

Starkregenvorsorge und Klimaanpassung - Entwicklung eines Vorhersagesystems für Kommunen

Viele Städte und Kommunen nehmen die Starkregenvorsorge aktiv in Angriff, indem sie Starkregen-Gefahrenkarten und -Handlungskonzepte erarbeiten lassen. Als ein wesentlicher nächster Schritt ist oft ein kommunales Vorhersage- und Frühwarnsystem für Starkregen und Überschwemmungen gefragt, um kurzfristig und gezielt durch Warnung, Evakuierung, Aufbau mobiler Schutzelemente etc. reagieren zu können. Die htw saar und Hydrotec entwickeln ein Hochwasser- und Starkregenwarnsystem für Kommunen, das Mess- und Vorhersagedaten mit hydrologischer sowie hydro-numerischer Modellierung kombiniert.

Alpaslan Yörük, Hendrik Burkamp, Volker Mißler und Oliver Buchholz

1 Vorhersagesysteme zur Stärkung der kommunalen Klimaresilienz

Unser Klima hat sich mit dem Ansteigen der mittleren Lufttemperatur in den letzten Jahren bereits spürbar verändert. Extremereignisse, wie Stürme, Starkregen und Trockenzeiten, treten häufiger auf und eine weitere Zunahme dieser Phänomene sowie der durch sie entstehenden Schäden ist zu erwarten. Kommunen und Regionen sollten diese Entwicklung ernst nehmen, sich klimaresilient weiterentwickeln und die vorhandenen Instrumente der Vorsorge nutzen.

Eine Analyse mehrerer Starkregenereignisse zeigte, dass es schwierig ist, diese hinsichtlich der Vorwarnzeit, der geographischen Verortung und der zu erwartenden Niederschläge adäquat vorherzusagen. Umso wichtiger ist eine technische und inhaltliche Weiterentwicklung der Vorhersagemodelle [1].

Großes Potenzial zur Verminderung von Schäden bietet der Aufbau eines lokalen Vorhersage- und Warnsystems für Starkregenereignisse und Hochwasser (**Bild 1**). Solch ein System entwickelt Hydrotec derzeit in Zusammenarbeit mit der htw saar [2] in einem Projekt für drei Pilotgebiete.

Kompakt

- Lokale Vorhersage- und Warnsysteme bieten für Kommunen großes Potenzial zur Verhinderung von Schäden durch Starkregen und Hochwasser, und sie stärken damit die kommunale Klimaresilienz.
- Als technische Grundlage eignet sich eine Vorhersageplattform, die per LoRaWAN übertragene Messdaten auswertet und mithilfe von integrierten hydro-numerischen und hydrologischen Modellen Abflüsse prognostiziert.
- Das Vorhersagesystem muss leicht verständlich und bedienbar sein sowie Meldungen für digitale und analoge Warnsysteme erzeugen können.

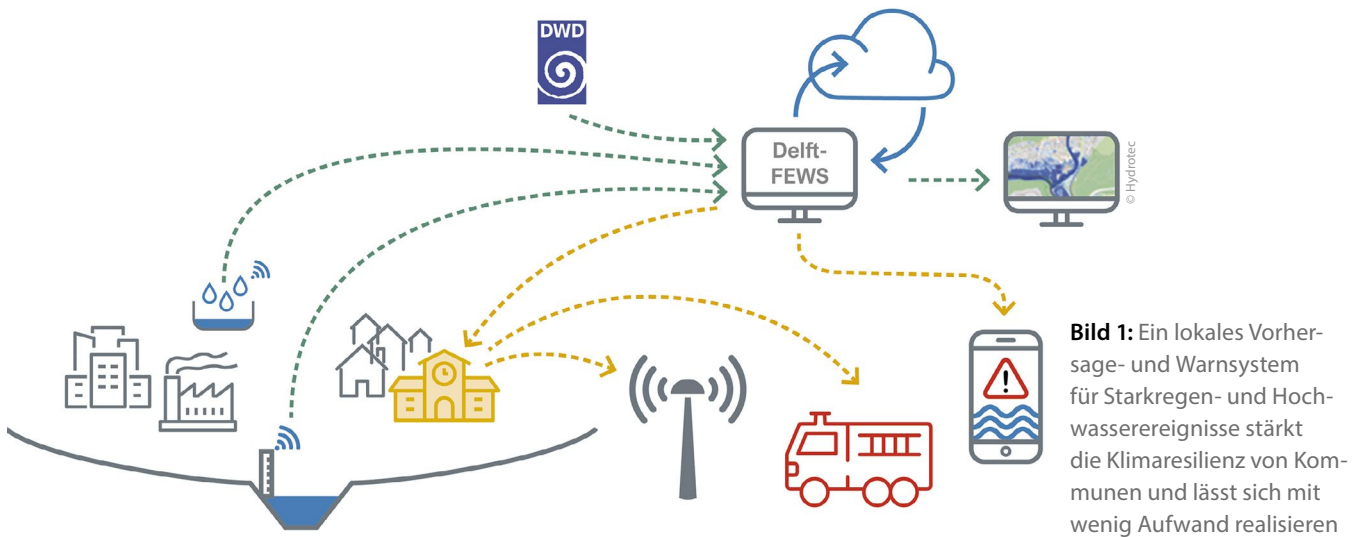
2 Datenbasis: Messsysteme und Modelle

Das zu entwickelnde Starkregenwarnsystem soll flexibel anpassbar sein und wird je nach Erfordernis in zwei Stufen betrieben.

In der Stufe 1 sollen Meldungen allein auf Grundlage von DWD-Daten sowie bestehender Messsysteme im Einzugsgebiet erfolgen. Sensoren erfassen bspw. kontinuierlich Niederschlagsdaten bzw. Wasserstände an charakteristischen Punkten im Einzugsgebiet und senden diese Informationen an das Vorhersagesystem. Dabei spielen Typ und Hersteller des Messsystems keine Rolle; es muss lediglich eine Fernübertragung der Messwerte per LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) o. ä. auf einen Server stattfinden, von dem die Daten durch das Vorhersagesystem abgeholt werden können. Werden definierte Grenzwerte überschritten, erfolgt eine Alarmierung mit der entsprechenden Warnstufe.

Ergänzend geht die Stufe 2 in Betrieb, indem hydronumerische Modelle des Vorhersagegebiets in das Frühwarnsystem implementiert werden. Hier sind Flussmodelle und/oder Starkregenmodelle in das Frühwarnsystem integrierbar. In den Pilotgebieten kommt ein 2D-Modell zur Starkregensimulation zum Einsatz. Das 2-D-Modell (in diesem Fall HydroAS [3]) wird dazu mit relevanten Randbedingungen (Vorfeuchte, Landnutzung, Bodentyp etc.) vorgehalten und mit Niederschlägen (Vorhersage oder aktuelle Messwerte) belastet.

Mit jedem Simulationslauf erfolgt eine kontinuierliche Abfrage an virtuellen Pegeln im Einzugsgebiet (den Risikopunkten) bzgl. der definierten Kriterien. Sollten diese überschritten sein, kommt es zur automatischen Auslösung der Warntexte. Die Grundlage für die Ausgabe von Meldungen wird also um 2-D-Modellergebnisse ergänzt. Außerdem können die Überflutungsflächen in einer interaktiven Karte dargestellt werden und schließen so die Informationslücke zwischen reiner Niederschlagsvorhersage oder aktuellen Messwerten und statischen Starkregengefahrenkarten. Prinzipiell kann zusätzlich ein hydrologisches oder 1-D-hydraulisches Flussmodell zur Abbildung der Gefahren durch fluviale Hochwasser integriert werden, falls sich im Einzugsgebiet solch eine Situation ergibt. Dieses



Vorgehen ist langjährig erprobt und Basis der bisher von Hydrotec erstellten Vorhersagesysteme.

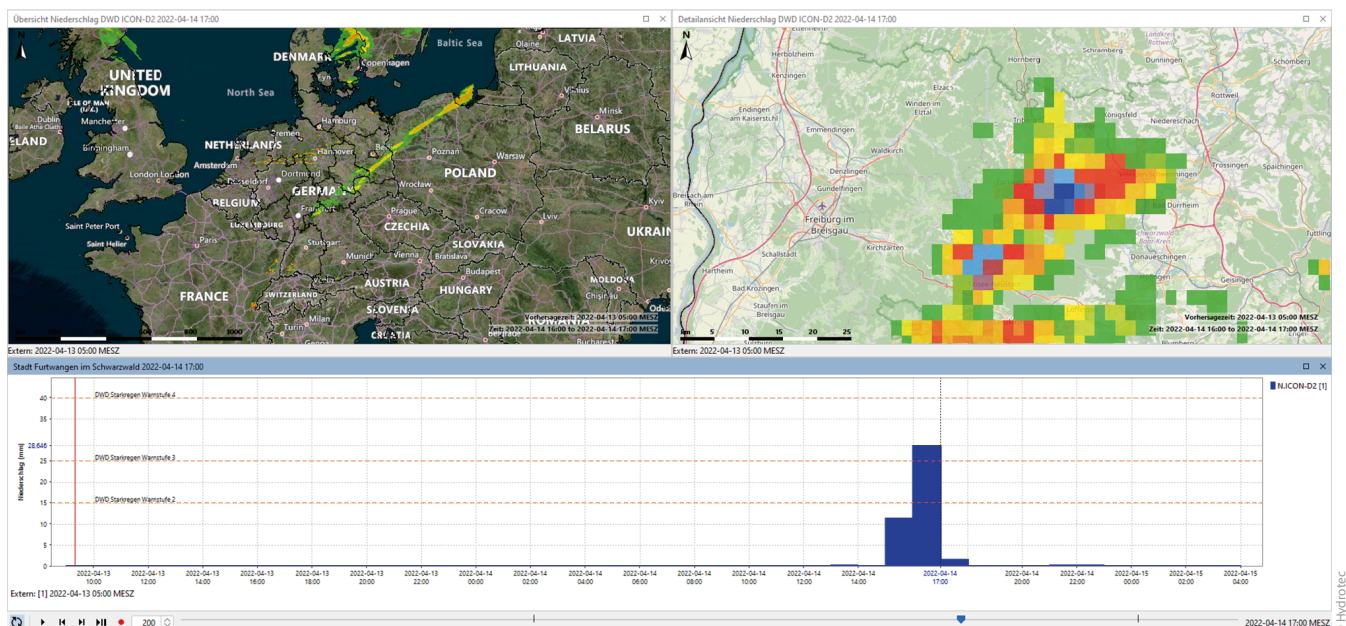
3 Verwendung der Softwareplattform Delft-FEWS

Die Softwareplattform Delft-FEWS [4] des niederländischen Forschungsinstituts Deltares erfüllt alle Voraussetzungen für die kommunale Starkregenvorhersage. Sie bietet eine Vielzahl von Funktionalitäten, die individuell auf eine gegebene Aufgabenstellung abgestimmt werden können. Eine internationale Nutzergemeinschaft sorgt dabei für die kontinuierliche Weiterentwicklung der lizenzkostenfreien Software, von der alle Nutzer profitieren.

Mit Delft-FEWS können nahezu beliebige Datensätze abgerufen und verarbeitet werden. Für die kommunale Starkregenvorhersage werden insbesondere diese Datensätze verwendet:

- DWD-Vorhersagen und Messwerte (Radardaten, Stationsdaten),
- Andere frei zugängliche Datensätze, z. B. von Anbietern, wie PegelOnline,
- Messwerte von eigenen Niederschlagsschreibern und Gewässerpegeln,
- Datensätze von Drittanbietern, die von den Kommunen beauftragt worden sind.

Delft-FEWS stellt die erfassten Daten in einer Kartenübersicht bzw. als Ganglinien dar (**Bild 2**). Anhand von Kriterien wie Niederschlagsintensität, Pegelstand etc. definiert die Kommune Warnstufen, zu denen Meldungen ausgegeben werden sollen.



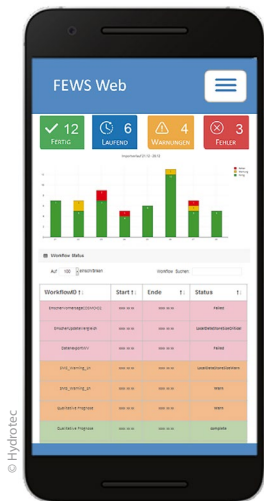


Bild 3: Daten aus dem Vorhersagesystem sind per App darstellbar

Frei verfügbare Radardaten werden in dem kommunalen Vorhersagesystem kontinuierlich eingelesen und zusammen mit Daten aus Vorhersagen sowie lokalen Messnetzen ausgewertet. Delft-FEWS gleicht die vorhergesagten/gemessenen Werte kontinuierlich mit den definierten Kriterien ab und versendet beim Überschreiten der Kriterien die festgelegte Warnmeldung.

Modellierungssoftware, wie das oben beschriebene 2-D-Simulationsmodell, kann in Delft-FEWS integriert werden. Dadurch ist es möglich, aus den eingehenden Wetterdaten und Messwerten laufend mögliche Starkregenszenarien und die daraus folgenden Überschwemmungen zu berechnen. In den Kartendarstellungen können die Niederschläge schließlich mit den Überflutungsflächen überlagert und mit weiteren Informationen, wie etwa den WMS-Diensten einiger Starkregengefahrenkarten, gegenübergestellt werden.

4 Warnung per App und Analog

Bei Überschreitung bestimmter Grenzwerte von Niederschlagsmessungen, -prognosen und -ergänzend dazu - aus den simulierten Werten der Risikopunkte im 2-D-Modell generiert das System Warnmeldungen. Diese lassen sich u. a. per Warn-App (**Bild 3**) an die Bürgerinnen und Bürger verteilen, was eine einfache und breite Streuung der Information ermöglicht.

Möglich ist auch eine Übergabe der Meldetexte an vorhandene Warnstrukturen. Zusätzlich kann die Kommune damit schnell Mitarbeitende und Einsatzkräfte informieren sowie ggf. analoge Alarmsysteme wie Sirenen auslösen.

5 Dashboard bietet der Kommune Überblick

Auf einer internen Internetseite kann die Kommune die aktuellen Ergebnisse der Simulationsszenarien dynamisch abrufen und mit einem Dashboard visualisieren (**Bild 2**). Die Entwicklung einer prognostizierten Überflutung lässt sich darin sowohl räumlich als auch zeitlich nachverfolgen. Dadurch ist für Endnutzer direkt ersichtlich, welcher Wasserstand etwa in einer Stunde, während der Nacht oder am nächsten Tag zu erwarten ist. Zusätzlich werden die aktuellen und vorhergesagten Niederschläge sowie weitere, relevante Datensätze grafisch dargestellt.

6 Validierung und laufende Optimierung des Systems

Während des Aufbaus und der Implementierung wird das System mit synthetisch generierten Datensätzen validiert.

Zu einem späteren Zeitpunkt können die Daten zu abgelaufenen Hochwasserereignissen ausgewertet werden, um die Validierung des Vorhersagesystems zu aktualisieren. Dabei erfolgt ein Vergleich der DWD-Daten (getrennt für Vorhersagedaten und den dann über Radar gemessenen Daten) mit den Messdaten, um den Bedarf für eine Korrektur der DWD-Daten abzuschätzen.

Auf Grundlage der daraus gewonnenen Erfahrungen lassen sich die Kriterien für die Warnstufen sowie der Meldetexte kontinuierlich anpassen, um schließlich ein optimal für die Kommune angepasstes Vorhersagesystem in Betrieb zu halten.

Autoren

Prof. Dr.-Ing. Alpaslan Yörük

Volker Mißler

Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes

Wasserbau und Wasserwirtschaft

Goebenstraße 40

66117 Saarbrücken

alpaslan.yoeruek@htwsaar.de

volker.missler@htwsaar.de

Hendrik Burkamp

Dr.-Ing. Oliver Buchholz

Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH

Bachstraße 62.64

52066 Aachen

hendrik.burkamp@hydrotec.de

oliver.buchholz@hydrotec.de

Literatur

- [1] Kind, C. et al.: Vorsorge gegen Starkregenereignisse und Maßnahmen zur wassersensiblen Stadtentwicklung - Analyse des Standes der Starkregenvorsorge in Deutschland und Ableitung zukünftigen Handlungsbedarfs. In: UBA-Texte (2019), Nr. 55.
- [2] Yörük et al.: FuE-Projekt SER-SL - Erstellung von Starkregengefahren- und Bodenerosionskarten für das Saarland. Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima, Mobilität, Agrar und Verbraucherschutz, 2022 (laufend).
- [3] Hydrotec (Hrsg.): HydroAS - 2-D-Strömungsmodell für die wasserwirtschaftliche Praxis. Aachen, 2023.
- [4] Deltares (Hrsg.): Delft-FEWS (<https://oss.deltares.nl/web/delft-fews/about-delft-fews> Abruf 31.01.2023).

DOI dieses Beitrags: <http://doi.org/10.1007/s35147-023-1880-9>

Alpaslan Yörük, Hendrik Burkamp, Volker Mißler
und Oliver Buchholz

Heavy rain precaution and climate adaptation - Development of a forecasting system for municipalities

Many cities and municipalities are actively addressing heavy rainfall preparedness by having heavy rainfall hazard maps and action plans developed. As an essential next step, a municipal forecasting and early warning system for heavy rain and flooding is requested to be able to react at short notice and in a targeted manner by means of warning, evacuation, setting up mobile protection elements, etc. The htw saar and Hydrotec are developing a heavy rainfall warning system for municipalities that combines measurement and forecast data with hydronumerical modelling.