

Gefördert durch:



Kurzbericht - Gesamtverbund

Verbundprojekt



PuwaSTAR – Pumpwerkswarnung für Starkregen und Hochwasser im urbanen Raum

in der Fördermaßnahme:

Anwender – Innovativ: Forschung für die zivile Sicherheit II

Projektlaufzeit: 01.10.2023 - 31.12.2025

Erstellungsdatum: 10.06.2026

Verbundpartner		
Institution	Kürzel	Förderkennzeichen
Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH	HYD	13N16800
Lippeverband	LV	13N16801
Forschungsinstitut Wasser und Umwelt, Universität Siegen	FWU	13N16802

Verbundkoordinator:

Dr. Daniela Falter
Lippeverband
Kronprinzenstraße 24, 45128 Essen

1. Hintergrund und Zielsetzung

In großen Teilen der Einzugsgebiete von Emscher-Genossenschaft und Lippeverband (EGLV) sind infolge des Steinkohlebergbaus weit gestreckte abflusslose Senkungsgebiete entstanden. Diese Gebiete müssen über Pumpwerke künstlich entwässert werden. Bei Überlastung eines Pumpwerks oder einem (Teil-) Ausfall fließt das Wasser in das abflusslose, oft dicht besiedelte Senkungsgebiet und führt dort zu großflächigen Überflutungen. Aktuell basiert die operationelle Hochwasservorhersage insb. auf hydrologischen Modellen, die unter Verwendung aktueller Mess- und Prognosedaten zeitnah Abflussvorhersagen an Pegeln liefern. Es fehlt aber die Darstellung resultierender Überflutungsflächen und Wassertiefen. Für die Bereitstellung dieser Informationen werden i.d.R. hydraulische Modelle eingesetzt, die zwar eine detaillierte Abbildung der Wasserausbreitung in der Fläche ermöglichen, aufgrund ihrer Rechenintensität für die operationelle Vorhersage aber nur eingeschränkt nutzbar sind.

Ziel des Forschungsprojekts war daher die Entwicklung einer KI-gestützten Vorhersage von Überflutungsflächen, die neben der Niederschlags- und Abflussvorhersage auch den Zustand des Pumpwerks – inklusive möglicher (Teil-)Ausfälle – berücksichtigt. Datengetriebene Modelle wie künstliche neuronale Netze (KNN) zeichnen sich durch eine deutlich höhere Recheneffizienz aus und haben daher in den vergangenen Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Im Gegensatz zu klassischen 1D/2D-Modellen können KNN in Echtzeit aussagekräftige Überflutungskarten liefern. Die funktionsfähige KI-Anwendung soll in das bei EGLV vorhandene und operativ betriebene Hochwasservorhersagesystem Delft-FEWS integriert werden. Hierzu sind die technischen Voraussetzungen zu analysieren und umzusetzen, so dass ein operationeller Testbetrieb möglich ist. Anforderungen relevanter Akteure des Katastrophenschutzes an die Vorhersagen sollen in enger Zusammenarbeit diskutiert und berücksichtigt werden, um so einen praxisrelevanten Nutzen zu gewährleisten.

2. Ablauf des Vorhabens

Das Pumpwerk Dorsten-Hamm Bach und das umgebende Poldergebiet dienen als Pilotgebiet zur Erforschung und Realisierung des Vorhersagesystems. Das Verbundvorhaben wurde gemeinsam von den Verbundpartnern FWU, HYD und LV bearbeitet. Für das Training der KI-Anwendung wurde zunächst eine Datenbank mit simulierten Niederschlags-Abfluss- (NA-) Szenarien aufgebaut (AP1), sowie ein gekoppeltes 1D/2D-Überflutungsmodell aufgestellt und die entsprechenden Überflutungsszenarien simuliert (AP3), diese werden für das Training der KI benötigt. Für die Berücksichtigung von Pumpwerksausfällen wurden die pumpwerksspezifischen Ausfallszenarien definiert und Ausfallwahrscheinlichkeiten ermittelt (AP2). Anhand der generierten Grundlagendaten wurde ein KI-gestütztes Vorhersagesystem zur 2D-Überflutungsvorhersage unter Berücksichtigung der Ausfallszenarien entwickelt und trainiert (AP3).

Um die entwickelte funktionsfähige KI-Anwendung auch operationell nutzbar zu machen, wurde diese inkl. aller notwendigen Eingangskomponenten in das bei EGLV betriebene Delft-FEWS System integriert (AP 4). Um die Anwendbarkeit und einen unmittelbaren Nutzen in der Praxis sicherzustellen, wurden während der Projektlaufzeit gemeinsam mit den Praxispartnern Workshops durchgeführt. Es wurden Anforderungen der relevanten Akteure definiert und Vorsorgestrategien und Organisationskonzepte entwickelt.

3. Ergebnisse

Im Projekt wurde eine spezifisch trainierte KI-gestützte Überflutungsvorhersage entwickelt, in das operationell genutzte Vorhersagesystem integriert und die Anwendung in der Katastrophenvorsorge abgestimmt. Die KI kann in Echtzeit dynamisch die max. überflutete Fläche und zugehörige Wassertiefen in den zukünftigen 24h berechnen. Dabei erhält sie als Input Niederschlags- und Abflussvorhersagen sowie vergangene Messwerte. Um mögliche (Teil-)Ausfälle ebenfalls zu berücksichtigen, wurden pumpwerksspezifische Ausfallszenarien in Abhängigkeit der Förderleistung definiert und für jedes Szenario ein spezifisch trainiertes KI-Modell aufgestellt. Außerdem wurde ein Tool zur Ableitung von Ausfallwahrscheinlichkeiten erstellt, das die bedingten Abhängigkeiten zwischen Versagensmechanismen beschreibt. Für das Training der KI konnte über ein NA-Modell eine ausreichend große fundierte Datenbasis an NA-Szenarien geschaffen werden, die auf unterschiedlichen Niederschlagsdaten basiert. Im Ergebnis liefert das entwickelte KI-System für jedes Ausfallszenario akkurate Echtzeitvorhersagen der Überflutungsausdehnung und der Wassertiefe.

Die funktionsfähige KI-Vorhersage inkl. der notwendigen Eingangsparameter wurden in das bei EGLV operationell genutzte Vorhersagesystem Delft-FEWS integriert und läuft dort nun im Testbetrieb zur weiteren Evaluierung. Auf Basis der Ensemble Vorhersage ICON-D2 des Deutschen Wetterdienstes werden für drei verschiedene Niederschlags- und Abflussentwicklungen Überflutungsvorhersagen berechnet und jeweils in einer Karte dargestellt. Die Vorhersageinformationen können über eine integrierte Funktion als pdf-Bericht exportiert werden und ermöglichen damit eine einfache Weitergabe. Die Integration in die operationellen Strukturen und ein enger Austausch mit den relevanten Akteuren des Katastrophenschutzes zur Anwendung und den Anforderungen an die Vorhersage, haben maßgeblich zum starken Praxisbezug beigetragen. Im Ereignisfall hilft die Überflutungsvorhersage bei der Bewertung der Hochwasserlage und schafft einen klaren Mehrwert insb. in der Lagebeurteilung und Katastrophenvorsorge. Damit werden eine frühzeitige, zielgerichtete und situative Warnung und Maßnahmeninitiierung ermöglicht.

Der Quellcode des KNN-Moduls sowie der Adapter zur Integration in die Delft-FEWS Konfiguration sind auf GitHub veröffentlicht (<https://github.com/FWUSiegen/PuwaSTAR->).