

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt



Kurzbericht – Verbundprojekt PuwaSTAR

Pumpwerkswarnung für Starkregen und Hochwasser im urbanen Raum

Teilvorhaben: Demonstrator für die KI-basierte operationelle 2D-Überflutungsvorhersage unter Berücksichtigung von Pumpenausfallszenarien

FKZ: 13N16800

Projektlaufzeit: 01.12.2023 – 31.12.2025

1. Hintergrund und Zielsetzung

Der Lippeverband betreibt ein operationelles Vorhersagesystem. Dort werden auf Basis hydrologischer Modelle unter Verwendung von aktuellen Mess- und Prognosedaten Abflussvorhersagen für Flusspunkte erstellt. In den Einzugsgebieten der Emscher und Lippe erschweren jedoch mehrere Faktoren die Vorhersage. Der hohe Versiegelungsgrad in der dicht besiedelten Region führt zu sehr schnellen Abflussreaktionen in den Gewässern. Zusätzlich existieren durch den Steinkohlebergbau abflusslose Polder, die künstlich über Pumpwerke entwässert werden müssen. Dies kann zu plötzlich steigenden Überschwemmungsgefahren bei extremen Regenfällen oder Pumpenausfällen führen.

Für die Vorhersagen setzten bisherige operationelle Systeme meist hydrologische und 1-D-hydraulische Modelle ein, da sie nur eine kurze Rechenzeit benötigten und so mehrmals pro Stunde aktualisiert werden können. 2-D-hydrodynamische Modelle bilden die komplexen Überflutungsprozesse in den Poldern realistischer ab, benötigen jedoch lange Rechenzeiten und sind daher für den operationellen Betrieb ungeeignet.

Um diese Lücke zu schließen, wurde im Zuge des Projekts ein datengetriebener, KI-basierter Ansatz von dem Forschungsinstitut Wasser und Umwelt (FWU) der Universität Siegen entwickelt. Das Modell basiert auf einem künstlichen-neuronalen Netz (KNN), das auf zuvor berechneten Überflutungsergebnissen einer 2-D-hydrodynamischen Modellierung trainiert wird. Das KNN soll in nahezu Echtzeit aus den vorhandenen Abflussprognosen und den bekannten Ausfallwahrscheinlichkeiten der Pumpen die zu erwartende Überflutung ableiten.

Die Aufgabe von Hydrotec bestand darin, auf Basis der vorhandenen Vorhersagetechniken die Methode der datengetriebenen Vorhersage operationell so einzubinden, dass sie die Aufgabe der Warnung mit ausreichender Vorwarnzeit erfüllen kann. Dazu wurde die technische Integration dieses KNN-Moduls in ein Delft-FEWS-Client-Server-System des Lippeverbands entwickelt und demonstriert. Konkret sollten die technischen Voraussetzungen für die Integration analysiert und umgesetzt werden. Das KI-Modell sollte in ein Testsystem integriert werden und mit den notwendigen Funktionalitäten ausgestattet sein, um einen operationellen Testbetrieb zu ermöglichen.

In diesem Projekt wird die Umsetzung für das Modellgebiet der Stadt Dorsten betrachtet. Dies umfasst die Einzugsgebiete des Hammbachs und des Wienbachs, beides Nebenflüsse der Lippe. Das langfristige Ziel ist eine übertragbare Vorhersagemethodik, die nicht nur im Projektgebiet, sondern auch in anderen pumpengesteuerten Risikogebieten eingesetzt werden kann.

2. Ablauf des Vorhabens

Für die Überflutungsvorhersage im Stadtgebiet Dorsten durch das KNN-Modul wird der Niederschlag über dem Modellgebiet und die Abflussvorhersagen (Ganglinien) an drei Flusspunkten benötigt. Letztere werden durch ein Niederschlag-Abfluss-Modell des Hammbachs berechnet, das von Hydrotec in das Vorhersagesystem integriert wurde.

Der aktuelle Zustand des Pumpwerks in Dorsten wird ebenfalls in die Überflutungsvorhersage miteinbezogen. Dafür wurde ein Datenimport der aktuellen zur Verfügung stehenden Förderleistung der einzelnen Pumpen in das Vorhersagesystem integriert.

Während der Entwicklung des KNN-Moduls wurden in enger Zusammenarbeit mit den Projektpartnern die technischen Voraussetzungen und Schnittstellen zwischen dem Modul und dem Vorhersagesystem abgestimmt. Diese wurden über die Integration der Beta-Version des KNN-Moduls getestet und weiterentwickelt. Mit Abschluss des Trainings aller Pumpwerk-Ausfallszenarien konnte das finale KNN-Modul in das Vorhersagesystem integriert werden.

Parallel wurde für die Anwendung in der Katastrophenvorhersage innerhalb eines Workshops und mehreren Feedback-Runden mit den assoziierten Partnern ein Berichtsentwurf erarbeitet, der zur Übermittlung des zu erwarteten Überflutungsgeschehens dient und automatisch nach jeder Überflutungsvorhersage erstellt wird.

3. Ergebnisse

Das Vorhersagesystem des Lippeverbands wurde um den Import der aktuellen Förderleistung des Pumpwerks Dorsten erweitert. Ebenso ist eine Überflutungsvorhersage mithilfe des KNN-Moduls, das durch die Universität Siegen entwickelt wurde, im operationellen Einsatz möglich. Die Überflutungsvorhersage liefert eine Karte des Modellgebiets Dorsten mit der maximal erwarteten Überflutungstiefe in den nächsten 24 Stunden in einer Auflösung von 5 x 5 Metern. Die Überflutungsvorhersage wird auf Basis der Ensemble-Vorhersage ICON-D2 des Deutschen Wetterdiensts für drei verschiedene Niederschlagsentwicklungen berechnet, um den Unsicherheitsbereich der Vorhersagen besser einschätzen zu können. Ebenso wird ein Ergebnisbericht erstellt, der für die Weitergabe an entsprechende Stellen (Stadt, Feuerwehr, Technisches Hilfswerk (THW)) geeignet ist und so eine frühzeitige Lageeinschätzung ermöglicht.

Der Adapter für die Integration in die Delft-FEWS Konfiguration wird zusammen mit dem Quellcode des KNN-Moduls veröffentlicht.