



# Mobiler Sound – Musikbox MB 100

Teil 2

Im zweiten Teil des Musikbox-Projektes werden die Schaltung und der Nachbau der Ladeschaltung beschrieben. Des Weiteren werden die Themen Endstufe, Akku und Lautsprecher behandelt.

## Die Ladeschaltung

### Funktion

Die Hauptfunktion dieser Schaltung ist die, den Ladevorgang des Akkus zu steuern bzw. zu überwachen. Sie wird von einem externen Netzteil mit einer Spannung zwischen 16 V und 24 V (min. 2 A) gespeist. Sehr gut eignen sich Netzteile für Notebooks, sie sind preiswert, kompakt und leistungsfähig. Der Ladestrom ist auf 2 A begrenzt und schaltet sich bei einer Akkuspannung von 14,2 V ab. Der Ladezustand wird über zwei LEDs (Laden/Fertig) angezeigt.

Der Verbraucher, also die Endstufe und sonstige Komponenten, werden nicht direkt mit dem Akku, sondern mit den Klemmen der Ladeschaltung verbunden. Über ein Relais, welches von dem auf der Frontplatte befindlichen Schalter gesteuert wird, werden die Verbraucher mit Spannung versorgt. Durch das Schalten mit dem Relais steht ein weiteres Feature zur Verfügung – und zwar die automatische Abschaltung bei zu niedriger Akkuspannung. Sinkt die Akkuspannung unterhalb von 10,5 V, fällt das Relais automatisch ab und verhindert eine Tiefentladung des Akkus, der sich dafür mit einer langen Lebensdauer erkenntlich zeigt.

### Schaltung

Das Schaltbild der Ladeschaltung ist in Abbildung 6 dargestellt. An den beiden Flachsteckern KL 5 und KL 6 wird der Akku angeschlossen. Im Fehlerfall, also z. B. einem Kurzschluss, ist der Akku durch die Sicherung SI 2 geschützt. Mit dem Relais REL 1 wird die Akkuspannung auf die zweipolige Klemme KL 3 bzw. das Flachsteckerpaar KL 2/KL 4 geschaltet, an die man den Verbraucher (Endstufe usw.) anschließt. Geschaltet wird das Relais von dem an ST 3 und ST 4 ange-

schlossen Schalter. An KL 1 ist bei Bedarf ein weiterer optionaler Schalter anschließbar. Das Tiefpassfilter, bestehend aus L 2 und C 20, dient der Störunterdrückung.

Im oberen Teil des Schaltbildes ist die „Low-Bat“-Erkennung zu sehen. Der Komparator IC 2 A vergleicht die Akkuspannung, welche mit dem Spannungsteiler R 2/R 7 heruntergeteilt wird, mit der stabilen Referenzspannung der Diode D 11. Die elektronische Z-Diode liefert eine Spannung von 1,25 V, die über R 4 auf den Eingang (Pin 2) von IC 2 gelangt. Solange die Spannung an Pin 3 (Akkuspannung) größer als die Referenzspannung (Pin 2) ist, liegt am Ausgang (Pin 1) High-Pegel, wodurch der Transistor T 3 durchschaltet und das Relais REL 1 anzieht. Der Spannungsteiler R 20/R 7 ist so bemessen, das der Komparator bei einer Akkuspannung <10,5 V den Ausgang auf Low-Pegel legt und somit das Relais und damit auch der Verbraucher abgeschaltet werden. Der Transistor T 2 sorgt für eine Hysterese, indem er die Spannung an Pin 2 durch den Widerstand R 8 und den daraus jetzt wirksamen Spannungsteiler (R 4/R 8) absenkt. Hierdurch schaltet das Relais erst wieder durch, wenn die Akkuspannung über einen Wert von 11,5 V ansteigt. Die Anzeige des „Low-Bat“-Zustands erfolgt mit der von IC 2 B angesteuerten LED D 1.

Im mittleren Teil des Schaltbildes ist die Elektronik für die Ladesteuerung dargestellt. Hierbei handelt es sich um einen Schaltregler (Step-down-Schaltregler), der die Eingangsspannung von BU 2 (16–24 V) auf die Höhe der Akkuspannung herunterregelt.

Hauptbestandteil des Step-down-Wandlers ist IC 1 vom Typ SG3524. Dieser Schaltkreis steuert mit einem Rechtecksignal die beiden Treibertransistoren T 6 und T 7 an, die wiederum den Leistungs-MOSFET T 4 mit der richtigen Gate-Spannung versorgen. IC 1 regelt das Pulsweitenverhältnis

dieses Schaltsignals so weit nach, bis sich ein Ladestrom von 2 A durch den Akku stellt. Den Ist-Wert des momentan fließenden Ladestroms erhält IC 1 über die Spannung am Shunt-Widerstand R 14, wobei der Soll-Wert durch eine interne Spannung von 0,2 V vorgegeben wird.

Bei einer Akkuspannung von 14,2 V (Ladeschlussspannung) ist der Akku voll und es soll kein Strom mehr in den Akku fließen, d. h. die Ausgangsspannung darf nicht mehr ansteigen. Diese Abschaltung übernimmt ein interner Komparator von IC 1, dessen Eingänge an Pin 1 und Pin 2 herausgeführt sind. Der Ist-Wert (momentane Akkuspannung) wird über den

Spannungsteiler R 11/R 13 an Pin 1 und der Soll-Wert (2,5 V) über den Spannungsteiler R 27/R 28 an Pin 2 geführt. Das Widerstandsverhältnis von R 11 zu R 13 bestimmt die Ladeschlussspannung, die in unserer Dimensionierung bei genau 14,2 V liegt.

Mit den beiden Operationsverstärkern von IC 3 wird der Ladestrom gemessen und je nach Höhe des Stroms eine der beiden Status-Leuchtdioden (D 8 oder D 9) angesteuert. Mit dem Operationsverstärker IC 3 B wird die Spannung von R 14, die ja proportional zum Ladestrom ist, um den Faktor 48 verstärkt. Der nachfolgende Komparator IC 3 A steuert über den

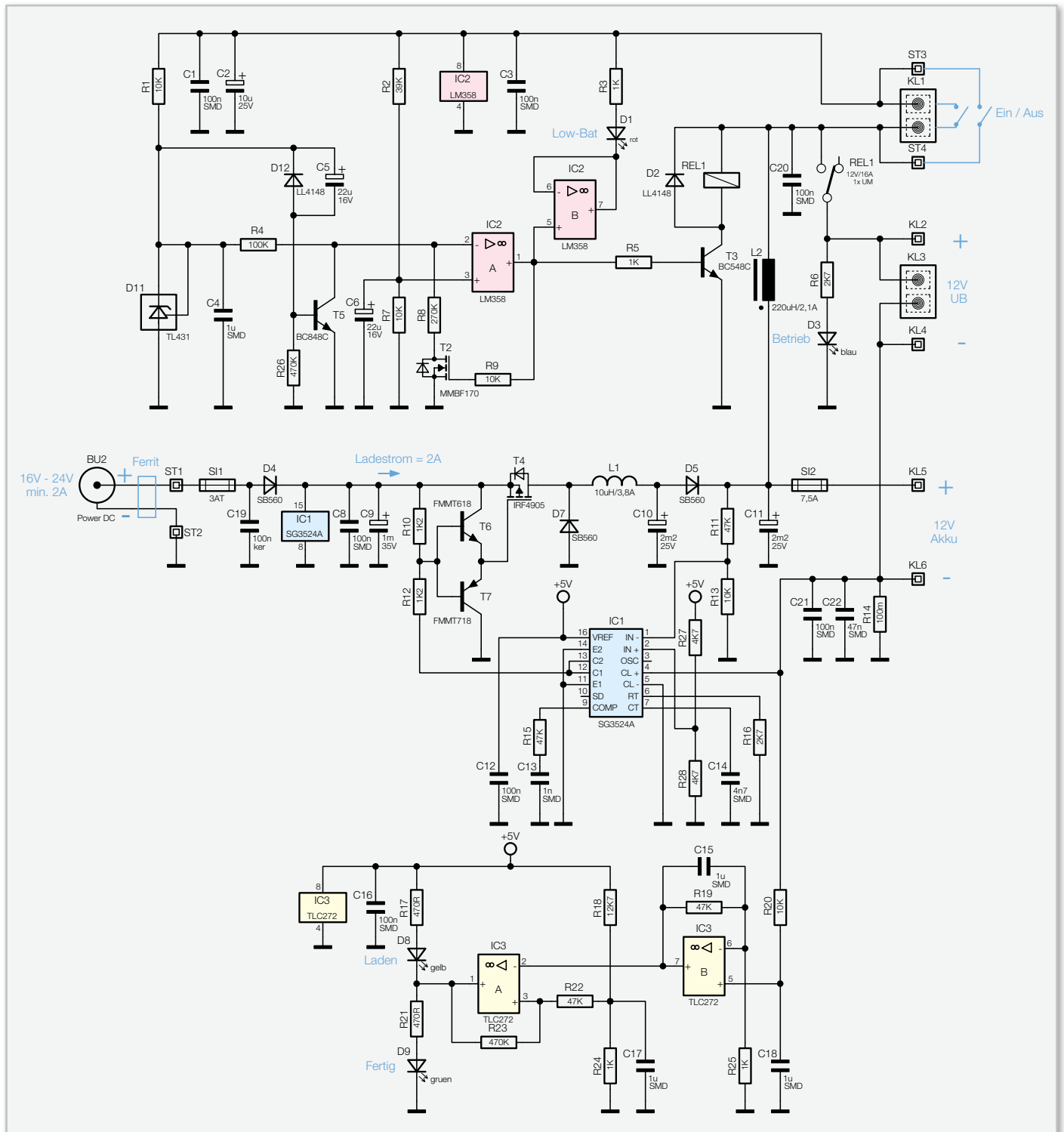
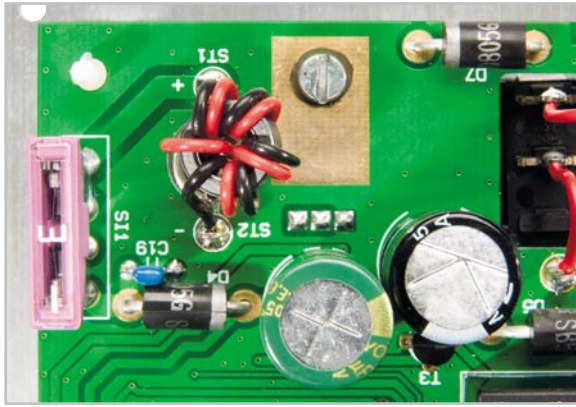


Bild 6: Das Schaltbild der Ladeschaltung



**Bild 7:** So wird die Leitung zur DC-Buchse mit einem Ferritring versehen.

Ausgang (Pin 1) die beiden LEDs an. Die Dimensionierung der Widerstände R 18 und R 24 ist so ausgeführt, dass oberhalb eines Ladestroms von ca. 80 mA die LED D 8 (Laden) aufleuchtet, und unterhalb von 80 mA der Ladezustand „Fertig“ mit der LED D 9 angezeigt wird.

## Nachbau

Alle im Abschnitt „Klangregelung – Nachbau“ gemachten allgemeinen Angaben treffen auch für den Nachbau dieser Ladeschaltung zu und werden deshalb hier nicht wiederholt. Einige spezielle und wichtige Details zum Nachbau sind nachfolgend erklärt.

Bei den Dioden D 4, D 5 und D 7 ist unbedingt auf die richtige Polung zu achten. Die Katode ist durch eine Strichmarkierung auf dem Diodengehäuse dargestellt. Die Sicherungshalter und die Klemmleisten müssen mit reichlich Lötzinn verlötet werden, damit eine gute Kontaktierung entsteht und die rela-

tiv hohen Ströme verlustarm geführt werden. Die Leuchtdioden werden auf der Platinenunterseite bestückt und verlötet. Die Gesamteinbauhöhe (gemessen zwischen LED-Oberkante und Platine) der LEDs beträgt 17 mm. Für den Anschluss des Schalters und der Eingangsbuchse werden die Anschlusspunkte ST 1 bis ST 4 mit Lötstiften bestückt.

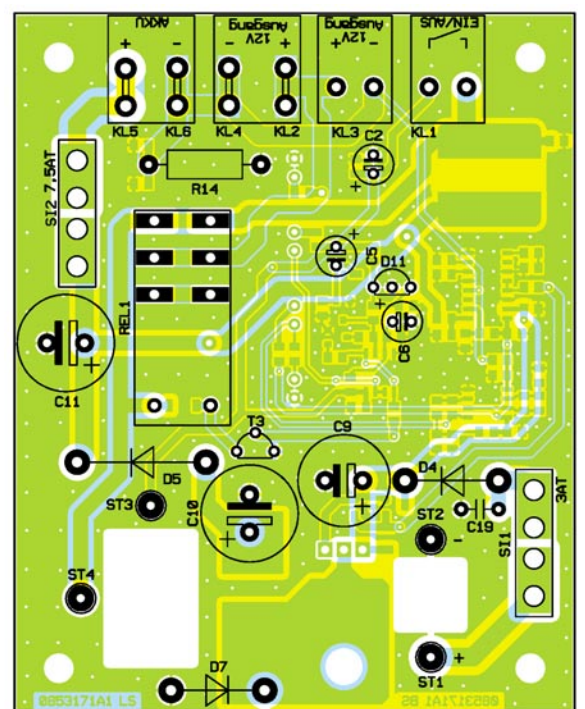
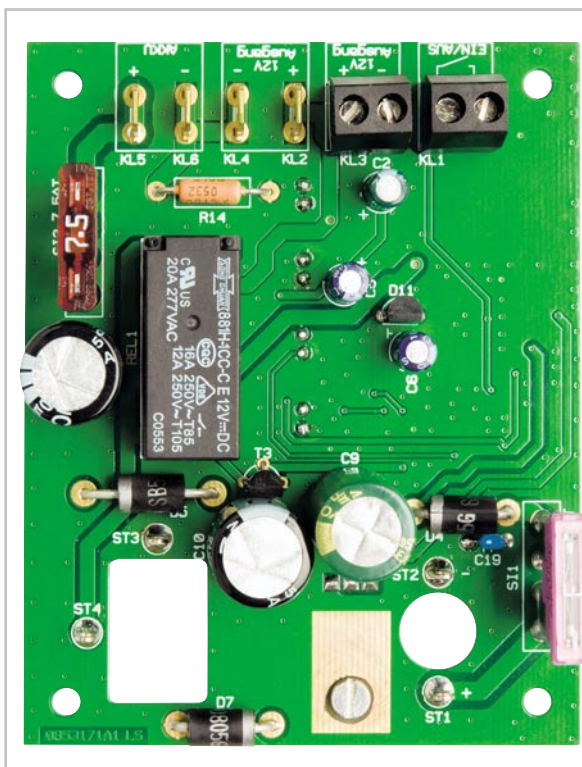
Bevor man die Alu-Frontplatte in gleicher Weise wie beim Klangregler befestigt, sind die DC-Buchse und der Kippschalter zu montieren. In die Verbindungsleitung zwischen DC-Buchse und den Anschlusspunkten ST 1 und ST 2 muss ein Ferritring, wie in Abbildung 7 dargestellt, eingefügt werden. Um eine Verwechslung der beiden Anschlussdrähte zu vermeiden, sollte für ST 1 (+) ein rotes und ST 2 (Masse) ein schwarzes Kabel verwendet werden. Um eine entsprechende Induktivität zu erhalten, werden die beiden Leitungen viermal durch den Ferritring geführt. Beim Anschluss des Schalters braucht hingegen nicht auf eine Polung geachtet zu werden.

Abbildung 8 zeigt die fertig montierte Baugruppe von vorn und hinten. Auch hier sind Montage und Lage der Abstandhalter gut zu sehen.

## Die Endstufe

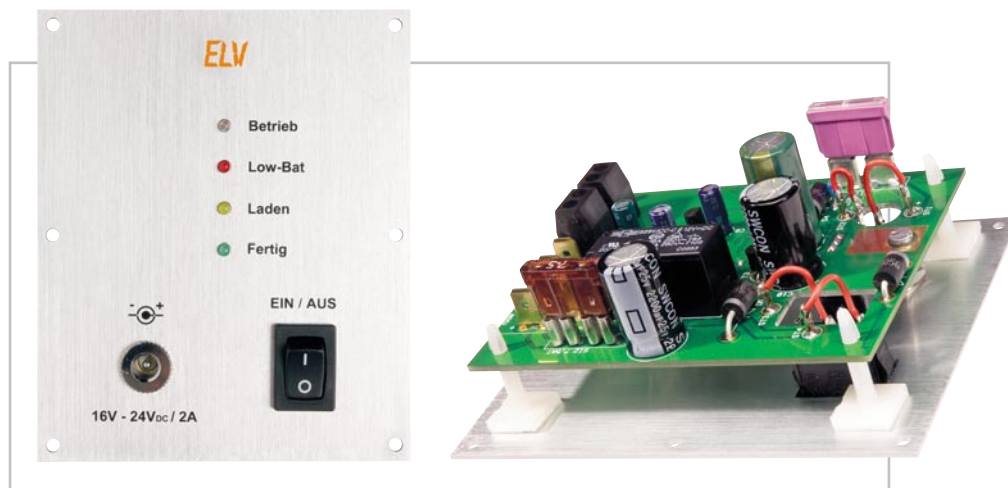
Als Endstufe für die Musikbox empfehlen wir den 2x40-Watt-(V42) oder den 4x40-Watt-Verstärker (V40) von ELV, wobei bei Letzterem zwei Kanäle unbenutzt bleiben. Natürlich lässt sich auch eine Endstufe aus der heimischen Bastelkiste verwenden. Wichtig ist nur, dass der Verstärker für eine Betriebsspannung von 12 V bis 14 V geeignet sein muss und bei dieser Spannung auch genug Leistung abgibt. Ein entsprechender Kühlkörper ist ebenfalls Voraussetzung.

Die Zuleitungen zur Ladeschaltung bzw. zum Akku sollten



Ansicht der bestückten Platine der Ladeschaltung mit zugehörigem Bestückungsplan von der Oberseite

**Bild 8:** Ansicht der fertig montierten Ladeschaltung von vorn mit Frontplatte sowie von der Rückseite



einen ausreichenden Querschnitt aufweisen (>1 mm<sup>2</sup>). Die beste Verbindung erhält man durch Verwendung von 6,8-mm-Flachsteckern, wie sie auch in der Kfz-Technik zum Einsatz kommen. Die Kabelschuhe werden mit einer speziellen Zange auf die abisolierten Leitungsenden aufgequetscht. Fertig konfektionierte Kabel zum Anschluss des Akkus und der Endstufe sind im Lieferumfang der Ladeschaltung bereits enthalten und erleichtern so die Installation.

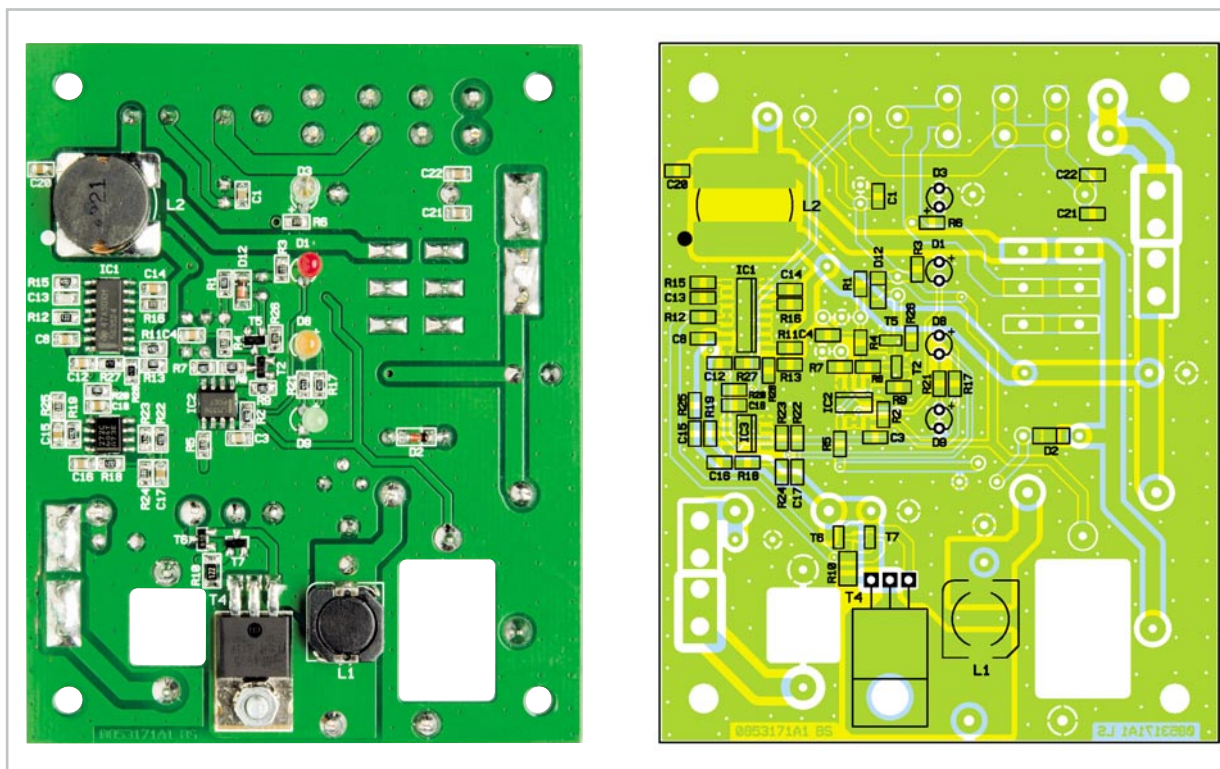
### Der Akku

Als Spannungsquelle eignet sich hervorragend ein 12-V-Blei-Gel-Akku mit einer Kapazität von 7,2 Ah oder mehr. In Abbildung 9 ist solch ein Akku dargestellt. Praxistests ergaben eine Betriebszeit von 5 bis 7 Stunden (je nach Lautstärke). Bei diesem Akku-Typ ist allerdings darauf zu achten, dass die Spannung niemals unterhalb von 10,5 V sinkt, da sonst

der Akku Schaden nimmt. Die Ladeschaltung zeigt diesen Zustand durch eine LED an und schaltet den Verbraucher ab. Beim Anschluss des Akkus gilt auch hier: Leitungen mit ausreichend Querschnitt (>1 mm<sup>2</sup>) verwenden!



**Bild 9:** Leistungsfähiger und robuster Energiespender für die Musikbox – Blei-Gel-Akku, wie er z. B. in Alarmanlagen oder mobilen Starthilfegeräten Anwendung findet



Ansicht der bestückten Platine der Ladeschaltung mit zugehörigem Bestückungsplan von der Unterseite

## Stückliste: MB 100-LS

**Widerstände:**

0,1 $\Omega$ /2 W/Metalloxid	R14
470 $\Omega$ /SMD/0805	R17, R21
1 k $\Omega$ /SMD/0805	R3, R5, R24, R25
1,2 k $\Omega$ /SMD/1206	R10, R12
2,7 k $\Omega$ /SMD/0805	R6, R16
4,7 k $\Omega$ /SMD/0805	R27, R28
10 k $\Omega$ /SMD/0805	R1, R7, R9, R13, R20
12,7 k $\Omega$ /SMD/0805	R18
39 k $\Omega$ /SMD/0805	R2
47 k $\Omega$ /SMD/0805	R11, R15, R19, R22
100 k $\Omega$ /SMD/0805	R4
270 k $\Omega$ /SMD/0805	R8
470 k $\Omega$ /SMD/0805	R23, R26

**Kondensatoren:**

1 nF/SMD/0805	C13
4,7 nF/SMD/0805	C14
47 nF/SMD/0805	C22
100 nF/SMD/0805	C1, C3, C8, C12, C16, C20, C21
100 nF/ker	C19
1 $\mu$ F/SMD/0805	C4, C15, C17, C18
10 $\mu$ F/25 V	C2
22 $\mu$ F/16 V	C5, C6
1000 $\mu$ F/35 V/105 °C	C9
2200 $\mu$ F/25 V/105 °C	C10, C11

**Halbleiter:**

SG3524/SMD	IC1
LM358/SMD	IC2
TLC272/SMD	IC3
MMBF170/SMD	T2
BC548C	T3
IRF4905	T4
BC848C	T5

FMMT618/SMD	T6
FMMT718/SMD	T7
LL4148	D2, D12
SB560	D4, D5, D7
TL431CLP D11	D11
LED, 3 mm, rot	D1
LED, 3 mm, Blau	D3
LED, 3 mm, Gelb	D8
LED, 3 mm, Grün	D9

**Sonstiges:**

Speicherdrossel, SMD, 10 $\mu$ H/3,8 A	L1
SMD-Induktivität, 220 $\mu$ H/2,1 A	L2
Ferritring $\varnothing$ 10 mm	
DC-Einbaubuchse, Stift mit 2,1 mm	BU2
Schraubklemmleiste, 2-polig, print	KL1, KL3
Kfz-Flachstecker, 6,3 x 0,8 mm, print, stehend	KL2, KL4–KL6
Einbau-Wippschalter, 1 x ein, Schwarz	S1
Leistungsrelais, 12 V, 1 x um, 17 A	REL1
Kfz-Flachsicherung, 3 A	SI1
Kfz-Flachsicherung, 7,5 A	SI2
4 Printbuchsen für Euro-Flachsicherung	SI1, SI2
Lötstift mit Lötöse	ST1–ST4
4 Platinen-Abstandshalter, 15,9 mm, selbstklebend	
6 Knippingschrauben, 2,9 x 9,5 mm	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M3	
1 Alu-Frontplatte, bearbeitet, eloxiert und bedruckt	
1 Kabel mit 4,8/6,3-mm-Kfz-Flachsteckhülsen, Rot, 35 cm	
1 Kabel mit 2 x 6,3-mm-Kfz-Flachsteckhülsen, Rot, 35 cm	
1 Kabel mit 4,8/6,3-mm-Kfz-Flachsteckhülsen, Schwarz, 35 cm	
1 Kabel mit 2 x 6,3-mm-Kfz-Flachsteckhülsen, Schwarz, 35 cm	
20 cm flexible Leitung, 0,22 mm <sup>2</sup> , Rot	
20 cm flexible Leitung, 0,22 mm <sup>2</sup> , Schwarz	

**Wichtig, bitte unbedingt beachten!**

Die Zuleitungen bzw. die Kabelstecker müssen so isoliert sein, dass kein Kurzschluss der Akku-Kontakte auftreten kann! Der Akku ist in der Lage, kurzzeitig sehr viel Strom zu liefern, wodurch die Zuleitungen im Kurzschlussfall regelrecht wegschmelzen können (Brandgefahr!).

**Lautsprecher**

Für die Auswahl des Lautsprechers ist die zur Verfügung stehende Palette sehr groß. Wir empfehlen einen Lautsprecher mit einem Durchmesser von ca. 13 cm, wie er auch in der Car-Hi-Fi-Technik zum Einsatz kommt.

Gute Klangergebnisse wurden mit den relativ preisgünstigen Lautsprechern der Firma Mac Audio (MP13.2) sowie von Magnat (Typ Powerplus 132) erzielt. Die Preise für die ge-

nannten Lautsprecher liegen zwischen 25 und 35 Euro pro Paar. Es konnten in unserem Labor natürlich nicht alle am Markt befindlichen Lautsprecher getestet werden, so dass dies auch nur ein Vorschlag sein kann.

Allgemein sind Car-Hi-Fi-Lautsprecher hier im Vorteil. Sie sind robust, ihre mitgelieferten Abdeckgitter sind mechanisch stabil, der Lautsprecher ist weitgehend klimaunempfindlich und die Systeme sind allesamt sehr kräftig und klangstark bei relativ kleinem Bauraum. Man kann auch durchaus statt zum Breitband-Lautsprecher bzw. zum Breitbandsystem mit Koax-Hochtöner zum echten Zweibege-System greifen, wie man es in einem unserer Aufbau Beispiele sieht. Hier liefern die Hersteller stets die passenden Frequenzweichen mit, die natürlich auch einzusetzen sind. Mit den Zweibege-Systemen erhält man eine klarere Klangdurchzeichnung und eine verbesserte Ortung der Klängausrichtung.

Im nächsten „ELVjournal“ kümmern wir uns um das Gehäuse und den Zusammenbau der einzelnen Komponenten. **ELV**