

Electronics4You Bauanleitung

Projekt Soundbox



Julian Müller

Nicola Ramagnano

6. November 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ablauf	1
2	Gefahren des elektrischen Stroms	1
2.1	FI-Schalter	2
2.2	Sicherung	2
3	Netzstecker	3
3.1	Abisolierung	3
3.2	Schraubverbindung	3
4	Gehäuse	5
4.1	Deckel	5
4.2	Boden	6
5	Leiterplatte	9
5.1	Netzteil	9
5.2	Verstärker	10
6	Fertigung der Kabel	13
6.1	Übersicht über alle benötigten Kabel	13
7	Zusammenbau	14
7.1	Potentiometer	14
7.2	Lautsprecher	14
7.3	Verdrahten	15



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz.

Weitere Details unter: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

©2013-2018 HSR Hochschule für Technik Rapperswil, www.electronics4you.cc

1 Einleitung

Mit dieser Anleitung baust du Schritt für Schritt deine eigene Soundbox zusammen. Um die genaue Funktionsweise der einzelnen Bereiche und Bauteile zu verstehen, empfiehlt es sich, einen Blick in das Electronics4You-Hauptskript zu werfen und darin viele Dinge nachzulesen; (http://electronics4you.cc/fileadmin/_migrated/content_uploads/Electronics4you_Skript_Schueler_2011.pdf)

1.1 Ablauf

Neben der Bestückung der Leiterplatte muss das Gehäuse bearbeitet werden, das heisst es müssen Löcher für den Lautsprecher, den Schalter und die Buchsen gebohrt werden. Am Schluss wird die Box verdrahtet. Dabei werden Techniken wie Crimpen, Schraubklemmen sowie Löten angewendet. Begonnen wird mit dem Netzkabel und der Bearbeitung des Gehäuses. Im Anschluss daran wird die Leiterplatte bestückt und die restlichen Kabel werden konfektioniert. Im letzten Schritt verbindest du alle Kabel an den richtigen Stellen und baust die Soundbox zusammen.

Die Schaltung der Soundbox besteht aus zwei Teilen, dem Speisungsteil und dem Verstärkungsteil. Beide Teile werden einzeln gelötet und zusammen mit einem Betreuer getestet.



Hinweis

Solltest du Fragen haben, zögere nicht, einen Betreuer um Hilfe zu bitten. Probiere nichts aus ohne zu wissen was du tust, weil sonst Werkzeug, Material und womöglich auch du Schaden nehmen könnten.

2 Gefahren des elektrischen Stroms

Der menschliche Körper funktioniert elektrisch. Signale des Gehirns und der Sinnesorgane werden durch schwache elektrische Ströme mit Hilfe unserer Nerven weitergeleitet. Wirkt nun von Aussen Strom auf unseren Körper ein, so wird das System gestört und der Körper wird geschädigt.

- Der Strom unter 0.5 mA wird von den meisten Menschen nicht wahrgenommen.
- Ein Strom von 0.5 mA bis 10 mA wird als Kribbeln spürbar.
- Ab einem Strom von 10 mA können schmerzhafte Verkrampfungen auftreten.
- Durch das Verkrampfen der Handmuskulatur ab einem Strom von 20 mA fällt es schwer, den Strom führenden Gegenstand loszulassen.
- Wechselströme über 50 mA können zu Herzkammerflimmern und damit zum Herzstillstand führen.
- Ströme über 100 mA können zu starken Verbrennungen führen.

2.1 FI-Schalter

Der Fehlerstromschutzschalter dient als Personenschutz. Der FI-Schalter misst und vergleicht die Ströme durch die Phase und den Nulleiter. Ist der hin- und zurückfließende Strom nicht gleich gross, wird der Stromkreis unterbrochen. Dieser Fall kann eintreten wenn Strom durch eine Person vom Polleiter zur Erde fliesst. Hauptsächlich werden zwei Empfindlichkeitstypen von FI-Schaltern installiert. Der empfindliche FI unterbricht den Stromkreis ab einem Differenzstrom von 10 mA, der Unempfindlichere ab 30 mA.

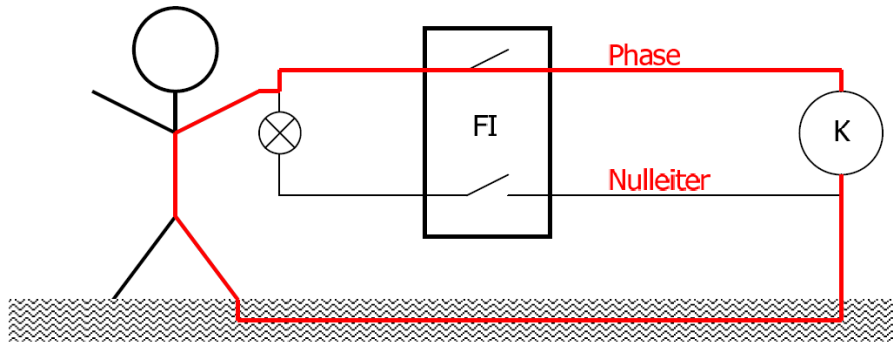


Abbildung 1: FI-Schutzschalter

2.2 Sicherung

Sicherungen dienen zum Schutz von Leitungen und Geräte, vor Überlast und Kurzschluss. Sicherungen dienen nicht als Personenschutz.

Die Sicherung besteht aus einem Glaskolben und einem Schmelzdraht darin. Bei Überbelastung erwärmt sich der Schmelzdraht soweit bis er verbrennt.

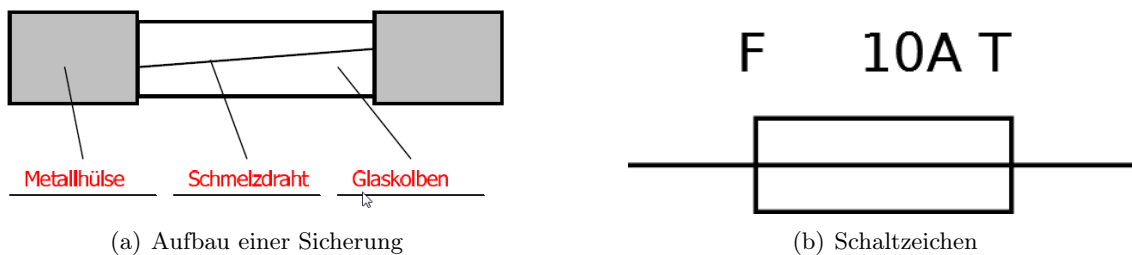


Abbildung 2: Aufbau und Schaltzeichen

3 Netzstecker

Für die Fertigung des Netzsteckers benötigst du folgende Werkzeuge:

- Mittlerer Kreuzschlitz-Schraubendreher
- Seitenschneider
- Crimpzange ¹
- Abisolierzange
- Messer

3.1 Abisolierung

Als erstes muss ein **3.5 cm** langes Stück des Mantels an einem Ende des Netzkabels entfernt werden und dann **7 cm** am anderen Ende. Um den Mantel an der entsprechenden Stelle einzuschneiden eignet sich ein Skalpell. Nachdem man den Mantel vorsichtig angeritzt hat, kann das Kabel an dieser Stelle hin und her gebogen werden, um so das Mantelstück vorsichtig zu lösen. Die Isolation der zwei Innenleiter darf hierbei nicht verletzt werden (siehe Abb. 3).

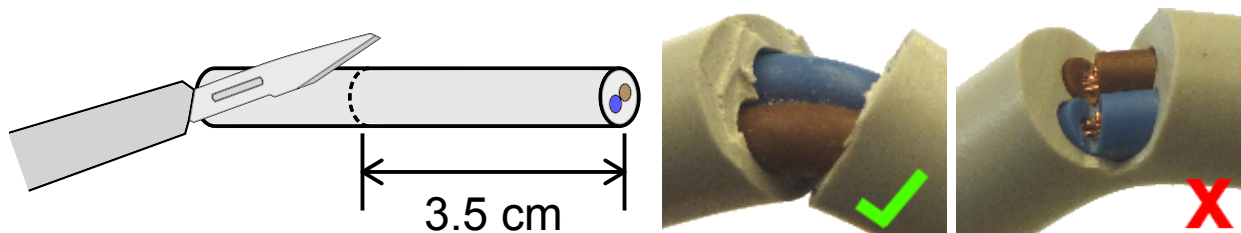


Abbildung 3: Mantelentfernung

Im nächsten Schritt müssen die zwei Innenleiter ein Stück weit von ihrer Isolation befreit werden. Dafür benutzt du die Abisolierzange und entfernst ein Stück, das etwa so lang ist, wie die Aderendhülsen² (ca. 6 mm), die du in den nächsten Schritten brauchen wirst.

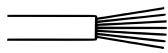

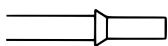
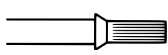
3.2 Schraubverbindung

Die Verbindungsstelle zwischen dem Netzkabel und dem Netzstecker und der Soundbox-Leiterplatte wird als Schraubverbindung realisiert. Litzen dürfen bei Schraubverbindungen weder direkt untergeklemmt noch verzinkt werden. Es sind Aderendhülsen zu verwenden.

¹Zange für das Crimpen (Quetschen) von Aderendhülsen an Litzenenden, vgl. Abschnitt 3.2

²Metallröhrchen, welche dazu dienen, abisolierte Enden von Litzenleitungen zu schützen

Arbeitsfolge für das Aufpressen von Aderendhülsen:

-  1. abisolieren
-  2. verdrillen
-  3. passende Hülse aufstecken
-  4. Hülse crimpen (quetschen) und bei Bedarf auf bestimmte Länge schneiden

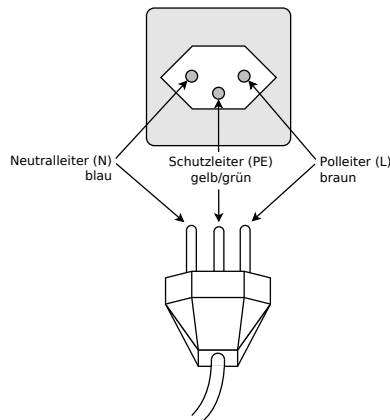


Abbildung 4: Pinbelegung des Netzsteckers

Jetzt müssen nur noch die zwei Leiter mit den entsprechenden Seiten des Steckers verbunden werden. ('L' steht für das englische Wort 'live'.) Achte darauf, dass du den Polleiter und den Neutralleiter nicht vertauschst. Welches Kabel wohin gehört, kannst du Abb. 4 entnehmen. An den mittleren Stift des Steckers (Schutzleiter, Erde) wird in unserem Fall nichts angeschlossen, weil das Gehäuse der Soundbox vollständig aus isolierendem Kunststoff besteht. Die Zugentlastungsklemme am Ende des Steckers sollte den Mantel des Netzkabels fixieren, ansonsten ist sie für nichts da! Dann noch die Abdeckung festschrauben und der Stecker ist fertig.

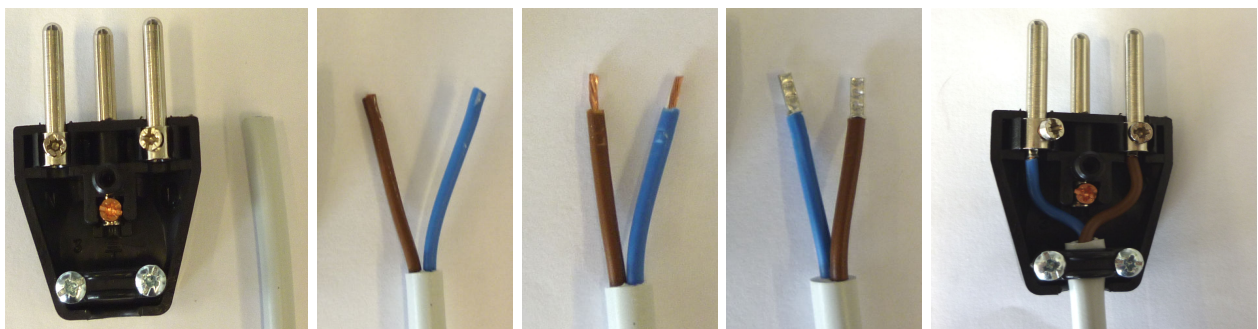


Abbildung 5: Montageschritte Netzstecker

4 Gehäuse

Das Gehäuse benötigt verschiedenste Löcher für Kabel, Schalter, Lautstärkereger (Potentiometer) und natürlich auch den Lautsprecher.

4.1 Deckel

Schneide die Bohrvorlage für den Gehäusedeckel (Abb. 7) aus und klebe sie mit Klebeband den Rändern entlang an den Deckel der Soundbox, sodass sie nicht verrutschen kann. Benutze besser kein Klebeband, welches unschöne Rückstände hinterlässt. Dafür eignet sich normales Malerband.

Ist die Bohrvorlage fixiert, muss der Deckel mit kleinen Vertiefungen, der sogenannten Körnung, versehen werden. Dazu benötigst du einen Körner und einen Hammer. Du platzierst die Körnerspitze auf den Mittelpunkt eines Lochs und schlägst mit dem Hammer einmal auf den Körner.

Die Körnung dient einerseits dazu, dass du siehst wo du später bohren musst und andererseits hindert sie den Bohrer davon ab, dass er wandert. Bei einer Ständerbohrmaschine ist dieser Punkt weniger relevant.



Hinweis

Benutze keine Maschinen in der Werkstatt ohne die Anwesenheit eines Leiters.

Dann kannst du die Bohrvorlage entfernen und die Löcher bohren.

Nach dem Bohren der Löcher muss aus den acht kleinen Löchern für den Hauptschalter eine rechteckige Aussparung herausgefeilt werden, sodass der Hauptschalter gut passt und nicht wackelt.



Tipp

Versuche regelmässig den Schalter in die Aussparung zu setzen. Feile nicht zu viel Material weg.

4.2 Boden

Zeichne anhand von Abb. 6 die Mittelpunkte der vorgesehenen Löcher auf der Seite des Gehäuses ein. Die beiden Löcher werden in drei Schritten gebohrt und gefräst. Es ist eine Abstufung notwendig, da einerseits das Gewinde der Audiobuchse zu kurz ist (4.5 mm), um durch die gesamte Wandstärke durchzureichen und andererseits die Kabeltülle für eine Wandstärke von 1.5 mm konzipiert ist. Das Gehäuse hat eine Wandstärke von ca. 4.5 mm.

Die folgende Tabelle listet die drei verschiedenen Bohrschritte auf, wobei dir ein Betreuer helfen wird.

	Audiobuchse	Kabeltülle
Schritt 1	4.5 mm Bohrer (durchgehend)	6.6 mm Bohrer (durchgehend)
Schritt 2	4.5 x 8 Fräser (2.1 mm tief)	6.6 x 11 Fräser (2.5 mm tief)
Schritt 3	6.0 mm Bohrer (durchgehend)	8.0 mm Bohrer (durchgehend)

Tabelle 1: Bohrinformationen

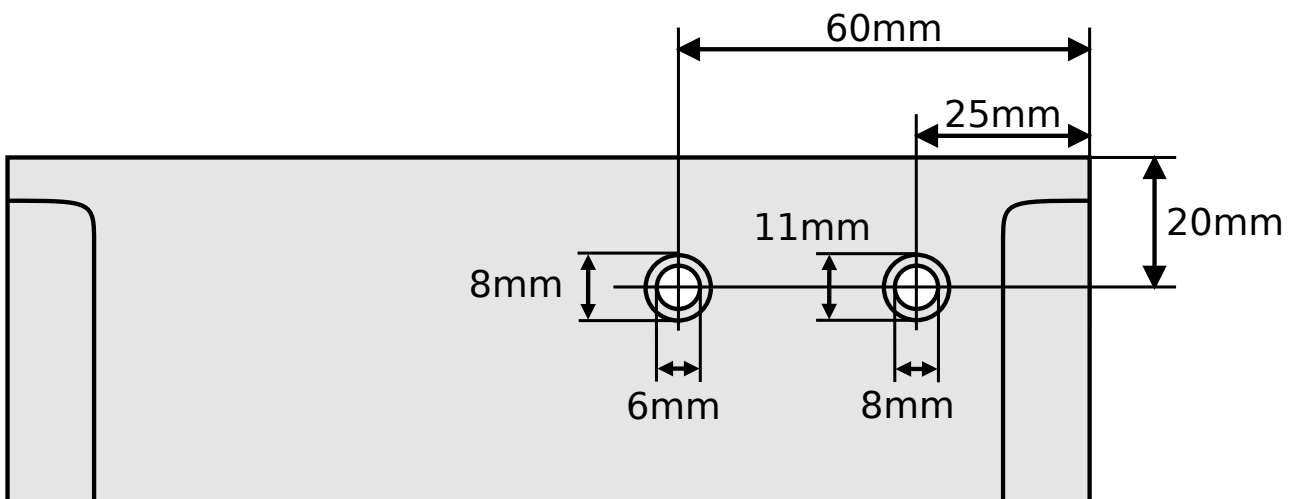


Abbildung 6: Bohrvorlage für den Gehäuseboden

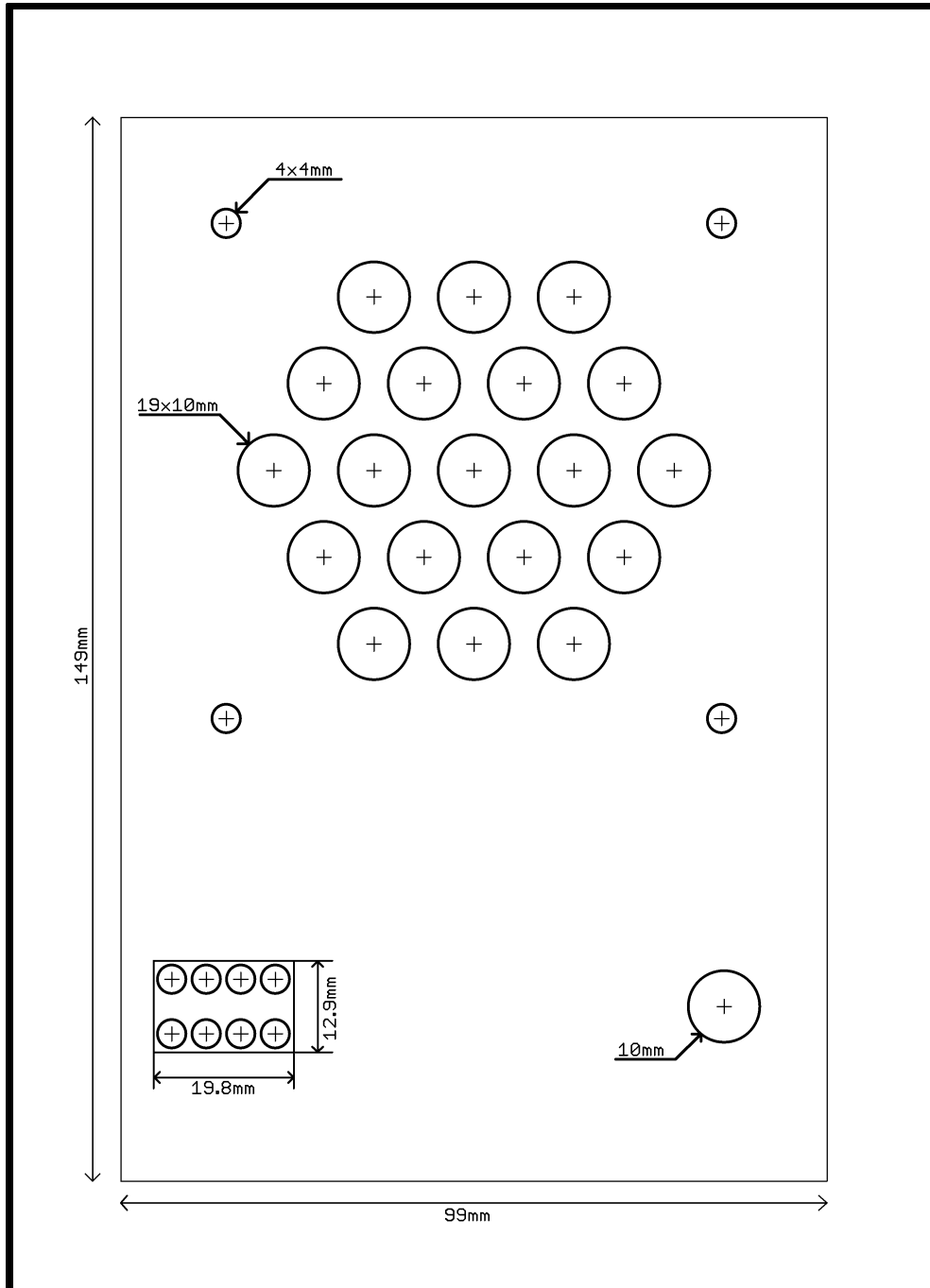

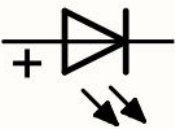

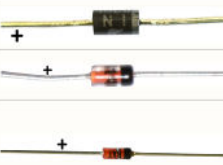
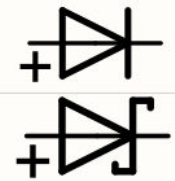



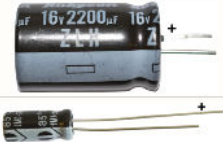





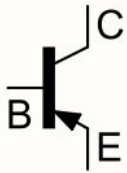


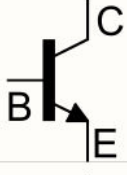

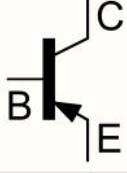

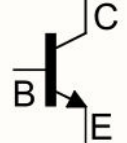

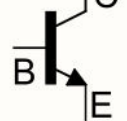



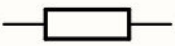
Abbildung 7: Bohrvorlage für den Gehäusedeckel

BAUTEILE DER SOUNDBOX

MIT POLARITÄT

Foto	Kürzel	Bezeichnung	Wert/Typ	Schemasymbol	Footprint
	LED, D	LED - Leuchtdiode	grün,5mm		
	D	Gleichrichterdiode	1N4001		
		Siliziumdiode	1N4148		
		Schottkydiode	BAT83S		
	C	Elektrolyt-Kondensator	1000 μ F/35V		
			2200 μ F/16V		
			47 μ F/25V		
	T	PNP Transistor	BC557		
		NPN Transistor	BC547		
		PNP Transistor	BD140		
		NPN Transistor	BD139		
		NPN Transistor	BD243		

OHNE POLARITÄT

	R	Widerstand	100 Ω ,1k Ω etc.		
---	---	------------	-----------------------------------	--	---

5 Leiterplatte

Die Leiterplatte (Print) wird in zwei Abschnitten bestückt. Begonnen wird mit dem Speisungsteil (links), welcher anschliessend getestet wird. Danach wird der Verstärkerteil (rechts) bestückt.

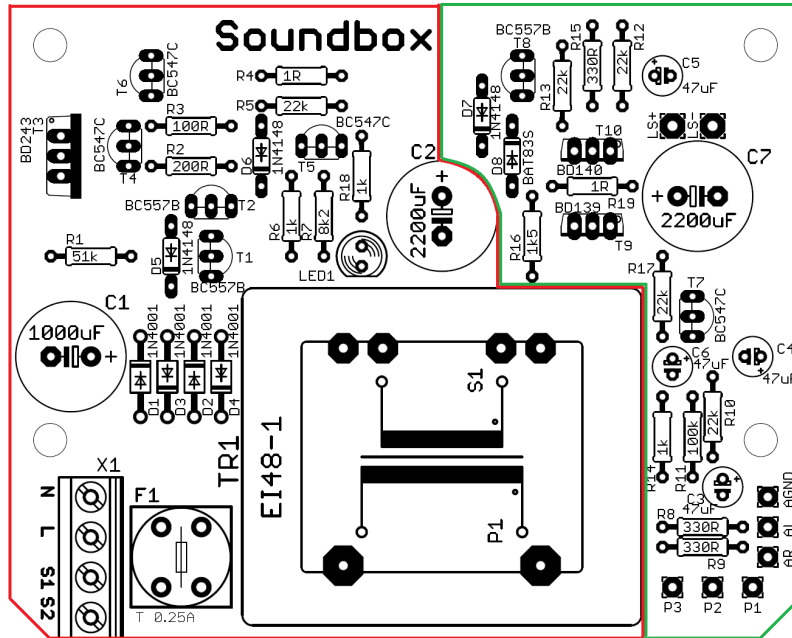


Abbildung 8: Bestückungsplan Soundbox



Hinweis

Achte darauf, dass beim Kürzen der Beine keine Drähte herum fliegen. Drahtstücke im Auge sind nicht so lustig.

5.1 Netzteil

Damit die Bauteile beim Umkehren der Leiterplatte nicht aus den Löchern rutschen, können die Beine jeweils leicht nach aussen gebogen werden. Übung macht den Meister! Für das Bestücken des Speisungsteils wird folgender Ablauf vorgeschlagen:

1. Widerstände
2. Dioden (Polarität beachten)
3. Transistoren, LED
4. Printklemme X1
5. Kondensatoren und Sicherungshalter
6. Transformator

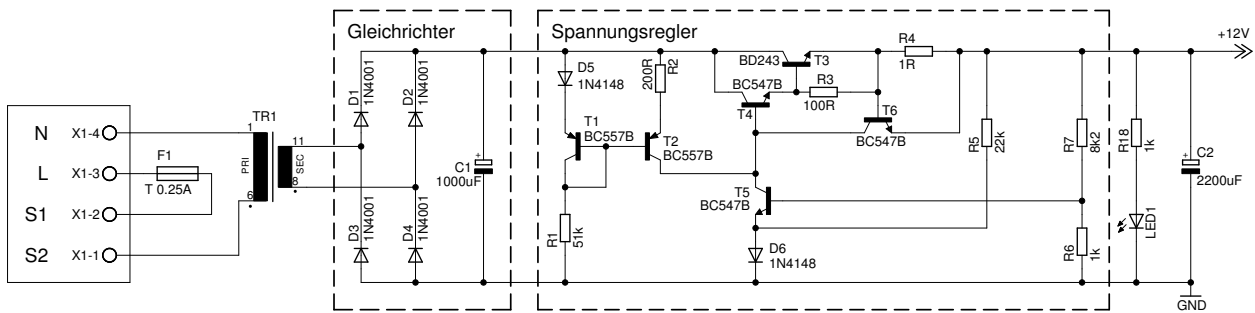


Abbildung 9: Schema Speisungsteil

Um die Schaltung testen zu können fehlt nur noch die Sicherung und der Kühlkörper, welcher über den Transistor T3 gestülpt wird. Bevor du zu einem Leiter gehst um die Schaltung gemeinsam zu testen kannst du kurz die folgende Checkliste durchgehen.

- Polaritäten kontrollieren (Dioden, Kondensatoren, Transistoren)
- Bauteilwerte (Widerstandswerte, Kondensatoren etc.) kontrollieren
- Ausgangsspannung an C2 muss 11.5V-12V betragen

5.2 Verstärker

Beim Verstärkerteil fängst du vorzugsweise auch mit den flachen, kleinen Bauteilen an und hörst mit den grösseren Bauteilen auf. Natürlich kannst du es auch so machen wie du willst, solange keine Bauteile zerstört werden.

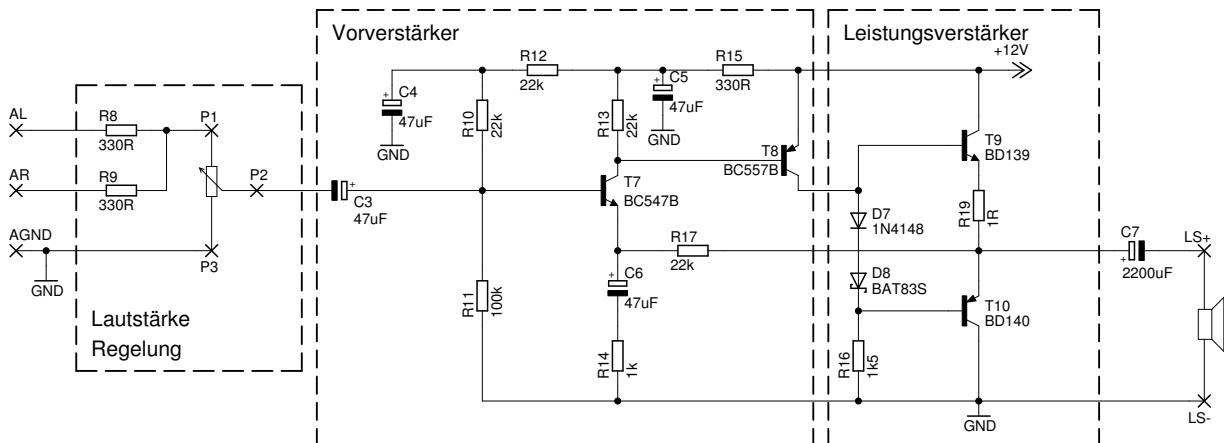
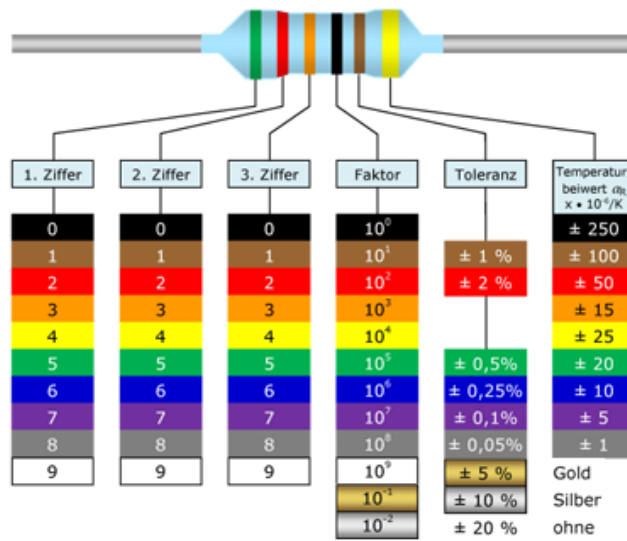


Abbildung 10: Schema Verstärkerteil

Name	Bezeichnung	Wert/Typ
TR1	Printtransformator	12 V, 10 VA
LED1	LED	grün, 5mm
X1	Printklemme	MKDSN1.5/4
F1	Sicherungshalter	
D1-D4	Gleichrichterdiode	1N4001
D5-D7	Siliziumdiode	1N4148
D8	Schottkydiode	BAT83S
R1	Widerstand	51k
R2	Widerstand	200R
R3	Widerstand	100R
R4,R19	Widerstand	1R
R5,R10,R12,R13,R17	Widerstand	22k
R6,R14,R18	Widerstand	1k
R7	Widerstand	8k2
R8,R9,R15	Widerstand	330R
R11	Widerstand	100k
R16	Widerstand	1k5
C1	Elektrolyt-Kondensator	1000 μ F/35V
C2,C7	Elektrolyt-Kondensator	2200 μ F/16V
C3,C4,C5,C6	Elektrolyt-Kondensator	47 μ F/25V
T1,T2,T8	PNP-Transistor	BC557B
T3	NPN-Transistor	BD243C
T4,T5,T6,T7	NPN-Transistor	BC547C
T9	NPN-Transistor	BD139
T10	PNP-Transistor	BD140
	Sicherungen 5×20 mm	0.25 A T
	Breitbandlautsprecher	15 W, 4 Ω
	Wippschalter	ON-OFF
	Netzkabel	0.75 mm ² , grau
	Netzstecker Schweiz	10 A, schwarz
	Potentiometer	10 kOhm
	Mutterabdeckung für Poti	15 mm, schwarz
	Knopf für Poti	15 mm, schwarz
	Deckel für Poti	15 mm, schwarz
	Kühlkörper für TO220	27.3 K/W
	Senkschrauben Torx	M4×12 mm
	Unterlagsscheiben	M4×0.8 mm
	Sicherungsmuttern	M4
	Audiokabel	1.8 m
	Klinkenbuchse	3.5 mm
	Kunststoffgehäuse	180×130×60 mm
	Flachsteckhülsen	4.8×0.8 mm
	Flachsteckhülsen	2.8×0.8 mm
	Kabelbinder T18R	102 mm
	Durchführungstülle	
	Flachsteckhülsen vollisoliert	4.8×0.8 mm
	Aderendhülse	0.75 mm ² ×6 mm

Tabelle 2: Stückliste der Soundbox



Farbcode	Widerstandswert
	1 Ω [1R]
	100 Ω [100R]
	200 Ω [200R]
	330 Ω [330R]
	1 k Ω [1k]
	1.5 k Ω [1k5]
	8.2 k Ω [8k2]
	22 k Ω [22k]
	51 k Ω [51k]
	100 k Ω [100k]

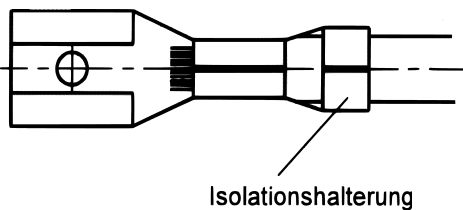
6 Fertigung der Kabel

Im Abschnitt Netzstecker (Kap.3.2) hast du bereits den Begriff *Crimpen* kennengelernt. Die Verbindungsstelle zwischen dem Netzkabel und dem Netzstecker oder der Soundbox-Leiterplatte ist als Schraubverbindung realisiert. Eine andere Verbindungsart ist die Crimpverbindung, welche ähnlich ist. Eine Crimpverbindung ist eine lötfreie elektrische Verbindung. Sie wird durch Kaltverformen (Verpressen) der Crimphülse mit dem elektrischen Leiter hergestellt. Beim Anfertigen einer Crimpverbindung müssen Leiterquerschnitt, Crimphülse und Presswerkzeug aufeinander abgestimmt sein.

Arbeitsfolge für das Pressen von Crimpverbindungen:

1. Leiter abisolieren und verdrillen.
2. Hülse in Werkzeug stecken und leicht andrücken, damit dieses nicht hinaus rutscht.
3. Litze in Hülse einführen und verpressen.
4. Werkzeug bis zum Anschlag fest zusammendrücken.

Folgende Punkte machen eine gute Crimpverbindung aus:



1. Das Litzenende muss sichtbar sein.
2. Die Leiterisolation muss bei der Isolationshalterung unterklemmt sein.
3. Die Verbindung muss einem Zugversuch standhalten.

6.1 Übersicht über alle benötigten Kabel

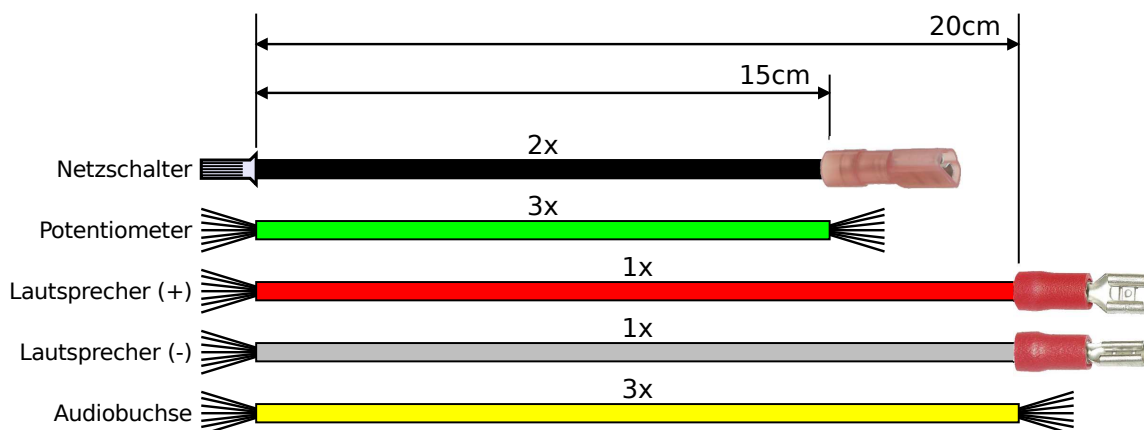


Abbildung 11: Soundbox Kabelkonfektionen

An den Kabelenden, wo keine Crimphülsen verwendet werden, müssen mit einer Abisolierzange ca. 5 mm von der Isolation entfernt werden. Anschliessend wird das Ende verdrillt und verzinkt. Erst dann kann es an der Leiterplatte angelötet werden.

7 Zusammenbau

7.1 Potentiometer

Die Welle des Potentiometers muss auf ca. 6 mm gekürzt werden. Dann werden die Enden der drei grünen Kabel verdrillt, verzinkt und an die drei Anschlüsse des Potentiometers gelötet. Zu unterst am Potentiometer muss sich die M10 Fächerscheibe befinden, anschliessend erfolgt die Durchführung durch den Deckel des Gehäuses. Im nächsten Schritt werden die Unterlegscheibe und die Mutter aufgesetzt und festgezogen, wobei die Beine des Potentiometers nach unten, weg vom Lautsprecher zeigen.

Drehe das Potentiometer ganz nach links (Minimum) und befestige die Mutterabdeckung am Drehknopf des Potis bevor du diesen aufsetzt, wobei der weisse Strich etwa zum linken Bein des Potentiometers zeigen sollte und ziehe dann die Schraube fest. Abschliessend muss nur noch der Deckel aufgesetzt werden.



Tipp

Wenn der Drehknopf nicht auf dem Gehäusedeckel schleift, ist das Variieren der Lautstärke einfacher. Halte den Drehknopf fest und ziehe ihn so an, dass ein kleiner Spalt zwischen dem Gehäusedeckel und dem Drehknopf bleibt.

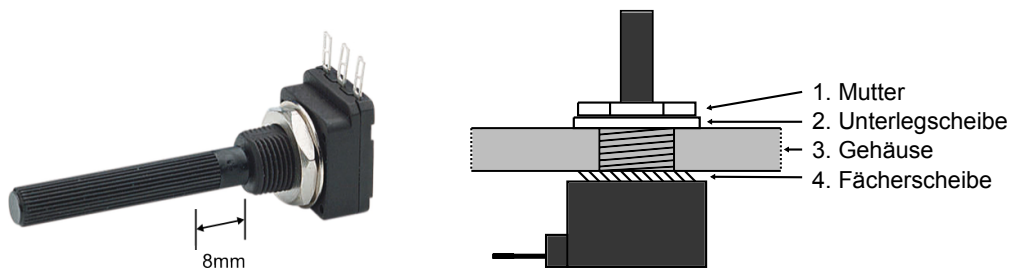
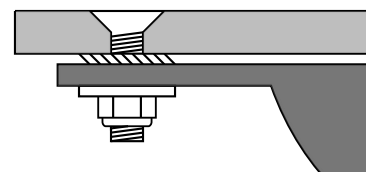


Abbildung 12: Kürzung der Welle und Verschraubung des Potentiometers

7.2 Lautsprecher

Der Lautsprecher wird mit vier Torx-Senkschrauben M4x12 und vier Sicherungsmuttern verschraubt. Zwischen dem Lautsprecher und dem Gehäusedeckel müssen vier M4 Fächerscheiben platziert werden. Die Anschlüsse des Lautsprechers sollten nach rechts zeigen, da ansonsten die Crimphülsen an der Leiterplatte anstossen.



7.3 Verdrahten

Potentiometer

Die drei grünen Kabel werden wie folgt an der Leiterplatte angelötet, wobei die Nummern für das jeweilige Bein des Potentiometers stehen (siehe Abb. 7.3).

- 1 an P1
- 2 an P2
- 3 an P3

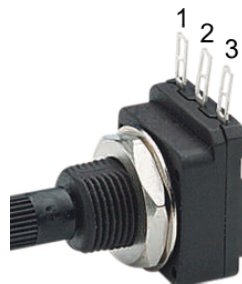


Abbildung 13: Anschlüsse Potentiometer

Lautsprecher

Nachdem das offene Ende des grauen und roten Kabels verdreht und verzinkt wurde, werden sie an die Leiterplatte angelötet:

- Rot an LS+
- Grau an LS-

Audiobuchse

Nach dem Verdrehen und Verzinnen der gelben Kabel für die Audiobuchse werden diese wie folgt angelötet:

- R an AR
- L an AL
- GND an AGND

Die Buchse kann jetzt auch verschraubt werden, siehe Abb. 14.

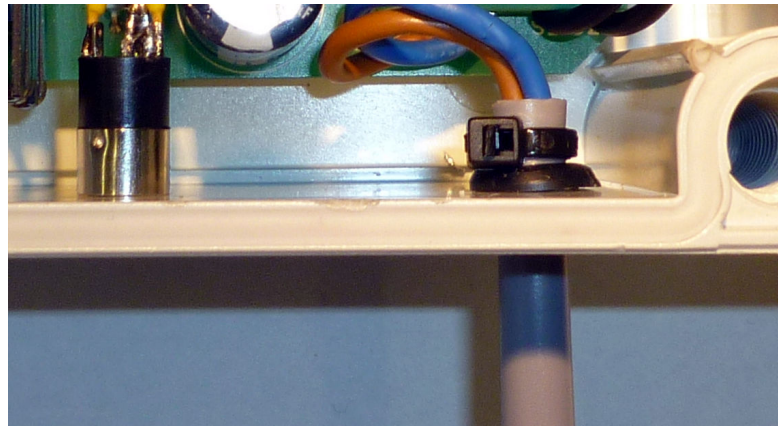


Abbildung 14: Audiobuchse und Netzkabel

Netzkabel und Schalter

Nun muss die Gummitülle ins Gehäuse eingesetzt werden. Danach wird das Netzkabel hindurch geführt und die Kabel werden wie folgt angeschlossen:

- **Neutralleiter** (blau) an **N** der Printklemme X1.
- **Polleiter** (braun) an **L** der Printklemme X1.
- Die beiden identischen **Netzschalterkabel** (schwarz) mit der Aderendhülse an **S1** und **S2** der Printklemme X1 und mit den Flachsteckhülsen zum Schalter.

Jetzt kann die Leiterplatte mit vier Schrauben am Gehäuseboden fixiert werden. Zudem muss das Netzkabel von innen mit einem Kabelbinder gesichert werden, sodass bei einem Zugversuch am Kabel dieses nicht rutscht. Um den Bau deiner Soundbox abzuschliessen, wird der Deckel mit dem Gehäuseboden verschraubt.

Viel Spass mit gutem Sound wünscht das E4You-Team.