

UE Mikroklima

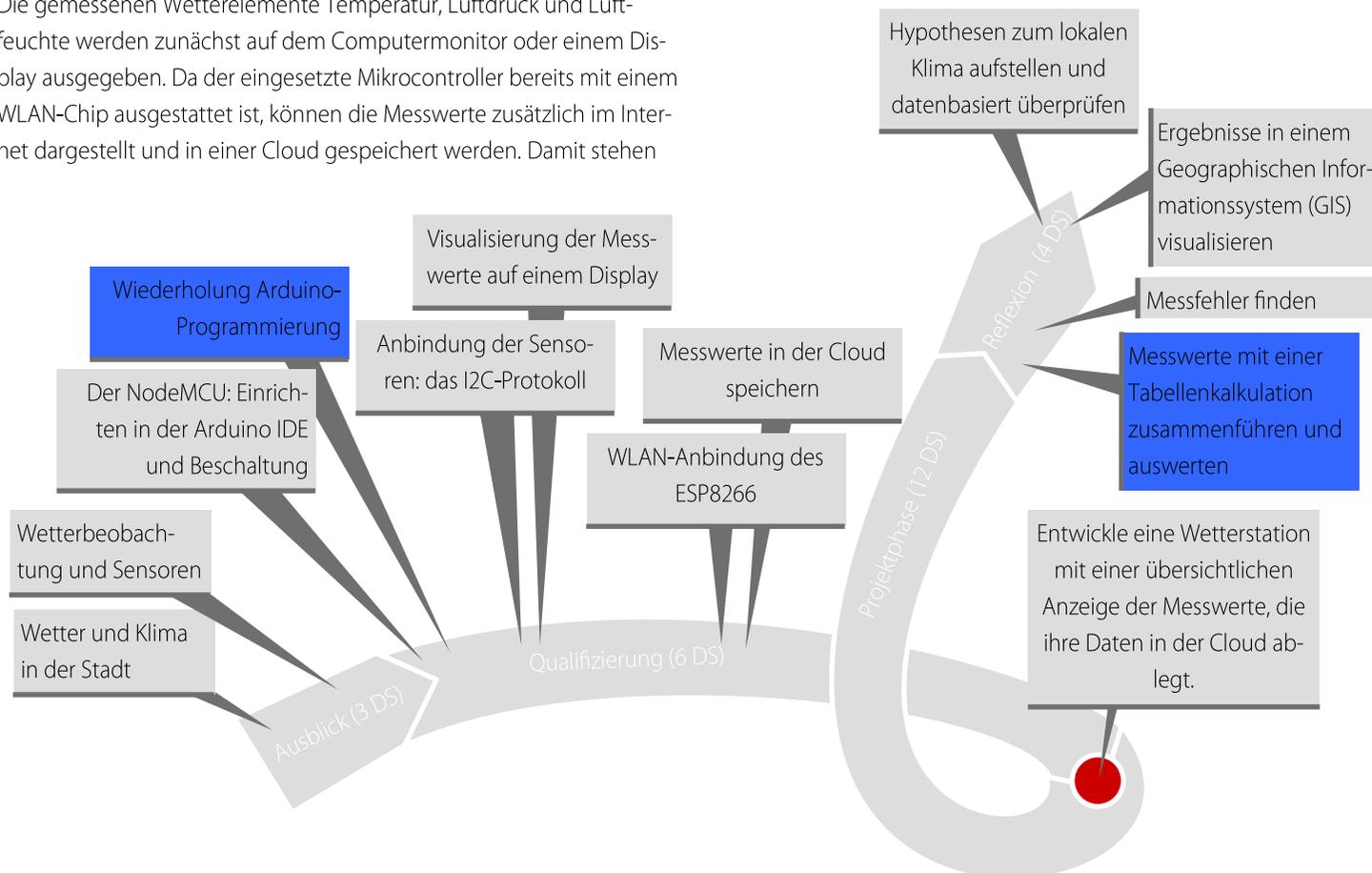
Wetterdaten mit einer **digitalen Wetterstation** messen, auswerten und im Netz verfügbar machen

Im Rahmen dieser Unterrichtseinheit entwickeln die Schülerinnen und Schüler eine digitale Wetterstation. Diese basiert auf dem Wettersensor BME280, dessen Daten mit dem kostengünstigen Entwicklerboard NodeMCU (bzw. WeMOS) ausgelesen werden. Die Programmierung kann über die Arduino IDE erfolgen.

Die gemessenen Wetterelemente Temperatur, Luftdruck und Luftfeuchte werden zunächst auf dem Computermonitor oder einem Display ausgegeben. Da der eingesetzte Mikrocontroller bereits mit einem WLAN-Chip ausgestattet ist, können die Messwerte zusätzlich im Internet dargestellt und in einer Cloud gespeichert werden. Damit stehen

sie zum Zusammenführen und zur detaillierten Auswertung für alle Lernteams zur Verfügung.

Nach einer Analyse der Daten mit einem Tabellenkalkulationsprogramm besteht die Möglichkeit, die Ergebnisse in einem Geographischen Informationssystem (GIS) zu visualisieren.



UE Mikroklima

Rahmen der Unterrichtseinheit:

- Klasse 10
- Dauer: ca. 26 DS
- NodeMCU (oder vergleichbar), Sensoren (BME280), ggf. Display
- Notebooks / Computer
- Netzwerkzugang (WLAN)

Ziele und Schwerpunkte:

- Programmierung und Beschaltung eines Mikrocontrollers
- Entwickeln einer Benutzeroberfläche
- Auswerten und Visualisieren von raumbezogenen Messergebnissen
- Fehlerdiskussion

Benötigte Vorkenntnisse:

- Arduino 1
- Schaltung 1
- Auswertung 1

Enthaltene LernBausteine und ThemenSeiten:

- Arduino 2,
- Fortbildungsmaterial zur T-Time Arduino 3

Programmierung des NodeMCU

Alternativ zur hier verwendeten und den Schülerinnen und Schülern ggf. bereits bekannten Arduino IDE lässt sich der NodeMCU auch über andere Werkzeuge programmieren. Hierbei sei vor allem auf die Cross-Plattform-Entwicklungsumgebung PlatformIO (www.platformio.org) verwiesen, die deutlich mehr Möglichkeiten der modernen Programmierung zur Verfügung stellt.

Ausblick (1 DS)

Einstieg in die Unterrichtseinheit

Ausgehend von einer Immobilienanzeige stellt sich die Frage, ob Ort/ Stadtteil A gegenüber Ort/Stadtteil B wirklich klimatisch bevorzugt ist. Die Werbeaussage bzw. das subjektive Empfinden der Schülerinnen und Schüler sollen mit technischen Hilfsmitteln überprüft werden. Dazu muss zunächst geklärt werden, wie sich ein günstiges bzw. ein ungünstiges Klima messen und beschreiben lässt. Aus dem Geographieunterricht können die Schülerinnen und Schüler Klimaelemente nennen. Auch die dafür eingesetzten Messgeräte (z.B. Thermometer, Barometer und Hygrometer) sind ihnen vertraut.

Im Gespräch ergibt sich, dass zur Beantwortung der Frage eine Einzelmessung nicht ausreicht und die Messmethode standardisiert werden muss. Für eine automatisierte Messung bietet es sich an, einen Mikrocontroller und entsprechende Sensoren einzusetzen. Mit dem BME 280 (s. die Abbildung rechts) steht ein entsprechender Wettersensor zur Verfügung, der Temperatur, Luftdruck und Luftfeuchte messen kann. Für weitere Wetterelemente (z.B. Wind) können andere Sensoren verwendet bzw. selbst entwickelt (Sonnenscheindauer) werden.

Qualifizierung (8 DS)

Der ESP8266 und die Arduino-IDE (1S)

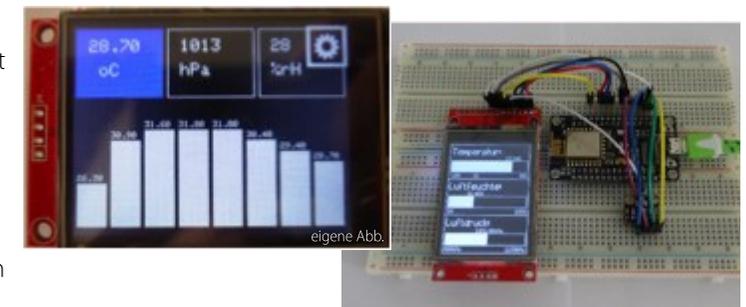
Obwohl große Teile dieser Unterrichtseinheit sich prinzipiell auch mit dem Arduino UNO realisieren lassen, kommt hier mit dem ESP8266 auf dem Entwicklerboard NodeMCU ein leistungsfähiger und günstiger Mikrocontroller zum Einsatz. Dieser setzt schon von Hause aus auf die im Wettersensor BME 280 eingesetzte 3,3-Volt Technologie. Neben den besseren Leistungsdaten ist als weiterer Vorteil bereits ein WLAN-Modul integriert, das die spätere Anbindung an die Cloud vereinfacht.

Die Programmierung des NodeMCU erfolgt in dieser Unterrichtseinheit über die Arduino IDE, die um einen zusätzlichen Eintrag in der Board-verwalter-URL angepasst werden muss.

Beschaltung des NodeMCU (1S)

Die Beschaltung des Entwicklerboards kann (zumindest für die meisten Schülerinnen und Schüler) über die gesamte Einheit gleich bleiben, so

dass der Schwerpunkt der Qualifizierungsphase auf der Programmierung und dem Auslesen der Sensoren liegt. In der einfachsten Umsetzung genügt es, vier Anschlüsse des BME 280 mit dem NodeMCU zu verbinden. Für eine Wetterstation wird zusätzlich ein Display benötigt (s. die Abbildungen unten). Als Bedienelemente können Taster bzw. Potentiometer integriert oder die Touch-Funktion des Displays verwendet werden. Durch diese Ergänzungen ergeben sich reichhaltige Möglichkeiten der Binnendifferenzierung.



Programmierung (5 DS)

Die aus den LernBausteinen Arduino 1 und ggf. Arduino 2 bekannten Grundlagen müssen im Rahmen dieser Einheit um zwei Aspekte erweitert werden:

- Das I2C-Protokoll, das zur Kommunikation zwischen dem BME280 und dem Entwicklerboard dient.
- Die Nutzung und Ansteuerung des WLAN-Chips des ESP8266.

In beiden Fällen stehen jeweils fertige Bibliotheken zur Verfügung, die von den Schülerinnen und Schülern (je nach Kenntnisstand) als Black-Box eingesetzt, modifiziert oder als Grundlage für eine eigene Programmierung genutzt werden.

Als sinnvolle Erweiterung und zur Darstellung der Messdaten auf dem Computerbildschirm (serieller Monitor) bietet sich ein Grafikdisplay an. Dieses wird in der Regel über den SPI-Bus (Serial Peripheral Interface) angesprochen. Zur Vereinfachung der Programmierung kommen auch hier Bibliotheken zum Einsatz, die eine Textausgabe und das Zeichnen einfacher geometrischer Elemente ermöglichen.

Projektphase (12 DS)

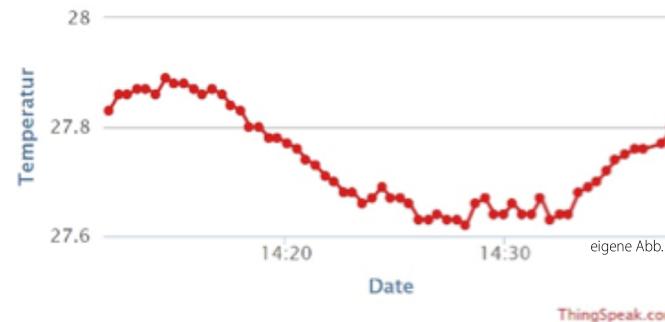
Entwicklung (8 DS)

In Teams führen die Schülerinnen und Schüler nun ihr erworbenes Wissen zusammen und entwickeln eine komplexe Wetterstation, die ihre Messwerte in der Cloud ablegt und sie damit den anderen Teams zur Verfügung stellt. Da die Wetterstationen später an verschiedenen Orten (z.B. Balkonen und Gärten) aufgestellt werden und ein Stromanschluss dort nicht immer zur Verfügung steht, muss bei der Entwicklung auch der Energieverbrauch, z.B. durch das Abschalten des Displays, optimiert werden. Im Rahmen der Differenzierung können weitere Sensoren zum Einsatz kommen, die ggf. auch selbst entwickelt werden (z.B. für Niederschlag oder Sonnenscheindauer). Bevor die Messphase beginnt, müssen die Sensoren kalibriert werden.

ThingSpeak und andere Plattformen (2 DS)

Im Netz stehen verschiedene Plattformen zum Sammeln, Visualisieren und Analysieren von Echtzeitdaten zur Verfügung. Das Hochladen der Messwerte erfolgt dabei auf unterschiedlichen Wegen. In der Regel kommen auch hier vorgefertigte Bibliotheken zum Einsatz. Alternativ ist der Upload meist aber auch über eine HTTP-Abfrage möglich.

Neben der hier verwendeten und für den nicht-kommerziellen Gebrauch kostenlos nutzbaren Internetseite ThingSpeak.com ist es auch möglich, die Daten selbst z.B. über die OwnCloud / NextCloud und die App „Sensor-Logger“ zu hosten.



Datengewinnung & Qualifizierung II (4 DS)

Da die Datengewinnung automatisiert ist, kann sie auch über unterrichtsfreie Tage erfolgen. Alternativ ist es möglich, parallel zur Messung die Schülerinnen und Schüler weiter zu qualifizieren und die Auswertungsphase vorzubereiten.

Die Erfahrung zeigt, dass eine Kartierung der Messstationen unerlässlich ist. Diese kann in einfacher Form über den Dienst uMap der OpenStreetMap-Community erfolgen.

Als weitere Qualifikation bauen die Schülerinnen und Schüler ihre Kenntnisse im Bereich der Tabellenkalkulation aus.

Benötigtes Material pro Zweiergruppe in der Qualifizierungs- und Projektphase

- ESP8266 auf NodeMCU
- Wittersensor BME280
- Breadboards, Jumperkabel,...
- Ggf. SPI-TFT-Display (z.B. 2,4“)

uMap – interaktive Karten weltweit

Mit dem einfachen Tool uMap lassen sich mit wenig Aufwand interaktive Slippy-Maps erstellen. Ohne Anmeldung ist es hier möglich, Punkte zu setzen und mit interaktiven Informationen zu versehen. Über eine einfache Scriptsprache können auch die Live-Diagramme von ThingSpeak eingebettet werden. Eine entsprechende Anleitung findet sich unter www.geographie-bw.de > Material > Karten > interaktive Karten weltweit.

QGIS

Als Quasi-Standard hat sich an vielen Schulen das kostenfreie GIS-Programm QGIS durchgesetzt. Mit ihm lassen sich raumbezogene Datensätze verarbeiten, analysieren und visualisieren.

Auswertungsphase (4 DS)

Messwerte bereinigen und tabellarisch darstellen (2 DS)

Die erstellten Datensätze lassen sich bequem aus der Cloud herunterladen und in eine Tabellenkalkulation importieren. Da die Teams normalerweise einmal pro Minute gemessen haben, summiert sich die Zahl der Datensätze nach nur einer Woche auf rund 10.000. Diese gilt es nun, auf Plausibilität (Ausreißer) zu prüfen und statistisch auszuwerten. Dabei können unter anderem taggenaue Maximal-, Minimal- und Mittelwerte bestimmt, Aussagen über den jeweiligen Zeitpunkt der Extremwerte getroffen und Amplituden berechnet werden. Durch den Vergleich der verschiedenen Standorte ergibt sich ein hoher Schwierigkeitsgrad.

Ergebnisse in einem GIS visualisieren (2 DS)

Die vorhandenen Werte werden nun noch in ein Geographisches Informationssystem (GIS) übernommen, mit dem der räumliche Bezug der Daten dargestellt wird. Hier ist es unter anderem möglich, Temperaturverlaufskarten zu bestimmten Zeitpunkten zu interpolieren.

Durch die Informationen aus dem Kartenmaterial werden Aussagen über aktuell immer bedeutender werdende regional- bzw. stadtklimatische Prozesse getroffen, so dass die Lernenden z.B. die Exposition, die Höhenlage aber auch die Entfernung zu Gewässern und Grünflächen, das Vorhandensein von Kaltluftschneisen und die Auswirkungen der bebauten Fläche erkennen und bewerten können.

Reflexion (4-6 DS)

Zum Abschluss der Einheit wird überprüft, ob einzelne Orte / Stadtteile wirklich klimatisch begünstigt sind. Die Schülerinnen und Schüler werden schnell feststellen, dass eine generelle Aussage darüber schwierig ist. Viele äußere Faktoren beeinflussen die Messungen. Ebenso spielt die Zuverlässigkeit der Messapparaturen eine entscheidende Rolle. Es ist zwar möglich, fehlende Daten zu interpolieren, dies kann aber durchaus auch zu Fehlinterpretationen führen.

Am Ende bietet es sich an, die Darstellung der Ergebniskarten zu diskutieren. Durch eine geschickte Wahl der Farben bzw. der Klassifizierung der Messwerte können die Aussagen manipuliert werden.

