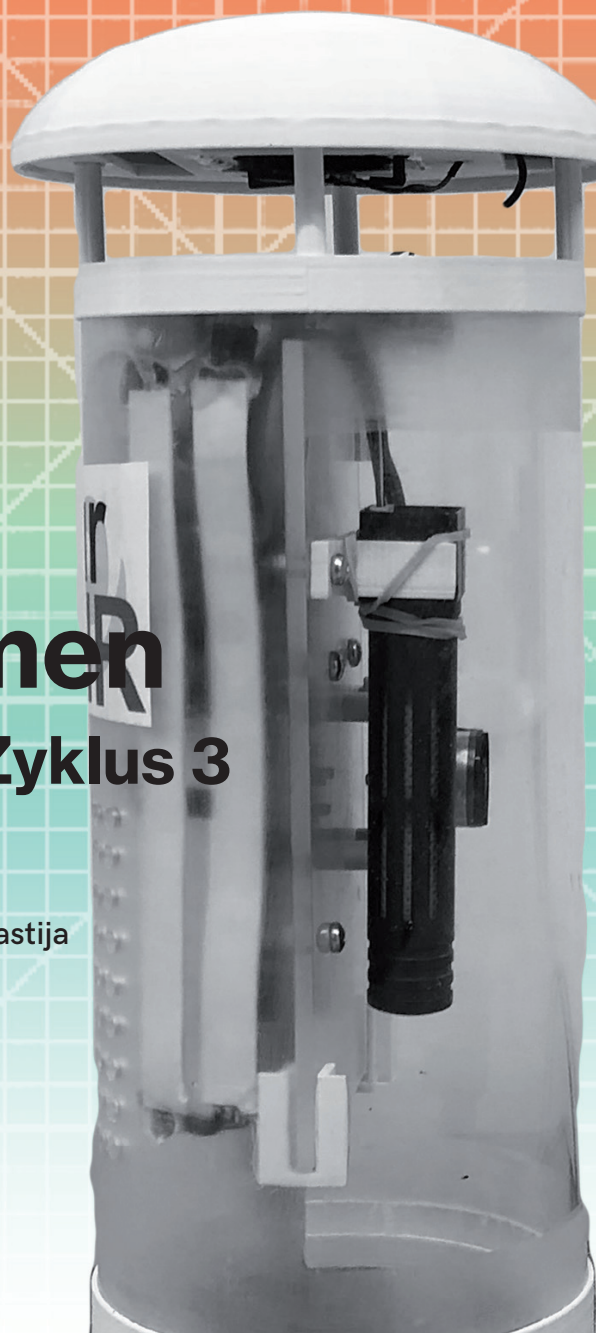


YourAir - lässt dich Aufatmen

Unterrichtssequenz für den Zyklus 3

Autor: Thomas Rastija

September 2023



Thema

Im Natur- und Technikunterricht werden vermehrt Hilfsmittel aus Medien und Informatik eingesetzt, um den Erkenntnisgewinn der Schüler:innen zu steigern. Ein besonders offenes Projekt ist die O₂-, CO₂-, Temperatur- und Luftfeuchtmessung. Aus diesem Grund wurde das Projekt YourAIR ins Leben gerufen, welches sich von kommerziellen Produkten stark abgrenzt.

Es ermöglicht nicht nur die Aufnahme von Daten, sondern erlaubt auch die Einstellung bestimmter Messparameter. Dadurch wird nicht nur der aktuelle Wert als Indikator z.B. von der Luftqualität genutzt, sondern es kann auch eine zeitliche Veränderung aufgezeigt werden. Die Flexibilität des Systems YourAIR (vgl. Seite 4) erlaubt es den Schüler:innen direkt ins Messgeschehen einzugreifen und zusätzlich neue Erkenntnisse zu sammeln (z.B. Bedeutung von Systemgrenzen, Einwirkung offenes Fenster, Intervallmessung, etc.).

Übersicht

Schüler:innen-Aktivität	Einfache Programmierung, Beobachten, Messungen durchführen, Diagramme erstellen, Daten interpretieren, Daten sammeln & darstellen, auswerten, vergleichen, dokumentieren
Zielstufe	8. Klasse
Dauer	2-3 Lektionen
Erprobung auf der Zielstufe	Das Projekt wurde an einer 8. Klasse durchgeführt
Unterrichtsformen	Einzelarbeit, Gruppenarbeit (2-3 Schüler:innen)
Anzahl benötigte Personen	Mind. eine Lehrperson
Benötigte Infrastruktur	1 YourAir System, 1 MicroNit pro 2-3 Schüler:innen. Das System kann über Thomas Rastija bezogen werden. 1 Laptop pro Schüler:innen
Einbettung Lehrmittel	NaTech 7: 7.1-7.2 - Chemische Reaktionen und Eigenschaften von chemischen Reaktionen und Verbrennung von Holz NaTech 7: 7.4 - Fotosynthese NaTech 7: 2.3-2.4 - Stoffwechsel: Weshalb musst du atmen und essen? uns Stoffaufnahme und Wie gelangt der Sauerstoff ins Blut?
Autor	<u>Thomas Rastija</u>

Unterrichtsidee

Die Konzepte von Gasen wie CO₂ und O₂ oder auch Luftfeuchtigkeit sind abstrakt und für die Schüler:innen nur schwer zu fassen. Sie können jedoch durch technische Unterstützung verständlicher gemacht werden. Obwohl die Kalkwasserprobe oder der Glimmspanversuch dies ermöglichen, ist es schwierig, den Gasgehalt zu quantifizieren. Experimente sollen das Verständnis und das Interesse für die uns umgebende Luft fördern.

Einbettung im Unterricht

Es werden Gruppen von 2-3 Schüler:innen gebildet und jede Gruppe erhält ein YourAir System. Die jeweilige Gruppe erarbeitet eine Leitfrage resp. Hypothese, welche zum aktuellen Thema des Unterrichts passt (Atmung, Fotosynthese, chemische Reaktionen usw.). Ziel ist diese anhand von Beobachtungen und Messungen beantworten zu können. Bevor das System in Betrieb genommen wird, werden notwendige Parameter (z.B. Messzeit, Messintervall usw.) festgelegt und auf das System übertragen.

Die Schüler:innen führen die Messung anhand des Unterrichtsthemas durch und nutzen dabei das System zur Messung relevanter Grössen wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Kohlenstoffdioxid und Sauerstoff. Beobachtungen werden notiert und zum Ende des Versuches werden die Messdaten ausgelesen. Die Messdaten werden mittels Excel bearbeitet, dargestellt und interpretiert. Als Abschluss wird die Fragestellung/ Hypothese innerhalb der Gruppe diskutiert. Um die Unterrichtseinheit abzuschliessen, stellen alle Gruppen in einer kurzen Form ihre Ergebnisse, Erkenntnisse und Herausforderungen vor.

Rahmenbedingungen des Unterrichtsprojektes

Die Rahmenbedingungen sind abhängig vom Unterrichtsthema sowie den Vorkenntnissen der Schüler:innen. Die Umsetzung kann so gestaltet werden, dass keine Programmierkenntnisse erforderlich sind. Die mitgelieferten Programme sind bereits lauffähig und können ohne Anpassungen verwendet werden. Mit geringen Programmierkenntnissen können jedoch Parameter wie Messzeit oder Messintervall verändert werden. Da das System YourAir universell einsetzbar ist, kann der Unterricht entsprechend adaptiv eingesetzt werden.

Mögliche Fragestellungen

- Wie wirkt sich eine hohe CO₂ Konzentration auf meinen Körper aus? -> auf die Müdigkeit oder auf die Schwierigkeiten sich zu konzentrieren
- Wieso ist die Atemfrequenz bei sportlichen Aktivitäten erhöht? -> Muskeln benötigen mehr Sauerstoff und Energie
- Wie gross ist der eigene CO₂-Ausstoß pro Atemzug im Verhältnis zum CO₂-Ausstoss von Kraftstofffahrzeugen oder der Sauerstoffbildung bei Pflanzen? -> Die Ausatemluft eines Menschen enthält ungefähr 4% CO₂. Der individuelle CO₂-Ausstoss pro Atemzug kann somit in Bezug auf Fahrzeugemissionen oder die Sauerstoffproduktion von Pflanzen betrachtet werden.
- Wie beeinflusst der Klimawandel die wertvolle Ressource der Regenwälder und die Aktivität der Fotosynthese bei Zimmerpflanzen, insbesondere unter Berücksichtigung messtechnischer Nachweise?



Lernziele:

- Die Schüler:innen können physikalische Größen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Kohlenstoffdioxid und Sauerstoff) in Diagrammen darstellen und erkennen.
- Die Schüler:innen können technische Geräte auf verschiedene Anwendungsmöglichkeiten hin austesten.
- Die Schüler:innen können Fragestellungen und Hypothesen festlegen und entsprechend bearbeiten.
- Die Schüler:innen können Daten/Dateien auf den Computer übertragen und bearbeiten.
- Die Schüler:innen können Einflussfaktoren bei der Durchführung von Versuchen identifizieren.
- Die Schüler:innen können Stoffumwandlungen untersuchen und beschreiben (NT 3.1). Beispielsweise wie aus O₂ durch eine chemische Reaktion CO₂ wird. YourAIR kann dabei als Messmittel verwendet werden, um diese Behauptung zu beweisen. Das gleiche gilt für die Umkehrung der Fotosynthese.
- Die Schüler:innen können Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften gezielt trennen (NT2.2). Beispielsweise die Behandlung der Luft als Stoffgemisch und Identifizierung der Reinstoffe aus der Luft. Dabei können mit YouAIR direkt bestimmte Reinstoffe gemessen und aufgezeigt werden.
- Die Schüler:innen können Stoffwechselvorgänge analysieren und Verantwortung für den eigenen Körper übernehmen (NT 7.2). Beispielsweise den Stoffwechselvorgang bei der Atmung insbesondere mit den Auswirkungen bei zu wenig O₂.

Pädagogischer Mehrwert

Zwar können die Schüler:innen bei den üblichen Laborversuchen eine optische Veränderung beobachten, doch diese kann unter Umständen kaum sichtbar sein (z.B. Konzentration Calciumhydroxidlösung für Kalkwasserprobe zu niedrig usw.). Ebenso sind physikalische Werte wie Luftfeuchtigkeit, Sauerstoff oder Kohlenstoffdioxid nicht greifbar. Mit YourAir aber lassen sich Zahlenwerte visuell darstellen, mit Hilfe von RGB-LEDs.

Die Einsatzmöglichkeiten von YourAIR sind sehr vielseitig. MicroBits werden bereits an vielen Schulen eingesetzt. Schüler:innen beschäftigen sich bereits mit diesem System, wodurch auf ihren bisherigen Erfahrungen aufgebaut werden kann. Falls noch nicht bekannt, wird den Schüler:innen die Vielseitigkeit sowie Ausbaufähigkeiten von möglichen Funktionen aufgezeigt.

Schüler:innen erarbeiten Fragestellungen und überprüfen diese. Eine Lerneinheit dazu finden sich unter diesem Link: https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/themen/sprachbildung/Lesecurriculum/Leseuebungen/Hypothesen_aufstellen.pdf

Dabei können die Beobachtungen quantitativ begründet oder gar revidiert werden. Zusätzlich werden sie dazu motiviert, sich selbst ähnliche Fragestellungen zu überlegen und diese in einem weiteren Schritt zu analysieren.

Hardware vorbereiten

Das YourAir-System besteht im Wesentlichen aus einem MicroBit, einem Kohlendioxid-Sensor und RGB-LEDs. Das Ganze ist in einem Gehäuse untergebracht. YourAir sendet in einem festgelegten Intervall die aktuellen Werte. Andere MicroBits können diese empfangen und entsprechend weiterverarbeiten. Das YourAir-System kann bei Thomas Rastija (thomas.rastija@smartfeld.ch) bezogen werden. Nachfolgend ist dargestellt, aus welchen Komponenten YourAir besteht. Der Bausatz umfasst folgende Komponenten: Micro:Bit, Grove Board, CO2 Sensor (SCD30), LED RGB NeoPixel Streifen Gehäuse, USB-Verbindungskabel und eine Powerbank.

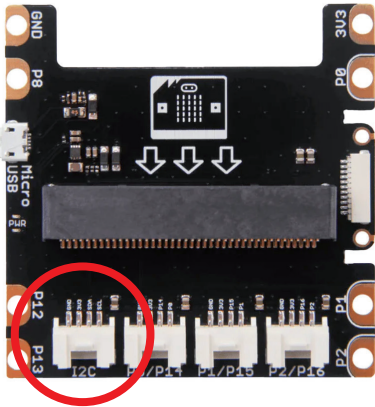


Bild 1: I2C-Anschluss Grove Shield (eigene Darstellung)

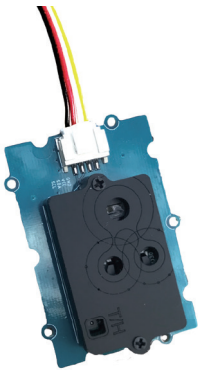


Bild 2: CO₂-Sensor SCD30 (Quelle: Eigene Darstellung)

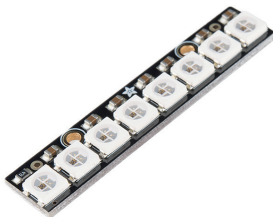


Bild 3: NeoPixel Stick - 8 x WS2812 5050 RGB LED (Quelle: Sparkfun.com)

Sensorik und visuelle Ausgabe

Das MicroBit hat die entsprechenden Daten-Pins. Für den Anschluss wird jedoch eine Erweiterungskarte benötigt. Diese ermöglicht eine komfortable Anbindung des Sensors, wie in Bild 1 dargestellt. Der LED-Streifen wird mit dem Pin P0 verbunden.

Der Sensor SCD30 (Bild 2) kommuniziert mit dem MicroBit über die I2C-Schnittstelle (<http://fmh-studios.de/theorie/informationstechnik/i2c-bus/>). I2C ist ein Datenbus, dabei handelt es sich um ein Verfahren zur Kommunikation zwischen verschiedenen Komponenten. Dieser Sensor misst nicht nur CO₂, sondern kann auch Feuchtigkeit und Temperatur mit hoher Genauigkeit bestimmen.

Die verwendeten Neopixel-LED (Bild 3) können individuell angesteuert werden und ermöglichen so eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten. Standardmässig dienen sie lediglich zur Anzeige der Luftqualität. Viele weitere Anwendungen sind denkbar.

Funktionsweise CO₂-Sensor SDC30

Ein CO₂-Messgerät ist ein Messgerät mit einem Gassensor zur Anzeige des CO₂-Gehalts in der Luft. CO₂-Messgeräte geben den Kohlendioxidgehalt in der Regel in der Masseneinheit parts per million (ppm) an. Der SCD30 enthält einen nichtdispersiven Infrarotsensor. Dieser misst den Kohlendioxidgehalt anhand der optischen Absorption im infraroten Spektralbereich.

Programme - Makecode

Programme des MicroBit-Senders

Die folgenden Programme zeigen, wie der Sensor eingesetzt und die Werte per Funk übertragen werden. Der CO₂-Sensor kann über eine Erweiterung ausgelesen werden. Diese ist in den Hex-Dateien bereits integriert. Das untenstehende Programm (Microbit-YourAir_P2_MB1_V03.hex) ist als Datei auf Github verfügbar. Es dient als Vorlage und kann beliebig erweitert, modifiziert oder verändert werden.

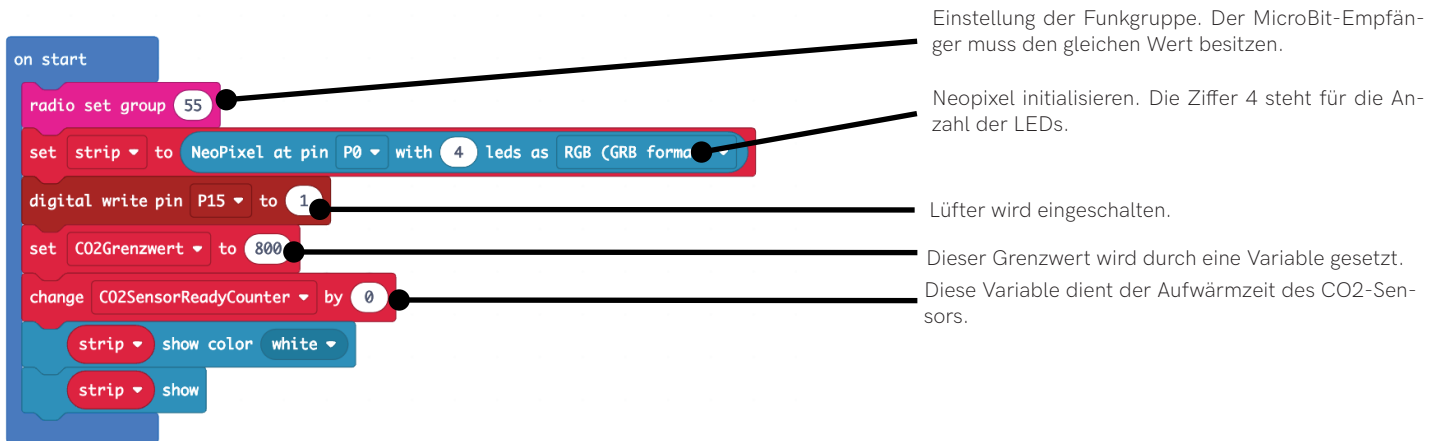


Bild 4: Code-Block des Sender-MicroBits
(Quelle: Eigene Darstellung)

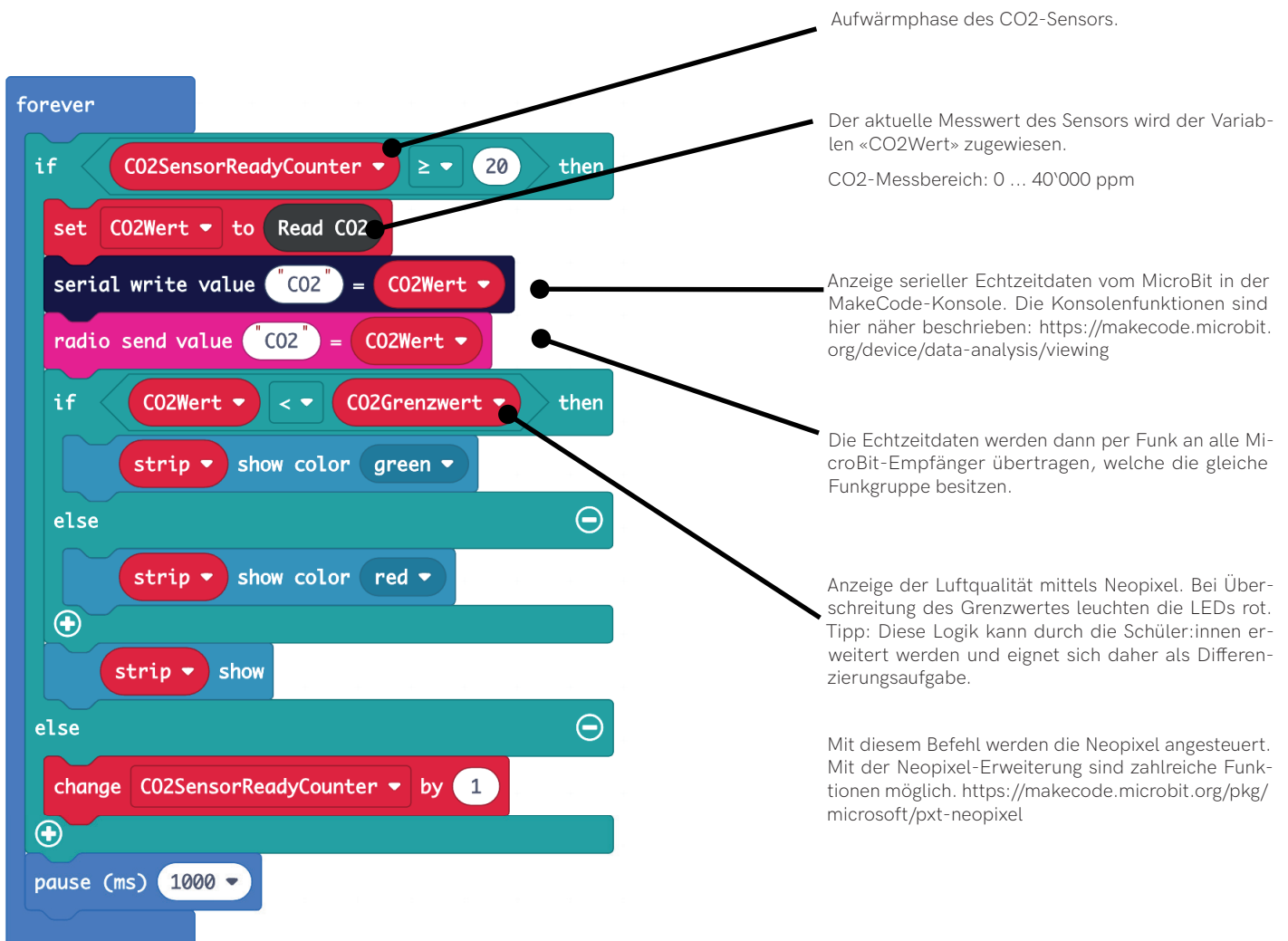


Bild 5: Hauptschleife des Sender-MicroBit (Quelle: Eigene Darstellung)

Programm des MicroBit-Empfängers

Das untenstehende Programm (YourAir_empfaenger.hex) ist als Datei auf Github verfügbar und zeigt, wie das Programm des MicroBit-Empfängers funktioniert (Bild 6). Es dient als Vorlage und kann beliebig erweitert, modifiziert oder verändert werden.

Immer wenn ein Wertepaar empfangen wird, löst es ein Ereignis «on radio received» aus und gibt danach den CO₂-Wert seriell aus. Die serielle Schnittstelle kann von einer Vielzahl von Folgeanwendungen genutzt werden. Standardmässig werden die Werte als Graph ausgegeben. Die Graphansicht erreicht man durch klicken auf den «Daten anzeigen» Knopf (Bild 7).

Die serielle Schnittstelle des MicroBit ist sehr vielseitig. Sie kann z.B. von Excel oder einem Konsolenprogramm wie Putty benutzt werden, um Daten zu übertragen.

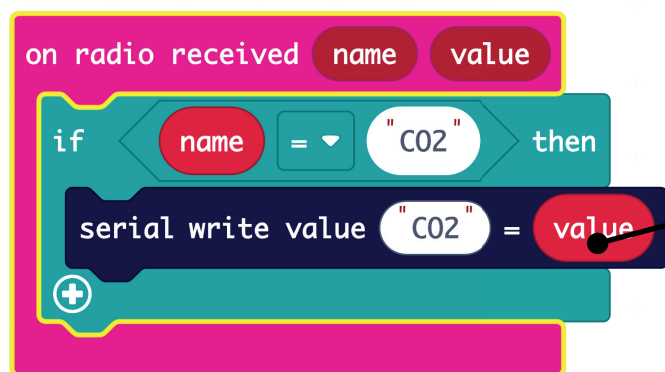


Bild 6: Ereignisbasierte serielle Datenübertragung

Der CO₂-Wert wird seriell ausgegeben.

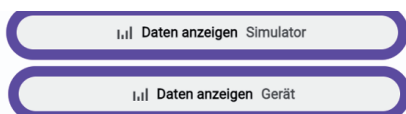


Bild 7: Makecode, wechseln in die Konsolenansicht.

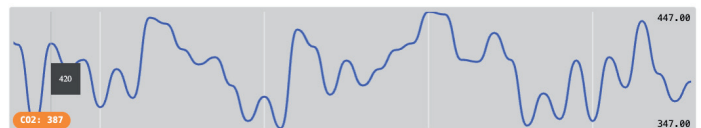


Bild 8: Makecode Konsolenansicht: Daten werden als Graph ausgegeben.

Excel verfügt über eine Daten-Streaming-Funktion (Bild 9). Damit können die Daten vom MicroBit direkt auf den PC übertragen werden, um Werte zu berechnen, Diagramme zu erstellen etc.

Mehr dazu findet sich hier: <https://microsoft.github.io/DataStreamerDevPortal/enable.html>

Alternativ können die Daten auch mit einer Konsolenanwendung empfangen und gespeichert werden, z.B. Putty. Weitere Informationen finden sich hier: <https://makecode.microbit.org/device/serial>.

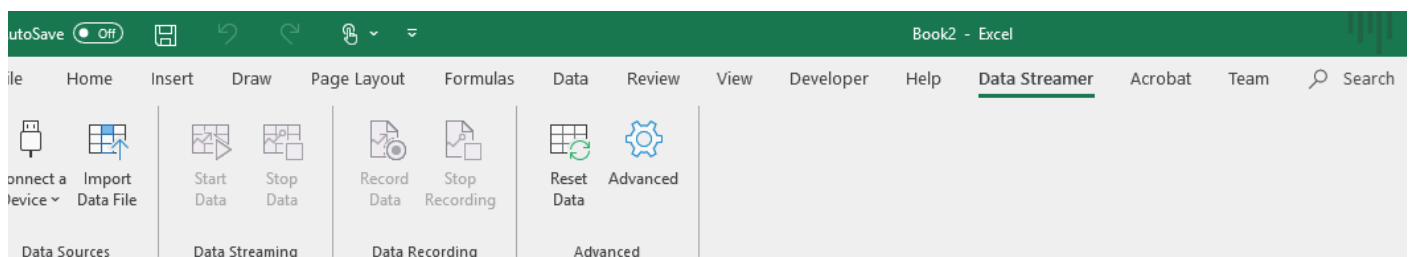


Bild 9: Datenstreamer in Excel

Mögliche Lektionsgestaltung

Zeitbedarf / Kurzbeschreibung	Beschreibung	Material
1. Lektionen K EA	<p>Einführung in die Bestandteile der Luft.</p> <p>Einführung MicroBit: SuS sollen selbstständig ein kleines Beispiel gemäss der Einführung auf ihren MicroBit laden. Dabei wird vorerst keinerlei zusätzliche Hardware benötigt. Folgender Link liefert eine einfache Einführung: https://www.okdo.com/getting-started/get-started-with-microbit-and-makecode/</p> <p>YourAir Software installieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laden der auf Github bereitgestellte Software auf das Sender-MicroBit. • Empfänger-Software auf den Empfänger-MicroBit übertragen <p>Die Codeblöcke können von den Schüler:innen verändert und modifiziert werden vgl. Seite 5.</p> <p>Die Schüler:innen können ab diesem Zeitpunkt das System testen. Die Sensordaten müssen nicht direkt über den Micro:Bit mit den Sensoren ausgelesen werden. Die Daten können zuerst an einen anderen Micro:Bit gesendet werden, welcher dann an einem Laptop angeschlossen ist. Der Micro:Bit mit den Sensoren könnte man folglich nur noch über eine Powerbank speisen.</p> <p>Die Werte werden seriell im Empfänger-MicroBit übertragen und können mit einem externen Serial Monitor (z.B. Excel oder Putty) aufgezeichnet werden. MakeCode bietet zusätzlich die Möglichkeit, die Daten in Echtzeit über einen bestimmten Zeitraum in einem Graph und numerisch aufzuzeichnen.</p>	<p>MicroBit, Laptop mit Makecode, USB-Kabel</p> <p>vgl. Seite 4</p> <p>YourAir_Sender.hex</p> <p>YourAir_Empfaenger.hex</p> <p>Anleitung Programm auf den micro:bit übertragen: https://www.youtube.com/watch?v=so3tfSRG-Zs</p> <p>vgl. Seite 5</p> <p>vgl. Seite 6</p>

Bezug zum Lehrplan NT und Medien und Informatik

In dieser Unterrichtseinheit werden sowohl Kompetenzen aus dem Bereich Medien und Informatik als auch aus Natur und Technik behandelt. Folgende Kompetenzen des LP21 sind nur einige Beispiele und abhängig vom Unterrichtsthema:

Die Schüler:innen können Medien gezielt für kooperatives Lernen nutzen.	MI.1.4.d
---	----------

Die Schüler:innen können Daten aus ihrer Umwelt darstellen, strukturieren und auswerten.	<u>MI.2.1.j</u>
--	-----------------

Die Schüler:innen können Anwendungsmöglichkeiten technischer Geräte unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen bzw. Einflüssen testen (z.B. erhöhte Reibung, tiefere Temperatur).	<u>NT.1.2.b</u>
--	-----------------

Die Schüler:innen können Stoffumwandlungen untersuchen und beschreiben.	<u>NT.3.1</u>
---	---------------

Die Schüler:innen können Stoffwechselvorgänge analysieren und Verantwortung für den eigenen Körper übernehmen.	<u>NT.7.2</u>
--	---------------

Erkenntnisse aus der Durchführung Verbesserungsvorschläge

YourAir wurde als Demonstrator in einer ersten Version mit CO₂ und O₂-Messung in einer Klasse mit 20 Schülern der 2. Sek. eingesetzt. Das aktuelle Thema war die Behandlung chemischer Reaktionen, wobei sich die Stoffumwandlung von O₂ zu CO₂ durch die gesamte Lektion zog.

Die Lektion begann mit der Wiederholung der Unterscheidung von Reinstoff und Gemisch. Die Bestandteile der Luft (prozentualer Anteil der Reinstoffe) wurden besprochen und der erste Prototyp der Klasse vorgestellt. Ab diesem Zeitpunkt wurde mit der Messung begonnen und gemeinsam mit der Klasse im Plenum eine Fragestellung bzw. Hypothese formuliert.

Anschliessend wurde eine Vermutung geäußert, um wieviel sich die beiden Konzentrationen verändern würden. Nach der ersten Lektion wurden die Daten ausgewertet und im Plenum besprochen. Dabei wurden die Messdaten auf die besprochenen Konzentrationen der Luft bezogen und nochmals wiederholt. Danach wurde auch auf die physikalischen Aspekte einer zu hohen O₂- und CO₂-Konzentration eingegangen. Bild 10 zeigt die Messdaten während der ersten Lektion.

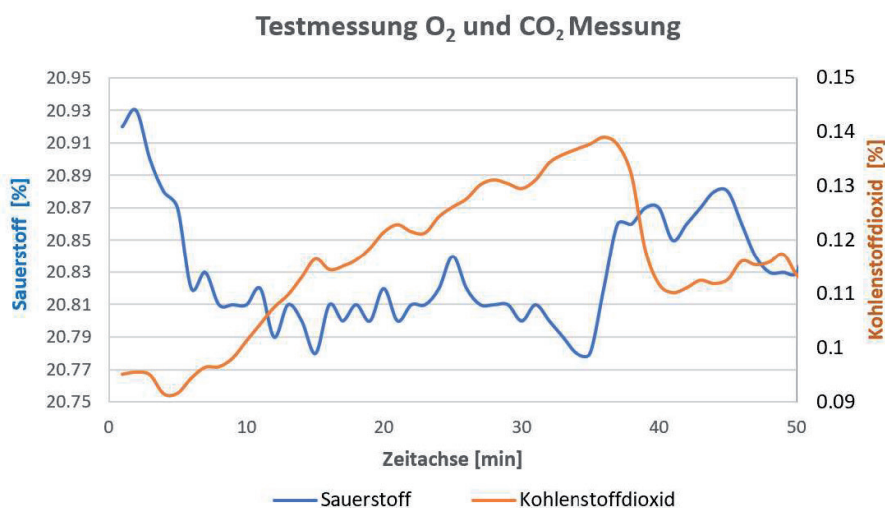


Bild 10: Messung während des Unterrichts (Quelle: Eigene Darstellung)

Aus Bild 10 ist ersichtlich, dass die CO₂-Konzentration während der 45-minütigen Unterrichtsstunde bis zu einem Wert von ca. 1400 ppm anstieg. Am Ende der Unterrichtseinheit wurden die Fenster und Türen geöffnet, wodurch die CO₂-Konzentration stark sank und die O₂-Konzentration anstieg. Dies war für die Schüler:innen sehr eindrucksvoll zu beobachten und unterstützte ihre Erkenntnis, warum man in einem geschlossenen Raum die Fenster öffnen sollte.

Ausblick

Eine erste Umsetzung zeigte das Potential und die Einsatzmöglichkeiten im Unterricht. Weiterentwicklungen wurden durchgeführt, die folgende Punkte verbessert haben:

- Kostenreduktion
- Bessere Integration in den Unterricht
- Erhöhung der Einsatzmöglichkeiten inkl. Langzeitmessungen (z.B. Messung der Photosynthese) mit Datenaufzeichnung
- Sicherstellung der Erweiterbarkeit

Einerseits können weitere Sensoren wie Aktoren angeschlossen werden oder auch die aktuellen Komponenten in einem anderen Kontext eingesetzt werden. Es lässt den Schüler:innen genügend Flexibilität, ebenfalls eigene Ideen einfließen zu lassen und einen persönlichen Bezug zu den Schüler:innen zu schaffen. Weiterführend können die elektronischen Komponenten von YourAir für zukünftige Schüler:innen-Projekte genutzt werden. Durch die immer grösser werdende Menge an Daten lernen die Schüler:innen mit diesen umzugehen. Dies geht von der Erfassung bis hin zur Auswertung und Interpretation. Besonderer Wert soll auf die Plausibilität der Daten und die daraus resultierende Diskussion gelegt werden. Das System YourAir kann den Schüler:innen auch mit nach Hause gegeben werden, damit sie selbst Messungen in ihrer Umgebung durchführen können. Dies schafft wiederum einen stärkeren Bezug zu der Lebenswelt der Schüler:innen.