

Entwicklung eines Low-Cost Absorptionsphotometer

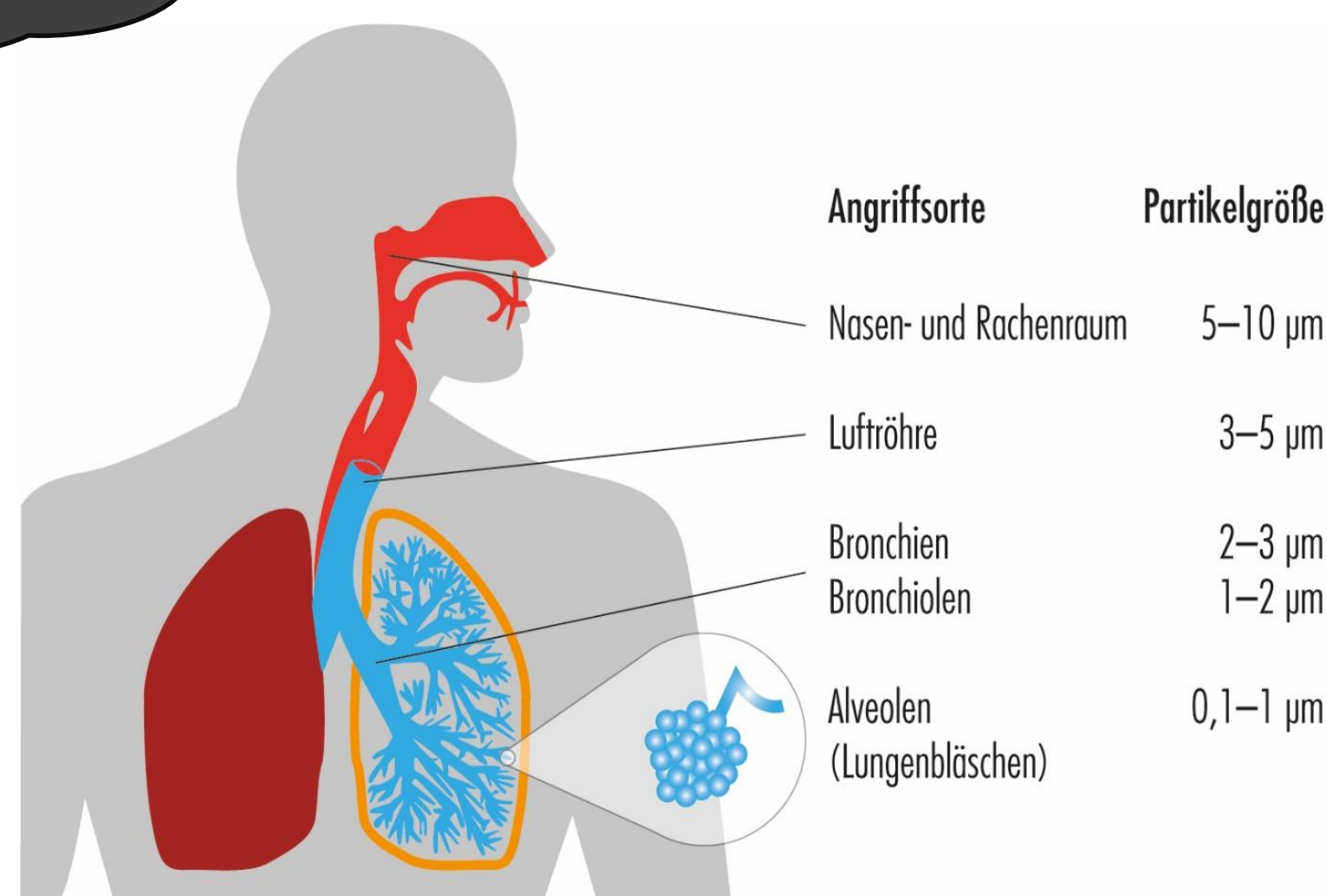
**Gefahr:
Russpartikel**

Problem

Idee

Ausführung

Resultate

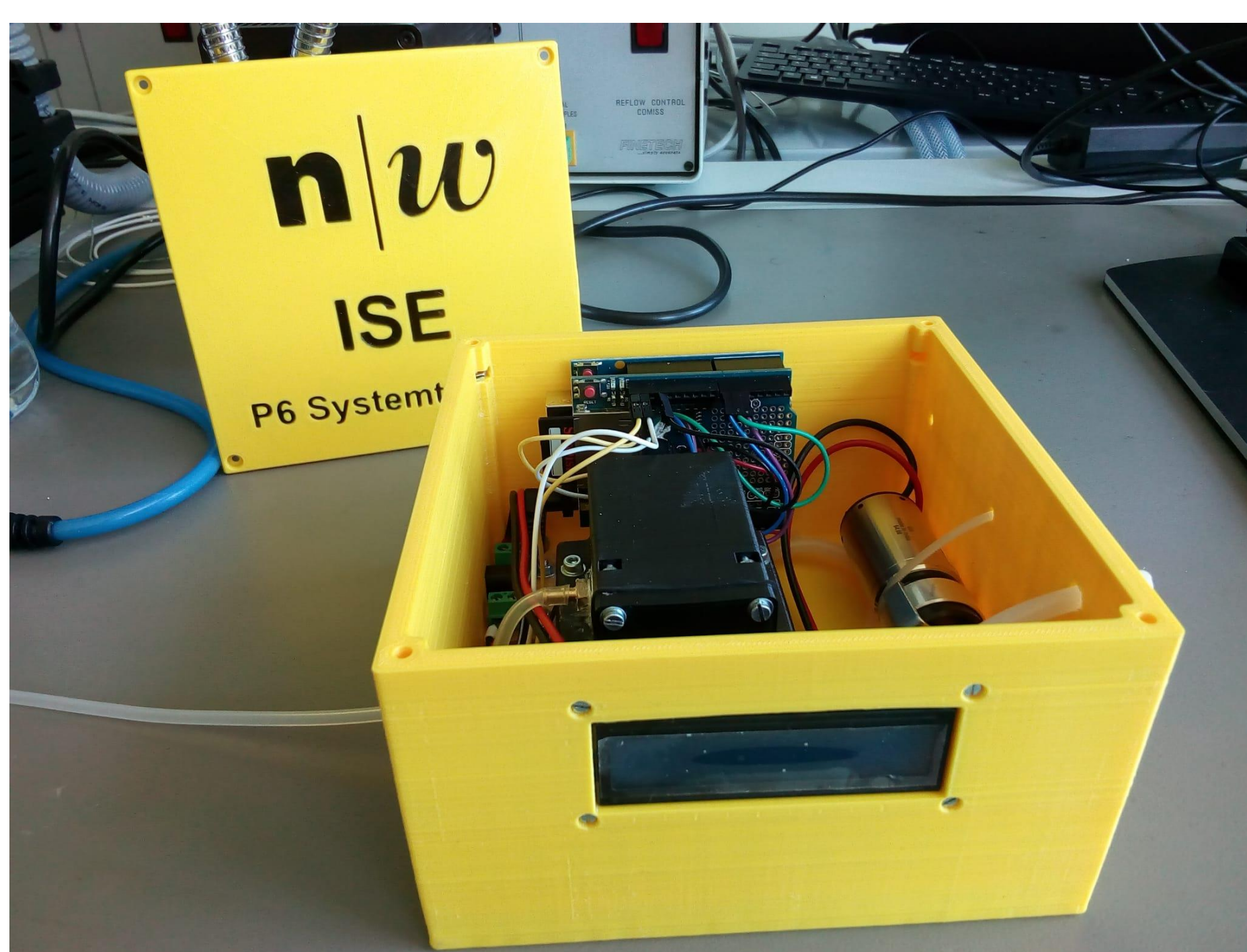
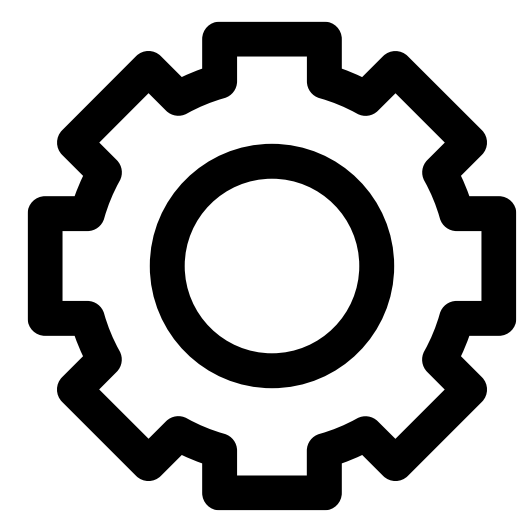


Angriffsstelle des Feinstaubes in den Atemwegen:
Je kleiner die Partikel, desto tiefer dringen sie in das Lungensystem ein.
© Kutzner + Weber GmbH

Die Gefahr für den Menschen entsteht durch die Grösse der Russpartikel, denn sie werden nicht von den Schleimhäuten gefiltert, sondern gelangen durch die Lunge in die Blutbahnen. Dort können sie zu Zellklumpen und somit Krebs oder anderen Schäden führen. Wegen ihrer Schwärze absorbiert Russ viel Licht und erwärmt sich dadurch. So trägt Russ zur Klimaerwärmung bei und führt bei Ablagerungen auf Schneeflächen zu Abschmelzen. Berechnungen zufolge soll allein Black Carbon seit 1890 für eine Erwärmung in der Arktis von 0.5 – 1.4 °C verantwortlich sein.



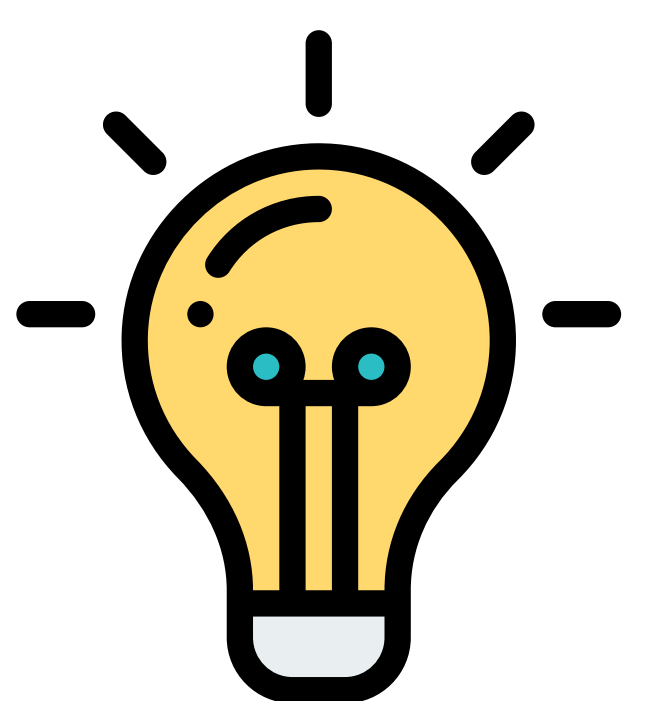
Aufbau



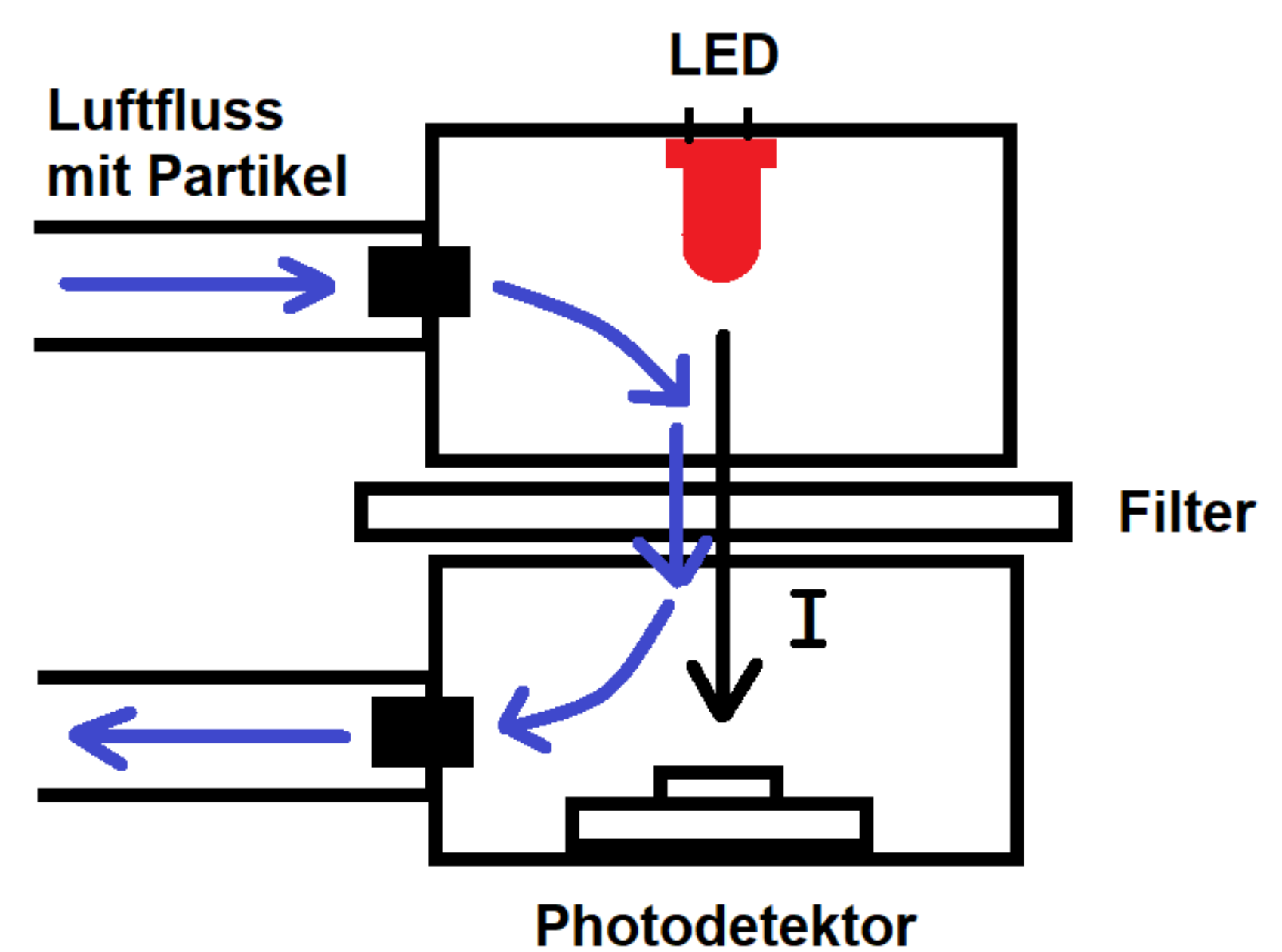
Das Low-Cost APM besteht aus einer zweiteiligen luftdichten Messkammer, zwischen der der Filter geklemmt wird. Der Luftfluss durch den Filter wird von einer kleinen Drehschieberpumpe erzeugt. Die Ansteuerung der RGB-Diode und die Auslesung des Photodetektors erfolgt über ein Arduino UNO. Als Anzeige dient ein LCD, welches im 3D gedruckten Gehäuse montiert wurde. Die gemessenen Lichtwerte werden auf einer SD-Karte mit dem aktuellen Datum und Uhrzeit abgespeichert. Für die Auswertung der Daten muss die Text-Datei von der SD-Karte auf den PC in die Excel-Vorlage importiert werden.

Russ (engl. Black Carbon) ist beinahe elementarer Kohlenstoff mit einer Partikelgrösse von weniger als 100 nm. Er entsteht durch die unvollständige Verbrennung von kohlenstoffhaltigem Material (Diesel, Holz, usw.). Russ hat teils schädliche Auswirkungen auf Mensch und Umwelt. Deshalb sollte die Russkonzentration in der Luft gemessen und begrenzt werden. Gängige Messgeräte, die auf der lichtabsorbierenden Eigenschaft von Russ basieren, sind jedoch teuer.

So kostet das AE33, das in diesem Projekt als Referenz dient, mehr als 25'000.- CHF. Damit ärmere Institutionen und 3. Weltländer, wo teils eine hohe Luftverschmutzung herrscht, auch die nötigen Daten generieren können, wurde in diesem Projekt ein günstiges Messgerät (<150.- CHF) entwickelt und mit Bauanleitung veröffentlicht.



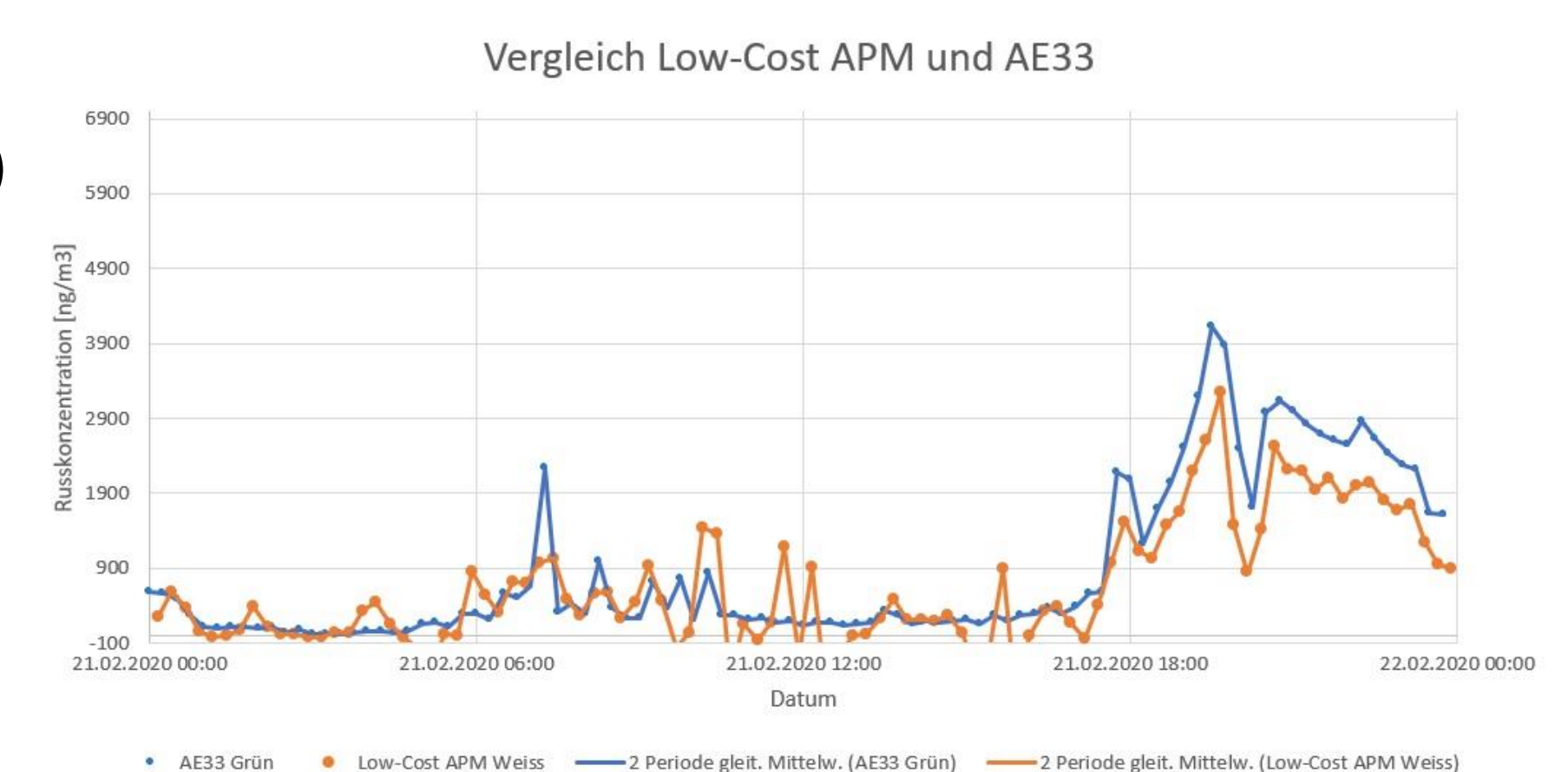
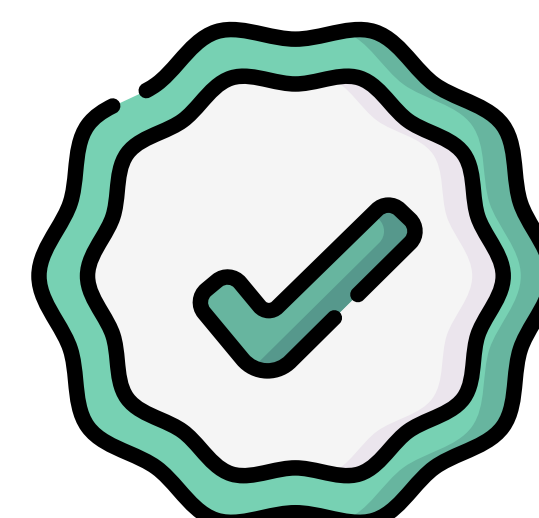
Messprinzip



Um die Russkonzentration zu messen, wird russ-haltige Luft durch einen Filter gesaugt. Dieser Filter wird von einer Lichtquelle durchleuchtet. Je mehr Russ sich ablagert, desto schwärzer wird der Filter und die gemessenen Lichtwerte auf der anderen Seite des Filters nehmen ab. Wenn der Luftfluss und einige Konstanten bekannt sind, kann mit einer Formel (abgeleitet aus der Beer-Lambert Formel) die Russkonzentration in der Luft berechnet werden.

$$M_{BC} = \frac{b_{ATN}}{C * MAC}$$

Messergebnisse



Das Low-Cost APM erreicht bei einer Mittelungszeit von 1 Stunde eine Messgenauigkeit (bei 470nm Wellenlänge) von <80ng/m³. Damit ist es bei dieser Integrationszeit 3.5-mal ungenauer im Vergleich zum teuren AE33. Tagesmessungen in Brugg und Zürich ergaben bei sauberem Filter brauchbare Messwerte. Wir hoffen, dass das Low-Cost APM sich für alle Anwender und Nachbauer als nützliches Produkt erweisen wird.

Studiengang / Semester: Systemtechnik FS20

Diplomand: Joshua Backlund

Auftraggeber: Institut für Sensorik und Elektronik (ISE)

Experte: Dr. D. Matter

Dozent: Prof. Dr. E. Weingartner
ernest.weingartner@fhnw.ch