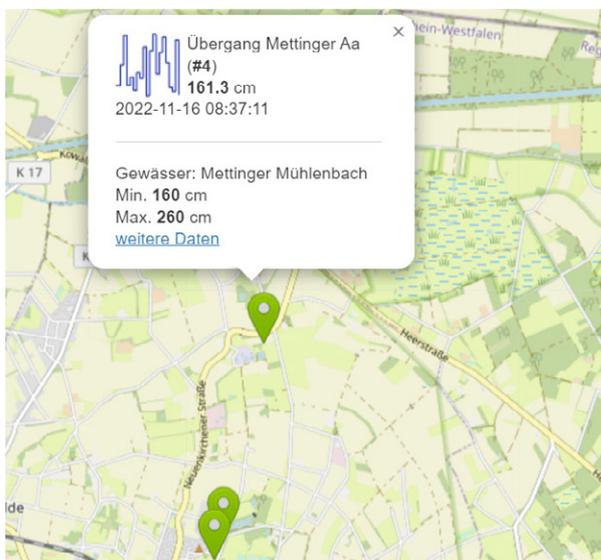


Pegelmesser

Wasserstände messen mit dem ELV-Modulsystem

Die Motivation und Idee zu diesem Leserwettbewerb, der sich mit der Messung von Pegelständen in Flussläufen beschäftigt, war die Flutkatastrophe im Ahrtal im Sommer 2021. Wasserstände spielen an vielen Stellen eine Rolle, ob in der Landwirtschaft, an Binnengewässern wie Flüssen und Seen oder bei den Gezeiten am Meer. Durch den Einsatz des ELV-Modulsystems in diesem Bereich könnte es möglich werden, nicht nur Pegelstände der größten Flüsse in Deutschland aufzuzeichnen, sondern durch die hohe Reichweite und Energiesparsamkeit von LoRaWAN® eine höhere Dichte an Messpunkten auch an kleineren Flüssen zu erreichen.



Leserwettbewerb



*siehe Seite 112

Lennart Kaiser

hat für seinen Beitrag zum Leserwettbewerb einen Gutscheincode* über 200,- Euro erhalten!

Wasser als Gefahrfaktor

Wasser ist die Grundlage allen Lebens auf der Erde. So wichtig aber der Rohstoff Wasser ist, so kann er auch zur Gefahr werden. Und zwar immer dann, wenn der Mensch in seinem Lebensraum durch zu viel Wasser bedroht wird. Die Messung der Pegelstände, vor allem wenn diese in einer hohen Dichte durchgeführt wird, und die entsprechende Auswertung können hier unter Umständen helfen diese Gefahren abzuwehren.

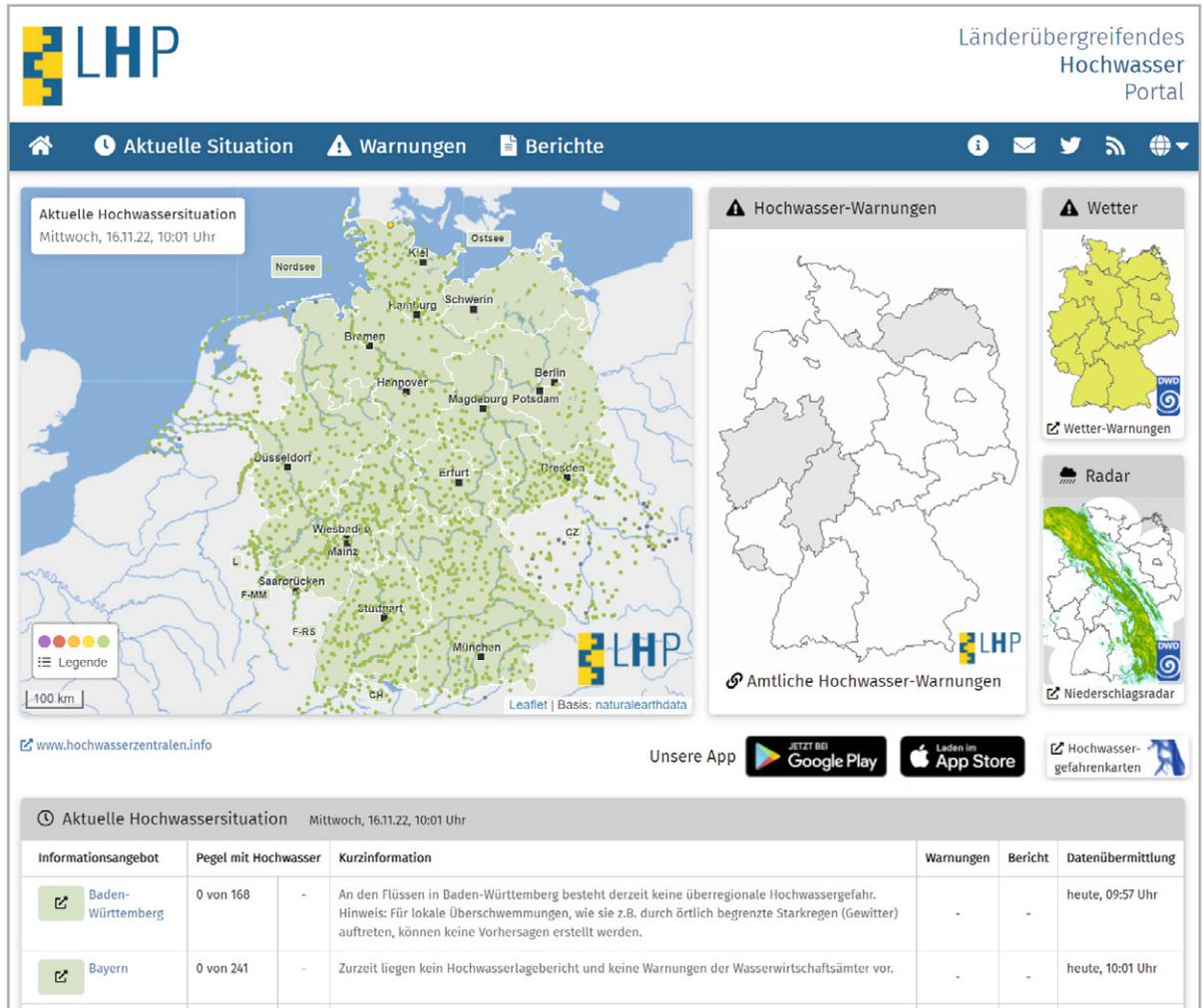


Bild 1: In Deutschland kann man die Pegelstände von größeren Flüssen im länderübergreifenden Hochwasserportal (LHP) nachschauen.

Bisher gab es allerdings kaum technologische Möglichkeiten, ohne hohen Aufwand oder Kosten über große Bereiche Daten mit vielen Sensoren zu erfassen. In Deutschland geschieht dies zwar in größeren Flüssen mit dem länderübergreifenden Hochwasserportal LHP (Bild 1, [1]), doch viele kleinere Flussläufe werden nicht erfasst. LoRaWAN® als Funk- und Netzwerktechnologie ändert diese Situation.

Time-of-Flight-Sensor VL53L0X ist per I²C an die ELV-LW-Base angebunden und misst die Entfernung zum Schwimmer (s. Mechanik/Erfassung der Pegelstände). Damit kann dann mithilfe der einmalig gemessenen Höhe des Sensors der Pegelstand ermittelt werden. Dieser Sensor wurde ausgewählt, weil er eine hohe Genauigkeit bietet (≈ 1 mm), energieeffizient und komplett abschaltbar ist.

Messaufbau Elektronik

Als Grundlage für die Einbindung in das LoRaWAN® dient die Experimentierplattform ELV-LW-Base (Bild 2, Mitte, [2]), die diese Funk- und Netzwerktechnologie bereitstellt und die Applikationsfirmware beinhaltet und somit den eigentlichen Knoten des Sensornetzwerkes darstellt.

Für die Sicherstellung einer unabhängigen Stromversorgung wird die ELV-LW-Base über das ELV-Buttoncell ELV-PM-BC (Bild 2, unten, [3]) mit Spannung versorgt. An das ELV-Buttoncell können verschiedene Energiespeicher angeschlossen werden, zum Beispiel drei Micro-Batterien in einem separaten Batteriehälter.

Als Distanzsensor und damit zur Ermittlung des Pegelstandes wird schließlich das ELV-Distance1 Applikationsmodul Abstandsüberwachung ELV-AM-DIS1 (Bild 2, oben, [4]) verwendet. Der verwendete

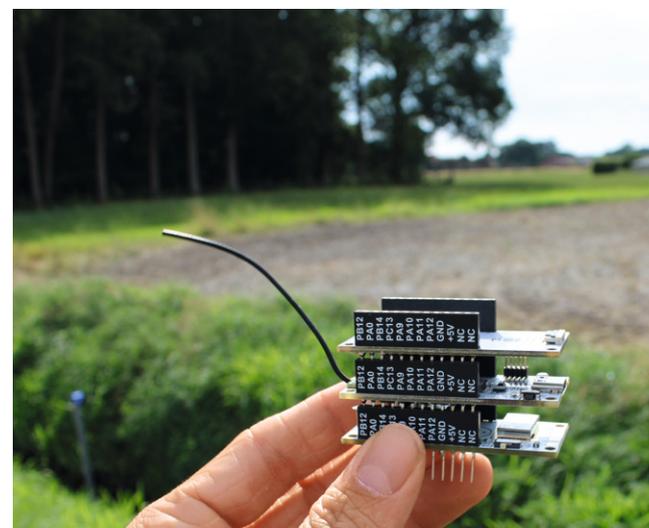


Bild 2: Modulstapel mit ELV-Distance1 (oben), ELV-LW-Base (Mitte) und ELV-Buttoncell (unten)

Mechanik/Erfassung der Pegelstände

Wie in [Bild 3](#) skizziert, besteht der Sensorknoten hauptsächlich aus einem HT-Rohr, das im Grund des Gewässers befestigt ist. Das Rohr ist im unteren

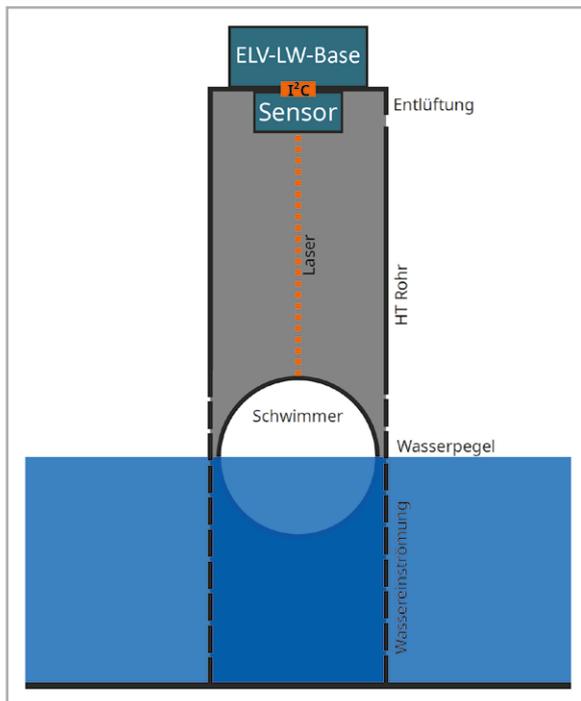


Bild 3: Mechanik-Skizze

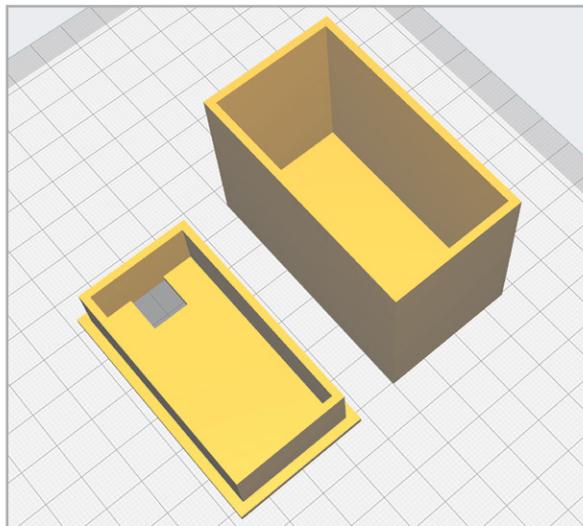


Bild 4: In OpenSCAD konstruiertes Gehäuse für den Pegelmesser - Ansicht im Slicer



Bild 5: ELV-Modulgehäuse

Bereich perforiert, um Wasser ein- und ausströmen zu lassen. Oben am Rohr ist der Entfernungssensor zusammen mit der ELV-LW-Base befestigt. Im Rohr befindet sich der Schwimmer (bspw. ein Tischtennisball), der je nach Wasserpegel seine Position verändert.

Material

Folgende Materialien werden für den gezeigten Aufbau benötigt:

- 1 Tischtennisball
- 2 m HT-Rohr, \varnothing 40 mm
- HT-Rohr-Deckel
- ELV-LW-Base [\[2\]](#)
- ELV-Buttoncell [\[3\]](#)
- ELV-Distance1 [\[4\]](#)
- Gehäuse (bspw. Abzweigdose/3D-Druck)
- Diverses: Jumperkabel, Klebeband etc.

Mit einem Gesamtpreis von unter 50 Euro ergibt sich damit eine relativ günstige Lösung zur Messung von Pegelständen.

Wer Zugriff auf einen 3D-Drucker hat, kann sich das passende Gehäuse (erstellt in OpenSCAD) herunterladen und ausdrucken ([Bild 4](#) und [Bild 11](#), [\[5\]](#)). Alternativ kann natürlich auch das ELV-Modulgehäuse ([Bild 5](#), [\[6\]](#)) verwendet werden.

In den [Bildern 6 bis 11](#) ist der Aufbau aus unterschiedlichen Perspektiven in der Montage vor Ort in einem Flusslauf zu sehen.

Software

Auf die Software bezogen ist dieses Projekt in zwei Bereiche unterteilt: zunächst die Firmware der ELV-LW-Base und die im Hintergrund stehende Backendsoftware, die für die Aufbereitung und Speicherung der Daten verantwortlich ist.

Microcontroller

Der Anwendungszweck eines Pegelmessers ist gerade in Hinblick auf die Energiesparsamkeit wie dazu geschaffen, um den Deep-Sleep-Modus des Microcontrollers auszunutzen, da sich Wasserstände in der Regel nicht sehr schnell ändern. Somit wäre es möglich, die Messungen beispielsweise alle 30 Minuten durchzuführen.

Für das Projekt wurden zum Testen des Aufbaus die bereitgestellte Firmware [\[4\]](#) und der zum Download angebotene Payload-Parser [\[2\]](#) verwendet. Nach dem Flashen der Firmware auf die ELV-LW-Base kann der Sensorknoten z. B. in die Netzwerkinfrastruktur von The Things Network [\[7\]](#) integriert werden. Die Daten werden dann per MQTT an das Backend (s. u.) gesendet.

Um gerade bei fließenden Gewässern einen genauen Messwert zu erhalten, könnten je Messzeitpunkt mehrere Messungen durchgeführt, um dann auf dem Knoten gemittelt zu werden. Im Anschluss werden diese Daten zusammen mit der Batteriespannung weiter zum nächsten Gateway gesendet. Im Falle von außergewöhnlich starken Änderungen z. B. bei Hochwasser oder starken Regenfällen könnte die Frequenz der Messungen erhöht werden. Dies geht dann aber natürlich zulasten der Batterielaufzeit.

Backend und Darstellung

Um die gesammelten Daten zu speichern und zu visualisieren, ist eine SQL-Datenbank mit einem Python3 Flask-Webserver aufgesetzt worden. Der Code zu dem Projekt liegt unter [\[5\]](#). Diese Daten werden in einer recht einfachen separaten Webanwendung von der Datenbank abgefragt und dargestellt.

Auf der Internetseite ([Bild 2](#), [\[8\]](#)) werden auf einer Karte die Messpunkte und deren letzter Pegelstand mit Batteriespannung abgebildet. Zudem könnten zukünftig weitere Automatisierungen wie z. B. ein Telegram-Bot implementiert werden, mit dessen Hilfe man bei hohen Wasserständen gewarnt wird und sogar gezielt Pegelstände abfragen kann.



Bild 6



Bild 9



Bild 7



Bild 10



Bild 8

Bild 6 bis Bild 11:
Detailaufnahmen
des mechanischen
Aufbaus des Pegel-
standsmessers



Bild 11

i Weitere Infos

- [1] Länderübergreifendes Hochwasser Portal: <https://www.hochwasserzentralen.de/>
- [2] ELV-LW-Base Experimentierplattform für LoRaWAN® ELV-BM-TRX1: Artikel-Nr. 156514
- [3] ELV-Buttoncell ARR-Bausatz Powermodul LR44 ELV-PM-BC: Artikel-Nr. 156745
- [4] ELV-Distance1 Applikationsmodul Abstandsüberwachung ELV-AM-DIS1: Artikel-Nr. 157511
- [5] Projekt-Code-Repository: <https://gitlab.com/lennart9499/loris-water-distance>
- [6] ELV modulares Gehäuse MH0101a, Gehäusedeckel schwarz-grau: Artikel-Nr. 157754
- [7] Netzwerkinfrastruktur The Things Network: <https://www.thethingsnetwork.com>
- [8] Webseite zur Anzeige der Pegelstände: <https://loris.lkai.de/map>

Alle Links finden Sie auch online unter: de.elv.com/elvjournallinks