der Anfangszeit des Rundfunks sehr beliebt. Es übt einen gewissen Reiz aus, sich ein Radio selbst zu bauen, denn nach erfolgreicher Fertigstellung ist das Ergebnis sofort zu bestaunen bzw. zu hören. Im Prinzip ist das Elektronikhobby bzw. der Amateurfunk durch diese Technik erst entstanden.

Die ersten Radioempfangsschaltungen waren einfache Detektorempfänger (Bild 1). Diese einfache Technik machte Rundfunkempfang in den 1920er-Jahren sehr populär, denn wer konnte sich in dieser Zeit



ein teures Radio leisten, das noch das Mehrfache eines Monatslohns kostete! So entstand der Selbstbau von Radios unmittelbar 1923 mit der Einführung des Rundfunks in Deutschland und wurde schnell zu einem weit verbreiteten Hobby. Damals vertrieben die Rundfunkhändler als zweites Standbein all die Teile, die der Radiobastler nicht selbst herstellen konnte, so etwa die Kristalldetektoren der ersten Radios, Kopfhörer, Spulen, Drehkondensatoren, Röhren usw.

Nach dem 2. Weltkrieg war die Produktion von Rundfunkgeräten zeitweise durch Besatzungsrecht eingeschränkt, so blieb nur, mit dem Selbstbau solcher Schaltungen dieses Gesetz zu „umgehen“. Ein Meilenstein in Westdeutschland war zweifellos der „Heinzelmann“-Bausatz von Grundig, während in der DDR zunächst der totale Selbstbau aus Alt-Militärbeständen und Resten der bis Kriegsende ja hauptsächlich im Osten Deutschlands ansässigen Rundfunkgeräteindustrie angesagt war. Hier hielt sich der Selbstbau von Empfangsgeräten aller Art bis hin zu den berühmten UHF-Konvertern für den ZDF-Empfang noch deutlich länger als in der Bundesrepublik. Denn im Westen ließ das schnell einsetzende riesige Angebot das Traditions-Hobby eher schnell einschlafen, übrig blieb bis heute eine fachlich sehr versierte Gilde von Sammlern und Hobby-Restaurateuren, die sich dem Erhalt funktionsfähiger Geräte widmen. In der DDR war der Radio-Selbstbau, insbesondere mit dem Erscheinen des Transistors und später von Spezialschaltkreisen, bis in die 1980er-Jahre immer ein Thema, da es hier zwei hemmende Faktoren gab: ein nie ausreichendes Angebot insbesondere an hochwertigen Empfängern und hohe Preise, die viele davon abhielten, z. B. eine der technisch sehr guten, aber eben mehrere Monatsgehälter kostenden Hi-Fi-Anlagen zu kaufen. So waren selbst digitale Synthesizer-Empfangsbauanleitungen, teilweise sogar mit Mikroprozessorsteuerung, begehrt und wurden nachgebaut.

So ganz ist das Radiobasteln auch danach nicht von der Bildfläche verschwunden, auch wenn es heute für wenige Euro komplette Weltempfänger beim Discounter gibt – es bleibt der Reiz des Selbstbaus,

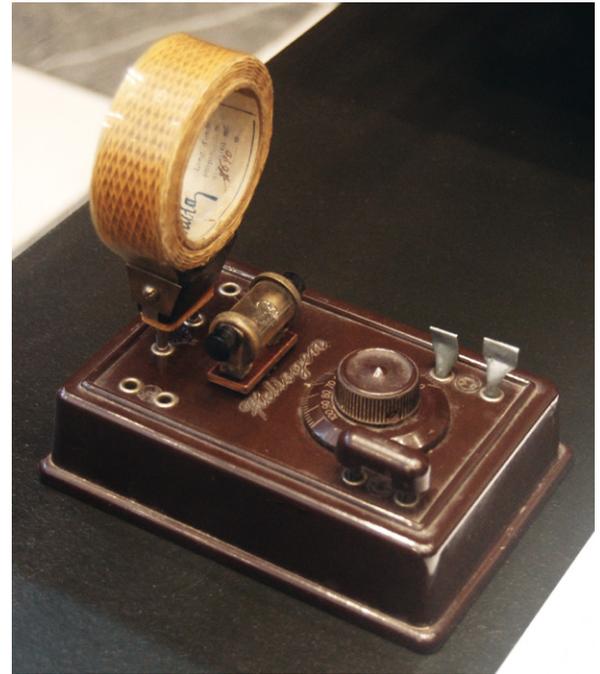


Bild 1: Detektorempfänger aus dem Beginn des 20. Jahrhunderts (Quelle: Wikipedia [2])

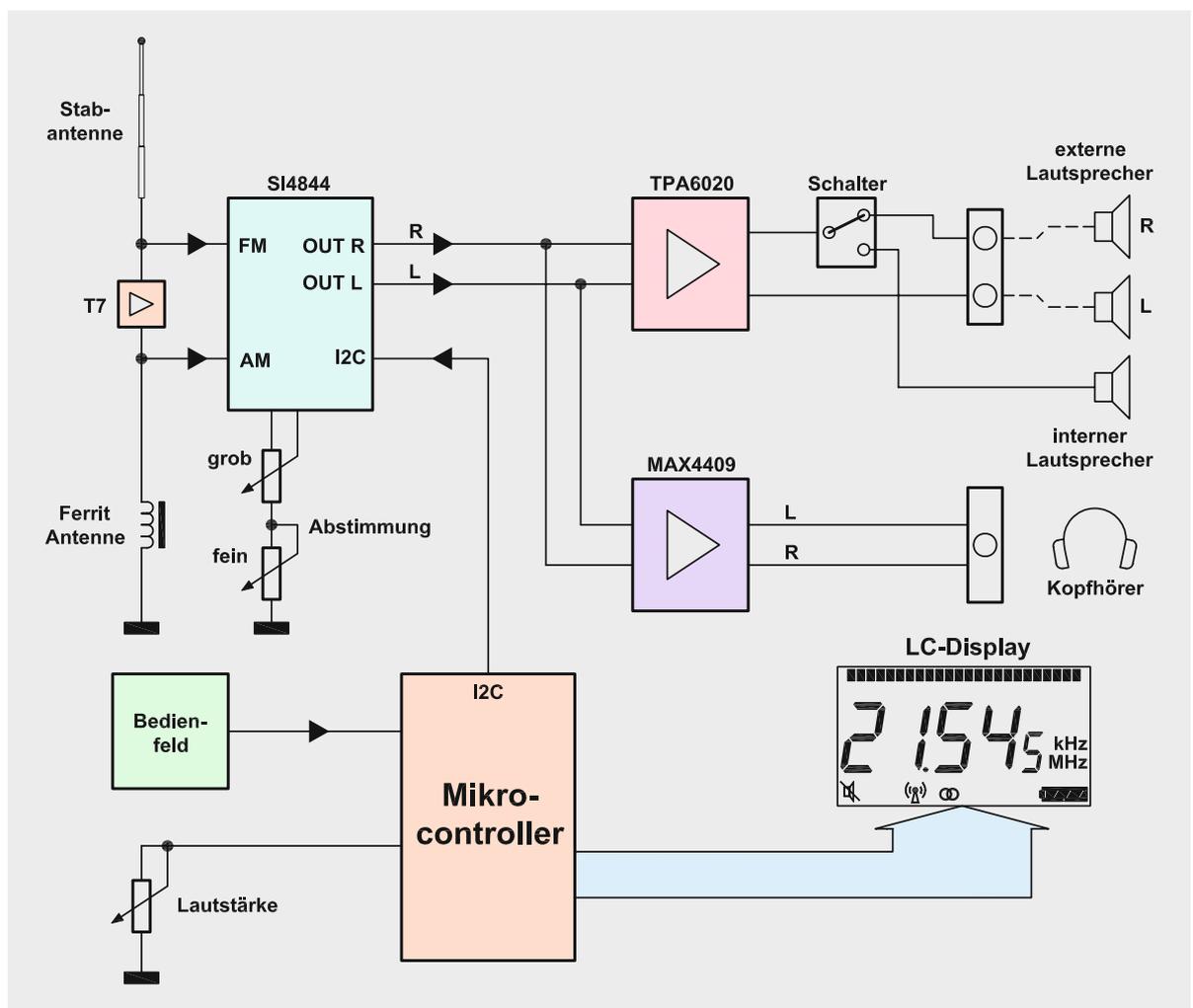


Bild 2: Das Blockschaltbild des WE1 gibt eine komplette Funktionsübersicht.

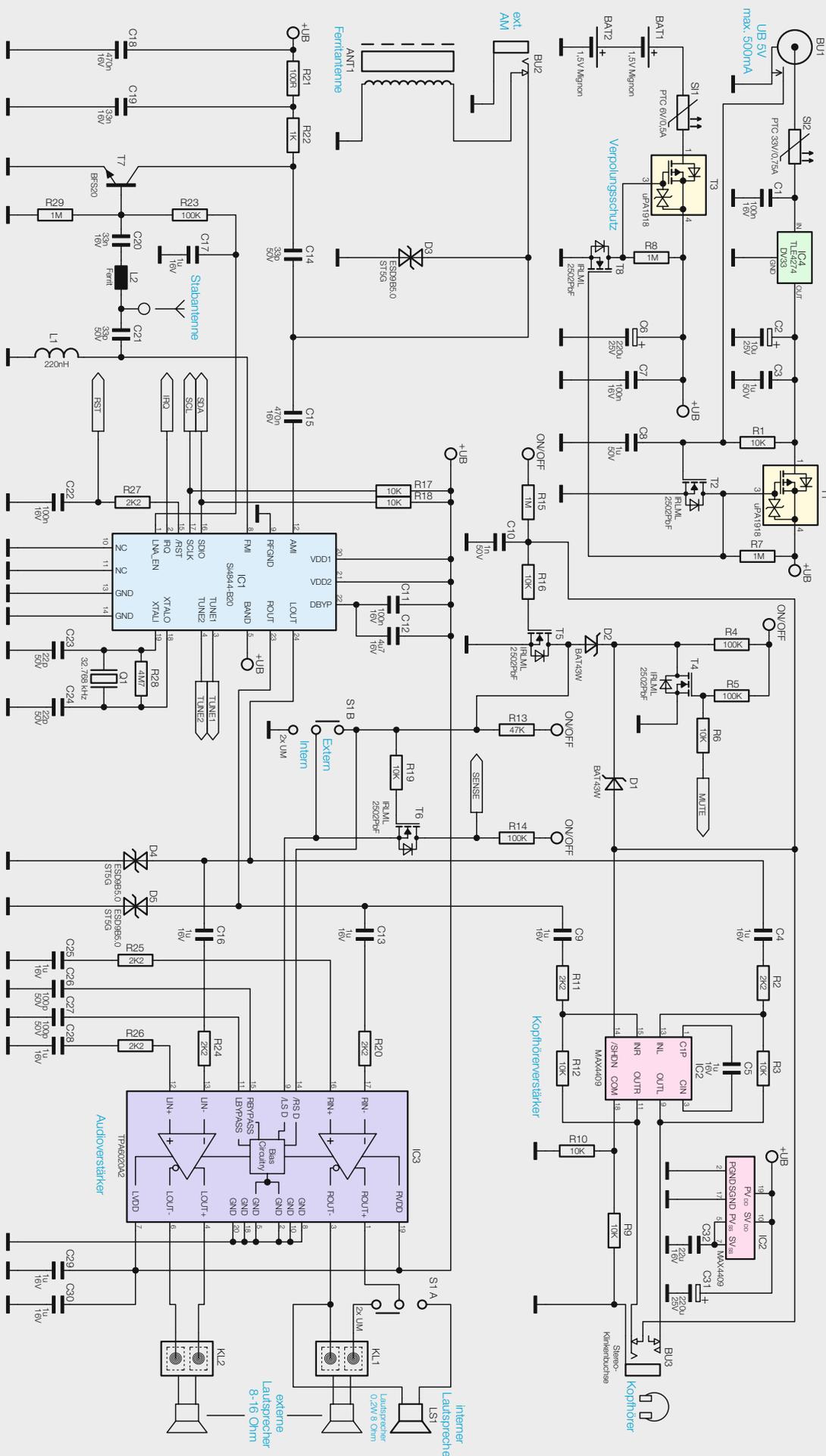


Bild 3: Schaltbild des Empfängerteils, der sich auf der Hauptplatine befindet



heute wesentlich durch die Aktivitäten von Funkamateurr-Clubs befeuert und durch SDR-Konzepte an das Computerzeitalter angepasst. Denn nicht nur für den mit dem Radio Aufgewachsenen ist es trotz Internets eine Faszination, über die Wellenbereiche „zu drehen“ und sich zu freuen, wenn zwischen Rauschen und Gurgeln ein Sender aus einem fernen Land zu hören ist, oder wenn man UKW-Sender mit Überreichweite empfangen kann. Auch wenn Ende 2014 viele Mittel- und Kurzwellensender ihren Dienst aus wirtschaftlichen Gründen eingestellt haben, bleibt der Empfang ferner Sender, z. B. aus Übersee, immer noch interessant, wenn man bedenkt, dass eine direkte Funkverbindung über mehrere tausend Kilometer aufgebaut wird. Wie diese sehr hohen Reichweiten auf Kurzwelle zustande kommen, ist im Abschnitt „Elektronikwissen“ erklärt. Wenn man dazu noch über eine leistungsfähige Antenne verfügt, wird man gern Stunden mit diesem spannenden und entspannenden Hobby verbringen. Mehr dazu findet man unter [1] und [2].

Wir wollen uns mit unserem Weltempfänger-Projekt diesem immer noch beliebten Thema widmen – nicht mit einem Retro-Detektorempfänger, sondern einer modernen und nachbausicheren Schaltung. Durch Einsatz eines Einchip-Empfangsbausteins mit einem DSP (Digital Signal Processor) werden hervorragende Empfangseigenschaften erreicht. Die Sendereinstellung geschieht in altgewohnter Weise „analog“ mittels eines Einstellrades, weshalb der Chip-Hersteller auch von Wheel-Tuning spricht.

Der Mehraufwand für den Empfang von Kurz- und Mittelwelle gegenüber UKW ist hardwaremäßig sehr gering, so dass diese Frequenzbänder zusätzlich zum UKW-Band empfangbar sind. Aus diesem Grund haben wir uns für die Bezeichnung „Weltempfänger“ entschieden. Er ist kompakt, in praktisch bedienbarer Pultform gehalten, und ein wenig Nostalgie ist in Form der stilisierten Wellenbereichsgrafik auch dabei. Der primär batteriebetriebene Empfänger verfügt neben den internen FM- und AM-Antennen über Anschlüsse für eine externe AM-Antenne, und wer die nächtliche Wellenjagd ungewollt als Einschlafhilfe „nutzt“, dem hilft ein Abschalttimer (3 Stunden), der die Batterien schont.

Schaltung

Zur besseren Veranschaulichung sind in Bild 2 die einzelnen Funktionsblöcke des Weltempfängers dargestellt, dessen Teilschaltbilder in Bild 3 (Empfänger) und Bild 4 (Mikrocontroller-Steuerung) zu sehen sind. Der eigentliche HF-Empfänger ist der SI4844 (IC1), der eine sogenannte Einchip-Lösung darstellt. Bis auf ein paar wenige externe Bauteile sind alle zum Empfang notwendigen Funktionsblöcke im Chip integriert. Dank moderner Technik mit einem DSP (Digital Signal Processor) entfallen die üblichen und meist auch recht aufwändigen Filter- und Oszillatorstufen. Zu den weiteren Vorteilen dieser Schaltungstechnik gehört neben der Nachbausicherheit auch die hervorragende Trennschärfe des Empfängers. Dies wäre in analoger Schaltungstechnik nur mit sehr großem Aufwand und sorgfältigem Abgleich zu erreichen. Der SI4844 hat einen Antenneneingang für FM

(FMI) und einen Eingang für die AM-Bänder (AMI). Im Blockschaltbild (Bild 5) des SI4844 erkennt man, dass der geregelte Eingangsverstärker noch analog arbeitet, danach wird das HF-Eingangssignal digitalisiert, bis am Ausgang schließlich wieder ein analoges Audiosignal zur Verfügung steht. Für den Mittelwellenempfang ist eine Ferrit-Antenne (ANT1) vorhanden. Das Signal der Ferrit-Antenne wird über den Koppel-Kondensator C15 auf den Eingang AMI (Pin 12) geführt. Bei Bedarf kann an BU2 eine externe AM-Antenne (Loop-Antenne, siehe Bild 6) angeschlossen werden. Durch Einstecken des Klinkensteckers in BU2 wird die interne Ferrit-Antenne deaktiviert. Für den UKW- und KW-Empfang wird die Stabantenne genutzt. Bei UKW gelangt das Empfangssignal über den Koppel-Kondensator C21 auf den Antenneneingang FMI (Pin 8).

Bei KW-Empfang wird ebenfalls die Stabantenne genutzt, allerdings gibt es hier einen anderen Signalweg. Bei KW wird über den Ausgang „LNA_EN“ von IC1 die Verstärkerstufe T7 aktiviert. Die Spule L2 ist für UKW relativ hochohmig, so dass nur Frequenzen unterhalb des UKW-Bandes durchgelassen werden. T7 verstärkt die empfangenen KW-Signale der Stabantenne und führt diese über die beiden Koppel-Kondensatoren C14 und C15 auf den AM-Eingang von IC1 (AMI).

Der SI4844 ist für den Stand-alone-Betrieb ausgelegt, d. h. in der Minimalkonfiguration wäre nicht zwingend ein zusätzlicher Mikrocontroller notwendig. Für eine komfortable Sendereinstellung ist jedoch eine Frequenzanzeige unabdingbar, wodurch dann wieder ein Controller notwendig wird. Die eingestellte Frequenz kann über den I²C-Bus ausgelesen und dann z. B. auf einem Display angezeigt werden.

Die Abstimmung (Frequenzeinstellung) geschieht mit Hilfe eines Potentiometers (Wheel-Tuning). Die einzelnen Empfangsbänder können wahlweise über einen Schiebeschalter, einen Taster oder über den I²C-Bus ausgewählt werden. In unserem Fall geschieht die Bandumschaltung vom Controller aus.

Der hier eingesetzte Controller (IC100) hat folgende Aufgaben: Frequenzanzeige, Bandumschaltung, Lautstärke- und Klangeinstellung sowie die Ein- und Ausschaltfunktion.

Das mit den beiden Tastern TA101 und TA104 ausgewählte Frequenzband wird mittels einzelner LEDs (D100–D109) auf der Bedieneinheit angezeigt. Der Aufdruck neben den LEDs auf der Platine zeigt den gewählten Frequenzbereich an. Eine Klangeinstellung erfolgt mit der Taste TA102. Taster TA103 ist für die Umschaltung zwischen Stereo und Mono bei UKW-Empfang zuständig.

Es stehen zwei separate Audioverstärker zur Verfügung: IC3 (TPA6020) ist für die Ansteuerung der Lautsprecher zuständig, während der zweite Verstärker IC2 (MAX4409) ein Kopfhörerverstärker ist. Der interne Lautsprecher wird über den Verstärker IC3 gespeist. An die Klemmen KL1 und KL2 können externe Lautsprecher mit einer Impedanz von 4–32 Ω angeschlossen werden. Beim Kopfhörerverstärker ist noch zu erwähnen, dass dieser über eine interne negative Spannungserzeugung verfügt. Hierdurch kann auch bei geringer Versorgungsspannung eine relativ hohe

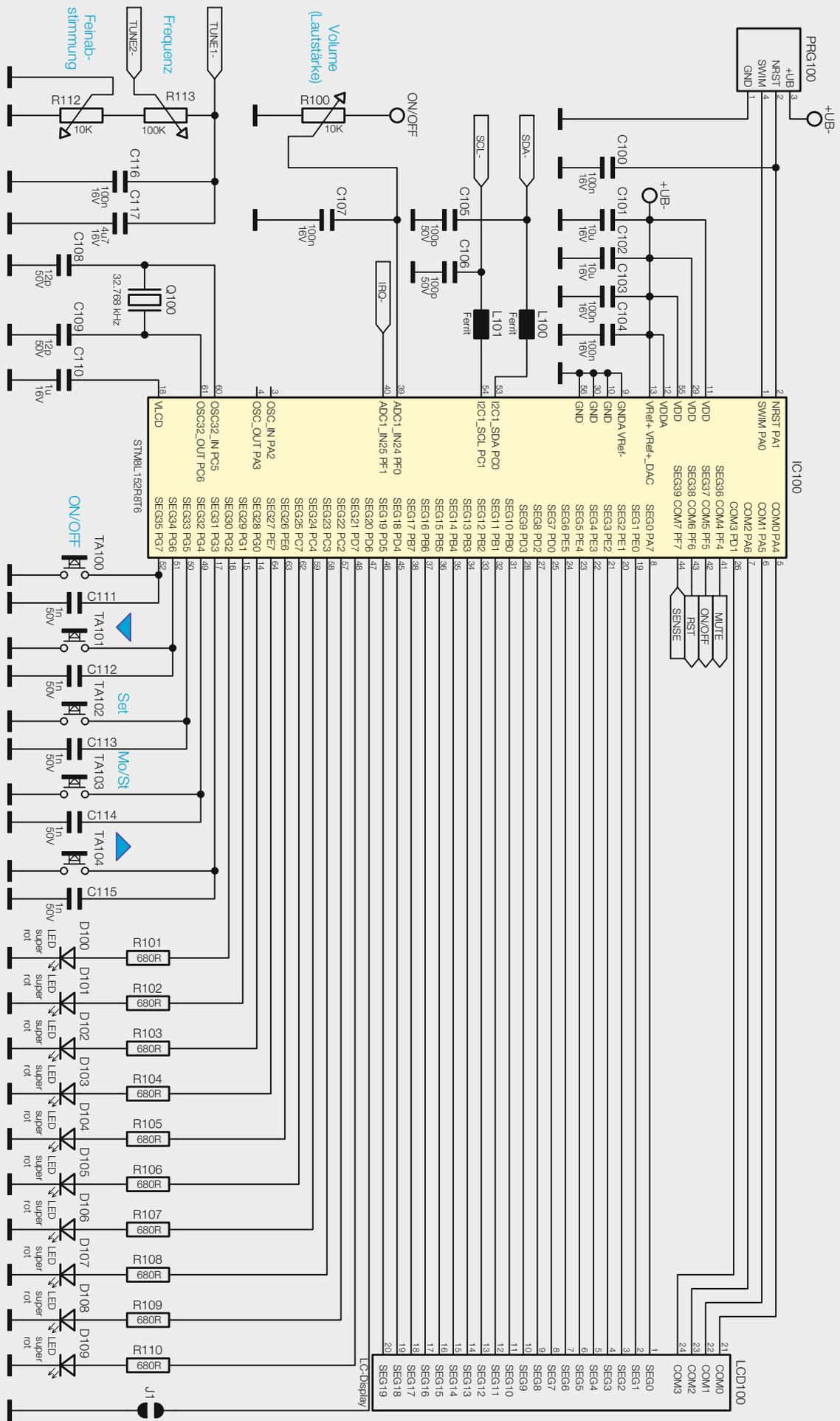


Bild 4: Schaltbild des Controller- und Bedienteils, der sich auf der Bedienplatine befindet

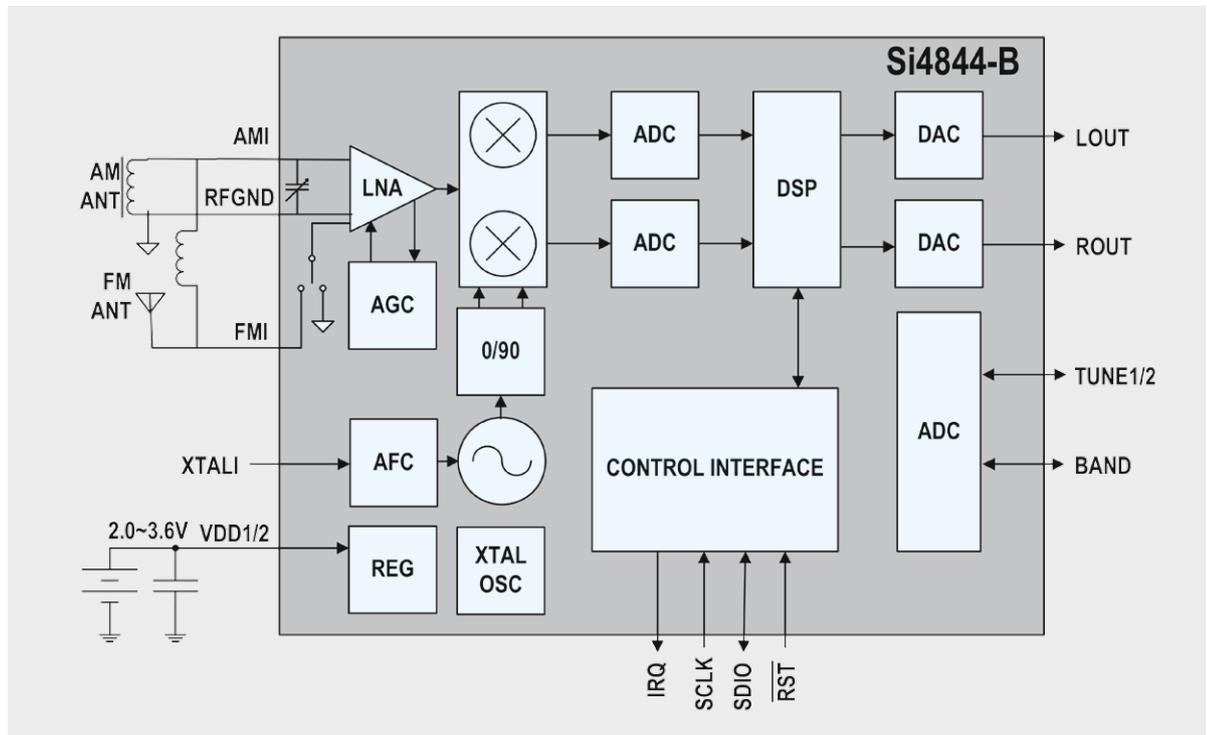


Bild 5: Das Blockschaltbild des SI4844

Ausgangsleistung für den Kopfhörer erreicht werden.

Das Umschalten zwischen externem und internem Lautsprecher geschieht über den Schiebeschalter S1. Beim Einstecken des Kopfhörersteckers wird der Audioverstärker IC3 und somit die Lautsprecher abgeschaltet. Dies wird über einen zusätzlichen Schaltkontakt in der Klinkenbuchse erreicht. Über R15 wird eine Spannung auf den zusätzlichen Schaltkontakt von BU3 gegeben. Wird der Klinkenstecker eingesteckt, ist die Verbindung nach Masse getrennt und die Spannung steigt auf 3,3 V an. Transistor T5 invertiert dieses Signal und schaltet über die Stand-by-Eingänge (Pin 9 und Pin 14) den Verstärker IC3 aus. Gleichzeitig wird über ein High-Signal an Pin 14 (SHDN) der Kopfhörerverstärker IC4 aktiviert. Es kann also immer nur einer der beiden Verstärker aktiv sein. Der Umschalter S1B deaktiviert beim Umschalten auf den internen Lautsprecher den nicht benötigten Verstärkerkanal (L) über den Pin 9, um im Batteriebetrieb die Stromaufnahme abzusenken.

Mit dem Transistor T4 können beide Verstärkerstufen gleichzeitig stumm geschaltet werden. Die Entkopplung findet über die beiden Dioden D1 und D2 statt.

Die Spannungsversorgung kann durch Batterien oder ein externes Netzteil erfolgen. Zuerst betrachten wir die Batterieversorgung. Die Spannung der beiden Batterien gelangt über die Sicherung SI1 auf den Transistor T3. Dieser Transistor erfüllt zwei Aufgaben. Zum einen dient T3 als Verpolungsschutz, und zum anderen wird bei Netzteilbetrieb über den Transistor T8 die Batterieversorgung unterbrochen.

Bei der externen Spannungsversorgung über die BU1 gelangt die Netzteilspannung über die Sicherung SI2 auf den Spannungsregler IC4, der am Ausgang eine stabile Spannung von 3,3 V bereitstellt. Diese Spannung kann mit dem Transistor T1 geschaltet werden.

Die Erkennung, ob ein externes Netzteil angeschlossen ist, erfolgt über den internen Kontakt der Buchse BU1. Beim Einstecken des Steckers in die Buchse BU1 wird der interne Schaltkontakt unterbrochen, wodurch der Transistor T2 leitend wird, da das Gate nicht mehr an Masse liegt und eine Spannung über R1 auf das Gate gelangt. Wenn T2 leitend wird (durchgeschaltet), ist auch der Transistor T1 durchgeschaltet und die Spannung vom Ausgang des Spannungsreglers dient zur Spannungsversorgung. Durch den schon erwähnten Transistor T8 wird sichergestellt, dass immer nur einer der beiden Transistoren T1 und T3 geschaltet wird.

Bedienung und Installation

Die Schaltung kann wahlweise über Batterien oder ein externes Netzteil mit Spannung versorgt werden. Beim Einstecken des Netzteilsteckers werden die Batterien automatisch von der Schaltung getrennt.



Bild 6: AM-Loop-Antenne von Tecsun
(Quelle: Tecsun)



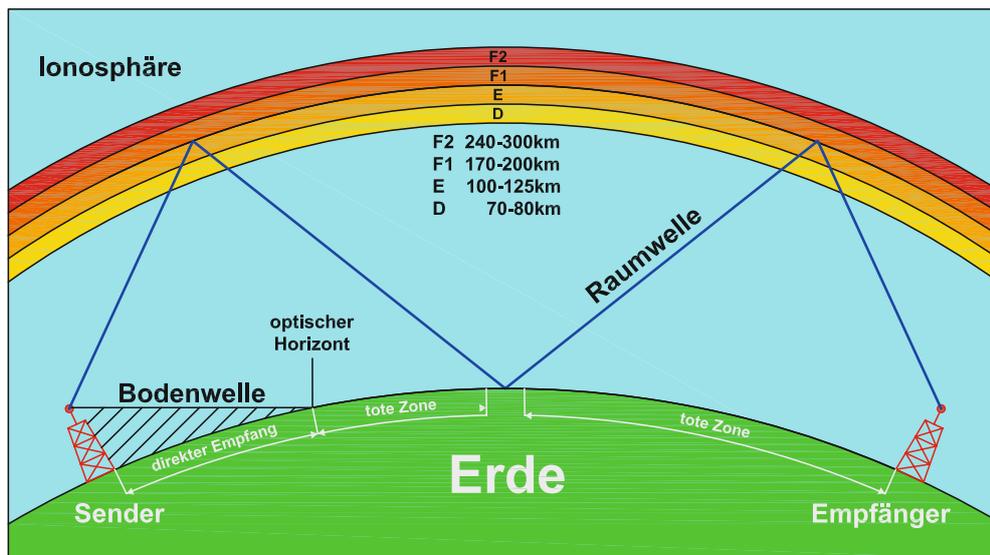
Bild 7: Das LC-Display des WE1 zeigt alle notwendigen Informationen an.

Zum Einschalten wird die Taste TA100 einmalig kurz betätigt. Durch erneutes Betätigen von TA100 wird die Schaltung ausgeschaltet.

Mit den beiden Tastern TA101 und TA104 ist der gewünschte Frequenzbereich anwählbar. Hierbei zeigt die LED den ausgewählten Bereich an. Auf dem Display wird neben weiteren Informationen (Bild 7) die eingestellte Frequenz angezeigt.

Mit den beiden Trimmern R112 und R113 kann die Frequenz analog eingestellt werden. Der Einsteller „fein“ ist, wie der Name schon sagt, für die exakte Feineinstellung des Senders zuständig. Im Display ist die korrekte Sendereinstellung an dem entsprechenden Symbol erkennbar (siehe Bild 7).

Die Lautstärke wird mit dem Trimmer R100 eingestellt. Es besteht auch die Möglichkeit, den Klang zu verändern, und zwar für jeden Betriebsmodus sepa-



Ausbreitung von KW über die Ionosphäre

Ausbreitung von Rundfunkwellen

Elektromagnetische Funkwellen breiten sich bekanntermaßen mit Lichtgeschwindigkeit aus. Abhängig von der Frequenz können aber nur bestimmte maximale Reichweiten erzielt werden. Beim UKW-Empfang ist nur ein Empfang in optischer Sichtweite (Bodenwellen), also bis zum Horizont, möglich (siehe Bild oben). Dies sind in der Regel maximal 100 km. In anderen Frequenzbereichen sieht das anders aus.

Mittelwellen verhalten sich ähnlich wie UKW, jedoch sind hier größere Reichweiten möglich, da die Funkwellen der Erdkrümmung folgen und so Reichweiten bis 300 km möglich werden.

Bei Kurzwellen kommt die Ionosphäre ins Spiel. Kurzwellen werden von der Ionosphäre reflektiert und gelangen so an Punkte, die

zusagen hinter dem Horizont liegen. Da spielt die Tageszeit eine entscheidende Rolle. Bei Sonneneinstrahlung sind die Reflexions-Eigenschaften der Ionosphäre sehr gering, wodurch tagsüber die Kurzwellen kaum reflektiert werden, während in der Nacht die Reflexionen sehr stark sind. Dies erklärt auch, warum der Empfang von Kurzwellsendern über größere Entfernungen eigentlich nur bei Dunkelheit möglich ist. Liegt der Empfangsort allerdings zwischen den Reflexionspunkten, ist ein Empfang nicht möglich (tote Zone).

Es besteht auch noch eine Abhängigkeit zwischen Frequenz, Tageszeit und der reflektierenden Schicht (Schicht D-F2) in der Ionosphäre. Durch Mehrfachreflexionen können so mehrere tausend Kilometer überbrückt werden. Wer mehr zu diesem doch umfangreichen Thema erfahren möchte, kann sich im Internet unter den im Anhang angegebenen Adressen informieren [1].



rat. Es wird dabei zwischen UKW und AM sowie internen und externen Lautsprechern unterschieden. Bei Betrieb des internen Lautsprechers erfolgt die Anpassung der Klangfarbe auf den relativ kleinen Lautsprecher. Beim Umschalten auf die externen Lautsprecher wird automatisch ein eigener Speicher für diese Klangeinstellung verwendet. Die Klangeinstellung erfolgt durch mehrmaliges Betätigen der Taste „Set“. Der Einstellbereich beträgt im UKW-Bereich „0–8“ und für AM „1–7“.

Hier noch eine paar Anmerkungen zum AM-Empfang. Wie im Abschnitt „Elektronikwissen“ beschrieben, gibt es tageszeitabhängige Einschränkungen. Tagsüber hat man kaum eine Chance, weit entlegene Sender aus dem Ausland zu hören. Mit Beginn der Dämmerung werden Sender aus östlicher Richtung wesentlich besser empfangen. Am Vormittag hingegen, wenn also auf der westlich gelegenen Seite (in Richtung Amerika) Dunkelheit herrscht, können die aus diesem Bereich stammenden Sender empfangen werden. Es gibt also für bestimmte Sender entsprechende Tageszeiten, in denen der Empfang möglich ist.

Um den Empfang zu verbessern, gibt es für erfahrene Elektroniker auch

die Möglichkeit, eine externe Antenne anzuschließen. Die Buchse BU2 bietet die Anschlussmöglichkeit dazu, vorzugsweise für eine sogenannte Loop-Antenne (siehe Bild 6). Wichtig ist hierbei, dass die Antenne über einen 3,5-mm-Klinkenanschluss verfügt. Im Internet finden sich zahlreiche Bauanleitungen für Loop-Antennen, denn im Prinzip besteht solch eine Antenne nur aus „aufgewickeltem Draht“. Eine sehr gute Zusammenfassung mit fundierten Testberichten und zahlreichen Konstruktionsdetails über käuflich zu erwerbende Loop-Antennen findet sich unter [3].

Nachbau

Kommen wir damit zum Nachbau des Empfängers. Die Schaltung besteht aus mehreren Platinen, die zusammenhängend auf einem sogenannten Nutzen (Bild 8) geliefert werden. Die einzelnen Platinen können von

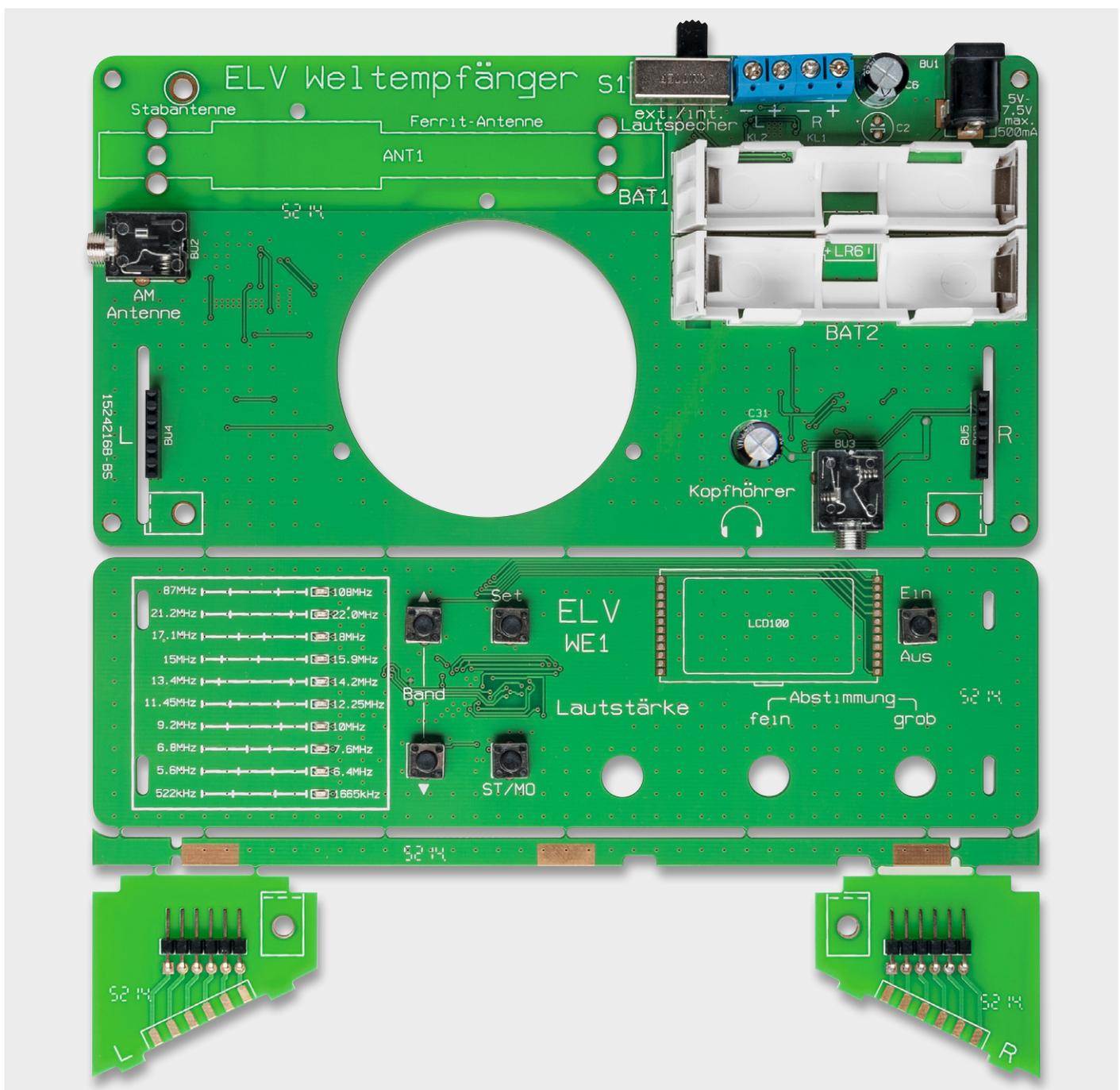


Bild 8: Die Platinen des Bausatzes werden in einem Nutzen geliefert und einzeln abgebrochen.



Hand entlang der Perforation herausgebrochen werden. Bedingt durch die Perforation entsteht an den Seiten ein kleiner Grat, der mit einer Feile oder mit Schleifpapier leicht entfernt werden kann.

Da alle SMD-Bauteile vorbestückt sind, gilt es nur noch, die wenigen bedrahteten Bauteile zu bestücken.

Wir beginnen mit der Bestückung der Hauptplatine. Die vorwiegend mechanischen Bauteile werden von oben in die Platine eingesetzt und anschließend

auf der Unterseite verlötet. Die Position ist im Bestückungsplan und auf dem Platinenfoto (Bild 9) erkennbar. Besondere Beachtung gilt bei der Bestückung der Elkos C2, C6 und C31. Diese Kondensatoren weisen eine Polung auf und müssen deshalb korrekt eingesetzt werden. Der Pluspol ist durch den etwas längeren Anschlussdraht und entsprechend auf der Platine mit einem „+“ gekennzeichnet. Bei allen anderen Bauteilen ergibt sich die Einbauposition automatisch durch den Platinenaufdruck.

Bei den Batteriehaltern wird zunächst das Kunststoffteil eingesetzt, wobei dieses so eingesetzt werden muss, dass der Aufdruck „LR6“ und

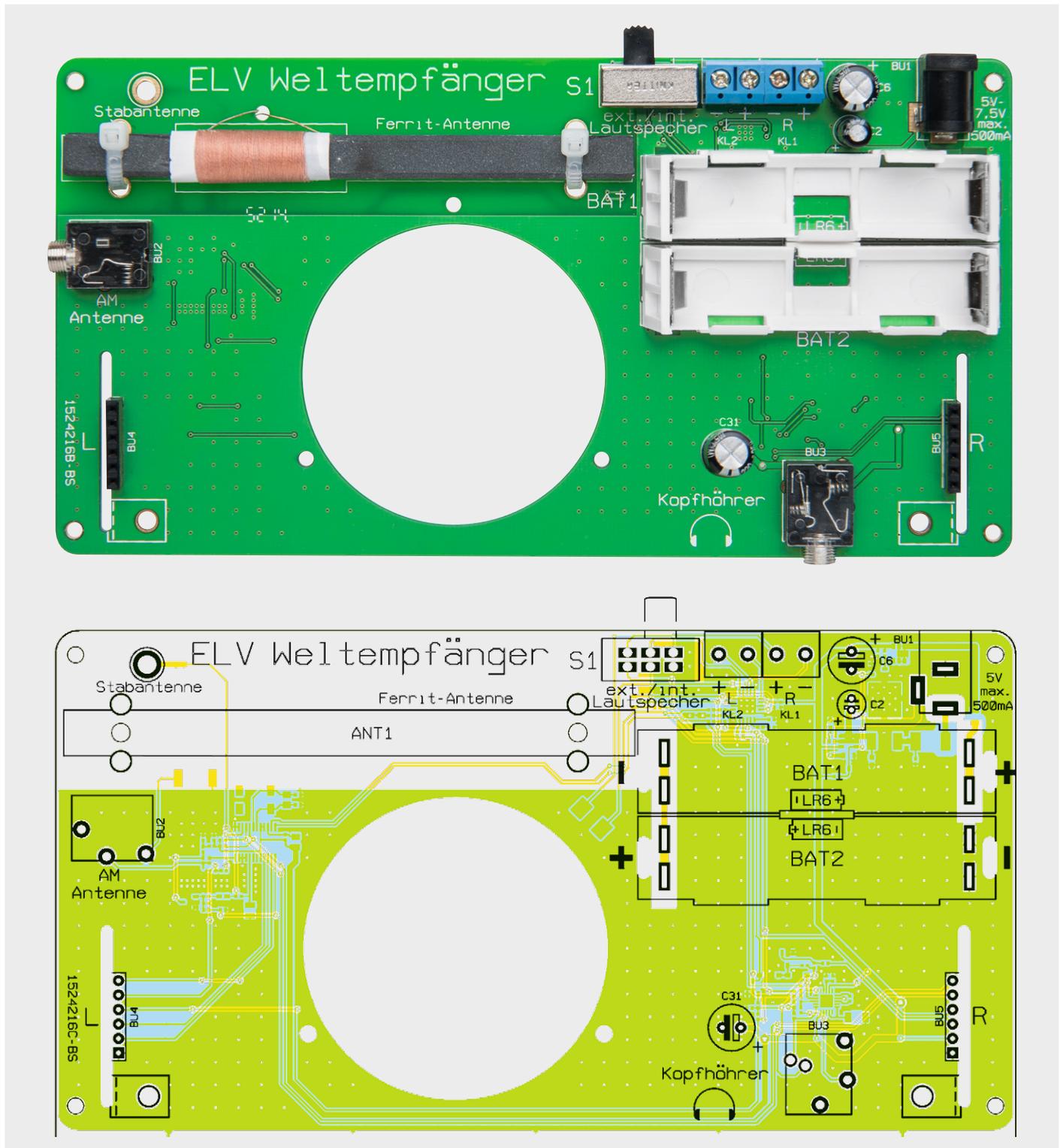


Bild 9a: Die komplett bestückte Basisplatine mit Bestückungsplan von oben



die Polarität der Batterie erkennbar bleibt. Anschließend können die Batteriekontakte eingesetzt und verlötet werden.

Die Ferrit-Antenne wird mit zwei Kabelbindern auf der Platine fixiert (siehe Bild 9a). Die Anschlussdrähte der Antenne sind aus einem Gewebegeflecht mit eingewebtem Kupferdraht. Diese können nicht gekürzt werden und müssen in voller Länge erhalten bleiben. Zum Schutz vor Beschädigung werden die Anschlüsse durch eine Bohrung in der Platine auf die Platinenunterseite geführt und mit den beiden Anschlusspunkten „Ferrit-Antenne“ verlötet (siehe Bild 9b und Bild 10).

Der Lautsprecher wird von oben in die Aussparung der Platine gesetzt und mit drei Schrauben 2,9 x 6,5 mm auf der Platine befestigt. Die Schraubenköpfe liegen dabei auf dem Lautsprecherrand auf. Die Verbindung mit der Platine wird mit jeweils einem Stück Litze von ca. 3 cm Länge zu den Anschlusspunkten „LS1“ hergestellt. Auf eine Polung muss hier nicht geachtet werden. Bild 10 zeigt den montierten Lautsprecher.

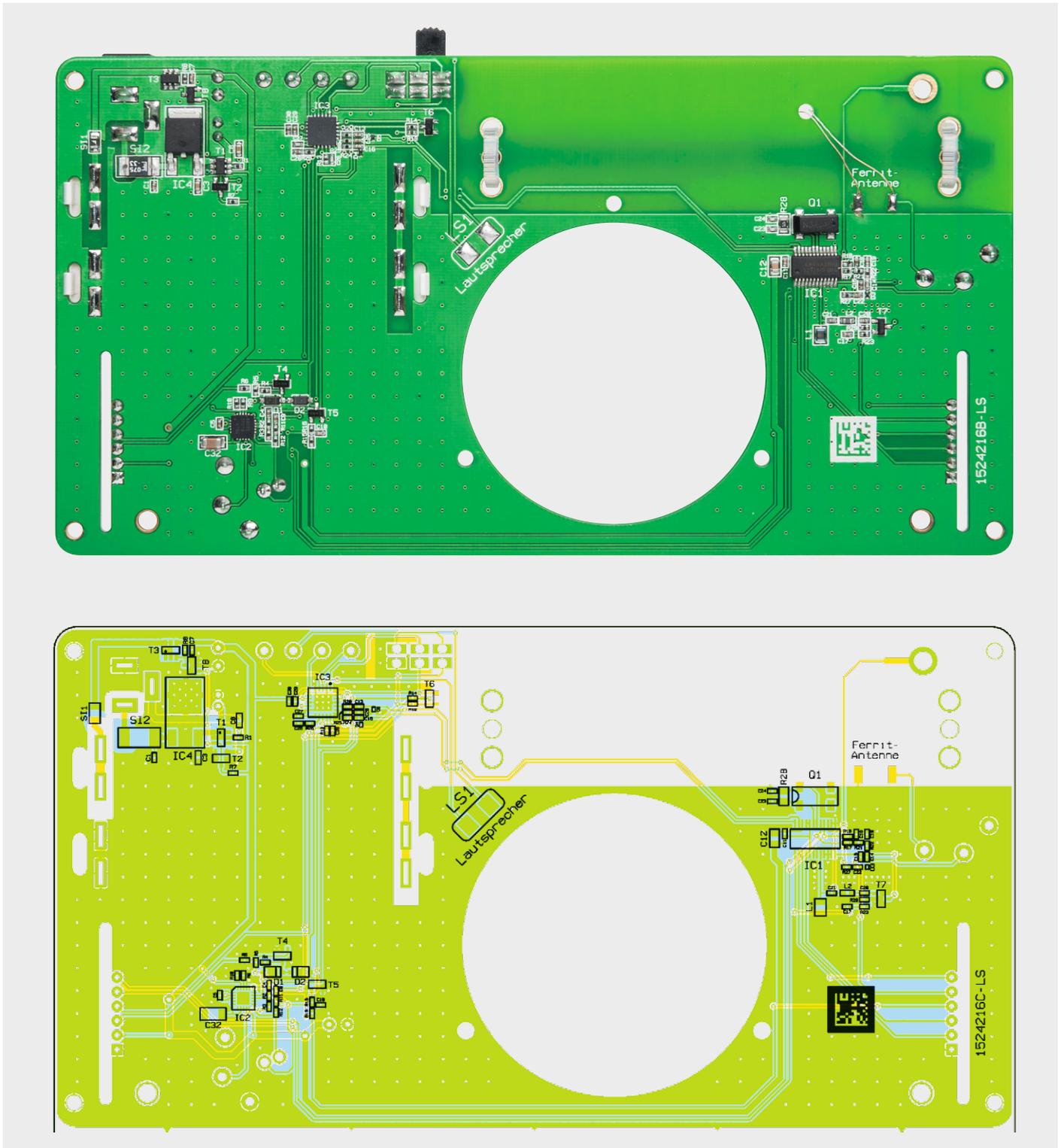


Bild 9b: Die komplett bestückte Basisplatine mit Bestückungsplan von unten

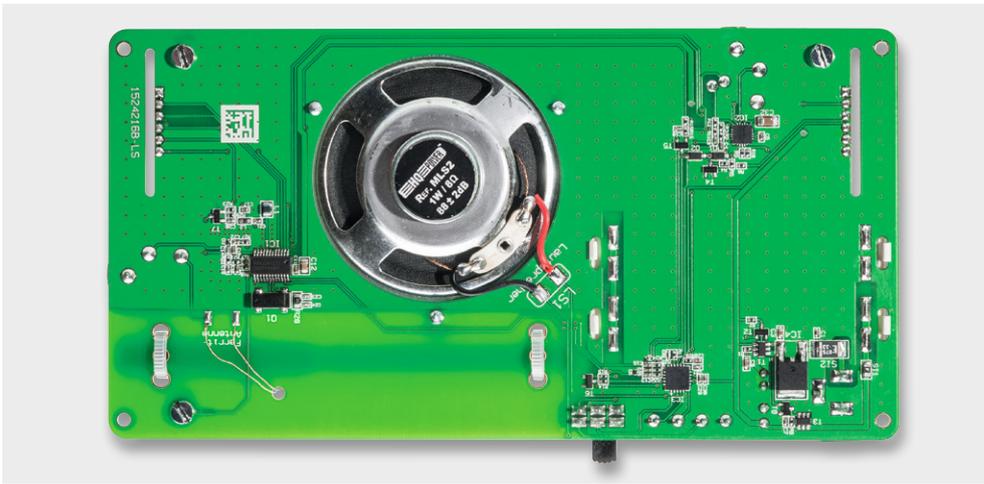


Bild 10: Die Ansicht der bestückten Platine von unten. Hier ist auch die Montage und Verdrahtung des Lautsprechers zu erkennen.

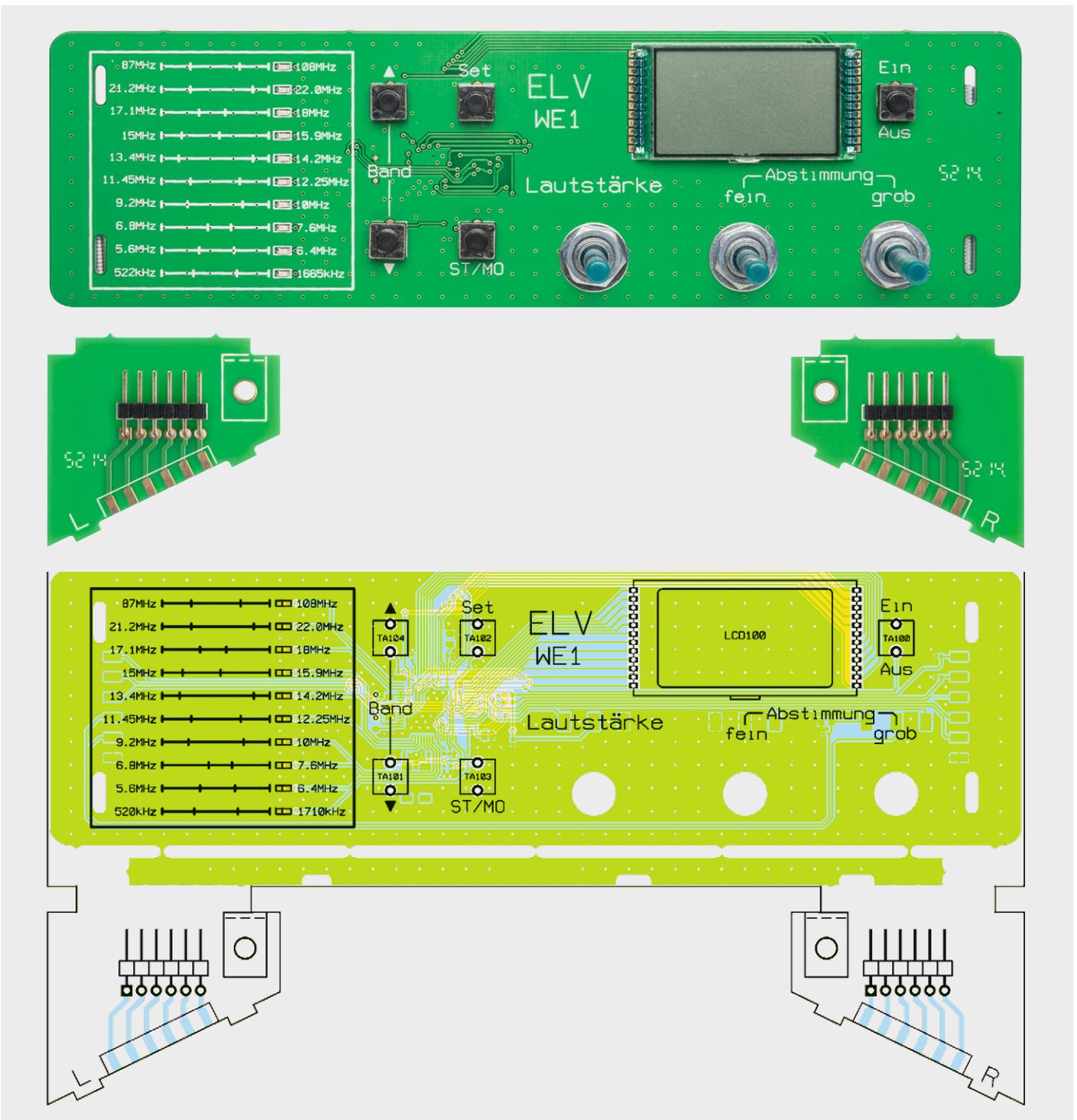


Bild 11a: Die komplett bestückte Bedienplatine mit Bestückungsplan von oben



Die Hauptplatine wird später auf die Gehäuseunterschale geschraubt, so dass sich hierdurch für den Lautsprecher ein Klangkörper ergibt und, trotz der geringen Abmessungen des kleinen Lautsprechers, ein noch relativ angenehmer Klang erzeugt wird.

Nachdem auch die Buchsen entsprechend dem Platinenfoto eingesetzt und verlötet sind, kann die Stabantenne verschraubt werden. Hierzu wird von der Platinenunterseite her eine Schraube M3 x 6 mm mit Fächerscheibe eingesetzt und mit der Antenne verschraubt.

Alle Bauteile der Hauptplatine sind nun bestückt, und wir wenden uns der Bedienplatine (Bild 11) zu. Hier werden zunächst die fünf Taster bestückt. Beim Einsetzen des LC-Displays ist unbedingt auf die richtige Einbaulage zu achten. An einer Längsseite des Displays ist eine Mar-

kierung angebracht (siehe Bild 11a). Das Display soll nicht direkt auf der Platine aufliegen, sondern ein Abstand von ca. 2–3 mm zur Platine verbleiben. Die Abstände der einzelnen Pins zueinander betragen nur 1,5 mm, so dass beim Verlöten sorgfältig gearbeitet werden muss, um Kurzschlüsse zu vermeiden.

Auf die Rückseite der Bedienplatine wird eine schmale zusätzliche Platine aufgelötet, die zur Stabilisierung dient. Diese Platine wird senkrecht zur Bedienplatine aufgelötet (siehe Bild 11b und Bild 10). Für die darunter befindlichen Lötstellen vom Display sind entsprechende Aussparungen vorhanden.

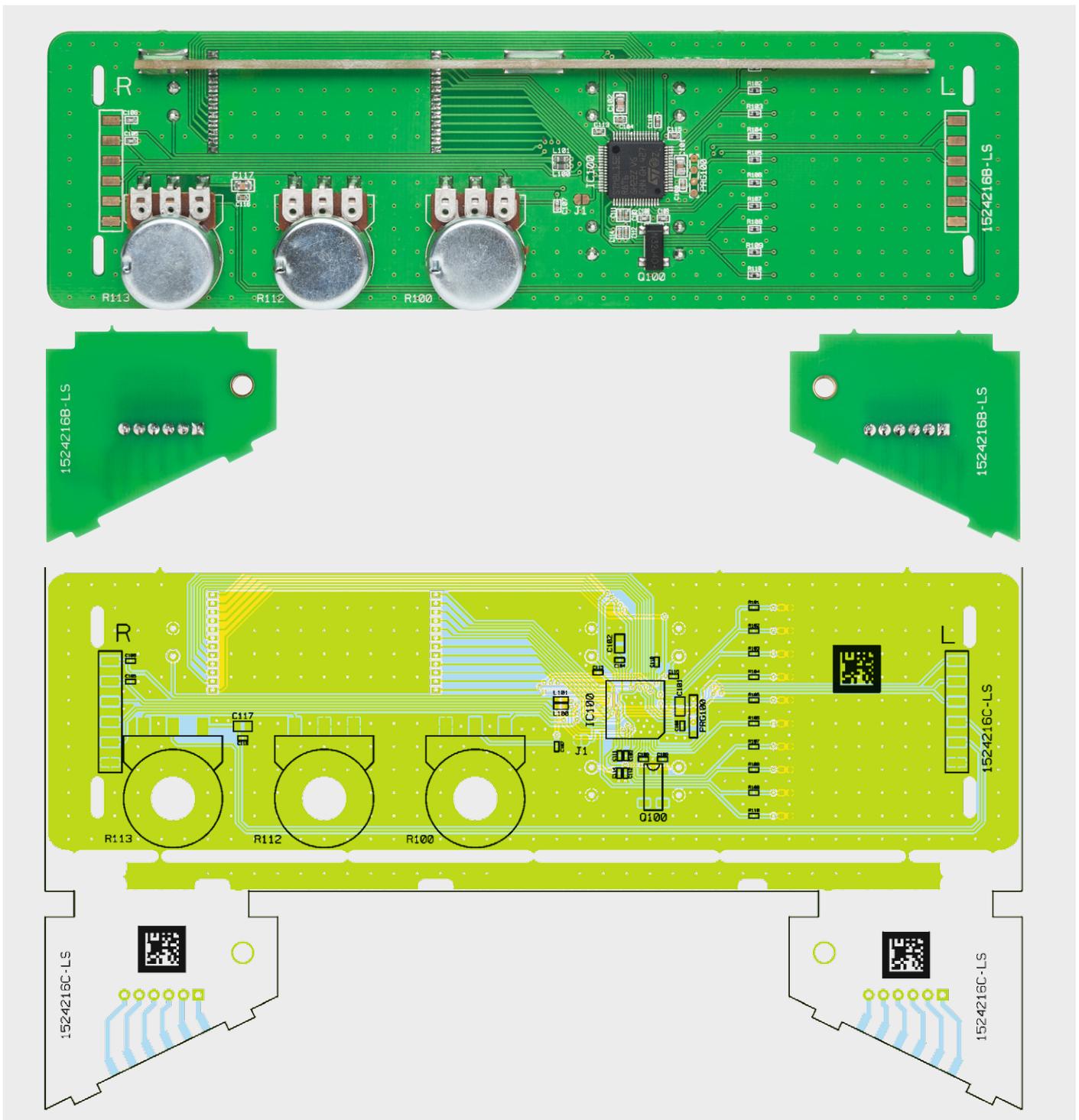


Bild 11b: Die komplett bestückte Bedienplatine mit Bestückungsplan von unten

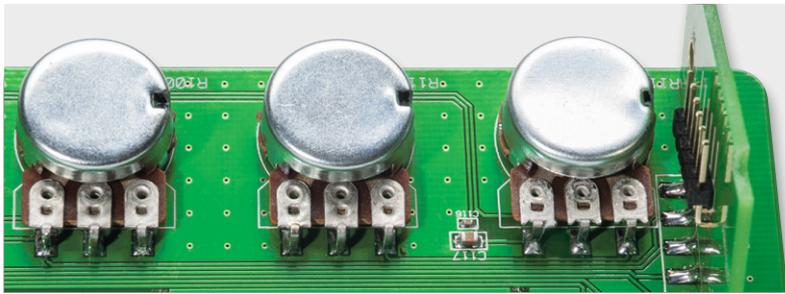


Bild 12: So erfolgt die Montage der Potentiometer. Rechts ist die genau senkrecht aufgelötete rechte Winkelplatine zu sehen.

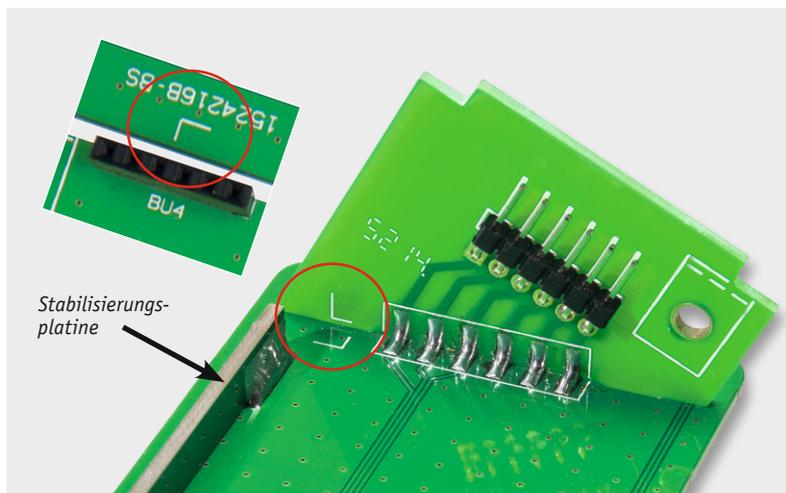


Bild 13: So werden die Winkelplatinen aufgelötet. Dabei die Zuordnung der rechten und linken Platine beachten!



Bild 14: Hier ist der korrekt verschraubte Befestigungswinkel auf der rechten Seite zu sehen.

Als Nächstes werden die drei Potentiometer (R112, R113 und R100) montiert, wobei zu beachten ist, dass diese unterschiedliche Widerstandswerte aufweisen und entsprechend der Stückliste zu bestücken sind. Die Anschlüsse werden zuvor um 90° entsprechend Bild 12 gebogen, so dass die Pins direkt an die Lötflächen auf der Platine angelötet werden können. Die Kunststoffachsen der Potentiometer sind auf eine Länge von 12 mm zu kürzen. Die Potentiometer werden mit einer Mutter auf der Platinenoberseite verschraubt.

Zur Bedienung der Potentiometer dienen 16-mm-Drehknöpfe, die auf die Poti-Achsen montiert werden. Dies kann z. B. mit einem Seitenschneider oder einer kleinen Säge geschehen. Der Drehknopf besteht aus den Einzelteilen Knopf, Pfeilscheibe, Deckel und Madenschraube.

Die Verbindung zwischen Bedien- und Basisplatine wird mit den zwei kleinen Winkelplatinen hergestellt. Die Platinen werden mit jeweils einer 6-poligen Stiftleiste bestückt und dann auf die Rückseite der Bedienplatine gelötet. Um eine Verwechslung zu vermeiden, ist auf die Platinen ein „R“ und „L“ aufgedruckt, siehe hierzu auch Bild 13. Hierbei sollte darauf geachtet werden, dass Platinen genau rechtwinklig (siehe auch Bild 12) aufgelötet werden.

Als Gegenstück zu den Stiftleisten befinden sich auf der Hauptplatine entsprechende Buchsenleisten. Beide können nun einfach zusammengesteckt werden. Zwei Metallwinkel (Bild 14) geben der Verbindung zwischen den beiden Platinen einen zusätzlichen sicheren Halt. Die Winkel sind so zu montieren, dass die Winkelseite mit dem Gewinde zur Dreiecksplatine zeigt.

Zur Befestigung des Winkels auf der Hauptplatine dient jeweils eine M3 x 6-mm-Schraube und eine M3-Mutter. Die Verbindung kann durch seitliches Herausdrehen der M3 x 6-mm-Schraube gelöst und somit die Bedienplatine herausgenommen werden.

Die komplette Einheit wird anschließend auf die Gehäuseschale gelegt und mit vier Schrauben befestigt. Nach dem Einsetzen der Batterien ist die Schaltung betriebsbereit (Bild 15). **ELV**



Weitere Infos:

- [1] www.amateurfunk-wiki.de/index.php/Funktionsweise_der_Kurzwellenausbreitung, www.fading.de/dxen.php, elektroniktutor.oszkim.de/technologien/elmagwel.html, www.de.wikipedia.org/wiki/Kurzwelle
- [2] www.de.wikipedia.org/wiki/Detektorempfänger
- [3] www.fenu-radio.ch/index1.htm#Fenu-Loop-RLA1B



Wichtiger Hinweis:

Durch Verwendung eines externen Netzteils kann es zu Störungen bei MW- und KW-Empfang kommen. Grund hierfür sind meist Steckernetzteile, die als Schaltregler arbeiten (dies ist heute fast immer der Fall). Die Schaltregler arbeiten mit einer Schaltfrequenz zwischen 50 kHz und 100 kHz. Das Störfeld kann sich negativ auf die Empfangseigenschaften auswirken.

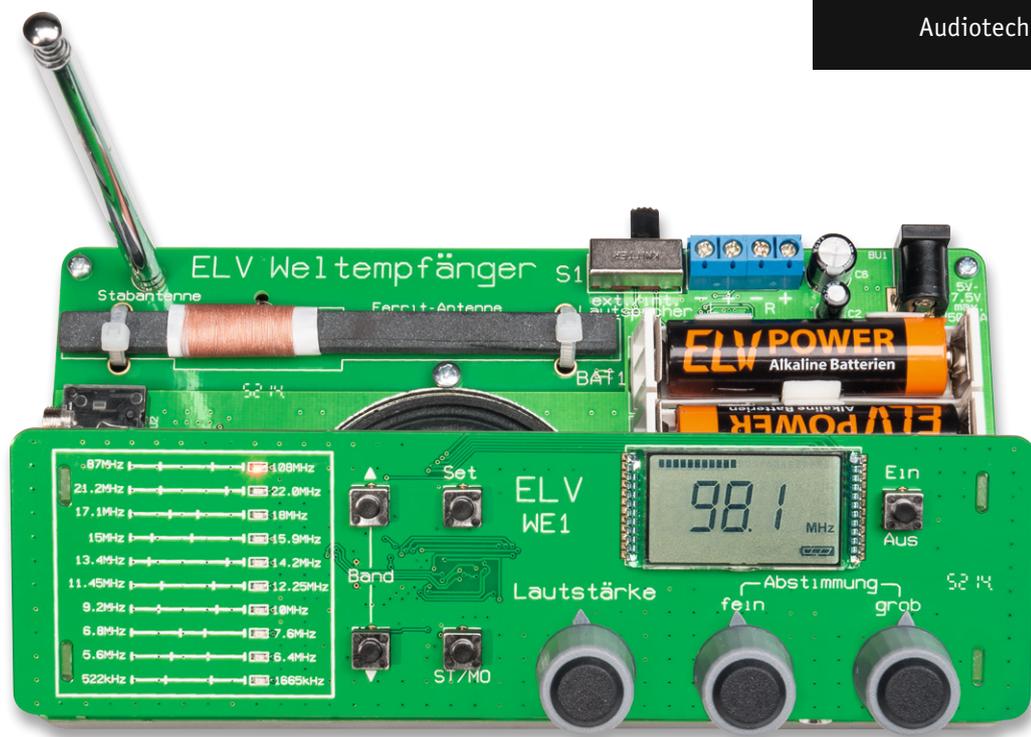


Bild 15: Der betriebsfertige Weltempfänger

Widerstände:

100 Ω /SMD/0402	R21
680 Ω /SMD/0402	R101–R110
1 k Ω /SMD/0402	R22
2,2 k Ω /SMD/0402	R2, R11, R20, R24–R27
10 k Ω /SMD/0402	R1, R3, R6, R9, R10, R12, R16–R19
47 k Ω /SMD/0402	R13
100 k Ω /SMD/0402	R4, R5, R14, R23
1 M Ω /SMD/0402	R7, R8, R15, R29
4,7 M Ω /SMD/0805	R28
Poti/4 mm/10 k Ω	R100, R112
Poti/4 mm/100 k Ω	R113

Kondensatoren:

10 pF/50 V/SMD/0402	C14
12 pF/50 V/SMD/0402	C108, C109
22 pF/50 V/SMD/0402	C23, C24
33 pF/50 V/SMD/0402	C21
100 pF/50 V/SMD/0402	C26, C27, C105, C106
1 nF/50 V/SMD/0402	C10, C111–C115
33 nF/16 V/SMD/0402	C19, C20
100 nF/16 V/SMD/0402	C1, C7, C11, C22, C100, C103, C104, C107, C116
470 nF/16 V/SMD/0402	C15, C18
1 μ F/16 V/SMD/0402	C4, C5, C9, C13, C16, C17, C25, C28–C30, C110
1 μ F/50 V/SMD/0603	C3, C8
4,7 μ F/16 V/SMD/0805	C12, C117
10 μ F/16 V/SMD/0805	C101, C102
10 μ F/25 V	C2
22 μ F/16 V/SMD/1206	C32
220 μ F/25 V	C6, C31

Halbleiter:

Si4844-B20/SMD	IC1
MAX4409ETP/SMD	IC2
TPA6020A2/SMD	IC3
ELV141425/SMD	IC100
TLE4274DV33/SMD	IC101
uPA1918TE/SMD	T1, T3
IRLML2502PbF/SMD	T2, T4, T5, T6, T8

BFS20	T7
BAT43W/SMD	D1, D2
ESD9B5.0ST5G/SMD	D3–D5
LED/rot/SMD/0603	D100–D109

Sonstiges:

LC-Display	LCD100
SMD-Induktivität, 220 nH/0805	L1
Chip-Ferrite, 2500 Ω bei 100 MHz, 0603	L2, L100, L101
Quarze, 32,768 kHz, SMD	Q1, Q100
PTC, 0,5 A, 6 V, SMD, 0805	SI1
Polyswitch/33 V/0,75 A/SMD/1812	SI2
Klein-Lautsprecher, 8 Ω /0,2 W, \varnothing 57 mm	LS1
DC-Buchse, print	BU1
Klinkenbuchse, 3,5 mm, mono, print	BU2
Klinkenbuchse, 3,5 mm, stereo, THT	BU3
Buchsenleisten, 1x 6-polig, print, gerade	BU4, BU5
Schraubklemmleisten, 2-polig, print	KL1, KL2
Mini-Drucktaster, 1x ein, print	TA100–TA104
Schiebeschalter, 2x um, winkelprint	S1
Stiftleisten, 1x 6-polig, winkelprint	ST10, ST22
AM-Ferrit-Stabantenne	ANT1
Mignon-Batterie-Kontaktrahmen	BAT1, BAT2
Mignon-Batteriekontakt, print	BAT1, BAT2
1 Teleskopantenne, 475 mm	
1 Gehäuseunterteil	
4 Gehäusefüße 12,7 x 3,5 mm, selbstklebend, schwarz	
3 Drehknöpfe mit 6 mm Innendurchmesser, 16 mm, hellgrau	
3 Knopfklappen, 16 mm, dunkelgrau	
3 Pfeilscheiben, 16 mm, dunkelgrau	
3 Gewindestifte mit Spitze, M3 x 4 mm	
3 Knopfreduzierstücke, 6 auf 4 mm	
2 Kabelbinder, 90 mm	
4 Knippingschrauben, 2,6 x 9,5 mm	
3 Knippingschrauben, 2,9 x 6,5 mm, schwarz	
5 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6 mm	
2 Muttern	M3
1 Fächerscheibe, M3	
10 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm ² , rot	
2 Befestigungswinkel, vernickelt	