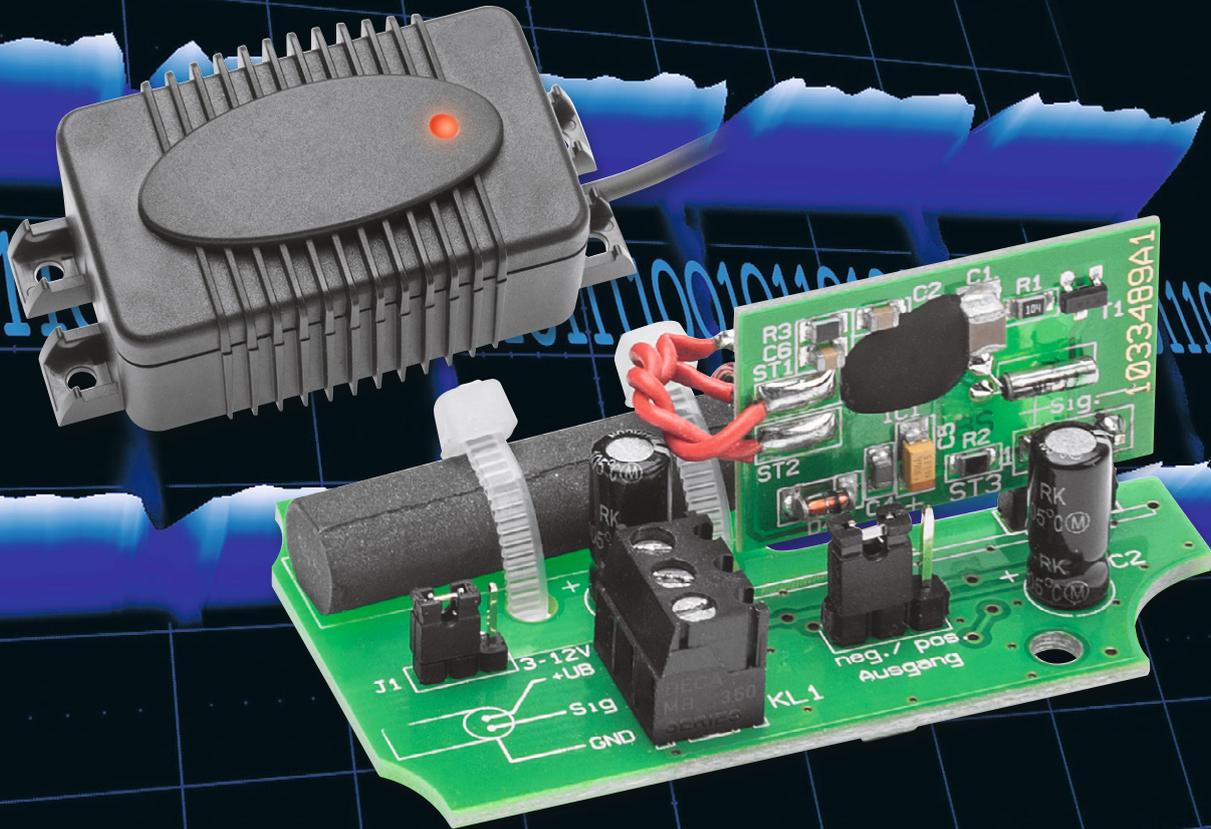


MONTAGE
VIDEO

Zeitsignal sicher empfangen

Externe DCF-Antenne

Infos zum Bausatz

im ELV-Web-Shop

#10000

In Geräte integrierte DCF-Funkuhr-Empfänger können bei ungünstiger Empfangslage und -umgebung versagen. Hier kann eine frei platzierbare und abgesetzte Empfangsantenne – wie hier vorgestellt – Abhilfe schaffen. Die Empfangsbaugruppe ist an die signalverarbeitende Schaltung anpassbar, verfügt über eine optische Empfangskontrolle und kann u. a. auch vorhandene Funkuhren um einen externen DCF-Empfänger ergänzen.

Präziser Zeitempfang

DCF-Empfang, also den Empfang von Zeitzeichensignalen des Senders DCF77 aus Mainflingen bei Frankfurt am Main (siehe [Elektronikwissen](#)), gibt es seit 1973. Genauso lange gibt es Selbstbausaltungen in diversen Elektronikmagazinen. Bestes Beispiel ist die ELV-DCF-86-Uhr aus dem Jahr 1986 (Bild 1). Da-

mals wurde als Empfangseinheit eine externe Antenne mit einer relativ einfachen Empfangsschaltung, dem TCA440, verwendet. Da die Empfindlichkeit dieser Empfänger sehr begrenzt war, musste eine externe Antenne eingesetzt werden. In den nächsten Jahren wurden hochintegrierte Empfangsbausteine entwickelt (z. B. MAS6180), sodass die Antenne in den Empfänger integriert werden konnte. Dies hat bis vor wenigen Jahren auch sehr gut funktioniert. Seit einiger Zeit gibt es jedoch Probleme mit dem DCF-Empfang. Grund hierfür ist der massenhafte Einsatz von Steckernetzteilen auf Schaltreglerbasis (Bild 2). Der Gesetzgeber hat den Einsatz von herkömmlichen Steckernetzteilen mit Netztrafo aus energietechnischen Gründen verboten. Schaltnetzteile sind sehr energieeffizient und an sich eine feine Sache, wenn da nicht ein für den DCF-Empfang gravierender Nachteil bestünde. Diese Schaltnetzteile haben keinen Netztrafo im herkömmlichen Sinn mehr, sondern einen Schaltregler mit einem kleinen Übertrager. Schaltregler oder auch Abwärtswandler haben einen hohen Wirkungsgrad und sparen Energie.

Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	DCF-ET1
Versorgungsspannung:	3–12 V _{DC}
Stromaufnahme:	2 mA @ 12 V max. (UB)
Empfangsfrequenz:	77,5 kHz
Ausgang:	UA = UB (Push-Pull mit R _i = 220 Ω)
Impulslänge:	t ₀ = 100 ms/t ₁ = 200 ± 20 ms
Sonstiges:	LED für Empfangskontrolle
Umgebungstemperatur:	-10 bis +55 °C
Lagertemperatur:	-40 bis +85 °C
Schutzart:	IP43
Abmessungen (B x H x T):	91 x 39,5 x 47 mm
Gewicht:	90 g



Bild 1: Ansicht des Funkuhrensystems DCF 86 im Microline-Gehäuse aus dem Jahre 1986



Bild 2: Steckerschaltnetzteile können durch ihr magnetisches Störfeld den DCF-Empfang beeinträchtigen.

Diese Schaltregler arbeiten mit einer relativ hohen Frequenz von ca. 50 bis 150 kHz. Auch wenn diese Netzteile den aktuellen Normen entsprechen, erzeugen sie magnetische Störfelder, die unglücklicherweise in den Frequenzbereich des DCF-Empfangssignals (77,5 kHz) fallen können. Da aber die modernen DCF-Empfängerbausteine sehr empfindlich sind, führen diese magnetischen Störfelder zur Beeinträchtigung des DCF-Empfangs.

Und die Schaltnetzteile sind praktisch überall vorhanden, sei es der Sat-Empfänger, der Flachbildschirm, der DSL-Router, das Ladegerät fürs Handy usw. Fast jedes elektronische Gerät verfügt über ein Schaltnetzteil, denn reine Trafos mit nachgeschaltetem Gleichrichter und Elko werden nicht mehr verwendet bzw. dürfen nicht mehr verwendet werden.

Somit zeichnet sich in den letzten Jahren ein gravierendes Problem ab, das den DCF-Empfang stark beeinträchtigt. Wo früher noch DCF-Empfang möglich war, ist heute ein Empfang kaum mehr gegeben, da sich in vielen Fällen ein Schaltnetzteil in der Nähe befindet. Tests im ELV-Labor haben ergeben, dass „schlechte“ Netzteile im Umkreis von bis zu 5 m den DCF-Empfang praktisch lahmlegen. Wie kann dieses

DCF77-Empfang

DCF77 kennzeichnet den Zeitzeichensender Mainflingen bei Frankfurt am Main. Dieser Langwellensender auf der Frequenz 77,5 kHz sendet ein Zeitzeichensignal mit genauer Information über die aktuelle Zeit und das Datum für das westliche Europa. Die genaue

Zeit erhält der Sender von der PTB (Physikalisch-Technischen Bundesanstalt) in Braunschweig. Seit 1959 wird die Normalfrequenz (Sekundentakt) und seit 1973 auch die Datums- und Zeitinformation gesendet. Die Bitrate beträgt 1 Bit pro Sekunde (Sekundenrhythmus), wobei die Information amplituden- und phasenmoduliert ist. In der Regel arbeiten Empfängerschaltungen auf Basis der Amplitudenmodulation, da eine Demodulation des Phasensignals technisch zu aufwendig ist, obwohl diese Modulationsart weniger anfällig für Störungen ist. Die Amplitudenmodulation wird durch Absenken der Trägeramplitude auf etwa 15 % erreicht (negative Modulation). Als zusätzliche Information zum Sekundentakt wird ein Datentelegramm

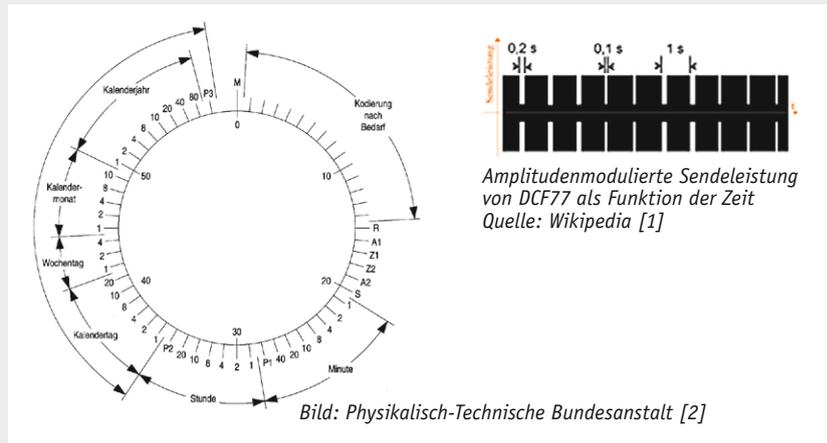


Bild: Physikalisch-Technische Bundesanstalt [2]

Amplitudenmodulierte Sendeleistung von DCF77 als Funktion der Zeit
Quelle: Wikipedia [1]

gesendet, in dem das Datum und die aktuelle Zeit enthalten sind. Die eigentliche Information steckt in der Länge des Sekundentakts. Eine Länge von 100 ms entspricht einer 1, während 200 ms einer logischen 0 entsprechen. In einer Minute können somit 59 Bits übertragen werden. Zur jeweils vollen Minute (59. Sekunde) fehlt das Datenbit, wodurch das folgende Bit zur Synchronisation dient und den Anfang der Minute und somit den Beginn des Datenprotokolls kennzeichnet. Das Datentelegramm wiederholt sich somit jede Minute. Zusätzliche Paritätsbits erlauben eine Fehlererkennung, denn nicht selten kommt es zu Störungen beim Empfang. Die Auswertung der Datenbits auf der Empfängerseite geschieht in der Regel mit einem Mikrocontroller.

[1] <https://de.wikipedia.org/wiki/DCF77>

[2] www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/fachabteilungen/abteilung_4/4.4_zeit_und_frequenz/4.42/dcf77.pdf

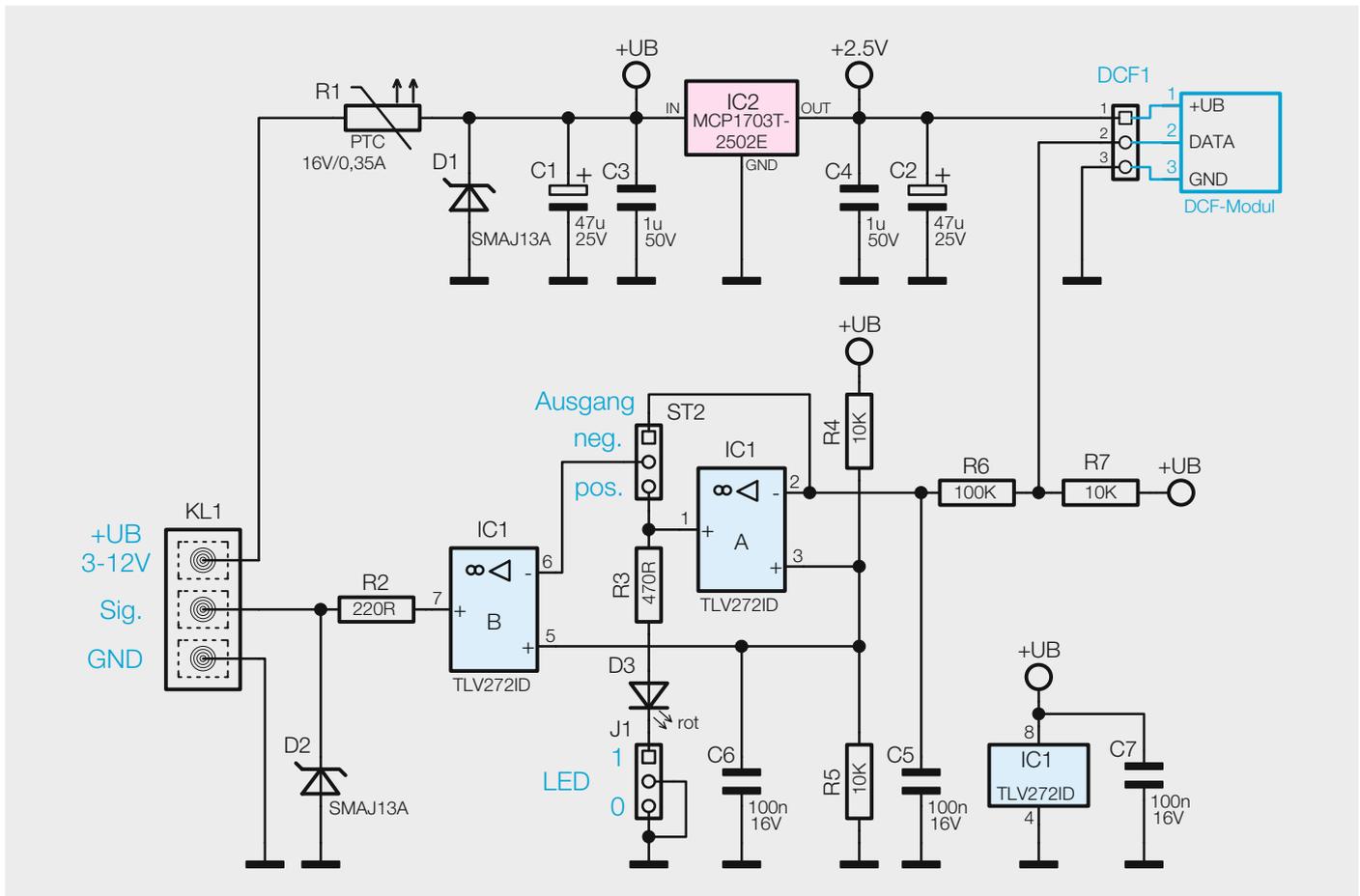


Bild 3: Das Schaltbild der DCF-ET1: Oben ist die Spannungsversorgung zu sehen, darunter die Signalaufbereitung.

Problem behoben werden? Die einzige praktische Möglichkeit besteht darin, die DCF-Antenne aus dem Empfangsgerät (in der Regel einer Funkuhr) herauszunehmen und an einen anderen Ort zu verlagern, wo der Empfang wieder optimal ist. Aus diesem Grund haben wir, wie zu alten Zeiten, eine externe Antenne entwickelt, die wir hier vorstellen. Das Design und die Technik sind etwas moderner als noch vor 20 Jahren.

Dieses Modul kann dort eingesetzt werden, wo der DCF-Empfang am Aufstellungsort der Uhr nicht ausreichend ist.

Das Empfangsmodul ist auch ein Lösungsvorschlag für Uhren, bei denen der DCF-Empfang durch interne Bauteile, namentlich Displays, gestört bzw. behindert wird. Im ungünstigsten Fall lässt sich die Uhr dann nicht einmal optimal ausrichten, sodass kein oder nur ein sporadischer Empfang möglich ist.

Schließlich eignet sich die Baugruppe auch als Testboard für den Test von DCF-Empfängern, sofern diese anschlusskompatibel sind.

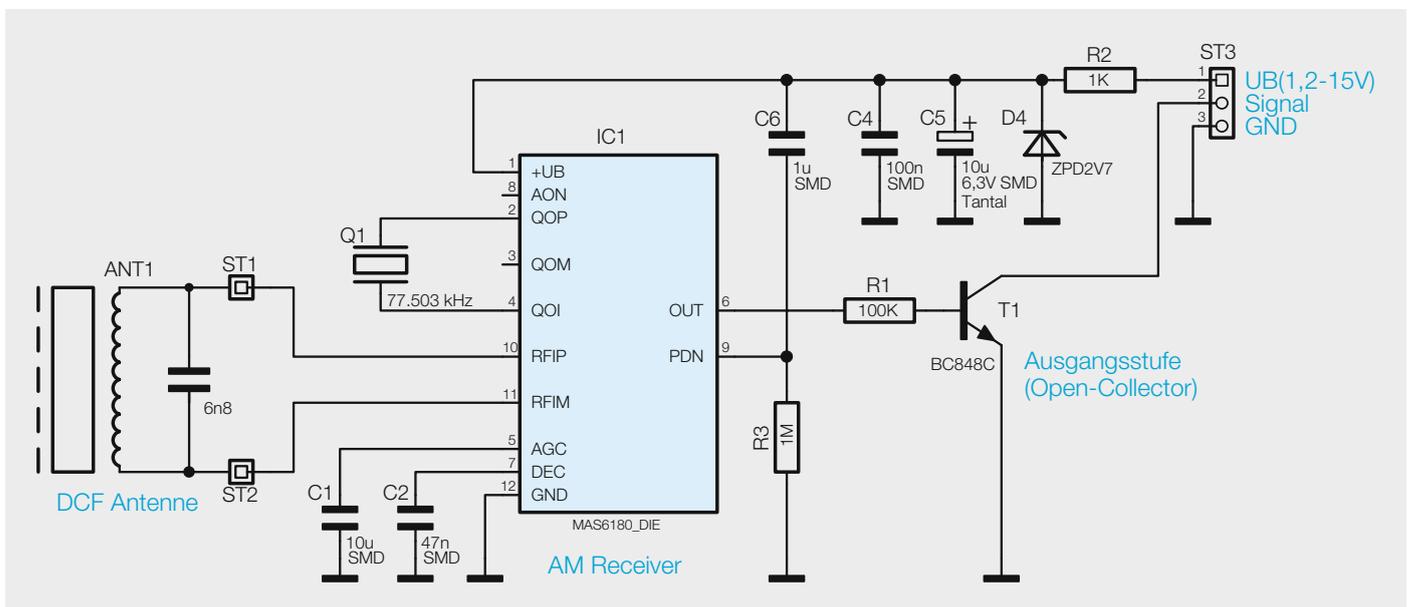


Bild 4: Das Schaltbild des ELV-Empfangsmoduls DCF-2 (Art.-Nr. 09 16 10)

Für den praktischen Einsatz des Moduls, z. B. auch beim Selbstbau von Uhren, ist eine Anpassung der Polarität des Ausgangssignals (invertierend/nicht invertierend) möglich. Um das Ausrichten der Antenne zu erleichtern, kann eine LED aktiviert werden.

Achtung: Die DCF-ET1 darf nur an Schaltungen angeschlossen werden, die mit einer Sicherheitskleinspannung (SELV) betrieben werden.

Schaltung

Das Schaltbild der DCF-ET1 ist in Bild 3 dargestellt. Die eigentliche Empfangstechnik besteht aus dem bewährten DCF-2-Modul, das seit Jahren in ELV-Schaltungen zum Einsatz kommt. Das Schaltbild dieses Moduls ist in Bild 4 dargestellt.

Die Versorgungsspannung wird an Klemme KL1 zugeführt und kann im Bereich von 3 bis 12 Vdc liegen. Ein PTC-Widerstand dient als Sicherungselement, er wird im Fehlerfall hochohmig. Die Diode D1 ist eine Transil-Schutzdiode und schützt vor Spannungsspitzen (Transienten usw.). Der nachfolgende Spannungsregler IC2 erzeugt eine stabile Ausgangsspannung von 2,5 V zur Versorgung des DCF-Empfangsmoduls.

Das DCF-Ausgangssignal (Data/Pin 2) wird über einen Tiefpass R6/C5 auf den invertierenden Eingang (Pin 2) von IC1A geführt. Der Tiefpass unterdrückt etwaige Störsignale.

Der Arbeitspunkt (virtuelle Masse) wird mit dem Spannungsteiler R4/R5 auf die halbe Betriebsspannung (UB) eingestellt. Der zweite Operationsverstärker (IC1B) ist ebenfalls invertierend, wobei sich der Eingang (Pin 6) wahlweise auf den Ausgang von IC1A oder das Originalsignal vom DCF-Modul schalten lässt. Hiermit kann die Polarität des Ausgangssignals festgelegt werden.

Die LED (D3) dient als Installationshilfe und kann über den Jumper J1 aktiviert werden. Vom Ausgang des OP IC1B gelangt das Signal über den Widerstand R2 auf die Ausgangsklemme KL1 (Sig.). Die Schutzdiode D2 verhindert genau wie D1 Spannungsspitzen durch äußere Einflüsse.

Nachbau

Bei der kompakten Platine sind die SMD-Bauteile vorbestückt (Bild 5), sodass der mitunter mühsame Umgang mit den kleinen SMD-Bauteilen entfällt. Es müssen lediglich die wenigen bedrahteten Bauteile bestückt und verlötet werden. Die Bauteile werden auf der Lötseite verlötet und die überstehenden Drahtenden abgeschnitten. In Bild 6 sind alle im Lieferumfang des Bausatzes enthaltenen Bauteile und Komponenten dargestellt.

Bei der Bestückung der beiden Elkos C1 und C2 ist unbedingt auf die richtige Polung zu achten. Falls die Elkos noch nicht vorkonfektioniert (Anschlussdrähte gekürzt) sind, ist der Pluspol am längeren Anschlussdraht erkennbar. Der Minuspol des Elkos ist zusätzlich immer auf dem Gehäuse gekennzeichnet.

Als Nächstes werden die beiden 3-poligen Stiftleisten eingesetzt und verlötet. Beim Einsetzen der

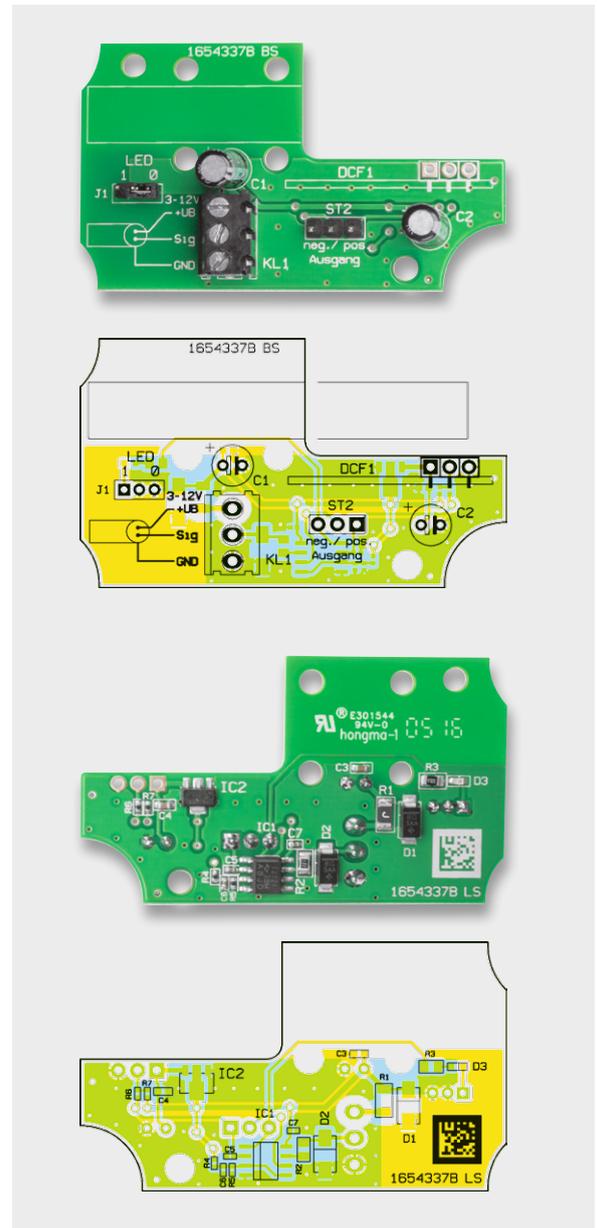


Bild 5: Die Platinfotos und die Bestückungspläne des DCF-Moduls; oben die Oberseite mit bedrahteten Bauteilen, unten die Unterseite mit SMD-Bestückung



Bild 6: Der komplette Lieferumfang des Bausatzes zum hinzuzufügenden Empfangsmodul

Klemmleiste KL1 ist darauf zu achten, dass die Öffnungen in die richtige Richtung zeigen, also in Richtung J1.

Im nächsten Arbeitsschritt wird das DCF-Modul vorbereitet. Dieses Modul ist nicht im Bausatz enthalten, sodass ein vorhandenes oder ein noch zu erwerbendes Modul verwendet werden kann. Normalerweise



Bild 7: Das DCF-Modul mit gerader (oben) und abgewinkelter Stiftleiste (unten)

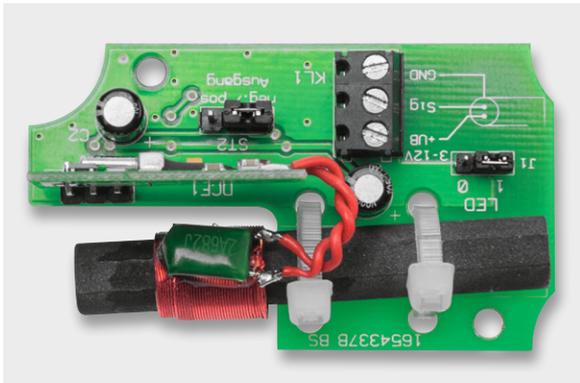


Bild 8: Die fertig aufgebaute und mit dem ELV-DCF-Modul bestückte Platine

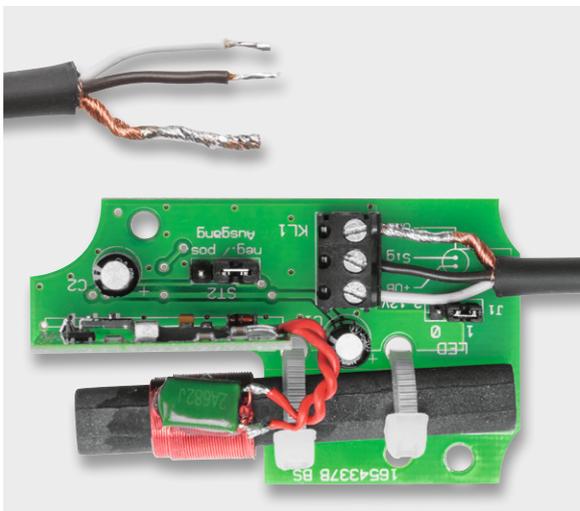


Bild 9: So werden die Kabelenden abisoliert und an die Klemme KL1 angeschlossen.

ist dieses Modul mit einer geraden Stiftleiste bestückt. Diese Stiftleiste muss entfernt und durch eine abgewinkelte Stiftleiste ersetzt werden. Das Auslöten sollte mit Entlötlitze geschehen, mit der das Lötzinn an den 3 Lötstellen entfernt wird. Hat man die Stiftleiste entfernt, kann die abgewinkelte Stiftleiste eingesetzt und verlötet werden. Wichtig ist, dass die Stiftleiste richtig herum eingesetzt wird. Dies ist in Bild 7, in dem das Modul vor und nach dem Umbau zu sehen ist, gut zu erkennen.

Die Anschlussleitung der Ferritantenne kann, wie in dem fertig aufgebauten Modul in Bild 8 zu sehen, etwas gekürzt werden. Dies ist aber nicht zwingend notwendig. Nun ist das DCF-Modul von oben in die Platine einzusetzen und zu verlöten. Die Ferritantenne befestigt man mit 2 Kabelbindern auf der Platine.

Die Bestückungsarbeiten sind damit beendet, und es folgt der Einbau in das Gehäuse. Die Platine wird hierzu in die Gehäuseoberschale gelegt und mit 2 Schrauben 3 x 6 mm befestigt. Vor dem Einsetzen der Platine ist die Gummidichtung in das Gehäuseoberteil einzulegen. Die Platine ist so einzusetzen, dass sich die SMD-LED über dem Lichtleiter befindet und das Licht der LED von außen sichtbar ist.

Als Zuleitung kommt ein 3-adriges abgeschirmtes Kabel zum Einsatz. Dieses Kabel wird durch den Ka-

Widerstände:

220 Ω /SMD/0805	R2
470 Ω /SMD/0402	R3
10 k Ω /SMD/0402	R4, R5, R7
100 k Ω /SMD/0402	R6
PTC/0,35 A/16 V/SMD/1206	R1

Kondensatoren:

100 nF/16 V/SMD/0402	C5-C7
1 μ F/50 V/SMD/0603	C3, C4
47 μ F/25 V	C1, C2

Halbleiter:

TLV272ID/SOIC8	IC1
MCP1703T-2502E/MB/SOT89-3	IC2
SMAJ13A/SMD	D1, D2
LED/rot/SMD/0603	D3

Sonstiges:

Schraubklemme, 3-polig, RM = 3,5 mm, THT, black	KL1
Stiftleiste, 1x 3-polig, winkelprint	ST1
Stiftleiste, 1x 3-polig, gerade, print	ST2
Stiftleiste, 1x 3-polig, RM = 2,0 mm, gerade, print	J1
Jumper, RM = 2,0 mm	J1
2 Kabelbinder, 90 mm	
Mikrofonleitung, MK2-0,22 mm ² , 2-adrig	
Jumper	
Klinkenstecker, 3,5 mm, stereo	
Klinkenbuchse, 3,5 mm, stereo, THT	
1 Gehäuse, komplett	
2 TORX-Schrauben, 3 x 6 mm	

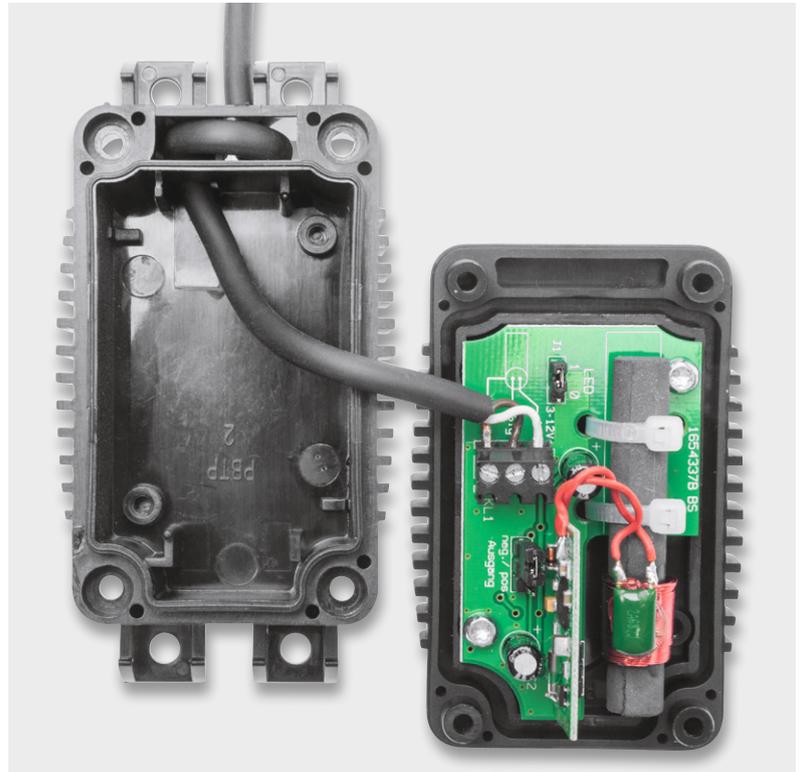


Bild 10: Die fertig montierte und mit Kabel versehene Einheit kurz vor dem Zusammenbau des Gehäuses

belschacht im Gehäuseunterteil geführt, was u. a. zur Zugentlastung dient (Bild 10). Der äußere Schirm der abgeschirmten Leitung bildet die Masse, also den Minuspol. Die Enden werden, wie in Bild 9 zu sehen, abisoliert und an die Anschlussklemme KL1 angeschlossen. Vor dem Gehäuseeinbau sollten die beiden Jumper entsprechend der Anwendung aufgesetzt werden (siehe Installation).

Bild 10 zeigt, wie diese Einheit kurz vor dem Zusammenbau des Gehäuses aussieht. Beide Gehäusenhälften werden nun zusammengesetzt und mit 4 Schrauben 3 x 10 mm verschraubt.

Installation

Die externe DCF-Antenne ist universell ausgelegt. Mithilfe des Steckbrücke ST2 kann die Polarität des Ausgangssignals gewählt werden. Für alle ELV-Schaltungen ist der Jumper ST2 auf „neg.“ (negativ) zu setzen. Dies bedeutet, dass der Ausgangsimpuls „lowaktiv“ ist. Beim Einsatz an anderen Geräten kann evtl. ein positives Signal erforderlich sein. Hat man z. B. einen Bauvorschlag für eine Selbstbau-Uhr umgesetzt, finden sich die Bedingungen für die Polarität des Ausgangssignals in der Software (invertierend/nicht invertierend). Will man den beschriebenen ELV-DCF-Empfänger einsetzen, ist zudem der Eingangsport des Uhr-Controllers auf „Pull-up = 1“ zu setzen.

Um den korrekten Aufstellungsort zu finden, kann der DCF-Empfang durch die LED des Moduls signalisiert werden. Ein regelmäßiges Blinken im Sekundentakt ohne Flackern zeigt einen störungsfreien Empfang an. Im Normalbetrieb ist die LED nicht unbedingt notwendig, sie kann im Sichtbereich auch eher als störend empfunden werden. Mit dem Jumper

J1 wird die Kontroll-LED aktiviert (1) bzw. deaktiviert (0).

Für den Anschluss an das Zielgerät, was in der Regel eine Funkuhr ist, kann eine Steckverbindung aus Klinkenstecker und Klinkenbuchse verwendet werden. In Bild 11 ist zu sehen, wie die abgeschirmte Leitung angelötet wird.

Sollten die dem Bausatz beiliegenden 10 m Kabel nicht ausreichend sein, kann das Kabel verlängert werden. Hierfür sollte der gleiche Kabeltyp verwendet werden. **ELV**

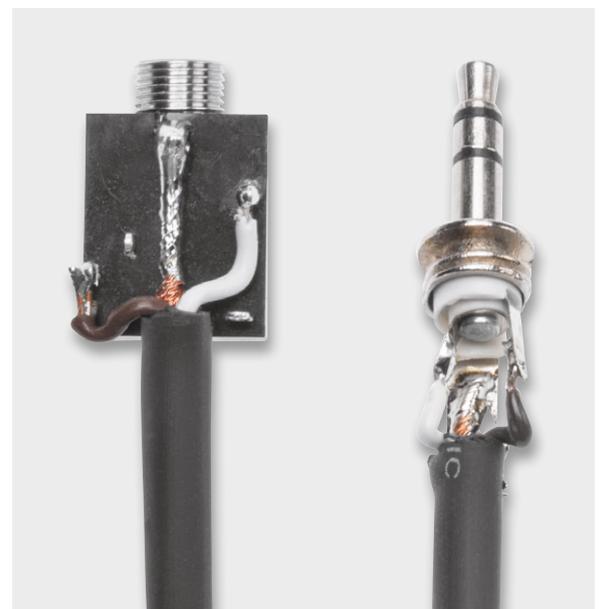


Bild 11: So werden die Kabel am Klinkenstecker bzw. an der Klinkenbuchse angelötet.