

Wettbewerbsjahr: **2018**
Bundesland: **Hamburg**
Sparte: **Jugend forscht**
Fachgebiet: **Technik**
Projektbetreuer: **Stephanie Müller-Wessel, Heilwig-Gymnasium**
Erstellungsort des Projekts: **Heilwig-Gymnasium, 22297 Hamburg (Gymnasium)**
Patentanmeldung: **nein**
Arbeiten mit Tieren: **nein**
Projektnummer: **152177**
Zul. hochgeladen: **21.01.2018 21:49**
Name Regionalw.: **Hamburg Eppendorf**

Projekttitel: **smart buoy**

1. Teilnehmer

Vorname: **Moritz**
Name: **Ahrens**
Geb.-Datum: **16.09.2002**
E-Mail: **moritz.ahrens2@gmail.com**
Schule/Betrieb/Uni: **Heilwig-Gymnasium (Gymnasium)**

Kurzfassung:

In meinem Projekt "smart buoy" geht es um eine Messstation zur Messung verschiedener Werte zur Wasserqualität natürlicher Gewässer. Diese Station ist in einer Art Boje eingebaut. Sie ist verhältnismäßig klein und günstig, somit könnte sie auf lange Sicht auch von kleineren Gemeinden zur Überwachung ihrer Gewässer genutzt werden. Nach erfolgreicher Entwicklung ist außerdem geplant, die Messstation zur weiteren Erforschung von Cyanobakterien/Blualgen insbesondere in der Alster einzusetzen. Neben der eigentlichen Station entwickle ich auch ein Online-Portal, worüber man sämtliche Messdaten als Open-Data abrufen kann. Der Quellcode für all dies ist darüber hinaus komplett Open-Source und kann somit von jedem verbessert und weiterentwickelt werden.

Smart buoy

Entwicklung einer Station zur Messung von Wasserwerten

von Moritz Ahrens

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
1. Einleitung	2
2. Wesentliche Merkmale	2
3. Hardware	3
3.1 Mikrocontroller	3
3.2 Sensoren	3
3.2.1 Schalenanemometer	3
3.2.2 Thermometer	3
3.2.3 Hygrometer	3
3.2.4 pH-Meter	3
3.2.5 Trübungsmessung	3
3.3 Rahmen	3
3.4 Stromversorgung	4
4. Software	4
4.1 Aufnahme der Daten	4
4.2 Speicherung der Daten	4
4.3 Kommunikation	4
4.5 Webinterface	5
4.6 GitHub	5
4.7 Desktop-Anwendung	5
5. Ausblick	6
6. Danksagung	6
7. Literaturverzeichnis	6

1. Einleitung

Ein immer wieder auftretendes Problem in Gewässern wie beispielsweise der Alster ist die Bildung von sogenannte "Blaualgen" - genauer Cyanobakterien. Aufgrund der von ihnen produzierten Toxine wird die Wasserqualität stark vermindert und auch Wassersportler sind teilweise beeinträchtigt. Daher stellt sich die Frage, wie die Population der Cyanobakterien - im besten Falle auf natürliche/biologische Art und Weise - eingedämmt werden kann. Um dies zu erreichen ist es erforderlich, die Umstände und Bedingungen für das Vermehren der Bakterien zu kennen. Diese sind aber, vor allem wenn es sich um eine schlagartige und überdurchschnittlich schnelle Vermehrung handelt, noch sehr unzureichend erforscht. Nach momentanem Forschungsstand wird die Entwicklung durch einen hohen Phosphat- und Nährstoffgehalt im Wasser in Verbindung mit höheren Wassertemperaturen begünstigt (vgl. *Wikipedia, Cyanobakterien*). Um weitere möglichst genaue Erkenntnisse zu gewinnen ist es sinnvoll, die Messungen in relativ kurzen Abständen zu machen. Mit konventioneller Probennahme ist dies schwer bis unmöglich, besonders dann, wenn man die Messungen noch an verschiedenen Punkten des Gewässers durchführen will. Daher kam ich auf die Idee, **eine schwimmende Station zu entwickeln, welche verschiedene Werte zur Wasserqualität misst** und speichert bzw. optional in Echtzeit streamt. Mithilfe der dadurch gesammelten Daten können dann weitere Schlüsse zur Entwicklung von Cyanobakterien gewonnen werden. Dieses Auswerten der Daten und die weitere Erforschung auf Basis dieser ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht möglich, da schließlich noch keine Daten vorliegen, und wird daher auf einen späteren Zeitpunkt und ggf. in ein weiteres eigenständiges Jugend-forscht-Projekt verlagert. Dieses Projekt widmet sich daher ausschließlich der Konzeptionierung und der Umsetzung der beschriebenen Messstation.

2. Wesentliche Merkmale

Smart buoy zeichnet sich vor allem durch 3 Merkmale aus: Durch den niedrigen Preis, die Flexibilität bzw. Portabilität und dadurch, dass alles an diesem Projekt Open-Source ist. Dabei ist die Flexibilität von besonders großer Bedeutung. Da die Boje ziemlich klein und leicht ist, ist sie ohne Probleme zu transportieren. So kann man Messungen an vielen verschiedenen Punkten eines Gewässers durchführen um einen größtmöglichen Forschungsbereich und möglichst differenzierte Ergebnisse zu erzielen.

Der niedrige Preis sorgt darüber hinaus für niedrige Kosten in der Erforschung, so könnten auch Dritte ohne großen finanziellen Aufwand selbst Messungen durchführen. Dies fördert die Vielfalt an Messergebnissen und so auch die Forschung.

Die Tatsache, dass alles von *smart buoy* auf der Open-Source-Plattform *GitHub* zu finden ist, kann dabei helfen, z.B. die Software zur Auswertung der gesammelten Daten zu verbessern und bietet für Außenstehende die Möglichkeit, selbst eine ähnliche Messstation zu bauen und darüber hinaus, die vorhandene Software für diese zu nutzen.

3. Hardware

3.1 Mikrocontroller

Als Herz der Messstation verwende ich einen Arduino Uno R3. Der Grund, warum ich mich für genau diesen entschieden habe, ist der, dass ich ihn bereits besaß. Tatsächlich könnte jedoch auch ein Arduino Micro beziehungsweise ein gleichwertiger Klon verwendet werden. Dieser wäre bei gleichem Funktionsumfang kleiner, leichter und günstiger.

3.2 Sensoren

Die im Folgenden aufgeführten Sensoren möchte ich an die *smart buoy* anbauen. Da die eigentliche Erforschung der Cyanobakterien allerdings noch nicht in diesem Projekt stattfindet, sind auch die Sensoren noch nicht vollständig. Stattdessen können sie relativ flexibel angebracht werden. Somit kann ich mich auch erst bei der direkten Erforschung festlegen und muss nicht nur mit den bisher angebrachten Sensoren arbeiten.

3.2.1 Schalenanemometer

Zur Messung der Windgeschwindigkeit benutze ich ein Schalenanemometer. Dies drucke ich mit dem 3D-Drucker. Zur Bestimmung der Geschwindigkeit nutze ich einen Hall-Effekt-Sensor und einen an der Drehachse befestigten Magneten.

3.2.2 Thermometer

Ich verwende einen DS18B20-Sensor, um die Wassertemperatur zu messen. Der Sensor für die Lufttemperatur ist bereits im Sensor für die Luftfeuchtigkeit verbaut.

3.2.3 Hygrometer

Zur Bestimmung der Luftfeuchtigkeit verwende ich einen DHT11.

3.2.4 pH-Meter

Um den pH-Wert zu erfassen, nutze ich ein Arduino-Modul mit BNC-Anschluss für die Signalverstärkung und eine handelsübliche pH-Elektrode.

3.2.5 Trübungsmessung

Zur Messung der Wassertrübung verwende ich eine Infrarot-LED und eine entsprechende Photozelle im 90° Winkel zur LED.

3.3 Rahmen

Der Rahmen, also das Grundgerüst der Messstation, besteht zum größten Teil aus Aluminium. Die Aluminium-Rechteckrohre sind im Quadrat angeordnet und mithilfe von einfachen Winkeln verbunden. Die Schwimmkörper sind mehrere Styroporplatten -

wasserfest verschlossen durch zweckentfremdete Plastiktüten. Der Arduino sitzt in einem Gehäuse aus dem 3D-Drucker, was auf einem Querbalken aus Aluminium befestigt ist. Auf diesem Gehäuse befindet sich außerdem eine Lampe, die die Station auf dem Wasser auch im Dunkeln erkennbar machen soll. Die Sensoren sind ebenfalls am Querbalken befestigt.

3.4 Stromversorgung

Die Stromversorgung war ein nicht unwesentliches Problem während der Entwicklung. Ein Kabel kam natürlich nicht infrage, da die Messstation ja mobil sein und auf Gewässern eingesetzt werden sollte. Deswegen möchte ich einen Lithium-Ion-Akku in Verbindung mit Solarzellen einsetzen. Momentan verwende ich allerdings einfache Batterien, jedoch nur als temporäre Lösung.

4. Software

4.1 Aufnahme der Daten

Die zu messenden Werte werden mithilfe des Arduinos (siehe: 3.1 *Mikrocontroller*) aufgenommen. Dabei werden sie je nach Konfiguration meistens auf einer microSD-Karte gespeichert (siehe: 4.2 *Speicherung der Daten* und 4.3 *Kommunikation*). Das gesamte Programm ist auch im GitHub-Repository zu finden (siehe: 4.6 *GitHub*).

4.2 Speicherung der Daten

Die gesammelten Daten werden auf verschiedene Art und Weise gespeichert. Zuerst auf der microSD-Karte, die sich in der Messstation befindet. Die Dateien liegen hierbei im offenen und maschinenlesbaren CSV-Format vor. So können sie - im Gegensatz zu anderen proprietären Dateiformaten - optimal weiterverarbeitet und von anderen genutzt werden. Die Daten von der microSD-Karte können dann auf verschiedene Arten der Kommunikation (siehe: 4.3 *Kommunikation*) entweder auf einen "normalen" Computer geladen und ggf. dort analysiert werden oder sie werden direkt auf die *Smart buoy* Server hochgeladen. Auf den Servern werden die Daten dann in einer MySQL-Datenbank abgelegt und sind über ein Webinterface (siehe: 4.5 *Webinterface*) einsehbar.

4.3 Kommunikation

Die Frage nach der Kommunikation zwischen der Messstation und dem *smart buoy* Server war und ist eine der Kernfragen in diesem Projekt. Ein möglicher Ansatz ist die Datenübermittlung über das Mobilfunknetz. So müsste niemand zum Auslesen der Daten vor Ort sein, allerdings würden auch erhöhter Aufwand aufgrund der benötigten SIM-Karte und damit verbunden auch höhere Kosten die Folge sein.

Eine weitere Möglichkeit ist die Übertragung mit einfachen Funk-Modulen. Diese würden vermutlich mit einer maximalen Reichweite von etwa 100 Metern bei freier Fläche arbeiten. Es wäre also notwendig, die Daten vor Ort auszulesen. Immerhin könnte die Station dabei

im Wasser verbleiben. Ein wesentlicher Nachteil wäre allerdings, dass ein weiteres Gerät zur Funkkommunikation gebraucht werden würde.

Einen akzeptablen Kompromiss bildet somit die Verbindung über Bluetooth. Zwar erzielt man so nur eine geringe Reichweite, es ist allerdings kein weiteres Gerät nötig, es fallen keine weiteren Kosten an und darüber hinaus besitze ich bereits ein entsprechendes Modul für den Arduino. Da die Daten hierbei über eine serielle Verbindung übertragen werden, kann die Kommunikation theoretisch auch ohne Änderungen über USB stattfinden. Für die Interaktion habe ich zudem noch eine Desktop-Anwendung entwickelt (siehe: 4.7 *Desktop-Anwendung*). Eine Dokumentation des Protokolls zur Kommunikation soll in Zukunft auch im GitHub-Repository zu finden sein.

4.5 Webinterface

Um alle gesammelten Daten gut zu visualisieren und zu verwalten habe ich ein Webinterface entwickelt. Dies besteht hauptsächlich aus einer Karte, die den Standort der registrierten Messstationen anzeigt. An der Seite befindet sich ein Fenster mit den Daten zur aktuell ausgewählten Station. Hier werden die entsprechend gemessenen Werte einzeln angezeigt und in Diagrammen dargestellt. Diese Daten können dort auch als Dateien im CSV-Format heruntergeladen werden.

Alle Daten sind im Webinterface für jeden frei einsehbar.

Das Front-End ist mit *HTML*, *CSS*, und *JavaScript* entwickelt. Die Karte ist eine offene *OpenStreetMap*-Karte, die mithilfe der *Leaflet*-Library eingebunden wurde. Das Back-End ist mit *Node.JS* realisiert.

4.6 GitHub

Alles zum Projekt gehörende ist auf der Open-Source-Plattform *GitHub* zu finden. Außerdem sind alle Informationen zum Projekt auf einer Website zu finden, die über den Service *GitHub Pages* gehostet wird.

Das GitHub-Repository ist hier zu finden: <https://github.com/moritz157/smart-buoy>

Die Smart buoy Website: <https://moritz157.github.io/smart-buoy/>

Anmerkung: Da dieses Projekt zum einen noch nicht komplett abgeschlossen ist und zum anderen auch nach dem Wettbewerb noch weiterentwickelt werden wird, wird auch der Code auf GitHub nach dem Fertigstellen dieser Arbeit noch verändert.

4.7 Desktop-Anwendung

Für die direkte Kommunikation mit der Messstation habe ich auch eine Desktop-Anwendung entwickelt. Diese ist in der Lage, sämtliche Messwerte abzufragen und auch bereits gespeicherte Werte von der microSD-Karte über Bluetooth bzw. USB auszulesen. Diese lassen sich auch direkt an den *smart buoy* Server weiterleiten und somit in der Datenbank speichern. Darüber hinaus lässt sich auch eine grundlegende Konfiguration vornehmen. Das Programm ist mit *Delphi* realisiert und der Code findet sich selbstverständlich auch im GitHub-Repository.

5. Ausblick

Wie in der Einleitung erwähnt, soll das Projekt *smart buoy* vor allem zur Erforschung der Vermehrung von Cyanobakterien im Rahmen eines weiteren Jugend-forscht-Projektes dienen. Das soll insbesondere in der Alster geschehen. Sinnvoll hierfür wäre, weitere Exemplare der Station anzufertigen. Außerdem sollte die Art der Kommunikation für ein einfacheres Auslesen der Daten auf z.B. Funk mit großer Reichweite umgestellt werden (siehe: 4.3 *Kommunikation*). Außerdem sollte das Projekt im Vorhinein bei der Stadt Hamburg bzw. der zuständigen Behörde angemeldet werden, um den Schiffsverkehr nicht zu behindern. Ein weiteres Problem stellt die richtige Befestigung dar, damit die Boje an Ort und Stelle bleibt. Außerdem werden die Sensoren eventuell im Laufe der weiteren Forschung noch angepasst, um wirklich alle notwendigen Messwerte zu erhalten. Zudem kann *smart buoy* auch zur einfachen Gewässerüberwachung eingesetzt werden.

6. Danksagung

Ich danke meiner betreuenden Lehrerin Stephanie Müller-Wessel für die Unterstützung des Projektes und der Möglichkeit, den 3D-Drucker der Schule für dieses Projekt verwenden zu dürfen.

7. Literaturverzeichnis

- 1) <https://de.wikipedia.org/wiki/Cyanobakterien>: 26.10.2017, Wikipedia, Cyanobakterien
- 2) <http://www.hamburg.de/pressearchiv-fhh/4350090/blualgen>: 21.01.2018, Pressestelle des Instituts für Hygiene und Umwelt, Vermehrt Blaualgen in der Alster