

# Planung einer Unterrichtseinheit in Arbeitslehre

## Bau eines Pegelstandmessgerätes



**Sabrina Brixius**  
(Gemeinschaftsschule  
Nohfelden-Türkismühle)

In Kooperation mit:

- der IoT-Werkstatt des Umwelt-Campus Birkenfeld und
- der Wirtschaftsförderungsgesellschaft St. Wendeler Land



H O C H  
S C H U L E  
T R I E R

**IoT<sup>2</sup> Werkstatt**  
Make - Internet of Things and Thinking



WIRTSCHAFTSFÖRDERUNGSGESELLSCHAFT  
ST. WENDELER LAND MBH



AUSBILDUNGS- &  
FORTBILDUNGSFÖRDERVEREIN e. V.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Vorbemerkungen</b> .....	<b>S. 2</b>
<b>2. Notwendigkeit/Bedeutung eines Pegelstandmessgerätes</b> .....	<b>S. 3</b>
<b>3. Möglichkeiten der Umsetzung des Projektes im Unterricht</b> .....	<b>S. 5</b>
<b>4. Angebotsplanung</b> .....	<b>S. 9</b>
<b>5. Benötigte Materialien/Werkzeug</b> .....	<b>S. 12</b>
<b>6. Sonstige Voraussetzungen</b> .....	<b>S. 16</b>
<b>7. Bauanleitungen und Erläuterung der Funktionsweise</b> .....	<b>S. 16</b>
<b>8. Arbeitsaufträge für die Schüler</b> .....	<b>S. 23</b>
<b>9. Mögliche Kriterien zur Bewertung</b> .....	<b>S. 25</b>
<b>10. Evaluationsfragebogen</b> .....	<b>S. 26</b>
<b>11. Quellen</b> .....	<b>S. 27</b>

Aufgrund des besseren Leseflusses wird in den folgenden Ausführungen grundsätzlich nur die männliche Variante eines Begriffes verwendet. Selbstverständlich sind aber alle Geschlechter in den Betrachtungen mit eingeschlossen.

## 1. Vorbemerkungen

Das Projekt bietet zahlreiche Vorteile gegenüber herkömmlichem Unterricht:

- **Interdisziplinär:** Der Bau eines Pegelstandmessgerät verbindet zahlreiche Fächer miteinander. Vor allem Biologie, Physik, Erdkunde, Politik und Informatik spielen eine Rolle. Für den Bau des Messgerätes ist darüber hinaus Arbeitslehre von großer Bedeutung. Es werden durch dieses einzelne Projekt viele Aspekte in den Lehrplänen der unterschiedlichen Fächer abgedeckt. (vgl. Kap. 3 + 4)
- **MINT:** Die beteiligten Fächer ermöglichen auch die Förderung eines naturwissenschaftlichen und technischen Verständnisses bei den Schülern.
- **Verbindung Schule und Hochschule:** Das Projekt wird in Kooperation mit dem Umweltcampus Birkenfeld durchgeführt. Somit wird hier schon frühzeitig eine Verbindung zwischen Schule und Hochschule hergestellt. Den Schülern wird dadurch ein Einblick in die Abläufe in der Forschung ermöglicht. Es bietet sich für die Schüler auch die Möglichkeit erste Kontakte für ihre schulische und berufliche Zukunft zu knüpfen.
- **Verbindung Schule und gemeinnützige Organisationen:** Durch das Projekt können die Schüler Einblick in die Tätigkeiten vieler gemeinnütziger Organisationen, wie beispielsweise der freiwilligen Feuerwehr, des Technischen Hilfswerks (THW) und des Deutschen Roten Kreuzes (DRK) erhalten. Sie können dadurch auch ein Bewusstsein dafür entwickeln, welche herausragende Bedeutung diese Organisationen für unser Leben, vor allem in Notsituationen, haben und dass diese Organisationen auf die Mithilfe und Unterstützung zahlreicher Helfer angewiesen sind. So lässt sich durch eine Kooperation bei den Schülern eventuell das Interesse an einem zukünftigen sozialen Engagement wecken.
- **Verbindung Schule und Gemeinde:** Jeder Schüler lebt in einer Gemeinde, die u.a. für den Schutz ihrer Gemeindemitglieder verantwortlich ist. Durch das Projekt bietet sich die Möglichkeit Einblicke in die Aufgaben und Tätigkeiten einer Gemeinde zu erhalten. Umgekehrt ist die Gemeinde aber auch auf die Unterstützung

und Mitarbeit ihrer Mitglieder angewiesen. Die Schüler könne hier erste Schritte auf dem Weg zur dauerhaften (politischen) Partizipation gehen.

- **Schülernähe, Gesellschaftsrelevanz und Zukunftsrelevanz:** Die Veränderung unseres Klimas und die damit einhergehenden im häufiger auftretenden Wetterextreme, wie beispielsweise Starkregenfälle, sowie die damit verbunden Folgen sind für alle Menschen aktuell immer wieder direkt sichtbar. Einige Schüler waren in ihrem Alltag schon mindestens einmal mit den Folgen solcher Wetterextreme (z.B. Hochwasser) mehr oder weniger direkt konfrontiert. Diese Fälle werden in Zukunft vermutlich weiter zunehmen. Die Entwicklung und der Einsatz von Schutzmaßnahmen werden somit auch immer wichtiger. Durch den Bau eines Pegelstandmessgerätes können die Schüler vor Ort aktiv zu einer Identifikation von besonders gefährdeten Regionen und zu einer Prävention von Hochwasserschäden beitragen.
- **Deutlich sichtbarer Nutzen des Gerätes:** vgl. nächstes Kapitel

## 2. Notwendigkeit/Bedeutung eines Pegelstandmessgerätes

Das Thema Hochwasser bzw. Hochwasserschutz wird zunehmend wichtiger. Wie die Wetter- und Klimabeobachtungen der vergangenen Jahre zeigen, befindet sich unser Klima im Wandel. Es kommt immer häufiger zu Wetterextremen wie beispielsweise Stürmen in Verbindung mit Starkregenfällen. Durch immer längere Hitzeperioden trocknen unsere Böden auch immer weiter aus. Darüber hinaus werden die Böden durch die Tätigkeiten des Menschen auch immer mehr verdichtet und versiegelt. Dadurch sind sie kaum oder gar nicht mehr in der Lage große Wassermengen, die in kurzen Zeiträumen anfallen, aufzunehmen. Auch von Kanalisationen und Fließgewässern können die Wassermassen nur bedingt bewältigt werden.

Es kommt somit auch immer häufiger zu Überflutungen.

Die Folgen solcher Überflutungen für Menschen durch Wasserschäden bzw. durch den im Wasser transportierten Schlamm, Geröll, Hölzern, Abfall und Trümmer sind sehr zahlreich. Im Folgenden werden daher nur einige davon aufgezählt:

- Personenschäden

- Schäden an Straßen:
  - im besten Fall nur kurzfristig nicht mehr passierbar
  - Schäden durch Wasser → Auswaschungen, Vergrößerung von Schlaglöchern, Unterspülungen, Wegbrechen ganzer Straßenabschnitte, Brückenschäden bis hin zu Einstürzen, ...
  - Schäden durch Ablagerungen, die nach dem Rückgang des Hochwassers zurückbleiben (viele Ablagerungen können nach dem Trocknen nur noch sehr schwer entfernt werden)
- weitere Schäden an der Infrastruktur (Wasserversorgung, Kanalisation, Stromleitungen, Gasleitungen, Telekommunikationssystemen, ...)
- Schäden an Häusern → Zerstörung der Einrichtung, Schädigung der Bausubstanz, ...
- Ernteauffälle

Um in Zukunft möglichst viele hochwasserbedingte Schäden zu vermeiden sind nun mehrere Schritte notwendig.

Zunächst müssen besonders gefährdete Orte (heute und in Zukunft) identifiziert werden. Dies ermöglicht es vor Ort passende/geeignete/ wirksame Maßnahmen zum Hochwasserschutz sowohl durch die Gemeinde (z.B. Bau von Dämmen und Deichen, Bau von Entwässerungsgräben, Ausbau der Kanalisation, Anschaffung von Sandsäcken, ...) als auch durch Privatpersonen (siehe Gemeindemaßnahmen, Abschließen geeigneter Versicherungen, ...) zu entwickeln und umzusetzen. So können die Kosten für Aufräumarbeiten und Sanierungen erheblich reduziert werden und Personenschäden hoffentlich ganz vermieden werden.

In diesem Rahmen ist es auch wichtig ein Frühwarnsystem aufzubauen, damit im Bedarfsfall rechtzeitig alle nötigen Vorsorgemaßnahmen ergriffen werden können. Sowohl für die Identifikation von besonders gefährdeten Orten als auch für den Aufbau eines Frühwarnsystems spielen nun Pegelstandmessgeräte bzw. Hochwassersensoren eine entscheidende Rolle. Durch sie kann man zum einen herausfinden welche Fließgewässer die vor allen nach (starken) Regenfällen anfallende Wassermassen aufnehmen und wie schnell diese an ihre Belastungsgrenzen stoßen. Es lässt sich die durchschnittliche Höhe von Hochwassern/Überflutungen ermitteln, was insbesondere für die Planung der Größe/Höhe der Schutzmaßnahmen (z.B. Dämme) wichtig ist. Zum anderen kann man anhand der kontinuierlichen Pegelstandmessung nicht nur erkennen, ob ein Ort von häufigen Überflutungen betroffen ist, sondern auch

wann eine Überflutung kurz bevorsteht und anhand der Geschwindigkeit, mit der der Wasserstand steigt, auch in welchem Zeitraum vermutlich mit einer Überflutung zu rechnen ist. (vgl. Frühwarn-System)

Nähere Informationen zum Projekt finden sich auf der Homepage der IoT-Werkstatt des Umweltcampus Birkenfeld: <https://www.umwelt-campus.de/iot-werkstatt/tutorials/klimafolgen-pegelstaende-an-baechen-selber-messen>

### 3. Möglichkeiten der Umsetzung des Projektes im Unterricht

Die Zuordnung des Projektes zu einem einzelnen speziellen Fach gestaltet sich als sehr schwierig und auch nur bedingt sinnvoll. Die einzelnen Aspekte des Themas betreffen sehr viele verschiedenen Fächer. Ein fächerübergreifender Unterricht ist zur Ausschöpfung des Potenzials des Projekts daher dringend anzuraten, wenn nicht sogar erforderlich.

Der tatsächliche Bau des Messgerätes könnte im Rahmen des Arbeitslehre-Unterrichts erfolgen. Dieser bietet die Möglichkeit das vielfältige Potenzial des Projektes am besten zu integrieren und zu nutzen, da in diesem Fach sowieso zahlreiche Berührungspunkte zu anderen Fächern bestehen. Hier ist auch am ehesten eine arbeitsteilige Herangehensweise möglich, durch die die unterschiedlichen Interessen und Stärken der Schüler bei der Durchführung des Projektes berücksichtigt und bestmöglich genutzt werden können.

In den verschiedenen betroffenen Fächern bieten sich folgende Unterrichtsinhalte an:

#### **Biologie:**

- Ökosysteme
- Einfluss des Menschen auf Ökosysteme
- Klimawandel (natürlich + anthropogen)
- Umweltschutz
- Nachhaltigkeit
- Leben in und mit der Natur
- Nutzung von Gewässern durch den Menschen (z.B. Transport, Landwirtschaft, Stromversorgung, ...)
- Fließgewässerexkursion
- ...

### **Physik:**

- Funktionsweise Sensoren
- ...

### **Erdkunde:**

- Wetter und Klima, Klimadiagramme
- Klimawandel (natürlich + anthropogen)
- Städteplanung (mit Schwerpunkt Hochwasserschutz)
- Nutzung von Gewässern durch den Menschen (z.B. Transport, Landwirtschaft, Stromversorgung, ...)
- „Nutzen“ von Hochwassern/Überflutungen → Hochwasser müssen nicht immer etwas Schlimmes sein (vgl. z.B. Nilhochwasser im Altertum und der heutige Assuan-Staudamm)
- ...

### **Politik:**

- Aufgaben und Tätigkeiten einer Gemeinde
- politische Partizipation/Teilhabe
- Entscheidungsfindung auf kommunaler Ebene
- Städteplanung (mit Schwerpunkt Hochwasserschutz)
- Bedeutung von Nichtregierungsorganisationen bzw. soziale/gemeinnützige Organisationen
- ...

### **Informatik:**

- Aufbau und Funktionsweise von Informatiksystemen (Hardware und Software)
- Programmieren

### **Beruf und Wirtschaft (BW):**

- Arbeitsteilung
- Berücksichtigung der Stärken und Interessen der Schüler
- Berufsorientierung
- Nachhaltigkeit
- ...

Die Umsetzung des Projektes ist in verschiedenen Klassenstufen mit unterschiedlichen Schwerpunkten möglich. Folgende Aspekte könnten beispielsweise in den einzelnen Klassenstufen in den Fokus genommen werden, bzw. sind in den jeweiligen Stufen dazu weniger geeignet:

- **Klassenstufe 5/6:**

- hier liegt der Schwerpunkt vor allem auf der Sensibilisierung der Schüler für das Thema Hochwasser und Hochwasserschutz, somit rücken die Fächer NW (Biologie, Chemie, Physik) und GW (Erdkunde, Politik, Geschichte) in den Vordergrund
- ebenfalls sollte das Kennenlernen der verschiedenen sozialen/gemeinnützigen Organisationen eine besondere Rolle spielen
- der Zusammenbau der Messgeräte kann sehr gut von den Schülern geleistet werden, da nur grundlegende und einfache handwerkliche Kenntnisse dazu erforderlich sind
- die Programmierung des Pegelstandmessgerätes ist hier aufgrund seiner Komplexität und den daraus resultierenden Verständnisschwierigkeiten der Schüler von untergeordneter Bedeutung
- auch die Rolle der Fachhochschule und damit verbunden der Forschung tritt, aufgrund der zeitlichen Ferne des Abiturs und eines eventuellen Studiums für die Schüler, in den Hintergrund

- **Klassenstufe 7/8:**

- auch hier sollte der Fokus zunächst auf der Sensibilisierung der Schüler für das Thema Hochwasser und Hochwasserschutz und dem Kennenlernen der verschiedenen Organisationen liegen
- ein Schwerpunkt auf der handwerklichen Tätigkeit ist aufgrund der vergleichsweise geringen eigenständigen handwerklichen Arbeit und des relativ einfachen Niveaus nicht zu empfehlen
- ein Schwerpunkt bei der Programmierung der technischen Komponenten ist aufgrund der Komplexität des Themas ebenfalls nur bedingt möglich
- hier bietet es sich besonders an möglichst viele Aspekte des Projektes zu thematisieren, ohne dabei einzelne Aspekte komplett auszuklammern bzw.

zu detailliert zu betrachten —> hier ist es möglich ausgewogenes Gleichgewicht aller möglichen Schwerpunkte zu erreichen

- ***Klassenstufe 9/10:***

- die Anteile der Aspekte Energiegewinnung, Umweltschutz, Nachhaltigkeit, (politische) Partizipation, soziales Engagement in dementsprechenden Organisationen sollten hier einen deutlichen Anteil einnehmen, da einige Schüler bereits kurz vor dem Beginn eines eigenständigen, selbstverantwortlichen Lebens stehen, in dem diese Themen eine entscheidende Rolle spielen werden
- das eigenständige Programmieren der Pegelstandmessgeräte kann hier ausführlicher thematisiert werden
- die eigenständigen handwerklichen Tätigkeiten der Schüler rücken hier mehr und mehr in den Hintergrund

- ***Klassenstufe 11/12/13 - Oberstufe:***

- auch hier sollten die Anteile der Aspekte Energiegewinnung, Umweltschutz, Nachhaltigkeit, (politische) Partizipation, soziales Engagement in dementsprechenden Organisationen einen deutlichen Anteil einnehmen, da die Schüler unmittelbar vor dem Beginn eines eigenständigen, selbstverantwortlichen Lebens stehen
- die eigenständige handwerkliche Tätigkeit der Schüler ist hier nur noch Mittel zum Zweck
- die Programmierung der Pegelstandmessgeräte kann aufgrund der gestiegenen Kenntnisse der Schüler durch das Fach Informatik detaillierter thematisiert werden
- hier ist die Durchführung von Exkursionen in den Fächern Biologie (Fließgewässerexkursion) und Erdkunde möglich, die durch die Lehrpläne sowieso vorgeschrieben sind
- die Rolle der Hochschule und Forschung bei diesem Projekt sollte hier im Hinblick auf den zukünftigen Bildung- und Berufsweg der Schüler thematisiert werden

## 4. Angebotsplanung

Für die Durchführung des Projekts ist am ehesten eine Themenwoche geeignet. Es bietet die Möglichkeit der Kooperation mit zahlreichen außerschulischen Partnern. Diese Möglichkeiten sollten für den Erfolg des Projekts auch unbedingt genutzt werden. Der Besuch der verschiedenen Organisationen ist in den regulären Unterricht nur schwer zu integrieren, da pro Besuch in der Regel ein kompletter Schultag benötigt wird (Hin- und Rückfahrt mit Bus oder Bahn, Programm vor Ort). Der damit verbundenen Unterrichtsausfall in anderen Fächern kann durch den Nutzen des vorliegenden Projektes nicht gerechtfertigt werden.

Der Ablauf der Themenwoche ist variabel. Je nach Klassenstufe, Schwerpunktsetzung, Zeitrahmen, Terminverfügbarkeit, usw. ist ein anderer Zeitplan denkbar und auch sinnvoll. Der folgende Plan ist demnach ein Vorschlag (am ehesten für Klasse 7/8), der jederzeit individuell angepasst werden kann/sollte.

Bei der Planung bietet es sich auch an eine Umfrage unter den Schülern durchzuführen, welche Schüler selbst bzw. wessen Eltern, Verwandten oder Bekannten sich z.B. beim THW, der (freiwilligen) Feuerwehr, dem Deutschen Roten Kreuz, usw. engagieren. Gegebenenfalls kann man durch diese Personen einfacher Kontakt zu den jeweiligen Organisationen herstellen und somit auch einfacher ein Angebot für die Schüler organisieren.

<i>Tag</i>	<i>Inhalte</i>
<b>Tag 1</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➔ Einführung z.B. mit Bildern von Hochwassern und Hochwasserschäden (ggf. aus der Region oder zumindest aus Deutschland → Betroffenheit + Schülernähe + Relevanz)</li><li>➔ eigene Erfahrungen der Schüler mit Hochwasser (Beim Einstieg sollte aber darauf geachtet werden, dass bei den Schülern nicht ungewollt traumatische Erlebnisse erneut durchlebt werden.)</li><li>➔ mögliche Folgen von Hochwassern für den Menschen</li><li>➔ Entstehung Hochwasser + Einfluss des Menschen (z.B. menschenverursachter Klimawandel, Probleme beim Städtebau, ...)</li><li>➔ eigene Ideen der Schüler zum Hochwasserschutz</li><li>➔ ggf. Ergänzung der Schülerideen, insbesondere als Hinleitung zu den Pegelstandmessgeräten</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Vorstellung des Pegelstandmessgerätes</li> <li>➔ Sammlung von Ideen zu bzw. Entwicklung einer geeigneten Box für das Messgerät durch die Schüler</li> <li>➔ evtl. Bildung verschiedener Gruppen mit unterschiedlichen Schwerpunkten (Löten, Zusammenbau, Programmierung, ...)</li> </ul>
<b>Tag 2</b>	<p><u>Einteilung der Schüler in unterschiedliche Gruppen anhand ihrer Stärken und Interessen und Bau der Pegelstandmessgeräte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gruppe 1:</b> Zusammenbau der technischen Komponenten</li> <li>• <b>Gruppe 2:</b> Programmierung</li> <li>• <b>Gruppe 3:</b> Zusammenbau aller Komponenten</li> <li>• <b>Gruppe 4:</b> Dokumentation des Projekts</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ <b>Gruppe 1:</b> „Studium“ der Bauanleitungen, Lötarbeiten, Vorbereitung der einzelnen Komponenten der Box, Erstellung einer eigenen Bauanleitung</li> <li>➔ <b>Gruppe 2:</b> „Studium“ der Programmieranleitungen, Download aller benötigten Dateien, Programmierung der technischen Komponenten nach den Lötarbeiten der Gruppe 1, Erstellung einer eigenen Bauanleitung</li> <li>➔ <b>Gruppe 3:</b> Erstellung einer eigenen Bauanleitung für den Einbau der technischen Komponenten in die Box in Zusammenarbeit mit Gruppe 1</li> <li>➔ <b>Gruppe 4:</b> Auswahl geeigneter Dokumentations- und Präsentationstechniken, geplante Inhalte der Dokumentation (z.B. Fotodokumentation, Berichte über die einzelnen Gruppen und ihre Tätigkeiten, Erstellung von eigenen schülernahen Anleitungen/Erklärvideos, ...)</li> </ul>
<b>Tag 3</b>	<p><u>Besuch Gemeinde, THW, freiwillige Feuerwehr oder Rotes Kreuz:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ am besten vor Ort, aber auch in der Schule möglich</li> <li>➔ evtl. Kooperation der verschiedenen Institutionen</li> <li>➔ evtl. in Form von Workshops</li> </ul> <p><b>mögliche Themen bei Besuchen des THW, der (freiwilligen) Feuerwehr oder des Rotes Kreuzes:</b></p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Präsentation der Aufgabenbereiche insbesondere Beitrag zum Hochwasserschutz bzw. Aufgaben während und nach Hochwassern</li> <li>➔ Vorstellung der Ausrüstung</li> <li>➔ Vorstellung der „Ausbildung“</li> <li>➔ ...</li> </ul> <p><b>mögliche Themen beim Besuch der Gemeinde:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Aufgaben und Tätigkeiten einer Gemeinde, insbesondere im Bezug auf Hochwasserschutz bzw. Aufgaben während und nach Hochwassern</li> <li>➔ Bebauungsplan bzw. Grundlagen der Städteplanung, insbesondere im Hinblick Hochwasserschutz</li> <li>➔ Nutzung von Gewässern vor Ort (z.B. zur Energiegewinnung, ...)</li> <li>➔ Möglichkeiten zur (politischen) Partizipation durch Schüler und Erwachsene</li> <li>➔ Entscheidungsfindung auf kommunaler Ebene</li> <li>➔ Vorstellung der „Ausbildungen“, die für die Arbeit in der Gemeinde nötig sind</li> <li>➔ ...</li> </ul>
<b>Tag 4</b>	vgl. Tag 3
<b>Tag 5</b>	<p><u>Präsentation der Ergebnisse durch die Schüler unter Berücksichtigung des geltenden Musterhygieneplans des Ministeriums in der Schule:</u></p> <p>Mögliche „Gäste“:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schulleitung</li> <li>• Vertreter des Umwelt-Campus</li> <li>• Vertreter der Wirtschaftsförderung</li> <li>• Mitschüler</li> <li>• Eltern</li> <li>• Vertreter der Gemeinde</li> <li>• Vertreter der beteiligten Organisationen (freiwillige Feuerwehr, THW, Rotes Kreuz)</li> </ul>

	<p>Das Anbringung der Sensoren kann zu einem späteren Zeitpunkt durch Experten erfolgen, wenn möglich aber in Anwesenheit der Schüler</p> <p>→ Wertschätzung der Schülerarbeit</p>
<p><b>Tag 5</b> <b>oder</b> <b>Nachbesprechung</b> <b>der Themenwoche</b></p>	<p>→ Bewertung der Messgeräte bzw. der Dokumentation gemeinsam mit den Schülern anhand der bekannten Bewertungskriterien</p> <p>→ Reflexion der eigenen Leistung durch die Schüler</p> <p>→ Evaluation des Angebotes durch die Schüler (vgl. Evaluationsbogen)</p> <p>→ ggf. Vorstellung möglicher weiterer Berufsbilder, die mit dem Projekt in Verbindung stehen</p> <p>→ Thematisierung weiterer Aspekte, die im Zusammenhang mit dem Projekt stehen (vgl. Kap. 3) und die Schüler besonders interessieren</p>

## 5. Benötigte Materialien/Werkzeuge

Für die Box, in der die technischen Komponenten des Pegelstandmessgerätes verbaut werden, ist grundsätzlich die Verwendung unterschiedlicher Materialien denkbar.

### Variante 1: Holz

- „billig“ (auch wenn die Holzpreise zurzeit deutlich zunehmen)
- viel eigene handwerklich Arbeit der Schüler möglich
- Probleme bei der Haltbarkeit → muss vor einer hohen Luftfeuchtigkeit bzw. Nässe geschützt werden (Farbe, Lack)
- sehr große Probleme bei der Dichtigkeit → für zuverlässige, langfristige Messungen müssen die Komponenten zwingend vor Feuchtigkeit geschützt werden, dies ist mit Material Holz nur sehr schwer leistbar

### Variante 2: Metall

- viel eigene handwerkliche Arbeit der Schüler nötig
- teuer, da aufgrund der hohen Luftfeuchtigkeit bzw. Nässe rostfreier Edelstahl verwendet werden muss/sollte

- teuer, aufgrund der zu Edelstahlverarbeitung benötigten hochwertigen/speziellen Werkzeuge
- schwierige Verarbeitung von Edelstahl
- Gefahr der Überhitzung der Sensortechnik in der Box bei direkter Sonneneinstrahlung

### **Variante 3: Kunststoff bzw. Plexiglas**

- einfach, kaum eigene handwerkliche Leistung
- bei fertigen Kunststoffboxen schneller Umbau bzw. schnelle Verarbeitung
- allerdings, hohe Genauigkeit/Sorgfalt bei der Verklebung der einzelnen Komponenten nötig aufgrund der benötigten Dichtigkeit der Box
- wasserfest
- je nach Kunststoffart Probleme bei der Haltbarkeit bei direkter Sonneneinstrahlung → Plexiglas besonders geeignet
- anschließende unauffällige Lackierung zur „Tarnung“ nötig

Aufgrund der hohen Materialkosten, der teuren benötigten Werkzeuge, die nicht in jeder Schule vorhanden sind und der relativ schwierigen/langwierigen Verarbeitung, bietet sich die Verwendung von Metall am wenigsten an. Dies kommt eher für ein Projekt über einen längeren Zeitraum in Frage.

Holz bietet zwar zahlreiche Vorteile, aufgrund der großen Probleme bei der Dichtigkeit ist es dennoch zum Bau der Pegelstandmessgeräte ungeeignet.

Um eine tatsächliche Einsatzfähigkeit der Messgeräte zu gewährleisten sollte auch im Hinblick auf die Kosten Kunststoff bzw. Plexiglas für die Box gewählt werden.

### ***Werkzeuge:***

- Maßstab
- Winkel
- Schraubendreher bzw. Akku-Schrauber
- Bohrer
- Feilen
- LötKolben + Lötstationen
- „Dritte Hand“ bzw. Platinen-Assistent
- Lötmatten

- Abisolierzange
- Seitenschneider

***Verbrauchsmaterial:***

- Lötzinn
- Schrauben
- Schleifpapier
- Plexiglas
- Plexiglaskleber
- Druckausgleichsschraube mit passender Mutter

***Technische Komponenten:***

- *Energieversorgung:*
  1. Energieregler
  2. Solarpanel
  3. Gleichstromadapter
  4. 2-Pin-Kabel
  5. Thermistor
  6. Lithium Polymer Akku
- *LoRaWAN:*
  7. SMA Connector
  8. SMA Antenne
  9. FeatherWing
- *Sensor:*
  10. Ultraschallsensor
- *Sonstiges:*
  11. Octopus Board
  12. Stiftleiste

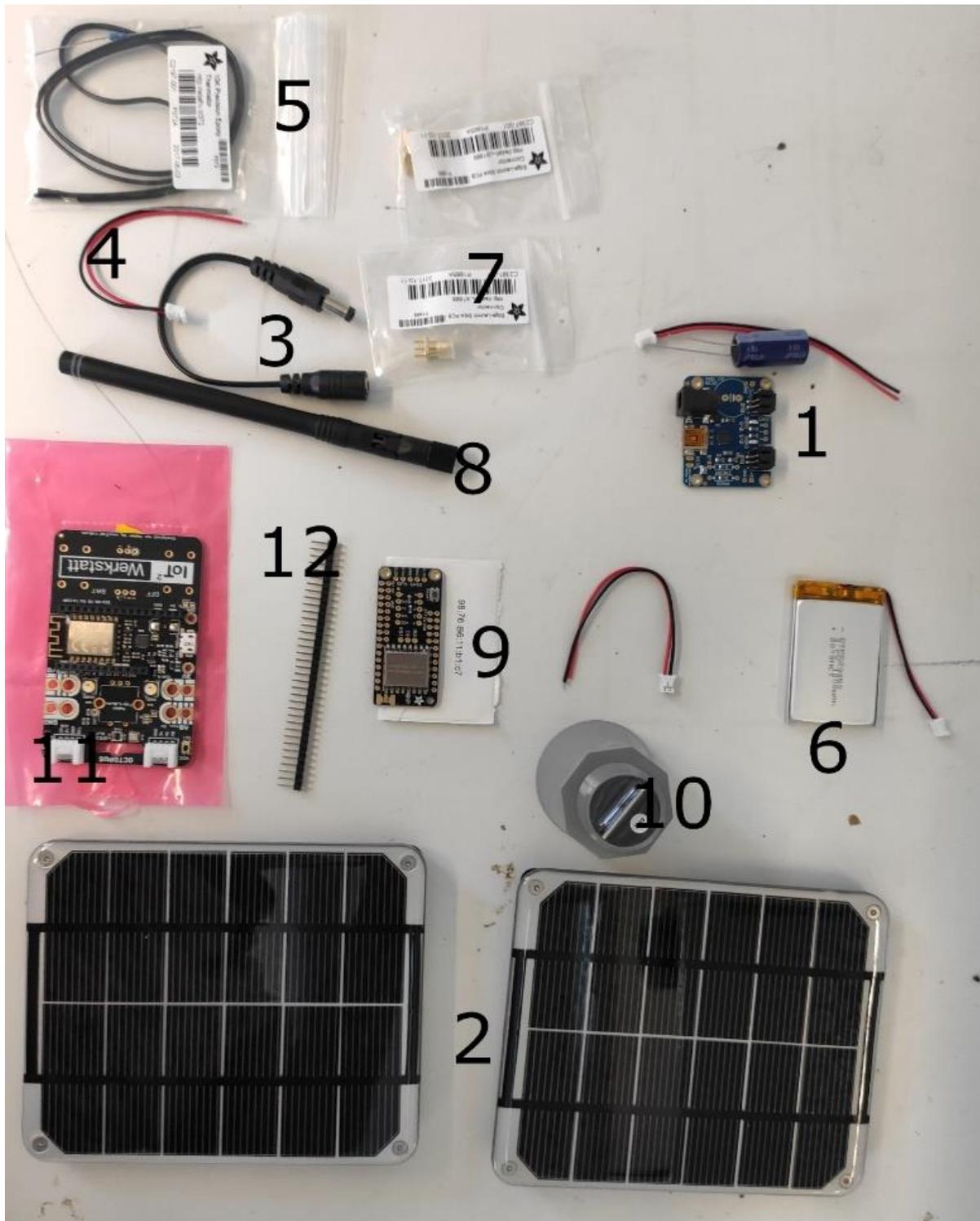
***Software:***

- Silikon Labs - USB-Treiber
- Arduino

Die benötigte Software zur Programmierung der technischen Komponenten wird vom Umwelt-Campus Birkenfeld zur Verfügung gestellt.

(<https://seafile.rlp.net/f/bb6bdbfe28034cd4861a/> und <https://www.silabs.com/products/development-tools/software/usb-to-uart-bridge-vcp-drivers/>)

Alle technischen Komponenten auf einen Blick (Zahlen entsprechen der vorangehenden Auflistung):



## 6. Sonstige Voraussetzungen

### **Ausstattung der Schule:**

- Werkraum (mit oben genanntem Werkzeug und Verbrauchsmaterial)
- Computer, Laptop oder Tablets mit USB-Anschluss zur Programmierung der Komponenten
- Internetverbindung zum Download der benötigten Programme und Anleitungen

### **Lernvoraussetzungen der Schüler:**

- Kenntnis der Sicherheitsvorschriften im Werkraum
- Kenntnis der gängigen Werkzeuge → vgl. Liste der benötigten Werkzeuge oben
- Kenntnis der selbstständigen Handhabung der gängigen Werkzeuge
- Kenntnisse im selbstständigen Löten
- Grundkenntnisse im Programmieren (z.B. Scratch, Kara, Calliope, ...)
- Kenntnisse in der Dokumentation (Verfassen von Berichten, Erstellen von Präsentationen, digitalen Tagebüchern, u.ä.)

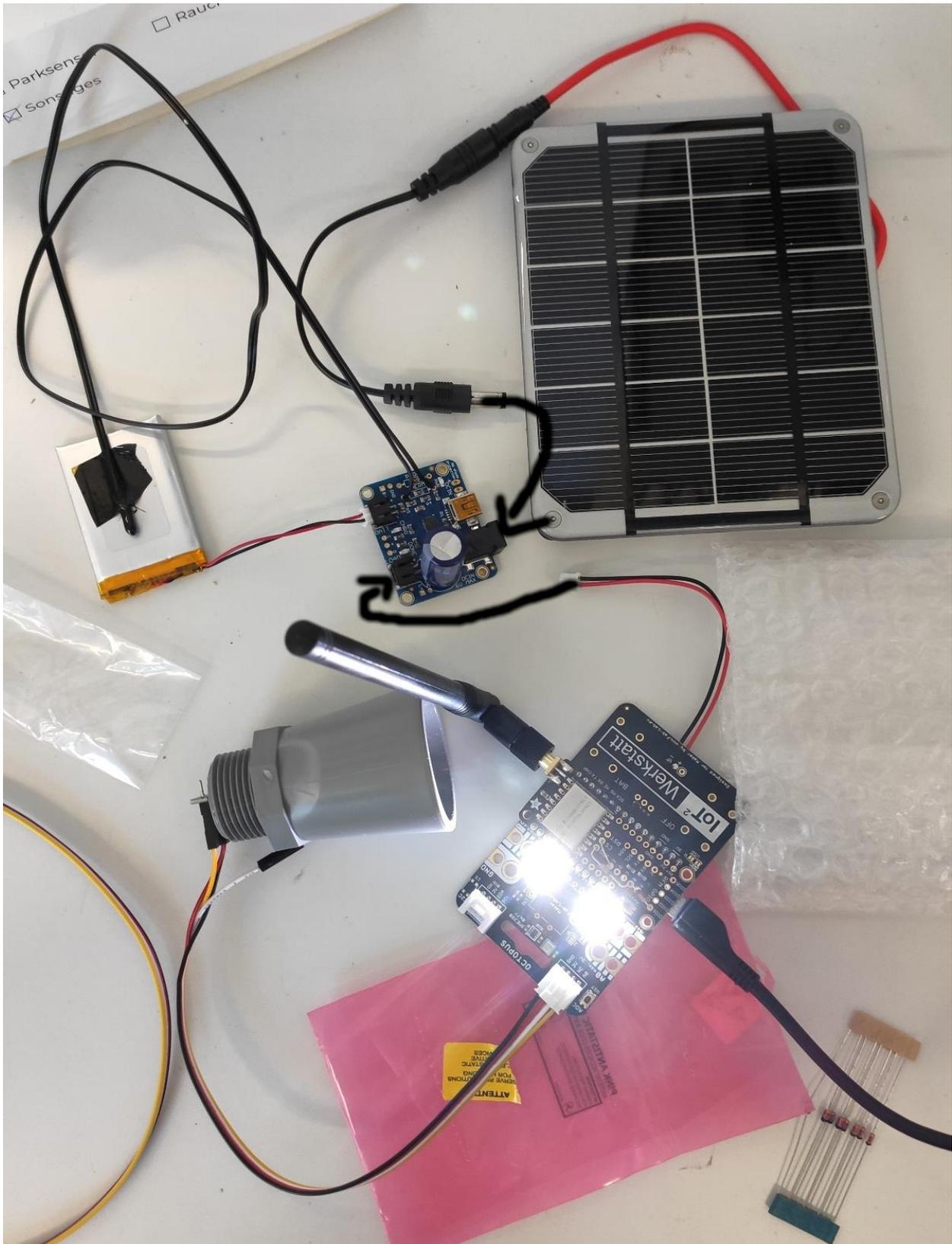
## 7. Bauanleitungen und Erläuterung der Funktionsweise

Die Anleitungen zum Zusammenbau und zur Programmierung der technischen Komponenten sowie die Erläuterungen zur Funktionsweise des Pegelstandmessgerätes stammen von Fabian Krass und der IoT-Werkstatt des Umwelt-Campus Birkenfeld.

### **benötigte Hardware (Bauteile) + Software:**

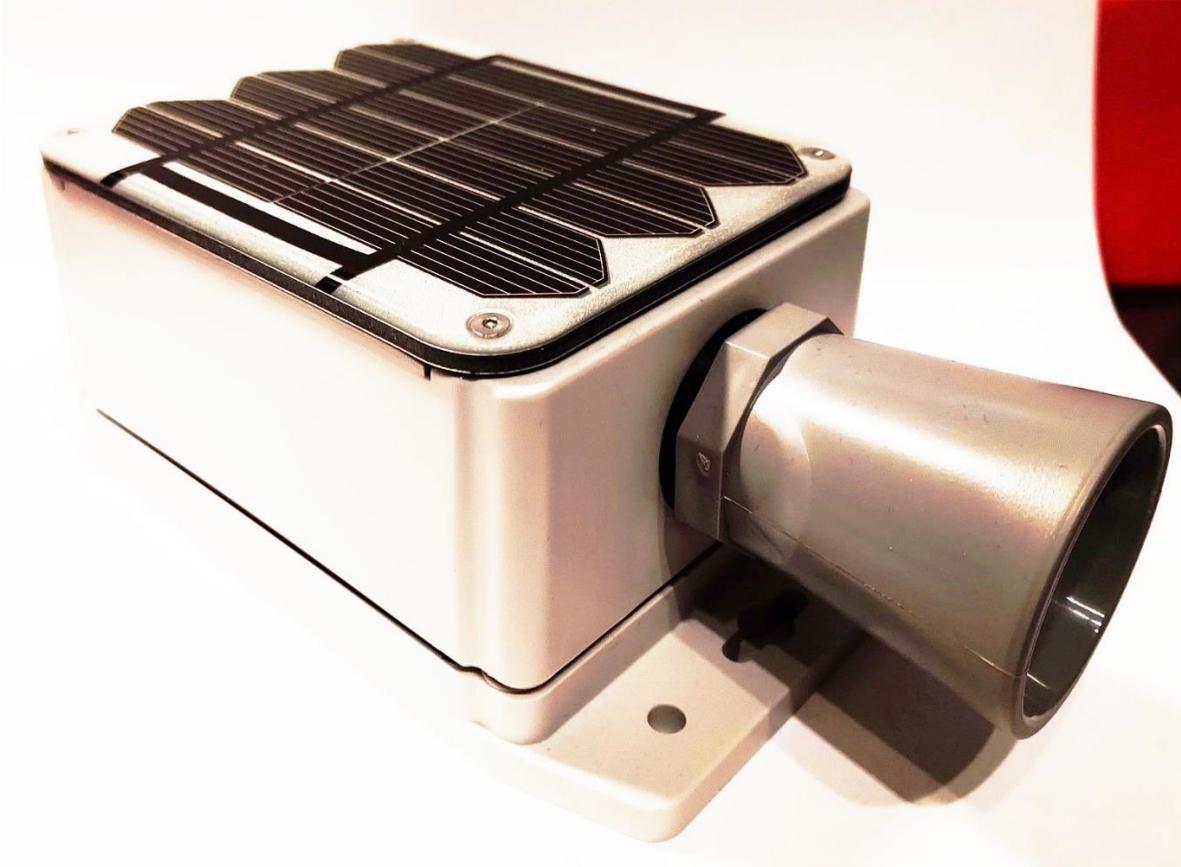
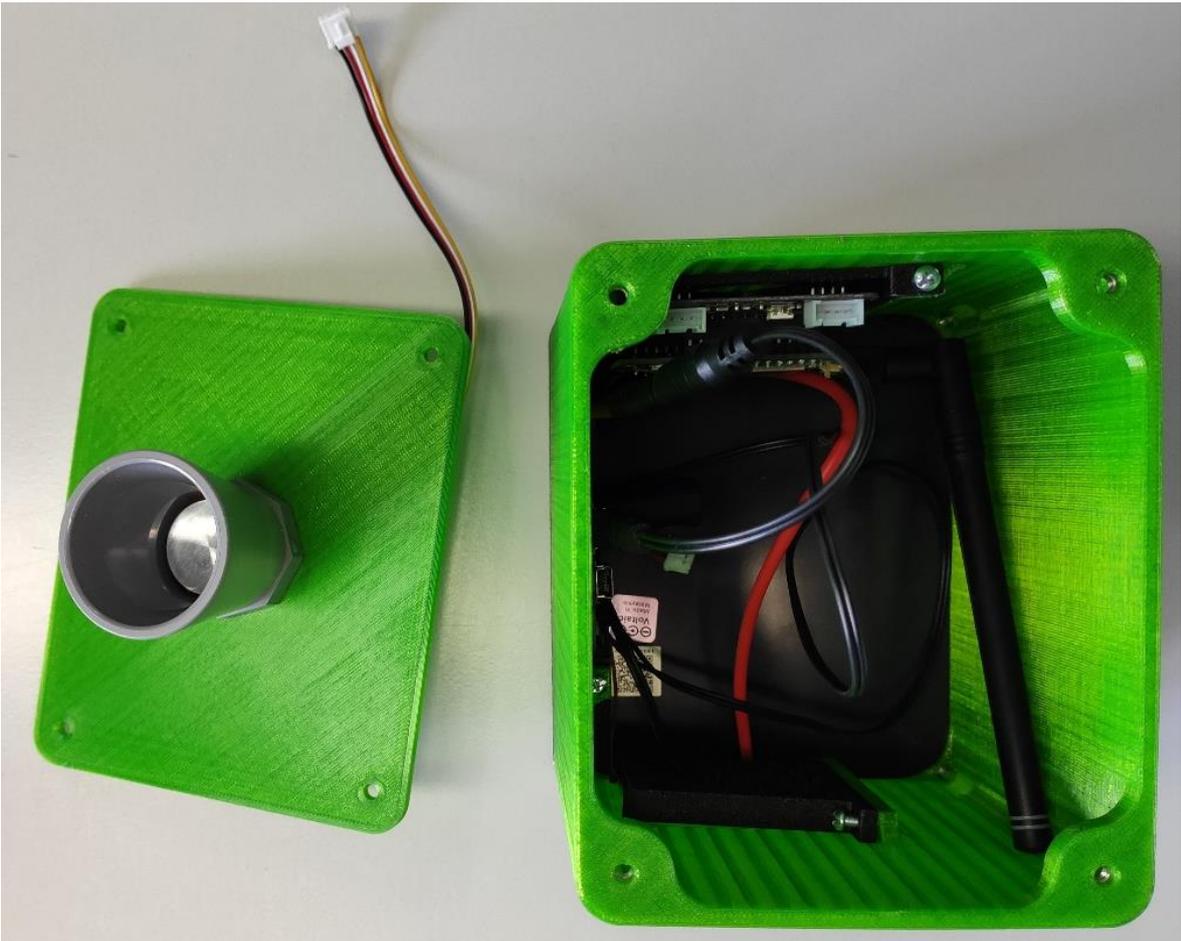
vgl. Kap.6

**Beispiel für ein zusammengebautes Pegelstandmessgerät:**

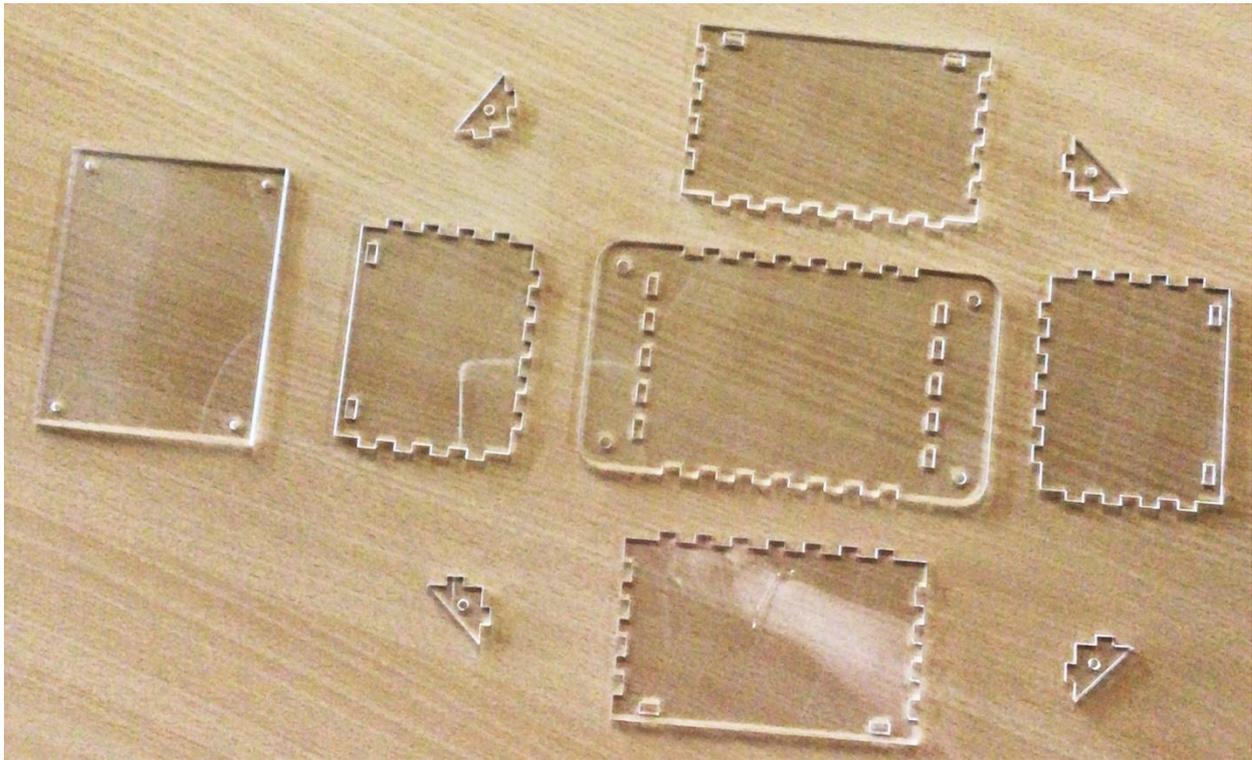


Hier wurde der Stromanschluss noch per miniUSB-Kabel (schwarzes Kabel unten rechts im Bild) gewährleistet. Im normalen Betrieb würden die Kabel (mit schwarzem Pfeil gekennzeichnet) eingesteckt werden.

In einer fertigen Box verbaut sieht es dann beispielsweise so aus:

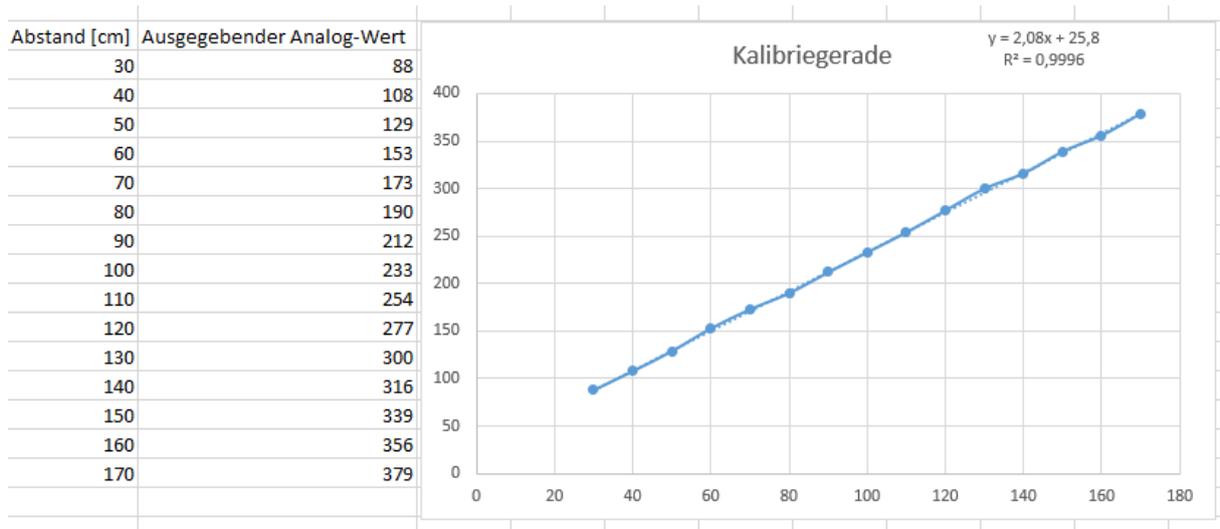


Durch die IoT-Werkstatt des Umweltcampus Birkenfeld kann in Zukunft auch folgender Bausatz für eine Box aus Plexiglas bezogen werden:



***Funktionsprinzip:***

Solarpanel, Batterie und Regelungstechnik sorgen für die Stromversorgung. Der Ultraschallsensor sendet kurze gerichtete Schallwellenimpulse (42kHz) aus, diese reflektieren von Oberflächen und werden wieder aufgenommen. Die Zeitspanne zwischen Abgeben des Impulses und Wahrnehmen des Echos ergibt geteilt durch die Geschwindigkeit den Abstand zum Objekt. Der verwendete Sensor hat auch ein Temperaturmesser eingebaut durch den Störfaktoren, wie schwankende Temperaturen, in Echtzeit ausgeglichen werden können. Der Sensor gibt nach Messungen einen analogen Wert weiter der zuerst keine Aussagekraft hat. Er muss konvertiert werden. Dafür wurde der Sensor auf verschiedenen Abständen gegenüber einer Wand platziert und der ausgegebene Wert abgelesen. Daraus wurde eine Kalibriergerade erstellt und die Formel zur Umrechnung des interpretierbaren Ergebnisses ermittelt. Die Formel wird anschließend im Software-Teil verwendet.



Der ermittelte Wert wird per LoRaWAN übermittelt, das installierte FeatherShield ist dabei der Sender.

LoRaWAN steht für Long Range Wide Area Network, hierbei werden die zu übermittelnden Daten sehr langsam übertragen dafür ist die Reichweite aber sehr hoch. Da der Sensor nur sehr geringe Datenmengen überliefern muss, ist das eine sehr gute Option.

Der FeatherWing an unserer Box braucht aber natürlich auch einen Empfänger, hierfür werden sogenannte Gates benutzt. Die Gates bilden den Übergang zwischen unseren Boxen und dem Internet. Ein Gate deckt einen Bereich von 2-40km ab (abhängig von Höhenlage als auch Faktoren wie der umliegenden Topographie oder der Bebauung).

### **Software:**

#### *Arduino-Programm:*

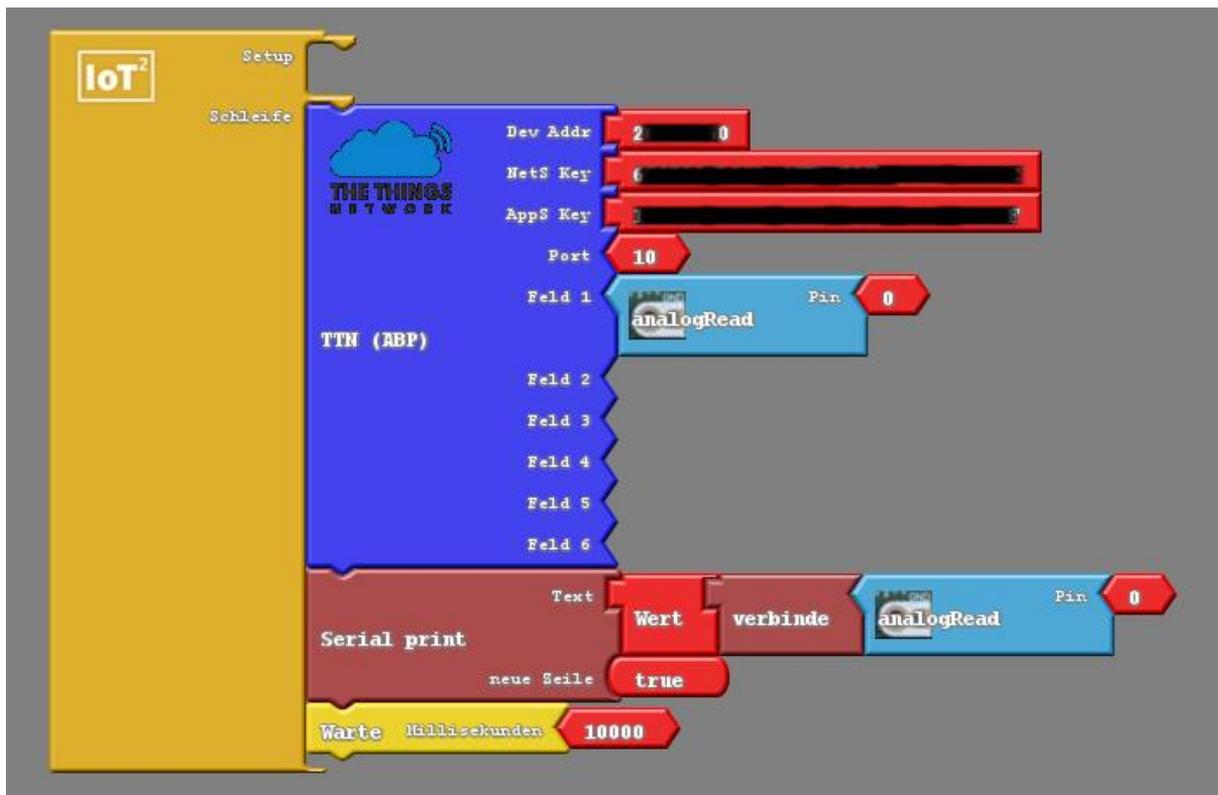
Die Software zum Auslesen und Übermitteln der Sensor-Daten ist recht kurz.

Der dunkelblaue Teil mit Keys und Adressen ist nötig damit der FeatherWing weiß wohin er die Daten schicken muss und das Gate erkannt wird.

AnalogRead ist das Auslesen der Messwerte des Sensors

SerialPrint gibt das Messwterergebnis aus (abrufbar über MiniUSB Schnittstelle) und ist theoretisch obsolet, sobald das Gerät installiert ist, ist aber notwendig zur Kalibrierung

Der Warte-Befehl gibt in Millisekunden den Zeitabstand zwischen 2 Messungen an



### TTN-Network:

Wurde der Abstand gemessen und als Analog-Wert an das Gate übertragen wird es von diesem über das Internet weitergeleitet.

Erste Station ist hier: <https://www.thethingsnetwork.org/>

Hier wird das Gate registriert. Kommt ein Messwert des registrierten Gates an wird dieses zuerst dekodiert. Dies ist notwendig, da das Signal als 24Bit Integer (Fest-komma) versendet wird. Durch den Decoder wird daraus wieder eine einfacher lesbare Fließkommazahl.

```

1 function Decoder(bytes, port) { // Decode an uplink message from a buffer (array) of bytes to an object of fields.
2   var decoded = {}; //
3   decoded.port = port;
4   decoded.field1 = 0;
5   if (port === 10) { // Port selection
6     decoded.field1 = (bytes[0] << 16 | bytes[1]<<8 | bytes[2] | (bytes[0] & 0x80 ? 0xFF<<24 : 0))/1000;
7   }
8   //return decoded;
9   return{
10    field1:decoded.field1
11  };
12 }

```

decoder has no changes

Als nächstes muss dieser Analog-Wert aber auch noch in eine interpretierbare Größe konvertiert werden. Das heißt in einen Abstand in Metern. Dafür wird auf derselben Plattform ein Konvertierer benutzt der die aus der Kalibriergerade herausgehenden Formel verwendet.

```
1 function Converter(decoded, port) {
2   // Merge, split or otherwise
3   // mutate decoded fields.
4   var converted = decoded;
5   converted.field1 = ((converted.field1-25,8)/2.08)/100
6
7   // if (port === 1 && (converted.Led === 0 || converted.Led === 1)) {
8   //   converted.Led = Boolean(converted.Led);
9   // }
10
11   return converted;
12 }
```

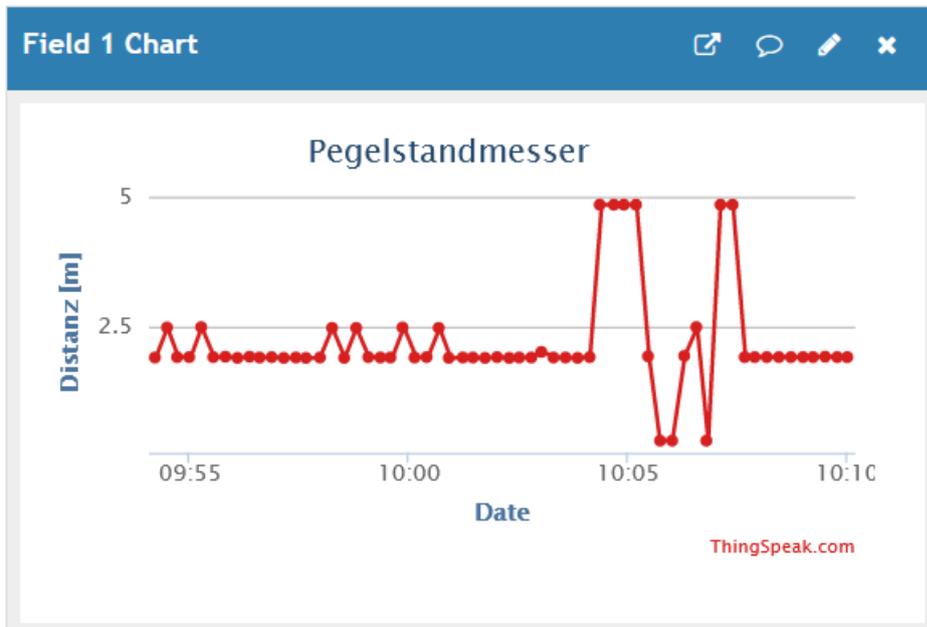
converter has unsaved changes [undo changes](#)

Ab hier können Messwerte für alle weiteren Applikationen weitergeleitet werden. Die Werte können gespeichert, visualisiert oder mit anderen Daten wie Wetterdaten kombiniert werden.

In der Kombination mit Wetter- und Topographiedaten könnten Modelle erstellt werden die sehr präzise Aussagen darüber zulassen wie viel Niederschlag an welchen Orten bei welchen Pegelständen der Flüsse zu welchen Auswirkungen führen. Darüber ließen sich auch Frühwarnsysteme einrichten, die vollautomatisch bei grenzwertigen Pegelständen beziehungsweise bei prognostiziert hohen Ständen Alarm auslösen und zum Beispiel, SMS, E-Mails o.ä. versenden.

*ThingSpeak:*

Die Visualisierung wurde hier beispielhaft gezeigt:



Erstellt durch die Plattform <https://thingspeak.com> und genau dies hier zu finden auf <https://thingspeak.com/channels/1288606> (Es handelt sich um Test-Daten innerhalb eines Gebäudes, keine Real-Daten)

## 8. Arbeitsaufträge für die Schüler

### **Gruppe 1: Zusammenbau der technischen Komponenten:**

#### **Arbeitsaufträge:**

1. **Baut** alle technischen Komponenten der Pegelstandmessgeräte gemäß der Anleitung von Fabian Krass bzw. des Umwelt-Campus zusammen.
2. **Bereitet** die Box für den Zusammenbau aller Komponenten durch die Gruppe 3 vor.
3. **Erstellt** eigene Bauanleitungen zum Zusammenbau der technischen Komponenten und der Vorbereitung der Box.
4. **Unterstützt** die „Gruppe 4: Dokumentation des Projekts“ bei ihrer Arbeit (z.B. durch Bilder, Berichte, Interviews, ...).

#### ***Bauanleitungen und Anleitungen zur Programmierung:***

vgl. Anleitung von Fabian Krass in Kap. 9

### **Gruppe 2: Programmierung:**

#### **Arbeitsaufträge:**

1. **Ladet** die benötigte Software herunter, **entpackt** die ZIP-Dateien und **installiert** die Programme bzw. Treiber.
2. **Programmiert** alle technischen Komponenten (gemäß der Anleitung von Fabian Krass bzw. des Umwelt-Campus).
3. **Erstellt** eine eigene Anleitung zum Zusammenbau und der Programmierung der technischen Komponenten.
4. **Unterstützt** die „Gruppe 4: Dokumentation des Projekts“ bei ihrer Arbeit (z.B. durch Bilder, Berichte, Interviews, ...).

#### ***Bauanleitungen und Anleitungen zur Programmierung:***

vgl. Anleitung von Fabian Krass in Kap. 9

#### **Software:**

- <https://seafire.rlp.net/f/bb6bdbfe28034cd4861a/>
- <https://www.silabs.com/products/development-tools/software/usb-to-uart-bridge-vcp-drivers/>

### ***Gruppe 3: Zusammenbau aller Komponenten:***

#### **Arbeitsaufträge:**

1. **Baut** alle Komponenten des Pegelstandmessgerätes zusammen.
2. **Überprüft** die Funktionsfähigkeit des Messgerätes.
3. **Übermittelt** eventuelle Änderungswünsche an "Gruppe 1: Zusammenbau aller technischen Komponenten".
4. **Übermittelt** eventuelle Änderungswünsche an "Gruppe 2: Programmierung der technischen Komponenten".
5. **Erstellt** eine eigene Anleitung zum Zusammenbau.
6. **Unterstützt** die „Gruppe 4: Dokumentation des Projekts“ bei ihrer Arbeit (z.B. durch Bilder, Berichte, Interviews, ...).

### ***Gruppe 4: Dokumentation des Projekts:***

#### **Arbeitsaufträge:**

1. **Dokumentiert** den Verlauf des gesamten Projekts. **Wählt** dazu geeignete Dokumentations- und Präsentationstechniken **aus**.  
  
(z. B. Fotodokumentationen, Bericht über die Bedeutung des Projekts/der Geräte, Berichte über die einzelnen Gruppen und ihre Aufgaben/Tätigkeiten, Bericht über den Besuch am Umwelt-Campus/durch den oder beim Schreiner, ...)
2. **Unterstützt** die einzelnen Gruppen bei der Erstellung von eigenen Bau- bzw. Programmieranleitungen. (z. B. Erstellung des Layouts der Anleitungen, Hilfe beim Erstellen von Erklärvideos, ...)

**Bereitet** eine Abschlusspräsentation für die Präsentation des Projekts vor Vertretern der Schulleitung, des Umwelt-Campus, der Wirtschaftsförderung, ggf. Mitschülern und ggf. Eltern vor. (z. B. PPP + Vortrag, Film, Kombination aus beidem, ...)

## 9. Mögliche Kriterien zur Benotung

### **Gruppe 1 - 3: Zusammenbau der technischen Komponenten + Programmierung + Zusammenbau aller Komponenten:**

- Auswahl geeigneter Werkzeuge (LötKolben, ...)
- Richtiger und sicherer Umgang mit dem ausgewählten Werkzeug
- Genauigkeit/Sorgfalt
- „Stabilität“ der Lötstellen
- Funktionalität/Zweckmäßigkeit
- Übersichtlichkeit (v.a. bzgl. der Kabel)
- Schwierigkeitsgrad (z.B. Werden alle Komponenten selbst programmiert, oder werden fertige Programme des Umwelt-Campus übernommen?; ...)
- ...

### **Gruppe 4: Dokumentation des Projekts**

- Auswahl geeigneter Dokumentations- und Präsentationstechniken
- Richtiger und sicherer Umgang mit den gewählten Dokumentations- und Präsentationstechniken
- Genauigkeit/Sorgfalt
- Ästhetik
- Nutzbarkeit der Dokumentation für den „Nachbau“
- Beachtung aller Urheberrechte, Angabe aller Quellen, richtige Zitation, ...
- Schwierigkeitsgrad (z.B. wurden aufwendige Animationen, usw. verwendet?; ...)
- ...

## 10. Evaluationsfragebogen

Name: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_

Name des Angebots: \_\_\_\_\_

Modulfarbe und Modul: \_\_\_\_\_

1. Was habe ich mir von dem Angebot erwartet?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Meine Erwartungen haben sich:

- in besonderem Maße erfüllt
- erfüllt
- teilweise erfüllt
- nicht erfüllt

Begründung: \_\_\_\_\_

3. Was ist mir gut gelungen?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Was ist mir weniger gut gelungen? Was würde ich in Zukunft besser machen?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Was habe ich neu gelernt?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. Welche Berufe passen zu diesem Angebot?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- Ich kann mir vorstellen in einem dieser Berufe zu arbeiten.
- Ich kann mir nicht vorstellen in einem dieser Berufe zu arbeiten.

7. Das Angebot war:

	<i>sehr</i>	<i>ziemlich</i>	<i>weniger</i>	<i>gar nicht</i>
<i>spannend</i>				
<i>interessant</i>				
<i>anstrengend</i>				
<i>herausfordernd</i>				
<i>wichtig für die Zukunft</i>				
<i>lehrreich</i>				

## 11. Quellen

- <https://www.umwelt-campus.de/iot-werkstatt/tutorials/klimafolgen-pegelstaende-an-baechen-selber-messen>
- <https://seafire.rlp.net/f/bb6bdbfe28034cd4861a/>
- <https://www.silabs.com/products/development-tools/software/usb-to-uart-bridge-vcp-drivers/>
- <https://www.umwelt-campus.de/iot-werkstatt/tutorials/mitmachklima-lorawan-als-offenes-netz-zur-daseinsvorsorge>
- <https://www.umwelt-campus.de/iot-werkstatt/tutorials/klimafolgen-pegelstaende-an-baechen-selber-messen>
- <https://www.umwelt-campus.de/iot-werkstatt/tutorials/internet-of-everything-oc-topus-trifft-ifttt-mqtt-und-alexa-im-smart-home>
- <https://www.thethingsnetwork.org/>
- <https://www.thethingsnetwork.org/docs/gateways/index.html>
- <https://thingspeak.com>
- <https://thingspeak.com/channels/1288606>
- <https://www.adafruit.com/product/3231>