



# Digitales Mobiles Umweltlabor für die MINT-Fächer

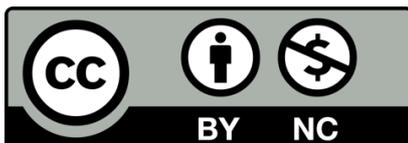
## PROJEKTE

1. Optimierung von Lüftungsstrategien mithilfe der Messung der CO<sub>2</sub>-Konzentration
2. Erstellung und Interpretation von Gefrier- und Siedekurven für Wasser
3. Eine Analyse von Wurfbewegungen unter variablen Bedingungen



Dieses Material wurde entwickelt mit freundlicher Unterstützung der Deutsche Telekom Stiftung.

Das Material steht als Open Educational Ressource (OER) unter der CC BY-NC 4.0 Lizenz zur Verfügung und darf somit unter Namensnennung zu nicht kommerziellen Zwecken bearbeitet und geteilt werden.



Version 1.0 (September 2021)

Herausgeber: Reedu GmbH & Co. KG – home of senseBox

Autor\*innen: Verena Witte, Mario Pesch, Dr. Thomas Bartoschek



### Die senseBox

Die *senseBox* ist ein Baukasten für stationäre und mobile Messgeräte. Sie besteht aus einem Arduino-kompatiblen Mikrocontroller, verschiedenen Umweltsensoren (Temperatur, Luftfeuchte, Luftdruck, Windstärke, UV-Strahlung, Beleuchtungsstärke, Schall, Feinstaub, Bodenfeuchte, GPS, Wassertemperatur, Distanz) und weiterem Zubehör. Mit der *senseBox* können Schüler\*innen und Studierende je nach Fragestellung Messstationen bauen, diese mit Hilfe der visuellen Programmierumgebung *Blockly für senseBox* programmieren und in kurzzeitigen Kampagnen oder für die Langzeitaufnahme von Umweltdaten nutzen. Die *senseBox* kann über verschiedene Schnittstellen (WLAN, Ethernet, LoRa) mit dem Internet verbunden werden und die Daten an die Plattform *openSenseMap* übertragen.

### Die Phyphox-App

Mit der kostenfreien App *Phyphox* können Schüler\*innen ihr Smartphone zum Experimentieren einsetzen und dabei unentdeckte Möglichkeiten ihres täglichen Begleiters kennenlernen. Die App verwendet dazu die in Smartphones verbauten Sensoren und ersetzt somit kostspielige Versuchsaufbauten im Physik- und Technikunterricht. *Phyphox* soll dazu beitragen, dass Schüler\*innen und Studierende physikalische Zusammenhänge verstehen und wissenschaftliche Arbeitsweisen erlernen können.

Die folgenden Projekte verbinden die beiden Komponenten *senseBox* und *Phyphox* miteinander, wodurch eine professionelle Datenvisualisierung und -analyse live in Echtzeit ermöglicht wird. Dies bietet einen hohen Mehrwert beim Experimentieren sowie bei der Untersuchung direkter Einflüsse auf Umweltfaktoren im MINT-Fachunterricht.

### Anmerkung für die Durchführung der Projekte

- Entferne das Tablet / Smartphone nicht weiter als drei Meter vom Messgerät, sodass die Bluetooth-Verbindung bestehen bleibt
- Das Tablet/ Smartphone sollte während der Messung nicht ausgeschaltet werden

Deutsche  
Telekom  
Stiftung



senseBox 





## PROJEKT 1

### Optimierung von Lüftungsstrategien mithilfe der Messung der CO<sub>2</sub>-Konzentration

**Fach:** Biologie      **Inhaltsfeld:** Gesundheitsbewusstes Leben

**Dauer:** 90 Minuten      **Jahrgangsstufe:** 7 - 9

#### Ziel des Projekts

In diesem Projekt findest du heraus, wie hoch die CO<sub>2</sub>-Konzentration in deinem Klassenzimmer ist, welche Auswirkungen dies für dich hat und was du machen kannst, um die CO<sub>2</sub>-Konzentration wieder zu minimieren. Für die Messung verwendest du die senseBox, welche die Daten via Bluetooth an Phyphox sendet. In der App kannst du deine Datenerhebung verfolgen und den dort sichtbaren Graphen als Ausgangslage für die Interpretation der CO<sub>2</sub>-Konzentration nutzen.

#### Ansatz

Befinden sich mehrere Personen in einem geschlossenen Raum, so steigt die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Raumluft stetig an. Da es sich bei Kohlenstoffdioxid um ein Nebenprodukt des Atmungsprozesses handelt, kann dies nicht verhindert werden. Zudem ist zu bedenken, dass neben CO<sub>2</sub> auch Aerosole, die Kontakt zum Lungengewebe hatten, beim Ausatmen ausgestoßen und folglich im Raum verteilt werden. Stammen diese beispielsweise von einer mit Covid-19 infizierten Person, so können sie eine Gefahr für Kontaktpersonen darstellen. Daraus lässt sich folgern, dass die Konzentration an CO<sub>2</sub> in der Luft ein Maß für die bereits verbrauchte bzw. mit Aerosolen belastete Luft liefert. Je höher der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft ist, desto höher ist somit die Wahrscheinlichkeit, mit Aerosolen anderer Personen in Kontakt zu kommen. Um diese Wahrscheinlichkeit möglichst gering zu halten, empfiehlt das Umweltbundesamt eine ausreichende Durchlüftung der Räume. Eine CO<sub>2</sub>-Ampel kann in diesem Zusammenhang



geeignete Hinweise liefern, zu welchen Zeitpunkten eine Öffnung der Fenster notwendig ist. Das Umweltbundesamt spricht ab einer Überschreitung der CO<sub>2</sub>-Konzentration im Innenraum von 1000 ppm von einer mäßigen bis niedrigen Luftqualität. Diese verursacht neben des wachsenden Infektionsrisikos zusätzlich einen Abfall der Konzentrations- und Leistungsfähigkeit, weshalb unabhängig von einer Pandemie auf eine ausreichende Durchlüftung der Klassenräume geachtet werden sollte. Im Optimalfall liegt die CO<sub>2</sub>-Konzentration im Klassenraum bei ca. 500-600 ppm. Der natürliche CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Atmosphäre beträgt ca. 400 ppm.<sup>1</sup> Zur Überprüfung dessen sowie zur Ausarbeitung eines effektiven Lüftungsverhaltens empfiehlt sich die Messung der CO<sub>2</sub>-Konzentration sowie eine Darstellung der Daten mittels der Phyphox-App.

---

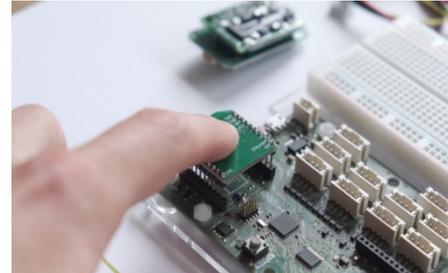
<sup>1</sup> Umweltbundesamt (2008): Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft. Online unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/kohlendioxid\\_2008.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/kohlendioxid_2008.pdf) (abgerufen am 07.07.2021)



## Aufbau

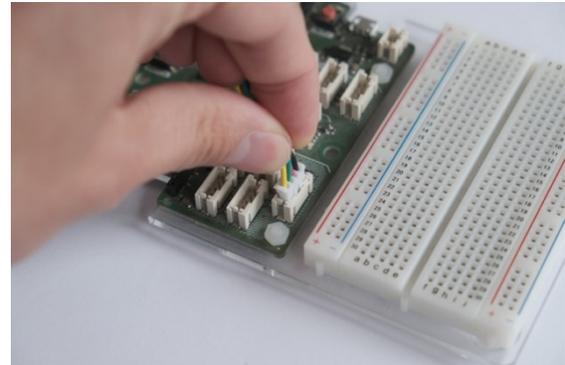
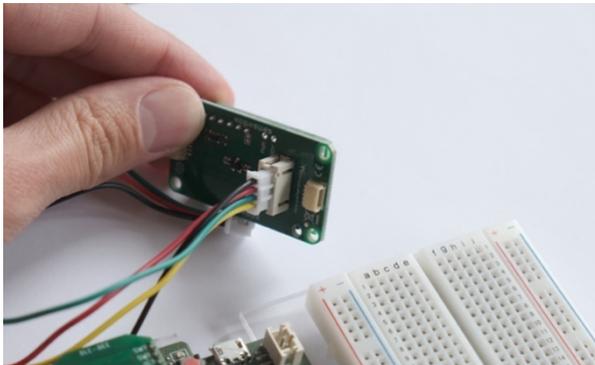
Für den Bau eines CO<sub>2</sub>-Messgeräts benötigst du folgende Komponenten:

- senseBox MCU
- CO<sub>2</sub>-Sensor
- Bluetooth-Bee
- Verbindungskabel
- USB-Kabel
- evtl. Powerbank

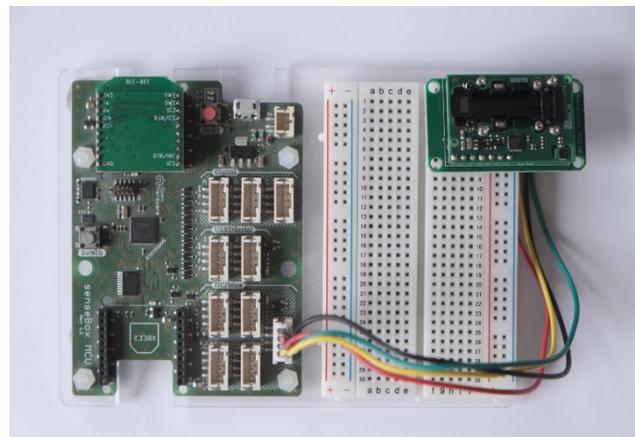


1. Stecke das Bluetooth Bee auf den Steckplatz XBee 1 der senseBox MCU.

2. Verbinde den CO<sub>2</sub>-Sensor mithilfe des Verbindungskabels mit einem der fünf I2C/Wire Ports.



3. Verbinde zum Schluss die senseBox MCU mit dem USB-Kabel mit deinem Laptop, sodass diese mit Strom versorgt wird. Nachdem du den Programmcode (siehe Programmierung) auf die senseBox MCU übertragen hast, kannst du eine Stromversorgung beispielsweise auch mit einer Powerbank oder einem USB-Netzteil sicherstellen. Dein Messgerät sollte wie in der nebenstehenden Abbildung aussehen.





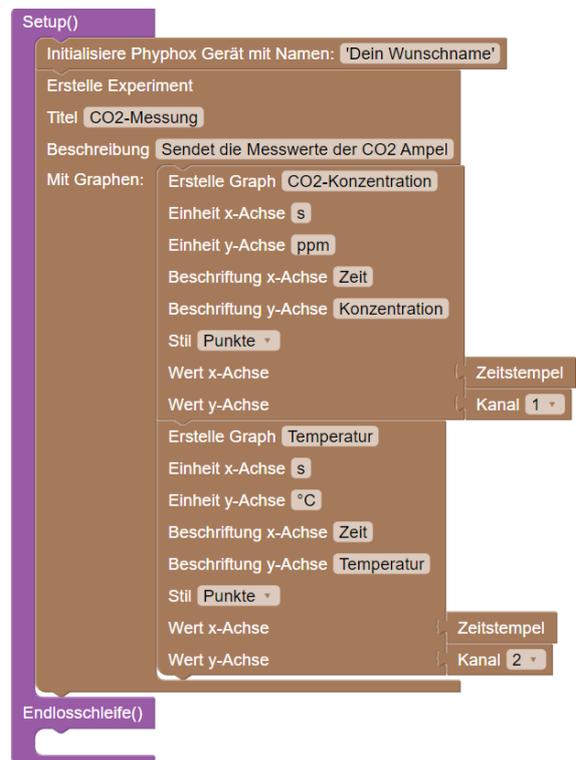
## Programmierung

Die Programmierung deines Messgeräts erfolgt mit *Blockly für senseBox*.

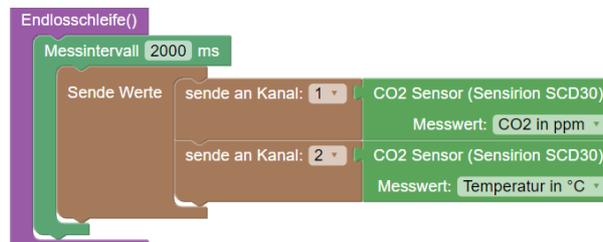
Initialisiere dort im Setup() zuerst ein Phyphox-Gerät und benenne dies individuell. Wenn mehrere Messgeräte in einem Raum verwendet werden, kannst du über den Namen dein Messgerät wiederfinden.

Mit dem Block ‚Erstelle Experiment‘ kannst du die Darstellung deiner Messwerte konfigurieren. Da der CO<sub>2</sub>-Sensor sowohl die CO<sub>2</sub>-Konzentration als auch die Temperatur messen kann, empfehlen sich zwei Graphen. Über den ersten Kanal kannst du die CO<sub>2</sub>-Konzentration übermitteln und auf der x-Achse die Zeit in Sekunden sowie auf der y-Achse die erhobenen Messwerte in parts per million (ppm) abbilden.

Über den zweiten Kanal kannst du die erhobenen Daten zur Temperatur übermitteln und diese auf der y-Achse in Grad Celsius abbilden, während auf der x-Achse erneut die Zeit in Sekunden als Orientierung dient.



In der Endlosschleife bindest du den CO<sub>2</sub>-Sensor ein und wählst zum einen die Temperatur und zum anderen die CO<sub>2</sub>-Konzentration als Messwerte aus. Über den Block Messintervall kannst du einstellen, wie oft die Messwerte von der senseBox an die Phyphox App gesendet werden sollen.



Damit ist der Programmcode fertig! Du kannst nun den Sketch kompilieren und auf die senseBox MCU übertragen.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Wenn Du das noch nie gemacht hast, hier gibt's Hilfe: <https://docs.sensebox.de/blockly/blockly-komp-kop/>



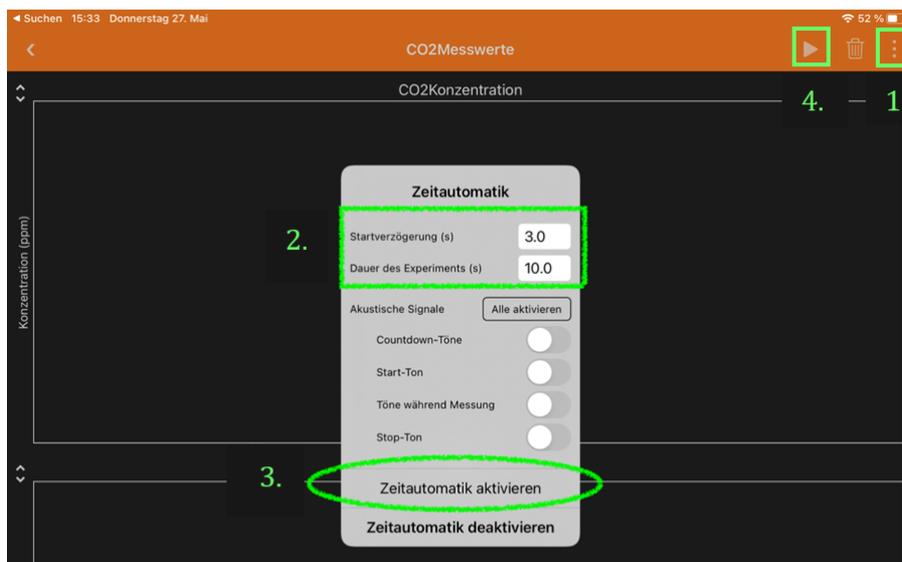
## Verbindung mit der Phyphox App

Öffnet die Phyphox App, klicke auf das + und wähle ‚Neues Experiment für Bluetooth-Gerät‘ aus.

Es wird nun eine Liste von verfügbaren Messgeräten angezeigt. Klicke auf dein Messgerät, um die Verbindung herzustellen.



Zum Einstellen des Messzeitraums für das Experiment klicke auf die drei Punkte und öffne den Punkt ‚Zeitautomatik‘. Da das Experiment 10 Minuten laufen soll, trage bei der Dauer 600 Sekunden ein.



## Durchführung des Experiments

Starte das Experiment mit einem Klick auf den ‚Start‘ Button. Die Messwerte der senseBox werden nun von der App aufgezeichnet.

Gehe nun schrittweise vor:

1. Öffne nach 2 Minuten die Fenster.
2. Lasse die Fenster für 5 Minuten geöffnet.
3. Schließe das Fenster nach 5 Minuten.
4. Lasse das Experiment noch weitere 3 Minuten laufen.



Nachdem das Experiment beendet wurde, klicke auf die 3 Punkte und wähle ‚Zustand speichern‘ aus. Gib deinem Experiment jetzt einen Namen.

Klicke anschließend auf ‚Zustand speichern‘ und wähle ‚In die Sammlung‘ aus.

### Auswertung

Finde heraus, wie hoch die CO<sub>2</sub>-Konzentration zu den folgenden Zeitpunkten war. Ergänze die Tabelle und interpretiere die erhobenen Daten vor dem Hintergrund des Lüftungsverhaltens.

Zeit in s	CO <sub>2</sub> -Konzentration in ppm	Bemerkung
0		
120		
240		
300		
420		
600		



## PROJEKT 2

### Erstellung und Interpretation von Gefrier- und Siedekurven für Wasser

<b>Fach:</b>	Chemie	<b>Inhaltsfeld:</b>	Stoffe und ihre Eigenschaften
<b>Dauer:</b>	180 Minuten	<b>Jahrgangsstufe:</b>	7 - 9

#### Ziel des Projekts

In diesem Projekt lernst du, Gefrier- und Siedekurven für Wasser zu erstellen und diese bezüglich der Übergänge der Aggregatzustände zu interpretieren. Für die Messung verwendest du die senseBox mit einem Wassertempersensoren, welche die Daten via Bluetooth an Phyphox sendet. In der App kannst du deine Datenerhebung verfolgen und den dort sichtbaren Graphen als Ausgangslage für die Interpretation der Gefrier- und Siedekurven nutzen.

#### Ansatz

Stoffe treten in den drei Zustandsformen fest, flüssig und gasförmig auf. Diese werden in der Chemie als Aggregatzustände bezeichnet und unterscheiden sich in der Anordnung und Bewegung der Atome und Moleküle. Wasser kann folglich in fester gefrorener Form als Eis, in flüssiger Tropfenform oder gasförmig als Dampf auftreten. Die dabei entstehenden Übergänge sind fließend, lassen sich aber anhand von Gefrier- und Siedetemperaturen konkretisieren. Unter null Grad Celsius bildet Wasser Eiskristalle, welche geometrisch angeordnet und stabil miteinander verbunden sind. Wird der Schmelzpunkt von null Grad Celsius erreicht, so lösen sich einige der Verbindungen und das Wasser wird flüssig. Die bestehenden mäßigen Anziehungskräfte lösen sich bei einer Erwärmung des Wassers auf 100 Grad Celsius auf. Das Wasser verdampft und es ist keine Form der zusammengesetzten Moleküle mehr erkennbar.<sup>3</sup> Die dabei auftretenden idealtypischen Verläufe der Temperaturentwicklung werden in Echtzeit in der Phyphox App ersichtlich. Zusätzlich kann eine Hinzugabe von Salz eine Variante des Experiments darstellen und eine Verzögerung des Gefrier- und Siedepunkts verdeutlichen.

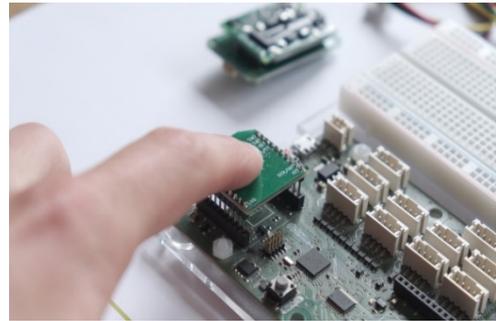
<sup>3</sup> Reinold, P. & H. Deger (2013): Natur und Technik. Wasser, Dampf und Eis. Online unter: <https://www.br.de/fernsehen/ard-alpha/sendungen/schulfernsehen/natur-wasser-aggregatzustaende-100.html> (abgerufen am 07.07.2021).



## Aufbau

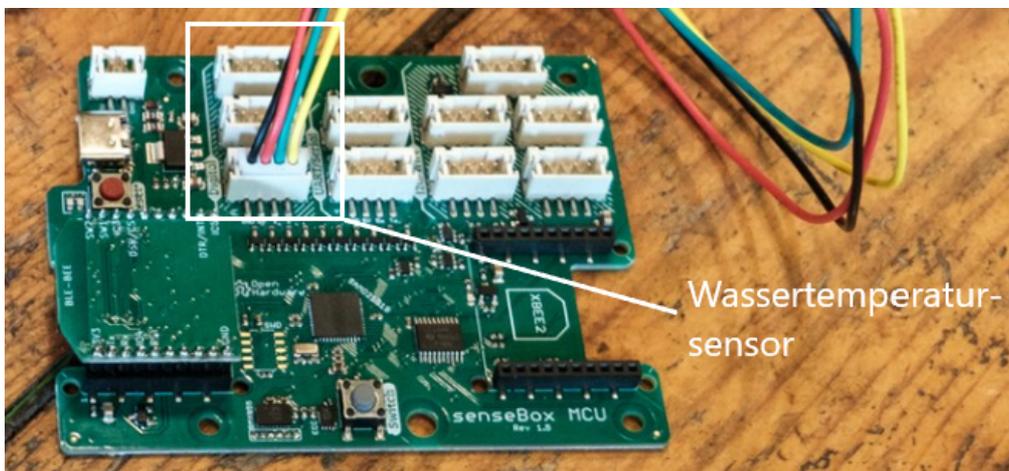
Für den Bau eines Wassertemperatur-Messgeräts benötigst du folgende Komponenten:

- senseBox MCU
- Wassertemperatur-Sensor inkl. Verbindungskabel
- Bluetooth-Bee
- USB-Kabel
- evtl. Powerbank



1. Stecke das Bluetooth Bee auf den Steckplatz XBee 1 der senseBox MCU.

2. Verbinde den Wassertempersensor-Sensor mithilfe des Verbindungskabels mit einem der drei Digital-Ports.



3. Verbinde zum Schluss die senseBox MCU mit dem USB-Kabel mit deinem Laptop, sodass diese mit Strom versorgt wird. Nachdem du den Programmcode (siehe Programmierung) auf die senseBox MCU übertragen hast, kannst du eine Stromversorgung beispielsweise auch mit einer Powerbank sicherstellen.

Stelle für das Experiment einen Behälter mit 500 ml Wasser, Salz und einen Bunsenbrenner bereit. Zusätzlich benötigst du die Möglichkeit etwas gefrieren zu lassen, beispielsweise in einem Gefrierfach.

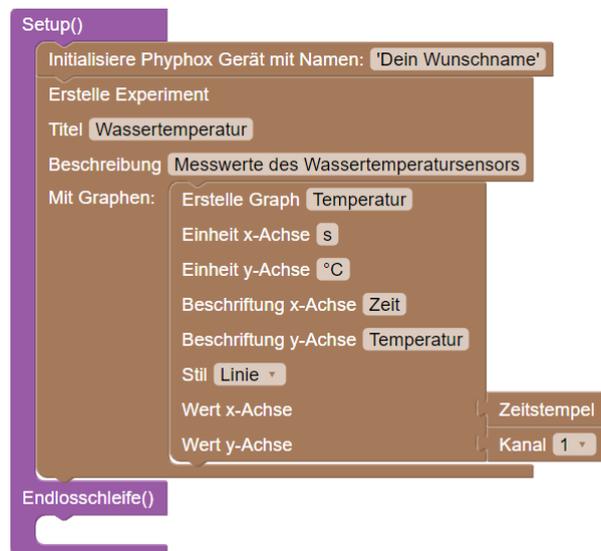


## Programmierung

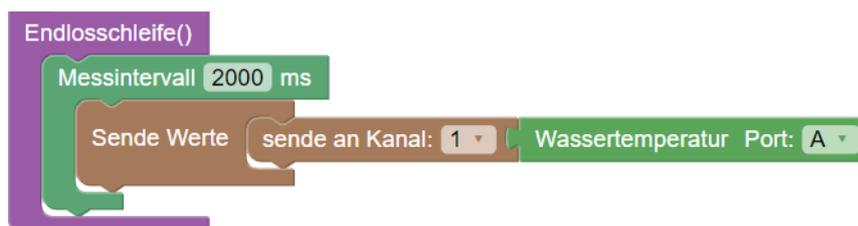
Die Programmierung deines Messgeräts erfolgt mit *Blockly für senseBox*.

Initialisiere dort im Setup() zuerst ein Phyphox-Gerät und benenne dies individuell.

Mit dem Block ‚Erstelle Experiment‘ kannst du die Darstellung deiner Messwerte konfigurieren. Bei der Messung der Wassertemperatur bietet sich eine Abbildung der Zeit in Sekunden auf der x-Achse sowie eine Darstellung der Temperatur in Grad Celsius auf der y-Achse an.



In der Endlosschleife bindest du den Wassertemperatur-Sensor ein und wählst den Port aus, an welchem du den Sensor mit dem Verbindungskabel angeschlossen hast. Diesen kannst du auf der senseBox MCU ablesen.



Damit ist der Programmcode fertig! Du kannst nun den Sketch kompilieren und auf die senseBox MCU übertragen.



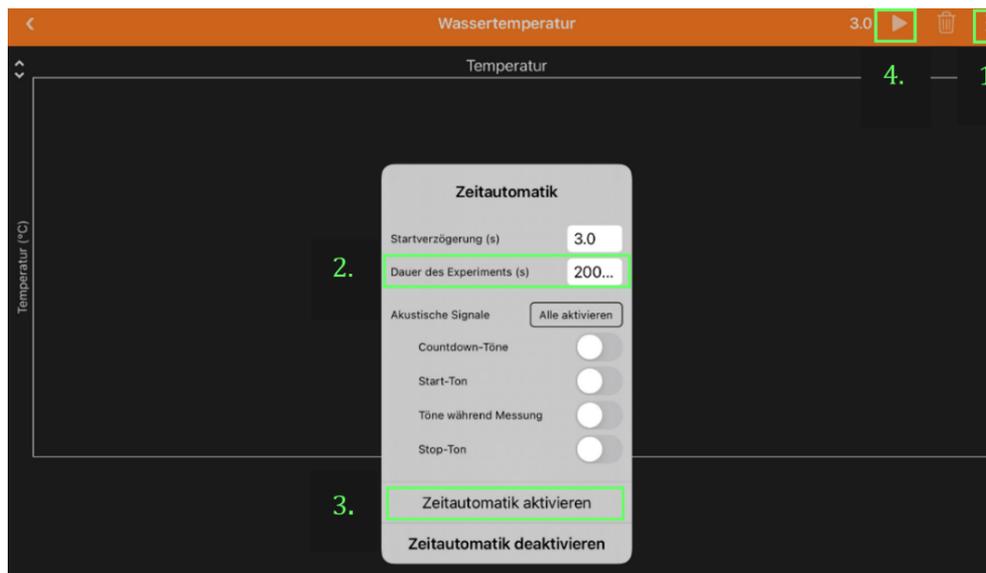
## Verbindung mit der Phyphox App

Öffnet die Phyphox App, klicke auf das + und wähle ‚Neues Experiment für Bluetooth-Gerät‘ aus.

Dir wird nun eine Liste von verfügbaren Messgeräten angezeigt. Klicke auf dein Messgerät, um die Verbindung herzustellen.



Zum Einstellen des Messzeitraums für das Experiment klicke auf die drei Punkte und öffne den Punkt ‚Zeitautomatik‘. Möchtest du das Wasser beispielsweise mit einem Wasserkocher erhitzen, so reichen 10 Minuten (600 Sekunden) für die Dauer des Experiments aus. Möchtest du hingegen den Gefrierpunkt bestimmen, so solltest du mehrere Stunden für den Ablauf des Experiments einplanen.

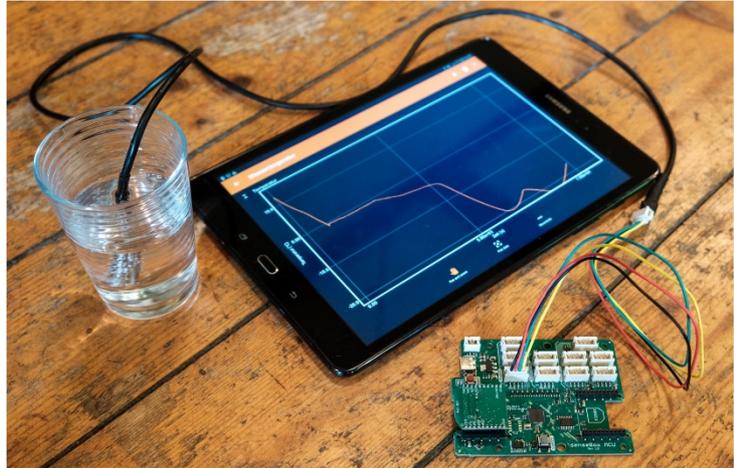




## Durchführung des Experiments

Starte das Experiment mit einem Klick auf den ‚Start‘ Button. Die Messwerte der senseBox werden nun von der App aufgezeichnet.

Ihr könnt insgesamt sechs Versuche vornehmen, die sich auf zwei Doppelstunden aufteilen lassen. Zum einen könnt ihr die drei Versuche für eine Veränderung des Aggregatzustands von flüssig zu gasförmig vornehmen sowie zum anderen für eine Veränderung des Aggregatzustands von flüssig zu fest.



**Versuch 1:** Bringe 500 ml Leitungswasser zum Kochen/ Gefrieren.

**Versuch 2:** Bringe 500 ml Leitungswasser unter Hinzugabe von einem Teelöffel Salz zum Kochen/ Gefrieren.

**Versuch 3:** Bringe 500 ml Leitungswasser unter Hinzugabe von zwei Teelöffeln Salz zum Kochen/ Gefrieren.

Nachdem das Experiment beendet wurde, klicke auf die 3 Punkte und wähle ‚Zustand speichern‘ aus. Gib deinem Experiment jetzt einen Namen.

Klicke anschließend auf ‚Zustand speichern‘ und wähle ‚In die Sammlung‘ aus.



## Auswertung

Tragt eure Ergebnisse in der folgenden Tabelle zusammen und vergleicht die erhobenen Messwerte. Bestimmt außerdem den Zeitpunkt des jeweiligen Gefrier- und Siedepunkts und teilt den Verlauf der Temperaturentwicklung in verschiedene Phasen ein.

Zeit in s	Temperatur in °C		
	Leitungswasser	Wasser mit 1 TL Salz	Wasser mit 2 TL Salz
0			
30			
60			
90			
120			
150			
180			
210			
240			



## PROJEKT 3

### Eine Analyse von Wurfbewegungen unter variablen Bedingungen

<b>Fach:</b>	Physik	<b>Inhaltsfeld:</b>	Bewegung und ihre Ursachen
<b>Dauer:</b>	90 Minuten	<b>Jahrgangsstufe:</b>	7 - 9

#### Ziel des Projekts

In Physik stellt das Zusammenwirken verschiedener Kräfte einen zentralen Unterrichtsgegenstand dar. Dabei sind vor allem die Phänomene der Kraft, Trägheit und Beschleunigung, beispielsweise bei einem freien Fall, von Relevanz. Ein Wurf der senseBox, die durch das Bluetooth-Bee mit der Phyphox App verbunden ist, ermöglicht die zeitgleiche Betrachtung der Beschleunigungsdaten in unterschiedliche Richtungen auf dem Smartphone oder Tablet. Dadurch kann die Nachvollziehbarkeit der erhobenen Messwerte unterstützt, sowie eine Grundlage für weitergehende Berechnungen gelegt werden.

#### Theorie

Alle Wurfbewegungen haben die Gemeinsamkeit, dass die geworfenen Objekte eine Beschleunigung von  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  in Richtung des Erdmittelpunkts erfahren. Der Unterschied liegt folglich in den Startbedingungen des Wurfs, die beliebig variiert werden können. Zum einen bildet die Richtung des Wurfs eine bedeutende Variable. Sie kann senkrecht nach oben und unten, waagrecht und schräg ausgerichtet werden. Zum anderen nimmt das Gewicht des Objekts sowie die Geschwindigkeit und Dauer des Wurfs einen Einfluss auf die daraus resultierende Bewegung.<sup>4</sup> Das Interesse besteht schließlich darin, den Einfluss unterschiedlicher Variablen auf die Beschleunigung des Objekts zu ermitteln und zu hinterfragen. Durch den integrierten Beschleunigungssensor in der senseBox bietet sie die Möglichkeit, in einer gepolsterten Umgebung als Wurfobjekt verwendet zu werden.

<sup>4</sup> Schlichting, H. (o.J.): Einfache Themen zur Physik des Sports. Online unter: [https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/fachbereich\\_physik/didaktik\\_physik/publikationen/einfache\\_themen\\_sport.pdf](https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/fachbereich_physik/didaktik_physik/publikationen/einfache_themen_sport.pdf) (abgerufen am 07.07.2021)

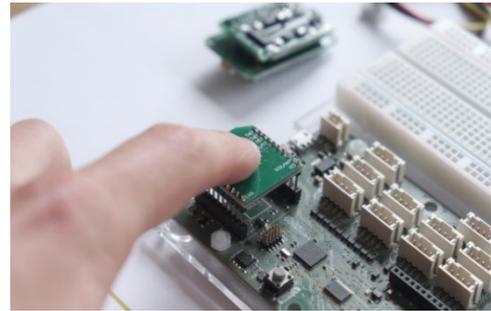


## Aufbau

Für den Bau eines Messgeräts, das die Beschleunigung erfasst, benötigst du folgende Komponenten:

- senseBox MCU
- Bluetooth-Bee
- USB-Kabel
- Powerbank

Der Beschleunigungssensor ist direkt im Mikrocontroller der senseBox integriert, sodass kein weiteres Bauteil angeschlossen werden muss.



**1.** Stecke das Bluetooth Bee auf den Steckplatz XBee 1 der senseBox MCU.

**2.** Verbinde die senseBox MCU mit dem USB-Kabel mit deinem Laptop, sodass diese mit Strom versorgt wird. Nachdem du den Programmcode (siehe Programmierung) auf die senseBox MCU übertragen hast, solltest du eine Stromversorgung mit einer Powerbank sicherstellen, sodass du die senseBox frei bewegen kannst.

Um die senseBox beim Experiment zu schützen, solltest du beispielsweise einen gefütterten Ball, Schaumstoff o.Ä. zur Verfügung haben. Des Weiteren werden Gewichte mit 2 kg benötigt.

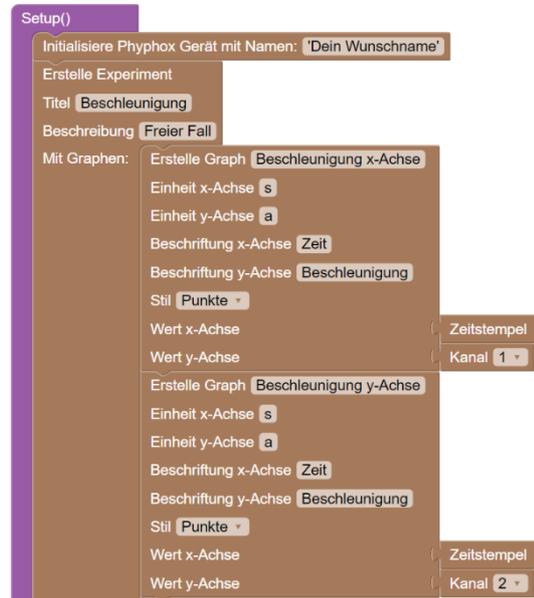


## Programmierung

Die Programmierung deines Messgeräts erfolgt mit *Blockly für senseBox*.

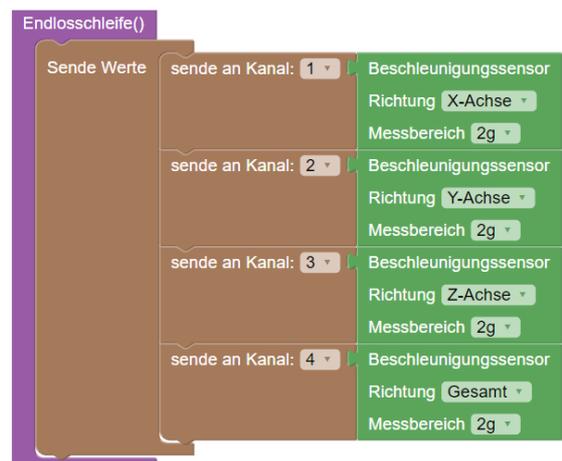
Initialisiere dort im Setup() zuerst ein Phyphox-Gerät und benenne dies individuell.

Mit dem Block ‚Erstelle Experiment‘ kannst du die Darstellung deiner Messwerte konfigurieren. Bei der Messung der Beschleunigung bietet sich eine Abbildung der Zeit in Sekunden auf der x-Achse sowie eine Darstellung der Beschleunigung auf der y-Achse an. Da letztere in drei Richtungen erfolgt sowie insgesamt erfasst werden kann, muss für jede Richtung ein neuer Graph mit dem zugehörigen Kanal für den erfassten Wert erstellt werden. Letzteres gleichst du mit den Angaben in der Endlosschleife ab, sodass jeweils ein Kanal einer Beschleunigungsrichtung zugehörig ist (siehe unten). Im Beispiel siehst du nur zwei der vier notwendigen Blöcke für die gewünschten Graphen.



In der Endlosschleife bindest du den Beschleunigungssensor ein und wählst die gewünschte Richtung aus (x-, y-, z-Achse oder Gesamt). Zudem verwendest du denselben Kanal wie in den obigen Blöcken.

Damit ist der Programmcode fertig! Du kannst nun den Sketch kompilieren und auf die senseBox MCU übertragen.

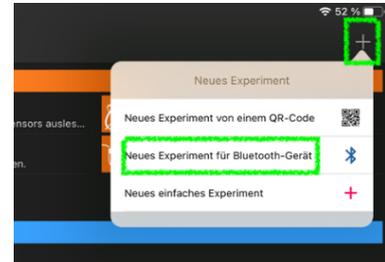




## Verbindung mit der Phyphox App

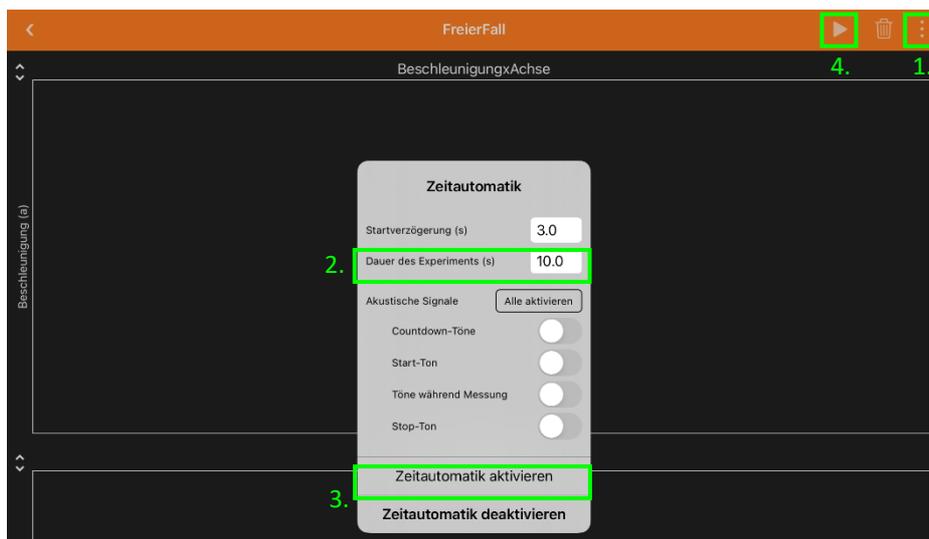
Öffnet die Phyphox App, klicke auf das + und wähle ‚Neues Experiment für Bluetooth-Gerät‘ aus.

Dir wird nun eine Liste von verfügbaren Messgeräten angezeigt. Klicke auf dein Messgerät, um die Verbindung herzustellen.



Zum Einstellen des Messzeitraums für das Experiment klicke auf die drei Punkte und öffne den Punkt ‚Zeitautomatik‘. Da ein Wurf nur wenig Zeit in Anspruch nimmt, reicht für das Experiment eine Dauer von 10 Sekunden aus. Betätige anschließend den Button ‚Zeitautomatik aktivieren‘.

Starte das Experiment mit einem Klick auf den ‚Start‘ Button. Die Messwerte der sense-Box werden nun von der App aufgezeichnet.





### Durchführung des Experiments

Für die Durchführung des Experiments empfiehlt sich ein arbeitsteiliges Vorgehen. Jede Gruppe beschäftigt sich mit einer Wurfbewegung (waagrecht, senkrecht nach oben oder senkrecht nach unten (freier Fall)). Pro Wurfbewegung werden die unterschiedlichen Einflüsse auf die Beschleunigung untersucht.

- 1. Gewicht:** Ihr variiert das Gewicht, mit dem ihr den Wurf durchführt. Nutzt beim ersten Durchgang nur die senseBox in einem Ball, während ihr beim zweiten Durchgang ein zusätzliches Gewicht hinzufügt.
- 2. Höhe/ Weite:** Ihr variiert die Höhe, wenn ihr einen senkrechten Wurf durchführt sowie die Weite, wenn ihr einen waagerechten Wurf durchführt. Denkt daran, dass die Bluetooth-Verbindung bei einer zu großen Entfernung abbricht.

### Auswertung des Experiments

Wertet nun zunächst innerhalb der Gruppe die erhobenen Messwerte aus, indem ihr die Graphen miteinander vergleicht. Präsentiert eure Erkenntnisse anschließend euren Mitschüler\*innen und stellt die Verläufe der Beschleunigungen der jeweiligen Wurfbewegungen gegenüber.