

Aufstellhinweise und Kalibrierung

Kohlendioxid absorbiert Licht im infraroten Spektralbereich (IR). Auf dieser physikalischen Eigenschaft basiert unser Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration in der Raumluft. Der Sensirion SCD 30 verfügt über eine IR-Quelle und zwei Strahlengänge mit IR-Detektor. Nur ein Strahlengang wird vom Messgas durchströmt. Die Differenz der beiden Detektorsignale ist damit abhängig von der CO₂-Konzentration im Messgas. Andere Einflüsse eliminieren sich durch die Differenzmessung. Temperatur und Luftfeuchte werden mittels separatem Sensor korrigiert. Im [Datenblatt](#) gibt der Hersteller die Genauigkeit mit $\pm (30 \text{ ppm} + 3 \% \text{ vom Messwert})$ an. Weitere Merkmale: Lebensdauer > 15 Jahre, Ansprechzeit $T_{63} = 20 \text{ s}$.

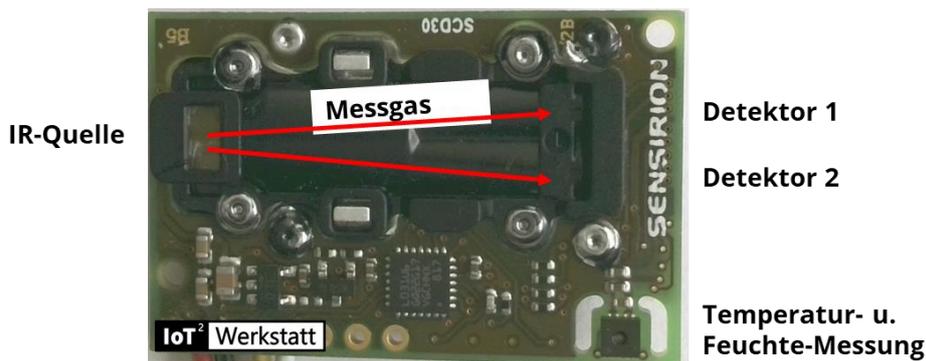


Fig. 1 Der Sensor verfügt über zwei Strahlengänge. Nur einer wird vom Messgas durchströmt.

Die folgende Abbildung zeigt den Zusammenhang zwischen wahren Messwert und der vom Sensor gelieferten Anzeige. Im theoretischen Idealfall wird eine tatsächliche Konzentration von 400 ppm auch als 400 ppm angezeigt. Mit den oben genannten Genauigkeitsgrenzen, gilt in der Praxis alles zwischen 358 und 442 ppm als akzeptabel ($\pm 30 + 3\%$ von 400 = ± 42 ppm).

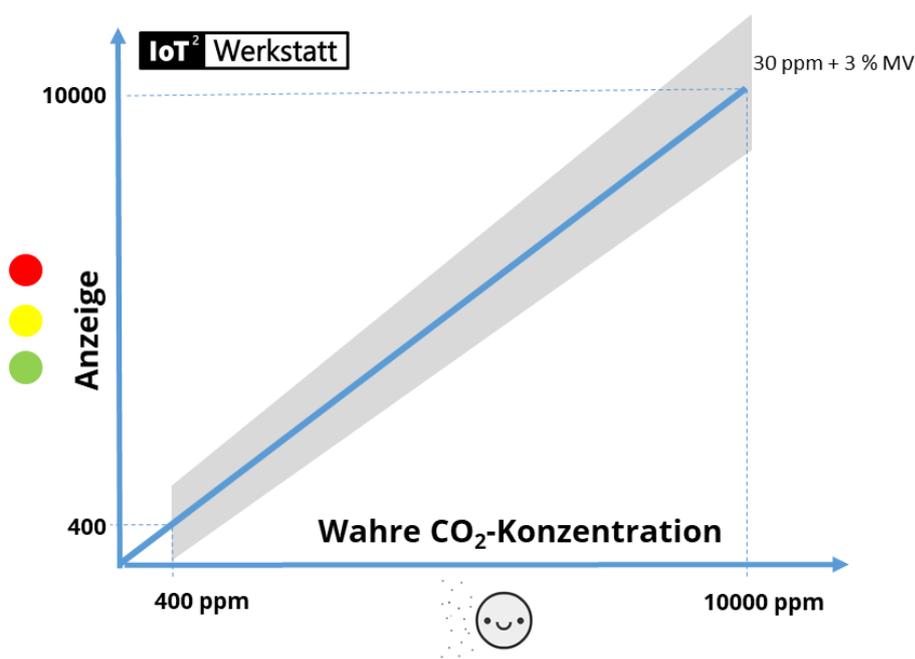


Fig. 2: CO₂-Anzeige entsprechend der zulässigen Fehlergrenzen

Montage

Die Lufteinströmöffnungen befinden sich auf der Unterseite des Sensors. Die Montage sollte so erfolgen, dass ein einfacher Austausch mit der Raumluft erfolgen kann. Wenn der Bilderrahmen an der Wand hängt, dann Montage des Sensors außerhalb. Aufgrund des Messprinzips sollten dabei direktes Sonnenlicht, Zugluft und externe Wärmequellen vermieden werden. Die verwendete Seedstudio Grove-Variante berücksichtigt dies schon durch ein eigenes Gehäuse. Sollte der Originalsensor verbaut werden, so sind die folgenden [Hinweise](#) nützlich.

Für den Aufstellort im Raum ist eine repräsentative Position zu wählen. Der optimale Standort hängt stark von den örtlichen Gegebenheiten ab. Eine Position direkt am Fenster oder in den Raumecken erscheint physikalisch ungünstig. Auch sollten sich keine Personen in unmittelbarer Nähe aufhalten.

Kalibrierung

Die vom Hersteller angegebene Genauigkeit wird nur bei regelmäßiger Kalibrierung erreicht. Ohne regelmäßige Kalibrierung gibt der Hersteller einen jährlichen Drift von max. 80 ppm an. Wir müssen also selbst entscheiden, wie häufig wir kalibrieren möchten. **Eine einmalige vor Ort Kalibrierung ist auf jeden Fall zu empfehlen.** Denn der Sensor ist zwar bereits ab Werk vorkalibriert, jedoch kann sich die Basislinie durch mechanische Einflüsse beim Transport verändern (s. rote Kennlinie).

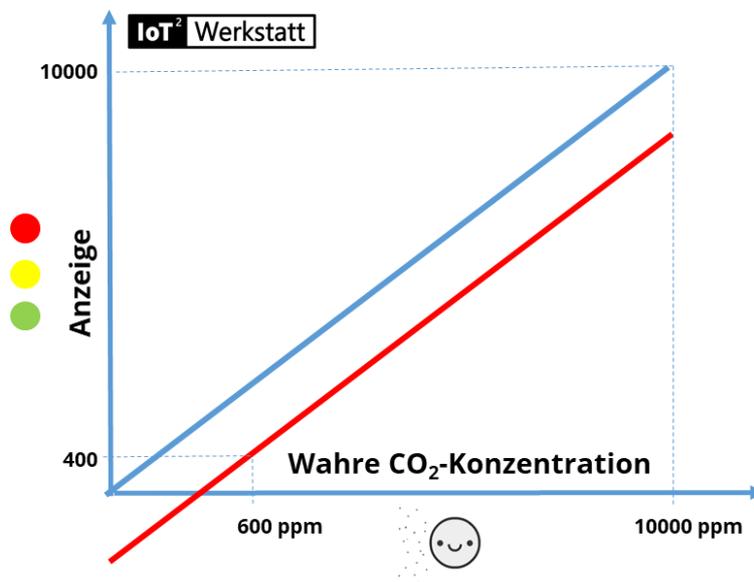


Fig 3: Systematischer Fehler Aufgrund mangelnder Kalibrierung

Ein tatsächlicher Wert von 600 ppm würde in der Anzeige mit 400 ppm wiedergegeben. Eine Kalibrierung vor Ort ist daher unbedingt zu empfehlen. Hierzu wird eine manuelle Einpunktkalibrierung mit Frischluft (400 ppm) durchgeführt. Über ein entsprechendes Programmblöckchen wird die neue Basislinie im Sensor gespeichert, ist also fortan bis zur nächsten Kalibrierung gültig. Durch Verschiebung der Basislinie wird die rote Kurve auf die blaue Kennlinie gehoben. Aufgrund des geringen jährlichen Drifts, ist die vom Hersteller vorgesehene automatische Kalibrierung (ASC) deaktiviert. Denn bei ASC muss der Sensor täglich für mindestens 1 Stunde Frischluft sehen, eine Randbedingung, die in der Praxis vor Ort oft nicht einzuhalten ist. Näheres dazu im Datenblatt. Falls gewünscht, kann die Funktion im C-Code aktiviert werden.

Wichtig: Örtliche Gegebenheiten beachten

Im Datenblatt wird die Ansprechzeit des Sensors mit $T_{63} = 20$ s angegeben, d.h. nach 20 s hat der Sensor bereits 63 % des Endwertes erreicht (Sprungantwort). Um den stationären Endwert zu erreichen müssen wir theoretisch mindestens 5 Zeitkonstanten oder 2 Minuten warten.

Innerhalb eines Gebäudes spielt aber die Zeitkonstante des Raumes eine dominierende Rolle. Je nach örtlichen Gegebenheiten (Raumgröße, Fensterfläche, Querlüftung) kann es mehrere Minuten dauern, ehe die Luft im Raum komplett ausgetauscht wurde. Das ist bei einer Kalibrierung vor Ort im Raum entsprechend zu berücksichtigen. Wir müssen ggf. viel länger warten, bis sich ein stationärer Wert einstellt (Querlüftung). Eventuell erreichen wir am Sensor nie die Frischluftsituation (Kipplüftung). Deshalb ist eine Kalibrierung im Freien oder direkt am offenen Fenster sinnvoll. Auf keinen Fall kalibrieren, ohne sicher zu sein, dass der Sensor wirklich Frischluft sieht. Andernfalls generieren wir einen Offset und damit eine systematische Unterschätzung des Infektionsrisikos.



Fig. 6: Die örtlichen Gegebenheiten bestimmen die Lüftungsdauer. Je nach Situation kann es mehrere Minuten dauern, bis ein stationärer Wert erreicht wird. Nur bei Querlüftung wird die komplette Raumluft ausgetauscht und der Sensor sieht Frischluft. Dies ist besonders bei der Kalibrierung vor Ort wichtig.

Optional: Kalibrieren per Tastendruck

Der typische Drift beträgt lt. Hersteller max. 80 ppm pro Jahr. In der Hoffnung, dass die Pandemie sich nicht mehrere Jahre hinzieht, reicht eine einmalige Kalibrierung vor Ort. Soll der Driftfehler trotzdem reduziert werden, ist eine häufige Kalibrierung nötig. Dann lohnt sich die optionale Erweiterung um einen Taster zur komfortablen Kalibrierung. Anstatt serieller Eingabe braucht dann nur der Taster gedrückt werden, um die Kalibrierung auszulösen und die Basislinie anzupassen.

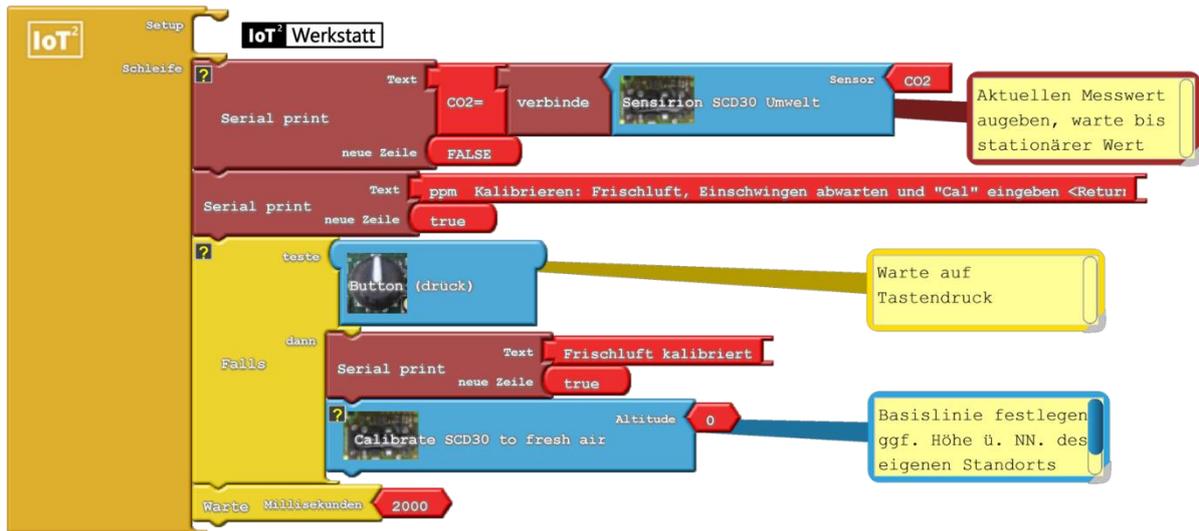


Fig. 7: Kalibrierung per Tastendruck (CO2_Ampel_KalibrierungGPIO2.abp)

Der Octopus bietet hier die Möglichkeit, einen Dreh/Drück-Encoder zu bestücken. Beim Feather-Huzzah nutzen wir stattdessen den GPIO2 – Pin an der Grove-Buchse D2 und einen externen Taster.

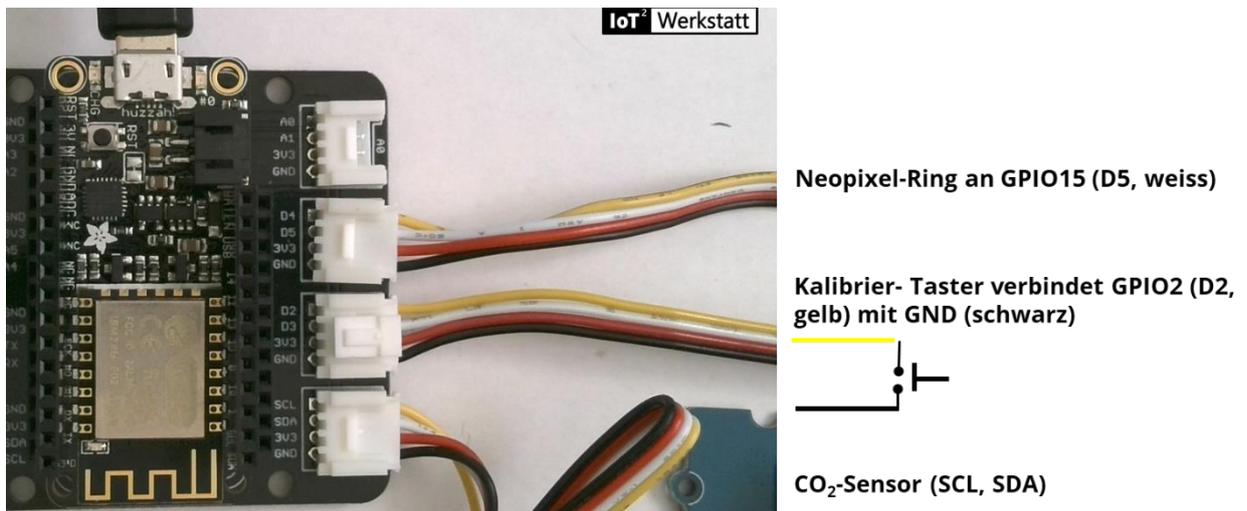


Fig. 2: Anschluss der Taste zur Kalibrierung

Optional: Fehlbedienung vermeiden, Count-Down aktivieren

Das folgende Programm nutzt die Kalibrierfunktion über Taster zusammen mit dem Neopixel-Ring zur Messwertanzeige. Um eine Fehlbedienung zu vermeiden, muss der Taster für eine Minute gedrückt gehalten werden. In dieser Zeit zeigt der Neopixel-Ring eine abnehmende Anzahl blauer LEDs. Nur wenn der Taster entsprechend lange gedrückt gehalten wird, erfolgt schließlich die Änderung des Basiswertes (der Ring blinkt grün). Diese Funktion wird durch ein Unterprogramm realisiert. Gleichzeitig enthält das Programm auch die beiden notwendigen Befehlsblöcke zur Datenspeicherung in der Thingspeak-Cloud.

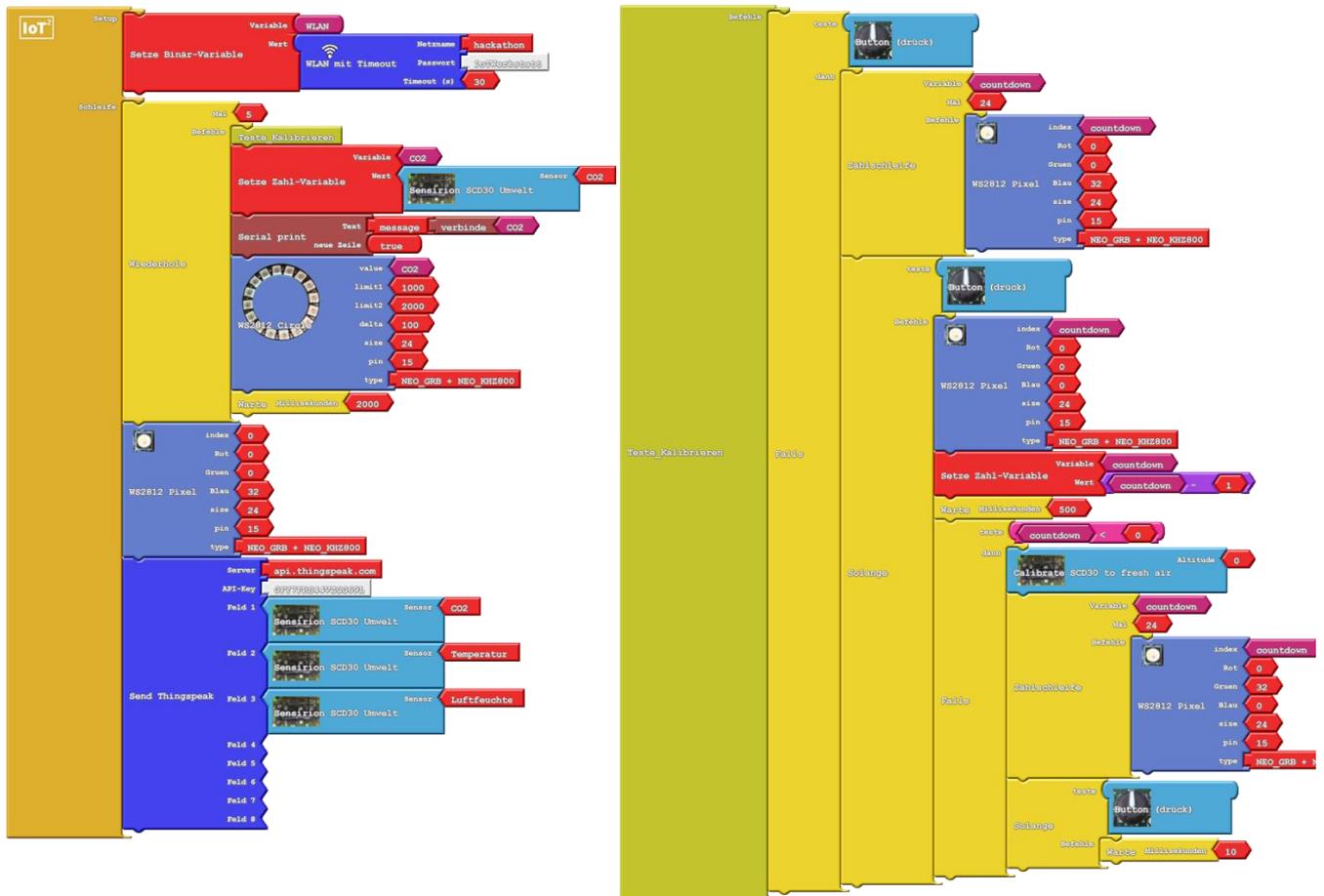


Fig. 3: Komplettes Programm zur Visualisierung, Kalibrierung und Datenspeicherung (CO2_Ampel_HuzzahNeopixelRing.abp)

