

# CO<sub>2</sub> Monitor

## Bauanleitung



# Übersicht

Anleitung zum Aufbau der Platine

ab Folie 3

Anleitung zur Software-  
installation

ab Folie 10

Anleitung zum Aufbau des  
Holz-Gehäuses

ab Folie 23

FAQ

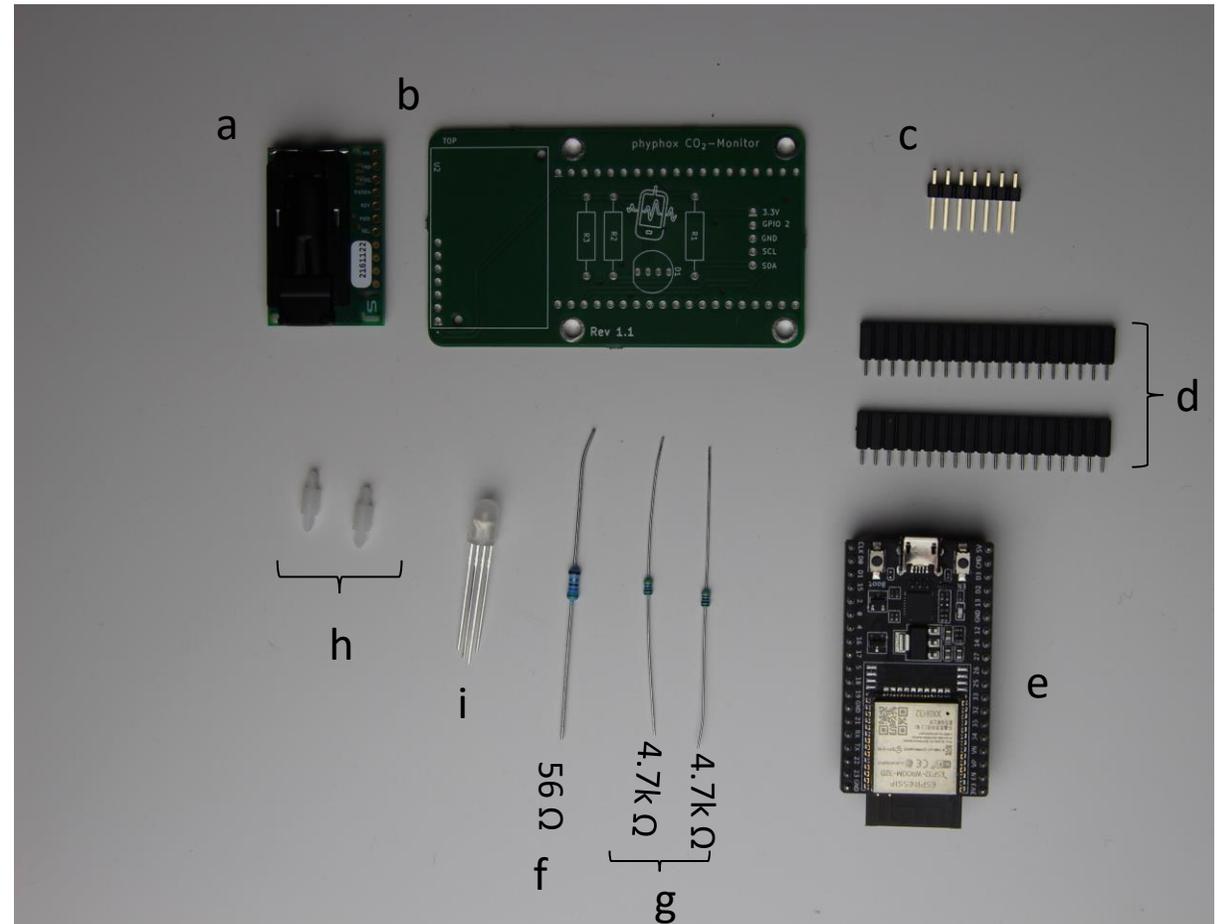
ab Folie 33



# Hardware

# Bauteilübersicht

- a) Sensirion SCD30
- b) Platine
- c) Pinleiste
- d) Buchsenleiste
- e) ESP32
- f) Pull-Up Widerstände
- g) LED Vorwiderstand
- h) Abstandshalter
- i) RGB LED



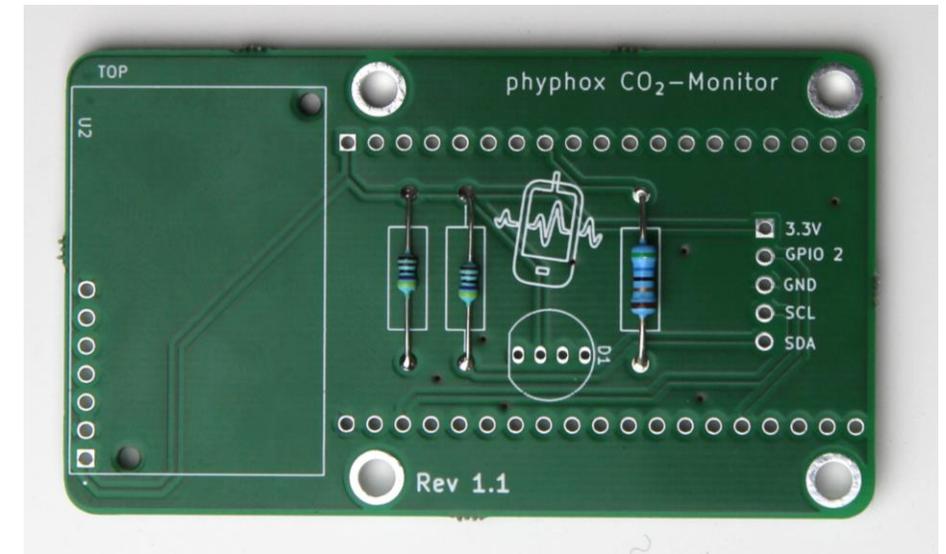
# Widerstände auf Platine löten

Die Widerstände werden, wie auf den Bildern zu sehen eingesteckt, und auf der „BOTTOM“-Seite verlötet.

R1:  $56\Omega$

R2 & R3:  $4.7\text{ k}\Omega$

Die überstehenden Beinchen können mit einem Seitenschneider abgeknipst werden.



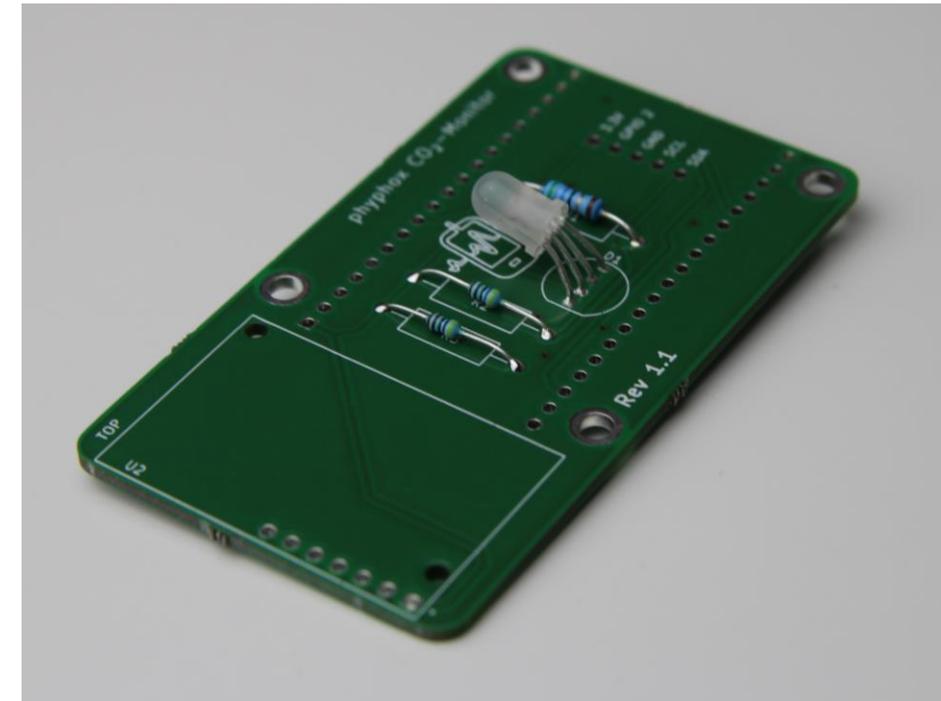
# RGB-LED biegen und auf Platine löten

Damit die LED das Gehäuse optimal ausleuchtet, sollten die Beinchen um ca. 90° gebogen werden. Dafür eignet sich beispielsweise eine Tischkante.

**Achtung:** Um die richtige Orientierung beim Einbau der LED zu gewährleisten, ist eine Seite der LED abgeflacht. Diese flache Seite ist auch auf dem Bauteil-Umriss auf der Platine zu sehen.

Jetzt wird die RGB-LED eingelötet.

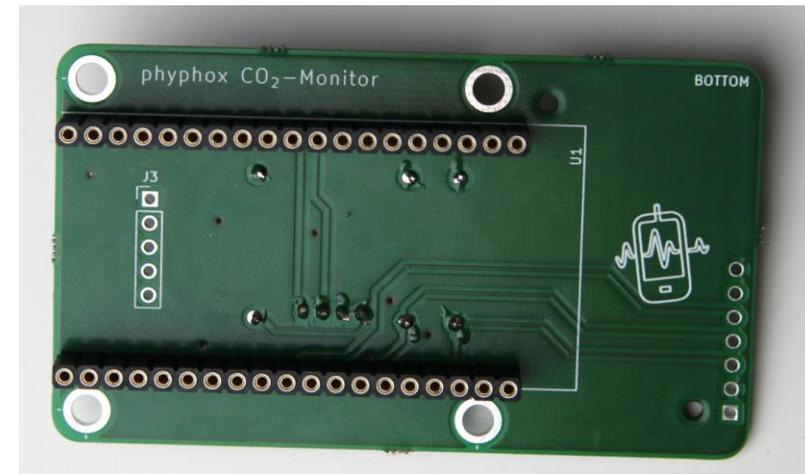
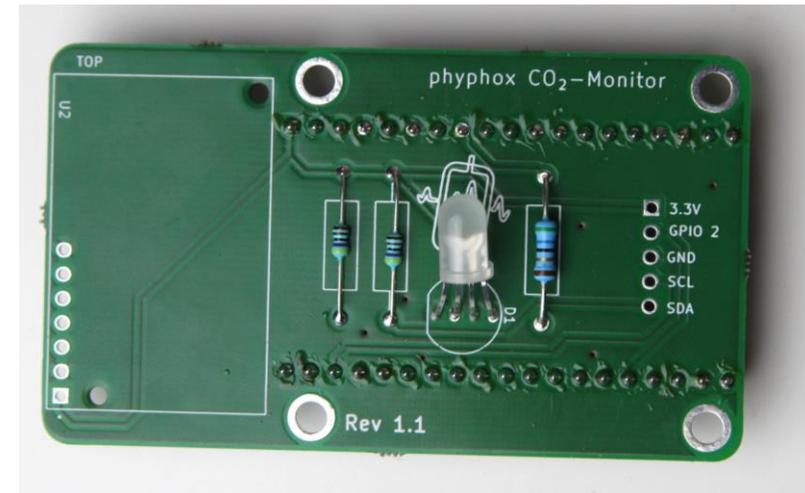
Die überstehenden Beinchen können z.B. mit einem Seitenschneider abgeknipst werden.



# Buchsenleisten auf Platine löten

Die beiden Buchsenleisten auf die Platine stecken und von hinten verlöten. Die richtige Seite ist auch auf den Bildern rechts zu erkennen.

Hinweis: Um ein schiefes Einlöten der Bauteile zu vermeiden, bietet es sich an, den ESP32 zusätzlich auf die Buchsenleiste zu stecken.

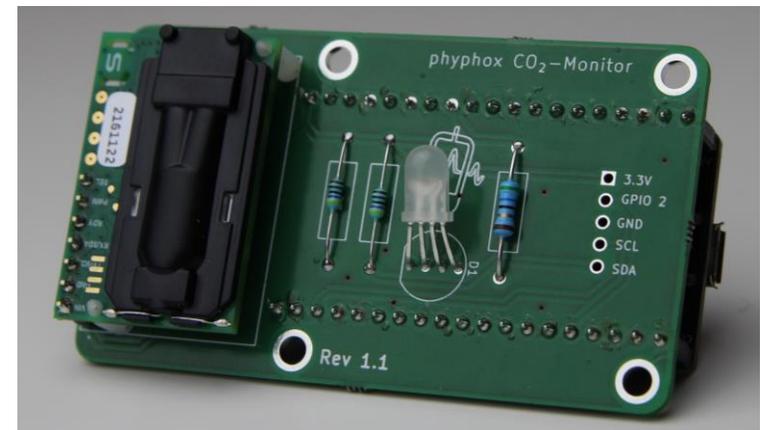
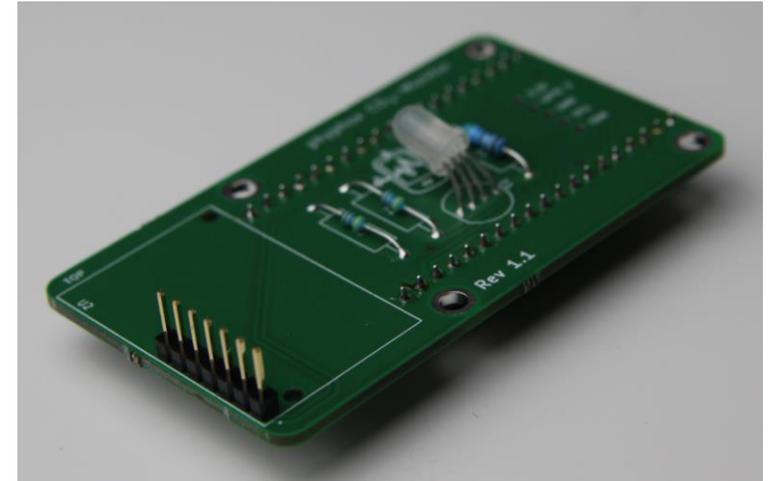


# CO<sub>2</sub> Sensor verlöten

Die Pinleiste mit der kurzen Seite auf die Platine stecken und verlöten.

Nun die Abstandshalter in die beiden Bohrungen beim Sensor stecken und anschließend Sensor inkl. Abstandshalter auf die Platine stecken.

Jetzt kann die Pinleiste auch mit dem Sensor verlötet werden.

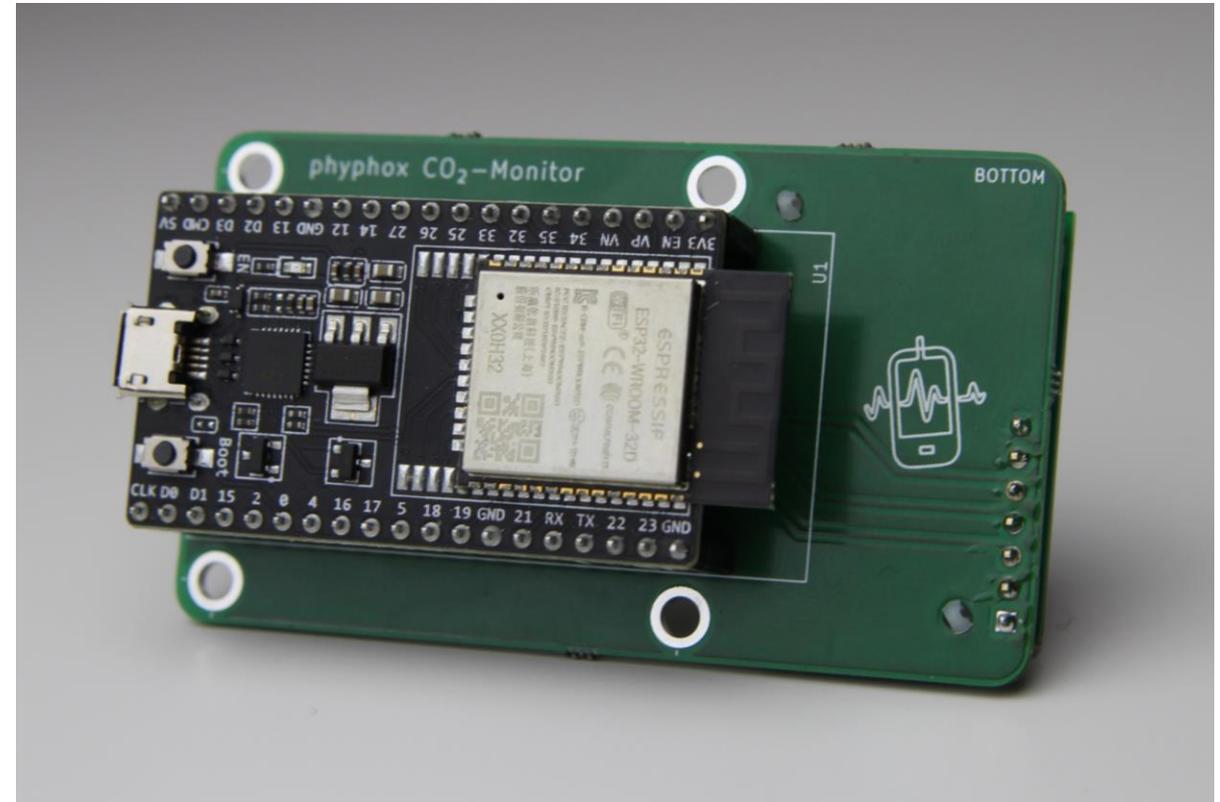


# ESP32 auf Buchsenleiste stecken

Falls noch nicht geschehen, muss nur noch der ESP32 auf die Buchsenleisten gesteckt werden, wie auf dem Bild rechts gezeigt.

Herzlichen Glückwunsch!

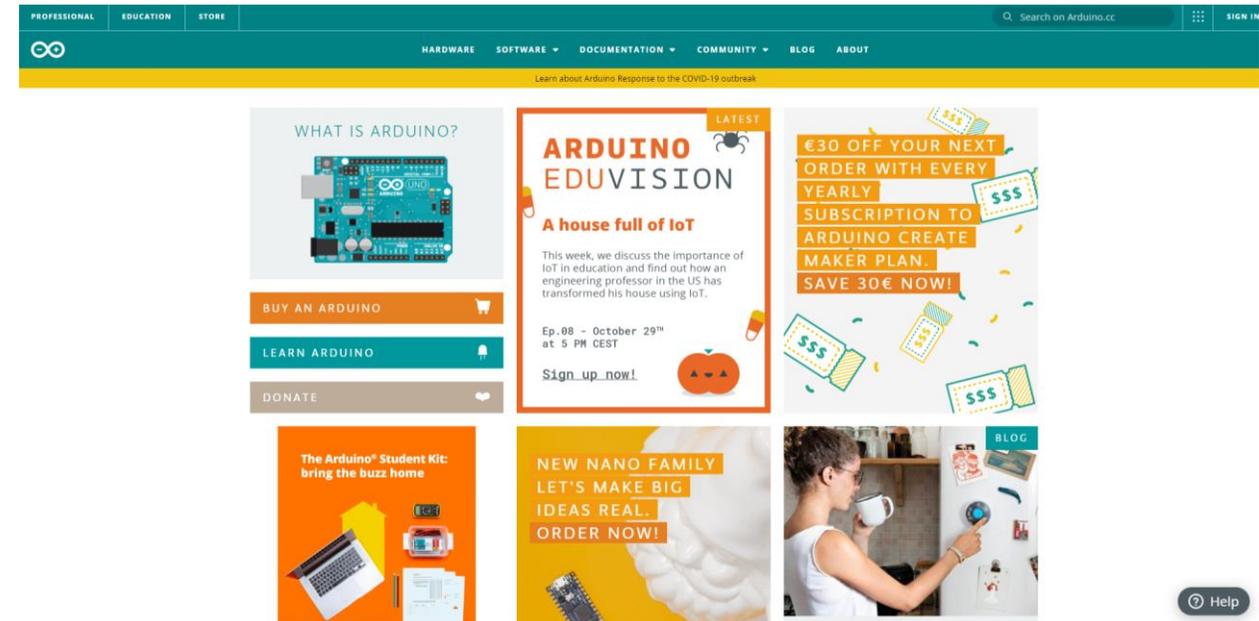
Damit ist der Hardware-Aufbau erledigt.



# Software

# Arduino IDE installieren

Zuerst muss die Arduino IDE installiert werden. Die Installationsdatei wird kostenfrei unter [arduino.cc](https://arduino.cc) zur Verfügung gestellt.

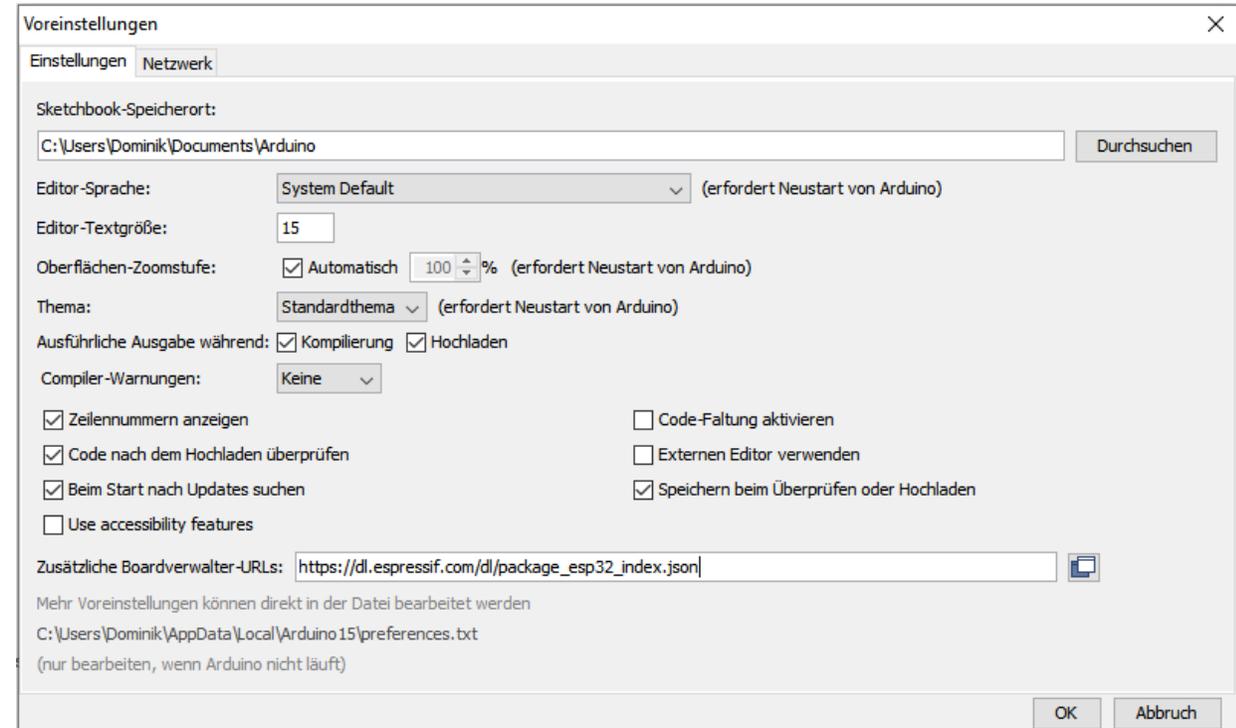


# Boardverwalter URLs

Zuerst muss in der Arduino IDE eine zusätzliche Quelle für neue Boardtreiber hinterlegt werden. Dazu auf „Datei“ -> „Voreinstellungen“ klicken.

Anschließend muss folgende URL in das Feld neben „Zusätzliche Boardverwalter-URLs“ kopiert werden:

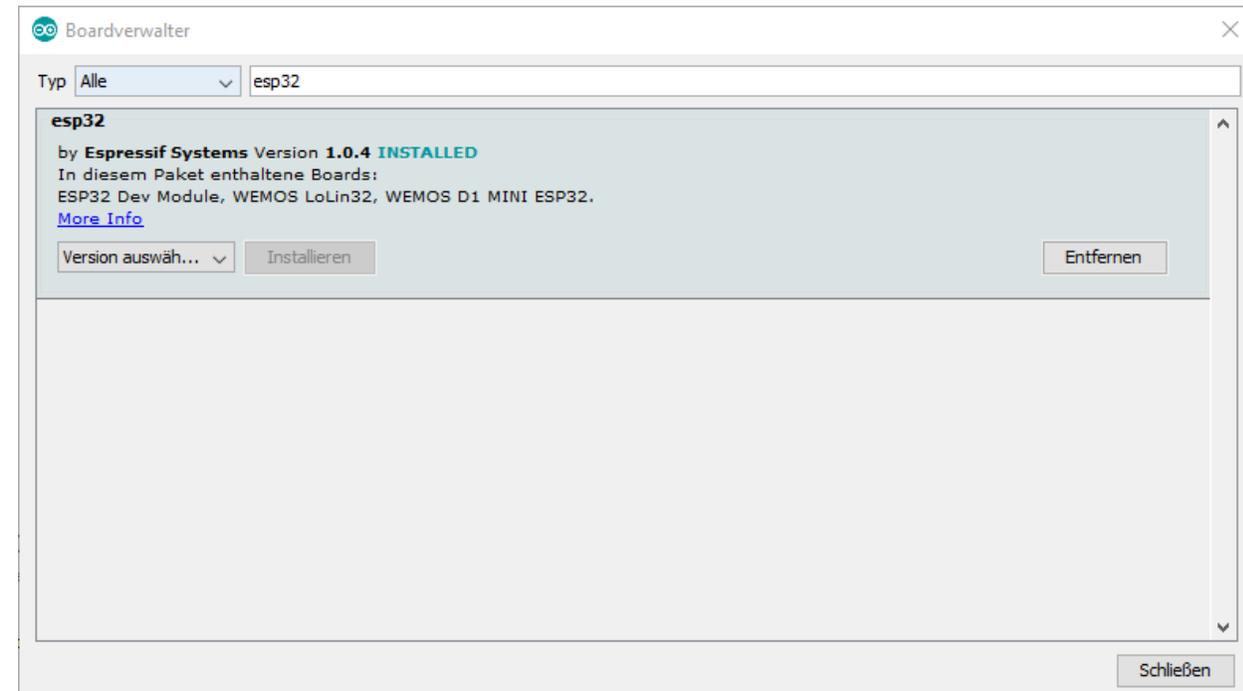
*[https://dl.espressif.com/dl/package\\_esp32\\_index.json](https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json)*



# ESP32 Boardtreiber

Um mit der Arduino IDE einen ESP32 programmieren zu können, muss zuerst der Boardtreiber installiert werden. Dazu auf „Werkzeuge“ – „Board“ – „Boardverwalter“ klicken.

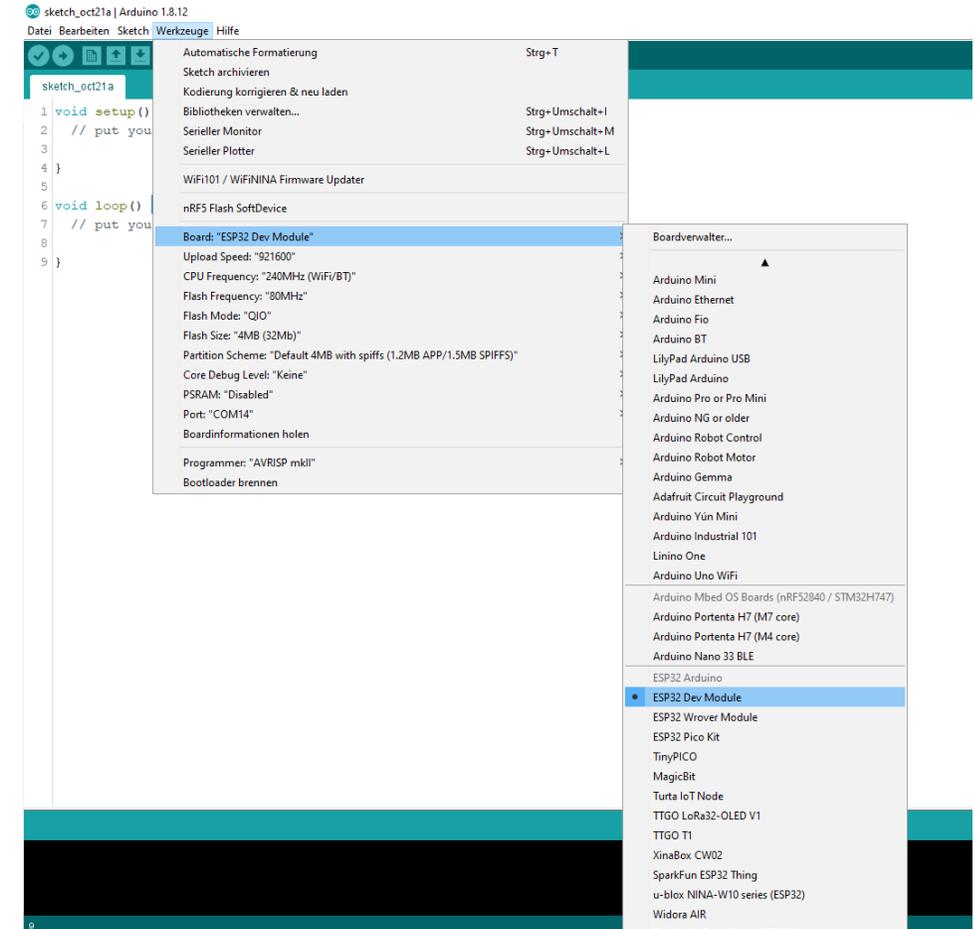
Nun nach „ESP32“ suchen und die angezeigte Bibliothek installieren.



# ESP32 auswählen

Falls der ESP32 noch nicht mit dem PC verbunden ist muss er jetzt über das USB-Kabel angeschlossen werden.

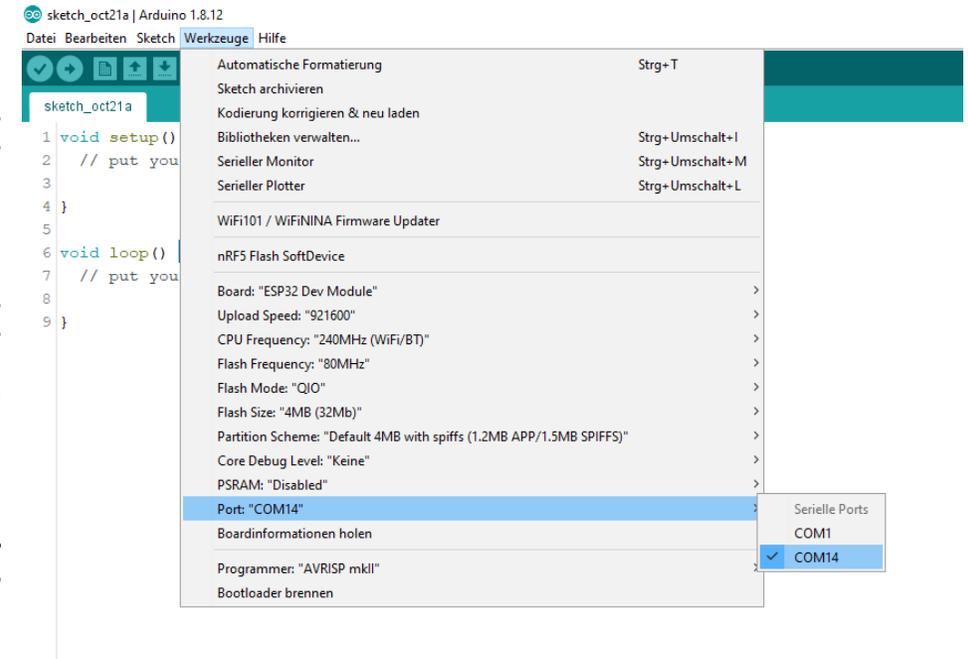
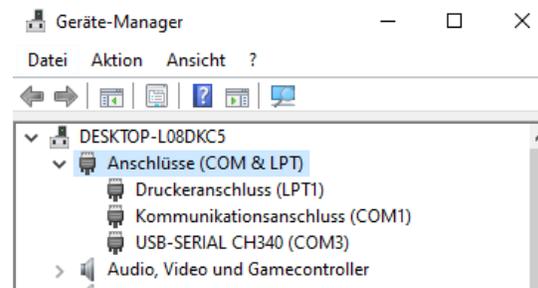
Nun kann unser verwendetes Board „ESP32 Dev Module“ über „Werkzeuge“ – „Board“ ausgewählt werden.



# Port-Auswahl

Damit das Programm auf den ESP32 gespielt werden kann, muss noch der Port ausgewählt werden.

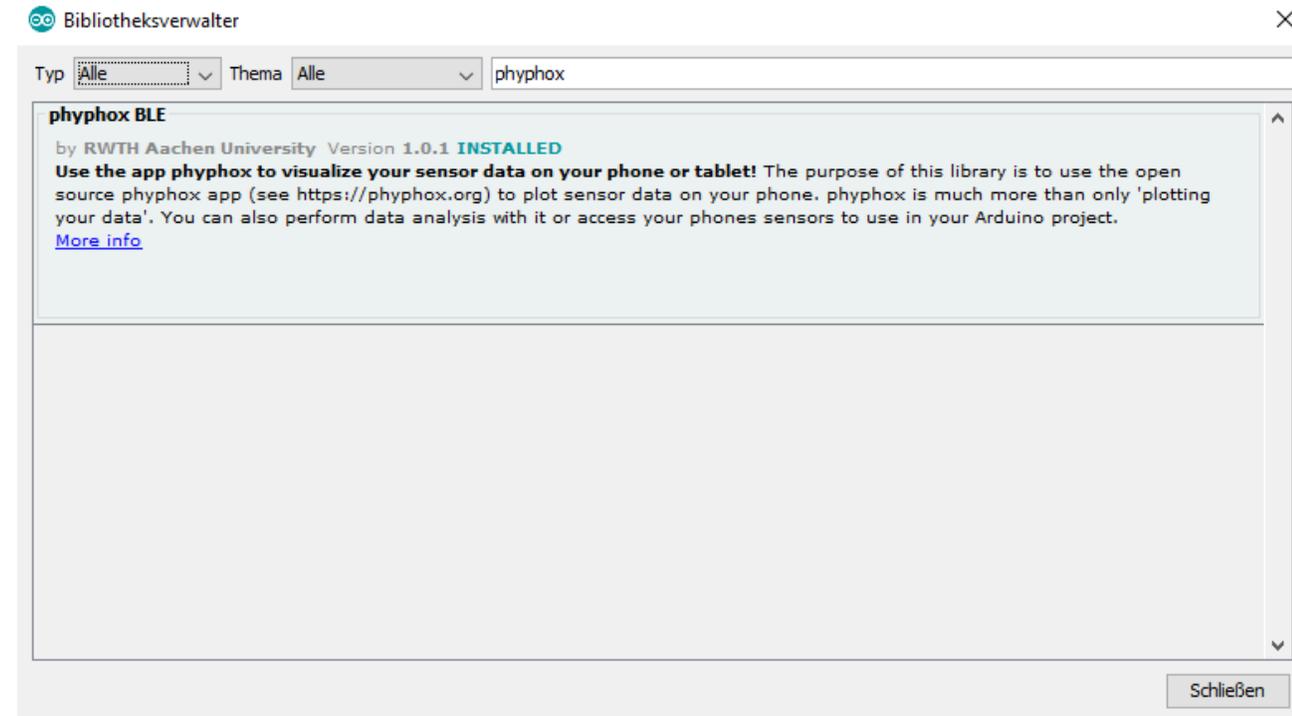
Im Windows Geräte-Manager kann der Port des ESP32 erkannt werden. Sind mehrere Geräte eingetragen kann durch Ein/Ausstecken der passende Eintrag identifiziert werden.



# phyphox Bibliothek einbinden

Als nächstes installieren wir die „phyphox BLE“ Bibliothek. Diese Bibliothek übernimmt das einfache Übertragen der Daten per Bluetooth und erhält das benötigte Programm für den CO<sub>2</sub>-Monitor.

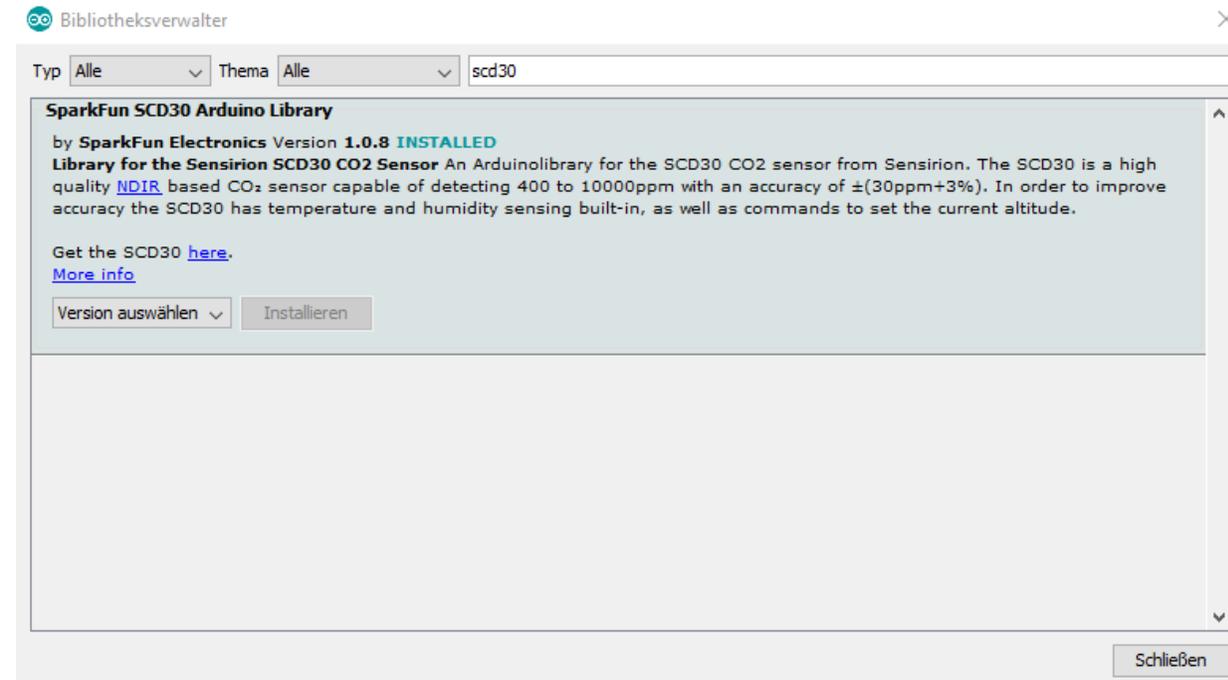
Dazu unter „Sketch“ – „Bibliothek einbinden“ – „Bibliothek verwalten“ nach phyphox BLE suchen und Installieren.



# SCD30 Bibliothek einbinden

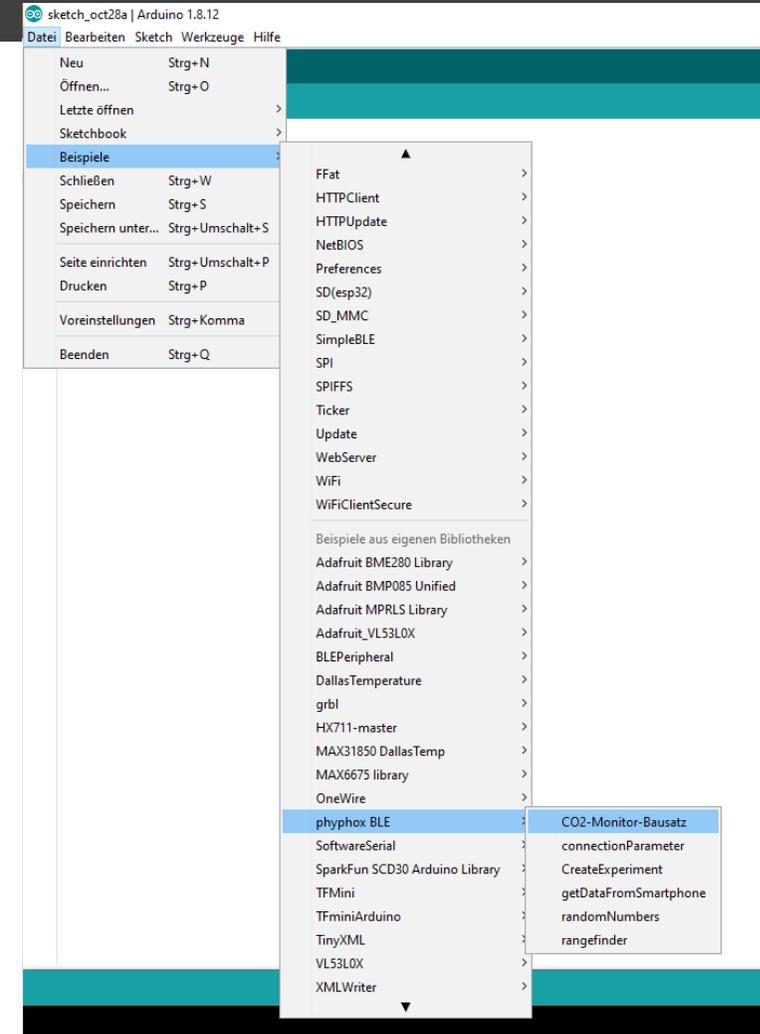
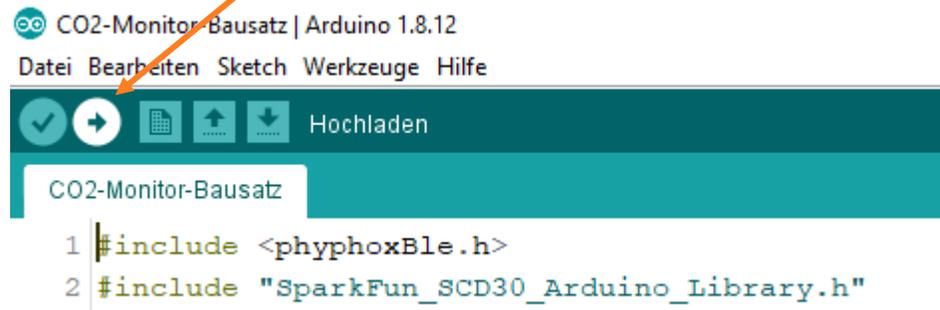
Neben der phyphox-Bibliothek wird noch eine Bibliothek benötigt, um mit dem CO<sub>2</sub>-Sensor zu kommunizieren.

Dazu unter „Sketch“ – „Bibliothek einbinden“ – „Bibliothek verwalten“ nach „scd30“ suchen und die Bibliothek von „Sparkfun“ Installieren.



# Programmcode übertragen

Jetzt muss nur noch über „Datei“ – „Beispiele“ – „phyphox BLE“ der Sketch „CO2-Kit“ geöffnet werden. Anschließend kann das Programm über das Icon  überspielt werden.



# phyphox Installation

Installieren Sie phyphox aus dem jeweiligen Appstore.

Für die folgenden Schritte ist **kein** Pairing per Bluetooth erforderlich.

Um externe Sensoren per Bluetooth zu auszulesen, muss phyphox die Freigabe für Bluetooth & den Standort erhalten<sup>1</sup>.



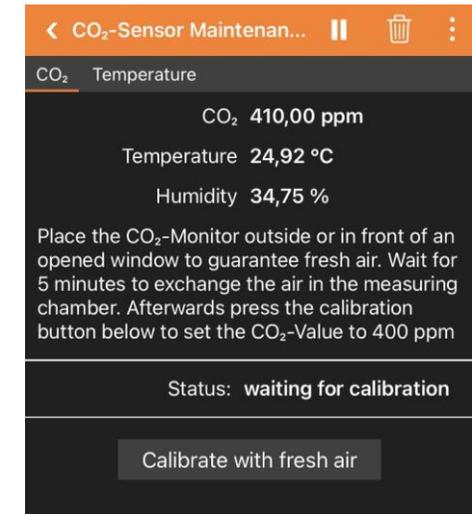
1) Warum der Standort freigegeben werden muss, erfahren Sie im FAQ.

# CO<sub>2</sub>-Kalibration

Vor dem tatsächlichen Einsatz muss der CO<sub>2</sub>-Sensor noch kalibriert werden. Dafür soll der Sensor 5min Frischluft ausgesetzt werden.

Aus der App phyphox kann nun der rechts abgebildete QR eingescannt werden. Zum Einscannen in phyphox auf das „+“ drücken und anschließend auf „Neues Experiment von einem QR-Code“. Dadurch öffnet phyphox ein „Kalibrationsexperiment“ über das die Kalibration durchgeführt werden kann.

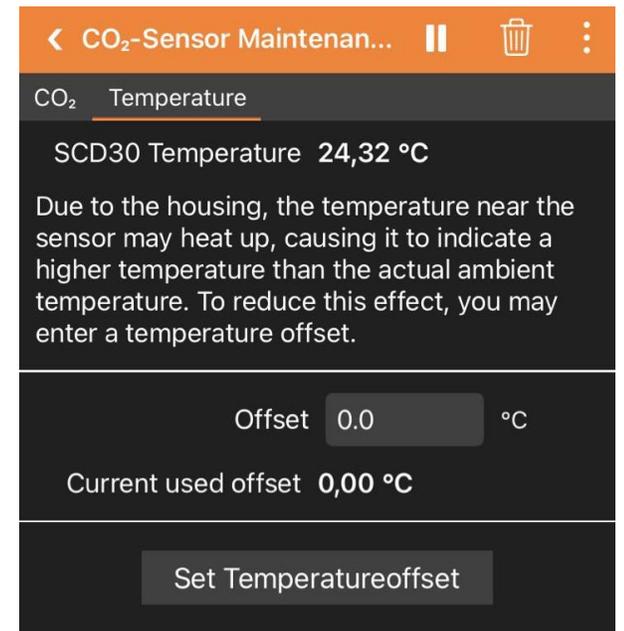
Sobald der Button „Calibrate with fresh air“ gedrückt wurde wird die Kalibration durchgeführt. Erscheint „calibration received“ war die Kalibration erfolgreich.



# Temperatur-Kompensation

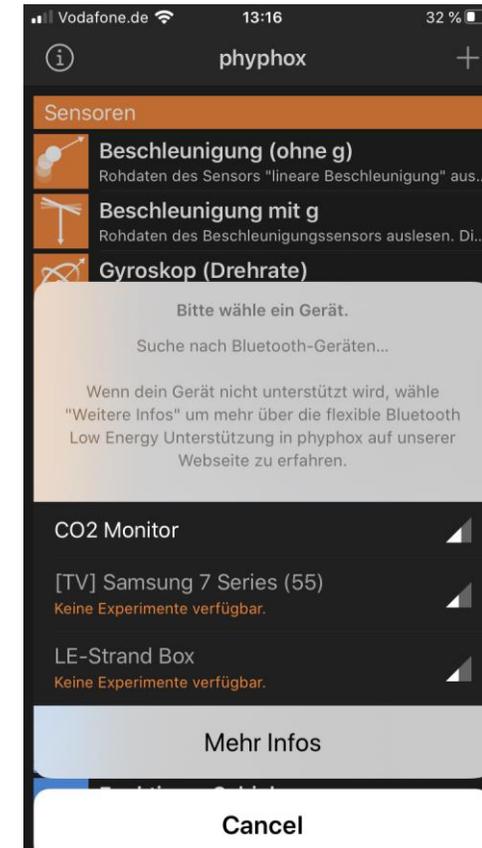
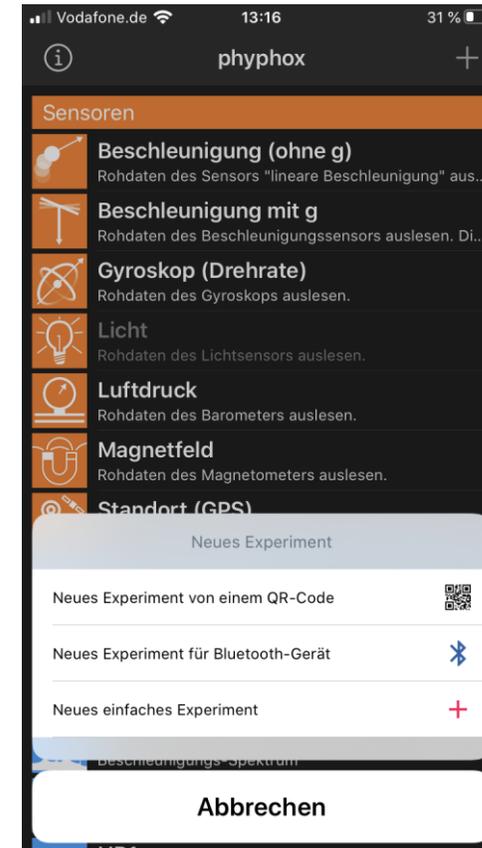
Je nach Gehäuse kann sich die durch Mikrocontroller und Sensor erzeugte Wärme anstauen. Deshalb kann eine Temperaturkompensation nötig sein.

Für die Temperatur-Kompensation sollte der Sensor einige Minuten angeschaltet sein um Betriebstemperatur zu erreichen. Anschließend kann im gerade genutzten Kalibrationsexperiment auf der „zweiten Seite“ der Offset zur tatsächlichen Raumtemperatur eingegeben werden. Danach startet der CO<sub>2</sub>-Monitor neu und die angezeigte Temperatur sollte nun nach **einigen Minuten** den tatsächlichen Wert erreichen.



Das eigentliche Experiment zur Visualisierung der aktuellen und in den letzten 24h aufgenommenen Messdaten befindet sich bereits auf dem ESP32.

In phyphox kann das Experiment über das „+“ Symbol und dann „Neues Experiment für Bluetooth-Gerät“ geladen werden.



# CO<sub>2</sub> Monitor-Case

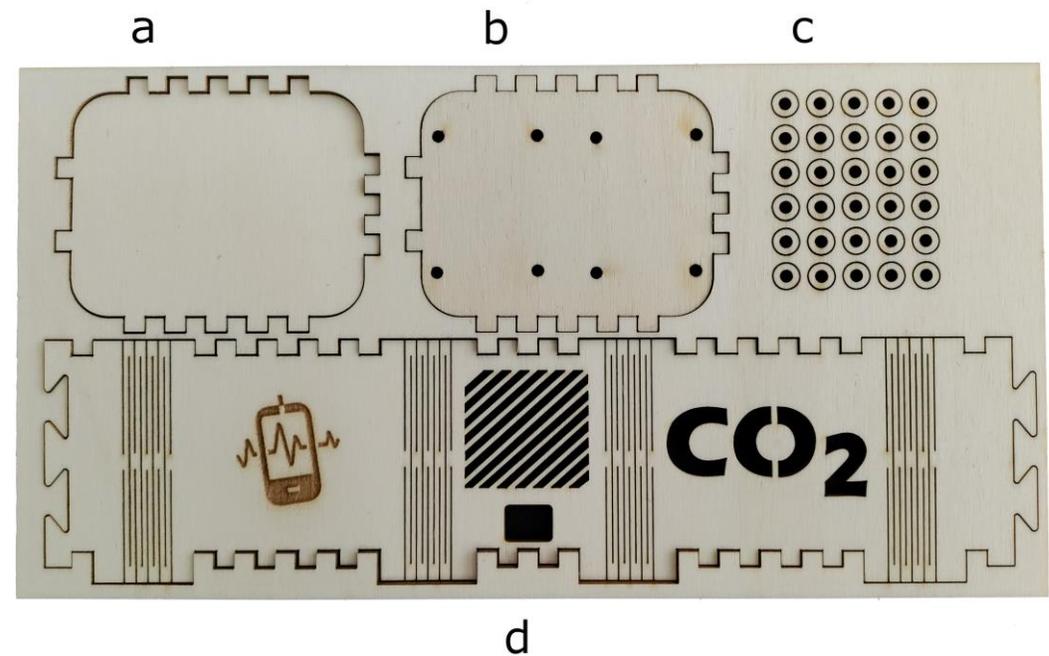
## Bauanleitung



# Bauteilübersicht

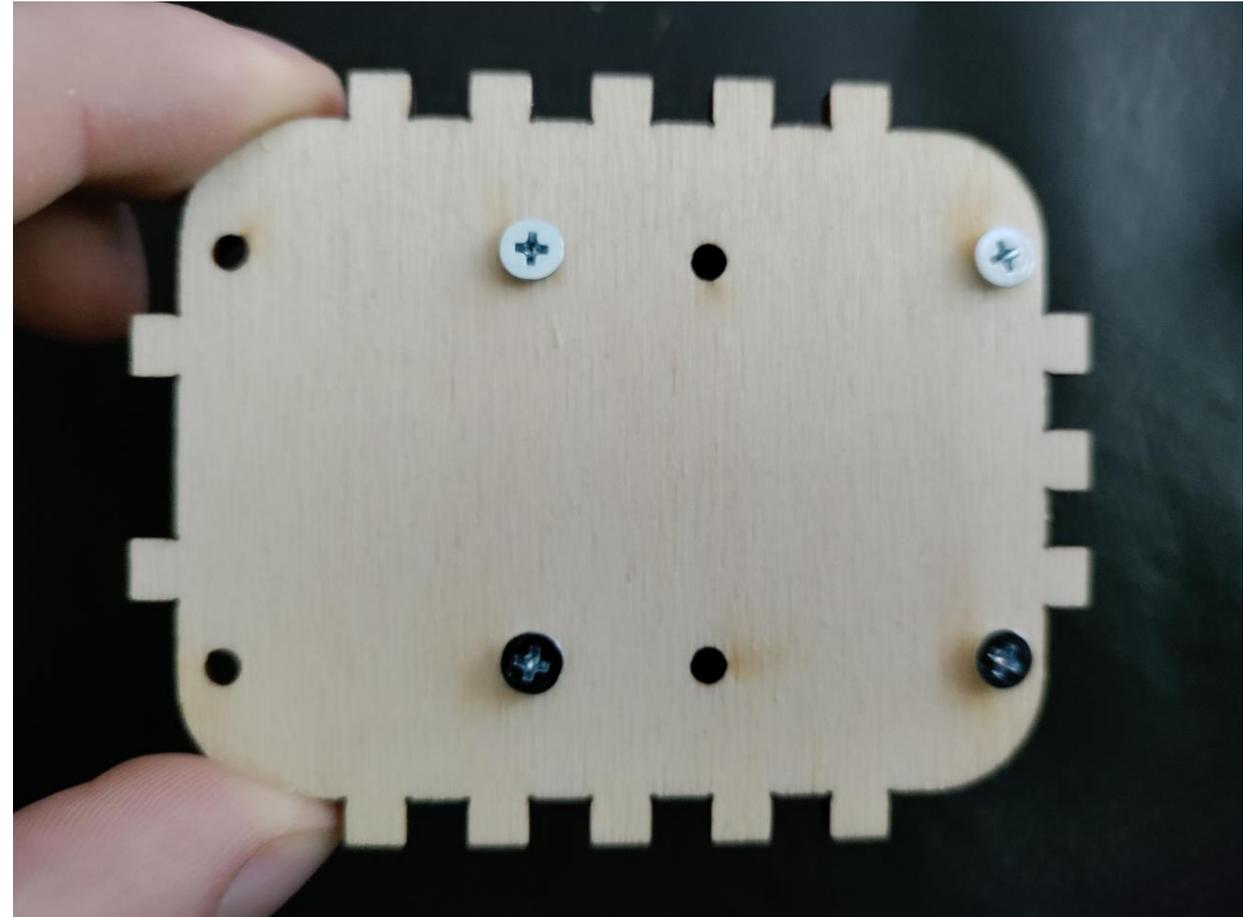
- a) Deckel
- b) Boden
- c) Abstandshalter (x30)
- d) Mantel

Schrauben, Muttern, USB-Kabel



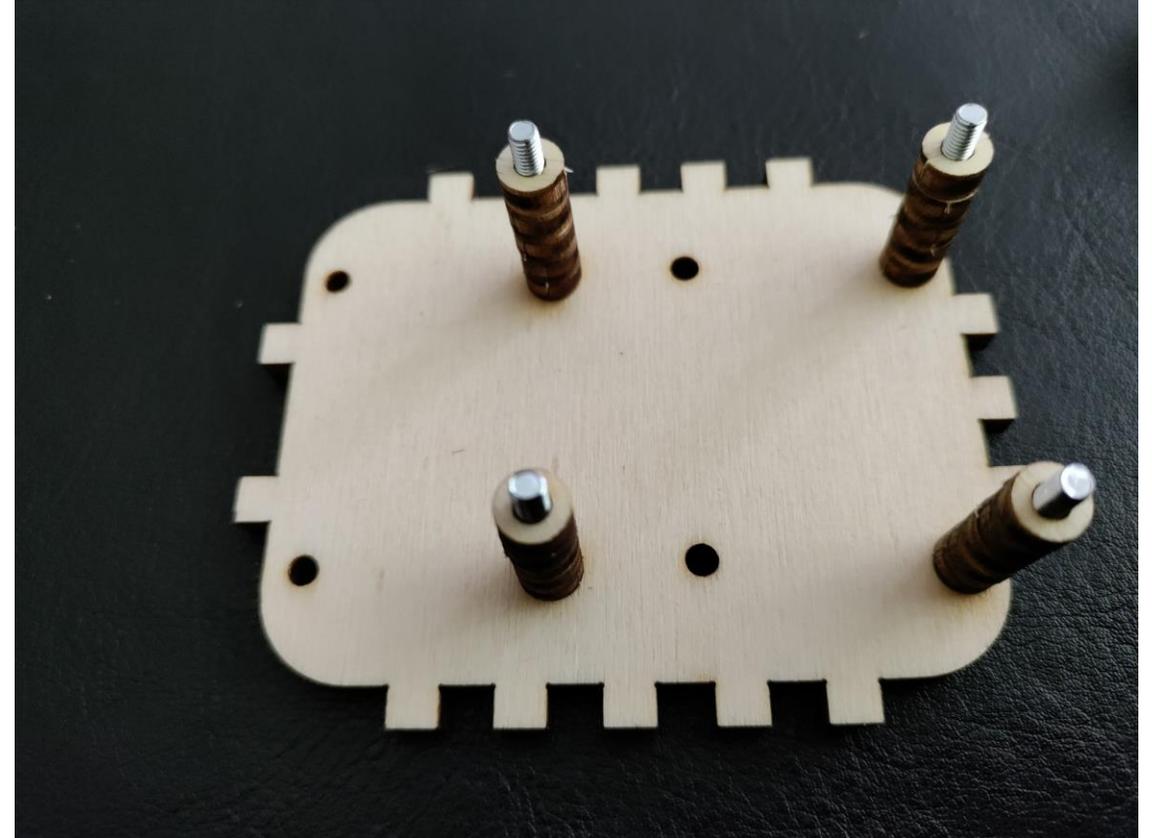
# Bodenplatte vorbereiten

Zuerst werden vier der Schrauben wie auf dem Bild eingesteckt. Dabei sollte auf die Anzahl der Zacken an dem Rand der Bodenplatte geachtet werden.



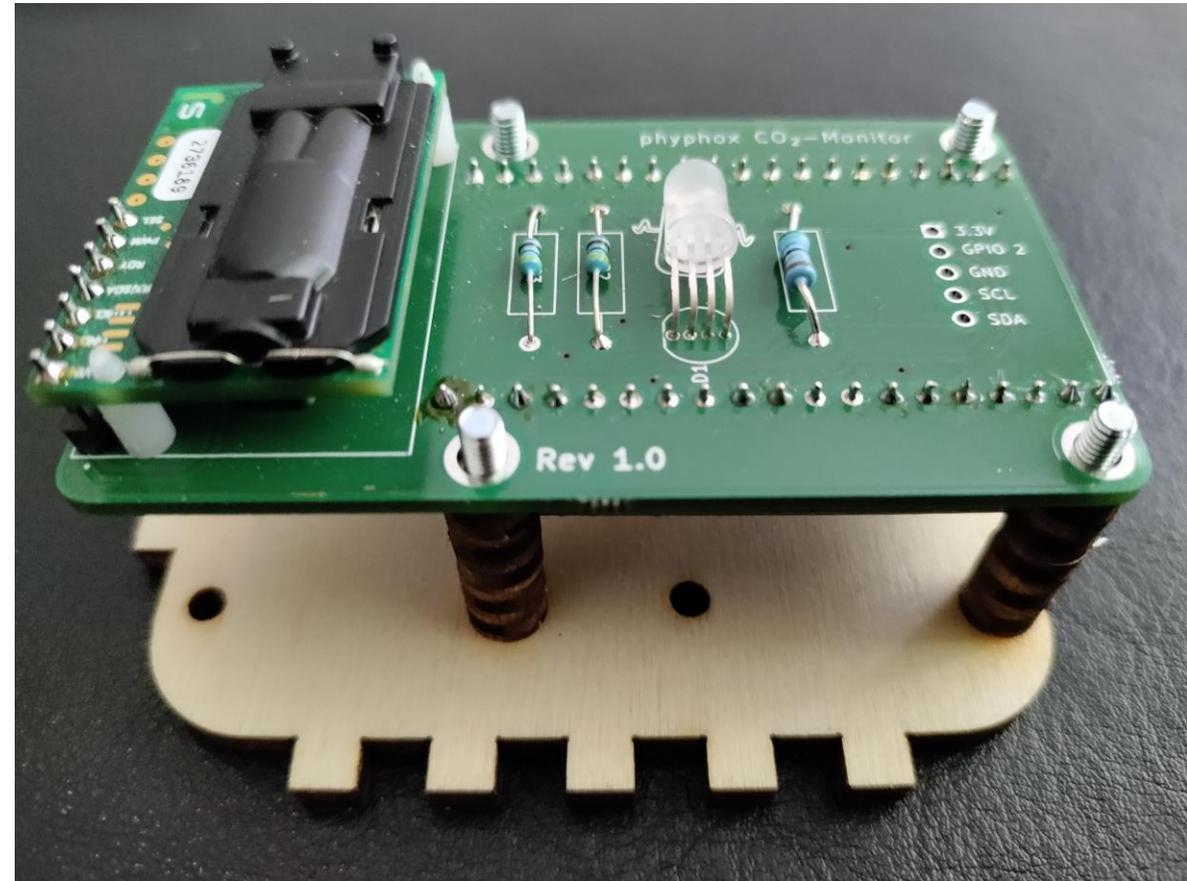
# Abstandshalter hinzufügen

Die Bodenplatte umdrehen und jeweils fünf Abstandshalter auf jede der vier Schrauben stapeln.



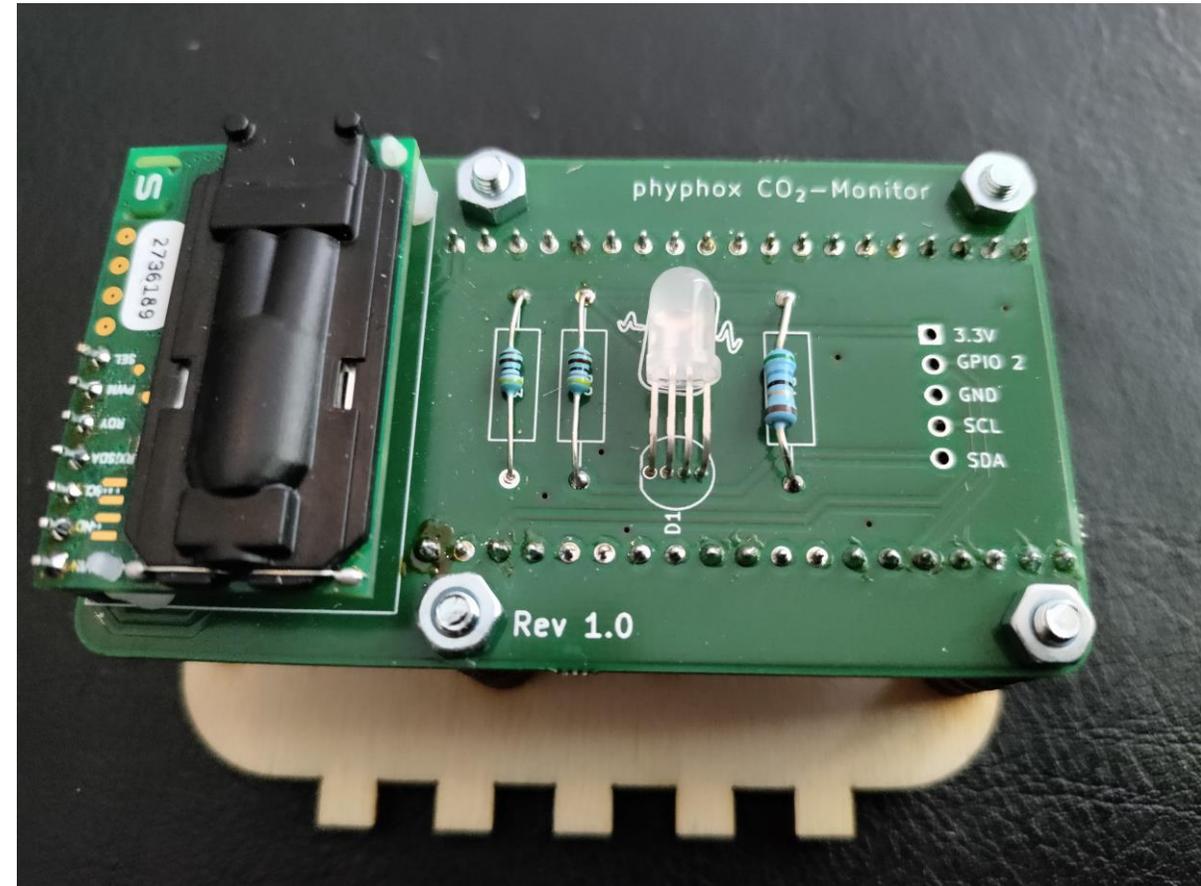
# Platine aufstecken

Anschließend wird die Platine auf die Schrauben gesteckt (siehe Bild), sodass der Sensor oben ist und der USB-Anschluss auf der Seite mit den 3 Zacken.



# Mit Muttern befestigen

Nun wird die Platine mit Muttern befestigt.



# Mantel

Damit man später nicht durch die LED geblendet wird, kann als Diffusor ein einfaches weißes Papier von Innen vor den CO<sub>2</sub>-Ausschnitt geklebt werden.

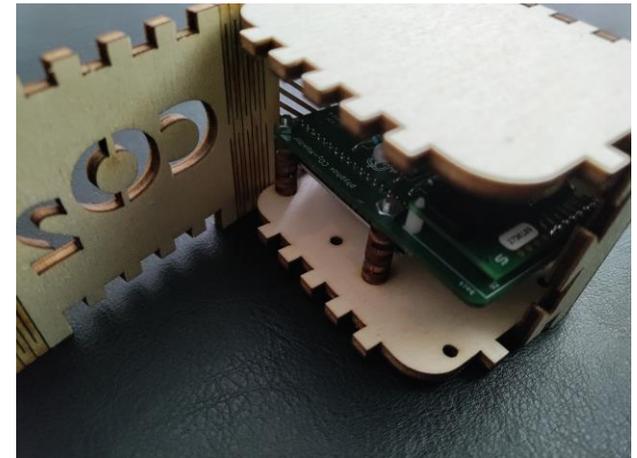
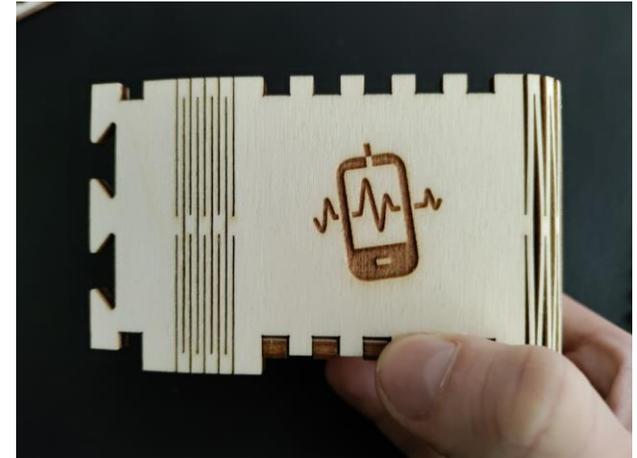
Der Mantel wird auf der Seite des USB-Anschlusses durch die Steckverbindung mit der Bodenplatte befestigt.



# Deckel hinzufügen

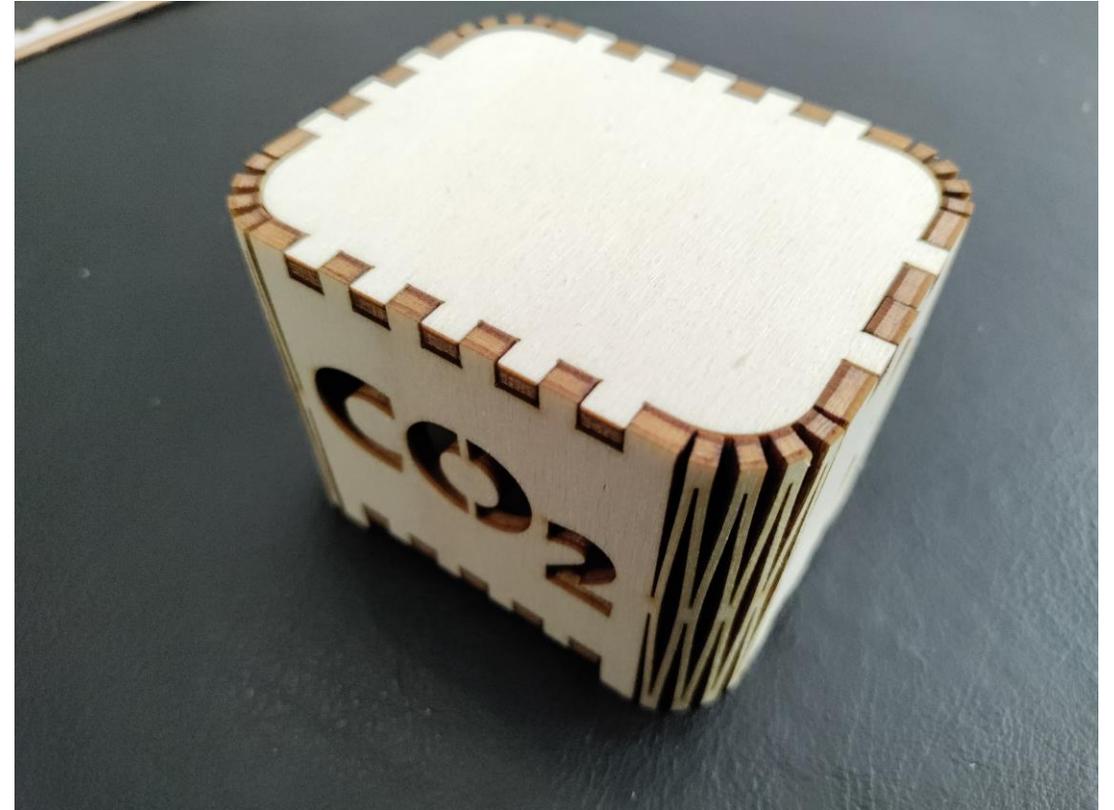
Eine Seite des Mantels wird nun umwickelt und festgesteckt (leichtes Ziehen hilft für die Ecken). Die andere Seite folgt später.

Anschließend wird der Deckel eingesteckt.



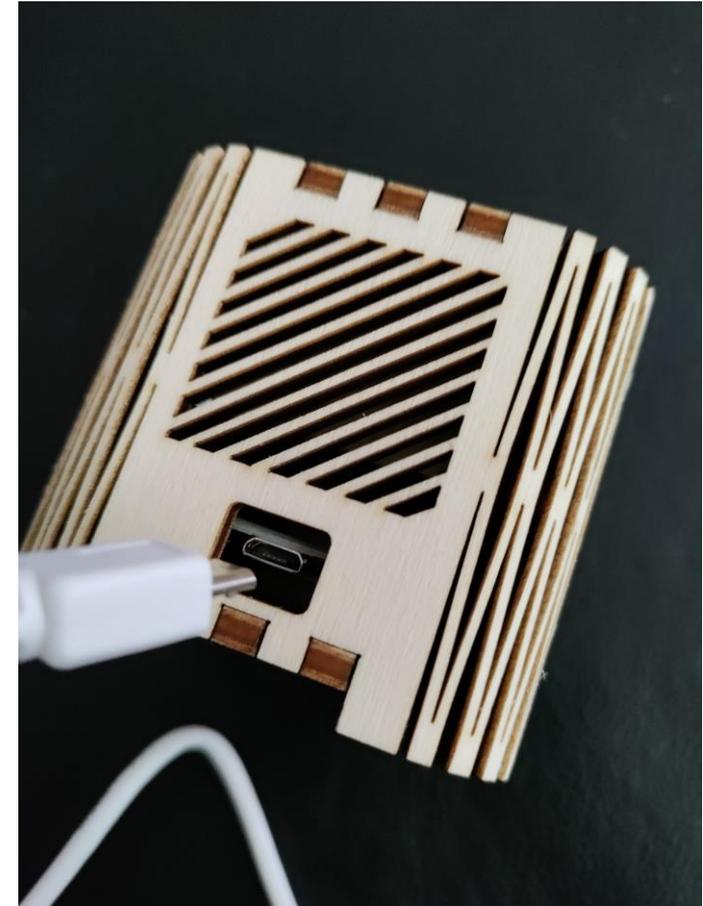
# Mantel vervollständigen

Jetzt wird der Mantel auch auf der anderen Seite befestigt und ineinander gesteckt. Hierbei bitte vorsichtig sein, damit nichts abbricht.



# Kabel einstecken

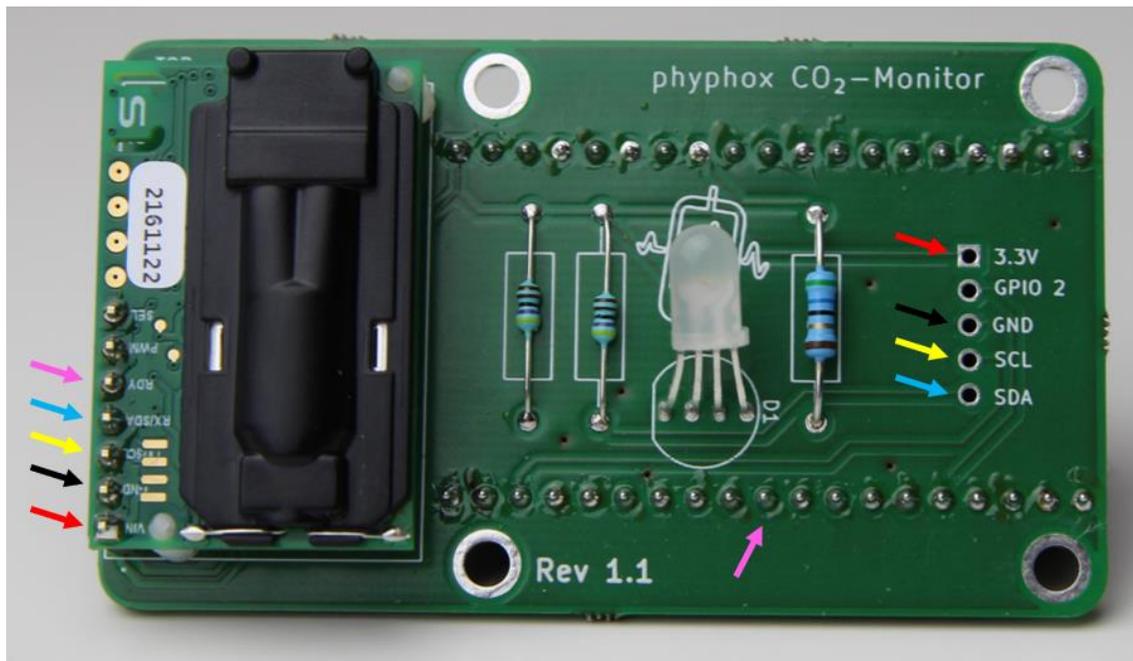
Zum Schluss muss nur noch das Kabel eingesteckt werden.



## FAQ zum phyphox CO<sub>2</sub>-Monitor

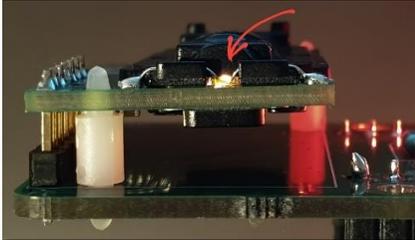
### Typische Probleme beim Zusammenbau

- × Wie kann ich überprüfen, ob die Lötstellen zwischen Bauteilen und Platine richtig verbunden sind?
  - ✓ Du kannst mit einem Multimeter den Leitungswiderstand messen. Stelle dein Multimeter dafür in den richtigen Modus und messe den Widerstand zwischen den jeweils gleich farbig markierten Pins. Der Widerstand sollte im niedrigen Ohm-Bereich liegen. Misst du einen Widerstand im Kilo-Ohmbereich solltest du die Lötstellen beim jeweiligen Pin prüfen bzw. Nachlöten.



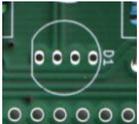
× Wie kann ich überprüfen, ob der Sensor mit Strom versorgt wird?

- ✓ Der Sensor sollte etwa in Sekundentakt aufleuchten. Am besten kontrollierst du dies, indem du von der Seite auf den Sensor guckst, wie im unteren Bild gezeigt.



× Wie löte ich die LED richtig ein?

- ✓ Die LED hat eine abgeschrägte Seite, die entsprechend auf der Platine abgebildet ist.



Verbaue die LED so, dass die flache Seite der LED zu dem aufgemalten abgeschnittenen Kreis auf der Platine passt.

## Bekannte Probleme beim Softwareaufspielen

× Was sollte ich bei jeglichen Problemen mit der Software des Microcontrollers als Erstes tun?

- ✓ Überprüfe, dass du die aktuelle Version der Bibliotheken verwendest, indem du auf dem unter „Werkzeuge“ -> „Bibliotheken verwalten“ -> (Suche) „phyphox BLE“ die aktuelle Version verwendest. Die Version des Boards sollte dabei ebenfalls überprüft werden: Checke dazu in „Werkzeuge“ -> „Board: "ESP32 Dev Module"" -> Boardverwalter -> (Suche) „ESP 32“, dass die aktuellste Version ausgewählt ist.
- ✓ Öffne vor dem Hochladen des Sketches auf den Microcontroller den seriellen Monitor, indem du diesen unter „Werkzeuge“ -> „Serieller Monitor“ öffnest oder oben rechts auf die Lupe klickst



**Wichtig:** Wähle im seriellen Monitor eine Baudrate von „115200“ aus.

- ✓ Erscheint die Meldung „Air sensor not detected. Please check wiring.“ sollten die Lötstellen geprüft werden. Folge dazu der Hilfestellung „Typische Probleme beim Zusammenbau“ hier im FAQ.

- × Startet sich der Microcontroller ständig neu?
  - ✓ Überprüfe in „Werkzeuge“ -> „Bibliotheken verwalten“ -> (Suche) „phyphox BLE“, ob die „phyphox BLE“ mindestens auf Version 1.0.5 eingestellt ist. Wähle ansonsten die entsprechend höchste Version und klicke auf „Installieren“. Die Version des Boards sollte dabei ebenfalls überprüft werden: Checke dazu in „Werkzeuge“ -> „Board: "ESP32 Dev Module"" -> Boardverwalter -> (Suche) „ESP 32“, dass die Version 1.0.5 oder höher ausgewählt ist.
  - ✓ In der „phyphox BLE“-Version 1.0.5 sollte im „CO2Kit“-Beispiel „initStorage();“ vorkommen. Ist dies nicht der Fall, wird der falsche Sketch verwendet. Der Sketch sollte mit diesem Sketch übereinstimmen:  
<https://github.com/Stacks/phyphox-arduino/blob/master/examples/CO2kit/CO2kit.ino>

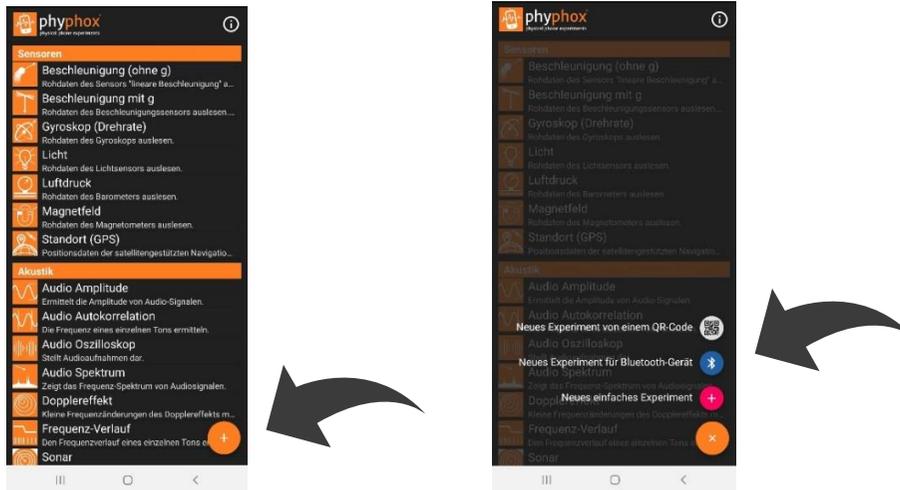
- × Welchen Port muss ich auswählen?
  - ✓ Um den richtigen Port auszuwählen, kannst du unter Windows den Geräte-Manager öffnen. Unter „Anschlüsse (COM)“ solltest du den Mikrocontroller angezeigt bekommen. Ist die Benennung nicht eindeutig, kannst du durch Ein- und Ausstecken des Mikrocontrollers am USB-Port sehen, welcher COM-Port entfernt wird bzw. wieder auftaucht.



- × Wieso wird mein Board nicht vom Computer erkannt?
  - ✓ Wenn z.B. das USB-Kabel nicht genügend Strom liefert, weil es z.B. einen Wackelkontakt hat, dann wird das Board nicht angezeigt. Versuche es mit einem anderen USB-Kabel.  
*Tipp:* Bei Windows sollte, wenn der Mikrocontroller erkannt wird, ein Signalton beim Verbinden des USB-Geräts ertönen.
- × Was kann ich tun, wenn beim Hochladen des Sketches auf den ESP32 der Fehler „Failed to connect to ESP32: Timed out waiting for packet header“ auftritt?
  - ✓ Um dieses Problem zu beheben, musst du während des gesamten Hochladevorgangs den „Boot“- Button (oder auf manchen Boards auch als „Flash“ beschriftet) auf deinem Microcontroller gedrückt halten. Weitere Informationen findest du hier: <https://randomnerdtutorials.com/solved-failed-to-connect-to-esp32-timed-out-waiting-for-packet-header/>

## Klassische Probleme in phyphox

- × Wie verbinde ich meinen CO2-Monitor mit phyphox?
  - ✓ **Wichtig:** Koppel den CO2-Monitor nicht über das normale „Pairing“ deines Smartphones, sondern über phyphox in dem du auf das „+“ drückst (Screenshots von Android):



Wähle hier „Neues Experiment für Bluetooth-Gerät“ und wähle anschließend den „CO2 Monitor“. Wenn mehrere CO2 Monitore in der Nähe sind, dann ist der orange markierte derjenige, der am nächsten beim Smartphone liegt.

- × Sollte dieser nicht aufgeführt sein:
  - ✓ Kontrolliere ob dein Microcontroller funktioniert, indem du den seriellen Monitor verwendest (siehe dazu den Abschnitt in „Bekannte Probleme beim Softwareaufspielen“ oben).
- × Woher bekomme ich das passende phyphox-Experiment?
  - ✓ Das entsprechende „CO2-Monitor“-Experiment wird direkt vom Microcontroller geladen, sobald du dich mit diesem über Bluetooth verbindest (s. oben).
  - ✓ Das Kalibrierungsexperiment kannst du über diesen QR-Code laden:



Um den QR-Code zu scannen, kannst du in phyphox auf das „+“ und anschließend auf „Neues Experiment von einem QR-Code“ drücken.  
*Anmerkung:* Bei der Kalibrierung über das Kalibrierungsexperiment musst du etwas geduldig sein, da sich der Sensor langsam in Richtung deiner angegebenen Werte anpasst.