

Wetterstation mit CO₂-Messung

Messprinzip von CO ₂ -Sensoren.....	1
Arbeitsweise des Programms.....	1
Ansicht auf dem LCD.....	1
Ansicht im Seriellen Monitor.....	1
Anschluss des MH-Z19C am UNO.....	2
Kalibrierung des Sensors.....	2
Händische Kalibrierung:.....	2
Automatische Kalibrierung:.....	2
Mit einer Bibliothek.....	3
Benötigte Bauteile:.....	4
Der Schaltplan.....	5
Benötigte Bibliotheken installieren:.....	5
Das Programm.....	6
Bibliotheken und Variable.....	6
Der setup-Teil:.....	7
Der loop-Teil.....	7
Quellen:.....	8

Eine Wetterstation soll neben Temperatur und Luftfeuchtigkeit auch den CO₂-Gehalt der Luft messen und anzeigen.

Messprinzip von CO₂-Sensoren

Der Sensor MH-Z19C misst nach dem NDIR-Prinzip (Nichtdispersiver Infrarotsensor). Er besteht aus einer Infrarot-Lampe und einem Detektor. Dazwischen befindet sich die zu messende Luft. Je mehr CO₂ sie enthält, desto mehr Infrarot Strahlung wird absorbiert und entsprechend weniger kommt am Detektor an.

Luftkammer
Infrarotlampe



Arbeitsweise des Programms

Das Programm misst mit dem Sensor DHT22 Temperatur und Luftfeuchtigkeit und mit dem MH-Z19C den CO₂-Gehalt der Luft. Das RTC-Modul DS3231 ermittelt Datum und Zeit und misst zusätzlich die Temperatur.

Die Messdaten werden auf einem LCD angezeigt.

Im Seriellen Monitor werden zusätzlich die Temperaturmesswerte des DS3231 und des MH-Z19C angezeigt.

Ansicht auf dem LCD



Ansicht im Seriellen Monitor



Anschluss des MH-Z19C am UNO



Kalibrierung des Sensors

Das Sensor MH-Z19C muss auf einen „Nullpunkt“ eingestellt werden. Es wird angenommen, dass draußen oder in einem gut gelüftetem Raum die CO₂-Konzentration 400 ppm (parts per million) beträgt. Dieser Wert wird als „Nullwert“ festgelegt. Meine Messungen haben gezeigt, dass dieser Wert in der Regel nur leicht überschritten wird.

Für die Kalibrierung gibt es drei Möglichkeiten:

Händische Kalibrierung:



Der Sensor muss mindestens 20 Minuten in einer gut gelüfteten Umgebung (am besten draußen) Messungen durchführen, dann musst du den HD Pin wird für mehr als 7 Sekunden mit GND verbinden.

Automatische Kalibrierung:

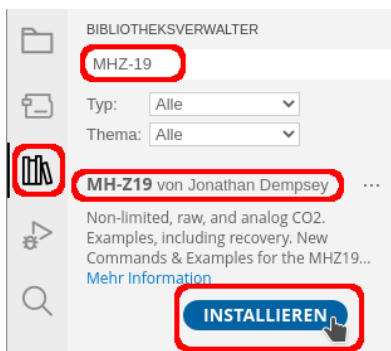
Die automatische Kalibrierung kann nur dann funktionieren, wenn der Sensor über längere Zeit im Einsatz ist und sich zwischendurch immer wieder in einem gut durchlüftetem Raum befindet. Der „Nullpunkt“ von 400 ppm muss dann näherungsweise erreicht werden. Die automatische Kalibrierung funktioniert nur mit einer Bibliothek.

Sie wird mit

```
autoCalibration(false); ausgeschaltet
autoCalibration(true); schaltet sie ein
```

Mit einer Bibliothek

Installiere zunächst die Bibliothek MH-Z19.



In den Beispielen zur Bibliothek befindet sich das Programm Calibration, ich habe es ein wenig angepasst.

```
# include <Arduino.h>
# include <MHZ19.h>
# include <SoftwareSerial.h>

// RX/TX Pins zuordnen
// TX MH-Z19C auf 2, RX-Pin MH-Z19C auf 3
# define RX 2
# define TX 3

// Name des Moduls MH-Z19
MHZ19 MHZC02;

// SoftwareSerial -> Name zuordnen
SoftwareSerial MHZSerial(RX, TX);

unsigned long Wartezeit = 0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  delay(500);

  MHZSerial.begin(9600);
  MHZC02.begin(MHZSerial);
}
```

```
// automatische Kalibrierung bei Dauerbetrieb einschalten
MHZCO2.autoCalibration(true);

Serial.println("20 Minuten warten um die Messwerte zu stabilisieren...");
Wartezeit = 12e5;
delay(Wartezeit);
Serial.println("Kalibriere..");

// Sensor kalibrieren
MHZCO2.calibrate();
}

void loop()
{
  if (millis() - Wartezeit >= 2000)
  {
    int CO2;
    CO2 = MHZCO2.getCO2();

    Serial.print("CO2 (ppm): ");
    Serial.println(CO2);

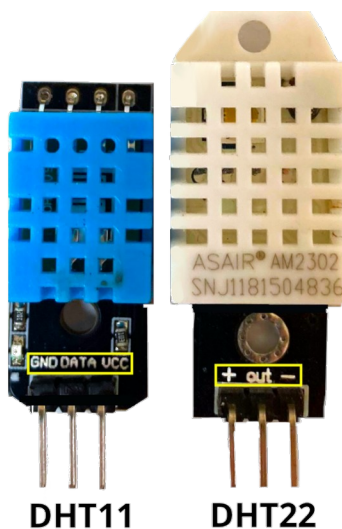
    Wartezeit = millis();
  }
}
```

Nach der Kalibrierung darfst du das Programm nicht erneut hochladen!

Benötigte Bauteile:

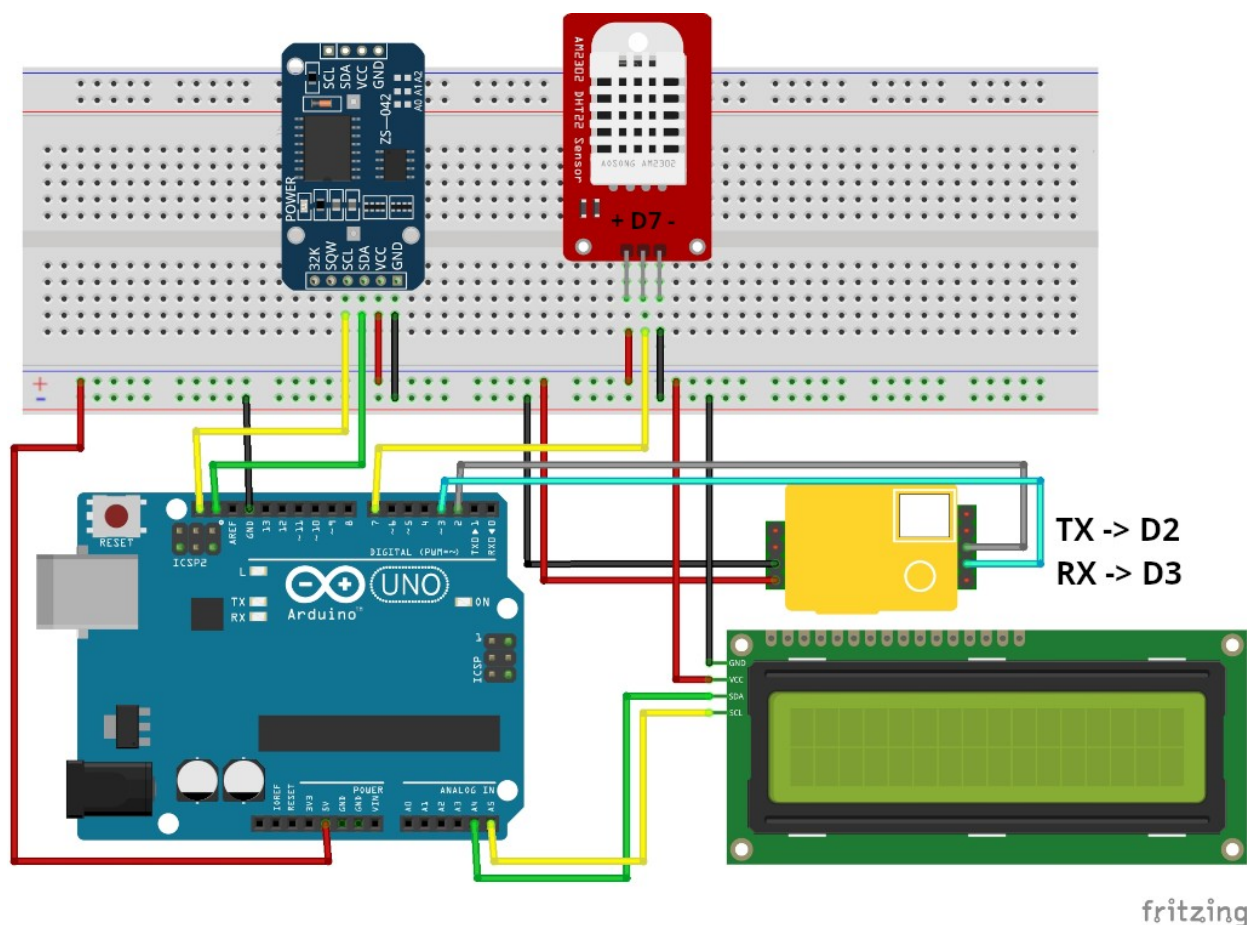
- ➔ CO₂-Sensor MH-Z19C
- ➔ RTC-Modul DS3231
- ➔ Temperatur-/Feuchtigkeitssensor DHT22 oder DHT11
- ➔ LCD
- ➔ Leitungsdrähte

Beispiele für DHT11/DHT22 Sensoren

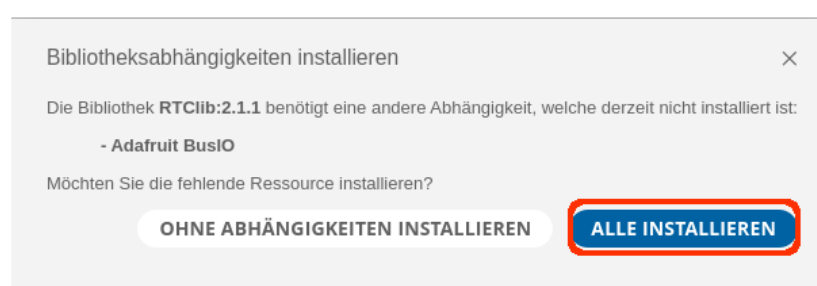
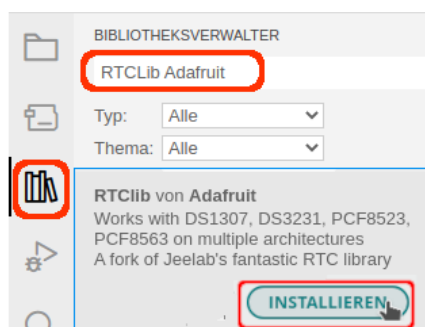
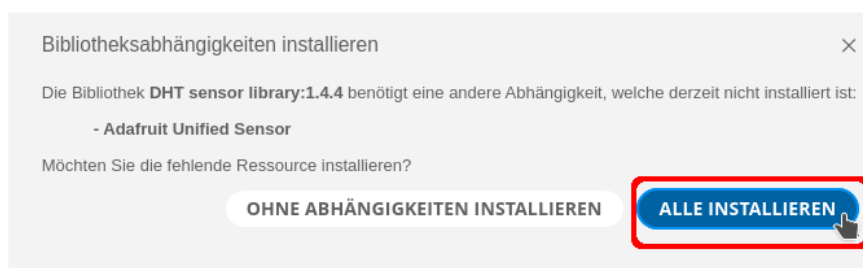
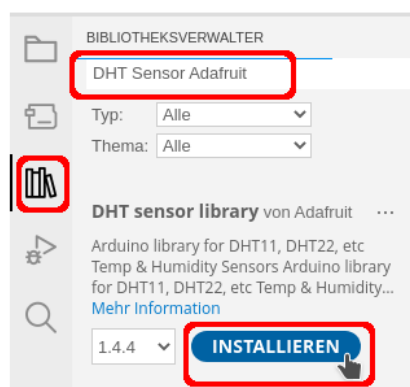


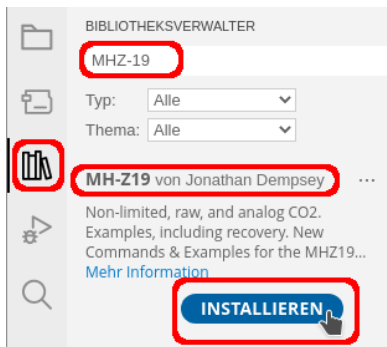
Die Pinbelegung kann sich von der hier gezeigten unterscheiden. Achte auf die Beschriftung des Sensors!

Der Schaltplan



Benötigte Bibliotheken installieren:





Das Programm

Bibliotheken und Variable

```
# include <Arduino.h>
# include <MHZ19.h>
# include <SoftwareSerial.h>
# include <RTCLib.h>
# include <DHT.h>
# include <LiquidCrystal_I2C.h>

// Name des LCDs (lcd) festlegen
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

// Pin des DHT-Sensors
int SENSOR_DHT = 7;

// Sensortyp festlegen
// DHT22 oder DHT11
# define SensorTyp DHT22

// Sensor DHT einen Namen zuweisen
DHT dht(SENSOR_DHT, SensorTyp);

// Name des RTC-Moduls (rtc)
RTC_DS3231 rtc;

// RX/TX Pins zuordnen
# define RX 2
# define TX 3

// Name des Moduls MH-Z19
MHZ19 MHZCO2;

// SoftwareSerial -> Name zuordnen
SoftwareSerial MHZSerial(RX, TX);

unsigned long VerstricheneZeit = 0;
```


Der setup-Teil:

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  delay(500);

  // LCD starten
  lcd.init();

  // Hintergrundbeleuchtung einschalten
  lcd.backlight();

  // Serielle Kommunikation MH-Z19C starten
  MHZSerial.begin(9600);
  MHZCO2.begin(MHZSerial);

  // automatische Kalibrierung ausschalten, true schaltet sie ein
  MHZCO2.autoCalibration(false);

  // RTC-Modul starten
  rtc.begin();

  // Datum/Zeit einmalig setzen, beim nächsten Starten auskommentieren
  // rtc.adjust(DateTime(2023, 4, 23, 8, 50, 30));

  // Sensor DHT starten
  dht.begin();
}
```

Der loop-Teil

```
void loop()
{
  // 5 Sekunden warten
  if (millis() - VerstricheneZeit >= 5000)
  {
    // rtc.now() -> aktuelle Zeit holen
    DateTime aktuell = rtc.now();

    /*
     Datumsformat festlegen
     DD -> Tag mit führender 0
     MM -> Monat mit führender 0
     YYYY -> vollständige Angabe des Jahres
    */
    char Datum[] = "DD.MM.YYYY ";

    // Datum in Zeichenkette (String) umwandeln und anzeigen
    Serial.print(aktuell.toString(Datum));

    // Format der Zeitangabe festlegen
    char Zeit[] = "hh:mm:ss Uhr";

    // Zeitangabe in Zeichenkette (String) umwandeln und anzeigen
    Serial.println(aktuell.toString(Zeit));
  }
}
```



```
// Daten lesen
// CO2-Wert MH-Z19C
int CO2 = MHZC02.getCO2();

// Temperatur MH-Z19
int TemperaturMHZ = MHZC02.getTemperature();

// Temperatur RTC (DS3231) ermitteln
String TemperaturRTC = String(rtc.getTemperature());
String AnzeigeTemperaturRTC = String(TemperaturRTC);
AnzeigeTemperaturRTC.replace(".", ",");

// Temperatur DHT
float TemperaturDHT = dht.readTemperature();
String AnzeigeTemperaturDHT = String(TemperaturDHT);
AnzeigeTemperaturDHT.replace(".", ",");

// Luftfeuchtigkeit DHT
String AnzeigeLuftfeuchtigkeit = String(dht.readHumidity());
AnzeigeLuftfeuchtigkeit.replace(".", ",");
Serial.print("Messwert CO2: ");
Serial.println(String(CO2) + " ppm");

Serial.print("Temperatur MH-Z19: ");
Serial.println(String(TemperaturMHZ) + "°C");

Serial.print("Temperatur RTC: ");
Serial.println(AnzeigeTemperaturRTC + "°C");
Serial.print("Temperatur DHT: ");
Serial.println(AnzeigeTemperaturDHT + "°C");
Serial.println("-----");

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(aktuell.toString(Zeit));
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("CO2 " + String(CO2) + " ppm");
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("Temperatur " + AnzeigeTemperaturDHT + "\337C");
lcd.setCursor(0, 3);
lcd.print("Feuchtigkeit " + AnzeigeLuftfeuchtigkeit + "%");

VerstricheneZeit = millis();
}
}
```

Quellen:

[MH-Z19](#) Sensoren bei Wolles Elektronikliste

[MHZ-19B](#) bei Unsinnsbasis

[Datenblatt MH-Z19C](#) bei Winsen Eletronics

Beitrag bei [Wikipedia](#) zum NDIR-Prinzip

Fotos: Hartmut Waller