

Programmierbarer CO2 Warner

Interreg



Österreich-Tschechische Republik

DigiMe

Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

Inhaltsverzeichnis

Theorie

- ▶ Zusammenhang Luftqualität und CO2 Konzentration
- ▶ Möglichkeiten der CO2 Messung (Sensorenvergleich)
- ▶ CO2 Tabelle und richtiges Lüftverhalten
- ▶ Visualisierung der CO2 Messungen in der Cloud (kostenlos)
- ▶ ThingSpeak – Anlegen von Account und Kanaleinstellungen

Praxisteil

- ▶ Implementieren der Kategorie CO2 und Kennenlernen der Blöcke aus den Unterkategorien:
 - ◆ CO2
 - ◆ Display
 - ◆ LEDs
 - ◆ Wifi
- ▶ CO2 Messung inkl. Anzeige am Microbit + LEDs
- ▶ Übertragen der Daten -> ThingSpeak (Visualisieren der Messwerte)
- ▶ Ausgabe der CO2 Messwerte am OLED Display

Coding für Fortgeschrittene

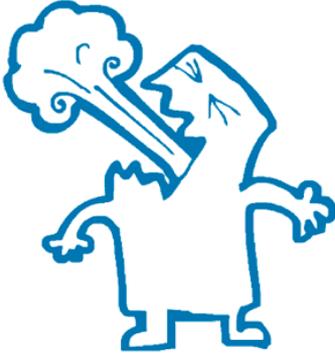
- ▶ Ausreisser bei Messergebnissen (Lösungsmöglichkeit)
Durchschnitt vs Median
- ▶ Bubble Sort



Zusammenhang Luftqualität und CO2

Fühlst du dich manchmal müde oder hast Konzentrationsschwächen?

Wasserstoff
Ethanol
etc.

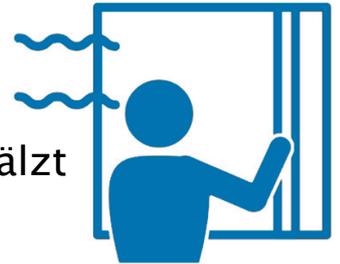


Mit jedem Atemzug nimmst du Sauerstoff auf und produzierst CO2 (Kohlendioxid) und andere Gase.

Die ausgeatmete Luft enthält außerdem winzige Flüssigkeitströpfchen (Aerosole), welche längere Zeit in der Luft schweben und auch Viruspartikel (von infizierten Personen besonders in der Grippezeit) enthalten können.

Abhilfe

Regelmäßiges Lüften sorgt dafür, dass die Luft umgewälzt und der Raum wieder mit Sauerstoff angereichert wird.

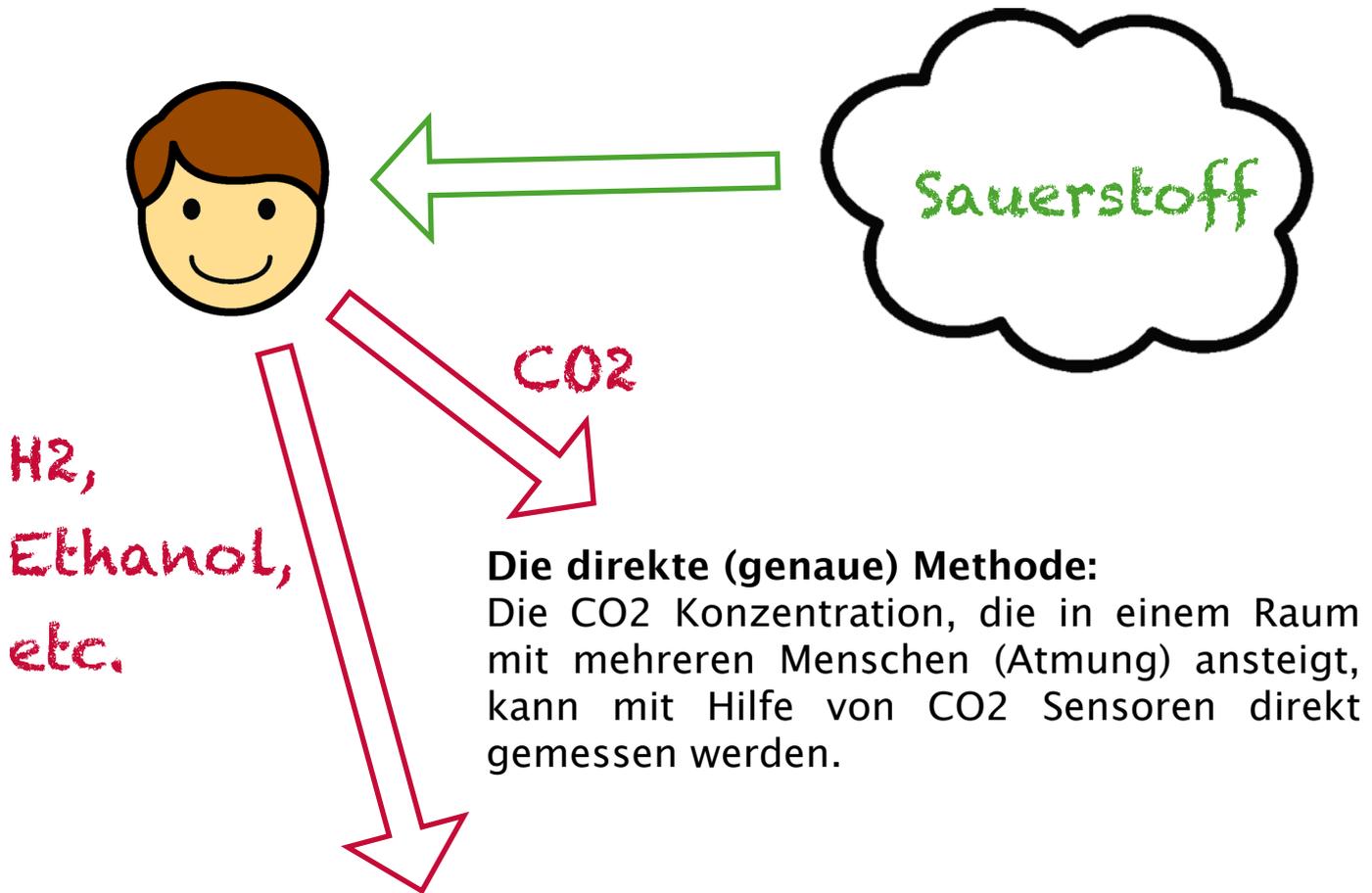


CO2 Messgerät als Indikator für „gute“ Raumluft

Durch das Messen des CO2 Gehaltes (ein Anstieg deutet indirekt darauf hin, dass Sauerstoff verbraucht wurde) wird die Luftqualität im Raum erkannt und rechtzeitig darauf hingewiesen, wann es Zeit zum Lüften ist, um Konzentrationsschwächen entgegenzuwirken.

Messung der Luftqualität

Um den CO₂ Gehalt in der Luft zu messen, gibt es 2 Möglichkeiten.



Die direkte (genaue) Methode:

Die CO₂ Konzentration, die in einem Raum mit mehreren Menschen (Atmung) ansteigt, kann mit Hilfe von CO₂ Sensoren direkt gemessen werden.

Indirekte (nicht immer zuverlässige) Methode:

Menschen geben permanent organische Stoffe (H₂, Ethanol, ...) an die Raumluft ab. VOC Sensoren (volatile organic compounds) messen diese organischen Verbindungen und geben indirekt Aufschluss über den CO₂ Gehalt in der Luft. Es wird ein abgeleiteter eCO₂ Wert (äquivalenter CO₂) ausgegeben, der leider auch manchmal durch organische Verbindungen in der Luft verfälscht werden kann (Essensgerüche, Desinfektionsmittel, Alkohol, ...).

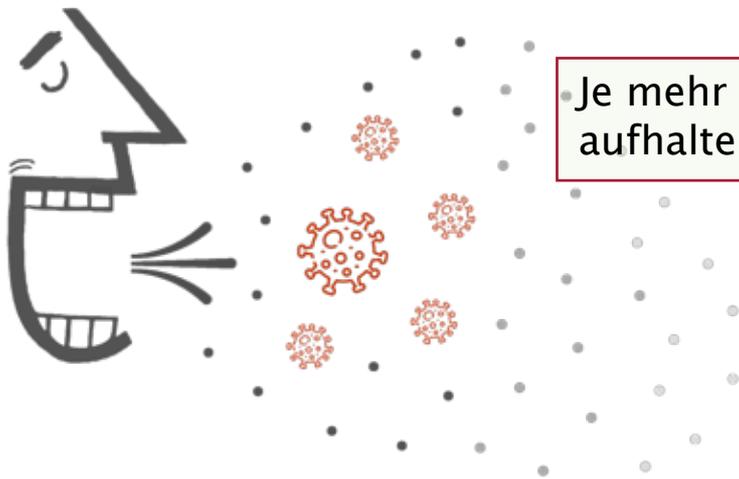
Beispiel: CCS811 oder SGP30

Vergleich CO₂ Sensoren vs VOC Sensoren

| | |
|---|--|
| CO ₂ Sensoren (z.B. SCD30, MH-Z14A, ...) | VOC Sensoren (z.B. CCS881, SGP30, ...) |
| genaue Werte, da CO ₂ direkt gemessen wird | CO ₂ wird abgeleitet, dadurch kann es zu Ausreißern und Fehlinterpretationen kommen |
| Sofortige Inbetriebnahme | Lange Aufheizzeit bei Inbetriebnahme (15–20 Minuten) |

Richtiges Lüftverhalten

Lüften sorgt dafür, dass es im Bestfall zu einem Luftaustausch kommt. D.h. die Luft wird von ausgestoßenen Schadstoffen, erhöhten CO₂ Werten, schlechten Gerüchen und teilweise auch Luftfeuchtigkeit (z.B. im Bad -> Schimmelgefahr) befreit.



Je mehr Menschen sich in einem Raum aufhalten, desto öfter sollte gelüftet werden.

Was versteht man unter "richtigem Lüftverhalten" ?

Um einen möglichst raschen und effizienten Luftaustausch zu ermöglichen und trotzdem, besonders in der Heizsaison, so wenig Energie wie möglich zu verschwenden, gilt es ein paar Dinge zu beachten.

Stoß- und Querlüften

Stoßlüften mit komplett geöffneten Fenstern sorgt für einen raschen Luftaustausch. Dies kann nochmals optimiert werden, indem man Fenster bzw. Türen auf der gegenüberliegenden Seite ebenfalls öffnet. Dadurch kann das Lüften auf 5 Minuten reduziert werden.

Im Gegensatz dazu benötigt ein Lüften mit gekippten Fenster deutlich länger, wodurch Energie verschwendet wird und zu höheren Heizkosten führt (eine Grafik auf der nächsten Seite veranschaulicht diesen Effekt).

Wie oft soll gelüftet werden?

Als Faustregel kann man sagen, dass mindestens 1x pro Stunde gelüftet werden soll. Da die Luftqualität von Raumgröße und Anzahl der Personen abhängt, bietet sich ein CO₂ Messgerät an, welches anzeigt, wann es Zeit zu Lüften ist.

Visualisierung der CO2 Messung

Eine hervorragende und kostenlose Möglichkeit, Messwerte zu analysieren und zu veranschaulichen bietet z.B. die IoT-Plattform ThingSpeak. IoT steht für Internet of Things und meint Geräte, die ins Internet eingebunden sind.



Das kann z.B. ein Getränkeautomat sein, der dem Besitzer meldet, wenn er leer wird

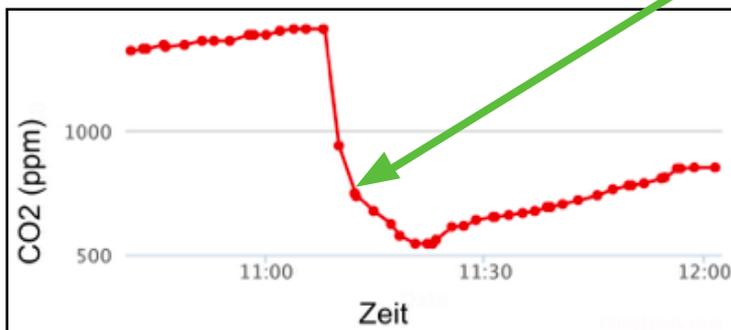
oder eine Wetterstation, die Messwerte an eine weit entfernte Station liefert

oder auch eine Heizung, welche sich "smart" von der Ferne einstellen lässt.

Es gibt unzählige Beispiele für sogenannte IoT-Devices, deren Anzahl und Anwendungen jedes Jahr massiv ansteigen.

Analyse von Messdaten auf ThingSpeak

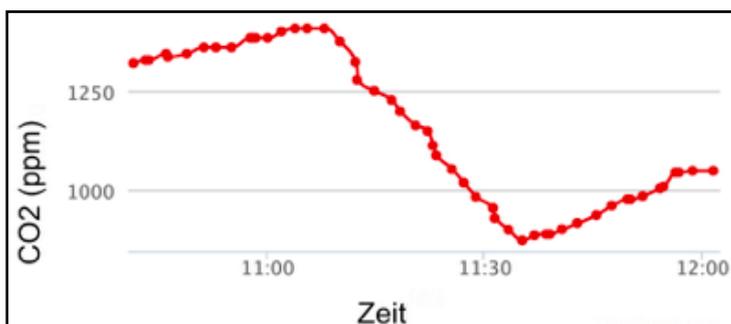
Folgenden Messdaten verdeutlichen, dass eine Stoß- und Querlüftung von lediglich 4 Minuten für eine Halbierung des CO2 Gehaltes sorgt.



Das Abflachen der Kurve zeigt, dass sich der CO2 Gehalt der Luft in den folgenden 10 Minuten lediglich sehr langsam verringert.

Kurz, oft und intensiv lüften!

Im Gegensatz dazu siehst du im folgendem Graphen das Ergebnis einer Lüftung mit gekippten Fenster.



Obwohl länger gelüftet wurde, konnte keine ähnliche Verringerung des CO2 Gehalts erreicht werden.

Hoher Heizverbrauch (Wintersaison)!

ThingSpeak – Anlegen eines Accounts

Um die Plattform ThingSpeak nutzen zu können, muss eine kostenlose Registrierung durchgeführt werden.



Create MathWorks Account

Email Address

i To access your organization's MATLAB license, use your school or work email.

Location

First Name

Last Name

Continue

Cancel

Im folgenden Schritt werden Sie nach Namen, Land und Emailadresse gefragt. Danach geben Sie ein Passwort Ihrer Wahl bekannt.

Ist die Registrierung abgeschlossen, können Sie sich unter <https://thingspeak.com/login> einloggen.



Email

No account? [Create one!](#)

By signing in you agree to our [privacy policy](#).

Next

My Channels

New Channel

Sie haben jetzt die Möglichkeit einen (von insgesamt 3) Kanal anzulegen.

Nach der Eingabe eines Namens für den Kanal, haben Sie in den "Channel Settings" die Möglichkeit bis zu 8 Felder für diverse Werte anzugeben.

New Channel

| | |
|-------------|--|
| Name | <input type="text" value="micro:bit"/> |
| Description | <input type="text"/> |
| Field 1 | <input type="text" value="CO2"/> <input checked="" type="checkbox"/> |
| Field 2 | <input type="text"/> <input type="checkbox"/> |
| Field 3 | <input type="text"/> <input type="checkbox"/> |

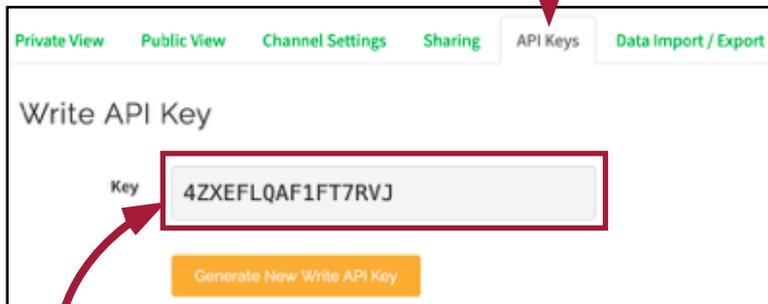
Anschließend bestätigen Sie die Änderung mit einem Klick auf "Save Channel".

Save Channel



ThingSpeak – Kanaleinstellungen

Im Bereich "API Keys" finden Sie die notwendige Einstellung, um Daten des micro:bits in Ihren Kanal zu transferieren.

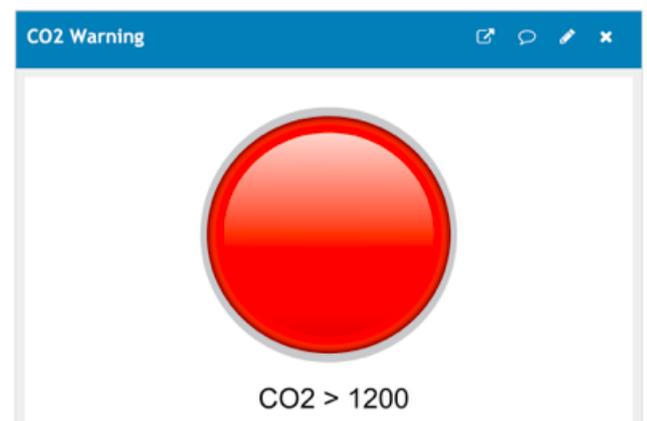
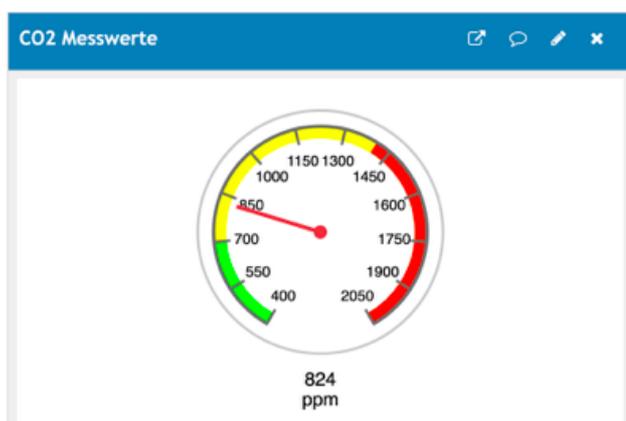


Diesen Key benötigen Sie im Programmcode, um Daten auf die ThingSpeak Plattform übertragen zu können.

Auf der Plattform werden mit Hilfe eines Graphen alle eingehenden Daten dargestellt. Der Graph kann mit dem Reiter "Optionen" eigenen Bedürfnissen angepasst werden (Zeitintervall, Datenmenge, Median, ...).



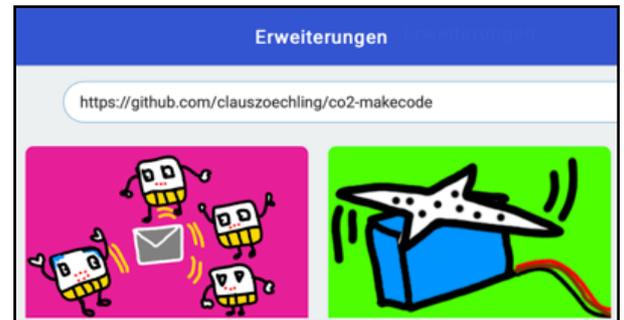
Zusätzlich stehen Ihnen in der Kategorie "Add Widgets" mehrere Möglichkeiten zur Verfügung, kritische Messwerte anzeigen zu lassen.



CO2 – Importieren CO2 Kategorie

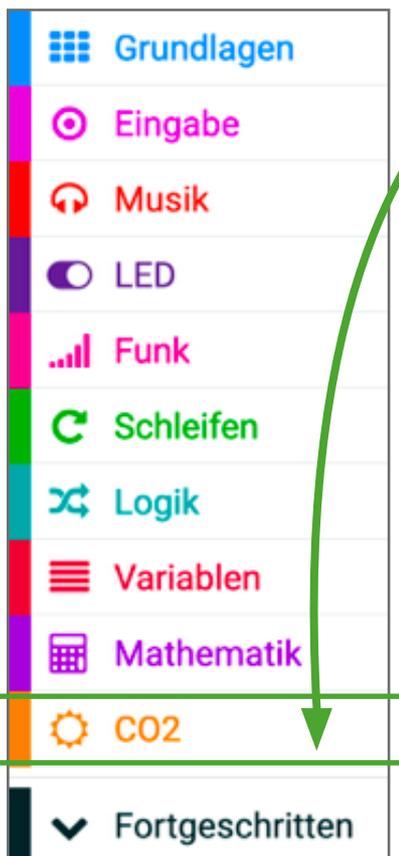


Damit du den CO2 Sensor auf der Makecode Plattform verwenden kannst, musst du zuerst aus der Kategorie "Fortgeschritten" die Unterkategorie "Erweiterungen" aufrufen.



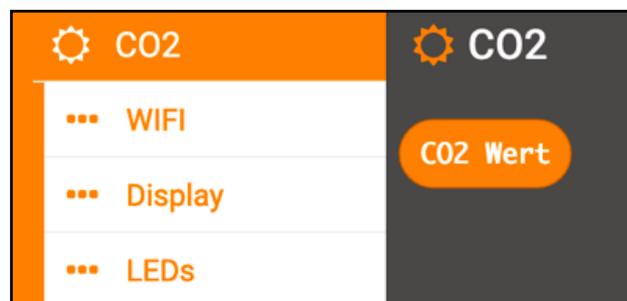
Gib in die Suchleiste folgenden Link ein und bestätige dies mit der Enter Taste:

<https://github.com/clauszoechling/co2-makecode>



Ab diesem Zeitpunkt steht dir die zusätzliche CO2 Kategorie mit Unterkategorien zur Verfügung.

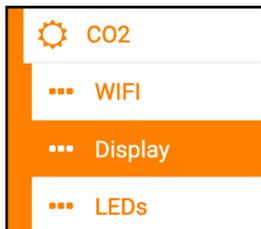
Danach stehen dir Coding Blöcke zur Verfügung, die speziell für den CO2 Bausatz zugeschnitten sind.



Mit dem Block **CO2 Wert** kannst du dir den CO2 Wert anzeigen lassen.

CO2 Blöcke – OLED Display

In der Kategorie  **CO2** findest du den Block "CO2 Wert". Willst du dir diesen Wert am Display des Microbits ausgeben lassen, musst du diesen Block lediglich in den Block "zeige Zahl" ziehen.



Um dir die Werte der CO2 Messung am OLED Display anzeigen zu lassen, wechselst du zur Unterkategorie "Display".

Damit du mit dem Display arbeiten kannst, muss dieses mit folgender Zeile initialisiert werden.



Ziehe dafür den fertigen Block in den Block "beim Start".

Von nun an kannst du das OLED Display verwenden.

Mit den orangenen Blöcken "zeige Zahl" bzw. "zeige Text " aus der Kategorie CO2/Display kannst du Text bzw. Zahlen am OLED Display anzeigen lassen.



Willst du Text in der gleichen Zeile ausgeben, d.h. ohne Zeilenumbruch, dann verwende den Block "zeige (ohne Zeilenumbruch) Text".



Solltest du einen Zeilenumbruch erzwingen wollen, erreichst du die mit dem Einfügen des Blocks "Zeilenumbruch".

Das OLED Display kann mit dem Block "lösche OLED Display" gelöscht werden.



CO2 Blöcke – RGB Leuchtdioden



Alle Blöcke, die du zur Programmierung der Leuchtdioden (LEDs) benötigst, findest du in der CO2 Unterkategorie "LEDs".

Damit du die LEDs im Programm verwenden kannst, musst du diese initialisieren. Dies erreichst du ganz einfach, indem du den folgenden Block in den "beim Start" Block ziehst.



Du kannst entweder alle 7 LEDs mit diesem Block auf eine Farbe setzen



oder bestimmte Farben für einzelne LEDs bestimmen. Dazu benötigst du diesen Block:



Mit diesen Blöcken kannst du deine 7 LEDs auf unterschiedliche Farben setzen. Damit die LEDs in den von dir gewählten Farben leuchten, musst du nach der Bekanntgabe der Farben, den LED Ring noch aktivieren. Dies erreichst du mit folgendem Block:



So sieht die Nummerierung der LEDs aus.

Um einzelne LEDs zu löschen, setze die jeweilige LED einfach auf schwarz (schwarz bedeutet, dass die LED nicht leuchtet).

Das Ausschalten aller LEDs erreichst du ganz einfach mit folgendem Block:



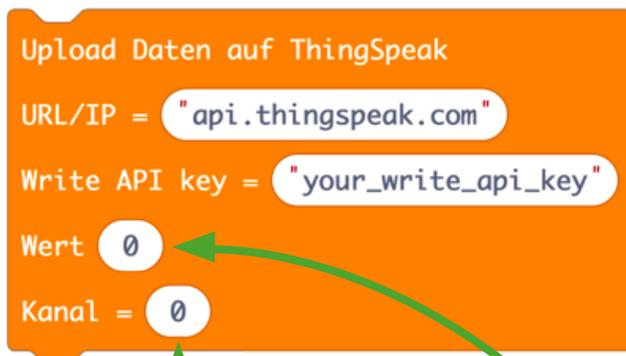
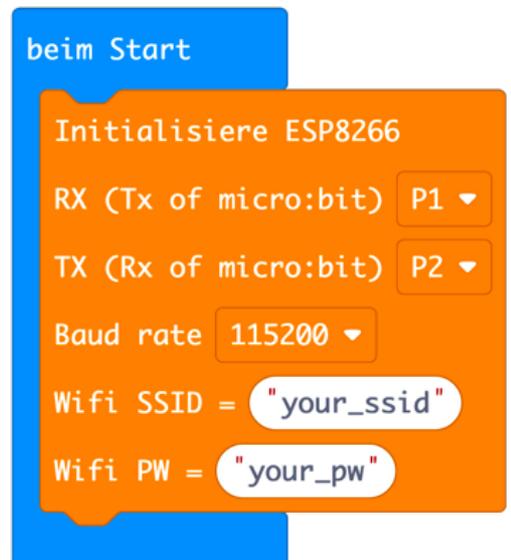
Der Helligkeitsblock gibt an, wie hell die LEDs leuchten (von 0 bis 255).

CO2 Blöcke – Wifi und ThingSpeak



Alle Blöcke, die das Wifi Modul (ESP8266) betreffen, findest du in Unterkategorie Wifi.

Um Daten per Wlan übertragen zu können, musst du deine Wlan Einstellungen (SSID und Passwort) bekanntgeben. Dies machst du zu Beginn "beim Start". Alle anderen Einstellungen können unverändert bleiben.



Damit man Daten (z.B. unsere ausgelesenen CO2 Werte) auf die ThingSpeak Plattform uploaden kann, muss der "Write API Key" bekanntgegeben werden. Dieser befindet sich in den Einstellungen von ThingSpeak.

Der im Programm ausgelesene CO2 Wert kommt in das Feld "Wert".

Pro ThingSpeak Kanal stehen dir 8 Felder zur Verfügung, die du mit Daten befüllen kannst. D.h. du kannst in mehreren Räumen CO2 Warner aufstellen und deren Werte

Wifi verbunden ?

ThingSpeak verbunden ?

Die 2 Blöcke "Wifi verbunden" bzw. "ThingSpeak verbunden" können im Programm verwendet werden, um abzufragen, ob die die Verbindung weiterhin besteht oder neu aufgebaut werden muss. Näheres dazu im Codingteil.

CO2 Warner – Codingteil easy 1

Aufgabenstellung

Bei der "easy" Variante wird der CO2 Wert gemessen und den unterschiedlichen Messwerte entsprechend Farben am LED Ring ausgegeben.

Damit der LED Ring verwendet werden kann, muss im ersten Schritt dieser im Startblock initialisiert werden.



Ein guter Richtwert für die Schwellenwerte einer CO2 Messung wäre:

CO2 kleiner 700



CO2 von 700 bis 1200

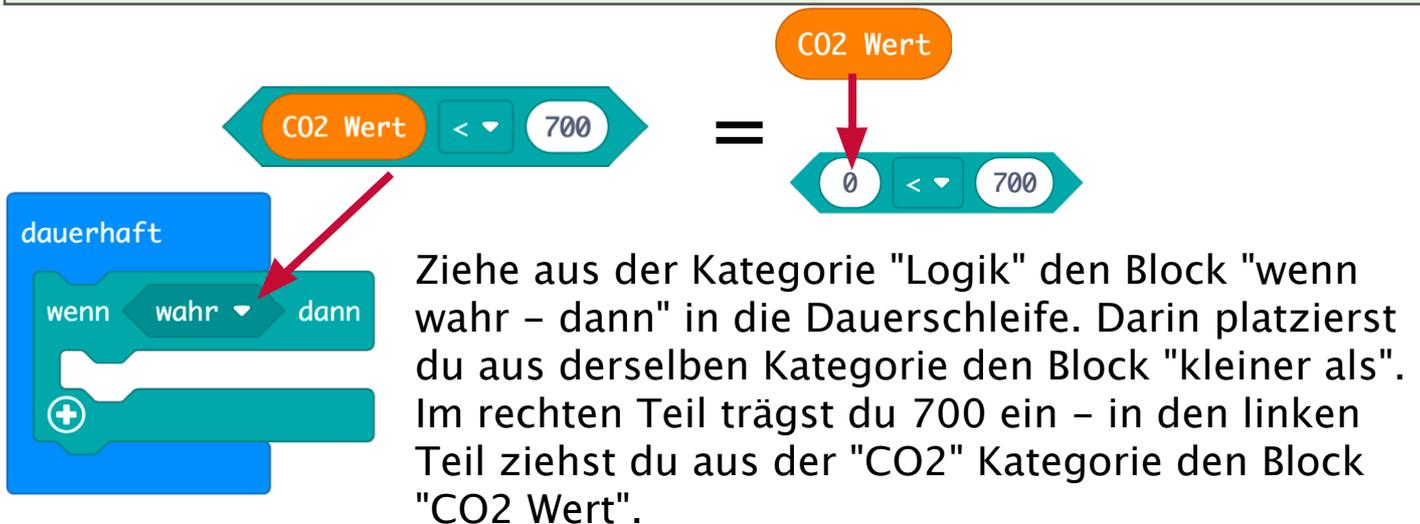


CO2 größer 1200

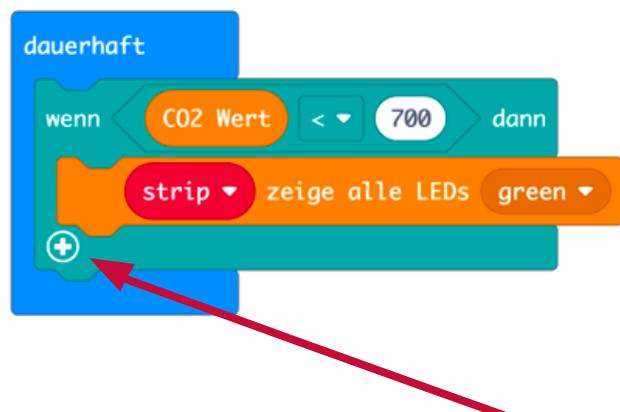
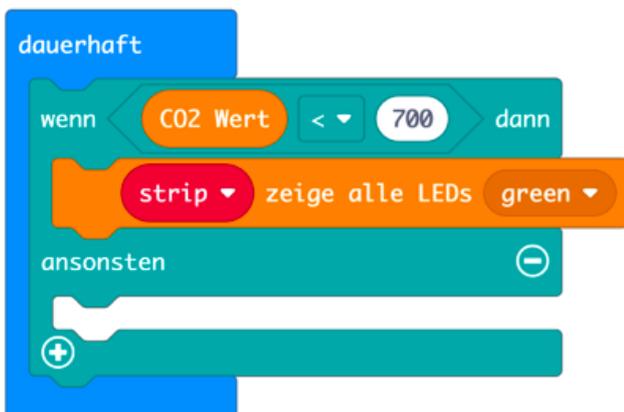


Hinweis:

Ein CO2 Wert von 400ppm liegt in der "frischen" Aussenluft vor.

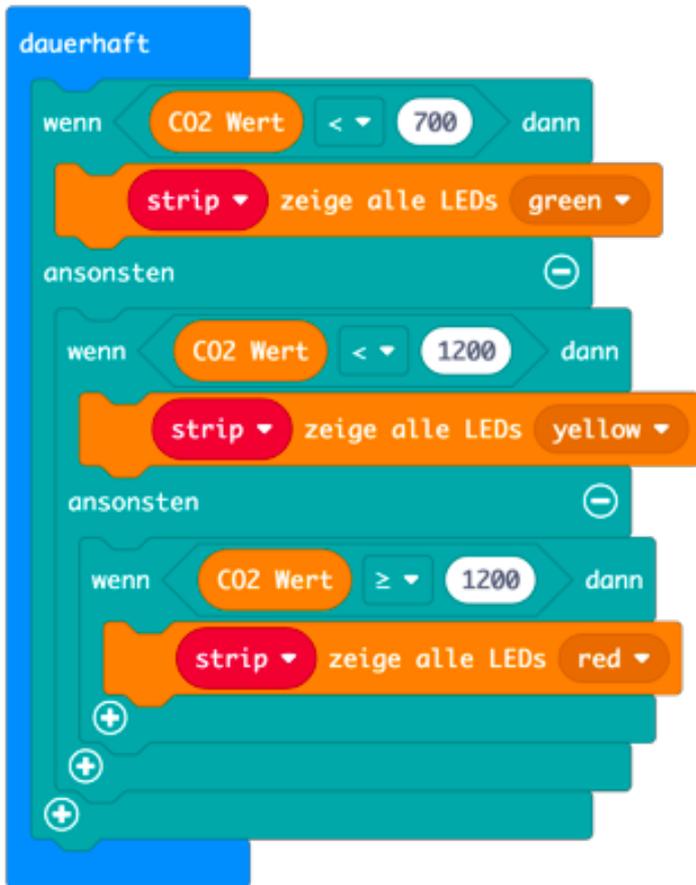


Nachdem du im Anweisungsblock alle LEDs auf grün schaltest, sieht dein Code so aus.



Klickst du auf das Pluszeichen, so klappt ein optionaler "ansonsten" Teil auf, in den du eine neue Anweisung schreiben kannst, sollte die erste nicht erfüllt sein.

CO2 Warner – Codingteil easy 2



Die erste Abfrage verschachtelst du noch zwei weitere Male und änderst lediglich den CO2 Schwellenwert bzw. die Farbe der LEDs.

Die letzte wenn-Abfrage könnte man weglassen und den Befehl "zeige alle LEDs red" einfach in den ansonsten Teil ziehen.

Selbstverständlich kannst du die Farben des LED Ringes auch deinen Wünschen anpassen. D.h., die 7 LEDs können auch in unterschiedlichen Farben leuchten.

Verwende dazu den Block  und gib die gewünschte LED Nummer und Farbe an.

Vergiss nicht, nach Bekanntgabe der Farben, diese mit folgendem Block anzeigen zu lassen: 

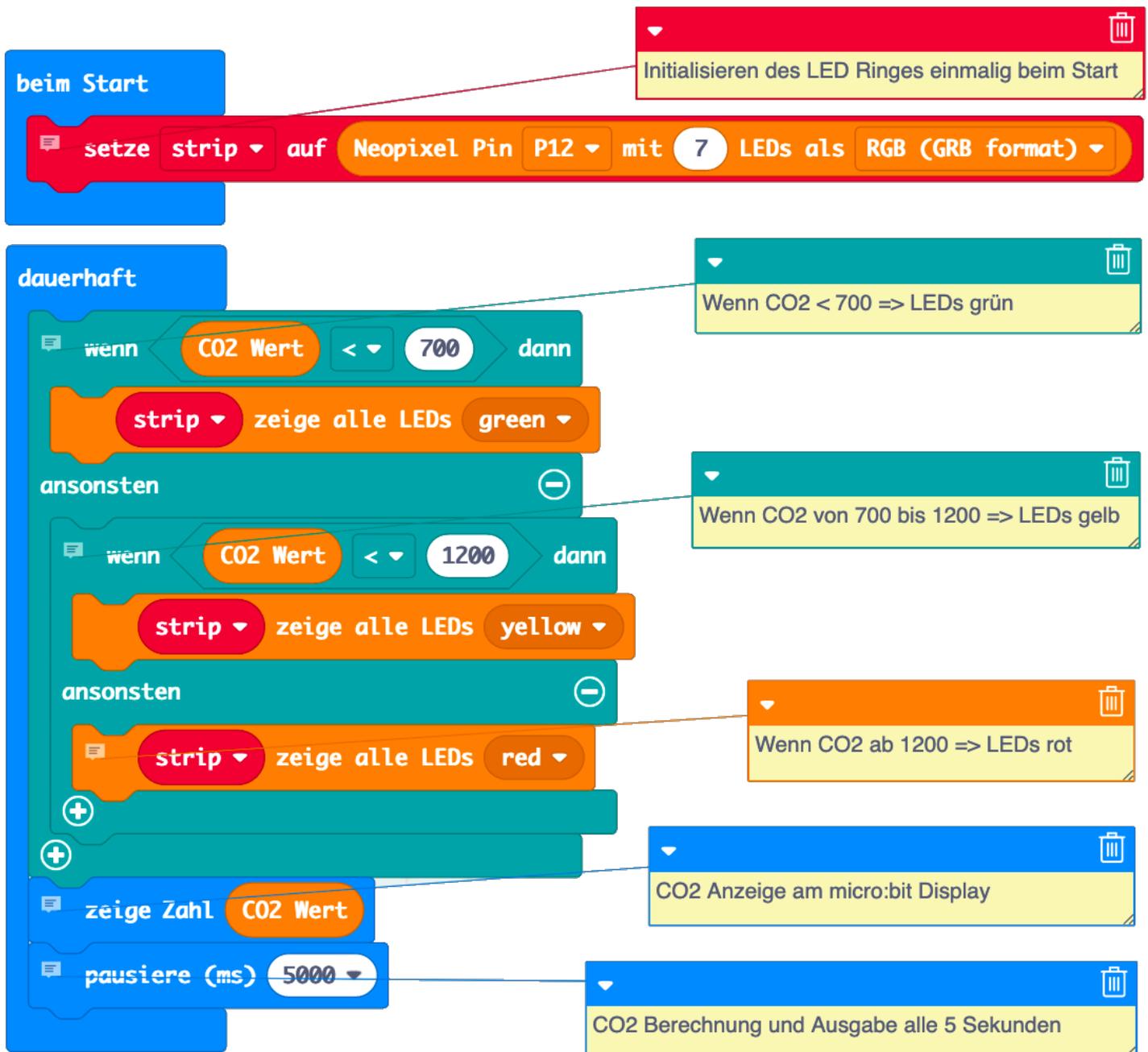
Hier findest du ein Beispiel, wie du ein Lauflicht erzeugen kannst:

https://makecode.microbit.org/_cjp3jv0AXWrY



CO2 Warner – Codingteil easy 3

Der nachfolgende Code zeigt dir die Umsetzung des CO2 Warners in einer einfachen Variante. Je nach Luftgüte leuchtet der LED Ring in grün, gelb bzw. rot. Zusätzlich wird der CO2 Wert alle 5 Sekunden am Display des Microbits dargestellt.



https://makecode.microbit.org/_UsHimjWeEVEC



CO2 Warner – Codingteil advanced 1

beim Start

setze strip auf Neopixel Pin P12 mit 7 LEDs als RGB (GRB format)

Initialisiere OLED width 128 height 64

Initialisiere ESP8266

RX (Tx of micro:bit) P1

TX (Rx of micro:bit) P2

Baud rate 115200

Wifi SSID = "your_ssid"

Wifi PW = "your_pw"

Neben dem LED Ring muss auch das OLED Display und das Wlan Modul beim Start initialisiert werden. Die meisten Parameter sind schon gesetzt, d.h. die entsprechenden Blocks müssen lediglich in den "beim Start" Block gezogen werden.

Du musst nur SSID und Passwort deines Wlan Netzes bekanntgeben.

CO2 Warner – Lauflicht

Du kannst ein Lauflicht erzeugen, indem du für jede LED eine Farbe setzt, diese anzeigen lässt und anschließend wieder löschst.

Da du dieses Prozedere aber für alle LEDs machen musst, wird der Code sehr unübersichtlich und fehleranfällig.

Für bereits fortgeschrittenere Anwender bietet sich die Programmierung mittels Zählschleifen an (Link vorige Seite).

Initialisierung des LED Ringes, damit dieser verwendet werden kann.

Zu Beginn wird der LED Ring ausgeschaltet.

Zählschleife (mit Index):
6x (Index 0-5) leuchtet eine LED (von LED0 bis LED5) grün und wird vor dem Einschalten der nächsten LED gelöscht, sodass ein Lauflicht entsteht.

Der Index (Nummerierung) der LEDs stimmt mit den Zählschleifendurchgängen überein. D.h. im 1.Durchgang => LED1 grün, im 2.Durchgang => LED2 grün, usw.

Nicht vergessen!
Nach jeder Bekanntgabe einer LED Einzelfarbe muss dies mit dem "zeige" Block bekanntgegeben werden.

Gibt das Tempo des Lauflichts an.

Nach dem Lauflicht blinkt die mittlere LED (LED6) 3 mal in der Farbe "indigo".

Am Ende leuchten alle LEDs dauerhaft grün.

CO2 Warner – Codingteil easy 2



Was ist der Unterschied zwischen **CO2 Wert** und **berechne CO2 Median**

CO2 Wert

Dieser Block genügt prinzipiell und liefert dir den CO2 Wert.

Hin und wieder passiert es aber bei Sensoren, dass einzelne Werte deutlich von den übrigen Werten abweichen – sogenannte Ausreißer. Diese Ausreißer gilt es herauszufiltern.

Warum man dafür den Median verwendet und nicht den Durchschnitt, erfährst du im advanced Codingteil.

An dieser Stelle genügt es zu wissen, wenn du **berechne CO2 Median** verwendest, erhältst du "saubere" Messwerte ohne Ausreißer.

Flappy Bird (Scratch) – Fehlerabfrage / 2



Flappy Bird (Scratch) – Das Spiel



Caroline programmiert einen Würfel

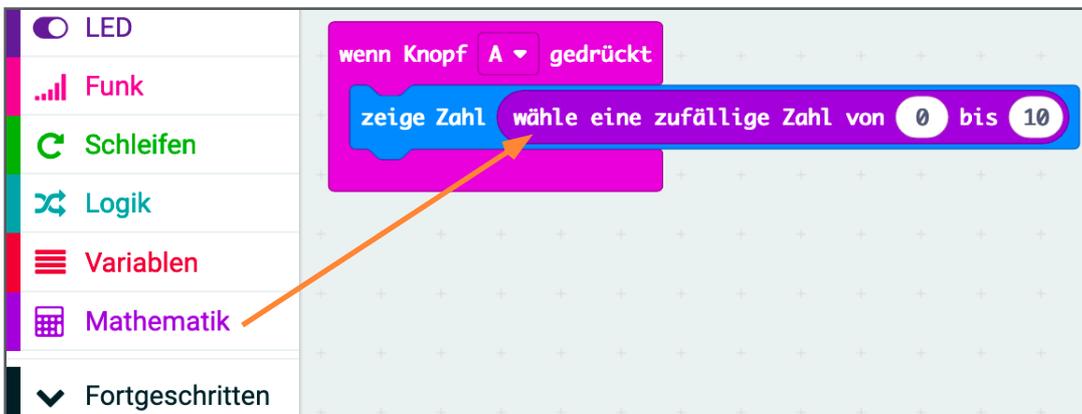
Makecode Oberfläche: <https://makecode.microbit.org>



Aus der Kategorie "Eingabe" den 1.Block herausziehen.

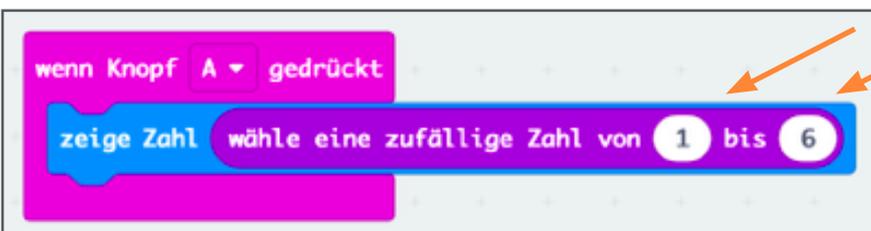


Aus der Kategorie "Grundlagen" den 1.Block "zeige Zahl" verwenden.



Kategorie "Mathematik" =>

Block "wähle zufällige Zahl".



Grenzwerte den Würfelzahlen anpassen (von 1 bis 6).

Testen mit Klick auf "Taster A" →

