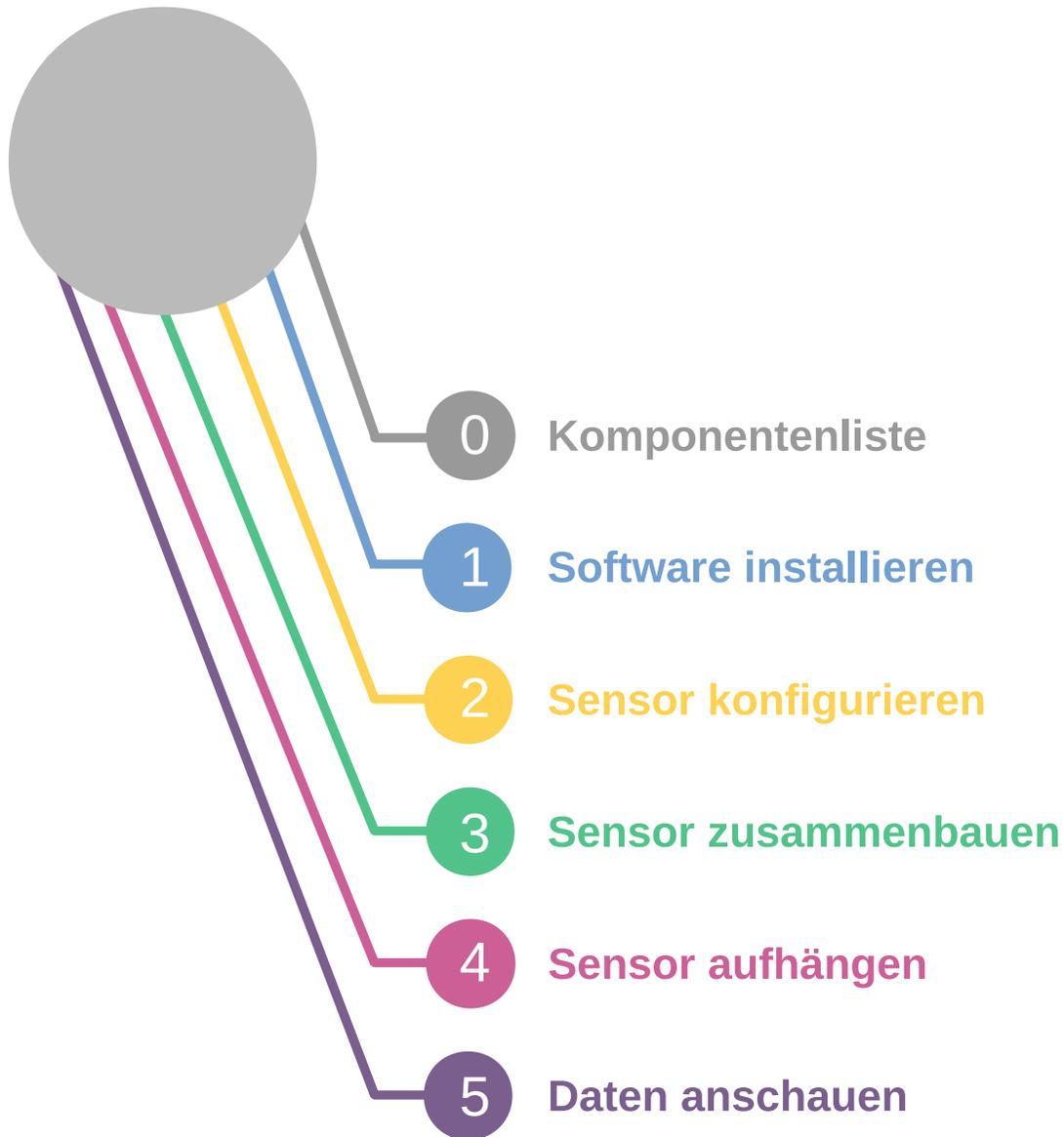


Aufbauanleitung

SmartA^Qnet

Crowdsensing Node



HINWEIS: Diese Anleitung bezieht sich auf das *Heltec ESP32 Lora Board Version 1* und den *TECO Crowdsensing Node* mit *Firmware v0.8*



Crowdsensing Node

Firmware v0.8

Bekannte Probleme:

- In der Webmaske der Lokation werden Breitengrad und Längengrad vertauscht
- Es gibt Fälle, in denen die Lokation nicht aktualisiert wird, wenn sie schon in der Datenbank existiert (Fall Gerät umhängen und dann zurückhängen). Sollte dieser Fall auftreten, könnt ihr euch bei uns melden und wir korrigieren den Eintrag in der Datenbank von Hand.

Diese Probleme werden im nächsten Firmware Update behoben.

Anleitung: Matthias Budde, Paul Tremper

E-mail: citizenscience@teco.edu

KIT, TECO - www.teco.kit.edu

0

Komponentenliste

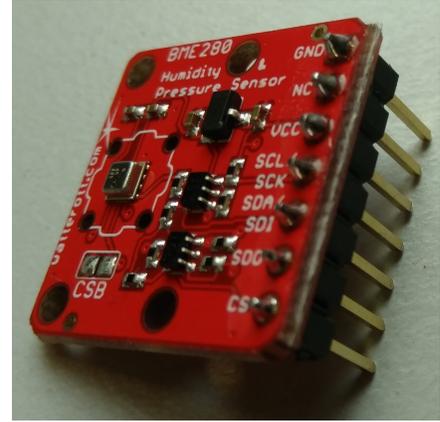
1 x Heltec ESP32 Board



1 x Nova SDS011 Feinstaubsensor

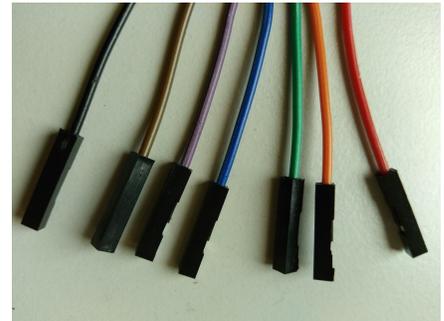


1 x Bosch BME280 Breakout Luftfeuchte- / Luftdruck- / Temperatursensor



7 x female-to-female Dupond-Kabel

Dupond-Kabel werden üblicherweise in Paketen von Kabelbündeln verkauft, von denen ihr die Kabel einzeln abziehen könnt.



-  Hinweis: Die Farben spielen keine Rolle, es ist jedoch ratsam sieben verschiedene Farben zu nehmen um das Risiko zu minimieren etwas falsch anzuschließen.

2 x DIN75 87° HT Bogen

In jedem Baumarkt für ca. 1 Euro pro Stück erhältlich.



1 x USB Kabel: USB-A-Stecker-zu-microUSB-B-Stecker

Ein typisches Handy-Ladekabel. Dazu wird noch ein USB-Netzstecker benötigt um das Gerät an die Steckdose anzuschließen.



 **Hinweis:** Falls ihr keine Außensteckdose habt bietet es sich an ein *flaches* USB-Kabel zu kaufen, sodass man es besser durch das Fenster legen kann.

1 x Isolierschlauch

Der Schlauch sollte 6mm Innendurchmesser haben, ca. 20cm lang und nicht transparent sein.



1

Software installieren

In diesem Schritt installiert ihr die Software auf das ESP32-Board. Dafür müsst ihr nur eine vorbereitete Installationsdatei ausführen, während das ESP32-Board per USB-Kabel an euren Computer angeschlossen ist.

(Profis können alternativ auch die Firmware aus dem Quellcode über die Arduino Software auf das Board flashen.)

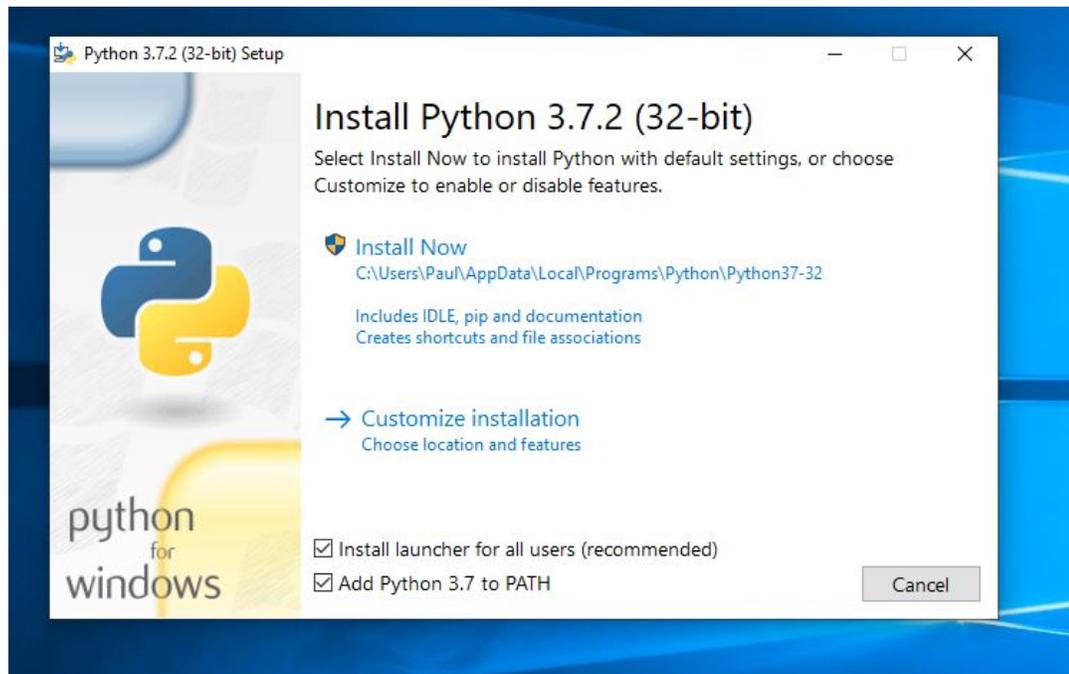
1.1 Python installieren

- *unter Windows:*

Die aktuelle Version (mindestens 3.4) von Python könnt ihr unter

| <https://www.python.org/downloads/>

herunterladen und installieren. Achtet dabei darauf, dass im Installationsdialog die Option 'Add Python 3.x to PATH' angewählt ist.



1.2 Esptool installieren

Öffnet eine Eingabeaufforderung (unter Linux: Console) indem ihr im Startmenü 'cmd' eingibt und die Eingabetaste drückt. Gebt im sich öffnenden Fenster folgenden Befehl ein und bestätigt mit der Eingabetaste:

```
pip install esptool ↵
```

Die Eingabeaufforderung sollte nun die erforderliche Software herunterladen und installieren.

```
Anaconda Prompt
(base) C:\Users\Paul>pip install esptool
Collecting esptool
  Downloading https://files.pythonhosted.org/packages/5c/85/5654e7b9019739d3d89af0adf528c9ae57a9a26682e3aa012e1e30f20674
/esptool-2.6.tar.gz (80kB)
  100% |#####| 81kB 1.7MB/s
Collecting pyserial>=3.0 (from esptool)
  Downloading https://files.pythonhosted.org/packages/0d/e4/2a744dd9e3be04a0c0907414e2a01a7c88bb3915cbe3c8cc06e209f59c30
/pyserial-3.4-py2.py3-none-any.whl (193kB)
  100% |#####| 194kB 6.6MB/s
Collecting pyaes (from esptool)
  Downloading https://files.pythonhosted.org/packages/44/66/2c17bae31c906613795711fc78045c285048168919ace2220daa372c7d72
/pyaes-1.6.1.tar.gz
Collecting ecdsa (from esptool)
  Downloading https://files.pythonhosted.org/packages/63/f4/73669d51825516ce8c43b816c0a6b64cd6eb71d08b99820c00792cb42222
/ecdsa-0.13-py2.py3-none-any.whl (86kB)
  100% |#####| 92kB 3.0MB/s
Building wheels for collected packages: esptool, pyaes
  Running setup.py bdist_wheel for esptool ... done
  Stored in directory: C:\Users\Paul\AppData\Local\pip\Cache\wheels\cf\1f\62\7ad4e47843affd4f5b7032a39f1ef8a153c6d275336
14d21aa
  Running setup.py bdist_wheel for pyaes ... done
  Stored in directory: C:\Users\Paul\AppData\Local\pip\Cache\wheels\bd\cf\7b\ced9e8f28c50ed666728e8ab178ffedeb9d06f6a10f
85d6432
Successfully built esptool pyaes
Installing collected packages: pyserial, pyaes, ecdsa, esptool
Successfully installed ecdsa-0.13 esptool-2.6 pyaes-1.6.1 pyserial-3.4
(base) C:\Users\Paul>
```

1.3 ESP32 Board an den PC anschließen

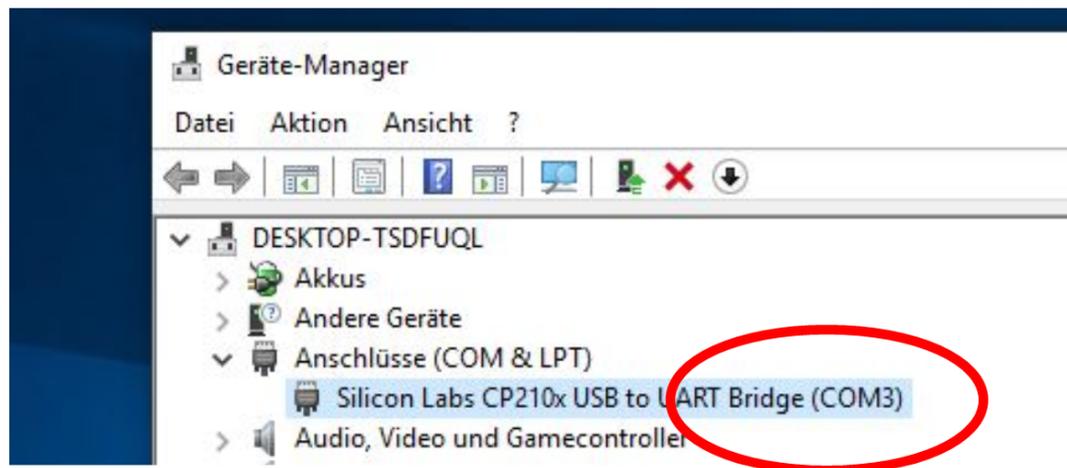
Schließt das ESP32 Board per USB-Kabel an den Computer an.



1.4 (COM-) Port herausfinden

- *unter Windows:*

Öffnet den Geräte-Manager indem ihr im Startmenü 'Systemsteuerung' eingibt und die Eingabetaste drückt. Dann klickt ihr auf 'Hardware und Sound' und anschließend auf 'Geräte-Manager'. Schaut unter 'Anschlüsse (COM & LPT)' nach, welcher COM-Port dem Gerät zugewiesen wurde:



Falls mehrere Geräte angeschlossen sein sollten könnt ihr durch anschließen und abziehen des Geräts herausfinden welcher USB Port verschwindet/erscheint (der Geräte-Manager sollte sich live ändern).

- *unter Linux:*

Öffnet eine Console indem ihr im Startmenü 'cmd' eingibt und die Eingabetaste drückt. Gebt im sich öffnenden Fenster folgendes ein:

```
dmesg ↵
```

1.5 Installationsdatei übertragen

Ladet nun die aktuelle Installationsdatei unter

```
http://www.teco.edu/research/mitmachen-im-  
smart-air-quality-network-workshop-augsburg/
```

herunter und speichert sie im Ordner 'Downloads' ab. Die Datei befindet sich in einem zip-Ordner den ihr noch mit 'Rechtsklick' → 'hier entpacken' entpacken müsst.

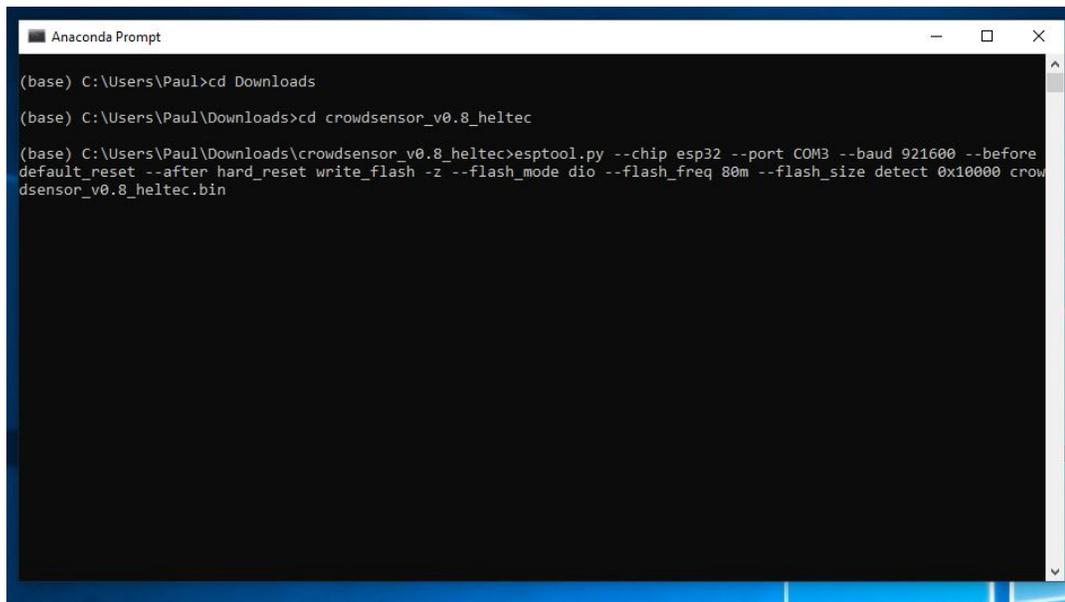
Öffnet nun wieder eine Eingabeaufforderung (unter Linux: Console) indem ihr im Startmenü 'cmd' eingibt und die Eingabetaste drückt. Dort wechselt ihr in den Ordner ('Downloads'), in dem ihr die Installationsdatei abgespeichert und entpackt habt, indem ihr nacheinander das folgende eingibt und jeweils die Eingabetaste drückt:

```
cd Downloads ↵  
cd crowdsensor_v0.8_heltec ↵
```

Dann gebt den folgenden Befehl zum Installieren der Software ein. Achtet dabei bitte darauf, den richtigen COM-Port (aus [Schritt 1.4](#)) anzugeben (wir verwenden hier als Beispiel **COM3**):

```
esptool.py --chip esp32 --port COM3 --baud  
921600 --before default_reset --after  
hard_reset write_flash -z --flash_mode dio  
--flash_freq 80m --flash_size detect 0x10000  
crowdsensor_v0.8_heltec.bin ↵
```

 *Hinweis:* Die Zeilenumbrüche in diesem Befehl sind alles Leerzeichen.



```
Anaconda Prompt
(base) C:\Users\Paul>cd Downloads
(base) C:\Users\Paul\Downloads>cd crowdsensor_v0.8_heltec
(base) C:\Users\Paul\Downloads\crowdsensor_v0.8_heltec>esptool.py --chip esp32 --port COM3 --baud 921600 --before
default_reset --after hard_reset write_flash -z --flash_mode dio --flash_freq 80m --flash_size detect 0x10000 crow
dsensor_v0.8_heltec.bin
```

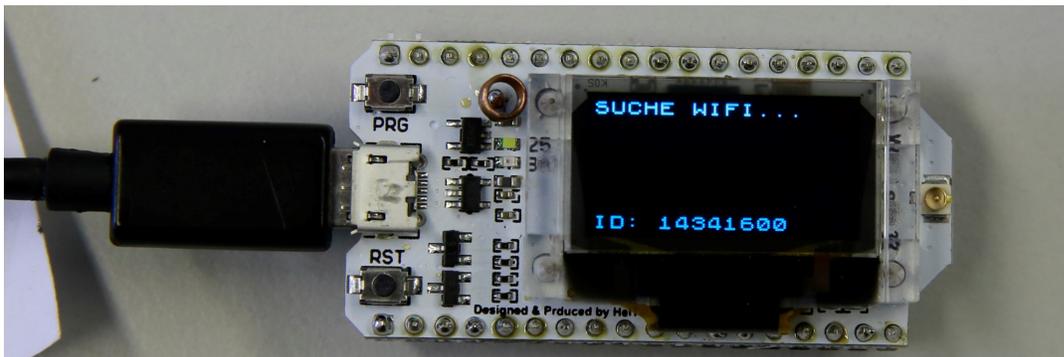
2

Sensor konfigurieren

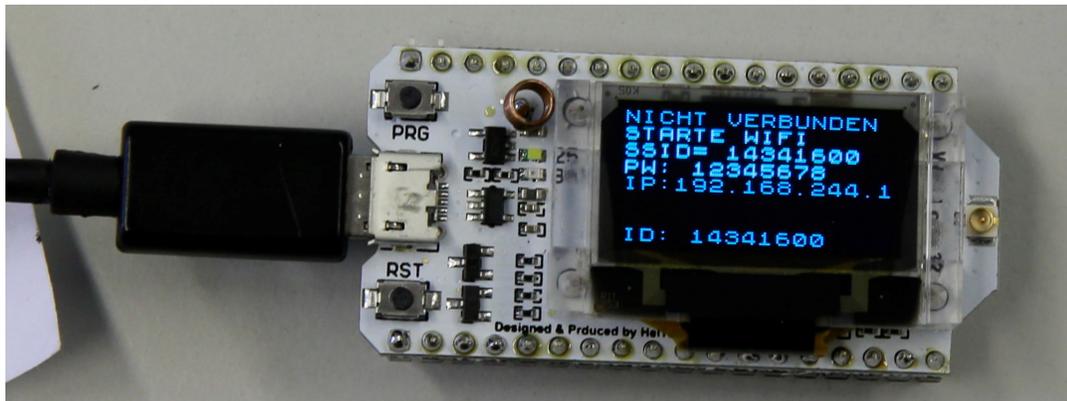
In diesem Schritt konfiguriert ihr den Sensor so, dass er Daten überträgt.

2.1 WiFi konfigurieren

Wenn ihr die Software auf dem Sensor installiert habt ([Schritt 1](#)), könnt ihr ihn vom Computer abziehen und über das USB-Kabel an eine Steckdose anschließen. Sobald der Sensor mit Strom versorgt ist, sucht er ein WLAN-Netz um sich damit zu verbinden.

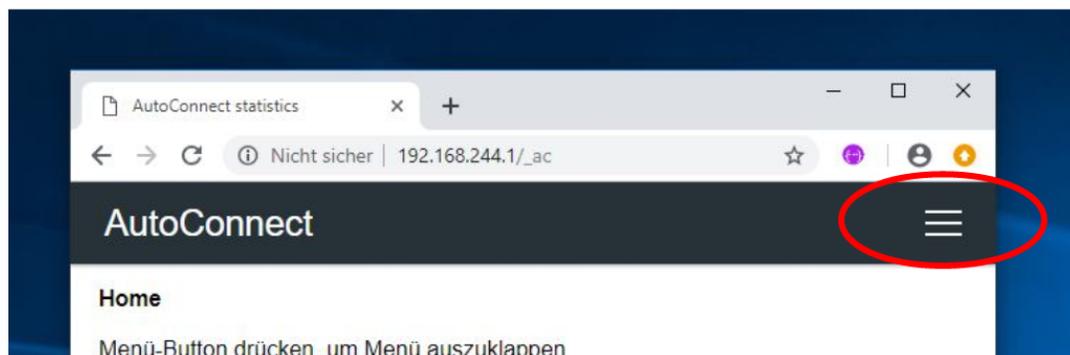


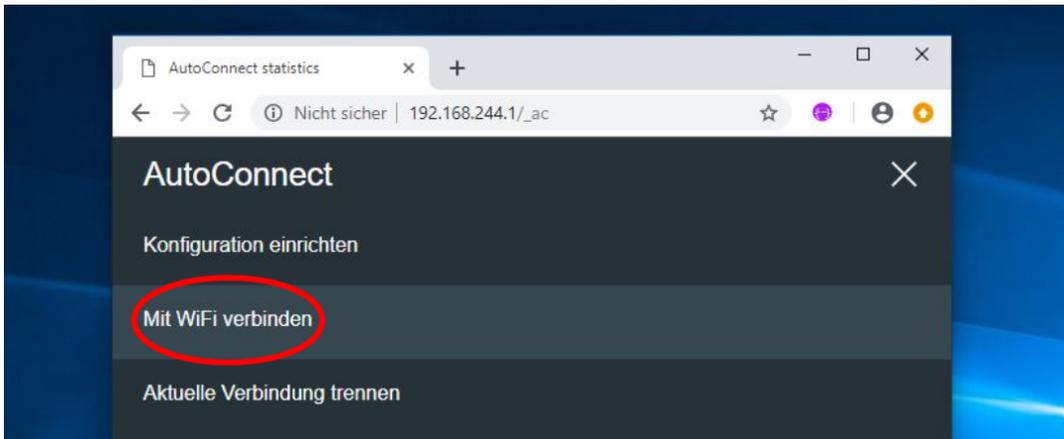
Falls noch kein WLAN-Netz im Sensor konfiguriert ist, öffnet er nach 30 Sekunden ein eigenes WLAN-Netz (das gleiche gilt, wenn der Sensor ein bereits konfiguriertes WLAN-Netz wiederholt nicht findet). Dieses WLAN-Netz dient dazu, den Sensor zu konfigurieren. Die Verbindungsdaten (SSID und PW) werden auf dem Display des ESP32 Boards angezeigt.



Mit diesem WLAN-Netz verbindet ihr euch mit eurem Laptop oder Smartphone.

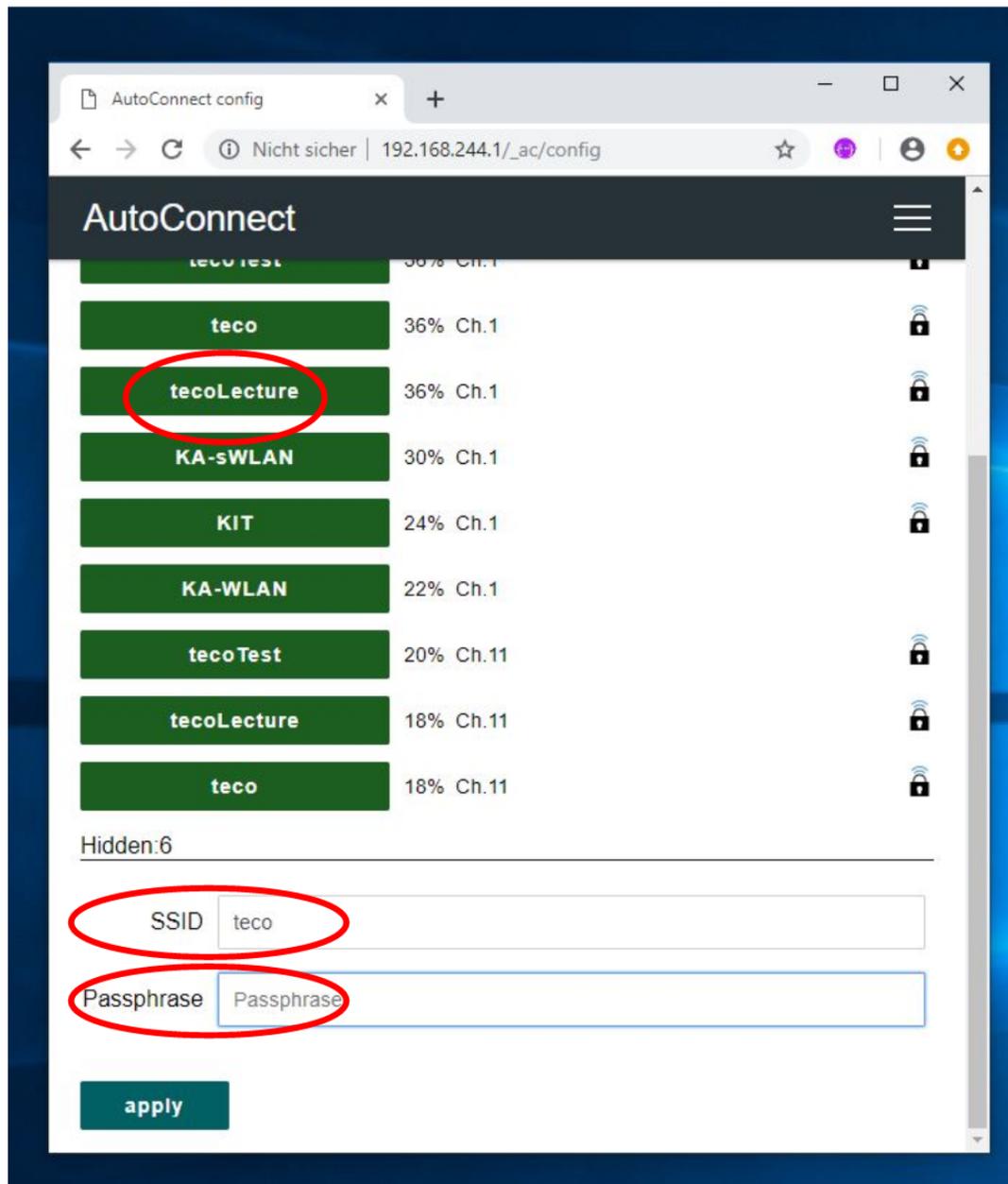
Anschließend öffnet ihr einen Browser und gebt in der Adresszeile die IP-Adresse ein, die auf dem Display des Sensors angezeigt wird und bestätigt mit der Eingabetaste. Es öffnet sich eine Seite, auf der ihr durch einen Klick auf das Menü in der oberen rechten Ecke und anschließend der Option 'Mit WiFi verbinden' euer WLAN einrichten könnt. Je nach Browser kann es auch sein, dass die Option 'Mit WiFi verbinden' direkt in der Menüleiste angezeigt wird.





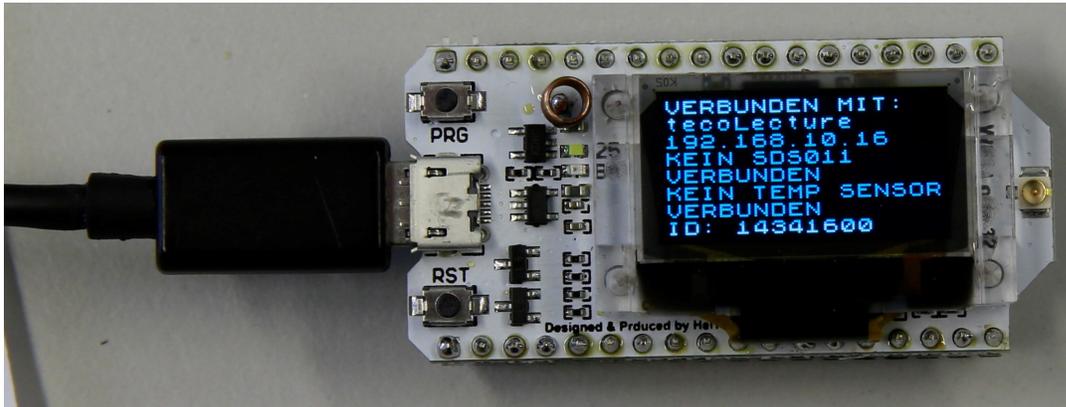
Dann wählt ihr euer Netzwerk aus und gebt anschließend in der Maske die Zugangsdaten eures Heim-WLAN ein.

 Hinweis: 'tecoLecture' ist hier nur ein Beispiel, an dieser Stelle müsst ihr euer Heim-WLAN auswählen und das zugehörige Passwort eingeben.



 Hinweis: Bei verstecktem WLAN ('hidden SSID') oder der Nutzung einer MAC-Adressenliste können Verbindungsprobleme auftreten.

Anschließend startet das ESP32 Board neu und verbindet sich mit eurem Heim-WLAN.



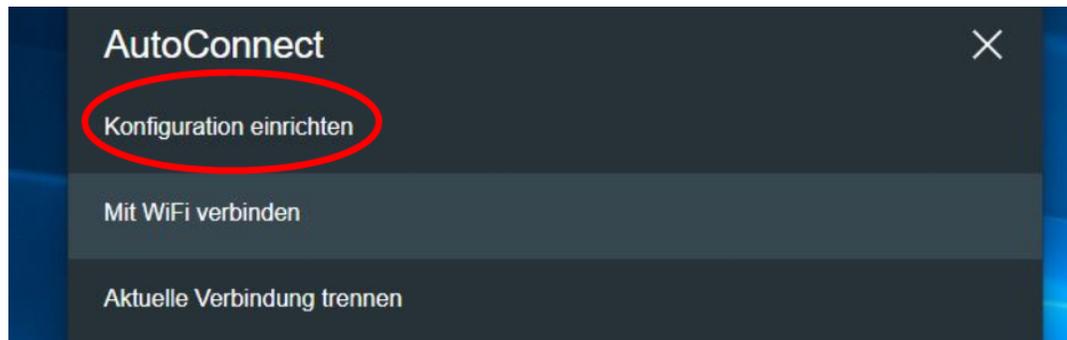
Nun könnt ihr euch mit eurem Handy/Laptop auch wieder mit eurem Heim-WLAN verbinden und dort die Konfiguration des Sensors fortsetzen, da er nun als Teil eures Heimnetzes erreichbar ist.

2.2 Ort, Temperatur- / und Feinstaubsensor konfigurieren

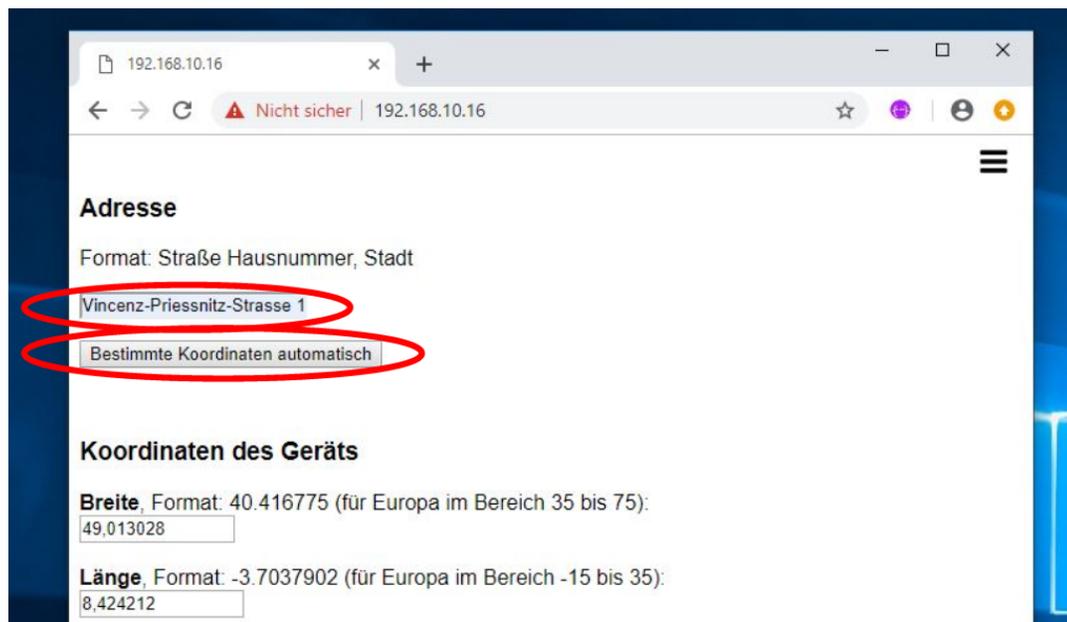
Wenn der Sensor mit eurem Heim-WLAN verbunden ist, könnt ihr ihn mit eurem Handy oder PC konfigurieren sofern ihr auch damit mit eurem Heim-WLAN verbunden seid. Der Sensor hat nun von eurem Heim-WLAN eine neue IP-Adresse zugewiesen bekommen, über die man ihn innerhalb des Heim-WLAN erreichen kann. Diese IP-Adresse wird nun auf dem Display angezeigt. Gebt diese Adresse in die Adresszeile des Browsers auf eurem Handy/PC ein um die Eingabemaske des Sensors zu erreichen.

 **Hinweis:** Beim Einwählen in euer WLAN ändert sich die IP Adresse des Sensors. D.h. ihr müsst sie jetzt neu vom Display ablesen.

Analog wie in [Schritt 2.1](#) beschrieben klickt ihr auf das Menü und wählt dort nun 'Konfiguration einrichten'.

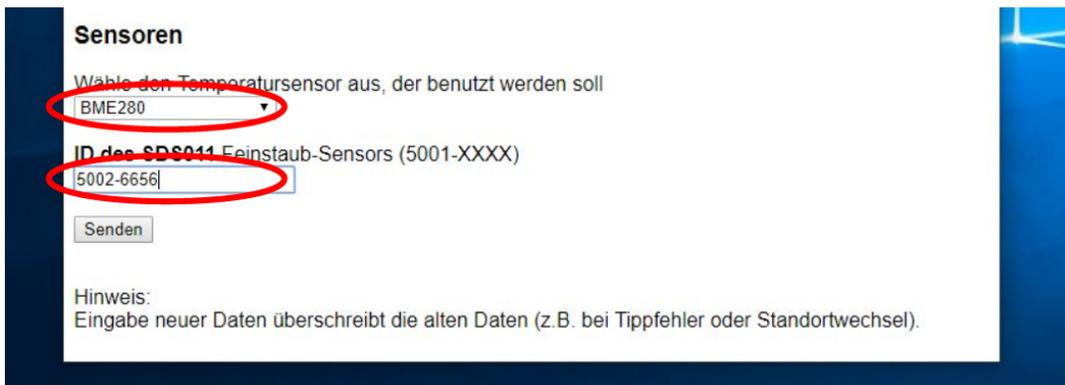


In der Eingabemaske könnt ihr nun eure Adresse eingeben (Straße Hausnummer, Stadt) und durch einen Klick auf die Schaltfläche 'Bestimme Koordinaten automatisch' die Breite und Länge des Aufstellungsorts automatisch ermitteln lassen. Alternativ könnt ihr die Daten auch von Hand eintragen.



⚠ ACHTUNG: In Firmware Version 0.8 werden in der Webmaske fälschlicherweise Breite und Länge vertauscht! Ihr könnt das umgehen, indem ihr absichtlich Breite und Länge umgekehrt eintragt.

Anschließend wählt ihr 'BME280' als benutzten Temperatursensor aus und tragt die Seriennummer des SDS011 Feinstaubsenors in das dafür vorgesehen Feld ein.



Sensoren

Wähle den Temperatursensor aus, der benutzt werden soll

BME280

ID des SDS011 Feinstaub-Sensors (5001-XXXX)

5002-6656

Senden

Hinweis:
Eingabe neuer Daten überschreibt die alten Daten (z.B. bei Tippfehler oder Standortwechsel).

Die Seriennummer des SDS011 Feinstaubsenors findet ihr auf dem Aufkleber auf dem Sensor neben dem Lüfter.



Anschließend sendet ihr das Formular durch einen Klick auf die Schaltfläche 'Senden' ab.

⚠ Hinweis: Es kann vorkommen, dass die Seite danach die Verbindung verliert, da der Sensor neu startet. Ihr könnt euch jedoch recht

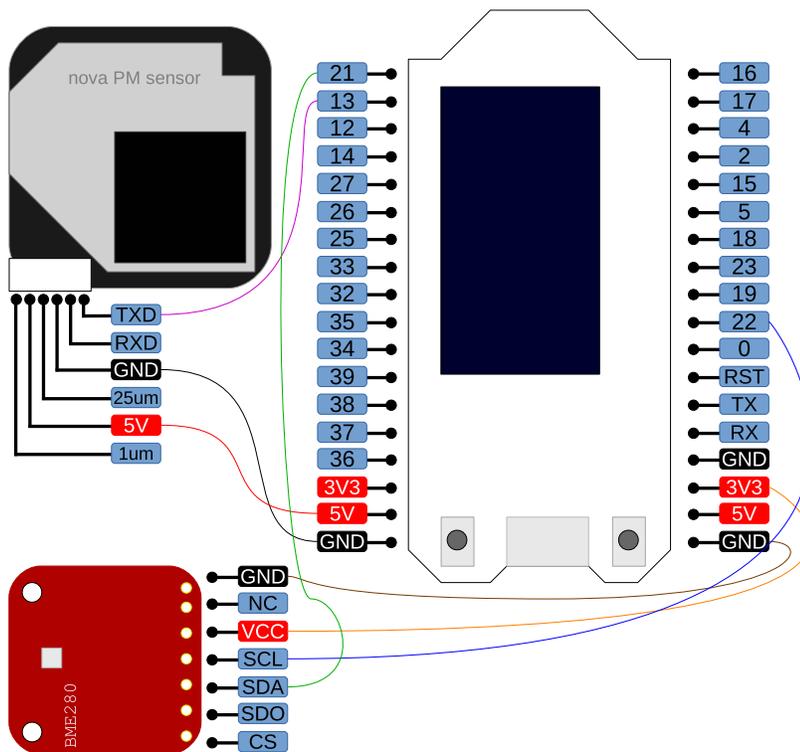
einfach versichern, dass eure Angaben gespeichert wurden, indem ihr die Webmaske noch einmal aufruft. Dort sollte nun die eingegebene Adresse voreingestellt sein und hinter dem 'BME280' Temperatursensor der Hinweis 'aktuell genutzt' stehen.

Der Sensor ist nun fertig konfiguriert. Ihr könnt ihn wieder vom Strom trennen und mit dem Zusammenbau beginnen.

3

Sensor zusammenbauen

In diesem Schritt schließt ihr die verschiedenen Hardwarekomponenten zusammen. Im Detail wird das auf den folgenden Seiten für jedes Bauteil einzeln beschrieben.



⚠ Hinweis: Bitte spielt *vor* dem Zusammenbau die Software auf, da dies mit angeschlossenen Sensoren ggf. nicht funktioniert.

⚠ Hinweis: Je nach Gehäuse müsst ihr ggf. Kabel *vor dem Anschluss* durch die dafür vorgesehenen Öffnungen führen

3.1 Feinstaubsensor anschließen

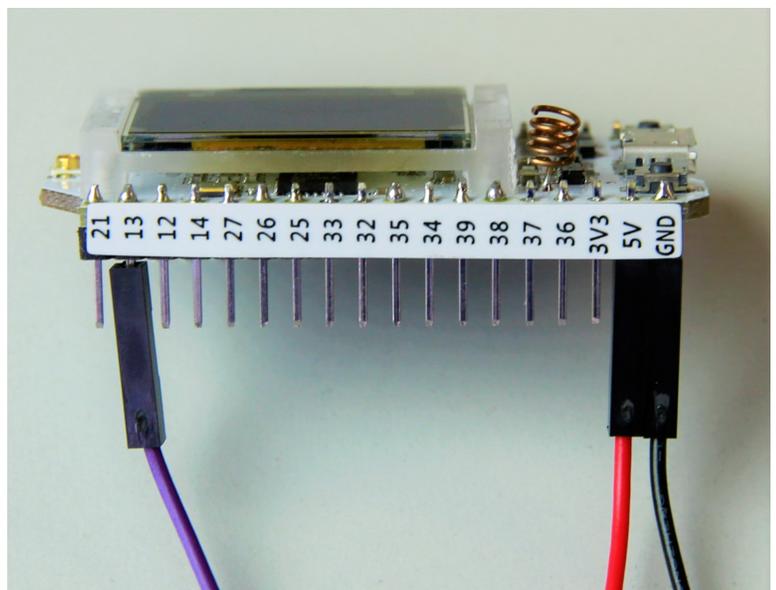
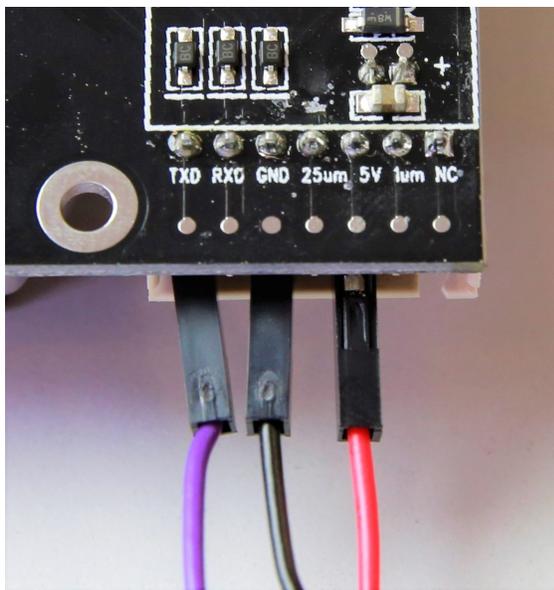
Den SDS011 Feinstaubsensor schließt ihr folgendermaßen an das ESP32 Board an:

SDS011 → ESP32

TXD → 13

5V → 5V

GND → GND



 **Hinweis:** Die Farben der Kabel haben keine Bedeutung, es kommt nur darauf an, dass die richtigen Anschlüsse miteinander verbunden sind.

3.2 Luftfeuchte-/ Luftdruck-/ Temperatursensor anschließen

Den BME280 Luftfeuchte-/ Luftdruck-/ Temperatursensor schließt ihr folgendermaßen an das ESP32 Board an:

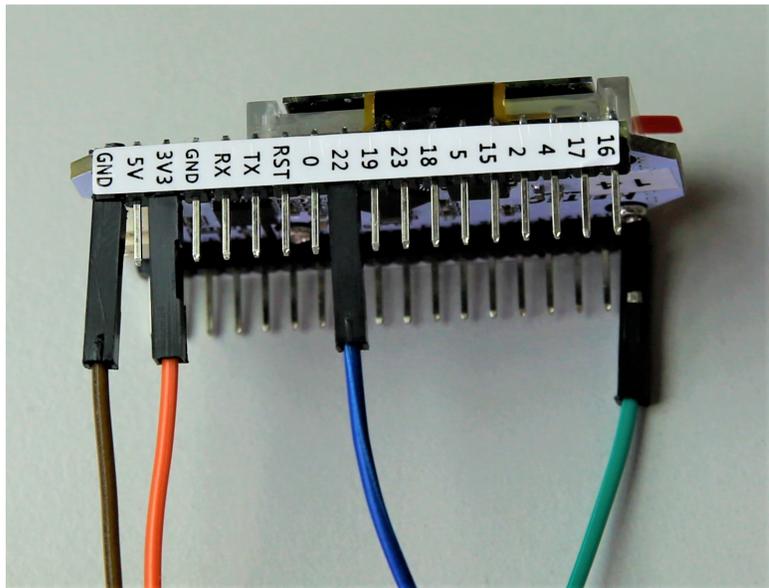
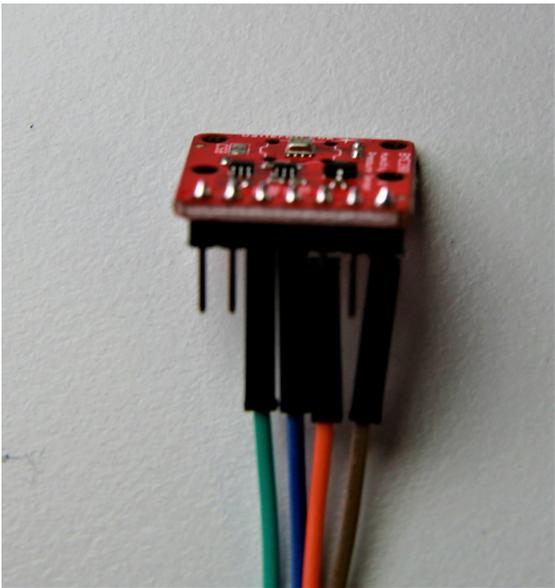
BME280 → ESP32

SCL → 22

SDA → 21

VCC → 3V3

GND → GND



⚠ Hinweis: Die Farben der Kabel haben keine Bedeutung, es kommt nur darauf an, dass die richtigen Anschlüsse miteinander verbunden sind.

3.3 Sensor testen

Bevor ihr den Sensor in ein Gehäuse einbaut, solltet ihr euch vergewissern, dass alles korrekt funktioniert. Dazu schließt den Sensor über das USB-Kabel mit einem USB-Netzstecker an eine Steckdose an. Nun sollte der Sensor sich in das konfigurierte WLAN-Netz einwählen und anfangen Daten zu senden. Ihr könnt die folgenden Informationen auf dem Display des ESP32 Boards ablesen:

- Mit welchem WLAN der Sensor verbunden ist.
- Welche lokale IP-Adresse dem Sensor zugewiesen wurde.



- Die zuletzt gemessenen Feinstaubwerte (PM2.5 und PM10)
- Die zuletzt gemessenen Werte für Temperatur (Temp) und relative Luftfeuchtigkeit (Humid)
- Die Chip-ID des Sensors (ID)

 **Hinweis:** Wenn ihr den Sensor in ein Gehäuse einbauen wollt, in dem es nicht möglich ist das Display abzulesen, ist es ratsam die *Chip-ID* zu notieren um den Sensor in der Datenbank später wiederzufinden.

3.4 Sensor in das Gehäuse einbauen

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, wie ihr den Sensor in ein Gehäuse einzubauen könnt. Wir beschreiben hier den Einbau in ein U-Rohr nach Vorbild des OK Labs Stuttgart (luftdaten.info).

 *Hinweis:* Zur Zugenlastung und um ein Abrutschen der Kabel zu verhindern könnt ihr (nach dem Testen!) die Kontakte mit Heißkleber fixieren. Je nach Gehäuse könnt ihr auch zusätzlich die Kabel mit Kabelbindern zusammenhalten. Geht beim Einsatz von Heißkleber sparsam vor, damit ihr ggf. die Verbindungen im Nachhinein bei Bedarf wieder lösen könnt.

1. Steckt den Schlauch auf den Ansaugstutzen des SDS011-Sensor auf und schließt das USB-Kabel an das ESP32 Board an.
2. Steckt nun den SDS011-Sensor in ein Rohrstück auf der gegenüberliegenden Seite der Gummimuffe, führt dabei den Isolierschlauch durch das Rohr und positioniert den Sensor so, dass der Lüfter (die Seite mit der Aufschrift 'Nova PM Sensor') in Richtung der Rohrbiegung zeigt.
3. Führt nun das USB-Kabel durch das andere Rohrstück auf der Seite der Gummimuffe, sodass sich die beiden Stücke nun um die Hardware herum schließen lassen.
4. Schiebt die Rohre aufeinander, sodass sie zusammen eine 'U' bilden.

3.5 Sensor bei luftdaten.info registrieren

Sobald der Sensor erfolgreich aufgebaut und mit einem WLAN-Netz verbunden ist (siehe [Schritt 2.1](#)) und Ort und Temperatursensor korrekt eingestellt sind (siehe [Schritt 2.2](#)), beginnt der Sensor Daten zu messen und an den SmartAQnet Server zu schicken. Wie ihr diese Daten einsehen könnt, wird in [Schritt 5](#) beschrieben.

Damit der Sensor auch Teil des Netzwerks auf luftdaten.info wird, müsst ihr ihn dort registrieren. Dazu geht ihr auf die Webseite

| <https://luftdaten.info/feinstaubsensor-bauen/>

und scrollt bis ganz nach unten zu Punkt '5. Konfiguration der Messstation' und sucht den Unterpunkt 'Letzte Schritte'. Dort tragt ihr gemäß der Webmaske eure Daten ein. Die Chip ID ist die ID, die auf dem Display des ESP32 Boards angezeigt wird.

 *Hinweis:* Sowohl die Hardware als auch die Software des SmartAQnet Sensors ist nicht identisch mit der derzeit bei luftdaten.info verwendeten Hard-/ und Software. Daher ist weder die dortige Bau- und Installationsanleitung noch die Software kompatibel mit dem hier benutzten Gerät.

4

Sensor aufhängen

In diesem Schritt installiert ihr den fertigen Sensor bei euch. Da es stark von den Gegebenheiten bei euch abhängt, wie ihr das im Detail macht, geben wir hier im Wesentlichen ein paar Hinweise dazu was man idealerweise macht und was man vermeiden sollte.

4.1 Anbringungsort auswählen

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, den Sensor aufzuhängen. Ein paar Randbedingungen müssen aber zwingend erfüllt sein:

- **WLAN-Verbindung:** Damit der Sensor die gemessenen Werte übertragen kann, muss er sich über WiFi mit dem Internet verbinden können.
- **Stromversorgung:** Zum Betrieb ist es notwendig, dass der Sensor mit einer 5V Stromquelle, wie zum Beispiel einem microUSB-Netzteil ('Handy-Ladekabel') versorgt wird.
- **Außenluft:** Damit die Sensoren sinnvolle Daten erheben können, müssen sie der Außenluft ausgesetzt sein.

Wenn ihr den Sensor in einem U-Rohr wie in [Schritt 3.4](#) beschrieben eingebaut habt, sollten bei Anbringung des Sensors die offenen Enden des Rohrs nach unten zeigen um zu verhindern, dass es in das Rohr hineinregnet.

-
-  Hinweis: Falls ihr keine Außensteckdose habt, gibt es auch flache USB-Kabel, die man im geschlossenen Fenster einklemmen und so den Sensor von innerhalb des Hauses mit Strom versorgen kann.
-  Hinweis: Um zu verhindern, dass Insekten oder Vögel in das Rohr eindringen, könnt ihr beide Enden mit Netzen umschließen. Achtet dabei nur darauf, dass der Ansaugschlauch etwas über das Rohrende hinaus ins Freie ragt und noch genug Luft durch das Rohr ein- und ausströmen kann um die Abluft des Lüfters des Sensors zu gewährleisten.

5

Daten anschauen

Hier zeigen wir euch, wo und wie ihr auf die Daten eures Sensors zugreifen könnt.

5.1 SmartAQnet Server

Die Liste der Sensoren die Daten auf den SmartAQnet Server schicken findet ihr unter dem Link

```
https://smartaqnet.github.io/dashboard/  
content/#/things
```

Dort könnt ihr euren Sensor unter dem Eintrag

Crowdsensing Node (SDS011, <CHIP-ID>)

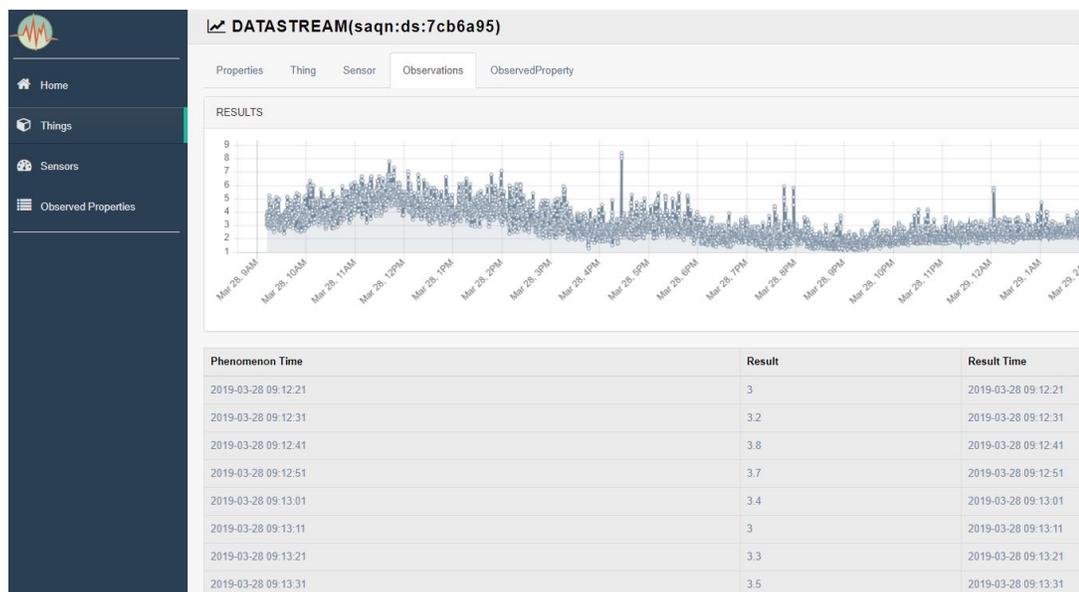
finden, wobei ihr bei <CHIP-ID> nach der Chip-ID eures Sensors suchen müsst.

 **Hinweis:** In der SmartAQnet Datenbank werden die Sensoren als 'Things' geführt, da sie streng genommen mehr sind als nur ein einzelner Sensor. Unter dem Eintrag 'Sensors' findet man die *Sensortypen* wie den SDS011 oder den BME280.

Danach klickt ihr auf den Reiter 'Datastreams' und kommt dort zu

einem Menü, welches euch die verfügbaren Datenströme eures Sensors zur Auswahl gibt.

Die Messwerte findet ihr dann jeweils unter dem Reiter 'Observations'. **Je nach Datenmenge kann das Laden der Seite einige Sekunden in Anspruch nehmen.**



 **Hinweis:** Ein Datenstrom für Luftdruckmessung ist zwar in der Datenbank schon hinterlegt, die Fähigkeit des BME280 zur Luftdruckmessung ist in der Software derzeit allerdings noch nicht implementiert.

 **Hinweis:** Die Webseite des SmartAQnet Servers wird kontinuierlich weiterentwickelt. Relevante Änderungen werden in Revisionen dieser Anleitung dokumentiert.

5.2 Luftdaten.info

Ihr findet eine Liste aller der Sensoren unter dem Link

| <https://www.madavi.de/sensor/graph.php>

Um die Feinstaubwerte anzuzeigen, müsst ihr den folgenden Eintrag suchen

`esp32-<CHIP-ID>-sds011`

Die Messwerte für Temperatur- und Luftfeuchte findet ihr unter

`esp32-<CHIP-ID>-bme280`

Wobei ihr bei `<CHIP-ID>` nach der Chip-ID eures Sensors suchen müsst.

Wenn ihr euch wie in [Schritt 3.5](#) angegeben bei luftdaten.info registriert habt, wird euer Sensor zudem auf der luftdaten.info Karte angezeigt, zu finden unter folgendem Link:

| <http://deutschland.maps.luftdaten.info>