

# Internet-Radio

## Bastelprojekt für Elektronik-AGs

### Inhaltsverzeichnis

1. Einführung.....	1
2. Aufbau.....	4
2.1. Steuerplatine.....	4
2.2. Spannungsversorgung.....	7
2.3. Lautstärke-Modul.....	9
2.4. Lautsprecher.....	11
2.5. Drehgeber.....	12
2.6. Display.....	13
2.7. Letzte Verdrahtung.....	14
3. Inbetriebnahme.....	15
3.1. Aufnahme ins WLAN.....	15
3.2. Konfiguration der Senderlisten.....	17
4. Details zur fertigen Platine.....	18
5. Hinweise.....	20
6. Bauteile.....	21

## 1. Einführung

Ein Internet-Radio empfängt im Gegensatz zu einem richtigen Radio nicht die von einem Sender ausgestrahlten Funkwellen und bringt die Sprache bzw. Musik nicht mittels Demodulation zu Gehör, sondern es werden über eine WLAN Internet-Verbindung die ebenfalls von vielen Radiosendern weltweit zusätzlich bereitgestellten Audio-Streams „empfangen“ und abgespielt (ähnlich wie bei YouTube). Statt einer „Frequenz“ für eine Radiostation wählt man bei diesem Radio eine also eine Web-Adresse aus.

Das hier vorgestellte Internet- oder Web-Radio nutzt als zentralen „Computer“ einen Mikrocontroller aus der ESP32-Familie. Es handelt sich dabei nicht um einen vollständigen PC, die Rechenleistung ist viel geringer. Dafür kommt er mit sehr wenig Strom aus und kann aus einem Akku betrieben werden. Am Gerät können die Lautstärke und der Sender (aus einer Liste) ausgewählt werden.

Die Konfiguration der Senderlisten erfolgt dabei initial über die im Programmcode hinterlegte Liste, kann aber danach über ein Web-Portal verändert werden, welches der Mikrocontroller bereit stellt, nachdem er sich in das (heimische) WLAN eingehängt hat. Über das WLAN bekommt der Mikrocontroller auch Zugriff auf das Internet.

*Ein wichtiger Hinweis: Die Rechenleistung des ESP32 reicht nicht aus, um verschlüsselte Webstreams (erkennbar am Präfix **https**) zu dekodieren. Es können nur Web-Dienste mit dem Präfix **http** verwendet werden. Auch zeigt die Erfahrung, dass manche Streams trotzdem nicht dekodiert werden können – hier ist Ausprobieren notwendig.*

Dieses Projekt basiert auf einem Bauvorschlag und einem Teile-Bausatz von AZ-Delivery. Der Bausatz ist hier verfügbar: <https://www.az-delivery.de/products/internet-radio-mit-dem-esp32>, es sind aber noch weitere Teile erforderlich.

Zu diesem Projekt gibt es auch ein Blog, in welchem weitere Informationen, aber auch Verbesserungen und ein Forum verfügbar sind:

<https://www.az-delivery.de/blogs/azdelivery-blog-fur-arduino-und-raspberry-pi/internet-radio-mit-dem-esp32>

Für den gemeinsamen Aufbau in einer Schüler-AG können mehrere Bausätze bestellt bzw. zusammengestellt werden, ebenso kann eine Platine mit Bestückungsaufdruck als Ersatz für die Lochraster-Platine erstellt werden, um Lötanfängern den Bau des Gerätes zu vereinfachen.

*Es ist sinnvoll, dem Schülerbausatz auch vorkonfektionierte Kabel beizulegen und der Spannungsregler sollte bereits vorab auf 5,2V voreingestellt werden (die meisten stehen auf 12V, was dann schnell zur Zerstörung des Gerätes führen kann).*

Links zu einem funktionierenden Code sowie den aktualisierten 3D-Druckdateien, wie sie im oben genannten Forum veröffentlicht wurden, sind in einem Git-Repository abgelegt. Dort finden sich auch die KiCad- und Gerber-Dateien für die Herstellung der Platine bei einem Auftragsfertiger.

<https://github.com/dl1ekm/Internetradio>

Im Folgenden wird der Aufbau des Gerätes Schritt für Schritt für Anfänger anschaulich erklärt. Nicht beschrieben wird die Herstellung des 3D-gedruckten Gehäuses (dazu sollten sich erfahrene Maker finden). Ebenso sollten die ESP-Boards bereits vorab mit einer Firmware bestückt werden, da die doch etwas komplizierte Kompilierung (wie unter den Links beschrieben) für jüngere Schüler eine unnötige Hürde darstellt.

Das folgende Bild zeigt den Aufbau eines Prototypen:



Fertige Innenansicht:



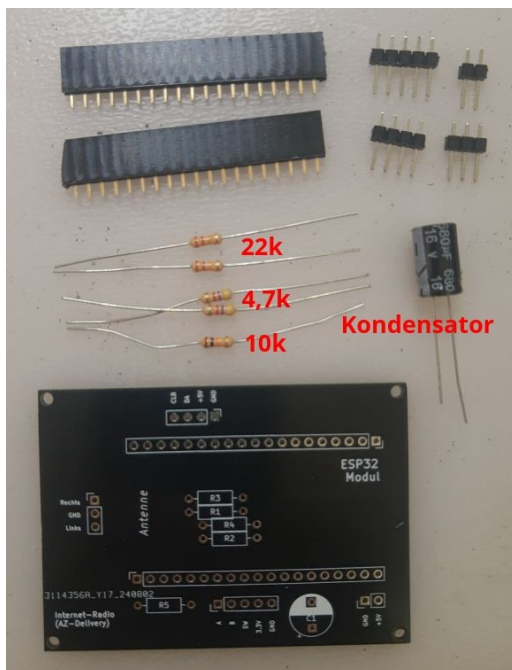
## 2. Aufbau

Der Aufbau des Gerätes erfolgt in mehreren Schritten. Zunächst werden einzelne Module zusammengebaut, welche dann nachher in das Gehäuse eingebaut werden.

### 2.1. Steuerplatine

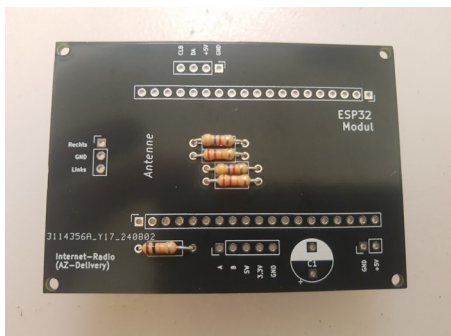
Für den Zusammenbau werden folgende Teile gebraucht:

- Platine
- Widerstände
- Kondensator
- Federleisten
- Stift-Leisten

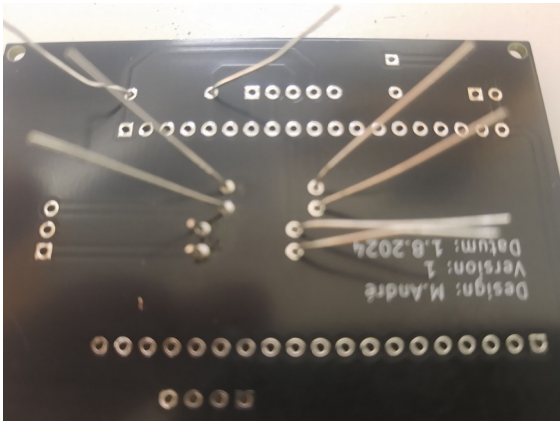


Zunächst werden die Widerstände gemäß dieser Tabelle eingesteckt und auf der Rückseite die Beinchen leicht umgebogen.

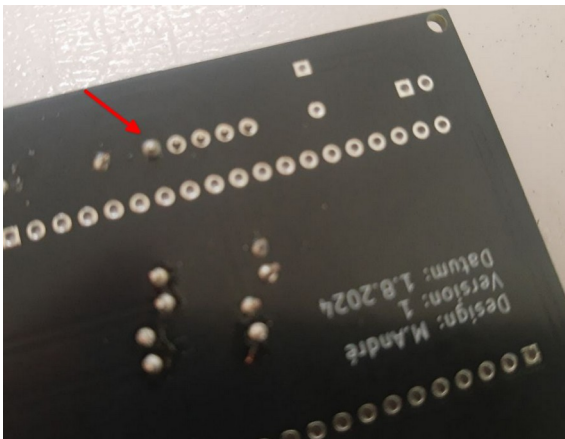
R1, R2	22kOhm
R3, R4	4,7kOhm
R5	10kOhm



Auf der Rückseite werden die Widerstände angelötet und dann die Beinchen abgeschnitten.



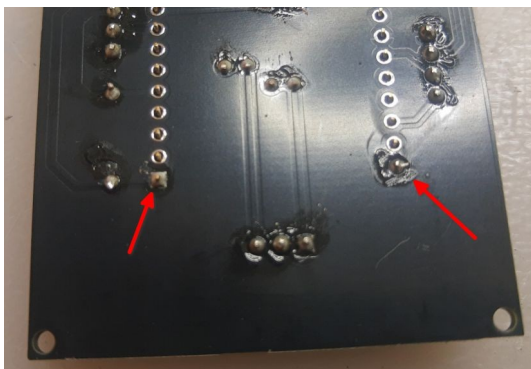
Als nächstes werden die 5er, 4er, 3er und 2er Stiftleisten eingesetzt. Dazu wird erst eine Leiste eingesetzt, dann an einer Stelle verlötet:



und geprüft, ob die Leiste gerade ist (sonst die Lötstelle noch einmal erhitzen und Stiftleiste gerade rücken).

Erst danach werden alle anderen Lötstellen der Leiste festgelötet.

Genau so wird auch mit den zwei 19-poligen Federleisten verfahren: Erst an einem Punkt anlöten, Ausrichtung prüfen und dann alle anderen Punkte festlöten:



Zum Schluss wird der Kondensator eingelötet – genau wie die Widerstände auch. Dabei muss auf die Polarität geachtet werden (plus und minus). Minus ist auf der Platine



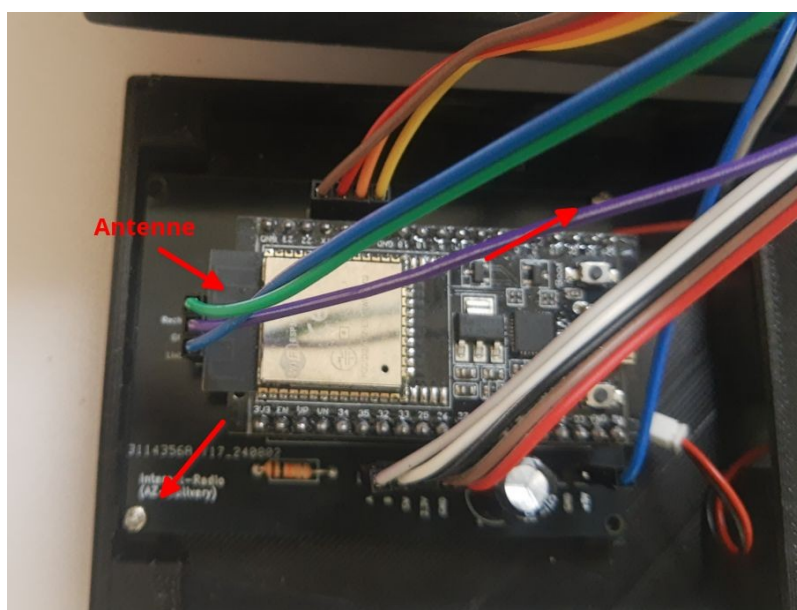
beschriftet und mit einer weißen Fläche gekennzeichnet. Am Kondensator ist dies ebenfalls mit „-“ und einem weißen Streifen erkennbar:



Am Ende sieht die Platine wie folgt aus:



Als letztes wird die Platine in das Gehäuse eingesetzt. Der Mikrocontroller kann bereits eingesetzt werden (ohne Verdrahtung), wenn er schon programmiert wurde. Bitte auf die richtige Richtung achten – auf der Platine ist beschriftet, in welche Richtung die Antenne zeigen muss. Für die Befestigung reichen zwei diagonal gegenüberliegende Schrauben:



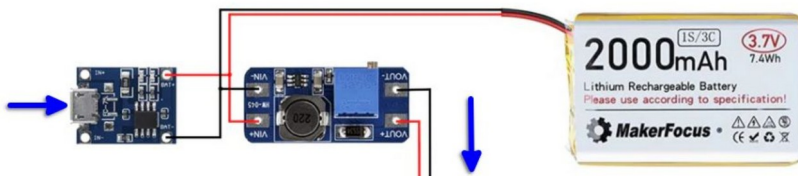
## 2.2. Spannungsversorgung

Das Internetradio kann entweder über eine 5V-Spannungsversorgung (Mikro-USB) erfolgen (z.B. ein Handy-Ladegerät oder eine Powerbank) oder über den integrierten Akku, welcher ebenfalls über die USB-Buchse geladen werden kann.

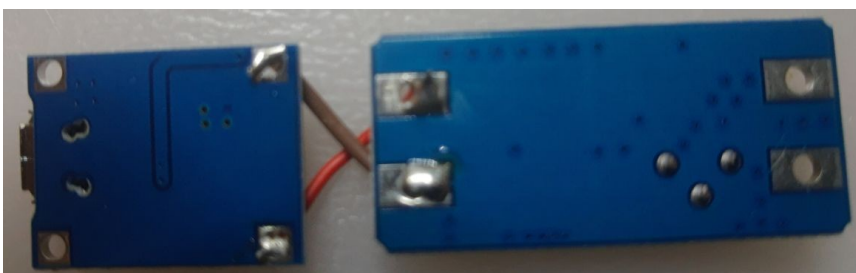
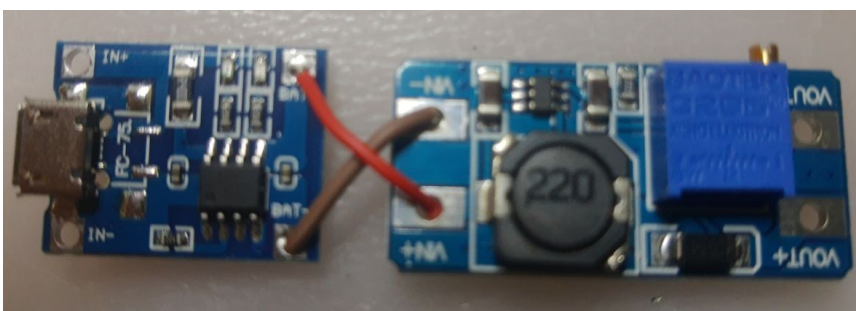
*Wichtiger Hinweis: Bevor die Spannungsversorgung zusammengebaut wird, sollte das Spannungsregler-Modul bereits auf 5,2V (etwas über 5V) eingestellt werden, da diese üblicherweise im Auslieferungszustand auf 12V eingestellt sind. Dazu am besten vorab mit einem Labornetzteil 3,7V auf den Eingaben und am Ausgang eine Spannung von 5,2V einstellen. Für eine Schüler-AG sollte dies vorab durchgeführt werden, um Zerstörungen des Controllers zu verhindern.*

Die hier verwendeten Komponenten arbeiten wie folgt zusammen:

- Der Laderegler (Platine mit USB-Anschluss) stellt aus den 5V des USB-Eingangs eine Spannung von 3,7V – 4,2V (Ladeschlussspannung) zur Verfügung, um einen daran angeschlossenen Akku zu laden.
- Das nachfolgende Spannungsreglermodul (mit dem blauen Potentiometer) macht dann aus den 3,7V des Akkus wieder 5V für den Betrieb des Internet-Radios.

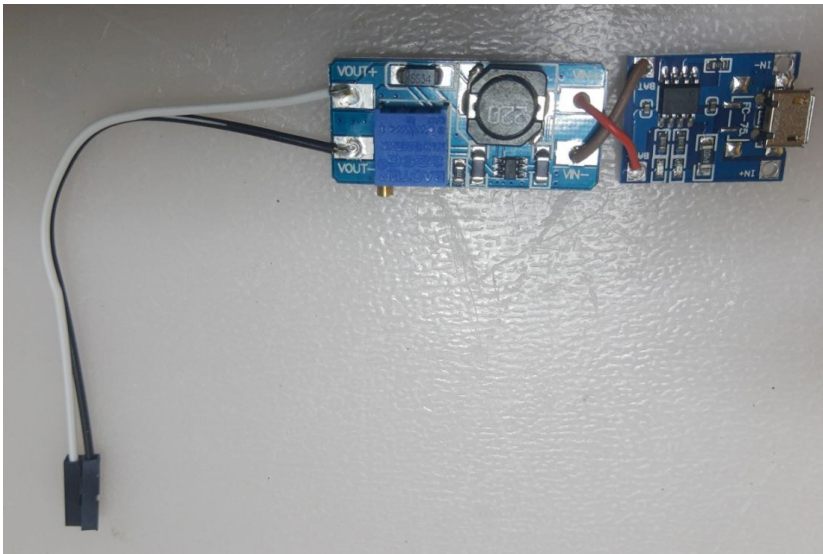


Zunächst verbindet man das Ladereglermodul (links) mit dem Spannungsregler (rechts) mit zwei kurzen Kabeln. **BAT+ wird mit VIN+ verbunden, BAT- wird mit VIN- verbunden:**

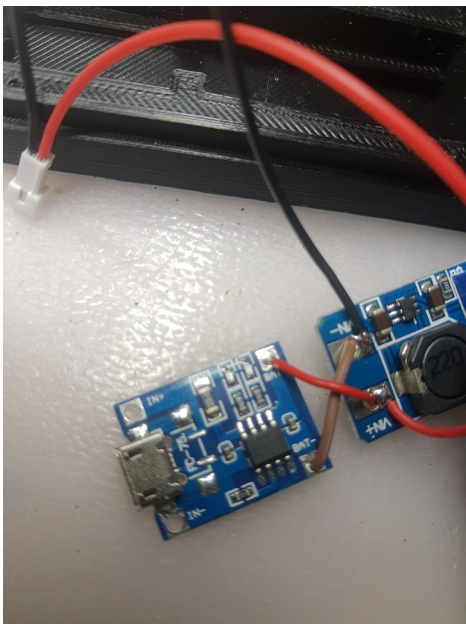


Nun wird das Stromversorgungskabel für den Mikrocontroller angelötet (10cm Doppel-Kabel). Bitte merken, welches Kabel an VOUT+ (+) und welches an VOUT- (-) angelötet

wird. Es bietet sich an, für + eine Farbe wie Rot oder Weiß zu nehmen und für – eher Braun oder Schwarz.

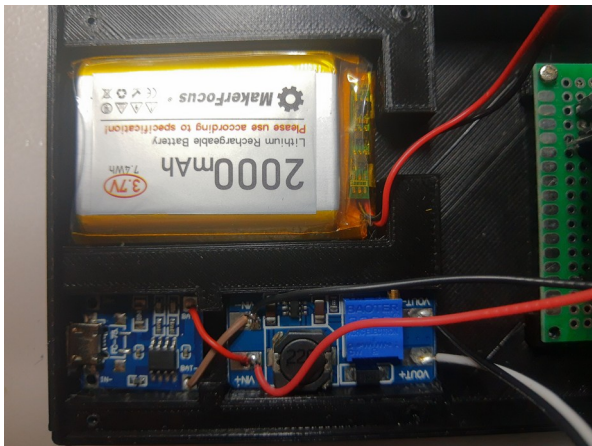


Danach wird noch das Anschluss-Kabel für den Akku angelötet.  
**ROT** wird mit **VIN+** und **SCHWARZ** mit **VIN-** verbunden:



Zum Schluss wird der Akku und die Spannungsversorgung in das Gehäuse eingesetzt. Der **Akku sollte NOCH NICHT** angeschlossen werden:





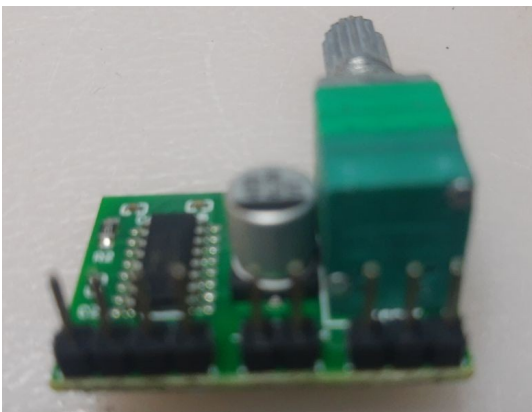
Als letztes wird der Deckel aufgeschraubt, zwei Schrauben diagonal in den Ecken reichen aus:



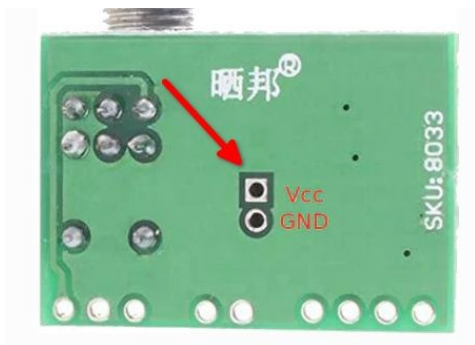
**Hinweis:** Bei den originalen Deckeln wird der Laderegler nicht richtig fixiert. Daher hier bitte etwas unterklemmen.

## 2.3. Lautstärke-Modul

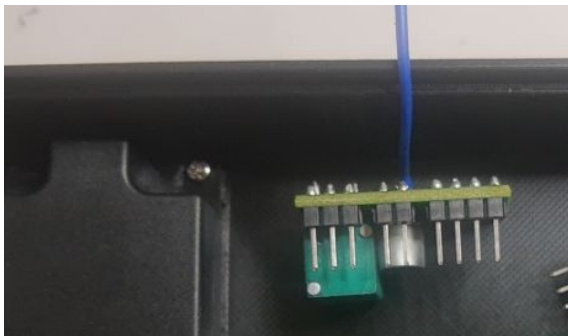
Zunächst werden auf dem Modul 3 Stiftleisten (2-, 3- und 4-polig) montiert. Hier ist wieder wie bei Platine vorzugehen: Erst einen Pin anlöten, Ausrichtung prüfen und ggf. korrigieren und dann den Rest anlöten.



Auf der Rückseite wird an den eckigen Lötanschluss (Vcc) ein 10cm Kabel gelötet – über das Modul wird die Spannung für das Radio später ein- und ausgeschaltet:

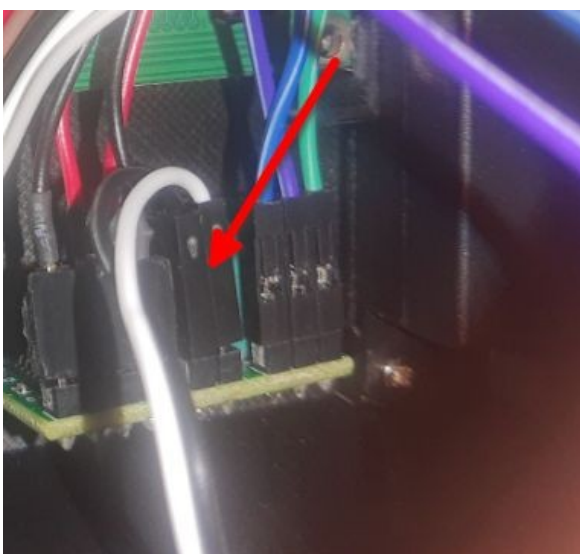


Nun kann das Modul in das Gehäuse (Bohrung) eingesetzt werden. Dazu die Unterlegscheiben und die Mutter entfernen, das Poti von innen durch das Loch stecken und von außen die Unterlegscheibe und dann die Mutter wieder aufsetzen und festziehen (mit einer Zange)- Zum Schluss kann ein Knopf aufgesteckt werden.



Die zwei Kabel der Spannungsversorgung (aus Kapitel 2.2) können nun mit dem Lautstärkemodul verbunden werden.

**ACHTUNG: Das Kabel von VOUT+ muss auch mit + verbunden werden, das von VOUT- mit -. Bitte vor dem Einschalten kontrollieren lassen.**



## 2.4. Lautsprecher

Zunächst werden die zwei Lautsprecher an die 4-polige Federleiste angelötet. Die roten Kabel kommen nach innen, die schwarzen nach außen.

Beim Anlöten wird die Federleiste von der „3. Hand“ festgehalten. Tipp: Nicht zu lange mit dem Lötkolben „braten“, da sonst das Kunststoff der Federleiste schmilzt:



Danach werden die Lautsprecher im Gehäuse festgeschraubt. Zwei diagonal gegenüberliegende Schrauben sollten reichen:



Die Lautsprecher können nun mit dem Lautstärke-Modul verbunden werden:

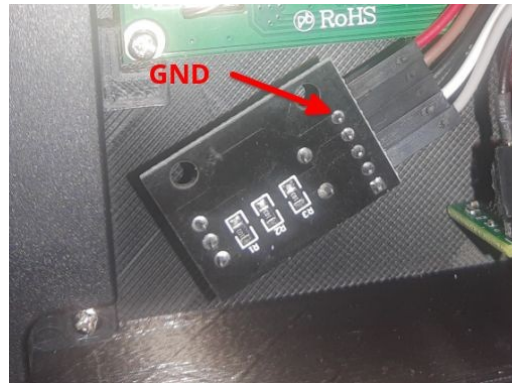
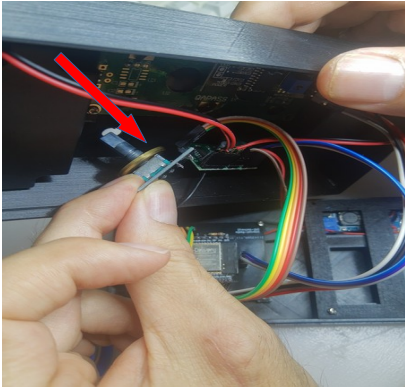


## 2.5. Drehgeber

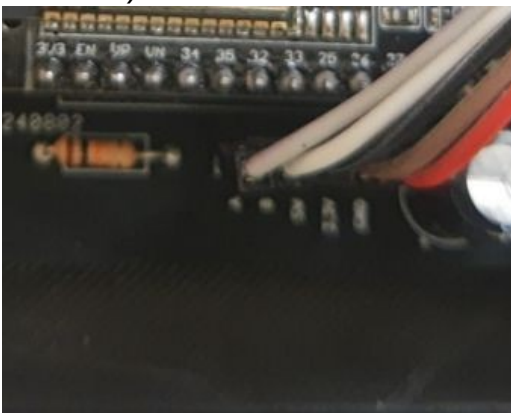
Durch Drehen können später die Sender eingestellt und durch Druck auf den Knopf bestätigt werden.

Zunächst werden 5 20cm Kabel Drehgeber befestigt (bitte merken, wo GND ist und welches Kabel dies ist).

Dann wird das Modul in die Frontplatte eingesetzt: Unterlegscheibe und Mutter entfernen, dann Abstandsmutter aufsetzen, dann von hinten durch das Loch schieben und auf der Front mit Unterlegscheibe und Mutter festziehen:



Die 5 Kabel werden nun in der gleichen Reihenfolge auf der Platine am Anschluss „Drehgeber“ befestigt. Dabei unbedingt auf die gleiche Reihenfolge und Ausrichtung (GND auf GND) achten:



Zum Schluss wird außen der Knopf aufgesetzt. Bitte beachten – es gibt eine Auskerbung an dem Drehgeber und eine passende Halterung im Inneren des Knopfs.





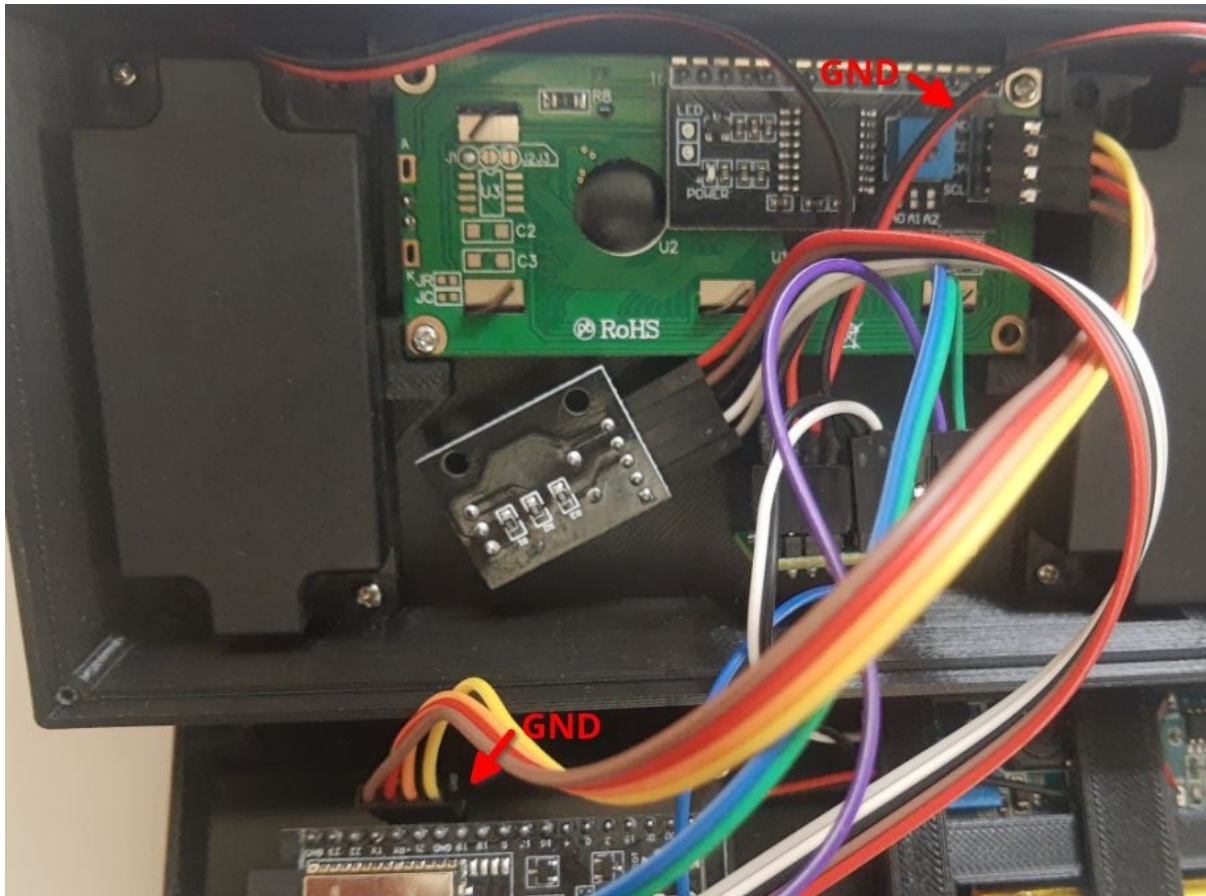
## 2.6. Display

Als letztes wird das Display eingesetzt und mit 2 Schrauben befestigt.

Achtung:

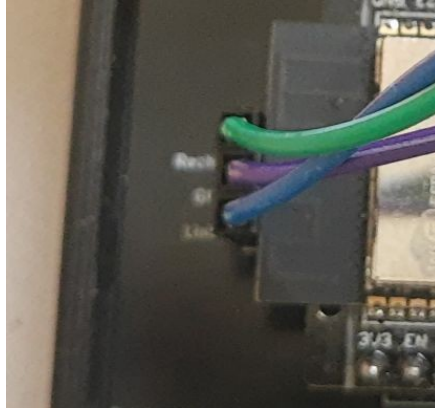
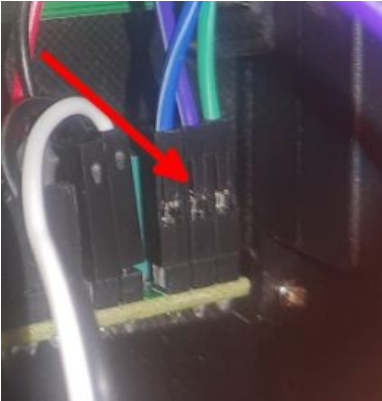
- Vor dem Einbau müssen die 4 Pins des Huckepack-Moduls um ca. 40° nach oben gebogen werden, da sie sonst mit dem Lautsprecher kollidieren
- Am besten direkt die 4 20cm Kabel anschließen und merken, wo GND ist.

Nach dem Befestigen wird das 4-adrige Kabel auf der Steuerplatine am Anschluss „Display“ befestigt. Auch hier auf gleiche Reihenfolge und Ausrichtung (GND → GND) achten.

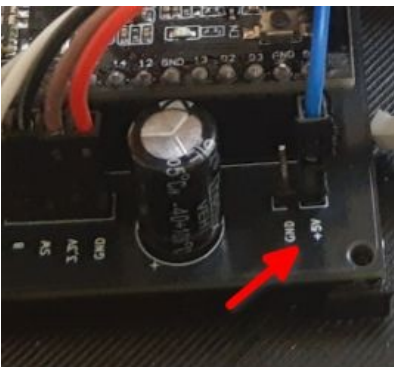


## 2.7. Letzte Verdrahtung

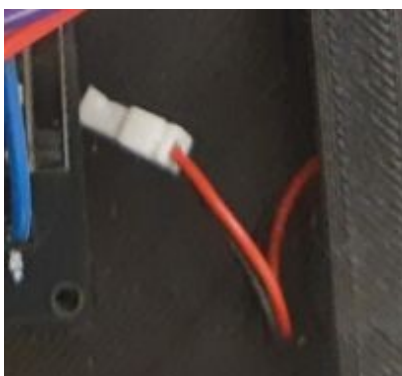
Vom Lautstärkemodul wird nun noch ein 3-adriges 20cm Kabel zur Steuerplatine gelegt. Der mittlere Pin ist Minus/GND – die anderen beiden sind links (L) und rechts (R). Bitte drauf achten, dass L mit Links und R mit Rechts verbunden wird (Kennzeichnung jeweils auf der Platine):



Nun wird das ein-adrige Strom-Kabel vom Lautstärke-Modul (Rückseite) mit dem Schluss POWER +5V auf der Steuerplatine verbunden:



Als letztes wird das Akku-Kabel angesteckt (vorher bitte noch einmal alle Anschlüsse auf richtige Polarität prüfen):



Nach der Inbetriebnahme (siehe Kapitel 3) kann das Gehäuse mit 4 langen Schrauben geschlossen werden.

### 3. Inbetriebnahme

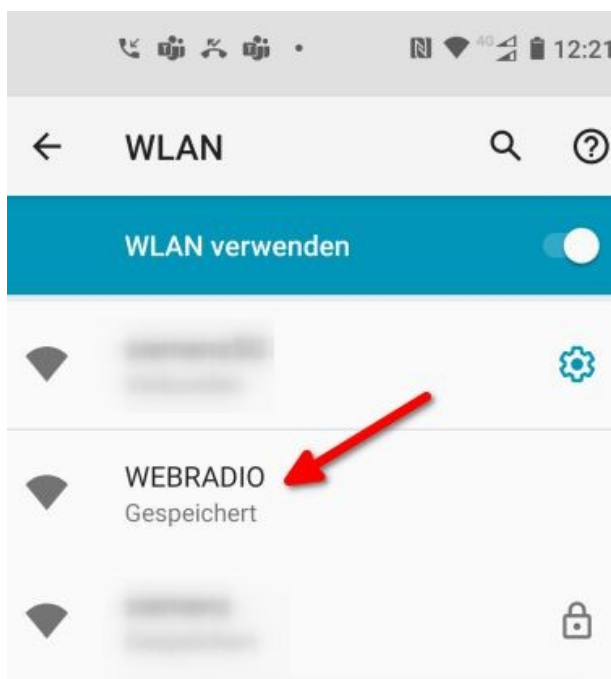
#### 3.1. Aufnahme ins WLAN

Wenn das Gerät zum ersten mal eingeschaltet wird, spannt es einen eigenen Hotspot auf und meldet sich das Display mit

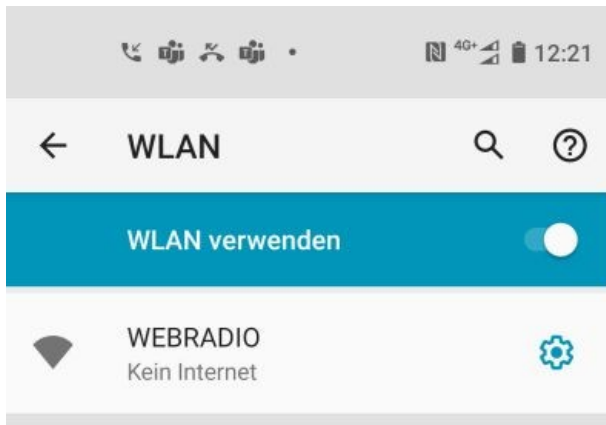


Mit diesem WLAN muss man sich nun mit dem Smartphone verbinden. Zunächst unbedingt „Mobile Daten“ ausschalten!

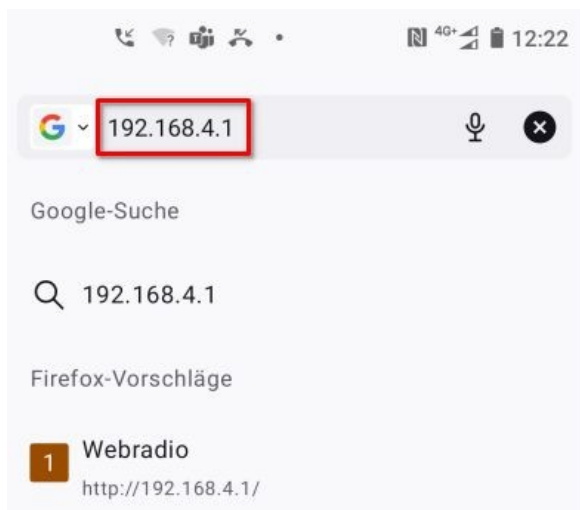
Dann sucht man in der WLAN-Liste des Smartphones das neue Netz:



Nach dem Verbinden sieht es so aus:



Nun gibt man im Internet-Browser auf dem Smartphone die angezeigte IP-Adresse ein und klickt auf Suchen:



Es erscheint die folgende Seite, auf welcher man die Zugangsdaten zum (heimischen) WLAN eingibt:





Wenn sich das Internet-Radio erfolgreich mit dem WLAN verbinden konnte, kommt eine Meldung in der folgenden Form (die IP-Adresse hängt von der Konfiguration des heimischen Internet-Routers ab):



Danach verschwindet der AP Hotspot wieder und das Smartphone verbindet sich mit dem bisherigen WLAN. Mobile Daten können nun wieder aktiviert werden.

Andernfalls müssen die Schritte aus diesem Kapitel wiederholt werden.

### 3.2. Konfiguration der Senderlisten

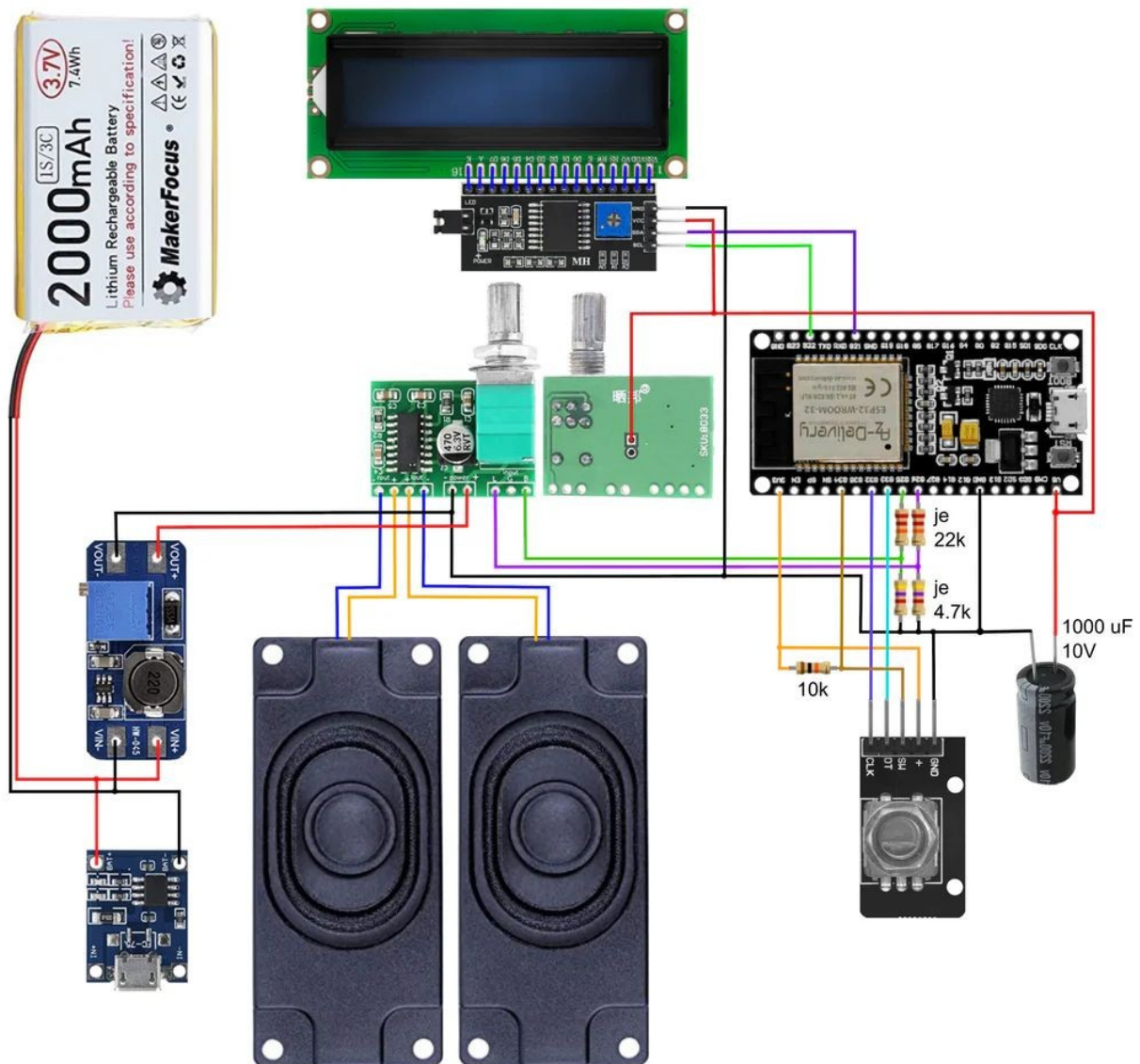
Mit einem PC (oder Smartphone) kann nun die angezeigte IP-Adresse (hier 192.168.1.74) eingeben, um die Senderlisten zu konfigurieren (2).

Zum Speichern auf **SPEICHERN** (1) drücken.

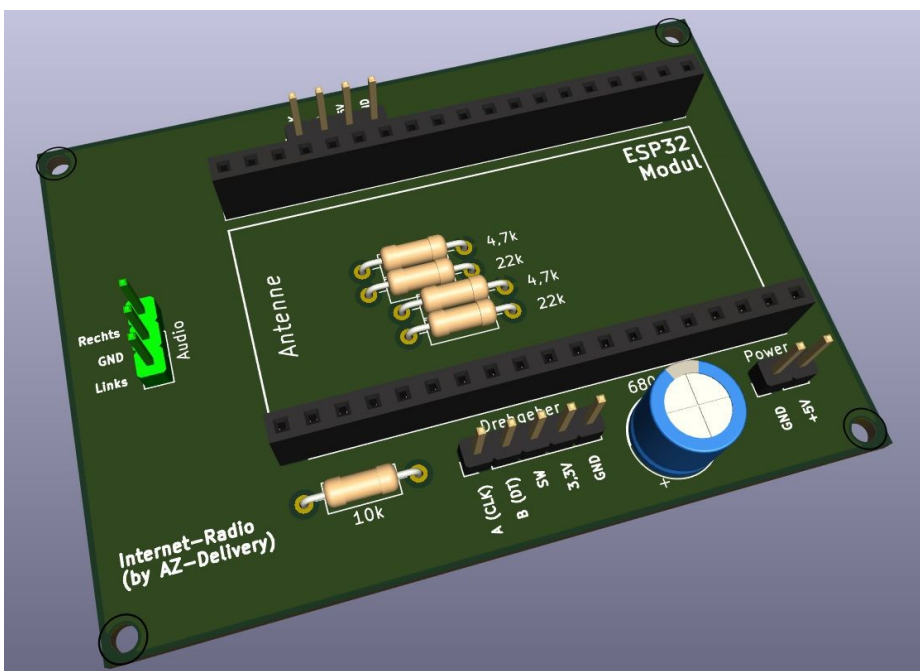
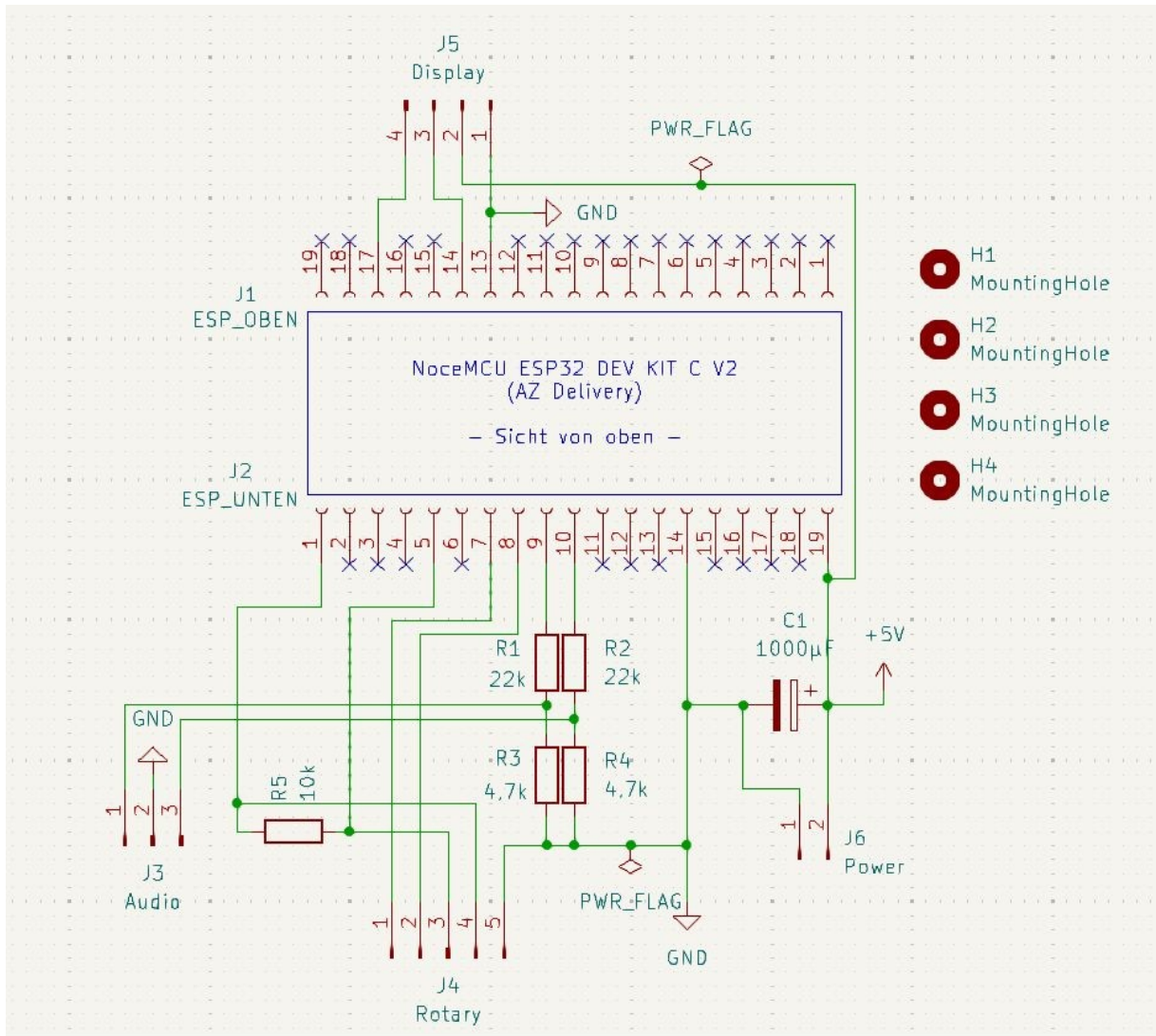


## 4. Details zur fertigen Platine

Ausgehend von dem Verdrahtungsplan (AZ-Delivery)



Wurden folgende Schaltpläne und Platinen erstellt:



## 5. Hinweise

### Noch einige Tipps aus der Praxis:

- Beim Herstellen des Gehäuses kann sehr schnell Warping auftreten. Ich finde das aber nicht schlimm, das sieht finde ich sogar gut aus.
- Wie mehrfach diskutiert haben die originalen 3D-Druck-Dateien einen Fehler beim Deckel und bieten etwas wenig Raum für die Kabel. Angepasste Varianten wurden im Forum verlinkt, sind aber auch im Git-Repo abgelegt.
- Leider haben die Mini-Lautsprecher keinen passenden Anschluss für das Verstärker-Modul. Daher habe ich die Kabel auf 12cm gekürzt und auf eine 4-polige Federleiste gelötet, welche dann auf das Modul gesteckt wird.
- Die Anschlüsse des I2C-Moduls am Display müssen hochgebogen werden, sonst passt es nicht mit dem daneben liegenden Lautsprecher. Falls die Displays separat bestellt werden empfehle ich, gleich welche mit fest angelötetem I2C-Wandler zu bestellen.

### Zu den verwendeten Teilen:

- Für die Beschaffung der Schrauben gibt es im Forum mehrere Hinweise, ich habe dieses Set verwendet und konnte damit über 10 Bausätze versorgen, wenn nur 2-3 statt 4 Schrauben für Platine etc. verwendet werden: <https://amzn.eu/d/iMT5Dsp>
- Die meisten 1000µF Kondensatoren haben eine zu hohe Bauhöhe, dann lässt sich zumindest das originale Gehäuse nicht mehr schließen. Sie dürfen nur eine Bauhöhe von 12mm haben. Evtl. müssen Kondensatoren für 10V oder 16V verwendet werden, ich habe letztlich kleinere 680µF Kondensatoren aus diesem Set verwendet: <https://amzn.eu/d/7NRT8zX>
- Für die Akkus habe dieses 4er Sets verwendet: <https://amzn.eu/d/23D9btX>
- Bei ebay habe ich Adapter-Kabel für den Anschluss der Akkus erstanden (JST SH 1.25, z.B. ebay 172580248750)
- Die Sockel für den ESP32 habe ich mit aus kostengünstigen 40-poligen Leisten zwei 19-polige ausgesägt (z.B. ebay 153892819300).
- Die notwendigen Federleisten für die Platine und den Verstärker-Baustein findet man auch bei ebay (z.B. 40er Leisten) und bricht dann die passenden Längen ab (z.B. ebay 153892819300).
- Für die Widerstände (oder auch die Kondensatoren) habe ich günstige Pakete von [www.pollin.de](http://www.pollin.de) genutzt.
- Jumperkabel habe ich bei ebay gekauft, z.B. 263783505315 und 266268019320
- Bei den Drehknöpfen habe ich die Erfahrung gemacht, dass auf den Lautstärkeregler zwar gut 6mm-Knöpfe (z.B. ebay 264259842471) passen, aber beim Drehgeber nicht, da hat sich einer Variante mit „D-Type“ bewährt (z.B. ebay 266268019320)



## 6. Bauteile

In Ergänzung zu den Listen von AZ-Delivery hier eine (vollständige) Liste inkl. aller Kleinteile:

Anzahl	Bauteil	Bemerkung
1	ESP32 Development Board	Wenn nicht von AZ-Delivery, auf Bauform und PIN-Kompatibilität achten!
1	Audio-Verstärker 3W PAM8403	
2	Lautsprecher Dfplayer Mini 3 Watt	
2	Widerstände 4.7 kOhm	
2	Widerstände 22 kOhm	
1	Widerstand 10 kOhm	
1	Elko 1000uF / 10V	Achtung: Maximale Bauhöhe 12mm!
1	3.7V Akku 2000mAh	„Bauform“ 103454 mit JST-Anschluss 1,25
1	Laderegler TP4056	
1	DC-DC Step Up Converter MT3608	
1	LCD-Display mit I2C Interface	Wenn möglich direkt die Variante mit aufgelötetem I2C-Adapter verwenden.
1	Drehgeber Encoder KY-040	
1	Lochrasterplatte 50x70	Alternativ die vorgestellte fertige Platine
2	Federleisten 19-polig	Kann gut aus einem 40-poligen Stück hergestellt werden – für ESP32
1	Federleiste 4-polig	Für Lautsprecher
2	Stiftleiste 2-polig	Aus größeren Leisten (40er) ausbrechen
2	Stiftleiste 3-polig	Aus größeren Leisten (40er) ausbrechen
2	Stiftleiste 4-polig	Aus größeren Leisten (40er) ausbrechen
1	Stiftleiste 5-polig	Aus größeren Leisten (40er) ausbrechen
1	Drehknöpfe für 6mm Achse - RUND	Für Lautstärke-Poti
1	Drehknöpfe für 6mm Achse - „D“	Für Drehencoder
1	Gehäuse Frontseite	aus dem 3D-Drucker
1	Gehäuse Rückseite	aus dem 3D-Drucker – Hier gibt es eine Version für mehr Platz
1	Gehäuse Deckel für Akku	aus dem 3D-Drucker – Achtung Fehler im Original, besser Alternative
10-20	Befestigungsschrauben 2.2mm	5-6mm
4	Befestigungsschrauben 2.2mm	20mm
12	Jumperkabel F-F 20cm	Beide Seiten Female
3	Jumperkabel F-x 10cm	Eine Seite Stecker abzwicken zum verlöten
1	Anschlusskabel für Akku	JST 1,25
1	Mutter / Unterlegscheibe	Um den Drehgeber besser montieren zu können
2	Drahtbrücke 2,5cm	Rot und Schwarz zur Verbindung Laderegler mit Spannungsregler