

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

Sachbericht zum Verwendungsnachweis

Teil I – Kurzbericht

Verbundprojekt



PuwaSTAR – Pumpwerkswarnung für Starkregen und Hochwasser im urbanen Raum

in der Fördermaßnahme:

Anwender – Innovativ: Forschung für die zivile Sicherheit II

Teilvorhaben des Lippeverbands:

Warnung vor Pumpwerksüberlastung und Erarbeitung wirkungsbasierter
Vorsorgestrategien und Verteidigungskonzepte

Förderkennzeichen: 13N16801

Aufgestellt durch: Lippeverband | Hannah Eckers, M.Sc., Dr. Daniela Falter

Projektlaufzeit: 01.10.2023 - 31.12.2025

Erstellungsdatum: 23.06.2026

Verbundkoordinator:

Dr. Daniela Falter

Lippeverband

Kronprinzenstraße 24, 45128 Essen

Projektpartner:

Universität Siegen, Forschungsinstitut für Wasser und Umwelt (FWU)

Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH

1. Hintergrund und Zielsetzung

In großen Teilen der Einzugsgebiete der Emscher-Genossenschaft und des Lippeverbandes (EGLV) sind infolge des Steinkohlebergbaus weit gestreckte abflusslose Bergsenkungsgebiete entstanden. Diese Gebiete müssen daher über Pumpwerke künstlich entwässert werden. Bei Überlastung eines Pumpwerks oder dem (teilweisen) Ausfall fließt das Wasser in das abflusslose Bergsenkungsgebiet und führt dort zu großflächigen Überflutungen. Neben der hydrometeorologischen Situation trägt damit das Pumpwerk maßgeblich zum Überflutungsgeschehen bei, wird derzeit in der Hochwasservorhersage aber nicht berücksichtigt. Vorhandene Informationen, z.B. in Form statischer Überflutungskarten oder von EGLV durchgeführte Risikostudien für Pumpwerke, geben hilfreiche Hinweise zur Gefährdung, sind im Ereignisfall aber gegebenenfalls unzulänglich.

Die operationelle Hochwasservorhersage basiert gegenwärtig – auch bei EGLV – insbesondere auf Niederschlag-Abfluss-Modellen, die zeitnah Abflussvorhersagen an Pegeln liefern und über Wasserstand-Abflussbeziehungen eine Ableitung von Wasserständen ermöglichen. 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 nicht bzw. nur eingeschränkt nutzbar sind.

Ziel des Forschungsprojekts ist 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. Die funktionsfähige KI-Anwendung soll in das bei EGLV vorhandene und operativ betriebene Hochwasservorhersagesystem Delft-FEWS integriert werden. Damit soll das Vorhersagesystem auf ein Pumpwerk an einem Nebengewässer ausgeweitet und ferner um die Vorhersage von Überflutungsgebieten einschließlich Details zum Zustand des Pumpwerks erweitert werden. Die auswirkungsbasierten Vorhersagen unterstützen im Ereignisfall bei der Einschätzung und Bewertung der Lage bei drohender Systemüberlastung oder dem Ausfall des Pumpwerks und ermöglichen eine frühzeitige, zielgerichtete und situative Warnung und Maßnahmeninitiierung. Die Vorhersagen werden auch den Endnutzern zugänglich gemacht und gemeinsam konkrete Handlungsoptionen und Vorsorgestrategien entwickelt.

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. Im hydrologischen und hydraulischen

Bereich werden KNN bereits vielfältig eingesetzt. Die Integration in operationelle Vorhersagesysteme und die Betrachtung von Pumpwerksausfällen wurden in dem Zusammenhang aber noch nicht untersucht.

2. Ablauf des Vorhabens

Das Pumpwerk Dorsten-Hammbach und das umgebende Poldergebiet dienen als Pilotgebiet zur Erforschung und Realisierung des Vorhersagesystems. Zunächst musste eine Vielzahl an Niederschlags-Abflussszenarien simuliert werden, die als Input in das gekoppelte 1D/2D-Modell verwendet werden und zusammen als Grundlage für das Training der KI benötigt werden. Für die Berücksichtigung von Pumpwerksausfällen wurden die pumpwerksspezifischen Ausfallszenarien definiert und ebenfalls in die KI-Anwendung integriert. Um die entwickelte funktionsfähige KI-Anwendung auch operationell nutzbar zu machen, wurde diese inklusive aller notwendigen Eingabekomponenten in das bei EGLV betriebene Delft-FEWS System integriert. Um die Anwendbarkeit und einen unmittelbaren Nutzen in der Praxis sicherzustellen, wurden gemeinsam mit den Praxispartnern Anforderungen definiert und Vorsorgestrategien und Organisationskonzepte entwickelt.

3. Ergebnisse

Im Projekt wurde eine KI-gestützte Überflutungsvorhersage entwickelt, die in Echtzeit potenziell überflutete Flächen und Wassertiefen im Poldergebiet des Pumpwerks Dorsten Hammbach prognostiziert. Neben der Niederschlags- und Abflussvorhersage sowie den akkumulierten Werten der vergangenen 24 h als Input in die KI-Anwendung, wird auch der aktuelle Zustand des Pumpwerks einbezogen. So können mögliche (Teil-)Ausfälle ebenfalls berücksichtigt werden. Die Ausfallszenarien wurden in Abhängigkeit der Förderleistung der einzelnen Pumpen definiert. Um die KI-Anwendung auf einer fundierten Datenbasis trainieren zu können, wurde eine Vielzahl von NA-Szenarien auf Grundlage unterschiedlicher Niederschlagsdaten simuliert und eine finale Datenbank mit insgesamt 461 NA-Szenarien bereitgestellt. Von diesen Szenarien wurden 375 für einen ausgewogenen Trainingsdatensatz des KI-Modells verwendet. Die funktionsfähige KI-Vorhersage inkl. der notwendigen Eingangsparameter läuft in dem bei EGLV operationell genutzten Vorhersagesystem Delft-FEWS nun im Testbetrieb und wird weiter validiert. Dies, sowie der enge Austausch mit den assoziierten Partnern sowie weiteren Stakeholdern mit denen u.a. zwei Workshops zur Anwendung in der Katastrophenvorsorge durchgeführt wurden, hat maßgeblich zum starken Praxisbezug beigetragen. Im Ereignisfall hilft diese Überflutungsvorhersage bei der Bewertung der Hochwasserlage und schafft einen klaren Mehrwert insbesondere in der Lagebeurteilung und Katastrophenvorsorge.