

Max Hermann

## Entwicklung eines mobilen Miniaturmesssystems für Immissionsmessungen auf Basis von Ein-Chip-Sensorik

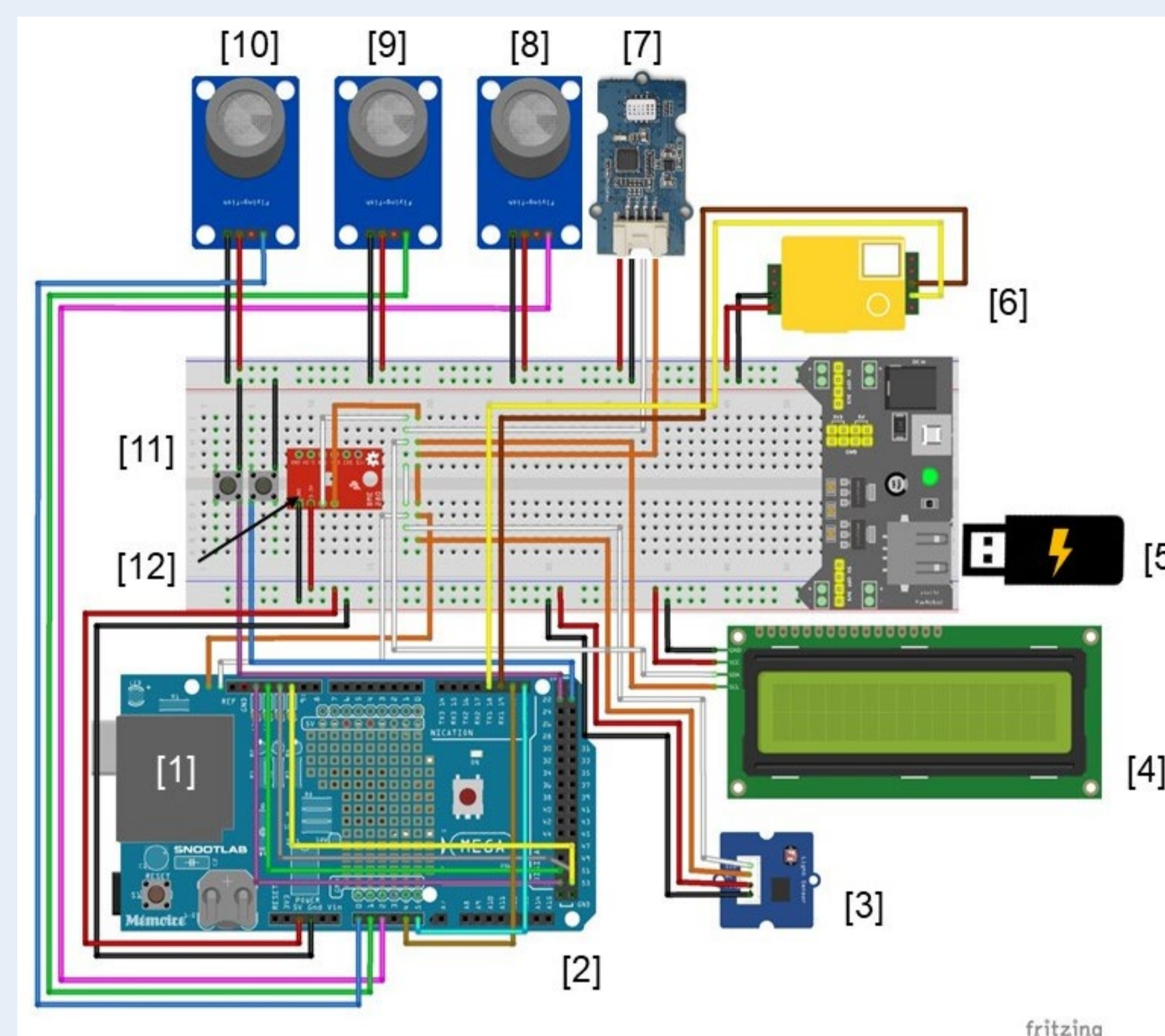
### Grundlagen und Ziel

#### Motivation

Zur Vermeidung und Überwachung schädlicher Gasemissionen sind Forschende auf ein engmaschiges Netz an Klima- und Umweltdaten angewiesen. Auf Basis von Citizen-Science Projekten kann dies mithilfe kostengünstiger Metalloxid- Halbleiter-Gassensoren (MOX) in Kombination mit den einsteigerfreundlichen Arduino-Mikrocontrollern realisiert werden.

#### Material & Methode

Aufbau einer Immissionsmessstation (IMS) mit den Komponenten aus der Tabelle. Durchführung einer Kalibrierung, Prüfung und Auswertung der Sensoren anhand verfügbarer Referenzmessungen (Gasanalysator EL 3020 für SO<sub>2</sub> und Luftmessstation Bad-Cannstatt für O<sub>3</sub>).



Nummer	Name	Erfasster Parameter
1	Arduino Mega 2560	
2	Arduino Data Logger Shield	
3	Grove UV-Sensor	UV
4	LCD-Display	
5	Steckbrett Strommodul	
6	Infrarot CO <sub>2</sub> -Sensor, MH-Z19C	CO <sub>2</sub>
7	Mehrkanal Gas – Sensor	NO <sub>2</sub> /CO/Ethanol
8	MQ-131	O <sub>3</sub>
9	MQ-136	H <sub>2</sub> S / SO <sub>2</sub>
10	MQ-137	NH <sub>3</sub>
11	Taster	
12	BME280	°C, rel. Feuchtigkeit, Luftdruck

#### Ziel

Erarbeitung eines Prototyps einer Immissionsmessstation mit Hard- und Softwarelösung zur Erfassung der Luftqualität und dessen Einsatzmöglichkeit sowie Optimierungsoptionen für die Einbindung in die Lehre der Hochschule Esslingen.

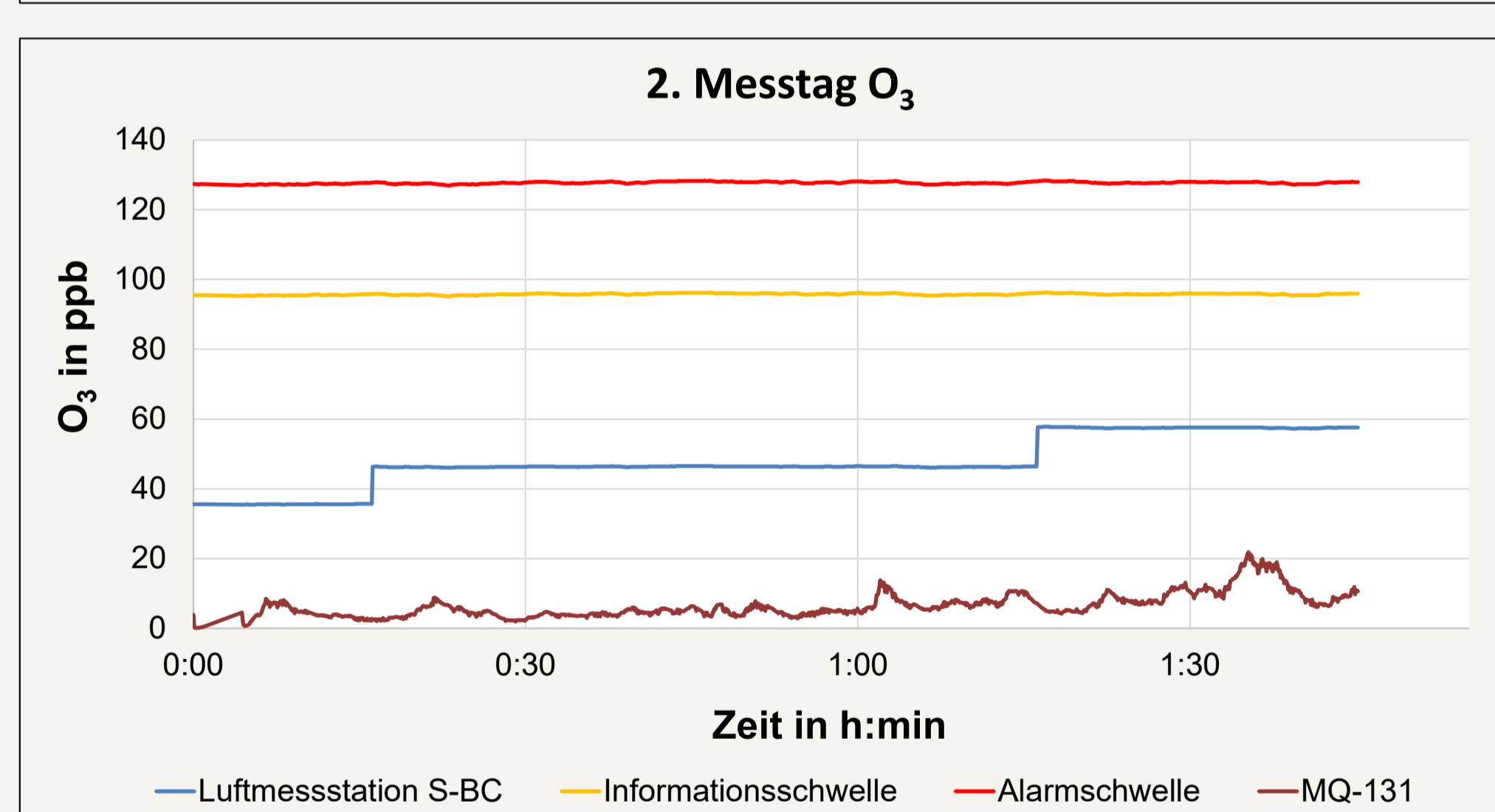
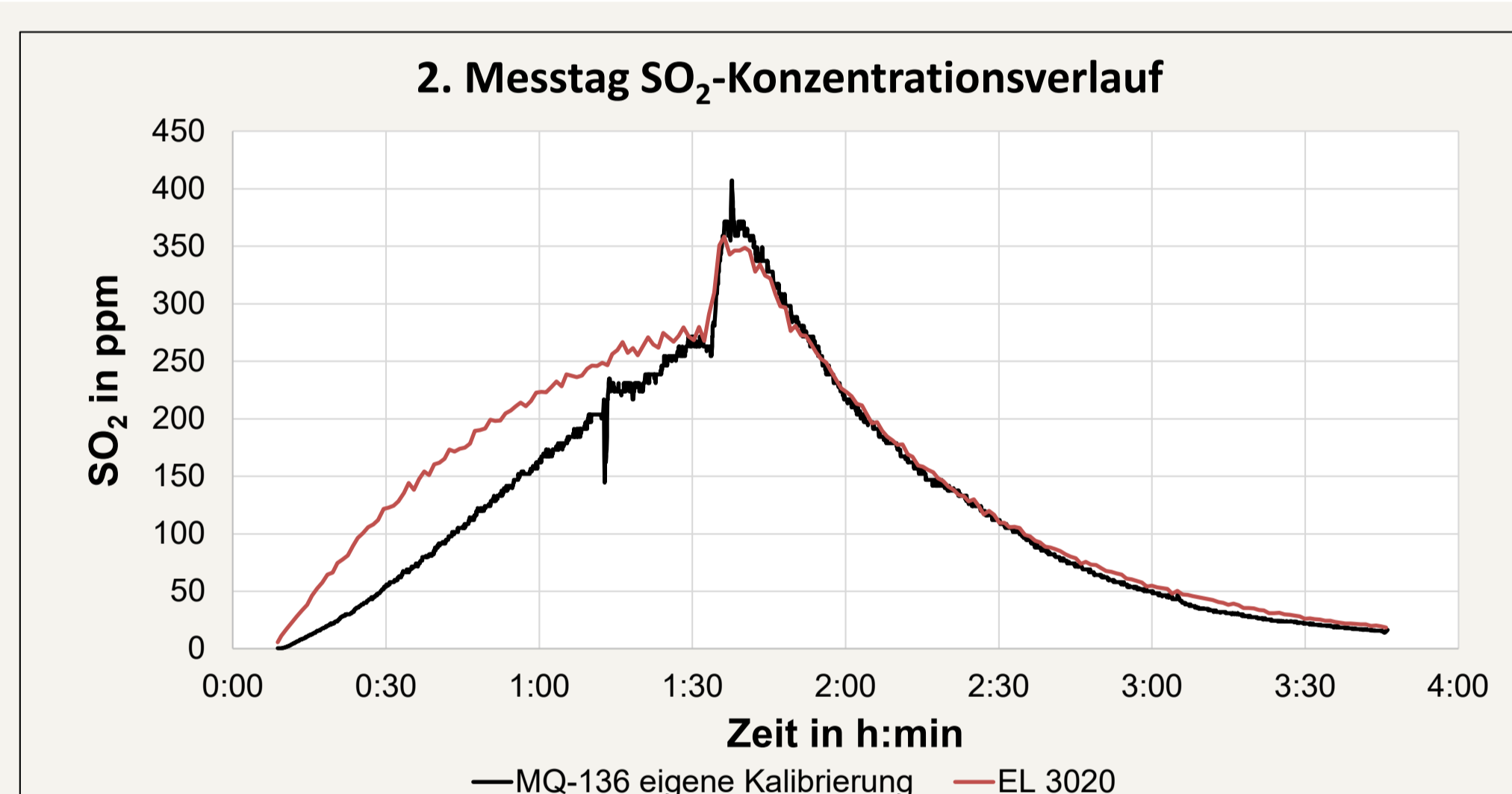
### Ergebnisse

#### SO<sub>2</sub>-Messung – MQ136

- Geringe Messgenauigkeit durch Kalibrierung des Herstellers
- Eigene Kalibrierung mit Messwiederholung überprüft
- Reduktion des Sensitivität des Sensors während der Messung
- Messgenauigkeit für 2. Hälfte des Messung sehr hoch
- Erneute Kalibrierung kann Messgenauigkeit für die gesamte Messdauer erzielen

#### O<sub>3</sub>-Messung – MQ131

- Messwerte weichen über gesamten Messzeitraum deutlich von der Referenzmessung ab
- Geringe Messgenauigkeit durch Kalibrierung des Herstellers
- Luftmessstation durch stündliche Messwertauflösung ungeeignet für eine Kalibrierung



#### Einbindung in Lehre

- Automatisierte digitale Datenerfassung
- Höhere Flexibilität durch Mobilität der Messstation
- Gleichzeitige und kontinuierliche Erfassung mehrere Parameter gleichzeitig
- Auswertung in Echtzeit
- Kostengünstige Alternative
- Erleichtern der Praktika für die Studierenden
- Ermöglichen Umgang mit Arduino und MOX-Sensoren

### Optimierung

**Kommunikation** Datenübertragung in Echtzeit über bspw. Wi-Fi, Bluetooth, LoRaWan

**Kalibrierung** Mit synthetischer Luft (Berücksichtigung von Temp. und Luftfeuchtigkeit), Abgleich mit kalibrierten Messgeräten, Serviceleistung

**Messtechnik** Sensoren anderer Hersteller, Micro-Hotplate-Sensoren, VOC-Sensor, Feinstaubsensor

**Gehäuse** sicherer Transport, Schutz vor Umwelteinflüssen, Möglichkeit für aktive Belüftung

### Fazit

Die IMS kann verschiedene Parameter erfassen und aufzeichnen, 2 von 5 der Sensoren wurden in dieser Arbeit exemplarisch auf ihre Messgenauigkeit geprüft. Dabei zeigte sich, dass eine Kalibrierung zwingend notwendig ist um die Messgenauigkeit zu erhöhen.

Die MOX-Sensoren können aufgrund ihrer automatischen Datenaufzeichnung, sowie der Möglichkeit zum mobilen Einsatz, eine sinnvolle Ergänzung in den Praktika/Lehre darstellen. Um dieses Potential auszuschöpfen wurden Verbesserungspotentiale und Optimierungen aufgezeigt, welche in aufbauenden Arbeiten umgesetzt werden können.