



SUS*mobil*

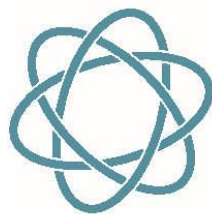
Modul 3 – Umweltmesstechnik



UNIVERSITÄT
DES
SAARLANDES



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
KAISERSLAUTERN



SCHÜLER
FORSCHUNGSZENTRUM
SAARLOUIS

gefördert durch



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

Station 1 Die Messsoftware



Auftrag 1 – Tutorial

Das Modul ermöglicht die Messung verschiedener umweltrelevanter Größen durch drei auf einer Platine verbaute Sensormodule (Abb. 1 links). Doch erst dank einer Software, in denen die Daten grafisch aufbereitet angezeigt werden, könnt Ihr die Messungen auch begutachten und interpretieren (Abb. 1 rechts).



Abb. 1 Links: Messplatine mit drei Sensormodulen. Rechts: Hauptmenü der Messsoftware.

Öffnet im Hauptmenü der Software das Tutorial und macht euch über die Bedienelemente vertraut. Informiert euch darin auch, welche Messgrößen von den drei Sensormodulen erfasst werden und tragt diese unten ein.



SGP30



SCD30



SPS30

Station 1

Die Messsoftware



Auftrag 2 – Die Sensoren testen

Sind die Sensoren korrekt angeschlossen und funktionieren sie auch?



Schließt die Messplatine mit dem USB-Kabel an. Navigiert im Hauptmenü auf „Sensoren“ und prüft, ob die drei Sensormodule SGP30, SCD30 und SPS30 verbunden sind. Wenn nötig: Wechselt den COM-Port, bis es klappt.

Die Abb. 2 zeigt eine Messung, bei der über der Platine zunächst ein Taschentuch aus Zellstoff („Tempo“) gerieben und anschließend gepustet bzw. gehaucht wurde.

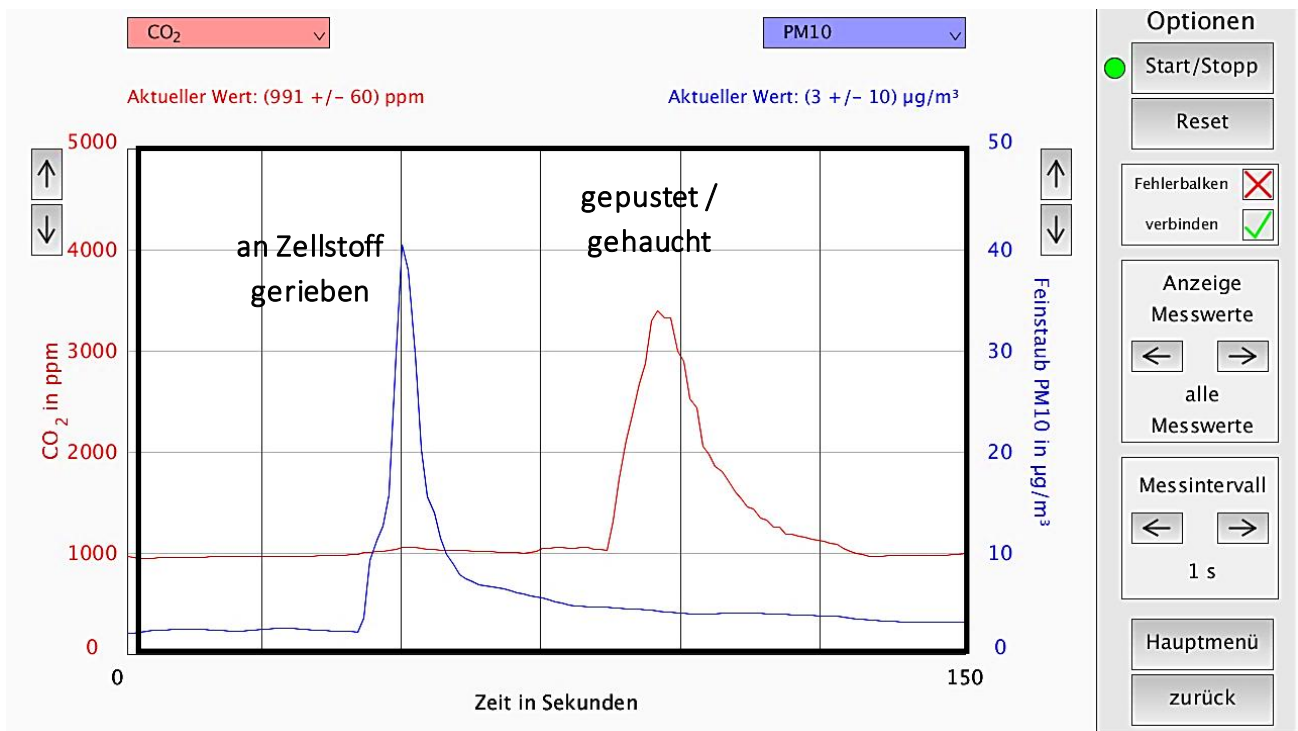


Abb. 2 Test der Sensoren auf ihre Funktionalität.



Reproduziert die in Abb. 2 gezeigte Messung. Prüft so die Funktionstüchtigkeit des Feinstaub- und des CO₂-Sensors.



Prüft abschließend die Funktionstüchtigkeit der anderen Sensoren. Gebt kurz an, wie Ihr vorgegangen seid.

Station 1

Die Messsoftware

	Funktion	Methode der Prüfung
TVOC		
Temperatur		
Luftfeuchte		
CO ₂	✓	An Sensor gepustet. Anstieg CO ₂ registriert. Danach Abfall.
Feinstaub	✓	Mit Zellstoff gerieben. Anstieg aller PM-Komponenten registriert.

Station 2

Nase vs. Sensor



Auftrag 1 – Nase vs. Sensor

Kennt ihr das? Ihr betretet einen Raum, in dem vorher eine Klasse Unterricht hatte. Boah, wie das mief ... Fenster auf!!! Die Schüler im Raum hingegen haben den Mief als gar nicht so schlimm wahrgenommen. Wieso ist das so? Nun, die Nase beurteilt Gerüche relativ: Plötzliche *Unterschiede* kann sie gut riechen. Bei längerem Aufenthalt in schlechter Luft, oder in Luft, die langsam schlechter wird, gewöhnt sich die Nase an den Geruch und nimmt ihn nur schwach wahr. Und weiter: Sind Gerüche nur wenig verschieden, fällt es schwer, diese allein durch Riechen im Sinne „von Probe A riecht stärker als Probe B“ zu ordnen. Schneiden technische Sensoren hier besser ab?

In diesem Versuch gilt es, sechs Gläser mit unterschiedlichen Konzentrationen an Ethanol zu ordnen (Abb. 3). Könnt ihr das Duell Nase vs. Sensor für euch entscheiden?



Abb. 3 Versuchsaufbau zur Messung der Ethanol-Konzentration von 5 Lösungen.



Riecht an den Proben und ordnet die Gläser nach absteigender Reihenfolge der Ethanol-Konzentration.



Tragt die Buchstaben rechts in die Zeile „Riechen Versuch 1“ ein.



Bringt die Gläser wieder in Unordnung und wiederholt den Versuch. Tragt die Buchstaben links in die Zeile „Riechen Versuch 2“ ein.

Station 2 TVOC



Auftrag 2 – TVOC-Duelle

Für viele Produkte des Alltags gibt es außer herkömmlichen Angeboten auch solche, die in Punkto Umwelt- und Verbraucherschutz bessere Alternativen darstellen. Ein Beispiel: Herkömmliche Farben nutzen giftige Lösungsmittel, die ungesunde flüchtige organische Verbindungen (VOC'S) ausgasen. Bei Farben auf Wasserbasis ist die Ausgasung geringer und die VOC's sind weniger gefährlich. In dieser Station lassen wir vier „herkömmliche“ gegen vier „alternative“ Produkte in TVOC-Duellen antreten. Halten die alternativen Produkte, was sie versprechen?









Zunächst die Riechprobe mit der Nase...



Navigiert in der Software auf *Stationen* → *Station 2 – TVOC-Duelle*. Bewertet die Gerüche der acht Proben mit Punkten zwischen **0 (nicht wahrnehmbar)** und **6 (extrem stark)**.



Tragt die von euch vergebenen Punkte in die Felder der Tabelle ein.

	herkömmliche Produkte		vs.	emissionsarme Vergleichsprodukte	
Farben		<input style="width: 50px; height: 50px;" type="text"/>	vs.	<input style="width: 50px; height: 50px;" type="text"/>	
Filzstifte		<input style="width: 50px; height: 50px;" type="text"/>	vs.	<input style="width: 50px; height: 50px;" type="text"/>	
Kleber		<input style="width: 50px; height: 50px;" type="text"/>	vs.	<input style="width: 50px; height: 50px;" type="text"/>	
Böden		<input style="width: 50px; height: 50px;" type="text"/>	vs.	<input style="width: 50px; height: 50px;" type="text"/>	
		Nase		Sensor	

Und nun mal sehen, was der Sensor „riecht“ ...



Legt nach und nach die acht Proben in die Plexiglasbox und stellt den Sensor darüber. Wartet jeweils bis das Sensorsignal näherungsweise konstant ist.



Tragt die vom Sensor vergebenen Punkte in die Felder der Tabelle ein.

Station 3 Dicke Luft



Auftrag 2 – Dicke Luft

Übersteigt der Gehalt an CO₂ in der Raumluft 1.000 ppm (= 1 ‰), ist es ein Anzeichen für „dicke Luft“ und es sollte gelüftet werden. Die noch heute akzeptierte Empfehlung formulierte der Chemiker Max von Pettenkofer bereits 1858:

*„Ich bin auf das lebendigste überzeugt, dass wir die Gesundheit unserer Jugend wesentlich stärken würden, wenn wir in den Schulhäusern [...] die Luft stets so gut und rein erhalten würden, dass ihr **Kohlensäuregehalt nie über 1 pro mille** anwachsen könnte.“*

CO₂ ist aber nur ein „Indikator“ für schlechte Luft: Schon Pettenkofer war klar, dass es neben dem CO₂ der Ausatemluft noch andere Ausgasungen des menschlichen Körpers gibt (viele VOC's), die Müdigkeit und Konzentrationsschwierigkeiten begünstigen. Aber auch Temperatur und Luftfeuchte haben einen Einfluss auf das Raumklima. Untersucht den Einfluss des Menschen auf die Innenraumluftqualität (Abb. 5).



Navigiert in der Software in das Menü *Stationen* → *Station 3 – Dicke Luft* und überprüft Eure CO₂- und TVOC-Ausgasungen sowie die Änderungen von Temperatur und relativer Luftfeuchte in der begehbaren Messkammer. Der genaue Messablauf wird in der Software erläutert.



Abb. 5 Begehbare Messkammer zur Untersuchung von CO₂- und TVOC-Ausgasungen des Menschen.

Station 4 Feinstaub



Auftrag 1 – Funktionsprinzip des Feinstaubensors

Für den Vorversuch benötigen wir 3 Küvetten (Abb. 6 links). Diese enthalten neben Wasser unterschiedliche Konzentrationen an winzigen Kügelchen aus Siliciumdioxid (kurz Silica, Abb. 6 rechts). In Wasser bilden die Kügelchen eine *Suspension*, das heißt die Partikel sind nicht gelöst, sondern die Feststoffe „schweben“ in der Flüssigkeit – ähnlich wie bei Feinstaub in Luft. Die Silica-Partikel modellieren also Feinstaub.

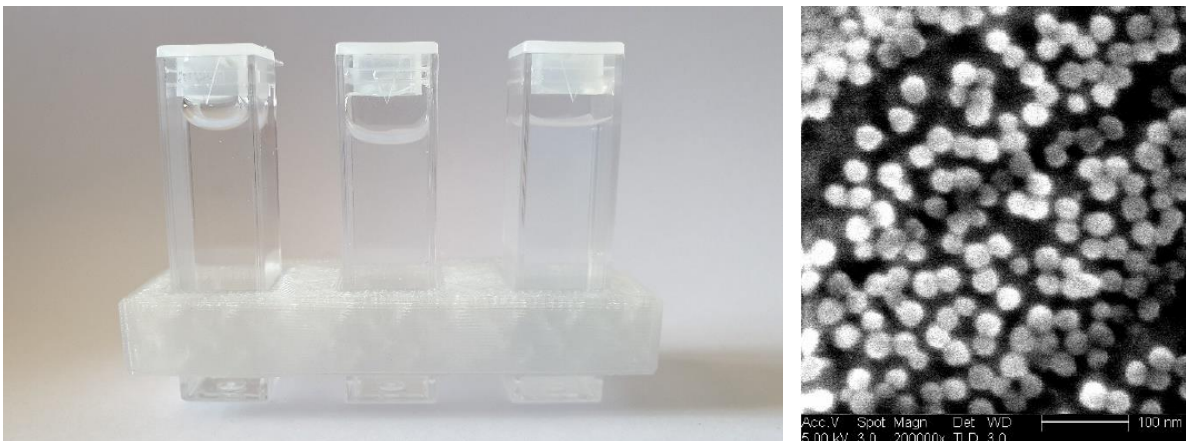


Abb. 6 Links: 3 Küvetten mit Wasser und unterschiedlichen Konzentrationen an Silikat-Kügelchen. Rechts: Elektronenmikroskop-Aufnahme von Silikat-Kügelchen.

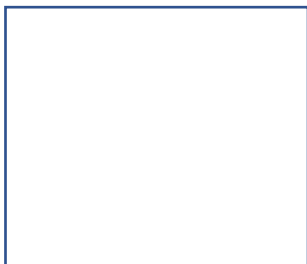


Ordnet die Flüssigkeiten der Reagenzgläser nach absteigender Konzentration an Silikat-Kügelchen. Als Hilfsmittel steht euch ein **Laserpointer** zur Verfügung.

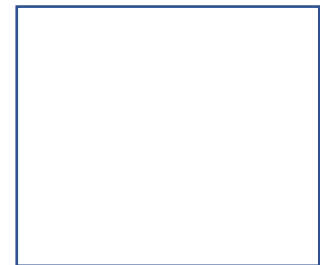
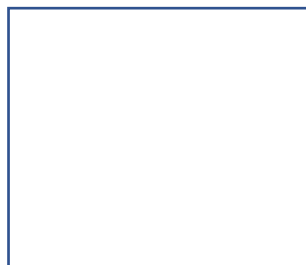


Tragt die Buchstaben in die unteren Kästchen ein.

hohe Konzentration



niedrige Konzentration



Station 4 Feinstaub



Auftrag 2 – Kreidestaub

Obwohl einige Schulen nur noch interaktive Whiteboards bzw. Smartboards nutzen, gehört das Schreiben mit Kreide auf Tafeln vielerorts ist bis heute zum Alltag im Unterricht. Beim Schreiben, vor Allem aber beim *trockenen* Abwischen wird feiner Staub verwirbelt, der als eine Art „Wolke“ bereits mit bloßen Augen zu sehen ist. Die Wolke enthält Partikel sehr verschiedener Größe. Enthält sie auch Feinstaub? Untersucht die Emission von Feinstaub verschiedener Kreidearten während des Beschriftens und des trockenen und nassen Abwischens mit einem Schwamm (Abb. 7).



Abb. 7 Versuchsaufbau zur Untersuchung von Feinstaub in Kreide. Die Messplatine ist am unteren Rand der Tafel eingerastet.



Öffnet in der Software das Menü *Stationen* → *Station 4 – Kreidestaub* und überprüft die Feinstaubbelastung beim Schreiben mit Kreide und anschließendem Wischen. Der genaue Messablauf wird in der Software erläutert.



Notiert anhand eurer Messungen die Maximalwerte der Feinstaubemission bei allen Versuchsbedingungen in die untere Tabelle.

Station 4 Feinstaub

	Kreide 1		Kreide 2	
	PM ₁₀ in μg/m ³	PM _{2.5} in μg/m ³	PM ₁₀ in μg/m ³	PM _{2.5} In μg/m ³
auf Tafel kritzeln				
trockenes Abwischen				
erneut auf Tafel kritzeln				
nasses Abwischen				



Beurteilt die Messergebnisse in Anbetracht des Jahresmittelgrenzwertes in der Außenluft von 40 μg/m³. Geht weiter insbesondere auf Folgendes ein:

Unterschiede zwischen Schreiben – trocken Wischen – nass Wischen

Unterschiede der Kreidearten

Unterschiede in der Belastung mit PM_{2.5} und PM₁₀

