



MP3-Türklingel MTK2

Infos zum Bausatz

im ELV-Web-Shop

#1393

Schluss mit dem immer gleich klingenden „Ding-Dong“ der Türklingel. Mit der MP3-Türklingel MTK2 lassen sich über eine microSD-Karte bis zu 20 verschiedene MP3-Töne ausgeben, zusätzlich erfolgt eine optische Signalisierung über eine RGB-LED. Die Konfiguration erfolgt in einem mit Sprachausgaben unterstützten Menü. Die Türklingel ist so konfigurierbar, dass sie sowohl an Öffner- als auch Schließerkontakte bzw. an Klingelschaltungen mit 2- oder 3-Draht-Technik angeschlossen werden kann.

Was Eigenes ...

Wer sich bei dieser Überschrift an einen Lorient-Sketch und das Jodeldiplom erinnert fühlt – genau das ist gemeint. Türgongs sind spätestens seit dem Aufkommen von Mikroprozessoren ein immer wiederkehren-

des und beliebtes Objekt für den Hobbyelektroniker – nur eben immer wieder im zeitgemäßen Gewand und immer individueller in der Soundauswahl.

Die hier vorgestellte MP3-Türklingel ist so ein Objekt. Der Sound kommt hier von einer microSD-Karte, die mit bis zu 20 Tönen oder Melodien nach Wahl „bespielt“ wird, ein Hardware-MP3-Decoder sorgt für das Decodieren der Soundfiles. Dabei kann die Wiedergabe auf einen festen Klingelton, zufällige Wiedergabe oder eine Reihenfolge eingestellt werden. Zusätzlich ist in der Firmware des Geräts ein ebenfalls anwählbarer Standard-Klingelsound hinterlegt, der auch automatisch abgespielt wird, wenn sich keine Speicherkarte im Kartenslot befindet bzw. diese eine Funktionsstörung hat. Eine große 10-mm-RGB-LED sorgt zusätzlich für eine optische Signalisierung.

Die MP3-Türklingel ist in einem neu entwickelten, schicken Designgehäuse untergebracht, welches eine einfache Montage und Entnahme aus dem Wandhalter ermöglicht. Zu dem neuen Gehäuse gesellen sich ein hochwertiger Lautsprecher und ein leistungsfähiger Class-D-Verstärker – Resultat sind ein voller und

Geräte-Kurzbezeichnung:	MTK2
Versorgungsspannung:	2x 1,5 V LR14/Baby/C
Stromaufnahme:	1,25 A max.
Ruhestromaufnahme:	0,05 mA max.
Max. Ausgangsleistung:	1,2 W bei 8 Ω
Anschlüsse:	2-pol. Schraubklemme für Leitungsquerschnitte bis 1,5 mm ²
Auslösespannung:	5–12 V _{AC/DC}
Unterstützte MP3-Bitraten:	32–256 kbits/s
Batterielebensdauer:	2 Jahre (typ.)
Schutzart:	IP20
Umgebungstemperatur:	5 bis 35 °C
Abmessungen (B x H x T):	60 x 130 x 77 mm
Gewicht:	180 g (inkl. Batterien)



Bild 1: Das Lautstärke-Einstellpotentiometer ist ebenso unterhalb des Batteriefachs zu finden wie der Config-Taster für die Konfiguration und der micro-SD-Kartenschacht.

kräftiger Sound, dessen Lautstärke einstellbar ist. Die Konfiguration und die Soundfile-Auswahl erfolgen über nur eine Konfigurationstaste in einem mit Sprachausgaben unterstützten Menü.

Über einen Schiebeschalter im Batteriefach kann die Türklingel so eingestellt werden, dass sie entweder ein Klingelsignal oder einen externen Taster auswertet. Im Menü lässt sich dann zusätzlich konfigurieren, ob bei externem Taster ein Öffner- oder Schließerkontakt verwendet wird und, was das Klingelsignal betrifft, ob die Klingelschaltung in 2- oder 3-Draht-Technik ausgeführt ist.

Neben dem Einsatz als Türgong ist das Gerät auch z. B. als Durchgangsmelder, ausgelöst von einem Bewegungsmelder, einer Lichtschranke o. Ä., einsetzbar oder aber auch für das Auslösen von Ansagen oder Kommentaren, z. B. in Ausstellungen.

Bedienung/Konfiguration

Die Bedienung bzw. Konfiguration erfolgt allein mit der Config-Taste TA1 unter Zuhilfenahme der RGB-LED. Sowohl die Config-Taste als auch das Potentiometer zur Lautstärkeeinstellung sowie der microSD-Kartenschacht befinden sich unterhalb des Batteriefachs auf der Geräterückseite (Bild 1). Man erreicht sie, indem das Gerät vom Wandhalter abgenommen wird.

Will man die Option der Auswahl aus MP3-Files von einer microSD-Karte nutzen, sind die gewünschten MP3-Files (CBR, VBR, ABR; Bitraten 32–256 Kbit/s) auf einer im FAT32-Dateisystem formatierten microSD-/microSDHC-Speicherkarte (max. 8 GB) unter folgenden Konditionen abzuspeichern:

- Das Speichern muss im Root-Verzeichnis der Speicherkarte erfolgen, also die Files nicht in einem Ordner ablegen!
- Speichern Sie die Dateien unter Einhaltung des folgenden Dateinamen-Schemas ab: 0xxDateiname, also z. B. 001Song1 oder 020Dong
- Werden dem Dateinamen keine Ziffern vorangestellt, wird die Datei übersprungen. Die Auswahl erfolgt später aufsteigend anhand der Ziffernfolge vor dem Dateinamen.
- Die File-Länge ist unbegrenzt, lediglich der Speicherplatz auf der Speicherkarte setzt hier Grenzen.
- Die Files sind als Mono- oder Stereofiles speicherbar.
- Im ID3-Tag der Soundfiles dürfen keine Bilder wie

Cover usw. enthalten sein. Diese lassen sich mit geeigneten Programmen wie z. B. Audacity [1] entfernen.

- Die Soundfiles sollten keine extremen Dynamikschwankungen bzw. Pegelspitzen enthalten, die ein Übersteuern des Verstärkers und damit eventuelle Verzerrungen oder gar Aussetzer auslösen. Wir raten dazu, die Soundfiles mittels eines geeigneten Programms wie Audacity oder MP3Gain [2] normalisieren zu lassen.

Soundfile auswählen

Zunächst ist die wie eben beschrieben vorbereitete Speicherkarte bis zum Einrasten in den Speicherkartenslot einzusetzen (siehe Bild 1).

Ein wiederholter kurzer Tastendruck der Config-Taste aus dem normalen Betriebszustand heraus führt jeweils zum Start des nächsten Soundfiles auf der Speicherkarte. Der Schritt zum nächsten Soundfile muss innerhalb der nächsten 5 s oder aber während der Wiedergabe eines Soundfiles durch erneuten kurzen Tastendruck erfolgen.

Dabei ist zu beachten, dass es zwischen Tastendruck und Beginn des Abspielens eine kurze Verzögerung gibt, da zunächst die Stromversorgung und der Verstärker definiert gestartet werden müssen (siehe Kapitel „Schaltung“).

Ist das gewünschte Soundfile ausgewählt, ist dies durch einen langen Tastendruck zu speichern.

Das Konfigurationsmenü

Im Konfigurationsmenü stehen die Einstellmöglichkeiten zur Verfügung für:

- Auswahl der LED-Signalfarbe (Rot/Grün/Blau)
- Auswahl des Playmodes
- Auswahl des Logic Levels für die Ansteuerung

Dabei führt ein langer Tastendruck zunächst ins Hauptmenü, dies wird durch grünes Blinken der LED angezeigt. Die Untermenüs werden durch die jeweilige Blinkfolge angezeigt:

- 1x blinken = LED-Farbe
- 2x blinken = Playmode
- 3x blinken = Logic Level

Die Auswahl der Untermenüs erfolgt wieder durch jeweils einen langen Tastendruck.

In den Untermenüs führt jeweils kurzes Drücken der Config-Taste durch die Auswahl der hier erreichbaren Menüpunkte:

LED-Farbe

Die jeweils eingestellte Farbe wird direkt angezeigt.

Playmode

- 1x blinken = fest: Abspielen des zuvor eingestellten Soundfiles bei jedem Klingeln
- 2x blinken = Reihe: Abspielen bei jedem neuen Klingeln der Reihe nach 001 bis 020
- 3x blinken = Zufall: Abspielen bei jedem neuen Klingeln mit Zufallsfile zwischen 001 und 020

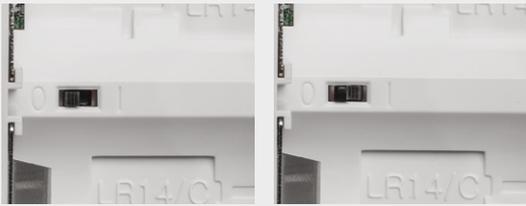


Bild 3: Der bei eingelegten Batterien verdeckte Schiebeschalter ist entsprechend der Ansteuerung einzustellen: Stellung 0 = Klingelsignal, Stellung 1 = externer Taster

- 4x blinken = intern: Abspielen des internen Soundfiles bei jedem Klingeln

Logic Level (Ansteuerung von KL1)

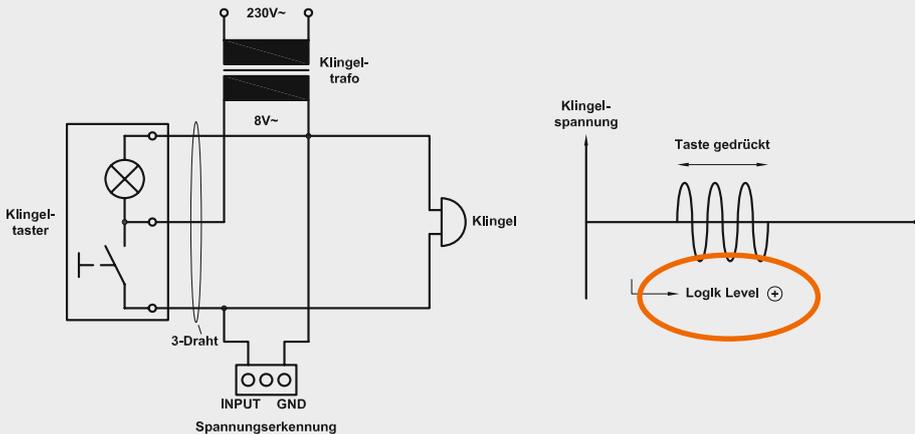
- 1x blinken = Schließkontakt bzw. 3-Draht-Klingel, siehe Bild 2
- 2x blinken = Öffnerkontakt bzw. 2-Draht-Klingel, siehe Bild 2

Für die Unterscheidung zwischen der gewünschten Auswertung eines Klingelsignals und einem externen Taster, der das Gerät direkt ansteuert, ist der in Bild 3 dargestellte Schiebeschalter im Batteriefach entsprechend einzustellen:

- Stellung 0 = Klingelsignal
- Stellung 1 = externer Taster

Sind die Einstellungen abgeschlossen, führt ein langer Tastendruck zum Abspeichern der Auswahl. Dabei blinkt die LED 2x blau und es ertönt ein Quittierungssound. Wird die Config-Taste 30 s nicht gedrückt, führt dies zu einem Time-out (Abbruch), und das Menü wird ohne Abspeichern einer Einstellung verlassen. Dabei blinkt die LED 1x blau. Ist keine Speicherkarte eingelegt oder kein Soundfile auf der Karte bzw. nicht entsprechend den genannten Konventionen abgelegt, erfolgt immer automatisch die Aus-

3-Draht / Klingel mit Batteriebetrieb



2-Draht

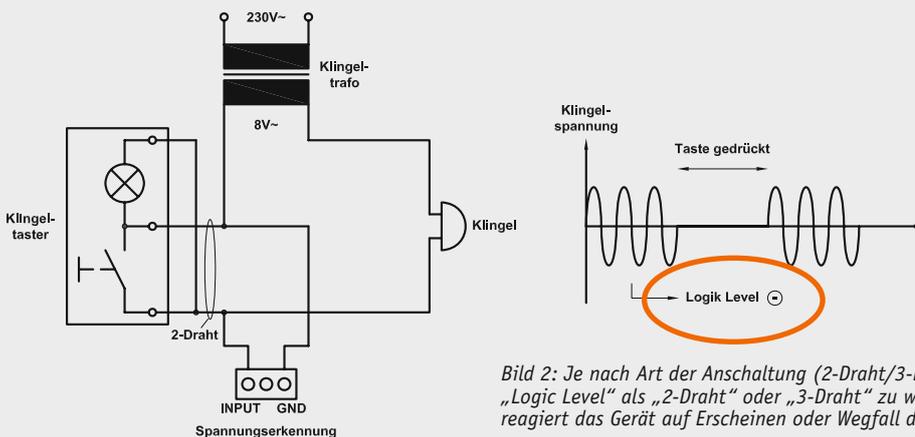


Bild 2: Je nach Art der Anschaltung (2-Draht/3-Draht) ist der Mode „Logic Level“ als „2-Draht“ oder „3-Draht“ zu wählen. Je nach Auswahl reagiert das Gerät auf Erscheinen oder Wegfall der Signalspannung.



wahl des internen Sounds. Bei leeren Batterien wird zunächst statt eines Soundfiles eine optische und akustische Batteriewarnung ausgegeben. Fällt die Batteriespannung noch weiter ab, wird nur noch die LED-Blinksequenz dauerhaft wiederholt, bis das Gerät komplett die Funktion einstellt.

- Blinken 1x lang, 1x kurz: SD-Karte nicht gefunden
 - Blinken 1x lang, 2x kurz: Dateisystem fehlerhaft
 - Blinken 1x lang, 3x kurz: Datei nicht gefunden/ fehlerhaft
 - Blinken 5x kurz: Batterie fast leer bzw. leer
- Diese Sequenzen werden 3x wiederholt und lassen sich mittels Tastendruck der Config-Taste abbrechen.

Fehleranzeige

Beim Auftreten von Fehlern wird dies durch das rote Blinken der LED mit den folgend aufgeführten Sequenzen angezeigt:

Das Gerät ist über die microSD-Karte updatefähig. Um ein Update zu starten, ist beim Einlegen der Batterien die Config-Taste gedrückt zu halten. Die rote LED leuchtet dann dauerhaft auf bzw. blinkt, wäh-

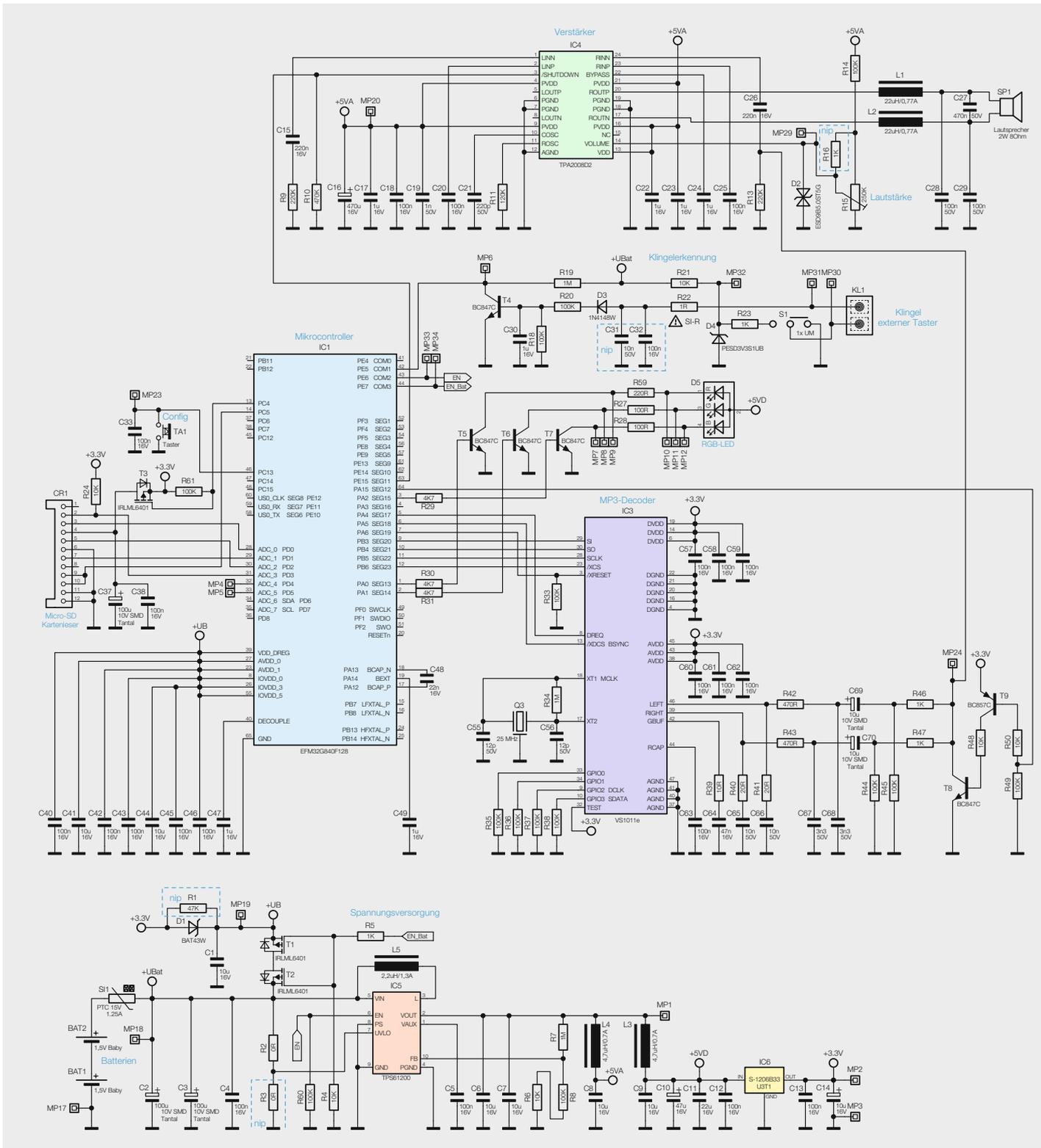


Bild 4: Das Schaltbild der MP3-Türklingel MTK2

rend ein Update durchgeführt wird. Nach erfolgreichem Update startet das Gerät von alleine neu.

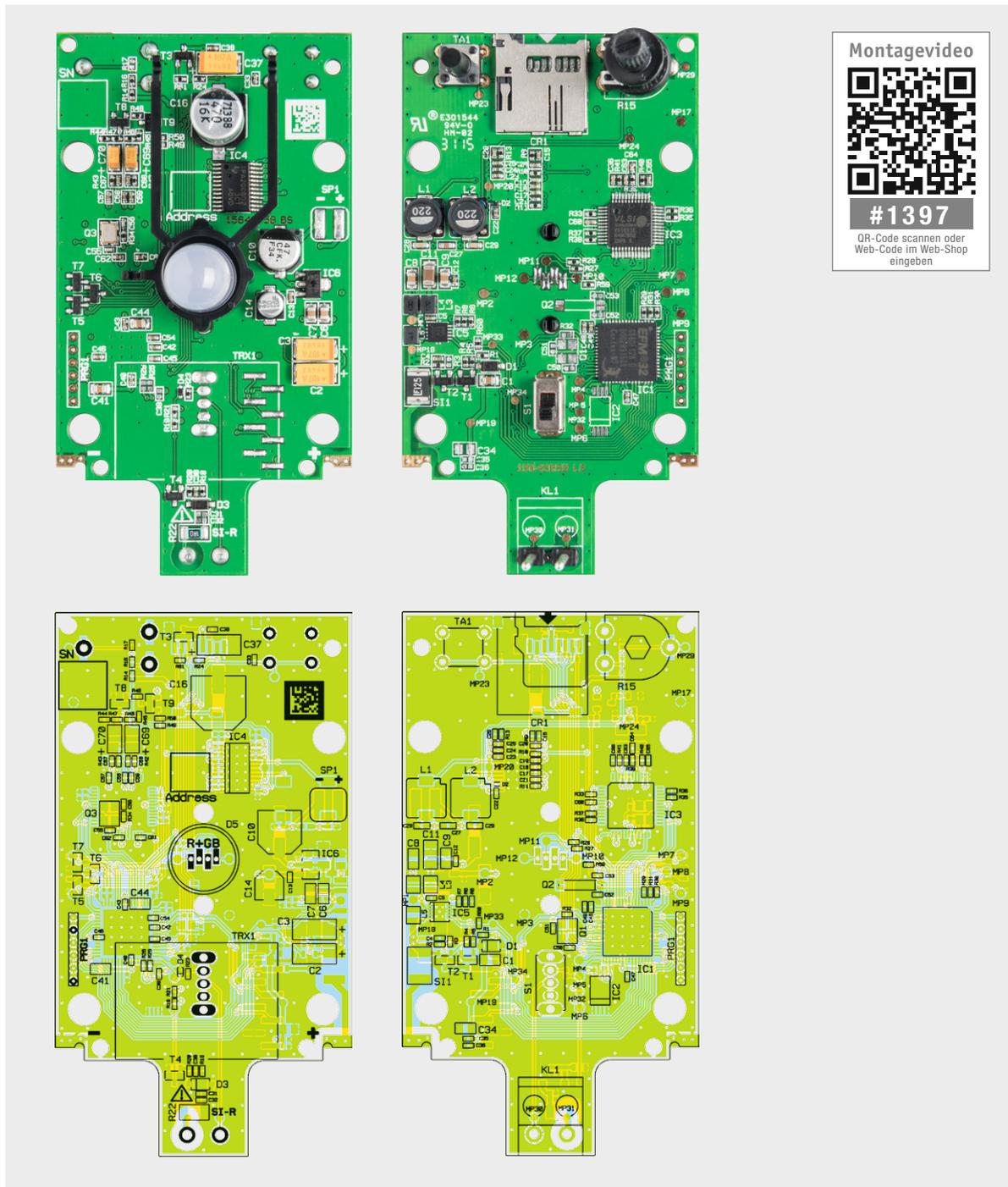
Schaltung

Bild 4 zeigt die Gesamtschaltung des MP3-Türgongs und die deutliche Aufteilung in die Funktionsgruppen „Stromversorgung“, „Steuerung mit MP3-Decoder“ und „Audioverstärker“.

Beginnen wir mit der Stromversorgung. Das Gerät wird mit zwei Batterien BAT1 und BAT2 mit 3 V versorgt. Der PTC SI1 fungiert als Kurzschluss-Schutz, er begrenzt den Strom im Fehlerfall. IC5 erzeugt mit seiner Peripherie als Step-up-Regler die 5-V-Betriebsspannung, die vom Verstärkerteil und der RGB-LED benötigt werden. L3, L4 sowie C8 und C9 dienen als Tiefpassfilter für die Betriebsspannung. Für die

Schaltungsteile, die mit 3,3 V arbeiten (Mikrocontroller, MP3-Decoder und SD-Karte), erzeugt der Li-nearregler IC6 diese Spannung.

T1 und T2 dienen zusammen mit R4, R5 sowie D1 und C1 zur Umschaltung der Stromversorgung des Mikrocontrollers zwischen direkter Batterieversorgung und Versorgung über den Schaltregler. Der Mikrocontroller IC1 liegt im Ruhezustand der Schaltung wie auch die Klingelsignalerkennung direkt über T1 und T2 an der Batteriespannung von 3 V. Trifft ein Klingelsignal ein, aktiviert der Mikrocontroller über das Ausgangssignal „EN“ den Step-up-Regler, und nach Erscheinen der 3,3 V an D1 trennen T1 und T2 auf das „EN_Bat“-Signal hin die Verbindung zur Batterie und der Controller wird ebenfalls mit 3,3 V versorgt. Nach Abschluss der Wiedergabe erfolgt wieder ein Zurück-



schalten in den Bereitschaftsmodus und alle anderen Baugruppen werden stromsparend deaktiviert.

Das Klingelsignal bzw. ein externer Taster als Auslöser werden an KL1 angeschlossen. Über S1 erfolgt die Auswahl zwischen diesen beiden Optionen. Je nach Einstellung im Menü wird so ein externer Taster gegen GND oder gegen +UBat ausgewertet, wobei D4 hier als Begrenzer gegen Spannungsspitzen dient. Ein Klingelsignal gelangt über den Sicherungswiderstand R22 auf den Gleichrichter D3. Die so erzeugte Gleichspannung schaltet dann die Transistorstufe mit T4, der hier auftretende Low-Impuls signalisiert dem Mikrocontroller IC1 ein eingetroffenes Klingelsignal.

Dieser steuert über die Ports PA0 bis PA2 die LED-Treiber T5 bis T7 an, die ihrerseits über R27, R28 und R59 die RGB-LEDs in D5 schalten. Links im Bild ist als weitere Peripherie des steuernden Mikrocontrollers IC1 der microSD-Kartenleser CR1 zu sehen, er wird ebenfalls erst bei Eintreffen des Klingelsignals über den P-Kanal-FET T3 aktiviert, die Datenkommunikation erfolgt hier über SPI. C37 und C38 dienen zur Pufferung der Betriebsspannung für die Speicherkarte.

Der zentrale Mikrocontroller IC1 wertet auch die Bedieneingaben über den Config-Taster TA1 aus. IC1 wird hier übrigens intern getaktet, was einen stromsparenden Betrieb insbesondere im Bereitschaftsmodus ergibt.

Ein weiteres zentrales Bauelement der Schaltung ist der sehr komplexe MP3-Decoder IC3. Er erhält vom Mikrocontroller IC1 den von der Speicherkarte kommenden Bitstream über seine serielle Schnittstelle. Die digitalen Daten des Bitstreams werden decodiert, und eine digitale Lautstärkeanpassung sowie eine hochqualitative DA-Wandlung werden vorgenommen. Q3 sorgt mit C55, C56 und R34 für eine stabile externe Taktversorgung.

Die Audio-Analogsignale werden schließlich auf einen internen Kopfhörerverstärker gegeben, dieser gibt sie an den Pins 39 und 46 aus. Über R42 bis R47 sowie C67 bis C70 erfolgt eine Pegelanpassung, Filterung und die Zusammenführung der Stereosignale zu einem Monosignal, das zum Audioverstärker weitergeführt wird. Zur Unterdrückung von Störgeräuschen schaltet der Mikrocontroller über T9 und T8 das Audiosignal stumm (gegen GND), solange kein Audiofile abgespielt wird.

Kommen wir abschließend zum Audioverstärker IC4. Dies ist ein leistungsfähiger und ultrakompak-

ter Class-D-Verstärker, der das über C26 ankommende Audiosignal mit einer Maximalleistung von 1,2 W an 8Ω ausgibt. Über das Potentiometer R15 erfolgt die gleichspannungsgesteuerte Lautstärkeeinstellung, D2 begrenzt dabei die Steuerspannung.

Über den Shutdown-Pin des Verstärker-Chips fährt der Mikrocontroller IC1 den Chip nach dem Abspielen eines Soundfiles definiert herunter, bevor die Abschaltung der 5-V-Betriebsspannung erfolgt.

Die Filterkombination aus L1, L2 sowie C27 bis C29 filtert hochfrequente Signalanteile aus dem Ausgangssignal, das schließlich auf den ausreichend dimensionierten 2-W-Lautsprecher SP1 gelangt.

So weit zur Schaltungsbeschreibung, wenden wir uns nun dem Aufbau des MP3-Türgongs zu.

Nachbau

Wie üblich ist die Platine des MP3-Türgongs bereits ab Werk nahezu komplett bestückt, sodass sich der weitere Aufbau auf die Bestückung weniger weiterer Bauteile sowie den mechanischen Aufbau beschränkt. Bevor dies jedoch erfolgt, ist die Platine anhand der Platinenfotos (Bild 5), der Bestückungspläne, Bestückungsaufdrucke sowie der Stückliste auf exakte Bestückung und eventuelle Lötfehler zu kontrollieren.

Danach beginnt der Aufbau mit dem Bestücken und Verlöten des Potentiometers inklusive Aufstecken der Steckachse, des Schiebeschalters, der LED mit dem zugehörigen LED-Halter sowie der Stiftkontakte für die Klemme KL1. Die Einbaulage dieser Bauteile ist der Bilderfolge in Bild 6 zu entnehmen.

Eine Besonderheit bildet die RGB-LED D5. Hier ist die genaue, polrichtige Einbaulage ebenso zu beachten wie das exakte Auf- und Einsetzen des LED-Halters. Bild 7 dokumentiert die Anschlussbelegung der LED sowie das Einsetzen des Halters. Die Anschlüsse der LED haben verschiedene Längen, der längste Anschluss ist die Anode (+).

Damit ist die Platine komplett bestückt, und es folgt die Montage der Batteriekontakte. Diese werden, wie in Bild 8 zu sehen, in das Batteriefach eingesetzt, ein Verwechseln ist hier nicht möglich. Danach ist die Platine von hinten auf das Batteriefach aufzulegen (Bild 9) und mit den hier anliegenden Batteriekontakten zu verlöten.

Dem folgt das Abisolieren (jeweils 5 mm) des Lautsprecherkabels an beiden Enden, die verzinnten Enden sind zunächst auf den Löt pads der Platine

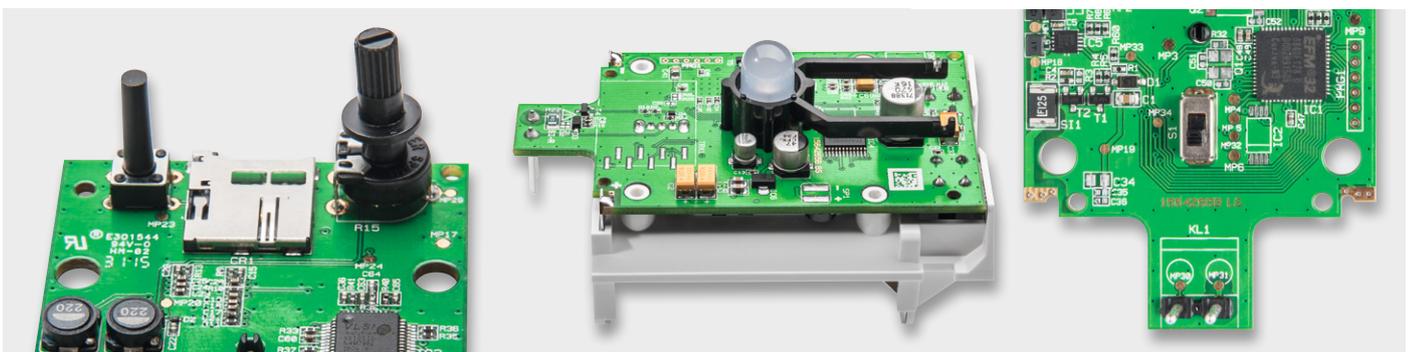


Bild 6: Die noch zu bestückenden Bauteile: Config-Taster TA1, Lautstärke-Potentiometer R15 mit Steckachse, RGB-LED D5 mit Halterung, Schiebeschalter S1 und die Stiftleiste für das Aufstecken von KL1



Bild 7: So erfolgen die Bestimmung der Anschlüsse der LED – der längste Anschluss ist die Anode (+) – sowie das Aufsetzen der Halterung auf die LED und das Einsetzen in die Platine (in die Haltelöcher einsetzen).

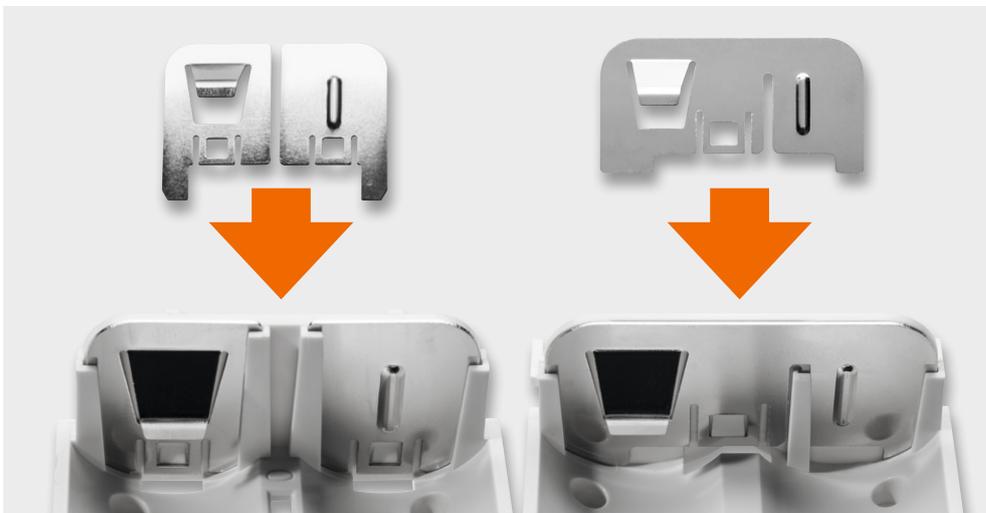


Bild 8: So werden die Batteriekontakte in das Batteriefach eingesetzt.

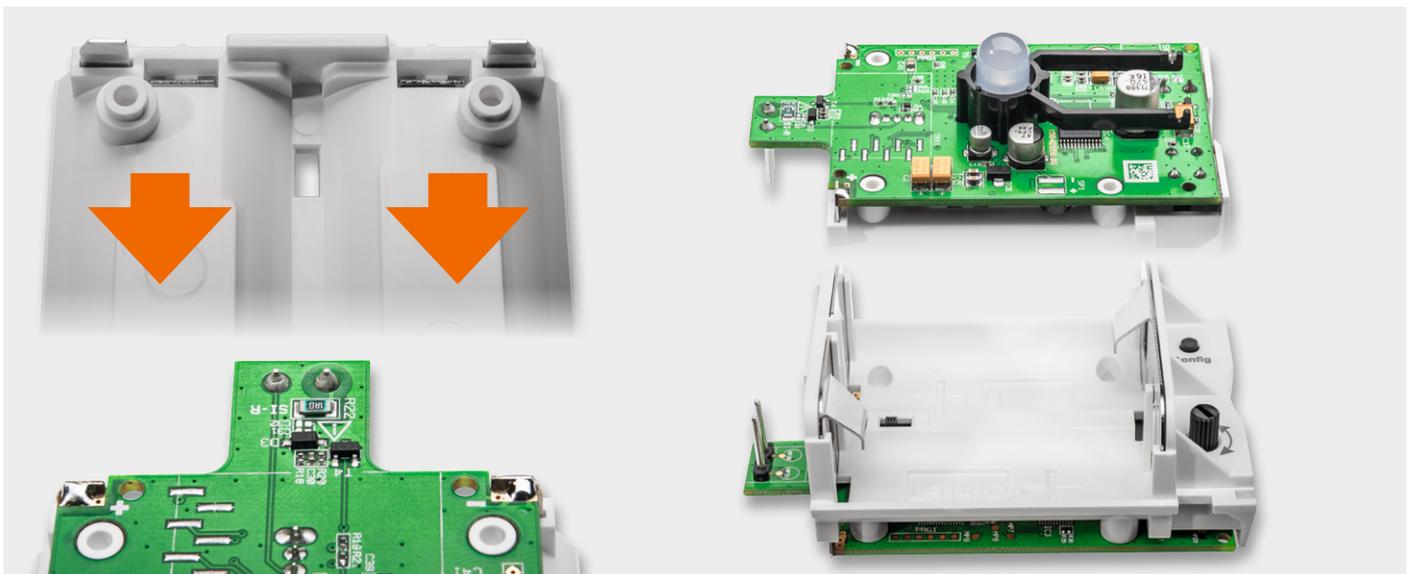


Bild 9: Nach dem Aufsetzen der Platine auf das Batteriefach sind die Batteriekontakte an die zugehörigen Löt pads der Platine anzulöten. Rechts ist die exakte Lage der Platine auf dem Batteriefach zu sehen.

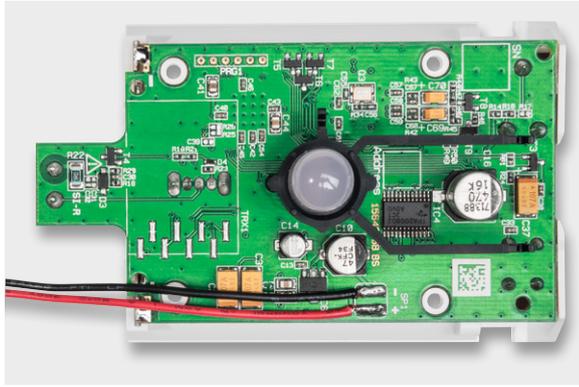


Bild 10: Die abisolierten Leitungsenden des Lautsprecherkabels sind wie hier gezeigt auf der Platine zu verlöten ...

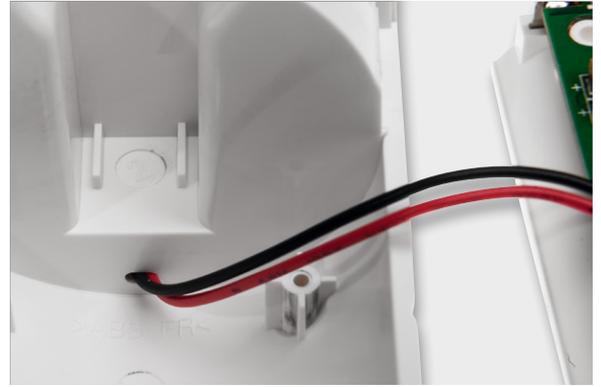


Bild 11: ... danach führt man das andere Kabelende durch das Gehäuseloch des Gerätegehäuses.



Bild 12: Die mit dem Gehäuse verschraubte Platine inklusive Batteriehalter



Bild 13: Die benötigten Teile des Lautsprechereinsatzes und deren Montager Reihenfolge



Bild 14: Die Rastnasen des Deckels werden von außen angedrückt.

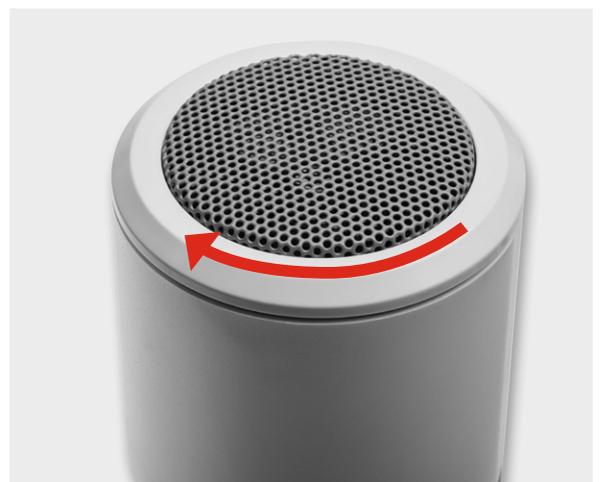


Bild 15: Die in das Gehäuse eingesetzte Deckleinheit wird bis zum Verrasten festgedreht.

(Bild 10) zu verlöten und dann durch das Gehäuseloch des Gerätegehäuses (Bild 11) zu führen. Dann wird die Platine zusammen mit dem Batteriehalter, wie in Bild 12 gezeigt, mit dem Gehäuse verschraubt. Links sieht man hier gut das herausgeführte Lautsprecherkabel.

Bevor die Anschlüsse des Lautsprechers angelötet werden können, sind in der in Bild 13 zu sehenden Reihenfolge das Schutzgitter, die Dichtung und der Lautsprecher in den Deckel einzulegen. Nach dem polrichtigen Anlöten des Lautsprecherkabels sind die drei Rastnasen des Deckels von außen anzudrücken (Bild 14), um einen festen Sitz des Lautsprechers zu gewährleisten. Danach setzt man die so fertig montierte Deckeleinheit in das Gehäuse ein und dreht sie bis zum Verrasten fest (Bild 15).

Zuletzt ist nun der Wandhalter inklusive der Klemme KL1 zu montieren. Der Wandhalter wird am Einsatzort mit zwei Schrauben (je nach Untergrund über Dübel) befestigt, dabei ist das Klingelleitungs- bzw. Tasterkabel von hinten durch die Gehäuseöffnung zu führen, an die Klemme KL1 anzuschließen und diese dann in den dafür vorgesehenen Halter einzurasten (Bild 16). Überschüssiges Kabel lässt sich im eingearbeiteten Fach des Wandhalters unterbringen (Bild 17). Bild 18 zeigt das so weit komplett montierte Gerät. Die Türklingel kann entweder so montiert werden, dass der Lautsprecher später nach unten oder oben zeigt (Bild 19 zeigt beide Montagearten).

Inbetriebnahme und Installation

Nun ist alles für die Inbetriebnahme vorbereitet. Es sind zwei Batterien des Typs Baby/C/LR14 polrichtig in das Batteriefach einzulegen, danach erfolgt die Konfiguration wie im Kapitel „Bedienung“ beschrieben. Ist diese abgeschlossen, setzt man das Gerät in den Wandhalter ein, dabei erfolgt automatisch auch das Aufsetzen von KL1 auf die zugehörige Stiftleiste und somit der Anschluss an die Klingelanlage.

Damit sind Aufbau, Montage und Installation abgeschlossen und der neue MP3-Türgong kann seinen Betrieb aufnehmen. 



Bild 17: Überschüssiges Kabel lässt sich im Fach des Wandhalters unterbringen.



Bild 16: So erfolgt das Einsetzen und Verdrachten der Anschlussklemme KL1 im Wandhalter.



Bild 18: Das fertig montierte Gerät.



Weitere Infos:

- [1] Audacity: <http://audacityteam.org>
 [2] MP3Gain: <http://mp3gain.sourceforge.net>



Bild 19: Der Wandhalter ist so montierbar, dass der Lautsprecher nach unten oder oben weist.

Widerstände:

0 Ω/SMD/0402	R2
Sicherungswiderstand 1 Ω/SMD/1206	R22
10 Ω/SMD/0402	R39
20 Ω/SMD/0402	R40, R41
100 Ω/SMD/0402	R27, R28
220 Ω/SMD/0402	R59
470 Ω/SMD/0402	R42, R43
1 kΩ/SMD/0402	R5, R23, R46, R47
4,7 kΩ/SMD/0402	R29–R31
10 kΩ/SMD/0402	R4, R6, R21, R24, R48, R50
100 kΩ/SMD/0402	R8, R14, R18, R20, R33, R35–R38, R44, R45, R49, R60, R61
120 kΩ/SMD/0402	R11
220 kΩ/SMD/0402	R9, R13
470 kΩ/SMD/0402	R10
1 MΩ/SMD/0402	R7, R19, R34
PT10 für Sechskantachse/liegend/250 kΩ	R15

Kondensatoren:

12 pF/50 V/SMD/0402	C55, C56
220 pF/50 V/SMD/0402	C21
1 nF/50 V/SMD/0402	C19
3,3 nF/50 V/SMD/0402	C67, C68
10 nF/50 V/SMD/0402	C65, C66
22 nF/16 V/SMD/0402	C48
47 nF/16 V/SMD/0402	C64
100 nF/16 V/SMD/0402	C4, C5, C12, C13, C18, C20, C25, C33, C38, C40, C42, C43, C45, C46, C54, C57–C63
100 nF/50 V/SMD/0603	C28, C29
220 nF/16 V/SMD/0402	C15, C26
470 nF/50 V/SMD/0603	C27
1 µF/16 V/SMD/0402	C17, C22–C24, C30, C47, C49
10 µF/10 V	C69, C70
10 µF/16 V	C14
10 µF/16 V/SMD/0805	C1, C6–C9, C41, C44
22 µF/16 V/SMD/1206	C11
47 µF/16 V	C10
100 µF/10 V	C2, C3, C37
470 µF/16 V	C16

Halbleiter:

ELV151436/SMD	IC1
VS1011e	IC3
TPA2008D2/SMD	IC4
TPS61200DRC/SMD/TI	IC5
S1206B33U3T1/SOT89-3	IC6
IRLML6401/SMD	T1–T3
BC847/SMD	T4–T8
BC857C/SMD	T9
BAT43W/SMD	D1
1N4148W/SMD	D3
PESD3V3S1UB/SMD	D4
ESD9B5.0ST5G/SMD	D2
RGB-LED	D5

Sonstiges:

Speicherdrossel, SMD, 22 µH/770 mA	L1, L2
Speicherdrossel, SMD, 4,7 µH/0,7 A	L3, L4
Speicherdrossel, SMD, 2,2 µH/1,3 A	L5
Quarz, 25.000 MHz, SMD	Q3
microSD-Kartenhalter	CR1
Mini-Drucktaster, 1x ein, 12,8 mm Tastknopflänge	TA1
Schiebeschalter, 1x um	S1
PTC, 1,25 A/16 V, SMD, 1812	SI1
Stiftleiste, 1x 2-polig, gerade, RM: 5 mm, 11 mm	KL1
Schraubklemmleiste, 2-polig	KL1
Lautsprecher, 8 Ω/2 W, ø 50 mm	SP1
16 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm ² , rot	SP1
16 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm ² , schwarz	SP1
Potisteckachse	R15
Gehäuseröhre	
Wandhalterung	
Batteriehalterung, bedruckt	
Gehäuseunterteil	
Elastischer Ring	
Lautsprecher-Schutzgitter	
LED-Halterung	
4x gewindeformende Schraube, 2,2 x 8 mm, TORX T6	
Batterie-Brückenkontakt	
Batteriekontakt plus	
Batteriekontakt minus	
2x Spanplattenschraube, Halbrundkopf, 3,0 x 30 mm, Kreuzschlitz	
2x Dübel, 5 mm, Fischer S 5	