

Starkregen und das damit verbundene Hochwasser ist ein zunehmend hochgefährliches Wetterereignis. In wenigen Minuten steigen die Pegel in unseren Flüssen und Bachläufen, überfluten Straßen, Gärten, Häuser, Unternehmen und gefährden oder fordern Menschenleben. Neben der realen Gefährdung von Menschen ergibt sich zusätzlich ein erheblicher wirtschaftlicher Schaden.

Der deutsche Wetterdienst erteilt Unwetterwarnungen, die regional unterschiedlich in ihren möglichen Auswirkungen be- und ausgewertet werden müssen. Insbesondere die Vorhersage von möglichen Regenmengen ist beim Hochwasserschutz in der Zukunft entscheidend wichtig. Die Bezirksregierung Düsseldorf hat für alle von Hochwasser gefährdeten Gebiete Risiko- und Hochwasser-Gefährdungskarten erstellt. Mit den vorliegenden Kenntnissen aus den Karten und einer intelligenten, adaptiven Pegelstand-Vorhersage könnten individuell in den Hochwasser-gefährdeten Gebieten Warnstufen abgeleitet werden.

Ziele des Bergischen Hochwasserschutz-Systems 4.0 sind in Phase 1 die Analyse des Ist-Zustands, in Phase 2 der Aufbau eines engmaschigen Pegel- und Regenmengen-Messsystem mit IOT-Sensoren an der Wupper, Zuflüssen, Talsperren und Regenrückhaltebecken über ein LPWAN oder NB-IoT aufzubauen, die Daten zu visualisieren und zu speichern. In Phase 3 soll mit modernen Methoden der Künstlichen Intelligenz, Neuronalen Netzen, Mustererkennung und Klassifikations-Methodiken die Entwicklung von lokalen Vorhersagen von Pegelständen in unseren Hochwassergebieten erfolgen. An der Bergischen Universität Wuppertal verfügen wir als Region in verschiedenen Disziplinen entsprechende Kompetenzen, wie z.B. mit dem Interdisziplinären Zentrum für Machine Learning and Data Analytics IZMD. Die Vorhersagen können über das IoT von allen Bürgern, Feuerwehren und Katastrophenschutz eingesehen werden und mit einer individuellen Alarmierung versehen werden, wodurch basierend auf dem jeweiligen Gefährdungs-Level individuelle Maßnahmen ausgelöst werden können.

Konzeptpapier vom 31.8.2021

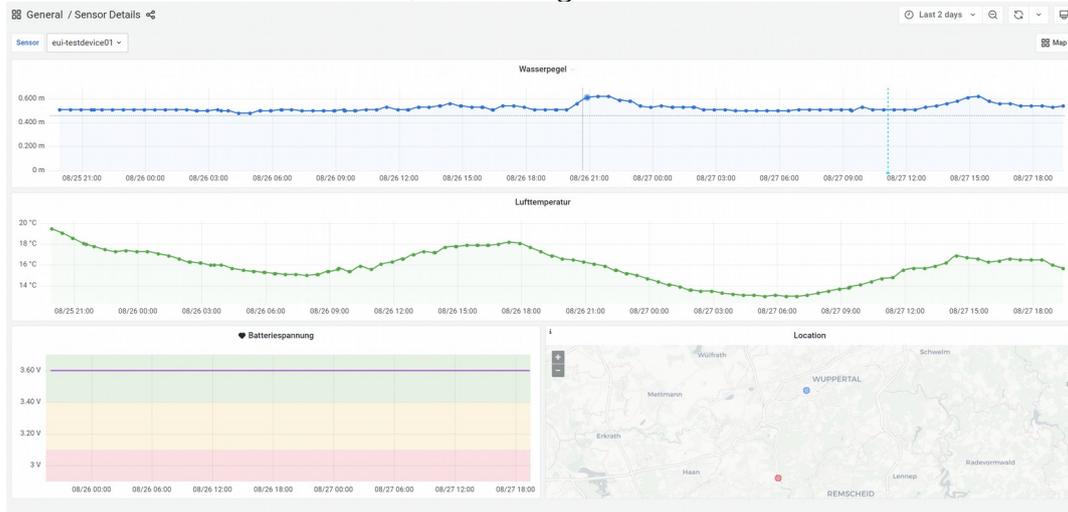
Bergisches Hochwasserschutz-System 4.0

Wupper- und Gewässerpegel-Monitoring 4.0

- Vielen betroffenen Unternehmen im Bergischen Land ist durch das Hochwasser vom 14.7.21 ein Schaden von insgesamt ca. 300 Mio EUR entstanden. Die IHK möchte daher nachhaltig und konstruktiv an einem Hochwasserschutzkonzept mit allen Beteiligten mitarbeiten, um in Zukunft Schäden für Firmen soweit möglich zu vermeiden, mindestens zu verringern oder Hochwassersituationen rechtzeitiger vorherzusagen, um individuelle Schutzmaßnahmen in den Unternehmen und natürlich auch Privathaushalten durchführen zu können.
- Grundsätzlich muss das Ziel des Hochwasserschutz-Systems 4.0 eine bessere Vorbereitung auf Extrem-Regenereignisse/Starkregen mit dem Aufbau eines engmaschigen, vernetzten Pegel- und Regenmengen-Sensor-Messsystems, Messwert-Visualisierung und deren Datenauswertung zur Vorhersage von lokalen Pegelständen und Hochwasser-Situationen
- Damit könnte eine verbesserte Steuerung von Regenrückhaltereserven in den Talsperren und des Wupper-Pegels inkl. Zuflüssen in regenreichen und trockenen Phasen erreicht werden

Phase 0

- Aufbau von vernetzten Pegelmessstationen in der Kohlfurth und am Islandufer in Elberfeld durch die Fa. Berger als **Demonstrator-System** mit zwei verfügbaren Sensortechnologien: Druck- und Ultraschallsensoren, Vernetzung über LoRaWan



<https://wupper-pegel.de>: Wupper-Pegel-Messung über LoRaWan mit einem Ultraschall-Sensor an der Kohlfurthener Brücke



Sensor 1 an der Kohlfurthener Brücke



Sensor 2 am Islandufer

Phase 1

- Beteiligung der Bergischen IHK an einer effektiven Task-Force mit einem Koordinator zur Integration der Unternehmen und Engineering-Input mit politischer und wirtschaftlicher Unterstützung
- Erstellen eines Anforderungsprofils an das neue Pegelmonitoring- und Analysesystem durch den Wuppertal-Verband, Städte, Bezirksregierung, Katastrophenschutz, Feuerwehr, bzw. weitere verantwortliche Stellen durch die neue Task-Force
- Aufnahme und Sichtung der bestehenden technischen Möglichkeiten zur Messung und Datenanalyse bzw. aktuelle Handlungsanweisungen bei Starkregen/Hochwasser
- Konzeptentwicklung zur Pegel- und Regenmengen-Erfassung mit preiswerten, nachhaltigen, voll-vernetzten Sensoren

Phase 2

- als Regelgröße muss eine vollständige Erfassung der Pegelstände und Regenmengen an der Wupper, Bächen und Zuflüssen mit Pegel- bzw. Regenmengensensoren, z.B. an der Wupper in Abständen von ca. 2-3 km = ca. 50 Sensoren bei 116 km Länge, inkl. der Pegelstände an den Talsperren gewährleistet werden, Umsetzung der Installation der notwendigen Infrastruktur mit Sensoren und Gateways über ein LPWan (low power wide arean network) oder NB-IoT (narrow band internet of things)
- Datenanalyse der Auswirkung von Regenereignissen in der Zukunft, d.h. wie reagieren die Pegel im Verlauf der Wupper bei welchen Regenmengen in welchen Regionen oder Einlässen durch die Talsperren, bessere Vorhersage-Qualität der Pegel durch bessere Messwerte bei Regenereignissen
- Bereitstellung von Pegelständen und Vorhersagen zur Steuerung der Abflüsse aus den Talsperren mit einem intelligenten Wasser- und Pegelmanagement

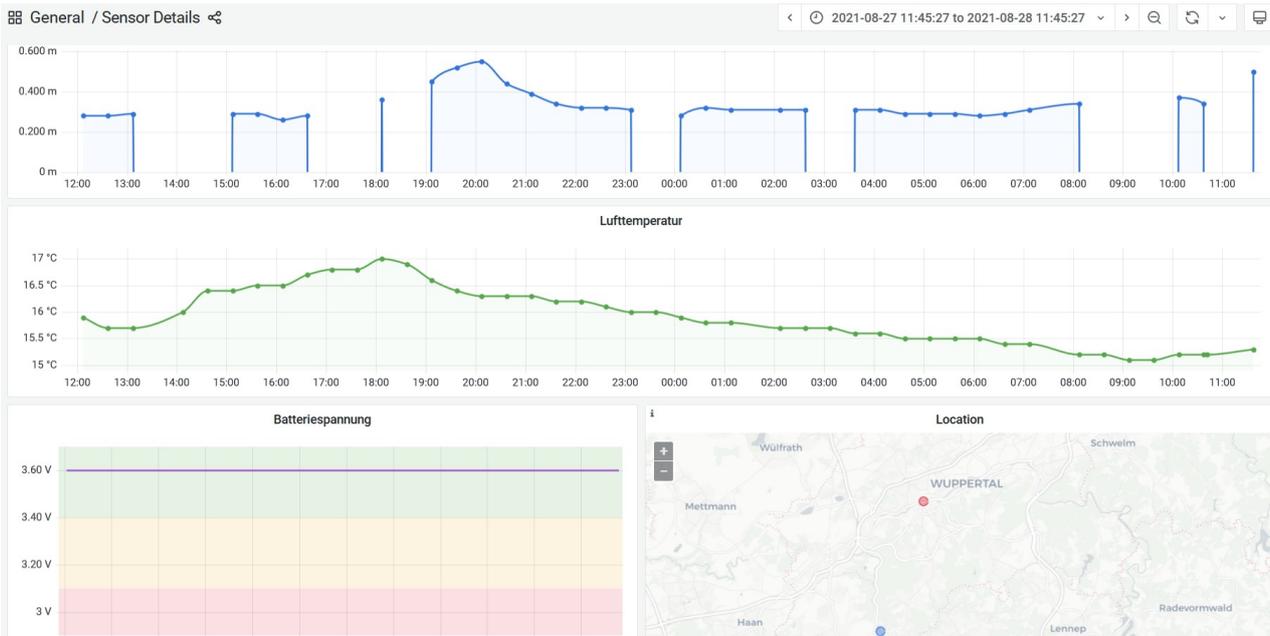
Phase 3

- ökologisches und intelligentes/adaptives Hochwassermanagement für regenreiche und trockene Phasen, Optimierung der notwendigen Pegelstände während aller Jahreszeiten
- Entwicklung eines Online-Warnsystems für Wupper-Anlieger mit Online-Abfrage aller Pegelstände und damit Definition individueller Warnstufen für Anrainer, d.h. Unternehmen und Privathaushalte
- Einsatz von Methoden der Künstlichen Intelligenz und Mustererkennung durch Anwendung von Neuronalen Netzen zur Erkennung von kritischen Zuständen und Vorhersage von Pegelständen, alternativ und ergänzend Einsatz von Korrelationsmethodik und Abstandsklassifikatoren
- Erarbeitung von Warnstufen mit Vorhersage der Pegelstände unter Berücksichtigung der vorhergesagten Niederschläge durch den Deutschen Wetterdienst
- Arbeitspakete für Bachelor-/Master- oder Doktorarbeiten an der Uni Wuppertal

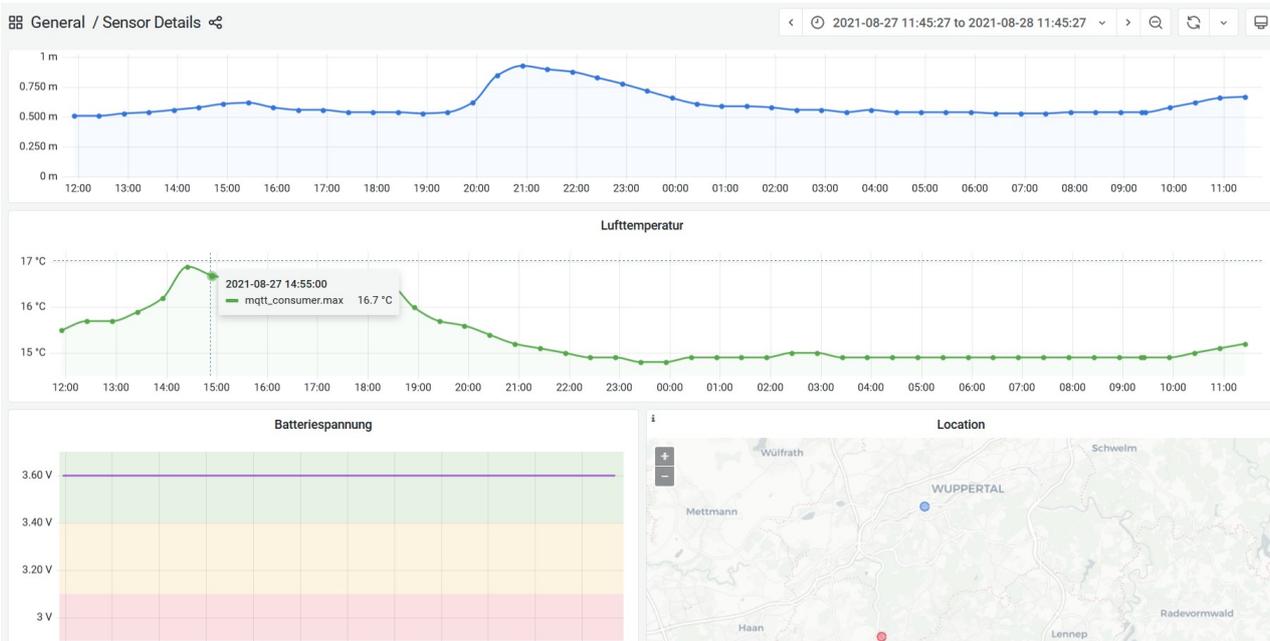
Dr.-Ing. Andreas Groß

Vize-Präsident der Bergischen IHK

Ein Beispiel zur Potential-Bewertung von Freitag, 27.8. vergangener Woche:



Islandufer: Pegelmessung am 27.8., ab 18.30 Uhr 15 min. starker Regelfall in Elberfeld
 Maximal-Pegel um 20.00 Uhr, bereits 90 min. später wieder Normalpegel



Kohlfurth Brücke: Pegelmessung zur gleichen Zeit, kein Regen in der Kohlfurth
 Maximal-Pegel um 21.00 Uhr, d.h. 60 min. später mit einer Pegeldifferenz von ca. 0,4 m
 Normalpegel erst wieder nach 3,5 h

=> mit vielen Sensoren und den zugehörigen Regenereignissen können
 Regeln für zu erwartende Pegelhöhen aufgestellt werden

mit diesen Informationen können Korrelationen abgeleitet und z.B. ein
 neuronales Netz mit Methoden der künstlichen Intelligenz trainiert werden