

## LoRaWAN und Open Data öffnen den Unterricht für die Umwelt

### Sensor- und Umweltdaten über ein offenes, energieeffizientes Funknetz bereitstellen

Sebastian Becker <sup>1</sup>, Tim Riemann<sup>2</sup>

**Abstract:** Die aus den Niederlanden stammende Bewegung TheThingsNetwork zu Sensordaten über das LoRaWAN Netzwerk bietet viele Anknüpfungspunkte zum modernen Informatikunterricht. In vielen regionalen Freifunk Initiativen gibt es schon die Ergänzung auch Infrastruktur für das LoRaWAN Netzwerk bereitzustellen. Damit wird Datenübertragung von Sensoren mit niedriger Sendeleistung im Indoor- oder Außenbereich über spezielle Gateways möglich. Dadurch können die Sensoren mit langlebigen Akkuleistungen über mehrere Jahre ohne Eingriff Daten z.B. zur Umwelt liefern. Bereitgestellt über Cloudservices können sie als Open Data zur Verfügung gestellt werden. In diesem Zusammenhang kann Internet of Things mit kontextsensitiven Komponenten sowie Big Data anschaulich gemacht werden sowie dazu passende Analysemethoden.

**Keywords:** senseBox, The Things Network, Open Data, LoRaWAN, Umweltdaten, Sensoren, IoT, Big Data, LoRa, Smart City, Citizen Science, Bürgerwissenschaften, Open Innovation, Industrie 4.0

## 1 Einleitung

Ab 2014 wurde LoRaWAN von der Firma Semtech entwickelt. Das als „Freifunk für Internet of Things“ beschriebene Kommunikationsprotokoll beruht auf der LoRa Funktechnologie. Damit ist es möglich kurze Datenpakete unter geringem Ressourcenaufwand bis zu 40km weit zum nächsten Gateway zu transportieren. Auf diese Weise können batteriegebundene Sensoren in der Natur bzw. Umwelt ihre Daten über einen langen Zeitraum weiterleiten, ohne von einer WLAN Verbindung abhängig zu sein. Durch die Verknüpfung mit der senseBox, welche für den Einsatz im Bildungswesen wie Schulen und Universitäten konzipiert wurde, besteht ein einfacher und günstiger Zugang zu den Themen rund um Internet of Things und Datenanalyse mit Open Data bzw. Big Data im Unterricht. Reale Daten bieten somit ein Fundament für die digitale Bildung.

---

<sup>1</sup> Leibniz Universität Hannover, Leibniz School of Education, Im Moore 17C, 30167 Hannover, sebastian.becker@lehrerbildung.uni-hannover.de, <https://orcid.org/0000-0001-5232-9236>

<sup>2</sup> The Things Network (TTN) Paderborn, Twitter: @octoate, triemann@octoate.de

## 2 Wie werden Daten erhoben und transportiert?

Durch die Digitalisierung aller Bereiche unseres Lebens wird immer mehr automatisiert. Das fördert den Wunsch nach weiterer Überwachung und Steuerung der eingebundenen Geräte wie z. B. autonom fahrende Autos, Smart Home und Fabriken für die Industrie 4.0., so dass die Welt immer mehr vermessen wird. Mit dem Internet der Dinge sind auch die Menschen eingebunden z.B. mit den Wearables und Smartphones. Auf diese Weise wird die anfallende Datenmenge erhoben und zur Verarbeitung an Datenbanken weitergeleitet. Nachfolgend werden die dafür nötigen Komponenten vorgestellt.

### 2.1 Internet der Dinge

Alles ist miteinander vernetzt. Das ist eine Eigenschaft des Internet of Things, bei dem allgegenwärtige Geräte im Austausch stehen. Diese Vernetzung ist für die Anwender eine Unterstützung im privaten Lebensbereich wie auch in der industriellen Fertigung, wie in der Materialdatenbank von NRW zu lesen ist.<sup>3</sup> Dadurch wird Smart Home, Industrie 4.0 und Smart City gelebte Realität. Die Datenübertragung findet unter Verwendung verschiedener Protokolle, wie z.B. MQTT oder HTTP statt. Die Übertragung selbst wird durch eine Vielzahl von unterschiedlichen Übertragungsmethoden, wie z.B. WLAN, ZigBee oder auch LoRaWAN, sichergestellt.

### 2.2 Open Data

Neben dem Prinzip Open Source bei Software oder Open Access bei der Veröffentlichung wissenschaftlicher Publikationen, hat sich mit Open Data die Idee zur öffentlichen und freien Nutzung auch auf den Bereich der Daten ausgebreitet.<sup>4</sup> Durch die ansteigende Sensoranzahl auf der Welt z.B. durch das IoT und die Smartphones steigt auch die Datenmenge, die gespeichert und verarbeitet wird. Die anfallenden Daten haben eine Schnittmenge zu Big Data und bieten ein enormes Potential für Innovationen.<sup>5</sup> So bilden sich Communities zu bestimmten Themen, um neue Geschäftsfelder zu eröffnen oder/und neue Services zu entwickeln. Portale für öffentliche Daten wie z.B. die OpenSenseMap [PB19] oder das Open-Data-Portal der Deutschen Bahn<sup>6</sup> bieten dazu eine Anlaufstelle. Diese Portale werden oft auch in Verbindung mit Design Thinking Sprints [Gu20] bei MeetUps oder Hackathons als Basis genutzt um weitere Features und Einsatzzwecke dafür zu entwickeln.

---

<sup>3</sup> <https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5221>, Stand: 06.04.2020

<sup>4</sup> <https://opendatahandbook.org/guide/de/what-is-open-data/>, Stand: 06.04.2020

<sup>5</sup> <https://www.bpb.de/gesellschaft/digitales/opendata/64055/was-sind-offene-daten>, Stand: 06.04.2020

<sup>6</sup> <https://data.deutschebahn.com/>, Stand: 06.04.2020

### 2.3 LoRaWAN und LoRa

Um optimiert über batteriebetriebene Geräte drahtlos über weite Entfernungen Daten zu übertragen existieren in dem Bereich der Low Power Wide Area Networks (kurz LPWAN) verschiedene Technologien. In Deutschland ist die Spezifikation Long Range Wide Area Network (LoRaWAN) neben NB-IoT und SigFox eine der bekannteren. Sie haben alle gemeinsam, mit geringem Energieverbrauch geringe Datenmengen über eine große Entfernung übertragen zu können. LoRaWAN wird inzwischen durch die LoRa Alliance, die mehr als 500 Unternehmen umfasst, immer weiter ausgebaut. Neben Unternehmen gibt es eine Community, die ähnlich wie die der Freifunk Community, sich für ein freies und offenes LoRaWAN Netzwerk stark macht. The Things Network (TTN) wurde 2015 durch die Niederländer Wienke Giezemann und Johan Stokking gestartet und basiert darauf, dass Freiwillige eigene Gateways bereitstellen, errichten und auch betreuen. In Berlin z.B. wurde durch die lokale TTN Community innerhalb von wenigen Jahren über 170 Gateways aufgebaut, sodass große Bereiche in und um Berlin bereits mit einem freien LoRaWAN Netz versorgt sind.

LoRaWAN setzt dabei auf der physischen Datenübertragung namens LoRa (Low Range) auf, welches in Europa Frequenzen von 868 MHz auf lizenzfreien Bändern nutzt. Als Analogie zur besseren Nachvollziehbarkeit des Unterschiedes von LoRaWAN und LoRa, kann man die Kommunikation des Menschen nehmen: Er setzt zur Kommunikation Stimmbänder und sein Gehör ein, also Laute die von seinem Gesprächspartner gehört werden. Diese Laute würden der Funktechnologie LoRa entsprechen. Anhand der gemeinsamen Sprache (also der Einigung auf z.B. die Sprache Deutsch) mit der dazugehörigen Grammatik, wird aus den Lauten erst dann die klare Verständigung ermöglicht, was der Protokollspezifikation namens LoRaWAN entspricht.

Die Sensoren (End Node) senden meist batteriebetrieben ihre Messdaten zu einem Gateway, welcher die Daten empfängt und über eine Internetverbindung an einen Server weiterleitet. Dort können die Daten dann verarbeitet werden. Die maximale Reichweite liegt zwischen 7 – 30 km und ist stark abhängig von äußeren Begebenheiten. LoRaWAN nutzt ein lizenzfreies Frequenzband im Gegensatz zu NB-IoT. Daher haben verschiedene Institutionen begonnen sich stärker der LoRaWAN Technologie zuzuwenden wie z.B. Stadtwerke und Wohnungsbaugesellschaften. Die Anzahl der Städte wächst, die Open Data anhand von LoRaWAN Sensoren für Analysen zum Konzept der Smart City anbieten wie z.B. Darmstadt, Moers und Paderborn zeigen. Dabei ist die Community hinter dem The Things Network (TTN) ein hilfreicher Partner.

Die Deutsche Bahn hat z.B. ihre Uhren am Hauptbahnhof in Berlin mit Sensoren über LoRaWAN verbunden. So können Wasserschäden, falsche Zeitangaben usw. schnell festgestellt und behoben werden. Zudem gibt es auch die Funktion namens PAXcounter, wodurch Personen anhand ihrer WLAN-Signale ihrer Smartphones gezählt werden.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Podcast: <https://wohnzimmer.fm/allesnetz/an023-digitaler-bahnhof-mit-lora/>, Stand: 06.04.2020

## 2.4 senseBox

Die drei Varianten (home, edu und mini) der senseBox sind Geräte um Umweltdaten zu messen und somit Umweltphänomene zu erkunden. Die Idee dahinter stammt aus einem Projekt des Instituts für Geoinformatik (ifgi) der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. Daraus hat sich zwischenzeitlich die Reedu GmbH & Co.KG gegründet. Die verschiedenen Varianten unterscheiden sich im Umfang der Komponenten und Beilagen: senseBox:home richtet sich an den Privatanwender im Rahmen von Citizen Science [Pe20], die senseBox:edu für den Betrieb in der Schule bzw. Hochschule und die senseBox:mini zum Einstieg bringt alles Nötige für ein erstes Umweltüberwachungsprojekt mit.<sup>8</sup> Laut [PT19] liegen bisher kaum Erfahrungen zum Einsatz im Informatikunterricht vor. Bekannte Mikrocontroller zum Durchführen des Physical Computings sind Arduino, Raspberry Pi, Calliope und LEGO Mindstorms. Man kann bekannter Weise nur Umweltphänomene analysieren, die auch messbar sind bzw. wofür es Sensoren gibt. Für die senseBox, die auf dem Arduino basiert, existieren eine Vielzahl von Sensoren: Temperatur, Ultraschall, Lautstärke, UV-Beleuchtung, Feuchtigkeit, Bewegung, Positionsbestimmung per GPS und weitere. Dazu bestehen Erweiterungen für die Datenübertragung via WLAN, SD-Karte, Ethernet (LAN) sowie LoRaWAN. Letzteres steht in diesem Artikel stärker im Fokus. Um die Programme vom PC auf die senseBox zu übertragen, fehlt derzeit noch die Möglichkeit dies per Bluetooth zu bewerkstelligen, wie es z. B. beim Calliope oder Mindstorms möglich ist. Daher empfiehlt sich die Übertragung per USB-Kabel oder SD-Karten-Einsatz durchzuführen.

Der Aufbau der senseBox und der Komponenten, welche allesamt Open Hardware sind, d. h. sie stehen zum Nachbauen zur Verfügung, ist inspiriert durch die Maker Bewegung [AT14]. Die senseBox kann mit Tools wie der Arduino IDE oder über einen Online-Editor namens Blockly programmiert werden. Auf der Webseite gibt es Tutorials wie die ersten Schritte erfolgen können.<sup>9</sup> Blockly erinnert an Scratch vom MIT, was nicht verwundert, da eine enge Zusammenarbeit zwischen Google und dem MIT Team existiert. Daher basiert nun Scratch 3.0 auf Blockly. Genauso ist es bei der Programmierumgebung Open Roberta Lab<sup>10</sup>, der Online-Editor mit der Programmiersprache NEPO, die mit Google kooperiert. Die basiert auch auf Blockly und es ist auch möglich damit, Skripte für die senseBox zu erstellen [OR20]. Einen einfachen Einstieg in die Programmierung bzw. das „Coding und Making im Unterricht“ bietet ein gleichnamiger Onlinekurs<sup>11</sup>, an dessen Erstellung auch einer der Autoren dieses Artikels beteiligt war.

---

<sup>8</sup> <https://kurzelinks.de/sensebox-video>, Stand: 24.04.2020

<sup>9</sup> Das senseBox:edu Book, <https://sensebox.github.io/books-v2/edu/de/>, Stand: 06.04.2020

<sup>10</sup> <https://lab.open-roberta.org/>, Stand: 06.04.2020

<sup>11</sup> MOOC „Coding und Making im Unterricht“, <https://www.kurzelinks.de/cmu>, Stand: 06.04.2020

### 3 Einbindung in den Unterricht

Der Kompetenzerwerb im Rahmen der digitalen Bildung, wie durch die Themenbeispiele IoT, Umweltdatenanalyse (sowie deren grafische Repräsentation)<sup>12</sup>, Sensoren/Aktoren, Open Data, Citizen Science, Big Data [vgl.St19, S.148] und Data Science im Unterricht einzubinden wird dringend angeraten. Verschiedene (Hochschul-)Projekte engagieren sich, diese ansprechend im Unterricht zu behandeln.<sup>13</sup> Daher soll hier das Konzept zur Einbindung anhand der senseBox und LoRaWAN vorgestellt werden. Für die senseBox ist auch ein fächerverbindender Einsatz vorstellbar. Interdisziplinäre Bezüge zu Erdkunde, Physik, Biologie, Chemie, Sport und Informatik bieten sich an.

#### 3.1 Umweltphänomene messen

Für das Beispiel einer IoT-Wetterstation gibt es freie Anleitungen im Netz.<sup>14</sup> Damit kann die Temperatur, die Luftfeuchtigkeit, Luftdruck, Helligkeit und die UV-Intensität messen kann. Ebenso können Feinstaubmessungen durch die Ergänzung mit Feinstaubsensoren durchgeführt werden, z.B. vor und nach dem Tafelwischen in der Klasse. Das ist ähnlich zu der Initiative Luftdaten.info aus Stuttgart mit dem Airrohr für den Outdoor Bereich, die auch die Messdaten auf ihre öffentliche Online-Map zusammenführen. Zusammen mit einem Solarpanel kann eine senseBox zuverlässig ohne manuellen Eingriff einige Zeit autark ihre Messwerte per LoRaWAN auf geeignete Plattformen wie vom TTN oder OpenSenseMap übermitteln, wenn ein Gateway in Reichweite installiert ist. Es ist davon auszugehen, dass die Abdeckung durch wachsende Verbreitung der Bereitsteller von Gateways in Städten und auf dem ländlichen Raum immer weiter ansteigt.

Durch Zeitreihenerstellung über mehrere Jahre kann ein direkter Bezug anhand der lokalen Klimadaten am Ort der Schule erstellt werden und in den Erdkundeunterricht einfließen.

---

<sup>12</sup> wie die Great Principles von of Computing empfehlen: <https://swisseduc.ch/informatik/great-principles.html>, Stand: 24.04.2020

<sup>13</sup> <https://www.tec.reutlingen-university.de/de/prof-mack/projekte/schuelerprojekte/> und <https://mascil.ph-freiburg.de/aufgabensammlung/experimente-mit-dem-smartphone/gruppe-10-feinstaub>, sowie [https://www.imst.ac.at/files/projekte/2139/berichte/2139\\_Langfassung\\_Albrecht.pdf](https://www.imst.ac.at/files/projekte/2139/berichte/2139_Langfassung_Albrecht.pdf), alle Stand: 06.04.2020  
[https://sensebox.de/docs/senseBox\\_Lernkarten\\_v2.2\\_online.pdf](https://sensebox.de/docs/senseBox_Lernkarten_v2.2_online.pdf) und [https://tueftelakademie.de/wp-content/uploads/2020/02/DLL\\_Sense-Your-School\\_UE3\\_Lernkarten\\_sensebox.pdf](https://tueftelakademie.de/wp-content/uploads/2020/02/DLL_Sense-Your-School_UE3_Lernkarten_sensebox.pdf), alle Stand: 06.04.2020

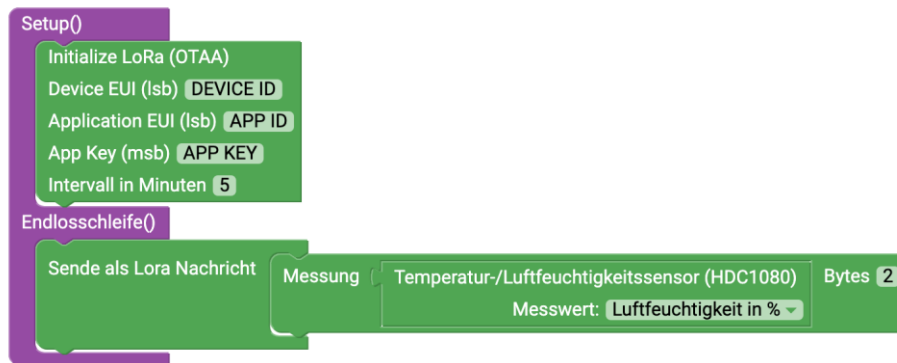


Abb. 1: Programmteil zur Übermittlung von Messdaten über LoRaWAN

Die graphische Programmieroberfläche<sup>15</sup> der senseBox (Abb.1) per Browser ermöglicht es schnell und einfach eigene Programme zum Versenden von Daten über das LoRa Funk-Netzwerk zu erstellen. Hierbei wird auf das The Things Network zurückgegriffen, da es frei zugänglich ist. LoRaWAN ist dafür ausgelegt Daten möglichst effizient zu versenden, daher werden die Messwerte als Bytes codiert und versendet. Um die Daten später wieder in ein lesbares Format umzuwandeln müssen diese wieder decodiert werden. Durch diesen Schritt lernen die Schülerinnen und Schüler nicht nur die Technologie rund um das LoRa Netzwerk kennen, sondern auch wie Daten effizient codiert und decodiert werden können.

### 3.2 Weitere Werte messen

Im Sportunterricht kann die senseBox Aufgaben übernehmen, wie z.B. den Zählerstand eines Fußballspiels aufnehmen, die dann auf einer Webseite durch die SenseBox angezeigt werden. Im Allgemeinen könnte anhand passender Sensoren eine Pegelmessung in Flüssigkeitsbehältern überwacht werden, wie der Füllstand von Öltanks für den Heizungsbetrieb oder Feuchtigkeitssensoren in Pflanzenkübeln, die dann anzeigen, ob wieder gegossen werden muss. So gibt es diverse Verwendungsmöglichkeiten der senseBox in der Schule je nach Einsatzgebiet.

## 4 Fazit und Ausblick

Es werden schon an vielen Institutionen Workshops zum Einsatz der senseBox in der Schule bzw. Hochschule angeboten. Stiftungen wie die HOPP-Foundation<sup>16</sup> oder die

<sup>15</sup> <https://blockly.sensebox.de>

<sup>16</sup> <https://unterrichtsmaterialien.hopp-foundation.de/konzepte/mikrocontroller-im-mint-unterricht#>, Stand: 06.04.2020

TüftelAkademie UG bieten kostenlose Workshops damit an. Eine weitere Ausbreitung des Einsatzes im Unterricht bzw. der Lehre ist wünschenswert. Mit dem Ausbau des LoRaWAN Netzes und der Einbindung weiterer Sensoren entstehen durch den Gedanken der Open Innovation<sup>17</sup> (die Öffnung des Innovationsprozesses) immer mehr Anwendungsfelder, um Umweltdaten aufzunehmen und diese sinnvoll auszuwerten, um daraus entsprechende Folgemaßnahmen abzuleiten. Auf diese Weise kann das Thema Citizen Science in der Schule / Hochschule thematisiert werden [We17]. Als Anreiz sei auch eine Exkursion zu einer Maker Faire<sup>18</sup> (Festival zu Kreativität im Maker-Bereich) zu empfehlen, bei dem alle Teilnehmenden Impulse für neue Projekte bekommen können.

## Literaturverzeichnis

- [AT14] AnnMarie Thomas, Making Makers, MakerMedia 2014
- [Ba19] Thomas Bartoschek, Mario Pesch, David, Fehrenbach, Jonas Fehrenbach, Lucas Steinmann: Das SenseBox-Buch. 12 Projekte rund um Sensoren, Umwelt und IoT, dpunkt.verlag, 2019
- [Gu20] Julia Gumula: Creativity training in organizations: a ready-to-implement concept. Gruppe Interaktion. Organisation. Springer, 2020. DOI:10.1007/s11612-020-00501-5
- [PB19] Mario Pesch, Thomas Bartoschek: Volunteer's demographics and motivations in senseBox and openSenseMap. DOI:10.17605/OSF.IO/NCQJ5, 2019
- [PT19] Ilona Petrenko, Marco Thomas: Entwicklung ökologischen Denkens im Informatikunterricht. In Arno Pasternak (Hrsg.): Informatik für alle, Lecture Notes in Informatics (LNI), Gesellschaft für Informatik, Bonn 2019, S. 149 - 158
- [St19] Steppuhn, Detlef. (2019). SmartSchool - Die Schule von morgen. DOI:10.1007/978-3-658-24873-4.
- [Ta19] Armster, Caspar: The Things Network / LoRaWAN und was sich in den letzten Jahren getan hat, FrOSCon 2019. DOI:10.5446/45668
- [Pe20] Pesch, Mario: senseBox: Das Citizen Science Toolkit für jedermann, #INFORMATIK2018. DOI:10.5446/40397

---

<sup>17</sup> <https://netzpolitik.org/2020/was-ist-open-innovation/>, Stand: 24.04.2020

<sup>18</sup> <https://maker-faire.de/>, Stand: 24.04.2020

- [We17] Weber, Karsten & Kleine, Nadine & Pallas, Frank & Ulbricht, Max-R. (2017). Technik zur Unterstützung von Citizen Science und Open Science. TATuP. 26. 25-30. 10.14512/tatup.26.1-2.25.



Dieses Material steht unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung 4.0 International. Um eine Kopie dieser Lizenz zu sehen, besuchen Sie <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.