Hands-on Environmental Sensing I

Praktikum - Aufbau und Charakterisierung eines Low-Cost CO2 Sensors

Prof. Dr.-Ing Jia Chen

Version: 0.1

Zuletzt bearbeitet: 12.03.2024

Autor: Daniel Kühbacher

Inhalt

[Vorbereitung 3](#_Toc192678769)

# Vorbereitung

Zur Vorbereitung für das Praktikum sind zwischen 30 min bis 2 h erforderlich, je nach Vorerfahrung mit der **Arduino Microcontroller Programmierung** und **Python**.

Das Praktikum wird in 2er-Gruppen durchgeführt, und jede Gruppe benötigt einen eigenen Laptop. Ihr könnt euch im Voraus absprechen und Gruppen bilden. Falls ihr möchtet, könnt ihr euch einen Laptop teilen und nur einen mitbringen.

* Installiere vor dem Praktikum die **Arduino IDE**  
  Link zum Download: <https://www.arduino.cc/en/software>  
    
  Zur weiteren Vorbereitung, insbesondere wenn noch keine Erfahrung mit Arduino Programmierung hast sehe dir das folgende Video an:   
  **Arduino Crash Course in 15 Min**  
  [https://youtu.be/nL34zDTPkcs?si=MqPz2jDbrG39jyJ-](https://youtu.be/nL34zDTPkcs?si=MqPz2jDbrG39jyJ-" \t "_new)
* Installiere **Visual Studio Code** und die **Erweiterung für Jupyter Notebooks** (erforderlich für die Datenauswertung in Python)   
  Link zum Download: <https://code.visualstudio.com/Download>  
    
  Zur Einführung und Installation von Jupyter sehe dir das folgende Video an:  
  <https://youtu.be/suAkMeWJ1yE?si=K90X1-_5LGSxWY5A>
* Klone das **GitHub-Repository** zum Kurs auf deinen Laptop: <https://github.com/tum-esm/HES-Praktikum.git>

# Einführung

Kohlendioxid (CO₂) macht mit etwa 0,04 % nur einen geringen Anteil der Erdatmosphäre aus. Dennoch hat es eine erhebliche Klimawirkung, da es die von der Erde abgegebene Wärmestrahlung im nahen Infrarotbereich absorbiert und teilweise zurück auf die Erdoberfläche reflektiert – ein Effekt, der als Treibhauseffekt bekannt ist. Ohne diesen natürlichen Treibhauseffekt wäre Leben auf der Erde nicht möglich, da die Durchschnittstemperatur der Erdoberfläche bei etwa -18 °C läge. Durch menschliche Aktivitäten, insbesondere die Verbrennung fossiler Brennstoffe, steigt jedoch die CO₂-Konzentration kontinuierlich an und verstärkt den Treibhauseffekt. Dies führt zu einer globalen Erwärmung mit weitreichenden Folgen für Klima, Wetter und Ökosysteme.

Die präzise Messung von CO₂ ist essenziell, um natürliche und anthropogene Quellen sowie Senken des Treibhausgases besser zu verstehen. Nur so lassen sich gezielte Maßnahmen zur Reduktion von Emissionen entwickeln und die Auswirkungen des Klimawandels effektiver begrenzen. Eine zentrale Methode zur Bestimmung der CO₂-Konzentration basiert auf dem Lambert-Beer-Gesetz, das die Abschwächung von Lichtintensität durch Absorption beschreibt. CO₂ absorbiert infrarote Strahlung bei spezifischen Wellenlängen, wodurch seine Konzentration in der Luft durch nicht-dispersive Infrarotspektroskopie (NDIR) genau bestimmt werden kann. Diese Methode wird in Laboranalysen, Umweltmessstationen und sogar Satelliten eingesetzt, um den globalen CO₂-Gehalt kontinuierlich zu überwachen.

Im Praktikum “Hands-On Environmental Sensing” werden wir einen Low-Cost CO₂ Sensor in Betrieb nehmen, Daten erfassen und den Sensor charakterisieren. Dabei wird ein Microcontroller (ESP32-C3) so programmiert, dass er Daten vom CO₂ Sensor empfangen und an einen Seriellen Monitor senden sowie auf eine SD-Karte speichern kann. Daraufhin wird eine Messkampagne mit Referenzgasen durchgeführt und damit der Sensor charakterisiert.

## Ablauf

* *(15 min)* Einführung in die Zusammensetzung der Atmosphäre, Treibhauseffekt, physikalische Grundlagen und Methoden der CO₂ Gasmesstechnik
* *(15 min)* Inbetriebnahme des Microcontrollers
* *(30 min)* Inbetriebnahme des Temperatur & Luftfeuchtigkeitssensors sowie der SD Karte
* *(45 min)* Inbetriebnahme d. CO2 Sensors und Implementierung der Messroutine
* *(30 min)* Unterschiedliche Messungen (Referenzgas, Innenluft, Außenluft)
* *(45 min)* Auswertung und Visualisierung der Daten in Python

Ein Bild, das Elektrisches Bauelement, Elektronisches Bauteil, Elektrische Leitungen, Elektronik enthält.

KI-generierte Inhalte können fehlerhaft sein.Ein Bild, das Elektronik, Elektrisches Bauelement, Elektronisches Bauteil, passives Bauelement enthält.

KI-generierte Inhalte können fehlerhaft sein.