Anwendungsbeispiel, das Gehäuse gehört nicht zum Lieferumfang.

Radiomodul einfach bedient –
Bedien- und Anzeigeeinheit für FM-RM1

Infos zum Bausatz
im ELV-Web-Shop
#1364

Unter dem Titel „Das I²C-Radio" haben wir im ELVjournal 6/2014 ein kompaktes FM-Receiver-Modul mit dem SiLabs Si4705 vorgestellt, das als kleines Steckmodul für den Einsatz in eigenen Applikationen vorgesehen ist. Es lässt sich komplett per I²C ansteuern, für erste Experimente steht eine Arduino-Library und das ELV-I²C-Testtool zur Verfügung. Da lag es nahe, auch ein passendes Bedien- und Anzeigegerät für das leistungsfähige Radiomodul zu schaffen – genau diese Aufgabe erfüllt die hier vorgestellte Bedieneinheit.

Radiomodul sucht Steckplatz

Das kleine Empfangsmodul „FM-RM1", welches wir im ELVjournal 6/2014 vorgestellt haben, ist ein äußerst kompakter Empfängerbaustein, der vielseitig einsetzbar ist. Er enthält den hochspezialisierten Si4705 als Empfangsbaustein, einen 2x-1-W-Stereoverstärker, einen getrennten Stereo-Kopfhörerverstärker und einen Line-Eingang für externe Audioquellen. Primär war das Modul für die Anbindung an kleine Mikrorechnerlösungen wie Arduino oder andere ausgelegt. Natürlich ergibt sich hier für alle, die keine µC-Programmier-Affinität haben, sofort der Wunsch nach einem passenden Bedienmodul. Genau das stellen wir hier vor. Das Radiomodul wird dabei einfach auf die Bedien- und Anzeigeeinheit aufgesteckt und über das farbige OLED-Display und einen Drehimpulsgeber sowie drei Stationstasten von der Frontseite aus bedient. Eine Klinkenbuchse erlaubt den bequemen Anschluss eines Kopfhörers auf der Frontseite.

Das OLED-Display zeigt übersichtlich die Informationen und RDS-Daten, wie Frequenz, Sendername, Uhrzeit, Datum usw. an. Ein Kopfhörer lässt sich ebenso anschließen wie eine externe Audioquelle.

All das basiert auf einem kleinen Mikrocontroller, der die Steuerung des Empfangsmoduls und der OLED-Anzeige übernimmt. Zusätzlich ist eine leistungsfähige Spannungsversorgung integriert, die auch das Radiomodul versorgt.

Die Bedienelemente sind auf das notwendige Maß reduziert, hauptsächlich agiert hier ein Drehimpulsgeber als Bedienelement, drei Zusatztasten dienen der Speicherung und dem Abruf der Lieblingssender. Mit einem Jumper lässt sich die Kopfhörer-Anschlussbuchse auf der Bediengerätefront aktivieren.

Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	FM-RM1BE
Versorgungsspannung:	5 VDC (5,5 VDC max.)
Stromaufnahme:	750 mA max.
Sonstiges:	Extern Audio-In (1 Veff)
Umgebungstemperatur:	-10 bis +55 °C
Lagertemperatur:	-40 bis +85 °C
Abmessungen (B x T x H):	116 x 80 x 42 mm
Gewicht:	101 g (mit Radiomodul)

Äußerlich zentrales Element des Bediengeräts ist das farbige OLED-Display, auf dem alle Informationen sowohl im normalen Betrieb als auch bei Einstellungen über ein Menü übersichtlich angezeigt werden. Für echte Wellenjäger lassen sich hierüber auch detailliertere Informationen zum RDS- und Empfängerstatus anzeigen, siehe Bild 3.

Der Lautsprecheranschluss erfolgt nach wie vor direkt am Empfängermodul, da hier schon für Lautsprecherleitungen dimensionierte Schraubklemmen vorhanden sind. Für den Anschluss einer externen Audioquelle bietet das Bedien- und Anzeigegerät eine eigene Schraubklemme, ebenso für den universellen Netzteilanschluss.

Die Schaltung reagiert empfindlich auf elektrische Störungen in unmittelbarer Nähe. Dadurch können Störgeräusche auf dem Audioeingang und dem Radioempfang enstehen, deshalb sollte man von möglichen Störquellen, wie z. B. Schaltnetzteilen, einen möglichst großen Abstand halten.

Konfiguration und Bedienung

Nach dem (seitenrichtigen) Einsetzen des Radiomoduls in die 32-polige Fassung sind noch zwei Jumper zu setzen, und dann ist das Radio einsatzbereit. Sehr wichtig ist das Setzen des Jumpers J1 auf 3,3 V (Stellung 1) oder Entfernen des Jumpers J1, denn hier wird eine Pegelanpassung des Steuerbusses vorgenommen. J2 ist auf Stellung 0 zu setzen, wenn man die Kopfhörerbuchse an der Bediengerätefront nutzen möchte. Bild 1 zeigt die Lage der beiden Jumper. Setzt man J2 auf Stellung 0 bzw. entfernt man ihn, so erfolgt beim Einstecken eines Kopfhörersteckers auf der Frontplatte automatisch das Umschalten zwischen Lautsprecher- und Kopfhörerverstärker. In Stellung 1 ist der Kopfhörerausgang nicht nutzbar und es erfolgt die Ausgabe nur über die Lautsprecher.

Achtung! Ein falsches Setzen des Jumpers J1 kann zur Zerstörung des Geräts führen.

Die Lautsprecher sind direkt am Radiomodul anzuschließen, die Spannungsversorgung des Radiomoduls erfolgt über das Bediengerät. Dieses ist über KL1 an eine Gleichspannungsquelle anzuschließen, die 5 V bei mindestens 750 mA liefert.

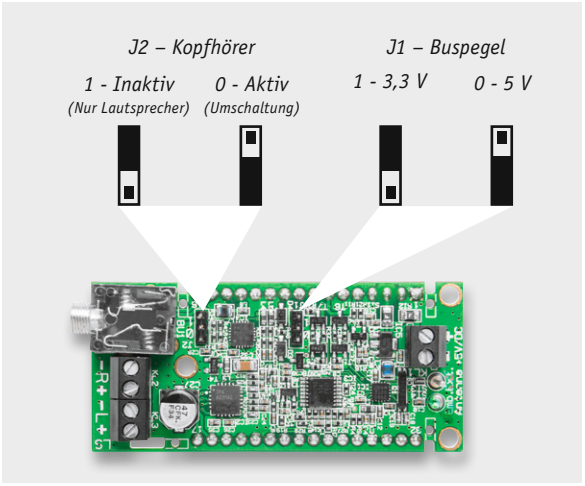

Bild 1: Lage und Funktion der Jumper J1 und J2 auf dem Radiomodul

Will man ein externes Audiosignal einspeisen, ist die (geschirmte) Zuleitung an KL2 anzuschließen, wobei „GND" den gemeinsamen Masseanschluss beider Kanäle bildet.

Nach dem Anschließen der Spannungsversorgung startet das Radiomodul sofort und nach der Startsequenz erscheinen die eingestellte Empfangsfrequenz und darunter der Lautstärkebalken, der die eingestellte Lautstärke prozentual anzeigt.

Bild 2: Die vollständige Anzeige mit Datum/Zeit, Sendername, RDS-Text, Frequenz und Lautstärkebalken

Ist ein Sender eingestellt, erscheinen dessen Stationsname (grün) und, sofern ausgestrahlt, RDS-Textinformationen (rot). Bei ausreichender Signalsstärke/-qualität werden alle RDS-Informationen empfangen, so auch Uhrzeit und Datum. Bild 2 zeigt eine solche vollständige Anzeige. Dabei ist zu beachten, dass eine korrekte Uhrzeitanzeige hier nur erfolgt, solange diese mit dem RDS-Signal auch empfangen und aktualisiert wird.

Bedienung

Die gesamte Bedienung erfolgt über den Drehimpulsgeber. Dabei stehen zunächst für die normale Bedienung drei Modi zur Verfügung:

- Lautstärke (Lautstärkebalken weiß umrandet statt grau)
- Manuelle Sendereinstellung (nur die Ziffern der Frequenzanzeige erscheinen weiß statt grau)
- Automatischer Sendersuchlauf (Text und Ziffern der Frequenzanzeige erscheinen weiß statt grau)

Die Auswahl der Einstellmodi erfolgt durch kurzen Druck auf den Drehimpulsgeber (OK) und anschließendes Drehen.

Die drei Stationstasten werden belegt, indem die jeweilige Taste nach Einstellen des gewünschten Senders länger gedrückt wird. Das Aufrufen des Senders erfolgt durch einen kurzen Tastendruck, dabei leuchtet die jeweilige Taste auf. Sollte auf mehreren Tasten die gleiche Frequenz gespeichert sein, so leuchtet nur die Taste mit der niedrigeren Zahl.

In den Menüs werden die Menüpunktauswahl und direkte Einstellungen durch Drehen des Drehimpulsgebers vorgenommen, ein Anwählen eines Menüpunkts bzw. ein Fortschalten/Bestätigen durch kurzes Drücken des Drehimpulsgebers. Der Menüpunkt „Exit" führt zur normalen Bedienung zurück.

Menü-Einstellungen

Das Menü-Schema des Geräts ist in Bild 3 dargestellt. Über einen langen Tastendruck (MENÜ) auf den Drehimpulsgeber gelangt man in das Hauptmenü.

Hier geht es weiter zu zusätzlichen Einstellungen und Anzeigen bzw. man kann einige Grundeinstellungen bzw. eine erweiterte Bedienung vornehmen:

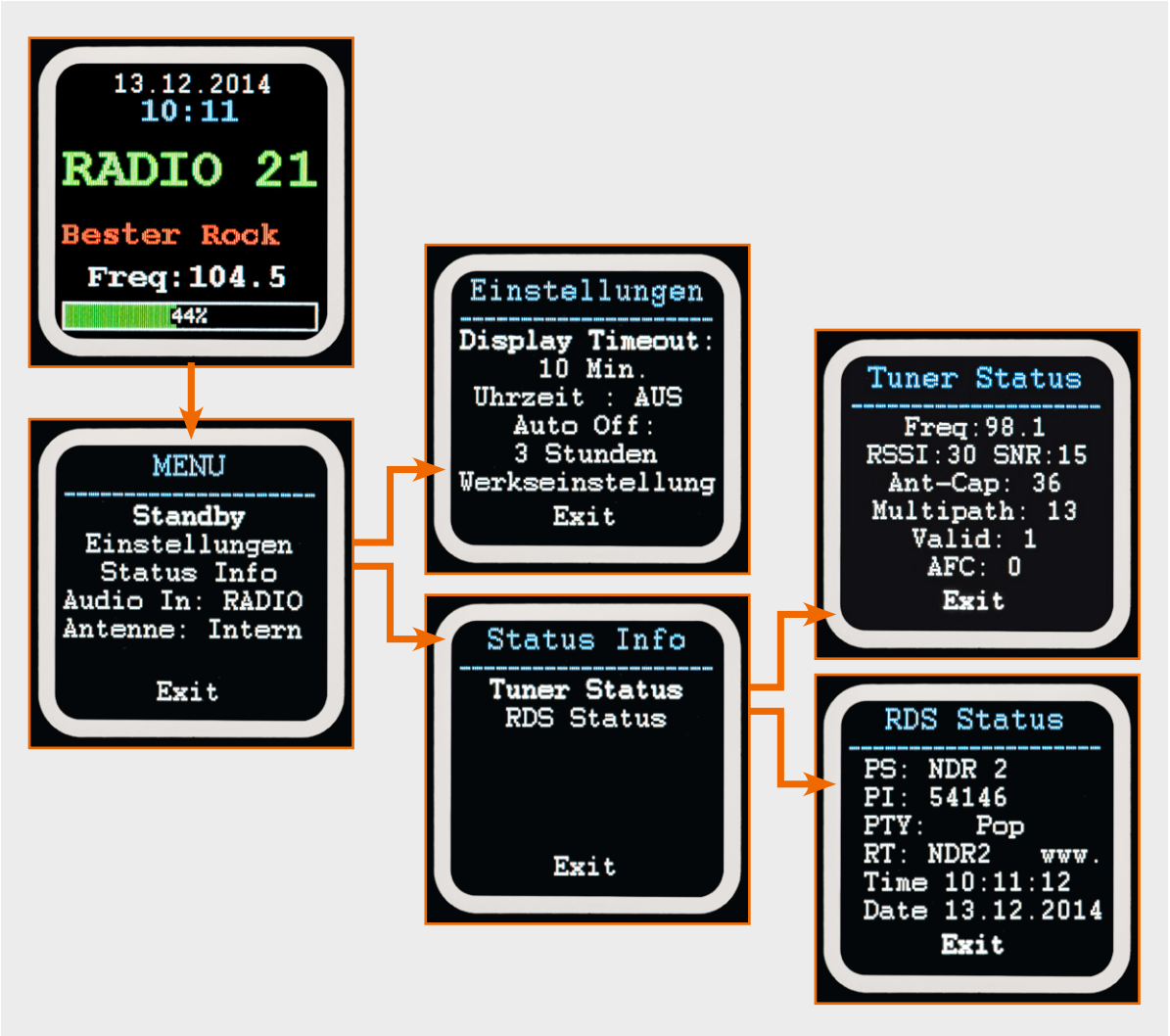

Bild 3: Das Menü-Schema des Bediengeräts

- *Stand-by*: Radio und Display ausschalten und Gesamtgerät in den Stromsparmodus versetzen. Das Wiedereinschalten erfolgt aus dem Stand-by-Modus heraus durch kurzes Betätigen einer Taster oder des Drehimpulsgebers.
- *Einstellungen*: Hier geht es zum Untermenü „Einstellungen"
- *Status-Info*: Hier geht es zum Untermenü „RDS/ Tuner Status"
- *Audio In*: Auswahl zwischen den Audioquellen „RADIO" und „Extern"
- *Antenne*: Auswahl zwischen interner oder externer (Kopfhörer-Kabel-) Antenne

Bild 4: Alternativ zum gänzlich abgeschalteten Display kann man auch die Uhrzeit anzeigen lassen.

Untermenü „Einstellungen"
Hier findet man Einstellmöglichkeiten zum Zeitregime, zur alternativen Uhrzeitanzeige und zur Rückkehr zu den Werkseinstellungen.

- *Display Timeout*: Nach der hier vorgegeben Zeit schaltet sich das Display zur Schonung der OLED-Anzeige aus. Es wird durch eine kurze Tastenbetätigung wieder eingeschaltet. Man kann zwar das Display auch dauerhaft eingeschaltet lassen (Option „nie" anwählen), dies ist jedoch nicht zu empfehlen, da ein dauerhaftes Einschalten zu vorzeitigem Ausfall am Ende der bei OLED-Displays begrenzten Lebensdauer führen kann.
- *Uhrzeit:* Wählt man hier „Ein" an, wird nach Ablauf der „Display Timeout"-Zeit das Display nicht komplett abgeschaltet, sondern die Uhrzeit angezeigt (Bild 4), ist jedoch ebenso nicht zu empfehlen.
- *Auto Off*: In der Grundeinstellung von 3 Stunden werden Radiomodul und Display abgeschaltet. Dies entspricht den gesetzlichen Forderungen für den Stand-by-Betrieb. Die Zeitspanne kann hier individuell verändert werden.
- *Werkseinstellung*: Über diesen Menüpunkt werden alle individuellen Einstellungen gelöscht und die ab Werk programmierten Grundeinstellungen wieder hergestellt.

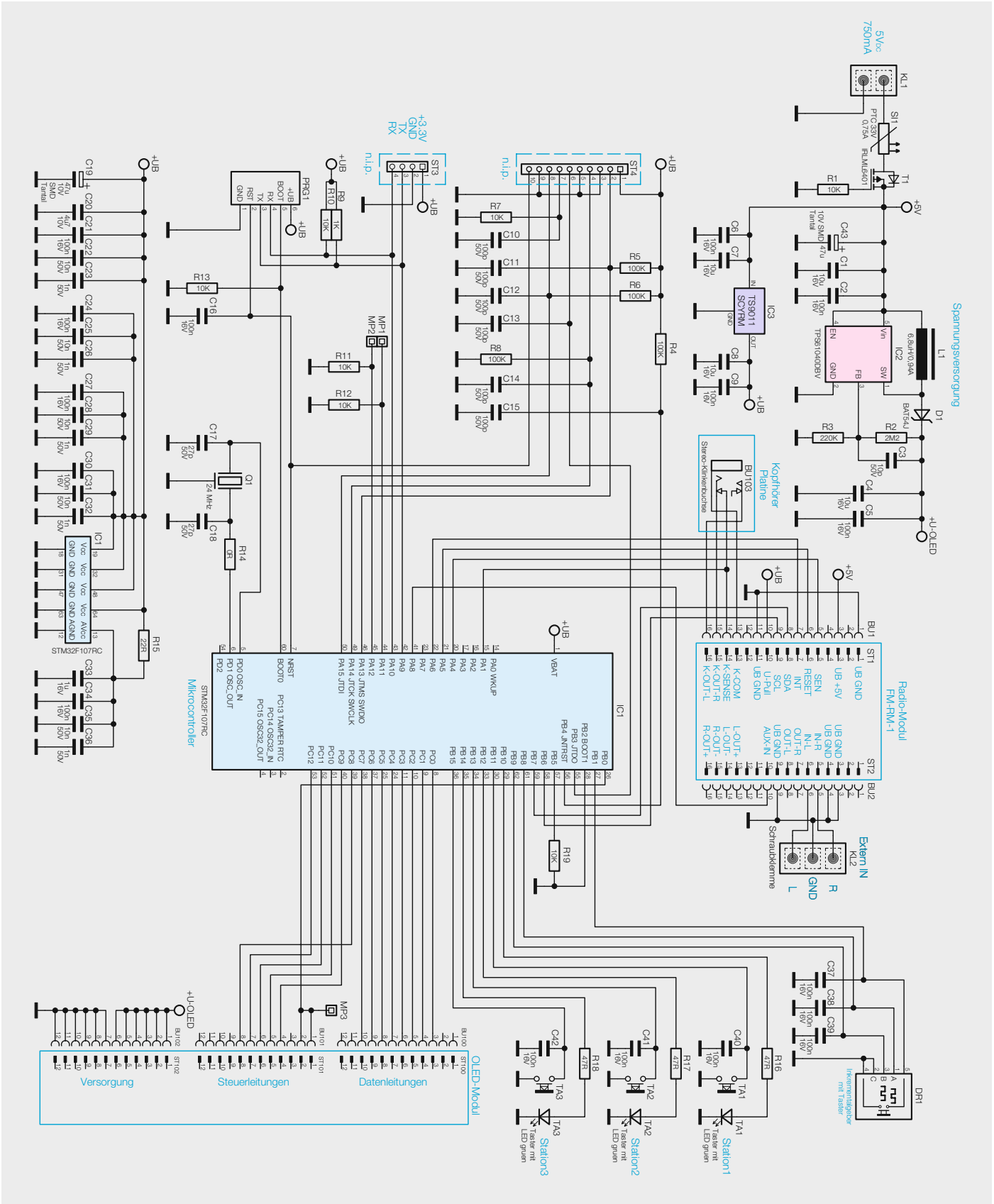

Bild 5: Das Schaltbild der Bedien- und Anzeigeeinheit für das FM-RM1

Untermenü „Status Info"
Hier findet man zusätzliche Informationen über den Status des Si4705 (Tuner-Status) und den RDS-Status.

Schaltungstechnik

Die übersichtliche Schaltung der Bedieneinheit mit OLED-Display ist in Bild 5 dargestellt. Sie besteht aus den Baugruppen für die Spannungsversorgung, dem Controller, dem OLED-Modul, den Bedien- und Anzeigeelementen und der Fassung für das Radiomodul.

Wenden wir uns zunächst der Spannungsversorgung zu. Die Versorgungsspannung, die zwischen 5 V und maximal 5,5 V liegen muss, wird über KL1 zugeführt. Hier schließt sich die selbstrückstellende PTC-Siche-

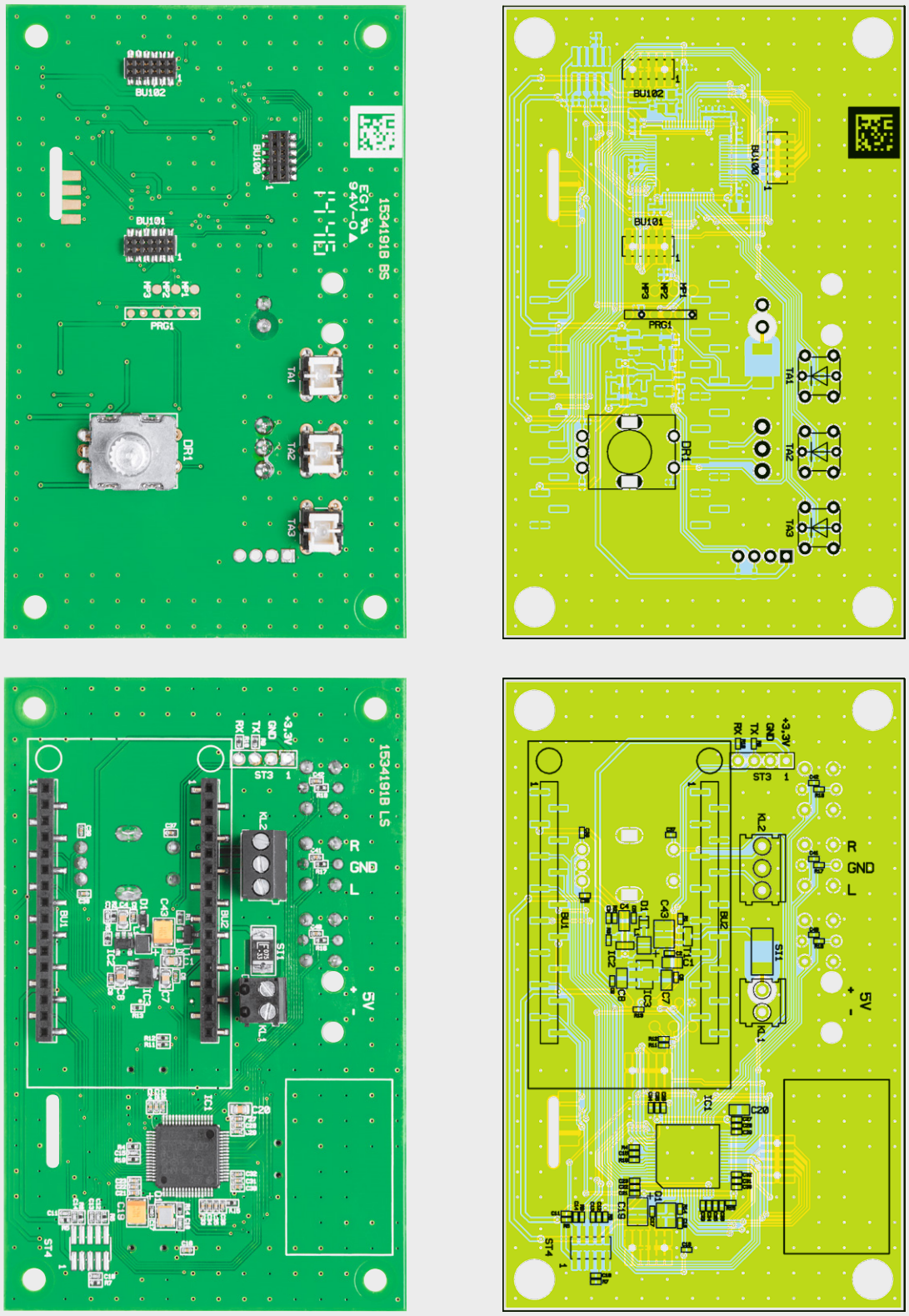

Bild 6: Die Platinenfotos der bestückten Basisplatine mit zugehörigem Bestückungsplan, oben die Vorderseite, unten die Rückseite

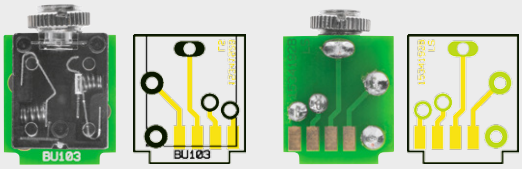

Bild 7: Die Kopfhörerbuchse wird in die Zusatzplatine eingelötet …

rung SI1 an, daran T1 mit R1. T1 dient als nahezu verlustfreier Verpolschutz. Der Linearregler IC3 erzeugt die 3,3-V-Betriebsspannung und der Step-up-Schaltregler mit IC2 die für die Versorgung des OLED-Displays erforderliche Spannung von ca. 13 V. Die Kondensatoren C1 bis C9 sowie C43 dienen der Spannungsstabilsierung bzw. der Störunterdrückung.

Zentrales Bauelement ist der Mikrocontroller IC1. Er kommt mit minimaler Peripheriebeschaltung aus, lediglich R19 für einen definierten Reset und Q1 inklusive Peripherie für eine stabile Takterzeugung sind notwendig.

Über die Pins PC0 bis PC12 sowie PB0 erfolgt die Ansteuerung des OLED-Displays, über neun weitere Pins werden der Drehimpulsgeber DR1 sowie die Tasten TA1 bis TA3 sowie die zugehörigen LEDs abgefragt bzw. angesteuert. BU1 und BU2 nehmen das Radiomodul auf, KL2 dient dem Anschluss eines externen Audiosignals, und eine kleine Zusatzplatine nimmt den frontseitigen Kopfhöreranschluss (Klinkenbuchse BU103) auf. Kommen wir damit zum Aufbau der Bedien- und Anzeigeeinheit.

Nachbau und Inbetriebnahme

Alle SMD-Bauteile auf der Basisplatine sind bereits ab Werk vorbestückt, so bleibt hier lediglich die Bestückungskontrolle anhand der Platinenfotos (Bild 6), Bestückungszeichnungen, Bestückungsdruck und Stückliste. Diese dienen auch als Orientierung bei der Bestückung der bedrahteten Bauteile, also Tasten, Drehimpulsgeber und die beiden Schraubklemmen. Die Kopfhörerbuchse wird zunächst, wie in Bild 7 zu sehen, auf der zugehörigen Zusatzplatine eingelötet und diese dann, wie in Bild 8 dargestellt, von der Vorderseite der Basisplatine aus in diese eingesetzt und mit reichlich Lötzinn für stabilen und sicheren Kontakt verlötet. Dabei ist auf genau senkrechten Stand der Kopfhörerplatine zu achten.

Als nächster Aufbauschritt folgt nun die Montage des Displaymoduls. Auch hier sind alle SMD-Bauteile

Stückliste OLED-Displaymodul

Widerstände:	
49,9 Ω/SMD/0402	R2
560 kΩ/SMD/0402	R1
Kondensatoren:	
100 nF/50 V/SMD/0603	C1, C7
1 µF/50 V/SMD/0603	C2–C6
Halbleiter:	
1N4148W/SMD	D1, D2
Sonstiges:	
OLED-Modul UG-2828GDEDF11, 128 x 128 Pixel	LCD1
FFC/FPC-Verbinder, 30-pol., 0,5 mm, liegend, SMD	LCD1
Stiftleisten, 2x 6-pol., 8,8 mm, gerade, SMD	ST1–ST3
Displayrahmen, schwarz	LCD1
6 cm Klebeband, doppelseitig, 12 x 0,1 mm, transparent	

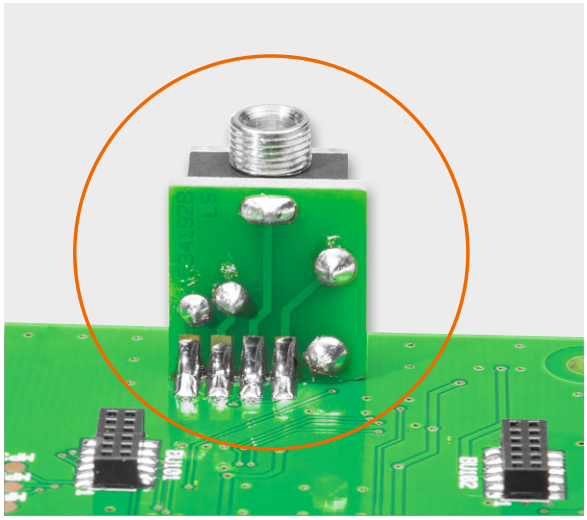

Bild 8: … und diese genau senkrecht mit reichlich Lötzinn in die Basisplatine eingelötet.

Stückliste Basis-Einheit

Widerstände:	
0 Ω/SMD/0402	R14
22 Ω/SMD/0402	R15
47 Ω/SMD/0402	R16–R18
1 kΩ/SMD/0402	R9
10 kΩ/SMD/0402	R1, R7, R10-R13, R19
100 kΩ/SMD/0402	R4–R6, R8
220 kΩ/SMD/0402	R3
2,2 MΩ/SMD/0402	R2
Kondensatoren:	
10 pF/50 V/SMD/0402	C3
27 pF/50 V/SMD/0402	C17, C18
100 pF/50 V/SMD/0402	C10–C15
1 nF/50 V/SMD/0402	C23, C26, C29, C32, C36
10 nF/50 V/SMD/0402	C22, C25, C28, C31, C35
100 nF/16 V/SMD/0402	C2, C5, C6, C9, C16, C21, C24, C27, C30, C34, C37–C42
1 µF/16 V/SMD/0402	C33
4,7 µF/SMD/0805	C20
10 µF/16 V/SMD/0805	C1, C4, C7, C8
47 µF/10 V	C19, C43
Halbleiter:	
ELV141421/SMD	IC1
TPS61040DBV/SMD/TI	IC2
TS9011SCY RM/SMD	IC3
IRLML6401/SMD	T1
BAT54J/SMD	D1

Sonstiges:	
Speicherdrossel, SMD, 6.8 µH, 0,94 A	L1
Quarz, 24.000 MHz, SMD	Q1
Polyswitch 33 V, 0,75 A, SMD, 1812	SI1
Inkrementalgeber mit Achse und Tastschalter, liegend	DR1
Buchsenleiste, 1x 16-pol., SMD, 5 mm	BU1, BU2
Buchsenleiste, 2x 6-pol., SMD	BU100-BU102
Schraubklemme, 2-pol., RM=3,5 mm, THT, black	KL1
Schraubklemme, 3-pol., RM=3,5 mm, THT, black	KL2
Drucktaster mit LED grün, 1x ein, print	TA1-TA3
Tastkappe, transparent	TA1-TA3
Klinkenbuchse, 3,5 mm, stereo, THT	BU103
1 Handdrehrad, glänzend orange mit Schutzlack lackiert	
1 Handdrehradkappe, glänzend orange mit Schutzlack lackiert	
4 Abstandsbolzen mit M3-Innengewinde, 15 mm	
4 Innensechskant-Schrauben, M3 x 6 mm	
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6 mm	
1 Sechskant-Stiftschlüssel, 2,5 mm	
1 Kabelbinder, 90 mm	
1 Typenschild-Aufkleber FM-RM1BE	
1 Frontplatte FM-RM1BE, bearbeitet und bedruckt, transparent	

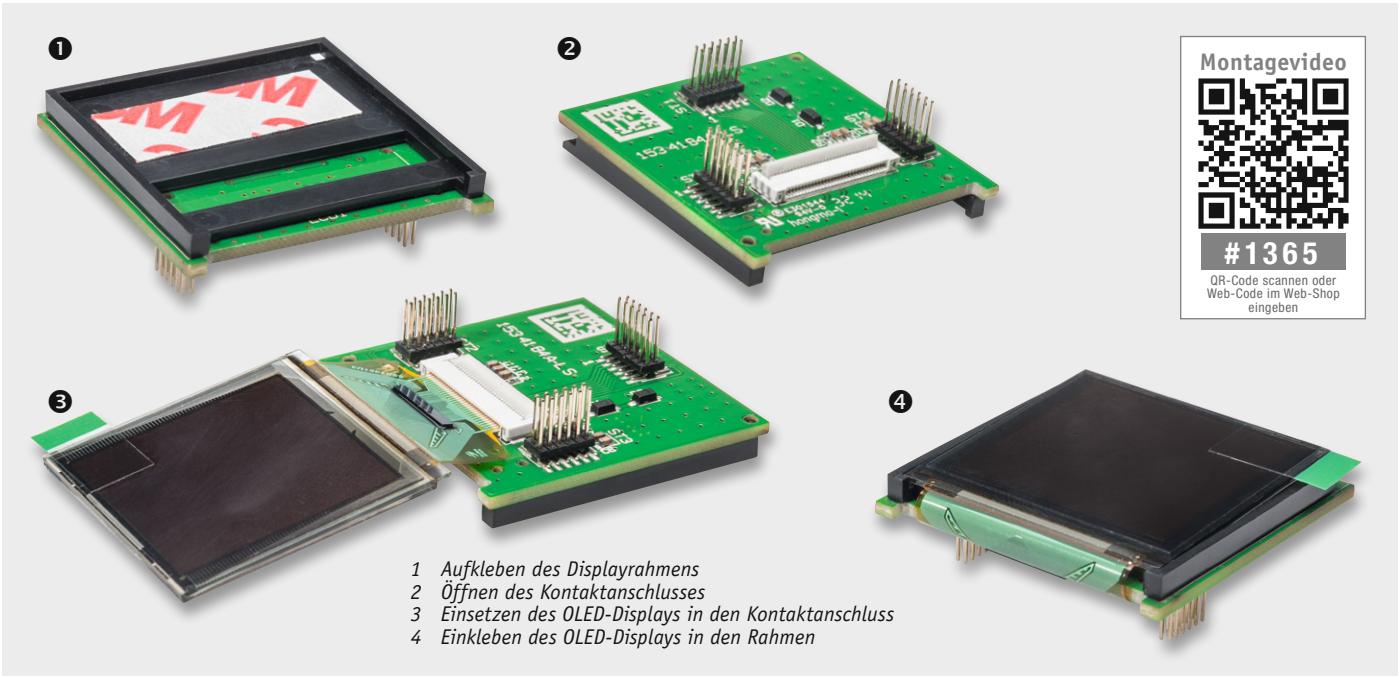

Bild 9: Die einzelnen Montageschritte der Montage des OLED-Displaymoduls, rechts das fertig montierte Modul

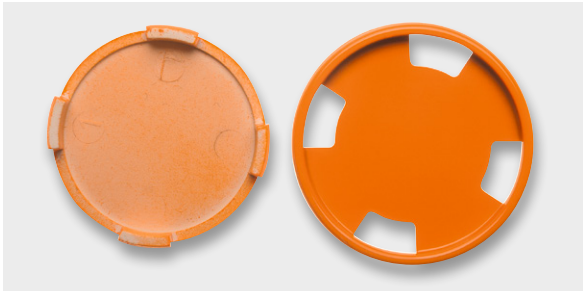

Bild 10: Der Drehknopf des Drehimpulsgebers besteht aus zwei Teilen, die zunächst zusammenzustecken sind.

vorbestückt und auf dem beiliegenden Displayrahmen sind bereits zwei Klebestreifen angebracht. Der Rahmen besitzt einige Rastnasen, die in die entsprechenden Öffnungen der Displayplatine passen, um Montagefehler zu verhindern. Dies sollte vor dem Entfernen des Schutzfilms vorab getestet werden, da ein nachträgliches Entfernen eines bereits klebenden Displayrahmens sehr schwierig ist, gar zur Zerstörung von Bauteilen führen kann.

Damit der Displayrahmen auf die Displayplatine montiert werden kann, muss zunächst der Schutzfilm vom Klebestreifen auf der Unterseite entfernt und der Rahmen anschließend unter Zuhilfenahme der Rastnasen auf die Oberseite des Moduls gedrückt werden.

Dem folgt das Befestigen des eigentlichen OLED-Displays mit dem Rahmen. Dazu wird der Kontaktanschluss auf der Unterseite des Moduls geöffnet, indem man den kleinen Hebel umgelegt und der damit senkrecht zur Platine steht. Nun kann die Kontaktfolie des Displays in den Anschluss gesteckt und der Hebel wieder heruntergedrückt werden. Bei diesem Schritt ist unbedingt darauf zu achten, dass das Display nicht falsch herum eingesteckt wird. Anhand Bild 9 kann man die korrekte Montage kontrollieren. Zuletzt wird nun der Schutzfilm des zweiten Klebestreifens entfernt und der Glaskörper des OLEDs vorsichtig, wenn auch mit leichten Druck, in den Rahmen geklebt.

Nachdem die Displayplatine fertig aufgebaut ist, kann diese auf die Basisplatine aufgesteckt werden. Hierbei ist sorgfältig darauf zu achten, dass alle Stiftleisten genau in den Buchsen stecken und nicht etwa versetzt eingesteckt sind. Dies kann Fehlfunktionen und eine Zerstörung von Bauteilen zur Folge haben. Abschließend wird die Displayfolie vom Display abgezogen.

Nachdem die zweiteilige Kappe des Drehimpulsgebers (Bild 10) zusammengesteckt ist, wird diese auf den Drehimpulsgeber aufgesetzt,

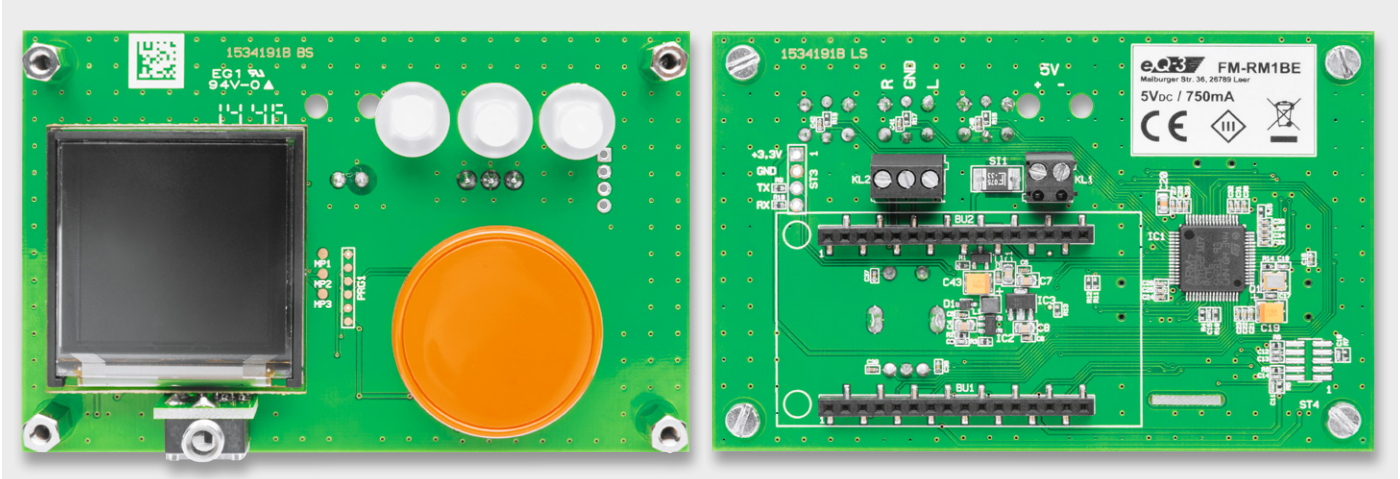

Bild 11: Das komplett mit OLED-Modul, Tasterkappen und Bedienknopf bestückte Basismodul mit den verschraubten Abstandhaltern

Bild 12: Das Bedien- und Anzeigemodul mit komplett montierter Frontplatte

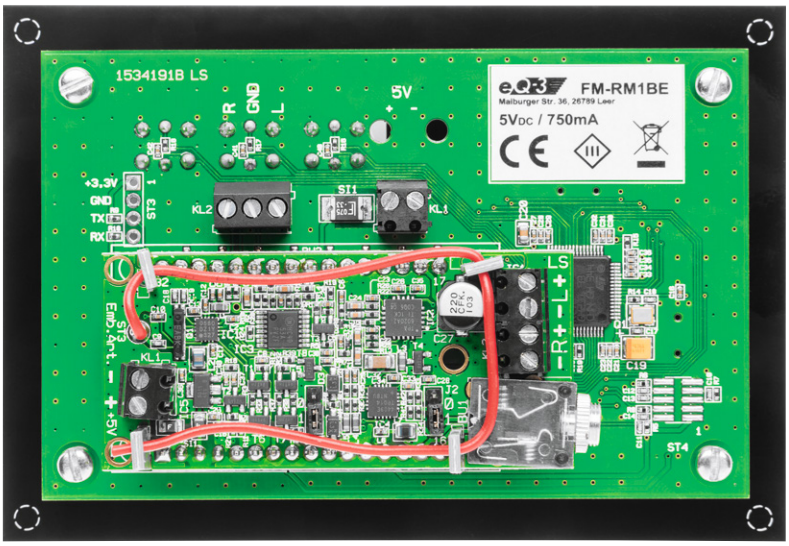

Bild 13: So wird das Radiomodul in der richtigen Einbaulage eingesetzt.

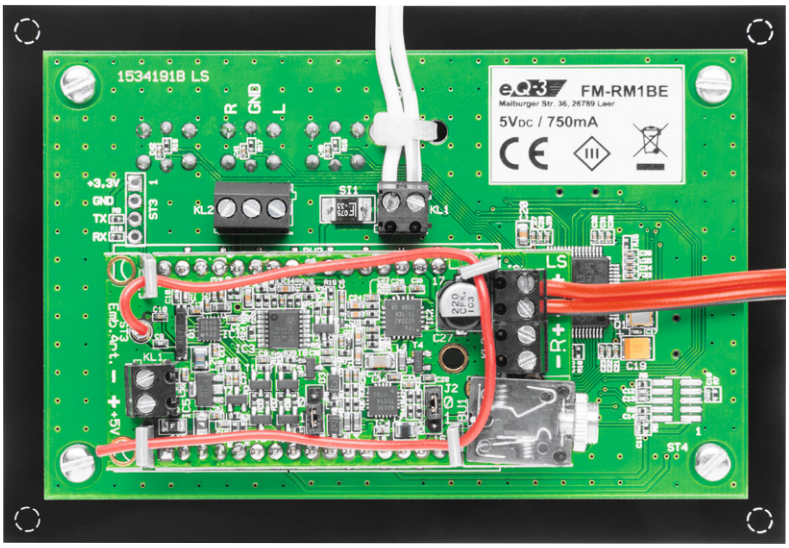

Bild 14: Der Anschluss der Stromversorgung und der Lautsprecherleitung

Wichtiger Hinweis:

Für ausreichenden ESD-Schutz und weil sich die Verstärkerplatine erwärmen kann, muss die Platine berührungssicher in ein geeignetes Gehäuse eingebaut werden.

gefolgt von den Tasterkappen auf den drei Drucktasten. Schließlich werden vier Abstandhalter mit Schlitzschrauben auf der Basisplatine befestigt.

Bild 11 zeigt die bis hier bestückte und vorbereitete Basisplatine.

Bevor wir nun die Frontplatte aufsetzen, muss noch die Rändelschraube von der frontseitigen Kopfhörerbuchse entfernt werden. Dann erfolgt das Aufsetzen der Frontplatte auf die Abstandhalter und das Verschrauben der Frontplatte mithilfe der mitgelieferten schwarzen Schrauben und des beiliegenden Werkzeugs. Nach dem Verschrauben der Rändelschraube auf der Kopfhörerbuchse ist auch dieser Montageschritt beendet, Bild 12 zeigt das Ergebnis.

Den Abschluss der Montage bildet das seitenrichtige Einsetzen des Radiomoduls auf der Rückseite der Basisplatine, wie in Bild 13 gezeigt. Hier sieht man auch die Lage des aufzuklebenden Typenschildaufklebers.

Nach polrichtigem Anschluss der Spannungsversorgung und Sicherung der Leitung mit einem Kabelbinder (Bild 14) werden noch Lautsprecher und ggf. externe Audioquelle angeschlossen und das Radio ist betriebsbereit. Bild 15 zeigt es bereits in Aktion mit einem angeschlossenen Lautsprecher.

Das so aufgebaute Radio lässt sich nun leicht in eigene Gehäuse einbauen. Dazu kann man die Frontplatte entweder in ein Gehäuse einkleben oder über die auf der Rückseite der Frontplatte bereits markierten und zu bohrenden Schraublöcher einschrauben. Bild 16 zeigt ein Einbaubeispiel in ein kleines Gehäuse, das mit Lautsprecher, Stabantenne und einem seitlichen Schiebeschalter zum Ein- und Ausschalten bestückt wurde. ELV

Bild 15: Das betriebsfertige Radio, hier ergänzt durch einen kleinen Lautsprecher

Bild 16: Einbaubeispiel in ein eigenes Gehäuse mit Stabantenne, Lautsprecher und Hauptschalter