

# Mikrocontroller im Geographieunterricht

*Wir messen Feinstaub in deiner Stadt*



Diese Publikation ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Autorin: Verena Witte

## Kurzinfo – Wir messen Feinstaub in deiner Stadt

**Jahrgangsstufe:** Klasse 7 bis 9

**Vorkenntnisse:** keine

**Dauer:** 4 Unterrichtsstunden (je 45 min)

**Themenbereiche:** Feinstaubbelastung der Luft, Umweltschutz

**Einbindung in die Bildungsstandards im Fach Geographie:** Erfassung von Mensch-Umwelt-Beziehungen, Erfassung und Auswertung von geographisch relevanten Informationen aus dem Realraum, Aufstellung von Maßnahmen zum Schutz der Umwelt

**Material:** senseBox:edu, Feinstaubsensor, Powerbank, Computer mit Internetzugang, Beamer, Tafel, Arbeitsblatt 1 & 2

## Wir messen den Feinstaub in deiner Stadt

### Projektbeschreibung

Die Schülerinnen und Schüler lernen, wie sie die Feinstaubbelastung ihrer Stadt eigenständig messen können. Mithilfe der grafischen Programmieroberfläche „Blockly für senseBox“ können sie ohne Vorkenntnisse das dafür notwendige Messgerät bauen. Zudem lernen die Schülerinnen und Schüler, welche Faktoren die Feinstaubbelastung beeinflussen und inwieweit sie darauf aufbauend etwas zum Schutz der Umwelt beitragen können

### Einbindung in den Unterricht

Der Geographieunterricht basiert auf der grundlegenden Beziehung zwischen Mensch und Umwelt. In Hinblick auf aktuelle Debatten gewinnt der Schutz der Umwelt immer mehr an Bedeutung. Somit rückt auch die Feinstaubbelastung der Städte in den Vordergrund, die sowohl einen anthropogenen als auch einen natürlichen Ursprung hat. Das Feinstaubprojekt lässt sich somit innerhalb einer Unterrichtsreihe zum Thema Umweltschutz einordnen und bietet eine Basis für die Motivation der Schülerinnen und Schüler, da die eigene Betroffenheit thematisiert wird. Sie erforschen schließlich die Auswirkungen, die menschliches Handeln auf die Gesundheit und die Umwelt haben kann.

## Lernziele

Die Schülerinnen und Schüler...

- ...können ein Messgerät zur Erfassung der Feinstaubbelastung der Luft bauen und programmieren
- ...können die Feinstaubwerte strukturiert dokumentieren und präsentieren
- ...können die Feinstaubbelastung an unterschiedlichen Orten erklären
- ...können Maßnahmen zur Reduktion der Feinstaubbelastung der Luft nennen

## Einordnung in die Bildungsstandards im Fach Geographie

Das Projekt knüpft an folgende Kompetenzbereiche an:

Fachwissen

- ▶ Die Fähigkeit, Mensch-Umwelt-Beziehungen in Räumen unterschiedlicher Art und Größe zu analysieren

Erkenntnisgewinnung/ Methoden

- ▶ Die Fähigkeit, geographisch/geowissenschaftlich relevante Informationen im Realraum sowie aus Medien zu gewinnen und auszuwerten sowie Schritte zur Erkenntnisgewinnung in der Geographie beschreiben zu können
- ▶ Die Fähigkeit, Informationen zur Behandlung von geographischen/ geowissenschaftlichen Fragestellungen zu gewinnen und auszuwerten

Handlung

- ▶ Die Kenntnis über schadens- und risikovorbeugende/-mindernde Maßnahmen

## Benötigte Voraussetzungen

Zur Durchführung des Projektes werden keine Vorkenntnisse benötigt. Die Schülerinnen und Schüler werden zu Beginn des Projektes in die Thematik sowie in den Umgang mit der senseBox eingeführt und alle Informationen lassen sich den Materialien sowie den Arbeitsblättern entnehmen. Dennoch erweisen sich erste Erfahrungen mit einer grafischen Programmieroberfläche als Vorteil.

## Verlauf

**Einstieg:** Um die Schülerinnen und Schüler auf das Problem der Feinstaubbelastung der Luft aufmerksam zu machen, wird ein Bild vom Smog in China gezeigt. In einem Unterrichtsgespräch werden mögliche Auswirkungen der hohen Werte thematisiert. Der beigelegte Text kann dabei als Unterstützung für die Lehrkraft dienen.

Zudem wird die Frage aufgeworfen, ob es auch in der eigenen Stadt Probleme mit der Feinstaubbelastung der Luft gibt, obwohl, anders als in China, klare Sichtverhältnisse herrschen.

**Vorbereitung:** Um dies zu untersuchen, bietet sich eine Messung mit der senseBox an. Damit die Schülerinnen und Schüler an die grafische Programmierung mit „Blockly für senseBox“ herangeführt werden, stellt die Lehrkraft das Programm vor und erklärt, wie ein Sketch erstellt, kompiliert und auf die senseBox übertragen wird.

**1. Erarbeitung:** Die Schülerinnen und Schüler bauen und programmieren die senseBox unter Zuhilfenahme des ersten Arbeitsblattes. Dazu bieten sich Gruppen von 3-4 Personen an.

**1. Sicherung:** Damit alle Gruppen optimal auf die Messung vorbereitet sind, sollten die fertigen Messgeräte und Programmcodes der verschiedenen Gruppen verglichen und durch die Lehrkraft überprüft werden. Zudem findet nun die Planung der Messung statt. Es empfiehlt sich, eine Zeitspanne von circa 30 Minuten sowie Orte, die sich durch eine unterschiedliche Nutzung und Lage kennzeichnen, zu wählen. Zum einen können Hauptstraßen und Industriegebiete besucht werden und zum anderen Wälder und Parks, damit die Auswirkungen der Umgebung und der jeweiligen Nutzung auf den Feinstaubwert deutlich werden.

**2. Erarbeitung:** Die Gruppen begeben sich nun zu den jeweiligen Messorten und füllen während der Datenerhebung das Arbeitsblatt 2 aus.

**2. Sicherung:** Wenn alle Gruppen wieder in der Klasse versammelt sind, stellt jede Gruppe auf Grundlage des Arbeitsblattes ihre Ergebnisse vor. Die durchschnittlichen Feinstaubwerte mit den dazugehörigen Orten werden in einer Tabelle an der Tafel festgehalten. Anschließend werden im Plenum die von jeder Gruppe aufgestellten Hypothesen diskutiert, welche die Abhängigkeiten zwischen dem Feinstaubwert und dem Messort herauskristallisieren sollen.

**Schluss:** Um die Unterrichtseinheit zu beenden, werden zuerst in Partnerarbeit und anschließend im Unterrichtsgespräch Maßnahmen gesammelt, die dazu beitragen können, dass die Feinstaubwerte reduziert werden und keine Luftverschmutzung auftritt, wie sie derzeit in China existiert.

## Verlaufsplan

Zeit	Phase	Inhalt	Medium	Sozial-form
0:00 - 0:15	Einstieg	Problemorientierter Einstieg, indem ein Bild einer Stadt mit einer hohen Feinstaubbelastung gezeigt wird; Unterrichtsgespräch über mögliche Auswirkungen; Herstellung eines Bezugs zur eigenen Stadt: Wie hoch ist hier die Feinstaubbelastung?	Bild 1, Beamer, (Text)	UG
0:15 - 0:45	Vorbereitung	Vorstellung der senseBox als Messgerät für die Feinstaubbelastung der Luft; Kurze Einführung in die Programmierumgebung „Blockly für senseBox“.	Computer, Beamer, senseBox	LV
0:45 - 1:30	1. Erarbeitung	Bau und Programmierung der Messstation.	Arbeitsblatt 1, Computer, senseBox mit Feinstaubsensor	GA (3-4 Personen)
1:30 - 1:40	1. Sicherung	Vergleich des fertigen Programmcodes; Planung der Messung (Ort und Zeit)	Computer, Beamer	UG
1:40 - 2:15	2. Erarbeitung	Erhebung und Dokumentation der Feinstaubwerte an verschiedenen Orten (Industriegebiet, Hauptstraße, Park, Wald); Bearbeitung von Arbeitsblatt 2	senseBox (fertiges Messgerät), Powerbank, Arbeitsblatt 2	GA (3-4 Personen)
2:15 - 2:45	2. Sicherung	Präsentation der in der Erarbeitung erfassten Ergebnisse und Diskussion der Hypothesen im Plenum	Arbeitsblatt 2, Tafel	UG
2:45 - 3:00	Schluss	Bezug zum Bild aus dem Einstieg; Formulierung von Maßnahmen, die getroffen werden können, um Feinstaubwerte zu reduzieren	Bild 1, Beamer, Tafel	PA, UG

## Material

Bild für den Einstieg:



(Smog in der Großstadt – Quelle: V. T. Polywoda ([CC BY-NC-ND 2.0](#)))

**Text (nur für die Lehrkraft): Informationen zur Feinstaubbelastung der Luft**

*Was genau ist eigentlich Feinstaub?*

Feinstaub sind besonders kleine Teilchen des in der Luft befindlichen Schwebstaubs. Man bezeichnet diese auch als *Particulate Matter* (PM) und unterscheidet anhand der Durchmesser der Staubteilchen zwischen PM10 (kleiner als 10 µm), PM2.5 (kleiner als 2,5 µm) und PM0,1 (kleiner als 0,1µm). Je kleiner die Partikel sind, desto höher ist die Eindringungstiefe der Teilchen in den menschlichen Körper, wodurch gesundheitliche Gefährdungen begünstigt werden. Feinstaub wird unabhängig vom Durchmesser der Teilchen in µm/m<sup>3</sup> angegeben.

*Woher kommt der Feinstaub?*

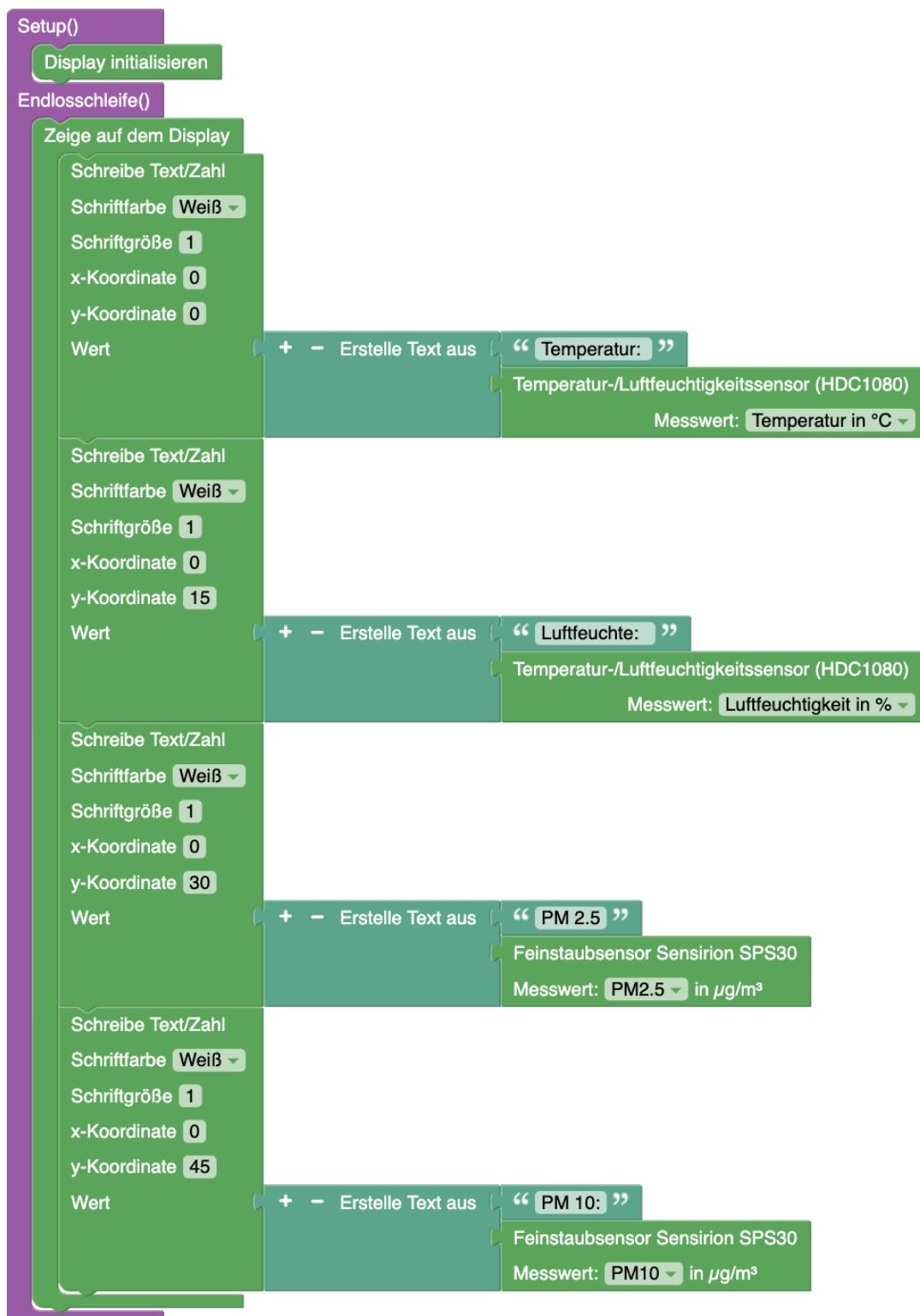
Feinstaub stammt entweder aus natürlichen Quellen (z.B. Sahara-Staub, Pilzsporen, Seesalz, Pollen) oder ist menschlichen Ursprungs. Dabei spielt vor allem die Verbrennung von Kohlenstoffverbindungen eine Rolle. Industrieprozesse stellen dabei die größte Quelle zur Produktion von Feinstaub dar, gefolgt vom Verkehr. Dieser bildet besonders in Ballungsgebieten einen erheblichen Faktor und trägt durch mehrere Prozesse zur Verschmutzung der Luft bei. Zum einen ist sicherlich bekannt, dass durch die Motoren Feinstaub in die Luft gelangt. Zum anderen muss aber auch bedacht werden, dass Staubpartikel zu einem großen Teil durch Bremsen- und Reifenabrieb entstehen. Während der Feinstaub aus den natürlichen Quellen nicht zu verhindern ist, können die Menschen sich jedoch bemühen, die eigene Produktion von Feinstaub zu reduzieren und mit einem bewussteren Verhalten der Luftverschmutzung entgegenzuwirken.

*Welche Auswirkungen hat eine hohe Feinstaubbelastung der Luft?*

Feinstaub wird heute im Wesentlichen für die Auswirkungen von Luftverschmutzungen auf die Gesundheit verantwortlich gemacht. Zu diesen gehören unter anderem die Verstärkung von Allergiesymptomen, die Zunahme von asthmatischen Anfällen, Atemwegsbeschwerden und Lungenkrebs sowie ein gesteigertes Risiko von Mittelohrentzündungen bei Kindern und Beeinträchtigungen des Nervensystems. Das Ausmaß der Auswirkung von Partikeln auf die Atemwege hängt neben der chemischen Zusammensetzung auch von der Größe der Partikel ab: Je kleiner ein Partikel ist, desto tiefer kann es in die Lunge eindringen. Seit dem 1. Januar 2005 beträgt der einzuhaltende Tagesmittelwert für PM10 in der EU  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bei 35 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr.

## Musterlösung: Sketch Feinstaubmessstation

Im Folgenden ist eine Lösung zur Programmierung mit 'Blockly für senseBox' für die Feinstaubmessstation dargestellt. Es ist allerdings zu betonen, dass durchaus alternative Lösungswege möglich sind und hier nur eine Variante dargestellt ist.



## Bau und Programmierung einer Messstation

### Aufgabe 1: Bau der Messstation

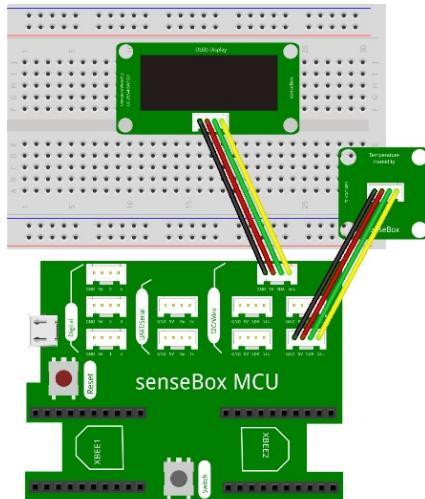
Für den Aufbau benötigst du folgende Komponenten:

Temperatur & Luftfeuchtigkeitssensor		1x
Feinstaubsensor inkl. Kabel (+Adapterboard)		1x
JST-Adapterkabel		2x
OLED-Display		1x

Da der Feinstaubsensor sehr stark auf eine erhöhte Luftfeuchtigkeit reagiert, sollte bei einer Bestimmung des Feinstaubgehalts der Luft auch immer die Temperatur und relative Luftfeuchte gemessen werden, damit die Werte korrekt eingeordnet werden können.

Befolge nun die Schritte, um dein Messgerät zusammenzubauen:

1. Verbinde das OLED-Display mit einem JST-Kabel mit einem der I2C/Wire Steckplätze.
2. Verbinde ebenso den Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor (HDC1080) mit einem der I2C/Wire Anschlüsse.



- Schließe den Feinstaubsensor mit einem entsprechenden Kabel an einen UART/Serial Anschluss an.

Damit ist der Aufbau des Messgerätes abgeschlossen. Möchtest du es später mobil verwenden, solltest du eine Powerbank an den USB-Anschluss anschließen, damit die Stromversorgung sichergestellt ist.

## Aufgabe 2: Programmierung der Messstation

Ziel dieser Aufgabe ist es, eine Messstation zu programmieren, die die Temperatur, die Luftfeuchtigkeit und den Feinstaub (PM2,5 und PM10) misst. Die Werte sollen geordnet und mit der jeweiligen Beschriftung auf dem Display angezeigt und dauerhaft aktualisiert werden.

### Schritt 1: Ansteuern des Displays

Damit das Display in der Endlosschleife angesteuert werden kann, muss es zuerst im Setup() initialisiert werden. Anschließend kannst du mithilfe der Blöcke „Zeige auf dem Display“ und „Schreibe Text/ Zahl“ einen beliebigen Wert auswählen, der angezeigt werden soll. Hier kannst du beispielsweise einen Textbaustein einfügen. Schaue die dazu die Lernkarte **SB06** an. *Lasse dir den Text „Feinstaub“ auf dem Display deiner senseBox anzeigen.*

## Schritt 2: Auslesen der Sensoren

Da auf dem Display nicht ausschließlich ein Text, sondern auch der Messwert angezeigt werden soll, verwende anstatt des Textbausteines jetzt einen Block aus der Kategorie ‚Sensoren‘. Für jeden Messwert, den du erfassen möchtest, solltest du einen neuen ‚Schreibe Text/Zahl‘ Block verwenden und den jeweiligen Sensor-Block wieder bei ‚Wert‘ einfügen. Da einige Sensoren mehrere Umweltphänomene messen können, sind diese auch in einem Block zusammengefasst. Du kannst dann im Dropdown-Menü den jeweiligen Messwert auswählen.

Temperatur/Luftfeuchtigkeitssensor (HDC1080)  
Messwert: Temperatur in °C ▾

Dieser Block gibt dir den Messwert für die Temperatur und die Luftfeuchte des dazugehörigen Sensors aus. Im Dropdown-Menü kannst du zwischen Temperatur in °C und Luftfeuchtigkeit in % wählen.

Feinstaubsensor Sensirion SPS30  
Messwert: PM2.5 ▾ in µg/m³

Dieser Block gibt dir den Messwert für den Feinstaubsensor aus. Du kannst im Dropdown-Menü zwischen PM2,5 und PM10 wählen. Zudem solltest du einmal überprüfen, ob du den Sensor an Serial1 oder Serial 2 angeschlossen hast.

*Lasse dir die Messwerte der Sensoren auf dem Display deiner senseBox anzeigen.*

## Schritt 3: Darstellung der Werte auf dem Display

Du hast dir bis jetzt einerseits einen Text und andererseits die Messwerte der Sensoren auf dem Display anzeigen lassen. Diese beiden Funktionen kannst du aber auch kombinieren, damit der/ die Nutzer\*in des Messgerätes weiß, welche Zahl sich welchem Umweltphänomen zuordnen lässt. Dazu eignet sich der Block ‚Erstelle Text aus‘, welcher ebenso an den ‚Schreibe Text/Zahl‘ Block an der Stelle ‚Wert‘ anzuknüpfen ist. Hier kannst du dann den Textbaustein und den jeweiligen Block des Sensors miteinander verbinden. Passe zuletzt die x- und y-Koordinaten der einzelnen ‚Schreibe Text/Zahl‘ Blöcke an, damit der Text untereinander und nicht aufeinander ausgegeben wird. Dabei solltest du beachten, dass das Display

128x64 Pixel besitzt und der Ursprung (0/0) des Displaykoordinatensystems links oben liegt.

Die Änderung solltest du also an der y-Koordinate vornehmen.

*Übertrage den Sketch auf deine senseBox und überprüfe, ob alle Werte wie gewünscht ausgegeben und dargestellt werden.*

**Aufgabe:**

Fülle während der Messung die folgende Tabelle aus, indem du alle 5 Minuten die Werte auf deinem Display abliest. Die letzte Zeile gibt dir die Möglichkeit, besondere Ereignisse zu notieren, die zu diesem Zeitpunkt aufgetreten sind und die Messung beeinflussen könnten.

Zeit in Minuten	0	5	10	15	20	25	30
Feinstaub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM2,5)							
Feinstaub in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM10)							
Luftfeuchtigkeit in %							
Bemerkungen							

Beschreibe charakteristische Merkmale deines Messortes:

---

---

---

---

Stelle Hypothesen auf, die die Feinstaubwerte deiner Messung begründen könnten:

---

---

---

---