

Beitrag B: Thomas Bartoschek, Jan Wirwahn, Mario Pesch

**senseBox und openSenseMap:
Umweltmonitoring für Jedermann**

**senseBox and openSenseMap:
Environmental Monitoring for Everyone**

Thomas Bartoschek, Jan Wirwahn, Mario Pesch

*Institut für Geoinformatik, Westfälische Wilhelms-Universität Münster
bartoschek@uni-muenster.de, jan.wirwahn@uni-muenster.de*

Abstract

The senseBox:home is a Citizen Science DIY toolkit for the local measurement of environmental data such as temperature, humidity, air pressure, illuminance and UV light. It is based on the Arduino / Genuino platform and can be easily integrated into our sensor web platform openSenseMap, where it provides continuous measurement data. The senseBox:edu is a toolbox designed to provide pupils and junior researchers with programming in a playful and tangible way. For this simple circuits are set up, which are programmed and controlled with the help of a microcontroller. [Team at ifgi, 201x].

Thus, the senseBox offers a good opportunity for a practical introduction to programming as well as a step-by-step introduction to the design of your own engineering projects in the fields of geoinformatics, sensorics and photonics, such as projects on the subject of the city of the future. This is an important contribution to environmental education.

Zusammenfassung

Die senseBox:home ist ein Citizen Science DIY-Toolkit für die ortsbezogene Messung von Umweltdaten wie Temperatur, Luftfeuchte, Luftdruck, Beleuchtungsstärke und UV-Licht. Sie basiert auf der Arduino/Genuino Plattform und kann einfach in unsere Sensorweb-Plattform [openSenseMap](#) integriert werden, wo sie kontinuierlich Messdaten liefert.

Die senseBox:edu ist ein Werkzeugkasten, der Schülerinnen und Schülern sowie Nachwuchsforscherinnen und -forschern das Programmieren spielerisch und greifbar

vermitteln soll. Dazu werden einfache Schaltungen aufgebaut, die mit Hilfe eines Mikrokontrollers programmiert und gesteuert werden. [Team at ifgi,201x]

So bietet die senseBox eine gute Möglichkeit für einen praxisnahen Einstieg in die Programmierung sowie eine schrittweise Einführung zur Gestaltung eigener Technikprojekte aus den Bereichen Geoinformatik, Sensorik und Photonik, wie zum Beispiel Projekte zur Thematik Zukunftsstadt. Dies ist ein wichtiger Beitrag für die Umweltbildung.

1 Einleitung

Die senseBox ist ein Do-It-Yourself (DIY) Baukasten für Umweltsensorik im Kontext Citizen Science. Neben BürgerInnen, die sich an einem offenen Messnetzwerk für eine Vielzahl von Umweltphänomenen beteiligen können, wird auch der Bildungsbereich direkt angesprochen. Bei der Entwicklung eigener Messstationen in der Schule werden die Grundlagen des Programmierens anhand von Low-Cost-Mikrocontrollerkomponenten und Umweltmesstechnik vermittelt. Darüber hinaus werden SchülerInnen durch die Messung von Umweltphänomenen für ihre Umwelt sensibilisiert und lernen gesellschaftlich relevante Fragestellungen mit Bezug auf ihre Umgebung und offene Daten zu erarbeiten. Lehrkräfte profitieren von dem Baukastensystem, da passende Anleitungen und Materialien online abgerufen werden können und Lehrkonzepte bereitstehen. Zentrale Dateninfrastruktur des Projektes ist die openSenseMap [Pfeil et al. 2015], eine Webplattform, auf der gesammelte Daten visualisiert werden und zum Download bereitstehen. Offene Schnittstellen (APIs) ermöglichen direkten Zugriff auf die Rohdaten. Anfang 2016 wurde eine limitierte Auflage der Bausätze erstmalig über den Webstore eines Elektronikhändlers zum Kauf angeboten, um Funktionalität und Skalierbarkeit des System und der Infrastruktur zu testen. Mittlerweile werden zwei Versionen der senseBox vertrieben. Im Folgenden werden diese Varianten kurz beschrieben.

2 Die unterschiedlichen Varianten der senseBoxen

2.1 senseBox:edu

Das Erfassen von Messwerten ist ein zentraler Bestandteil im wissenschaftlichen Prozess. Das Angebot von Messgeräten für den Einsatz in der Schule ist vielfältig, allerdings oftmals teuer und wenig flexibel, insbesondere, wenn es um die Messung von Umweltphänomenen geht. Außerdem sind klassische Messgeräte häufig nach

dem Black-Box Prinzip aufgebaut, sodass ihre Funktionsweise oder sogar die darin eingesetzten Sensoren dem Nutzer vorenthalten werden.

Die senseBox ist ein Do-it-yourself Werkzeugkasten für Schülerinnen und Schüler, um im Kontext Physical Computing [Ehling, 2017] Messgeräte für den Einsatz im MINT-Unterricht selber zu bauen. Ein Mikrocontroller, der frei programmiert werden kann, ist das Herzstück der senseBox und Sensoren für Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftdruck, Beleuchtungsstärke, UV-Licht, Distanz (Infrarot, Ultraschall) und Lautstärke übernehmen die Messwerterfassung. Die Auswahl an Sensoren kann einfach erweitert werden und bietet auch Möglichkeiten zur Erfassung von Messwerten für Luft- oder Wasserqualität. Über eine einfache visuelle Programmierumgebung können die Schülerinnen und Schüler ihr eigenes Messgerät zusammenbauen und programmieren¹. Die Messwerte können hierbei auf SD-Karte gespeichert, über eine Internetverbindung als offene Daten an eine online Plattform² übertragen oder direkt am Computer ausgegeben werden.

Der Einsatz der senseBox verfolgt somit durch das Abbilden des gesamten wissenschaftlichen Prozesses in kleinen Projektbeispielen, von der Fragestellung über die Entwicklung eines Messgerätes, der Datenerfassung- und möglichen Analyse und Publikation, den Ansatz der Scientific Literacy [Gräber & Nentwig, 2002]. Der Einsatz und die Programmierung des Mikrocontrollers lehnt sich dabei parallel an Konzepte der Computational Literacy [Wilensky et al. 2014] an. Durch die räumlichen Aspekte der Umweltdatenerfassung kann die senseBox auch im Kontext der Spatial Literacy [Bednarz & Kemp, 2011] angesiedelt werden und deckt somit den gesamten MINT-Kontext ab. Der Umgang mit Open Source Software und Hardware, Offenen Daten und Open Educational Resources, der mit der senseBox gefördert wird, ermöglicht zudem eine vollständige Reproduzierbarkeit der Ergebnisse im Sinne der Open Science.

Schülerinnen und Schüler arbeiten mit der senseBox in kleinen Gruppen, meist zu zweit, an einem Bausatz und tauschen sich dabei untereinander aus. In kleineren Experimenten zum Einstieg machen sich die Schülerinnen und Schüler mit dem System und der Programmierumgebung vertraut und entwickeln Input-/Output-

¹ <https://sensebox.de/blockly> (zuletzt aufgerufen 29.08.2018)

² www.opensensemap.org (zuletzt aufgerufen 29.08.2018)

steuerungen. Hierbei werden Sensoren getestet und zu intelligenten Schaltungen kombiniert. Beispielsweise werden Photozelle und Leuchtdiode mit Kabeln und Widerständen mit dem Mikrocontroller verbunden, um eine intelligente Lampe zu programmieren, welche sich, je nach Helligkeit, automatisch ein- oder ausschaltet (Abbildung 1).



Abbildung 1: Links die senseBox:edu als Klassenkiste; mitte und rechts die Bausätze im Einsatz³.

2.2 senseBox:home

Eine zweite Variante der senseBox wird als Citizen Science Projekt der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Genau wie bei dem Ansatz in den Schulen ist die Hauptmotivation der Nutzer sich mit aktuellen Technologien auseinanderzusetzen und an einer wissenschaftlichen Messkampagne teilzunehmen. Interessierte Hobbywissenschaftler erwerben den vereinfachten Bausatz einer DIY Wetterstation (Abbildung 2), welche einmalig zusammengebaut, programmiert und installiert wird. Fachliches Wissen bzw. Vorerfahrung mit Hardwareprototyping oder Programmieren sind dabei nicht erforderlich, da durch eine vollständige Dokumentation, sowie Mail-, Telefon- oder Chat-Support individuell auf den Kenntnisstand des Anwenders eingegangen wird und Schaltungen – wie bei der senseBox:edu – nicht gesteckt werden müssen. Die Transparenz, der Open Source und DIY Ansatz und die Beteiligung an einer wissenschaftlichen Kampagne sind wichtige Motivationsfaktoren die senseBox:home einer herkömmlichen Wetterstation, bei der eher nach dem Blackbox-Prinzip nicht nachzuvollziehen ist, wie Messungen mit welchen Sensoren vorgenommen werden,

³ Quelle Bild links: <http://datenwirken.de/case-nachhttps://www.uni-muenster.de/Gleichstellung/aktuelles/archiv/2017/girls-day-2017.html#wuchsforderung-durch-do-it-yourself-datenerhebung.html>

Quelle Bild Mitte: <http://www.didacta-hannover.de/de/news/artikel/eine-smarte-kiste-mit-gefuehlen.xhtml>

Quelle Bild rechts: <https://www.uni-muenster.de/Gleichstellung/aktuelles/archiv/2017/girls-day-2017.html>

vorzuziehen. In mehreren Usability-Studien wurde die Anwendbarkeit durch Laien untersucht und die Aufbauanleitung hinsichtlich des Mittelwegs aus Transparenz/DIY und Usability verbessert [Wirwahn et al., 2015].

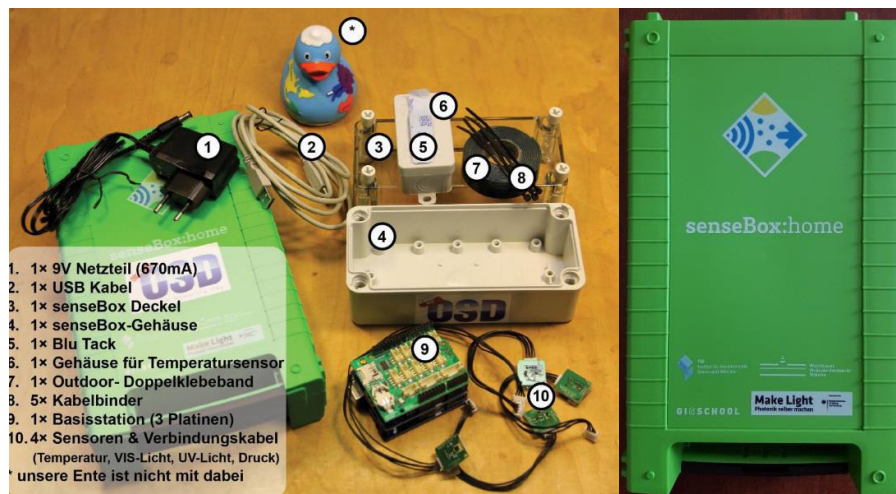


Abbildung 2: Der senseBox:home Bausatz⁴

3 Serveranwendung openSenseMap

Mit der Serveranwendung der openSenseMap lassen sich Sensordaten veröffentlichen, teilen und visualisieren. Auch senseBox-fremde Sensoren lassen sich durch Webstandards integrieren, um den Ausbau des Sensornetzwerks voranzutreiben. Jede registrierte Station bekommt eine eindeutige Identifikation, um deren Messdaten herunterzuladen, oder auch durch Softwareschnittstellen (APIs) automatisch abfragen zu können. Serveranwendung und Datenbank sind hochskalierbar und erlauben die Einbindung jedes internetfähigen Messgerätes durch die standardisierte API.

Die Integration von Messgeräten wie der senseBox im Sensornetzwerk der openSenseMap wird seit Mai 2014 getestet. Nach dem aktuellen Stand Mitte März 2018 wurden bereits über 1500 Stationen registriert, von denen ca. 60% aktiv sind und in etwa 3 Mio. Messungen pro Tag produzieren. Historische Messreihen von inaktiven Stationen werden bewusst mit dargestellt, können aber auf Wunsch ausgeblendet werden. Von jeder dieser Stationen lassen sich Messungen in Graphen oder Interpolationen darstellen, einsehen und als Rohdaten oder statistisch aufbereitet

⁴ Quelle Bild links:

Bild Mitte: http://www.my-osd.org/assets/images/Aufbau_der_MyOSD_senseBox_home_Wlan_final.pdf

Bild rechts: <https://www.freifunk-sinnersdorf.de/news/die-sensebox-home-ist-da/>

herunterladen. Um die große Menge an Anfragen zu ermöglichen und Stabilität zu gewährleisten, wurde die Serveranwendung auf aktuellen Technologien aufgebaut die eine hohe Skalierbarkeit der Anwendung erlauben. Die für die Anwendung eingesetzten Technologien erlauben es, eine hohe Stabilität und Verfügbarkeit zu gewährleisten. Die Datenschicht und Schnittstelle für die Webseite und Anwendungen von Dritten ist in Node.js und MongoDB umgesetzt und ist containerisiert (Docker) in nahezu jeder Cloud lauffähig und skalierbar. Das Datenportal (Webseite) selbst ist mithilfe von AngularJS realisiert. In seiner aktuellen Version läuft die openSenseMap auf Servern bei Amazon Web Services (AWS).

4 Onlinedokumentation

Ein weiterer wichtiger Teil des Projektes sind die Lehr- und Lernmaterialien. Sie bestehen aus Aufbauanleitungen, Experimentbeschreibungen und Aufgabenstellungen rund um die Bausätze der senseBox. Ein Teil davon wird von einer kreativen Gemeinschaft dokumentiert, die neue Messgeräte basierend auf der senseBox bei Projekttagen, in Arbeitsgruppen an Schulen oder auf Hackevents entwickelt. Dadurch besteht die Möglichkeit sich aktiv an der Entwicklung zu beteiligen. Indem man das offene System modifiziert, den Prozess dokumentiert entstehen neue Materialien. So wird aus der Dokumentation der senseBox ein Gemeinschaftswerk, welches von einer Community, die ständig wächst, gestützt wird. Die Dokumentation hat bereits über 200 Seiten und wird kontinuierlich ergänzt. [TEAM IFGI 201x]

5 Literaturverzeichnis

- Bednarz, S. W., & Kemp, K. (2011): Understanding and nurturing spatial literacy. In: *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 21, 18-23. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042811013279> (zuletzt aufgerufen 28.08.2018)
- Ehmann, M. (2017): Physical Computing mit Arduino-Mikrocontrollern. In: *MNU Journal* 5/2017. Jahrgang 70
- Gräber, W., & Nentwig, P. (2002): Scientific Literacy—Naturwissenschaftliche Grundbildung in der Diskussion. Scientific Literacy. VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2002. 7-20.
- Pfeil, M., Bartoschek, T., Wirwahn, J. (2015): OpenSenseMap – A Citizen Science Platform for Publishing and Exploring Sensor Data as Open Data. Academic Track, FOSS4G'15, Seoul, Republic of Korea.
- Team at ifgi (201x): Das senseBox:edu Buch - GitBook. WWU Universität Münster, <https://sensebox.github.io/books-v2/home/> , <https://sensebox.github.io/books-v2/edu/> (zuletzt aufgerufen 28.08.2018)

- Wilensky, U., Brady, C. E., & Horn, M. S. (2014): Fostering computational literacy in science classrooms. *Communications of the ACM*, 57(8), 24-28.
- Wirwahn, J., Bartoschek, T. (2015): Usability Engineering for Successful Open Citizen Science. Academic Track, FOSS4G'15, Seoul, Republic of Korea.