

Datum: 03.02.2025

KI Sensor warnt vor Flutkatastrophe



SenConnect entwickelt und vertreibt energieautarke Funkmesssysteme.

In dieser Anwendung wird ein wartungsfreies Messsystem beschrieben, das alle notwendigen Daten erfasst, aufbereitet und wichtige Informationen extrahiert, um in einem weiteren Schritt mit Hilfe der KI eine Flut vorherzusagen.

Wie schon in einem früheren Blog beschrieben, findet der **SenTransmitter** als Funk-Messsystem hier seine Anwendung.

Abb.1: Gewässer- Pegelmessung mit Ultraschallsensor

Wie funktioniert das Frühwarnsystem?

Um eine Vorhersage über einen kritischen Pegel und Zeitpunkt zu bestimmen, werden rund um das Gewässer, Fluss oder Bach, folgende Informationen benötigt, die der **SenTransmitter** liefert:

- Aktueller Pegel des Gewässers, Fluss oder Bach
- Kontinuierliche Erfassung der Regenmenge im Regeneinzugsbereich
- Berechnung der Regenintensität (Regenmenge / Zeit)
- Aufnahmekapazität des Bodens im Regeneinzugsbereich
- Umweltdaten wie Lufttemperatur, Luftfeuchte und Luftdruck
- Weitere Informationen, die zur Vorhersage hilfreich sind (Verdunstung usw.)

Um diese Informationen zu erhalten werden in einem Pilotprojekt im Westerwald am Holzbach zwei Messpunkte benötigt, die jeweils mit einem **SenTransmitter** ausgerüstet sind:

Messpunkt I zur Erfassung der Regenmenge und Aufnahmekapazität des Bodens im Regeneinflussbereich des Holzbaches

Messpunkt II zur Erfassung des aktuellen Pegels des Holzbaches

Beide Messpunkte liefern zeitgleich erfasste Daten in die Cloud, in der dort über die KI die Vorhersage getroffen werden kann, wann und mit welcher Höhe eine Pegelüberschreitung im Holzbach erwartet werden kann.

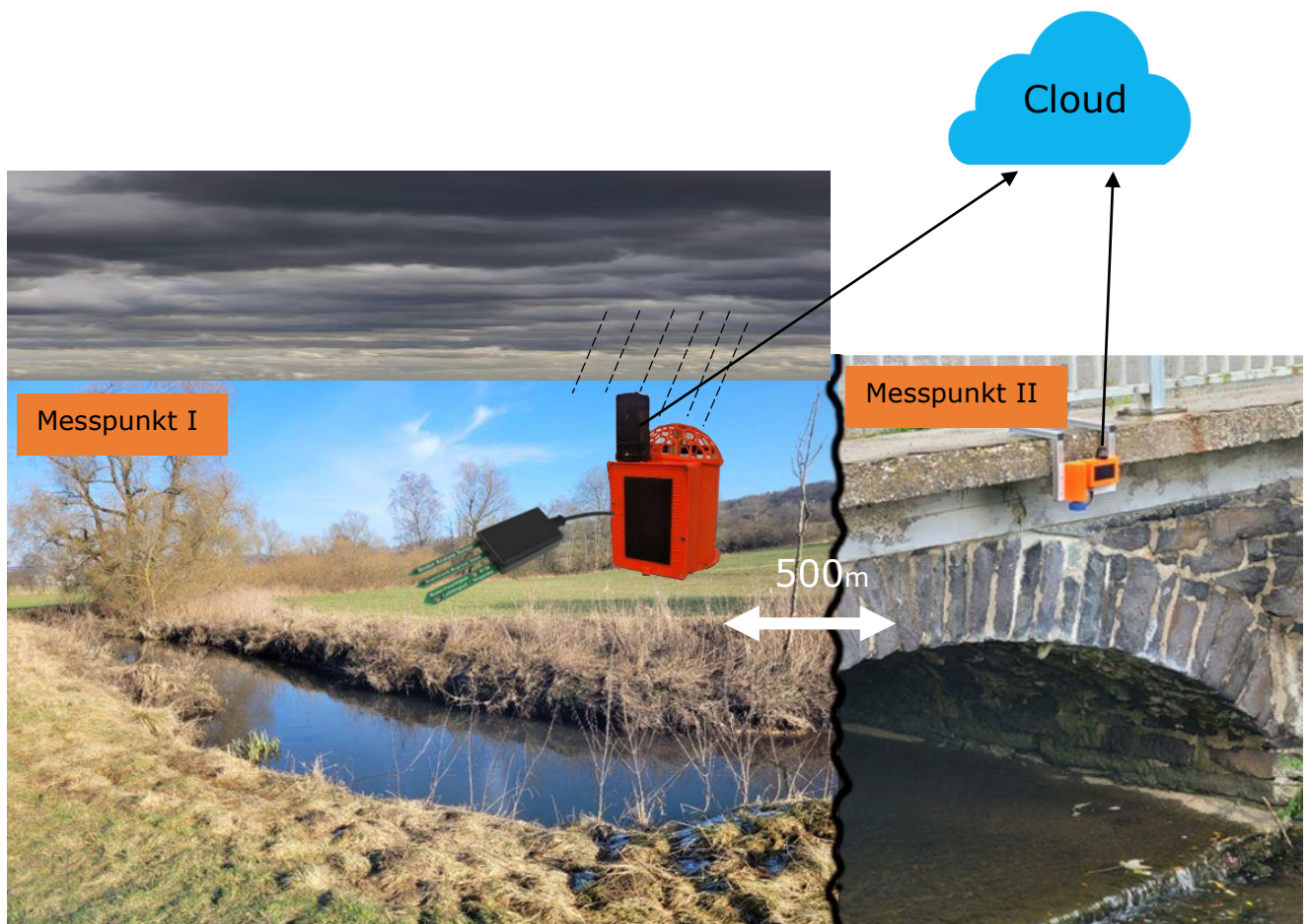


Abb.2: Das gesamte Flutwarnsystem benötigt viele Parameter, die zeitgleich gemessen und in der Cloud chronologisch gespeichert werden

Messpunkt I



Abb.3.: **SenTransmitter** mit einem Regenmessgerät und einem Bodensensor ausgerüstet, liefert qualitativ hochwertige Daten, mit denen das KI-Modell gelehrt werden kann

In einer Entfernung von ca. 500m vor der Brücke wurde im Regeneinzugsbereich des Holzbaches ein **SenTransmitter** mit einem Regenmessgerät ausgerüstet und dort installiert.

Der Regenmessgerät besteht aus einer Wägezelle mit einem Regenauffangbehälter, der eine Regenmenge von bis 150 mm/m² fassen kann.

Damit wird die Regenmenge mit einer Auflösung von 0,1mm minütlich gemessen.

Im Gegensatz zu mechanischen Kippsensoren, kann mit diesem System die Regenmenge hochgenau erfasst und zusätzlich die Verdunstung gemessen werden. Eine hohe Verdunstung weist auf einen trockenen Boden und damit auf eine höhere Aufnahmekapazität des Bodens im Falle eines Starkregens hin. Das wiederum kann zu Verzögerung und / oder Verringerung des Anstiegs des Holzbachpegels führen.

Zusätzlich erfasst der **SenTransmitter** über einen Bodensensor die tatsächliche Aufnahmekapazität des Bodens im Regeneinzugsbereich des Holzbaches, indem die Bodenfeuchte und Bodentemperatur gemessen werden.

Messpunkt II



Abb.4.: **SenTransmitter** mit einem Ultraschallsensor ausgerüstet misst den Wasserpegel des Holzbaches

Um Informationen zum aktuellen Pegel des Holzbaches zu bestimmen, wurde der **SenTransmitter** mit einem Ultraschallsensor ausgerüstet, der die Distanz zur Wasseroberfläche an der Brücke bis zu 8m zentimetergenau erfasst. Daraus werden An- und Abstiegsgeschwindigkeiten errechnet.

Ablauf des Frühwarnsystems

Während dieser Blog entsteht, werden kontinuierlich Daten über Pegel und Regenmenge / Verdunstung mit zusätzlichen Umweltdaten in die Cloud via Mobilfunk gesendet. Mit diesen qualitativ hochwertigen Daten kann ein KI-Modell gelehrt werden. Der KI-Algorithmus findet wiederkehrende Muster und kann somit eine Vorhersage aufgrund des gelernten neuronalen Netzwerkes über Zeitpunkt und Höhe des zu erwartenden Holzbachpegels treffen.

Sobald die Regenintensität (Regenmenge / Zeit) beispielsweise bei einem Starkregen einen kritischen Grenzwert überschreitet, wird der KI-Algorithmus gestartet. Sollte das Ergebnis eine wahrscheinliche Pegelüberschreitung aufgrund des Starkregens sein, wird der Alarmmodus aktiviert. In diesem Modus werden per SMS, Telefonanruf und E-Mail die verantwortlichen Stellen / Personen benachrichtigt.

In einer solchen kritischen Situation der Flut ist auch zusätzlich ein Zusammenbruch des lokalen Energiesystems wahrscheinlich. Aufgrund des energieautarken Ansatzes, wie er im SenTransmitter realisiert ist, kann unabhängig vom lokalen Energienetz in jedem Fall ein Notruf abgesetzt werden.

Zusammenhang zwischen Regenmenge und Pegelanstieg

Zwischen dem Einsatz eines Starkregens und dem Anwachsen des Holzbachpegels besteht ein physikalischer Zusammenhang, der jedoch regional sehr unterschiedlich sein kann.

Erfahrungen in den letzten Jahren zeigen aufgrund des Klimawandels Situationen, in denen ein Starkregen in einem kleinen regionalen Bereich beobachtet werden kann und 2km weiter die Sonne scheinen.

Aufgrund des vorgestellten Systems kann nur dann punktgenau eine Vorhersage des kritischen Pegels und dessen Zeitpunkt getroffen werden, wenn auch in diesem Bereich die Daten erfasst werden.

Um ein Gefühl für diesen Zusammenhang zu erhalten, wird im folgenden Diagramm die Reaktion des Pegelanstiegs aufgrund eines Regenschauers in einem Pilotprojekt im Westerwald dargestellt:

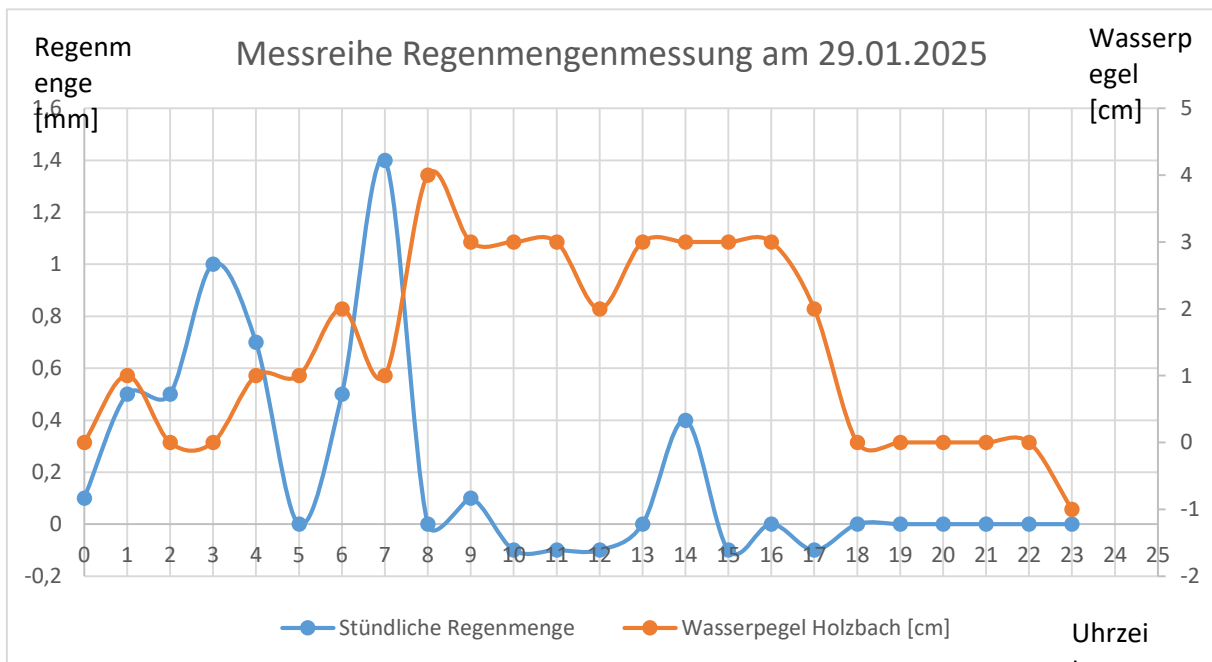


Abb.5.: Zusammenhang zwischen Regenmenge und Pegelanstieg

An dem gezeigten Tag ist insgesamt eine Regenmenge von 4,7mm/m² innerhalb des gezeigten Zeitraum gefallen. Der Wasserpegel des Holzbaches ist in dieser Zeit um maximal 4cm gestiegen.

Weitere Informationen können aus diesem Diagramm gelesen werden:

- Die zeitliche Verzögerung zwischen dem ersten Regeneinsatz und Anstieg des Pegels erfolgt nach ca. 3 Stunden
- Nachdem der erste Regenschauer beendet ist, bleibt der Pegelanstieg auf ca. 2cm konstant
- Ein erneuter Regenschauer um 06:00 Uhr lässt den Pegel schon nach 1 Stunde auf 4 cm anwachsen
- Nachdem der zweite Regenschauer beendet ist, sinkt der Wasserpegel erst nach weiteren 10 Stunden!
- Ein Regenschauer mit einem Anstieg von 0,7mm/Stunde lässt den Pegel um 3cm/Stunde ansteigen

Mit dem letzten Punkt lässt sich das Verhalten bei einem Starkregen hochrechnen: bei 100mm/Stunde ist ein Pegelanstieg von 5,71m zu erwarten! Dieser Anstieg ist wahrscheinlich und schon in anderen Regionen beobachtet worden.

Diese Informationen kann das KI-Modell auch auf einen Starkregen hochskalieren und damit eine Vorhersage auf Zeitpunkt und Höhe des Pegels bestimmen.

Aktueller Stand und Aussicht

Aktuell werden im genannten Pilotprojekt Daten rund um den Holzbach gesammelt, um damit das KI Modell anzulernen. Ein noch zu entstehender KI-Algorithmus soll die Frage beantworten: wann und mit welchem Pegelanstieg ist aufgrund des aktuellen Starkregens zu rechnen?

Weitere Anwendungen wie Langzeitmessung des Baumwachstums an einer Fichte im dunklen Wald werden ebenfalls mit dem **SenTransmitter** zurzeit durchgeführt.

Ähnliche Anwendungen im Bereich predictive maintenance sind im Aufbau: Rissbildung an Gebäuden, Brücken, an Felsspalten in den Bergen oder im Bergwerkstollen. Dort können durch den Einsatz des **SenTransmitter** in Verbindung mit speziellen Sensoren Schäden vorhergesagt und dadurch verhindert werden.

Eine weitere Anwendung gilt der Überwachung der Wälder bei denen erhöhter Waldbrand droht. Spezielle Gassensoren (CO, CO₂, H₂, VOC sowie Lufttemperatur, Luftfeuchte und Luftdruck durch den bereits eingebauten Umweltsensor) in Verbindung mit dem **SenTransmitter** können frühzeitig vor Schäden warnen.