

Die Hardware

Der Bosch Sensor BME680 misst Temperatur, Luftfeuchtigkeit und den Luftdruck. Außerdem enthält er einen MOX (Metalloxid)-Sensor. Das beheizte Metalloxid ändert seinen Widerstand je nach Konzentration der flüchtigen organischen Verbindungen (VOC = Volatile Organic Compounds) in der Luft.

Viele Materialien in Innenräumen setzen Gase frei:

- ➔ Reinigungs- und Pflegemittel
- ➔ Möbel, Einrichtungsgegenstände
- ➔ Teppiche, Tapeten
- ➔ Baumaterialien (Farben)
- ➔ elektronische Geräte (Computer, Drucker)
- ➔ Heizgeräte (Herde, Öfen)
- ➔ menschliche Atemluft, Schweiß

Die Luftqualität wird zunächst als Widerstand in Ohm gemessen. Je höher die Konzentration von VOC, desto geringer ist der Widerstandswert.

Ein interner Algorithmus der proprietären Bosch-Software (BSEC) wandelt diesen Rohwert in einen Wert für die Luftqualität (IAQ = Index for Air Quality) um.

Die Tabelle zeigt den IAQ und die Bewertung der Luftqualität:

0 - 50	Gut	Die Luftqualität gilt als zufriedenstellend und die Luftverschmutzung stellt ein geringes oder kein Risiko dar
51 -100	Mäßig	Die Luftqualität ist akzeptabel; Bei einigen Schadstoffen kann es jedoch für eine sehr kleine Anzahl von Menschen, die ungewöhnlich empfindlich auf Luftverschmutzung reagieren, zu mäßigen gesundheitlichen Bedenken kommen.
101-150	Ungesund für sensible Gruppen	Bei Angehörigen sensibler Gruppen kann es zu gesundheitlichen Auswirkungen kommen. Die breite Öffentlichkeit wird voraussichtlich nicht betroffen sein.
151-200	Ungesund	Bei jedem kann es zu gesundheitlichen Auswirkungen kommen; Bei Mitgliedern sensibler Gruppen kann es zu schwerwiegenden gesundheitlichen Auswirkungen kommen

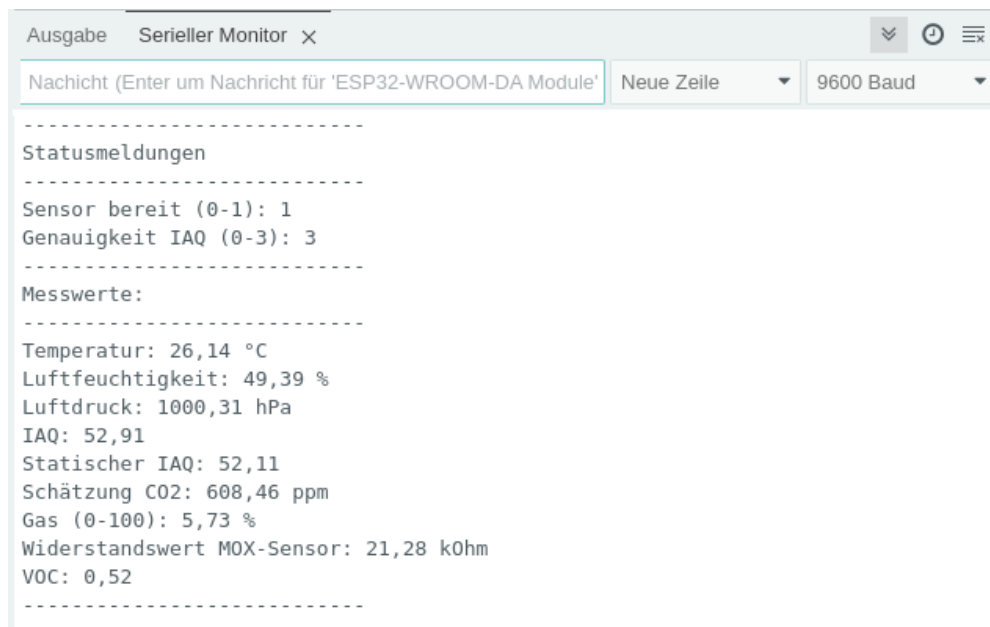
Quelle: <https://aqicn.org/scale/de/>

Darstellung der Messwerte

Auf dem LCD



Im Seriellen Monitor



Natürlich kommt die Genauigkeit dieser Messwerte nicht an die Präzision professioneller Messgeräte heran. Sie können aber zuverlässige Hinweise auf die Qualität der Raumluft geben. Die Daten für Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftdruck stehen kurz nach der Aktivierung des Sensors zur Verfügung.

Der MOX-Sensor benötigt bis zu 30 Minuten, um erste Messdaten anzuzeigen. Stabilität und Zuverlässigkeit der Messdaten sind erst nach mehreren Tagen gewährleistet.

Der Wert für die Genauigkeit IAQ muss 3 erreichen.

Benötigte Bauteile

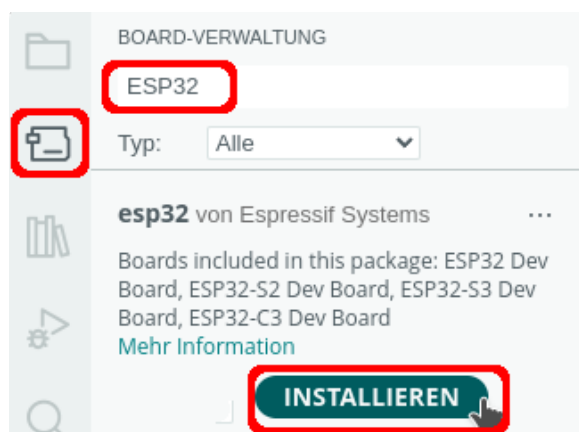
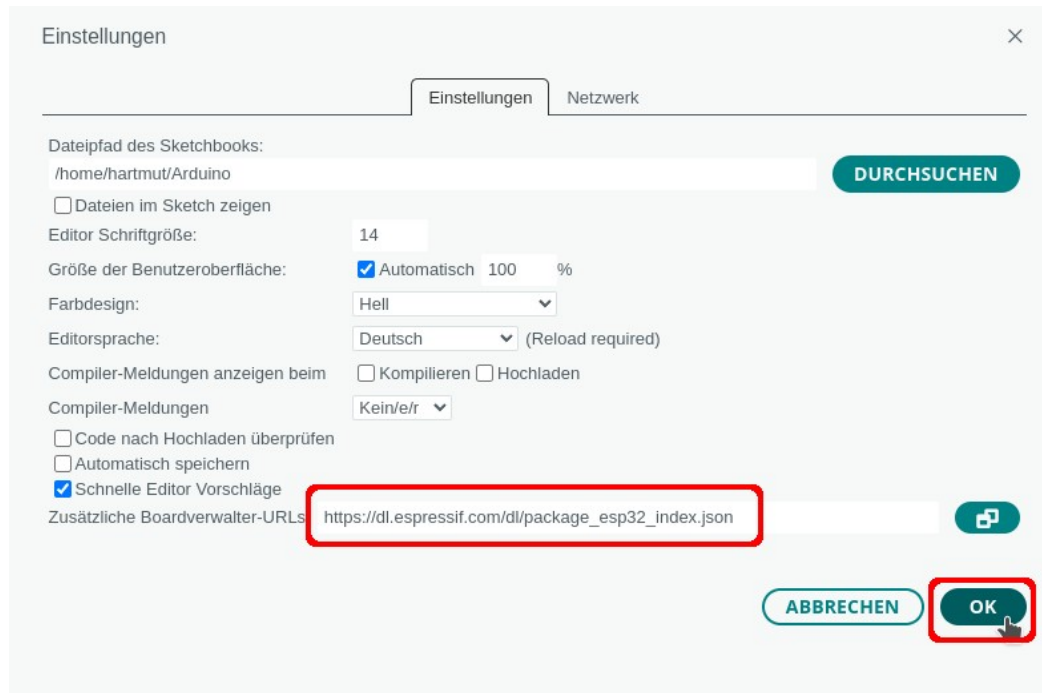
- ➔ BME680
- ➔ LCD-Display I2C 1602
- ➔ Leitungsdrähte

Board installieren

ESP32

Trage unter Datei -> Einstellungen eine zusätzliche Boardverwalter-URL ein:

https://espressif.github.io/arduino-esp32/package_esp32_index.json



→ Icon für den Boardverwalter anklicken
oder:

→ Werkzeuge-> Board -> Boardverwalter

→ nach ESP32 suchen

→ Board installieren



Anschließend wird das Board ausgewählt. Je nach Betriebssystem wird der Port eine andere Bezeichnung haben.

UNO R4



→ Icon für den Boardverwalter anklicken
oder:

→ Werkzeuge-> Board -> Boardverwalter

→ nach UNO R4 suchen

→ Board installieren

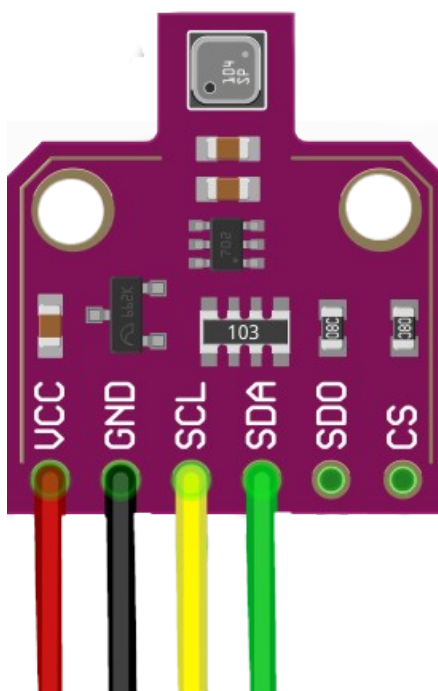
Board auswählen



Anschließend wird das Board ausgewählt. Je nach Betriebssystem wird der Port eine andere Bezeichnung haben.

Hardware anschließen

BME680



VCC → rot 5V

GND → schwarz GND

SCL → gelb

UNO R4: A5 oder SCL

ESP32: 22

NodeMCU/Wemos D1 Mini: D1

SDA → grün

UNO R4: A4 oder SDA

ESP32: 21

NodeMCU/Wemos D1 Mini: D2

Die Hex-Standardadresse ist 0x77 (BME68X_I2C_ADDR_HIGH)

Ein Verbindung von SDO zu GND ändert die Adresse auf 0x76 (BME68X_I2C_ADDR_LOW)

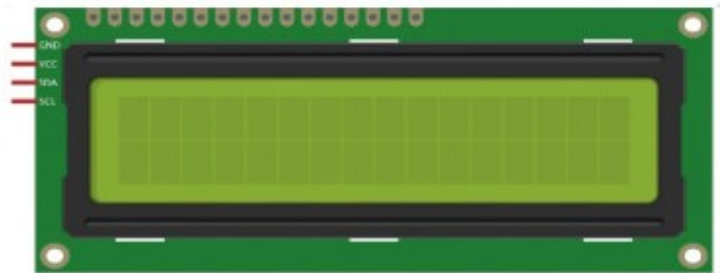
LCD

VCC → 5V

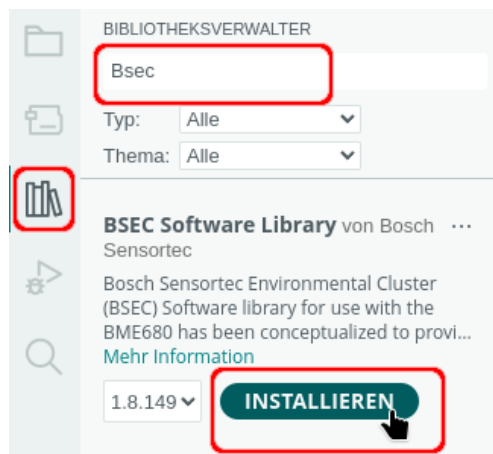
GND → GND

SDA → UNO R4: A4 oder SDA
ESP32: 21
NodeMCU/Wemos D1 Mini: D2

SCL → UNO R4: A5 oder SCL
ESP32: 22
NodeMCU/Wemos D1 Mini: D1



Benötigte Bibliotheken

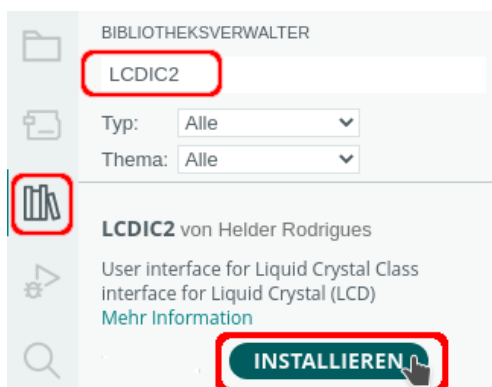


Die Bibliothek BSEC ist eine proprietäre Bibliothek, der Quelltext steht nicht zur Verfügung.

Der Compiler zeigt eine entsprechende Meldung:

Bibliothek BSEC Software Library wurde als vorkompiliert angegeben:

Außerdem steht sie nur für die Architekturen SAMD (UNO R4/UNO R4 WiFi) und ESP (ESP32 oder ESP8266) zur Verfügung.



Funktionen der Bibliothek BSEC

Schlüsselwort	Aktion	Ausgabe
runInStatus()	Status des Sensors feststellen	0 = noch nicht bereit, 1 = bereit
iaqAccuracy()	Genauigkeit des IAQ-Wertes	0 – 3
temperature()	Temperatur messen	Messbereich: -40 - 85°C
humidity()	Luftfeuchtigkeit messen	0 - 100%
pressure()	Luftdruck messen	300 – 1100 hPa
gasResistance()	Widerstandswert in kOhm des MOX-Sensors	Je niedriger der Wert, desto höher ist die Konzentration der VOCs
breathVocEquivalent()	VOC-Konzentration auf Basis des statischen IAQs schätzen	Angabe in ppm (parts per million) 0,5 - 15
iaq()	Luftqualität berechnen	0 - 500
staticIaq()	Statische Luftqualität berechnen	0 - 500
co2Equivalent()	CO ₂ auf Basis des statischen IAQs schätzen	Angabe in ppm (parts per million)

Der Wert für staticIaq ist für stationäre Geräte optimiert. Er berechnet auf der Basis der bisherigen Daten den Messwert. iaq() ist für mobile Anwendungen gedacht.

Das Programm

```
#include "bsec.h"
#include "LCDIC2.h"

// 4-zeiliges LCD
LCDIC2 lcd(0x27, 20, 4);

// Objekt (iaqSensor) der Klasse Bsec definieren
Bsec iaqSensor;

void setup()
{
    Serial.begin(9600);

    // auf Serielle Verbindung warten
    while (!Serial);
    delay(1000);

    // LCD starten
    lcd.begin();

    // Cursor "verstecken"
    lcd.setCursor(false);

    // Hex-Adresse des BME680
    // BME68X_I2C_ADDR_HIGH = 0x77 (Standard)
    // BME68X_I2C_ADDR_LOW = 0x76 (Verbindung SDO zu GND)
    iaqSensor.begin(BME68X_I2C_ADDR_HIGH, Wire);
```

```
// Array der verfügbaren Sensoren
bsec_virtual_sensor_t sensorList[13] =
{
    BSEC_OUTPUT_IAQ,
    BSEC_OUTPUT_STATIC_IAQ,
    BSEC_OUTPUT_CO2_EQUIVALENT,
    BSEC_OUTPUT_BREATH_VOC_EQUIVALENT,
    BSEC_OUTPUT_RAW_TEMPERATURE,
    BSEC_OUTPUT_RAW_PRESSURE,
    BSEC_OUTPUT_RAW_HUMIDITY,
    BSEC_OUTPUT_RAW_GAS,
    BSEC_OUTPUT_STABILIZATION_STATUS,
    BSEC_OUTPUT_RUN_IN_STATUS,
    BSEC_OUTPUT_SENSOR_HEAT_COMPENSATED_TEMPERATURE,
    BSEC_OUTPUT_SENSOR_HEAT_COMPENSATED_HUMIDITY,
    BSEC_OUTPUT_GAS_PERCENTAGE
};

// BSEC_SAMPLE_RATE_ULP: Ultra Low Powermode -> Messung alle 5 Minuten
// BSEC_SAMPLE_RATE_LP: Low Powermode -> Messung alle 3 Sekunden
iaqSensor.updateSubscription(sensorList, 13, BSEC_SAMPLE_RATE_LP);
}

void loop()
{
    // wenn der Sensor arbeitet ...
    if (iaqSensor.run())
    {
        // Messwerte ermitteln, in Strings umwandeln, . durch , ersetzen
        String Temperatur = String(iaqSensor.temperature);
        Temperatur.replace(".", ",");

        String Luftfeuchtigkeit = String(iaqSensor.humidity);
        Luftfeuchtigkeit.replace(".", ",");

        String Luftdruck = String(iaqSensor.pressure / 100);
        Luftdruck.replace(".", ",");

        String IAQ = String(iaqSensor.iaq);
        IAQ.replace(".", ",");

        String StatischerIAQ = String(iaqSensor.staticIaq);
        StatischerIAQ.replace(".", ",");

        String CO2 = String(iaqSensor.co2Equivalent);
        CO2.replace(".", ",");

        String VOC = String(iaqSensor.breathVocEquivalent);
        VOC.replace(".", ",");

        String GasInProzent = String(iaqSensor.gasPercentage);
        GasInProzent.replace(".", ",");

        String WiderstandMOXSensor = String(iaqSensor.gasResistance / 1000);
        WiderstandMOXSensor.replace(".", ",");
    }
}
```

```
// Ausgabe Serieller Monitor
Serial.println("Statusmeldungen:");
Serial.println("-----");
Serial.println("Sensor bereit (0-1): " + String(int(iaqSensor.runInStatus)));
Serial.println("Genauigkeit IAQ (0-3): " + String(int(iaqSensor.iaqAccuracy)));
Serial.println("-----");
Serial.println("Messwerte:");
Serial.println("-----");
Serial.println("Temperatur: " + Temperatur + " °C");
Serial.println("Feuchtigkeit: " + Luftfeuchtigkeit + " %");
Serial.println("Luftdruck: " + Luftdruck + " hPa");
Serial.println("IAQ: " + IAQ);
Serial.println("Statischer IAQ: " + StatischerIAQ);
Serial.println("Schätzung CO2: " + CO2 + " ppm");
Serial.println("Gas (0-100): " + GasInProzent + " %");
Serial.println("Widerstandswert MOX-Sensor: " + WiderstandMOXSensor + " kOhm");
Serial.println("VOC: " + VOC);
Serial.println("-----");

// Ausgabe LCD
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Temperatur: " + Temperatur + "\337C");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Feuchtigkeit: " + Luftfeuchtigkeit + "%");
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("IAQ: " + IAQ);
lcd.setCursor(0, 3);
lcd.print("CO2: " + CO2 + " ppm");
}
}
```