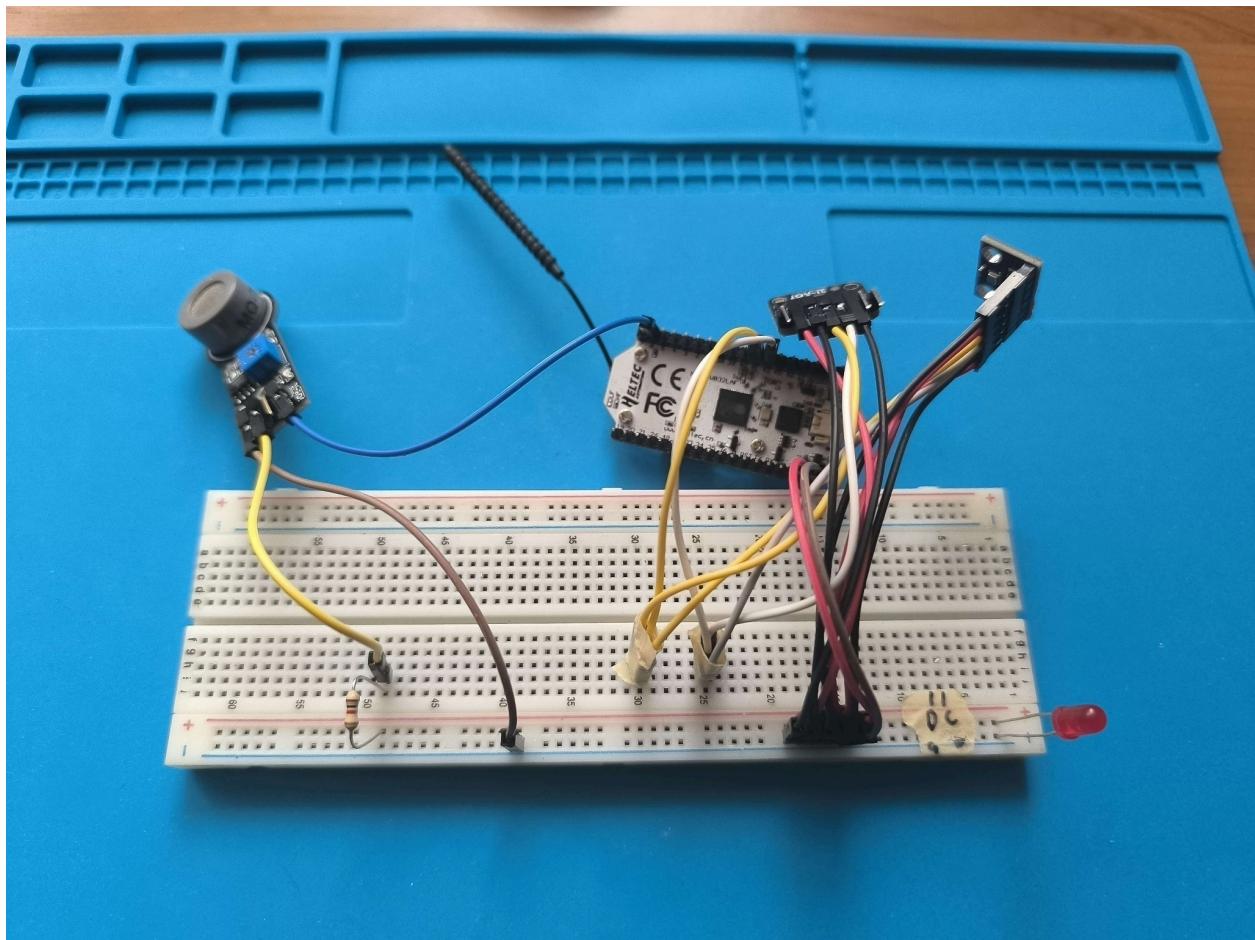


Workshopplan für den Bau einer LoRaWAN Node für ein LoRaWAN Sensorsystem



BAUANLEITUNG

FFW BABELSBERG + UNIVERSITÄT POTSDAM

Oparin, Pottek | 13.03.2025

VERÖFFENTLICHT DURCH DIE UNIVERSITÄT POTSDAM

DOKUMENTENVERSION: 1.2

VERFASSER DIESES DOKUMENTS:

LEON OPARIN &
TOBIAS POTTEK

DESIGNER DES SENSORSYSTEMS

LEON OPARIN &
TOBIAS POTTEK

BESONDERER DANK GEBÜHRT:

- DER UNIVERSITÄT POTSDAM, BESONDERS EDZARD WEBER
 - FF BABELSBERG KLEIN GLENICKE
 - DER MACHBAR POTSDAM

Sicherheitshinweis



Bei der Arbeit mit elektronischen Bauteilen und Werkzeugen besteht stets ein gewisses Risiko für Verletzungen und Sachschäden. Achten Sie deshalb auf einen sauberen und gut beleuchteten Arbeitsplatz, verwenden Sie eine hitzebeständige Unterlage und halten Sie den Bereich frei von unnötigen Gegenständen. Insbesondere beim Löten ist Vorsicht geboten, da heiße Lötzinnspritzer zu schweren Verletzungen führen können. Tragen Sie eine Schutzbrille und gegebenenfalls hitzebeständige Handschuhe, während enganliegende Kleidung verhindert, dass Sie ungewollt an glühenden oder beweglichen Teilen hängenbleiben.

Trennen Sie Geräte immer vom Stromnetz, bevor Sie daran arbeiten, und überprüfen Sie Kabel und Stecker auf mögliche Beschädigungen. Einen Lötkolben sollten Sie nur am isolierten Griff halten und in einen geeigneten Ständer stellen, wenn er nicht in Gebrauch ist. Schalten Sie ihn nach der Arbeit aus und lassen Sie ihn vollständig abkühlen. Sorgen Sie zudem für ausreichende Belüftung oder verwenden Sie einen Rauchabzug, um gesundheitsschädliche Dämpfe abzuleiten. Waschen Sie sich nach dem Umgang mit Lötzinn oder Flussmitteln die Hände, um eventuelle Metall- oder Chemikalienrückstände zu entfernen.

Viele elektronische Bauteile reagieren empfindlich auf elektrostatische Entladungen. Um Schäden zu vermeiden, empfiehlt es sich, ein ESD-Armband zu tragen und eine ESD-Matte zu verwenden. Beachten Sie außerdem lokale Bestimmungen zur ordnungsgemäßen Entsorgung elektronischer Komponenten. Diese Hinweise wurden sorgfältig zusammengestellt, dennoch kann keine Haftung für Schäden oder Verletzungen übernommen werden, die durch unsachgemäßen Gebrauch oder Missachtung der Sicherheitshinweise entstehen. Bei Unsicherheiten oder Fragen ist es ratsam, qualifizierte Fachleute hinzuzuziehen.

WERKZEUGE UND MATERIALIEN

Werkzeuge:

Lötkolben, Strommessgerät, Lötzinn

Materialien (KAUFEN):

Für das geplante Projekt müssen verschiedene Komponenten beschafft werden. Es ist wichtig zu beachten, dass diese Produkte von unterschiedlichen Herstellern bzw. Lieferanten erhältlich sind. Nachfolgend finden Sie eine Liste der benötigten Komponenten, die Sie erwerben müssen. Beachten Sie jedoch, dass je nachdem, welche Sensorik Sie für Ihren Use Case auswählen, im Anschluss potenziell weitere Tools benötigt werden. In diesem Bauplan beschreiben wir, wie wir die Sensorik, die wir in unseren Use Cases verwendet haben, verkabeln.:

ELEGOO 3er Breadboard 830 Pin Solderless Prototype PCB Board Kit für Arduino Proto Shield Distribution Verbindungsblöcke (<https://www.amazon.de/dp/B01MCRZFE5>)

CCS811 Carbon Monoxide CO VOCs Air Quality Numerical Gas Sensors Module High Precision Power Digitaler Gassensor mit extrem geringer Leistung
(https://www.amazon.de/CCS811-Numerical-Precision-Digitaler-Gassensor/dp/B0DDT5QNKB/ref=sr_1_1?_mk_de_DE=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&sr=8-1)

BME 5V Höhenmesser Modul Binghe 2 Stück BME Hochpräzisions Atmosphärendrucksensor Modul IIC I2C SPI Schnittstelle DC 1.8-5V Kompatibel mit Arduino Rasp-Pi
(<https://www.amazon.de/dp/B0DKW8H91H>)

Seamuing ESP32 LoRa V3 Entwicklungsplatine mit 863-928MHz Antenne Integriertes WiFi Bluetooth SX1262 Dual Core Geringer Stromverbrauch mit 0,96 Zoll OLED Display und für Arduino Meshtastic (<https://www.amazon.de/dp/B099ZMQ4L>)

Entwicklerboards - Gassensor, Kohlenmonoxid, MQ-7

(https://www.reichelt.de/de/de/shop/produkt/entwicklerboards_-_gassensor_kohlenmonoxid_mq-7-280115)

Entwicklerboards - Sensor für Luftqualität, CCS811

(https://www.reichelt.de/de/de/shop/produkt/entwicklerboards_-_sensor_fuer_luftqualitaet_ccs811-253655)

Heevhas 120PCS 40Pin Jumper Wire Kabel Breadboard Ribbon Cables 10cm/ 3.93 inch

Female-Female Male-Female Male-Male Steckbrücken Kabel 24AWG Drahtbrücken für

Arduino Breadboard DIY Projekt (<https://www.amazon.de/dp/B0D91D3K3W>)

Youmile 250-Pack (5 Farben x 50-Pack) 3mm LED-Leuchtdiodenlampe diffus sortiert Kit (Weiß Rot Grün Blau Gelb)

(https://www.amazon.de/Youmile-250-Pack-50-Pack-LED-Leuchtdiodenlampe-Sortiert/dp/B07Q1813PN/ref=sr_1_7?__mk_de_DE=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&sr=8-7)

ISY IPP-10001 Powerbank 10000 mAh Schwarz

(https://www.mediamarkt.de/de/product/_isy-ipp-10001-powerbank-10000-mah-schwarz-2955917.html)

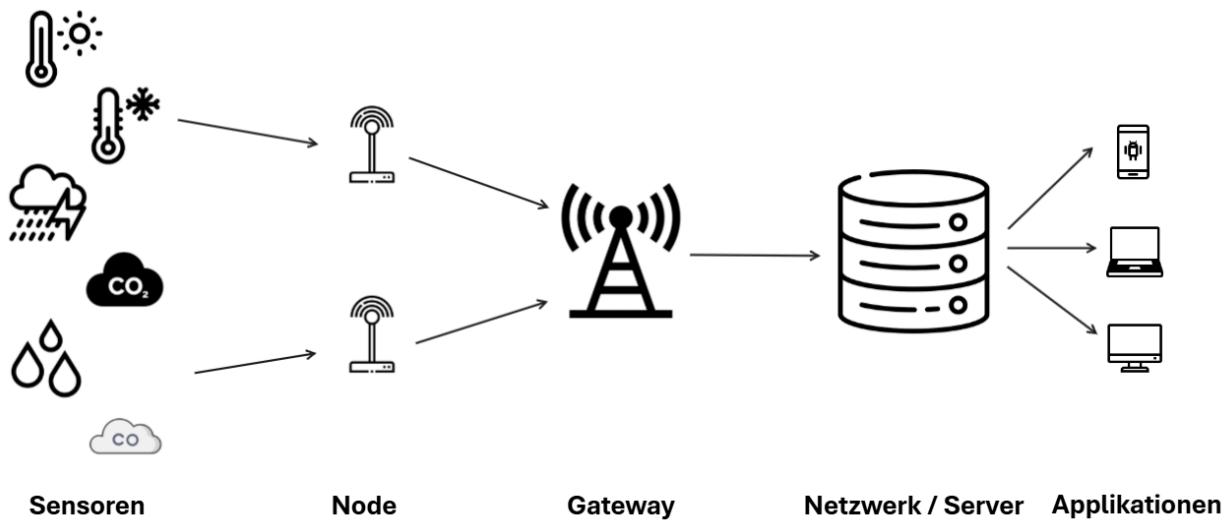
USB C Kabel [2Stück 1M] iPhone 15 Carplay Kabel, USB A auf USB C Kabel Schnellladung für iPhone 16 15 Pro, Samsung Galaxy A55 A53 S24 S23 S22 S21 S20, Google Pixel, Huawei, PS5 Typ C Ladekabel

(https://www.amazon.de/Ladekabel-Schnellladung-Samsung-OnePlus-Controller/dp/B0D56NS4LP/ref=sr_1_10?sr=8-10)

EINFÜHRUNG

Dieses Dokument ist ein Bauplan mit einer Empfehlung, wie man einen Bauworkshop mit Hilfe dieses Bauplans realisieren kann, um den Beteiligten einen guten Überblick zu bieten, wozu dieses Produkt gebaut wird und welche möglichen Einsatzmöglichkeiten mit diesem Produkt möglich sind.

Im Rahmen dieses Bauplans wird eine Node gebaut. Diese Node ist als Knotenpunkt zu verstehen, an dem Sensoren angeschlossen sind, die Informationen an ein Board senden. Dieses Board kann die erhaltenen Daten anschließend weiterleiten. Die Technologie, welche wir mit dieser Node nutzen möchten, heißt LoRaWAN (Long Range Wide Area Network). Mit LoRaWAN können kleine Datenpakete stromsparend über sehr große Distanzen an einen Server übertragen werden, um sie anschließend für weitere Zwecke zu verwenden.



Erklärung der Abbildung:

Das LoRaWAN-System ist wie folgt aufgebaut: In unserem Szenario befinden sich Sensoren an unterschiedlichen Orten. Diese Sensoren sammeln Informationen, die sie zunächst an eine Node weiterleiten. Sobald die Node die Informationen empfangen hat, sendet sie diese entweder direkt an ein Netzwerk bzw. einen Server. Falls das Netzwerk oder der Server nicht direkt erreichbar ist, greifen Gateways die Informationen auf und leiten sie an das Netzwerk weiter. Sobald die Informationen im Netzwerk eingegangen sind, können sie flexibel verwendet und über eine Applikation auf beliebigen Endgeräten dargestellt werden.

BAUSTRUKTUR

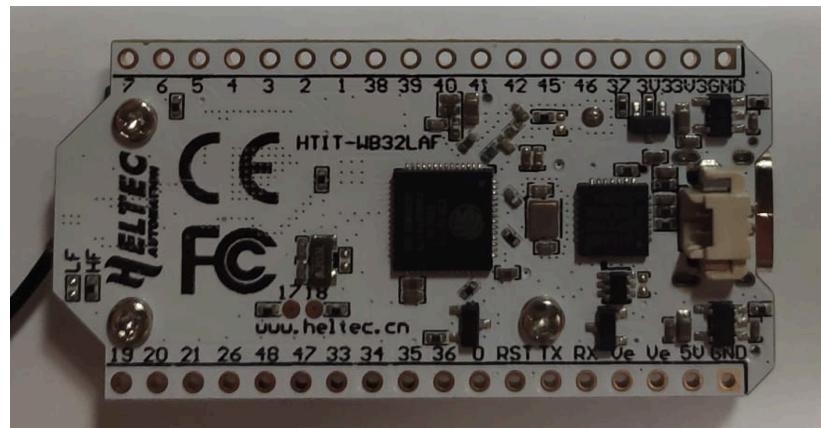
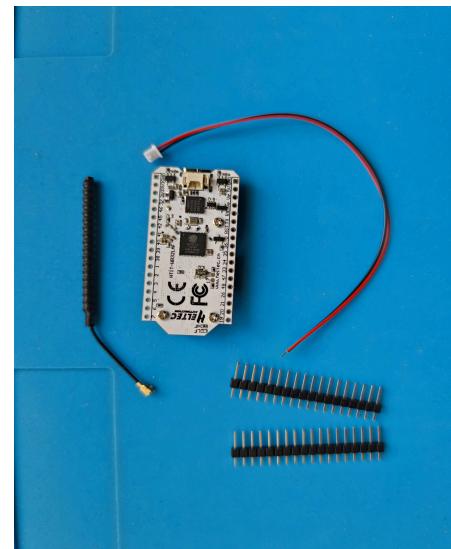
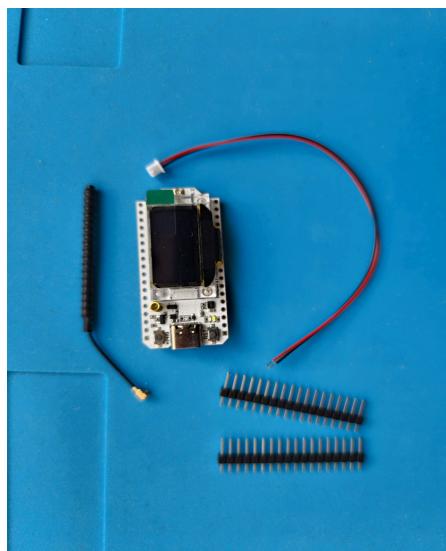
- 1. Löten der Pins ans ESP Board**
- 2. Löten der Pins an die Sensoren**
- 3. Antenne anbringen**
- 4. ESP Board verkabeln**
- 5. Sensoren verkabeln**
- 6. Einsticken der relevanten Teile ans Breadboard**
- 7. Anschließen des ESP Boards an Strom**

Löten der Pins ans ESP Board

Bauphase 1

Der Herzstück unserer Node ist das ESP 32 Heltec LoraBoard. Dieser muss zuerst für unser Vorhaben vorbereitet werden. An dieser Stelle empfehlen wir sehr, dass wenn Sie diesen Bauplan realisieren wollen, dass Sie sich bitte vorher die nötigen Skills mit dem Umgang mit einem Lötkolben aneignen oder sich an eine in Ihrer Nähe vorhandene Fablabs wenden.

Beim Löten ist es unser Ziel, das Heltec-Modul möglichst stabil zu befestigen. Löten Sie daher so viele Pins, bis die seitlich einzusteckenden Pins fest und stabil sitzen. Beachten Sie jedoch unbedingt, dass Sie die folgenden Pins mit anlöten: 42, 41, 6, 5V, 3V3 und GND (Ground). Achten Sie zudem darauf, nicht zu viel Lötzinn zu verwenden, da sonst die Gefahr besteht, dass Kurzschlüsse entstehen. Wir empfehlen außerdem, die Pins an der Bildschirmverbindung nicht mit anzulöten, um das Kabel nicht versehentlich zu beschädigen.

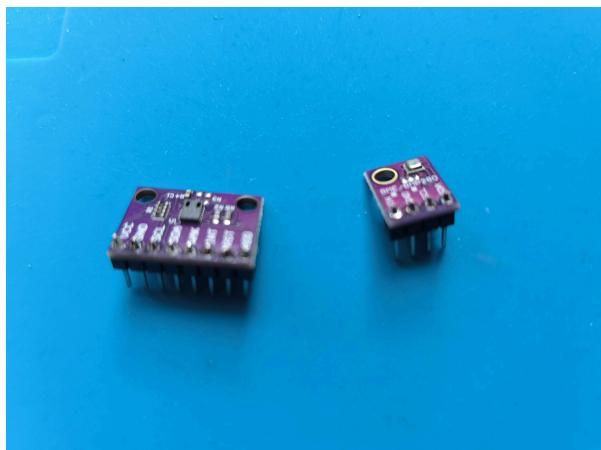


Löten der Pins an die Sensoren

Bauphase 1

Nachdem die Pins am ESP32 Board angelötet wurden, müssen wir nun dasselbe an unseren Sensoren machen. Hierbei müssen wir nichts Großes beachten, außer dass man sicherstellen soll, dass am Ende die Pins stabil am Sensor sind und sich nicht verschieben.

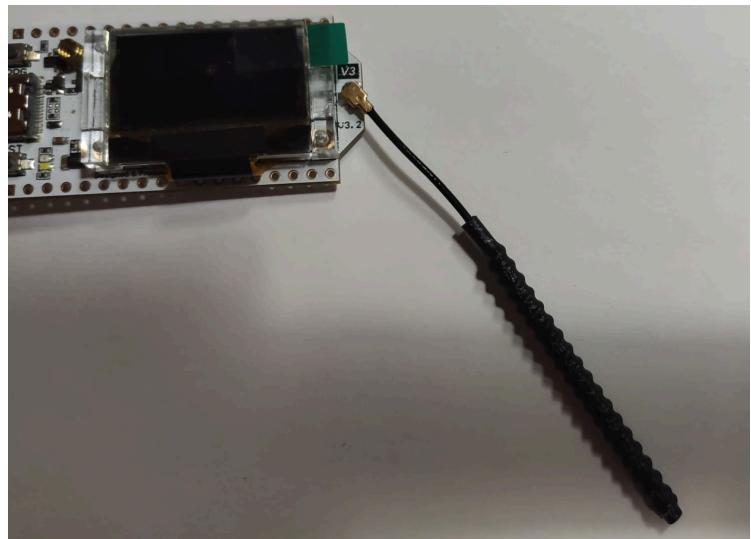
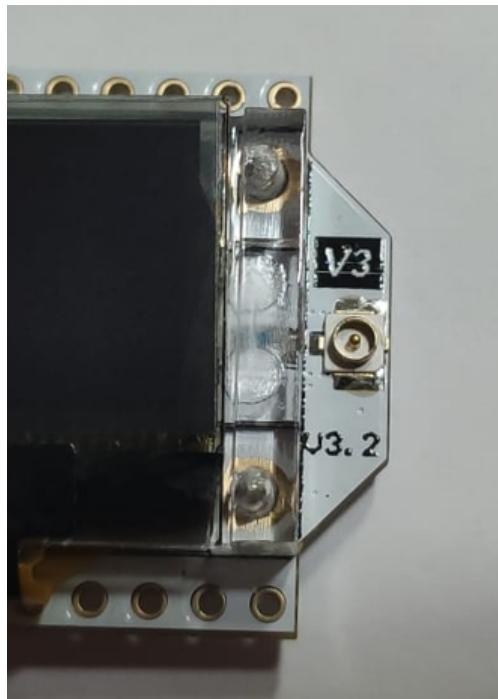
Einige Sensoren schon beim Kauf angelötet, da müssen Sie natürlich in diesem Schritt nichts machen.



Antenne anbringen

Bauphase 1

Dieser Schritt kann direkt am Anfang oder etwas später durchgeführt werden, jedoch muss es auf jeden Fall vor der Anbringung der Batterie stattfinden. Schließen Sie an den vorhandenen Anschluss vom ESP Board die mitgelieferte Antenne an das Board an.



ESP Board verkabeln

Bauphase 2

Nachdem wir nun alle relevanten Pins angelötet haben, müssen wir uns um die Verkabelung kümmern. Dafür greifen wir auf unsere Jump-Wires zurück. Für unser Vorhaben stehen uns drei Varianten zur Verfügung: Female-to-Female, Male-to-Male und Female-to-Male. Benötigt werden jedoch nur die Female-to-Female- und Female-to-Male-Wires (siehe Bilder zur besseren Veranschaulichung).



Female to Male Wire

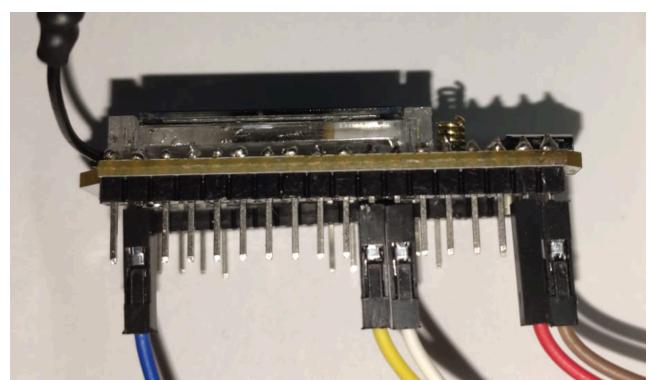


Female to Female Wire



Als Erstes verkabeln wir unser ESP-32-Board. Hierbei nutzen wir folgende Kabel:

- Ein weißes Female-to-Male-Kabel (die Farbe ist an sich irrelevant, Sie können jede beliebige wählen; wir verwenden jedoch einheitliche Farben, um den Überblick zu behalten) an Pin 42.
- Ein gelbes Female-to-Male-Kabel an Pin 41.
- Ein rotes Female-to-Male-Kabel an 3V3.
- Ein schwarzes Female-to-Male-Kabel an GND.
- Ein blaues Female-to-Female-Kabel an Pin 6.



Sensoren verkabeln

Bauphase 2

Bei den Sensoren verfahren wir ähnlich wie beim ESP-Board. Wir schauen uns an, welche Pins am Sensor vorhanden sind, und schließen die Kabel entsprechend an.

1. BME280

Typische Pins des BME280 sind: VCC oder VIN, GND, SCL und SDA die wie folgt verkabelt werden:

- VCC/VIN → rotes Kabel zu plus (female to male)
 - GND → schwarzes Kabel zu minus (female to male)
 - SCL → weißes Kabel zu Reihe 25 (female to male)
 - SDA → gelbes Kabel zu Reihe 30 (female to male)
-

2. CCS811

Desweiteren verwenden wir auch ein CCS811 Sensor welche die folgenden Ports hat:

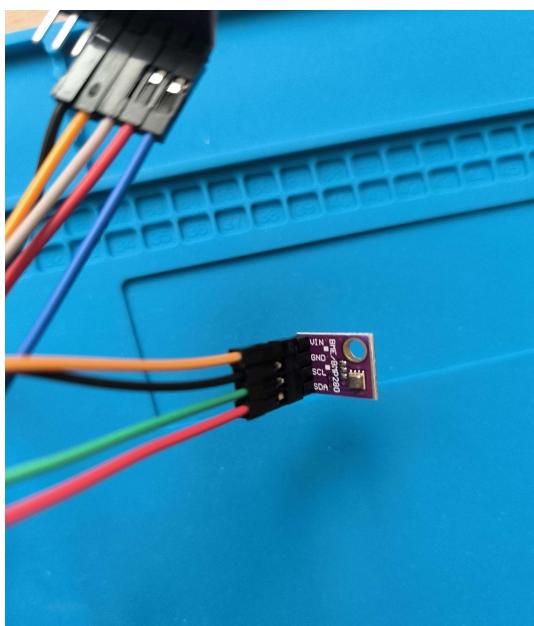
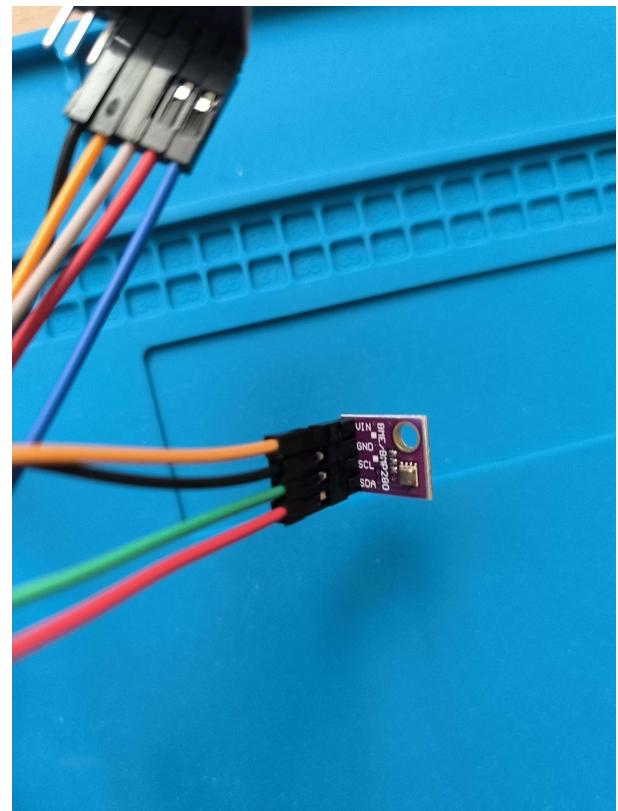
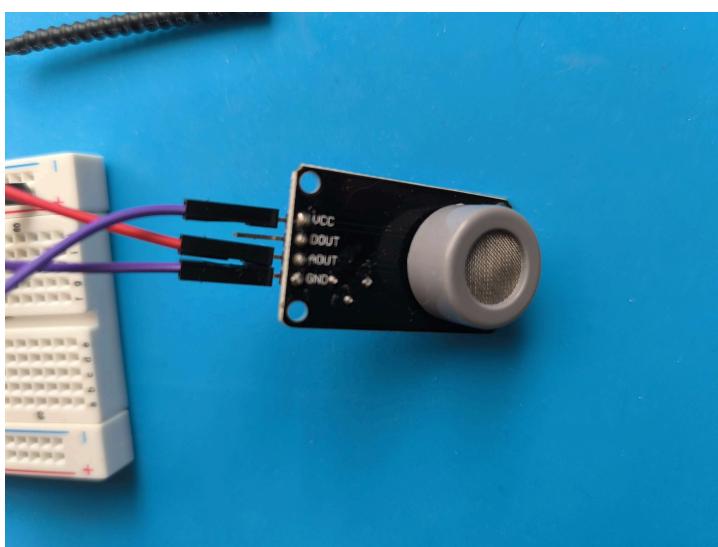
- VCC → rotes Kabel zu plus (female to male)
 - GND → schwarzes Kabel zu minus (female to male)
 - SCL → weißes Kabel zu Reihe 25 (female to male)
 - SDA → gelbes Kabel zu Reihe 30 (female to male)
 - WAKE → schwarzes Kabel zu minus (female to male)
-

3. MQ7

Der MQ7 ist ein Analog-Gassensor. Auf dem Sensor verbinden Sie die folgenden Ports:

- VCC → rotes Kabel zu plus (Female to Male)
- GND → schwarzes Kabel zu minus (Female to Male)

- AO (Analog-Out) → blaues Kabel zum ESP Board (Female to Female)

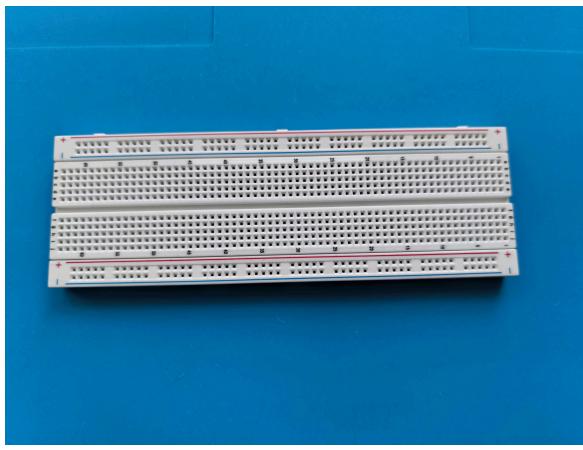


Einstecken der relevanten Teile ans Breadboard

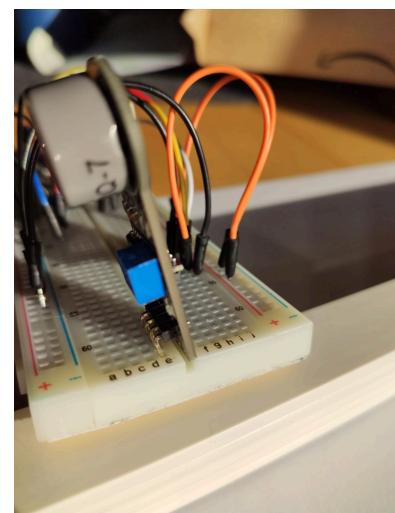
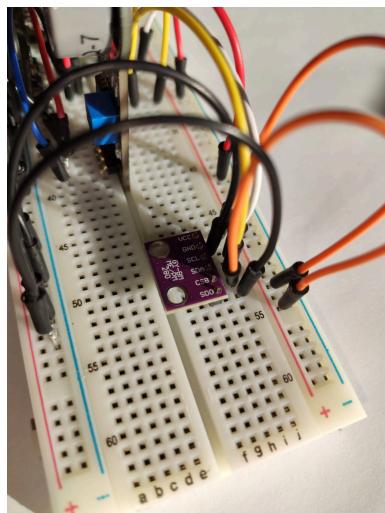
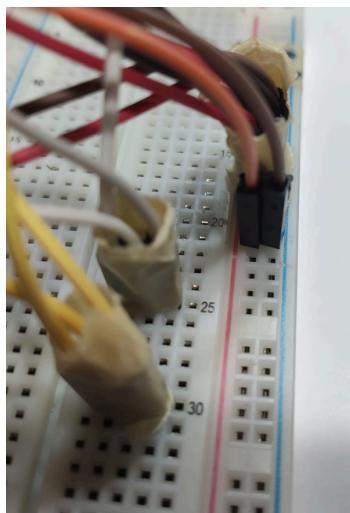
Bauphase 2

Damit sind alle Kabel am ESP-Board angeschlossen. Nun müssen diese Kabel am Breadboard angebracht werden, das die Kommunikation zwischen den Sensoren und dem Board ermöglicht.

Unser Breadboard verfügt über zwei lange Versorgungsleisten (mit „+“ und „–“ bzw. GND gekennzeichnet) am oberen und unteren Rand, an die man die Stromversorgung anschließen kann. In der Mitte befinden sich mehrere Reihen von Kontaktgruppen: Jede Gruppe besteht in der Regel aus fünf Löchern, die intern miteinander verbunden sind. Steckt man ein Bauteil oder Kabel in eine dieser Gruppen, ist es automatisch leitend mit den übrigen Löchern derselben Gruppe verbunden.



Das bedeutet: Dort, wo wir in der Mitte das Kabel vom ESP-Board ins Breadboard stecken, müssen wir in derselben Reihe den Sensor anschließen, damit beide Signale miteinander verbunden sind.



Dementsprechend stecken wir nun die Kabeln vom ESP Board ans Breadboard an.

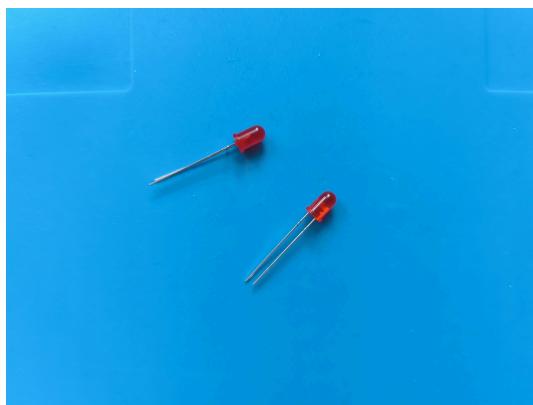
- Weiß wird in die Reihe 25 in den inneren Steckplätzen eingesteckt
- Gelb wird in die Reihe 300 in den inneren Steckplätzen eingesteckt
- Rot wird an der äußeren Seite an der + Seite eingesteckt
- Schwarz wird an der äußeren Seite an der - Seite eingesteckt

Jetzt schließen wir die Sensoren ans Breadboard an, wenn Sie sich an unsere Farbwahl orientiert haben müssen Sie nun die Kabeln welche an der äußeren Seiten angeschlossen wurden müssen in derselben Reihe eingesteckt werden und die inneren Kabeln müssen auch horizontal in einer Reihe sein.

Anschließen des ESP Boards an Strom

Bauphase 2

Da wir nun alle erforderlichen Verbindungen herstellten und die benötigten Sensoren angeschlossen haben, müssen wir nur noch unser ESP-Board mit Strom versorgen. Hierfür verwenden wir ein USB-A-zu-USB-C-Kabel: Die USB-C-Seite schließen wir an das Board an, die USB-A-Seite an unsere Stromquelle (in unserem Fall eine Powerbank). Bitte achten Sie darauf, dass Ihre Powerbank am verwendeten Ausgang tatsächlich 5 V liefert. Andernfalls erhalten manche Sensoren möglicherweise nicht genügend Strom. Um zu überprüfen, ob Sie alles richtig angeschlossen haben (zumindest von der Stromseite), können Sie eine Leuchtdiode einstecken und wenn die Stromversorgung funktioniert, leuchtet die LED an der Diode.



Leuchtdiode (LED)



ABSCHLUSS UND AUSSICHT

VERBESSERUNGEN UND PROJEKTFORTSETZUNG

Im Rahmen der Bachelorarbeit wurde ein großer Fokus auf einen ersten funktionierenden Prototypen gesetzt, das bedeutet, es können noch viele Optimierungen und Verbesserungen vorgenommen werden, um den Prototypen passender/optimaler für Ihre verwendeten Szenarien zu machen. Wir hoffen, Sie konnten etwas besser die Technologie kennenlernen, welche wir versuchen zu vermitteln, und hoffen, Sie finden eigene interessante Ideen, diese in der Praxis/Privaten zu verwenden.

Wenn euch das Bauen Spaß gemacht hat, teilt doch gerne den Bauplan weiter. Wenn ihr noch Anregungen oder Fragen habt, schreibt uns gerne eine Mail an leon.oparin@uni-potsdam.de, tobias.pottek@uni-potsdam.de.

Mit Kameradschaftlichen Grüßen
Leon Oparin , Tobias Pottek