



PuwaSTAR – Pumpwerkswarnung für Starkregen und Hochwasser im urbanen Raum

KI-basierte 2D-Überflutungsvorhersage für Pumpwerke

Delft-FEWS-Anwendertreffen, 03.07.2025

Hannah Eckers (Lippeverband) & Valerie Lutz (Hydrotec)



PUWASTAR

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Gliederung

1. Einführung Forschungsprojekt PuwaSTAR
2. Delft-FEWS Integration
3. Anwendung in der Katastrophenvorsorge



EGLV



Emschergenossenschaft
Lippeverband

EGLV/ Falter, Daniela 2023

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BMBF-Projekt PuwaSTAR

Ziel: Echtzeitvorhersage von
Überflutungsflächen und -tiefen im
Polder des Pumpwerks Hammbach für
das Management im Ereignisfall



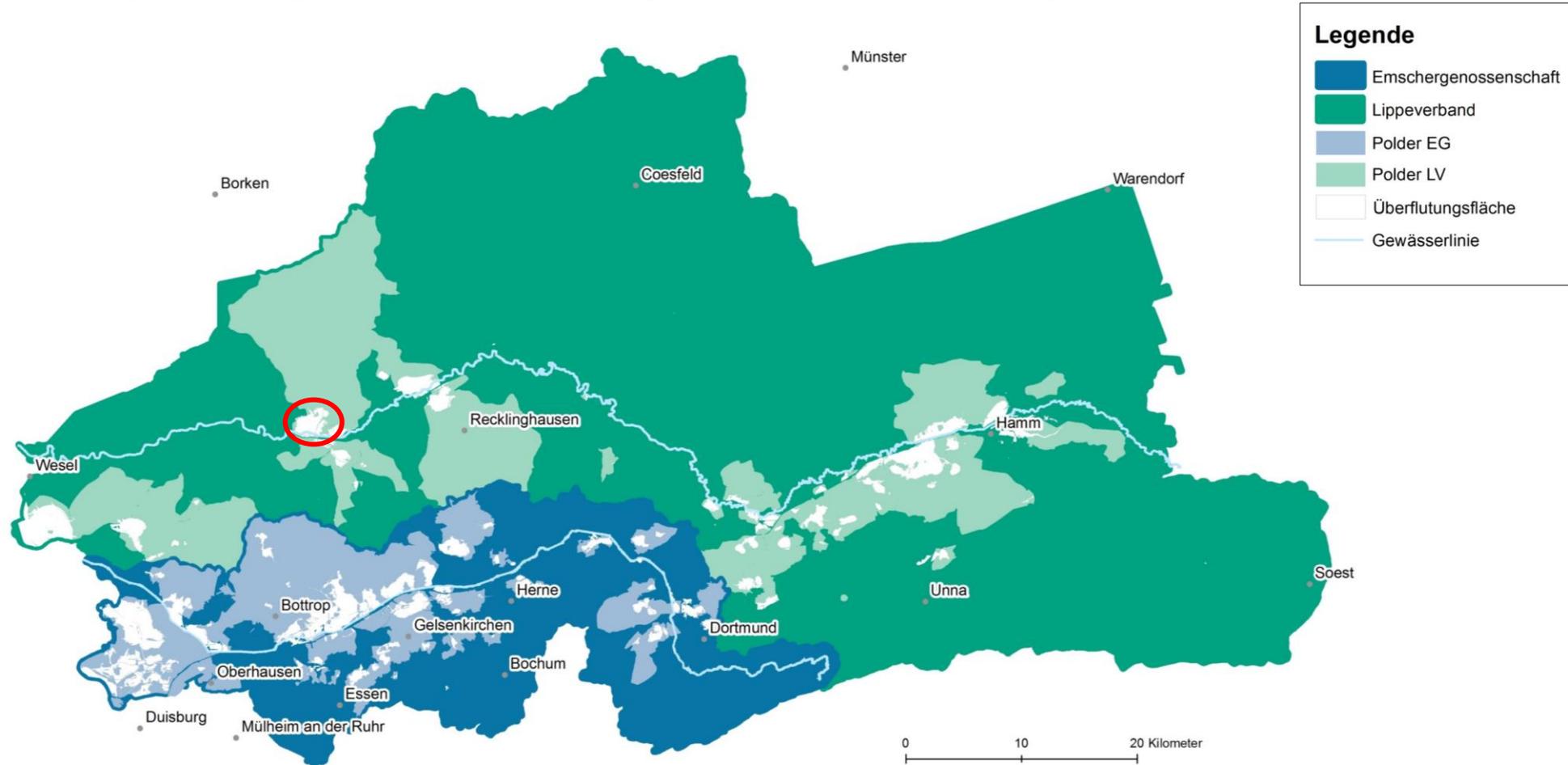
GEFÖRDERT VOM



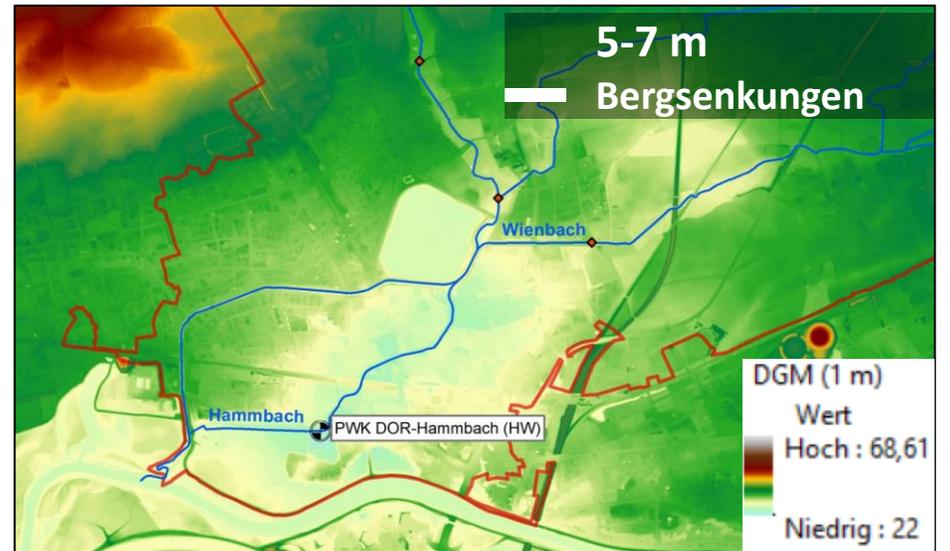
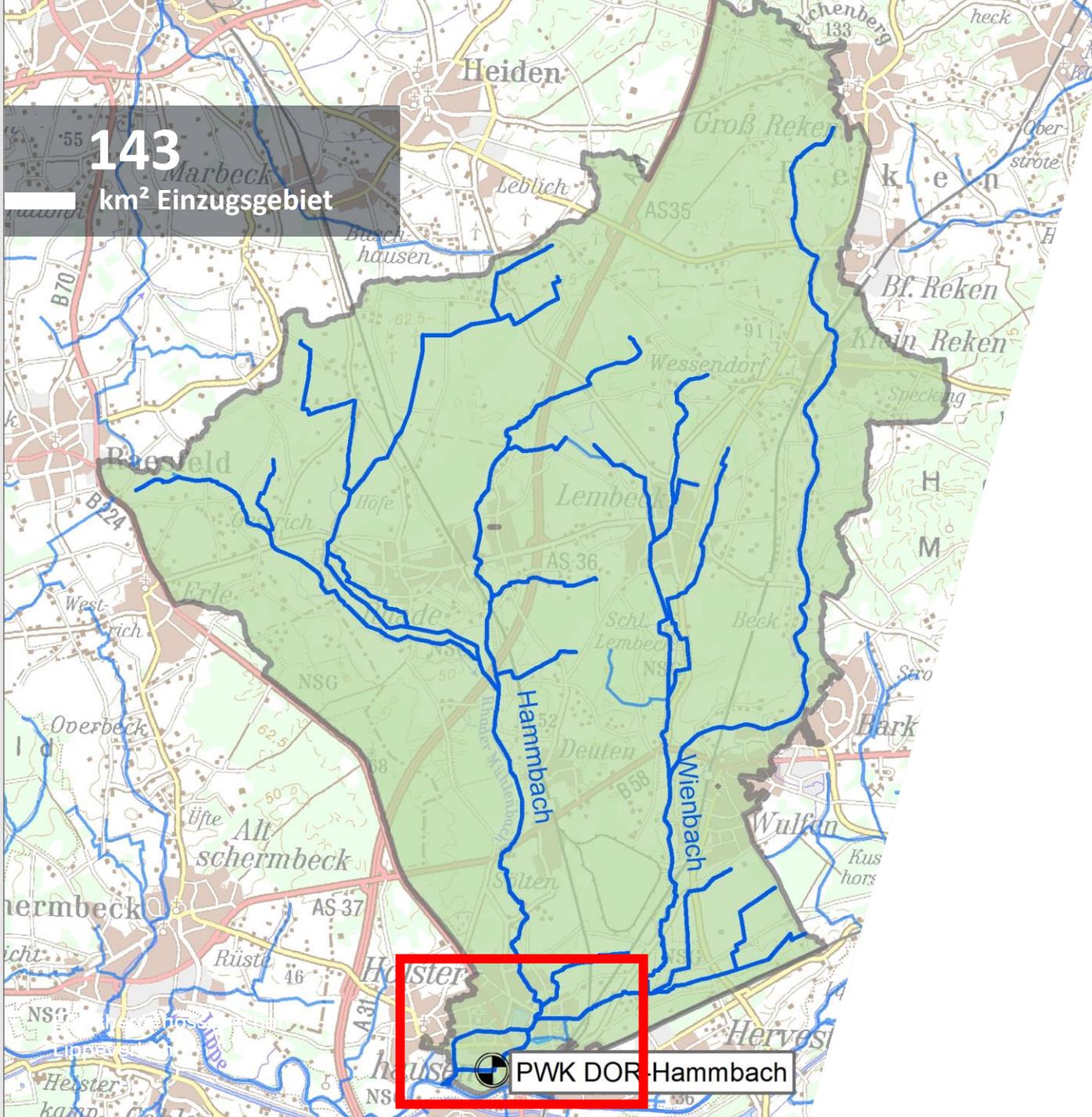
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Hintergrund

Bergsenkungen und Ausbildung abflussloser Poldergebiete



Pilotgebiet: Polder des PWK DOR Hammbach



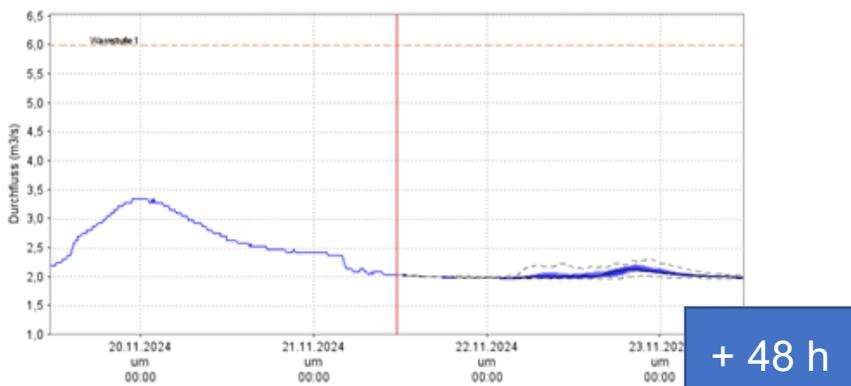
GEFÖRDERT VOM



BMBF Projekt PuwaSTAR: Ziel

Echtzeitvorhersage von Überflutungsflächen und -tiefen im Polder des Pumpwerks Hammbach für das Management im Ereignisfall

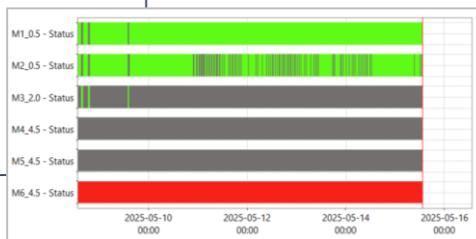
Abflussvorhersage für den Hammbach als Nebengewässer



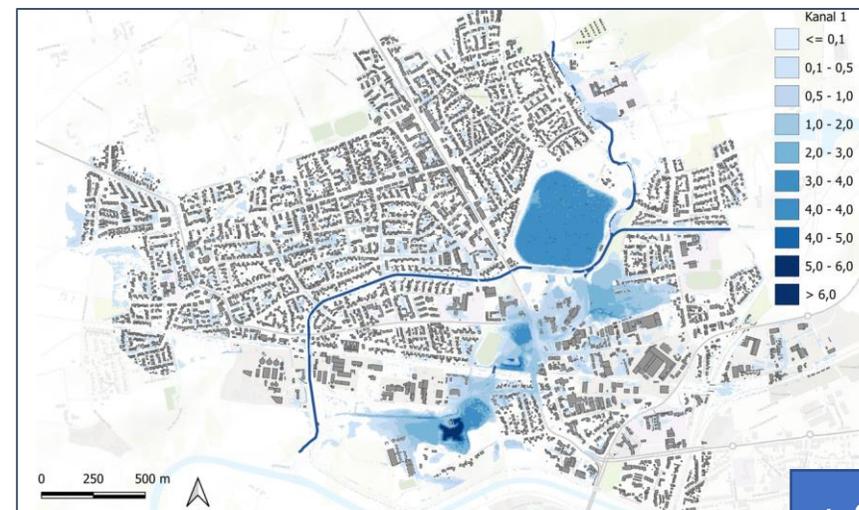
Beispielhafte Darstellung Ensemblevorhersage des Abflusses

Verknüpfung mit Betriebsdaten aus dem Pumpwerk

- Überlastung ja/nein
- Betriebszustand



Echtzeitvorhersage von Überflutungsflächen und -tiefen mit KI



Beispielhafte Darstellung Überflutungsflächenvorhersage

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

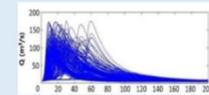
Entwicklung Demonstrator

Überflutungsvorhersage

PUMPWERKSWARNUNG FÜR STARKREGEN UND HOCHWASSER IM URBANEN RAUM - PuwaSTAR

Entwicklung Demonstrator

AP 1: N-A Szenarien



AP 2: Pumpenausfall-szenarien



AP 3: 2D Überflutungsvorhersage



Integration und Anwendung

AP 4: Delft - FEWS Integration



AP 5: Anwendung in der Katastrophenvorsorge



AP6: Projektkoordination und Dissemination

GEFÖRDERT VOM

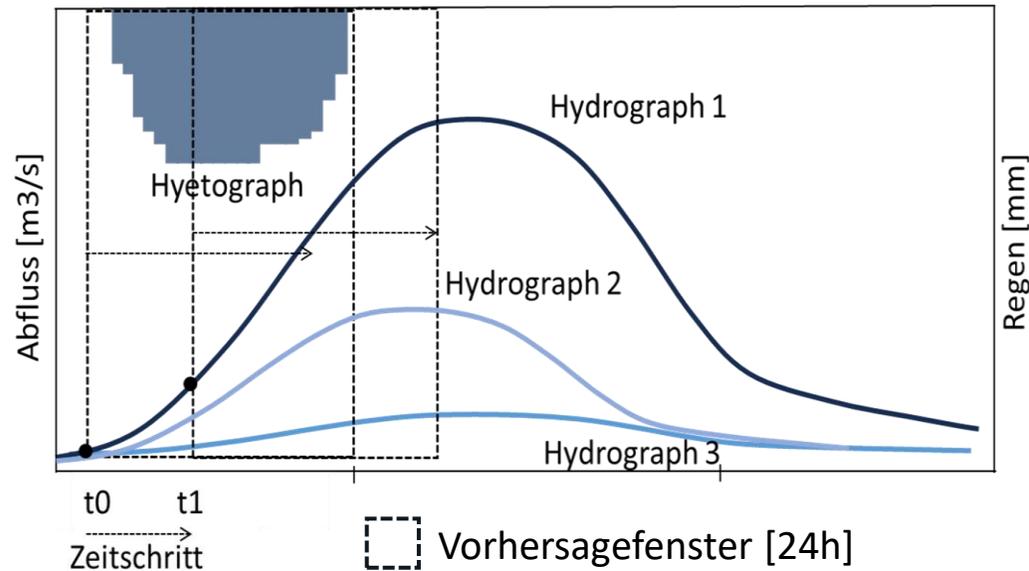


Bundesministerium für Bildung und Forschung

Entwicklung der Überflutungsvorhersage mit KI

Niederschlag-Abfluss Vorhersage

Prinzip: Convolutional neural network (CNN) – Bild-zu-Bild Übersetzung

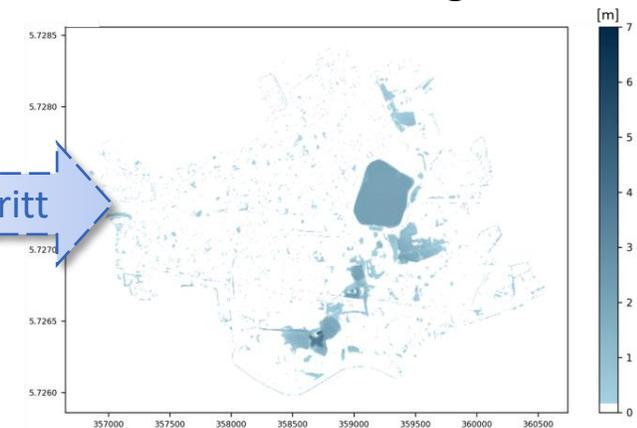


T0 Erste Vorhersage



Zeitschritt

T1 Zweite Vorhersage



Vorhersage der **maximalen Überflutungsfläche** und Wassertiefe in den nächsten **24h** für **fluviale** und **pluviale** Überflutungen

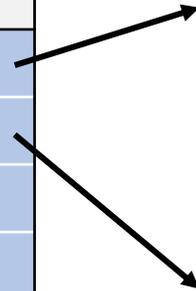
GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Entwicklung der Überflutungsvorhersage mit KI

Ausfallszenarien (Pumpe 3-6)	Verbleibende Förderleistung [m³/s]
Pumpen an	15,5
Pumpen aus	0
Pumpe 6 aus	11,0
Pumpe 5 & 6 aus	6,5
Pumpe 4,5,6 aus	2,0
Pumpe 3,5,6 aus	4,5
Pumpe 3 & 6 aus	9,0
Pumpe 3 aus	13,5

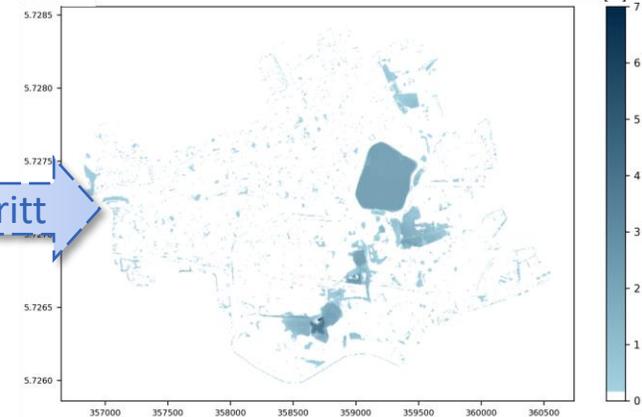


T0 Erste Vorhersage



Zeitschritt

T1 Zweite Vorhersage



GEFÖRDERT VOM

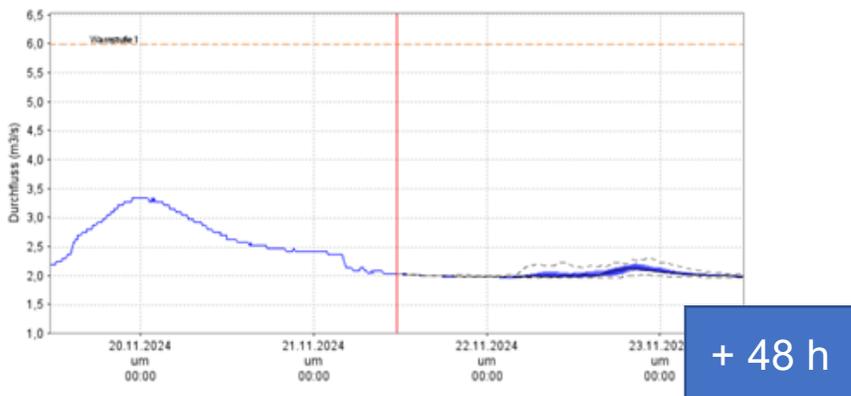


Bundesministerium für Bildung und Forschung

BMBF Projekt PuwaSTAR: Ziel

Echtzeitvorhersage von Überflutungsflächen und -tiefen im Polder des Pumpwerks Hammbach für das Management im Ereignisfall

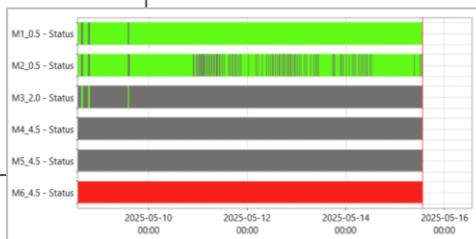
Abflussvorhersage für den Hammbach als Nebengewässer



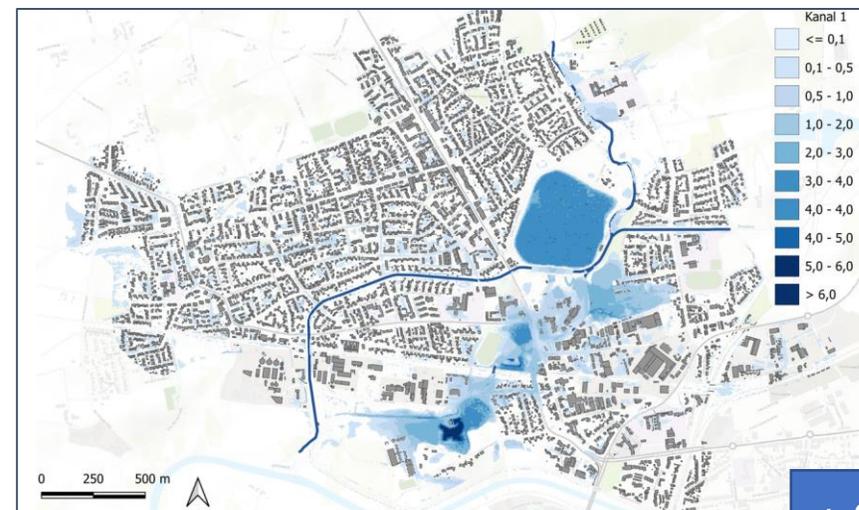
Beispielhafte Darstellung Ensemblevorhersage des Abflusses

Verknüpfung mit Betriebsdaten aus dem Pumpwerk

- Überlastung ja/nein
- Betriebszustand



Echtzeitvorhersage von Überflutungsflächen und -tiefen mit KI



Beispielhafte Darstellung Überflutungsflächenvorhersage

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

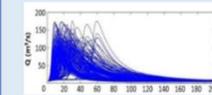
Integration und Anwendung

Delft-FEWS Integration

PUMPWERKSWARNUNG FÜR STARKREGEN UND HOCHWASSER IM URBANEN RAUM - PuwaSTAR

Entwicklung Demonstrator

AP 1: N-A Szenarien



AP 2: Pumpenausfall-szenarien



AP 3: 2D Überflutungsvorhersage



Integration und Anwendung

AP 4: Delft - FEWS Integration



AP 5: Anwendung in der Katastrophenvorsorge



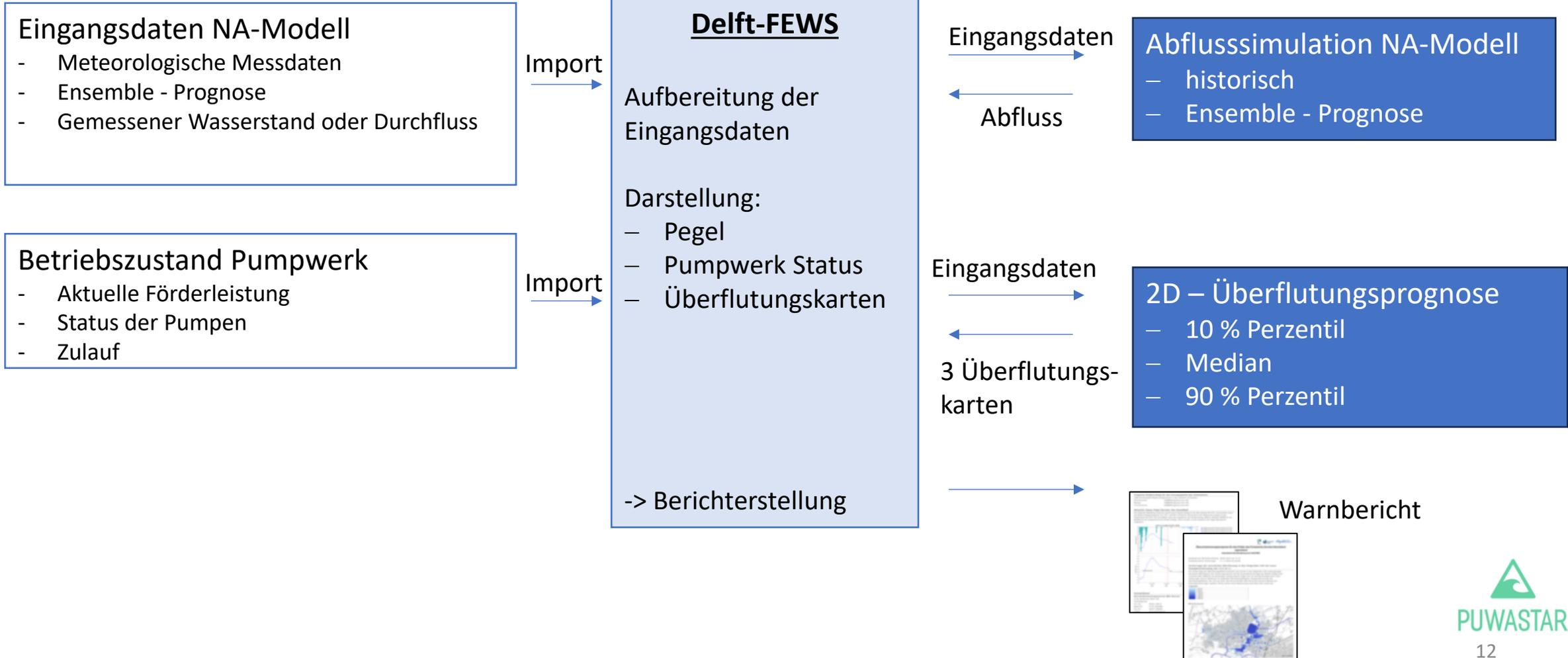
AP6: Projektkoordination und Dissemination

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Übersicht



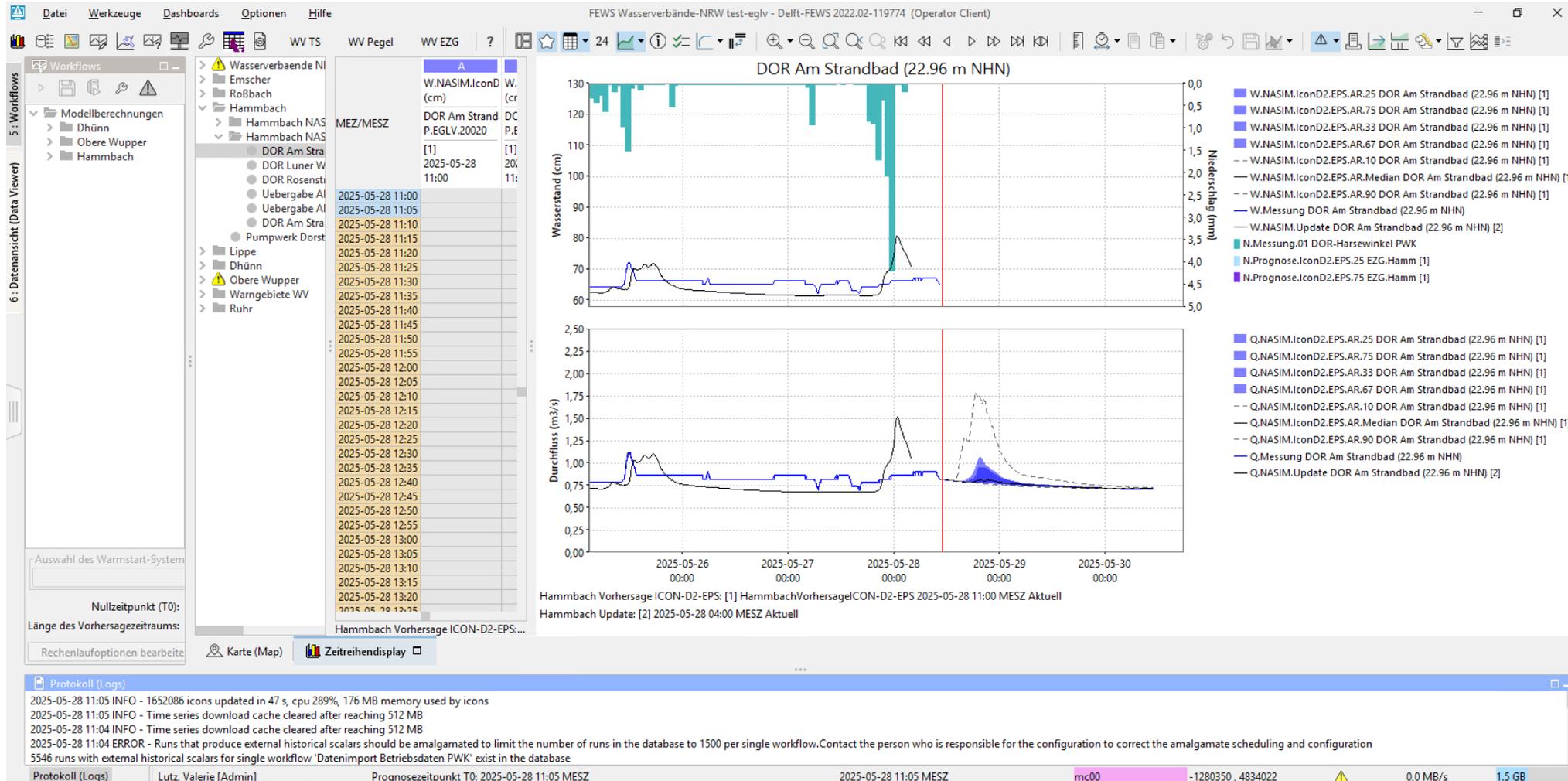
GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium für Bildung und Forschung

Niederschlag-Abflussszenarien

Testsystem



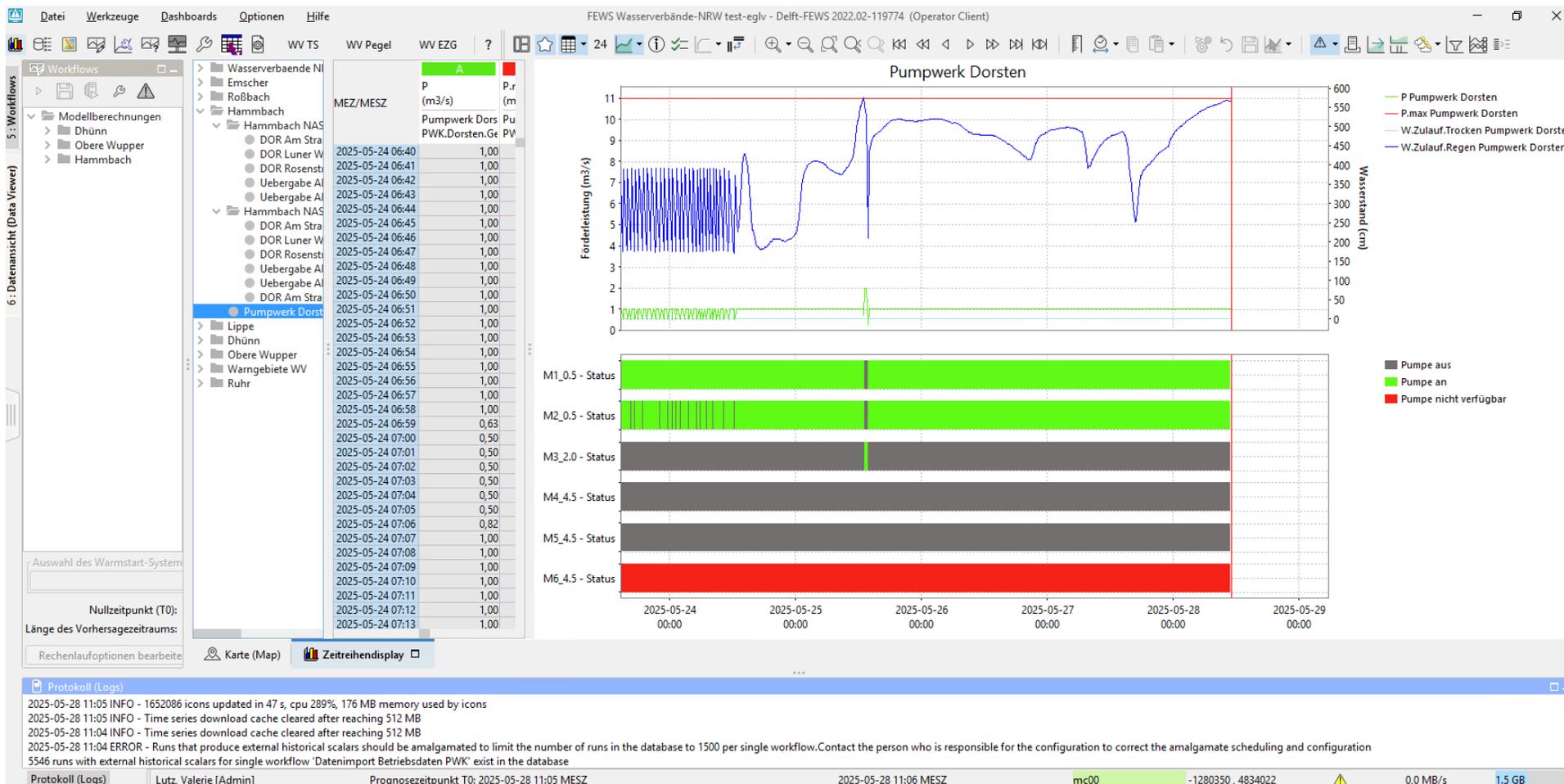
GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium für Bildung und Forschung

Echtzeit-Aufzeichnung des Betriebszustands

Testsystem



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium für Bildung und Forschung

Modifizier für Betriebszustand

Testsystem

The screenshot displays the 'FEWS WasserverbÄrnde-NRW - Delft-FEWS 2022.02-119774 (Stand alone)' application. The main window shows a workflow table for 'Knoten: Dorsten Überflutungsprognose'. Below this, the 'Maximale Förderleistung der Pumpen' workflow is selected, and its properties are shown, including the name 'Q.PWK.max_Pumpwerk Dorsten' and time range from 2025-02-03 12:00 to 2025-02-03 12:00. A data table and a line graph are also visible.

MEZ/MESZ	A maximale Förde (m3/s) Pumpwerk Dors PWK.Dorsten.Ge	B maximale Förde (m3/s) Pumpwerk Dors PWK.Dorsten.Ge
2025-02-03 11:52	15,50	15,50
2025-02-03 11:53	15,50	15,50
2025-02-03 11:54	15,50	15,50
2025-02-03 11:55	15,50	15,50
2025-02-03 11:56	15,50	15,50
2025-02-03 11:57	15,50	12,00
2025-02-03 11:58	15,50	12,00
2025-02-03 11:59	15,50	12,00
2025-02-03 12:00	15,50	12,00
2025-02-03 12:01		

The graph titled 'Pumpwerk Dorsten' plots 'Förderleistung (m³/s)' on the y-axis (ranging from 12.00 to 15.50) against time on the x-axis. A blue line represents the 'maximale Förderleistung' (constant at 15.50 m³/s), and a red line represents the 'maximale Förderleistung modifiziert' (constant at 15.50 m³/s until 11:57, then dropping to 12.00 m³/s until 12:01).

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium für Bildung und Forschung

Adapter 2D-Überflutungsprognose

3x

Delft-FEWS

Eingangsdaten

Darstellung

Docker-Image: PuwaSTAR-FEWS-Adapter

Python Code

Eingangsdaten

KI - Version

2D – Überflutungsprognose



Überflutungskarte



Vorteile Docker Container

- Open-Source
- Isolierte Umgebung für Python-Code inkl. aller benötigten Packages
- Einfache Installation über Docker-Images
- Einfache Versionskontrolle und Wartung
- Plattformübergreifende Nutzung (Windows, Linux, macOS)
- Parallele Ausführung mehrerer Container

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium für Bildung und Forschung

Darstellung Spatial Display

Stand-alone

The screenshot shows the PuwaSTAR software interface. The title bar reads 'FEWS Wasserverbände-NRW - Delft-FEWS 2022.02-119774 (Stand alone)'. The menu bar includes 'Datei', 'Werkzeuge', 'Dashboards', 'Optionen', and 'Hilfe'. The toolbar contains various icons for navigation and analysis. The left sidebar shows a 'Workflows' tree with categories like 'Modellberechnungen' and 'Dorsten Überflutungsprognose'. The main map area displays a spatial display of flood risk data for Dorsten, NRW, with a legend on the left indicating 'hohe Wahrscheinlichkeit: Überschwemmung' (high probability of flooding) in red. The legend also includes 'Median: Überschwemmungstiefe nächste' (median of next flood depth) and 'niedrige Wahrscheinlichkeit: Überschwemmung' (low probability of flooding). A scale bar at the bottom of the map shows 200, 400, 600, 800, and 1000 meters. The status bar at the bottom shows 'Dorsten KNN: 2024-11-21 03:00 MEZ Aktuell' and '2024-11-20 03:00 MEZ'. A log window at the bottom displays error messages: '2025-06-03 11:20 ERROR - Can not add layer Read/Write error Cache dir C:\0_local\3_FEWS_GIT\delft-fews_verbnw\regionHome\WMSLayers\Hochwasser\NRW\HWRM,15 is linked to tile server http://www.wms.nrw.de/umwelt/wasser/HW_Risikokarte? instead of https://www.wms.nrw.de/umwelt/wasser/HW_Risikokarte? DisplayConfigFiles/GridDisplay.xml'.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

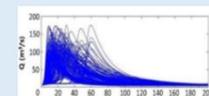
Integration und Anwendung

Anwendung in der Katastrophenvorsorge

PUMPWERKSWARNUNG FÜR STARKREGEN UND HOCHWASSER IM URBANEN RAUM - PuwaSTAR

Entwicklung Demonstrator

AP 1: N-A Szenarien



AP 2: Pumpenausfall-szenarien



AP 3: 2D Überflutungsvorhersage



Integration und Anwendung

AP 4: Delft - FEWS Integration



AP 5: Anwendung in der Katastrophenvorsorge



AP6: Projektkoordination und Dissemination

GEFÖRDERT VOM

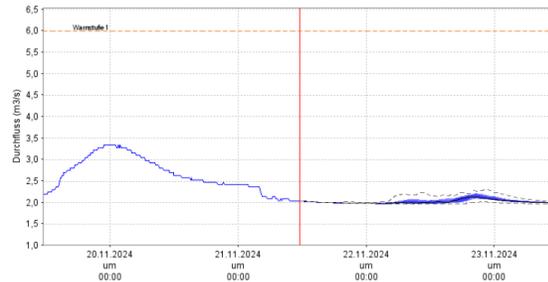


Anwendung in der Katastrophenvorsorge

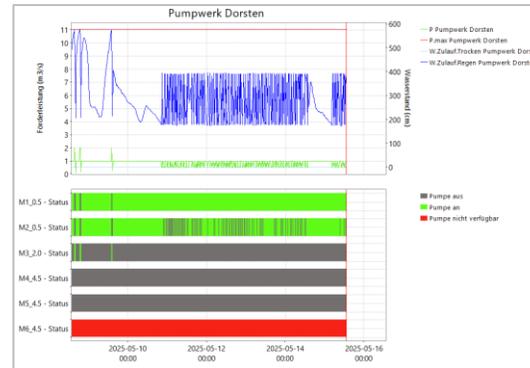
Perspektivische Möglichkeiten im Rahmen von PuwaSTAR

Testsystem

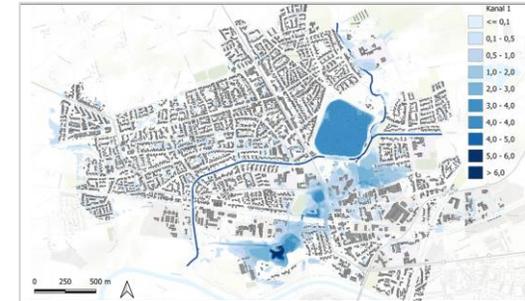
Abfluss- und Wasserstandvorhersage am Pegel (Nebengewässer)



Betriebsstatus des PWK



Vorhersage von Überflutungsflächen (Polder des PWK)



Integration in das Risikomanagement

GEFÖRDERT VOM

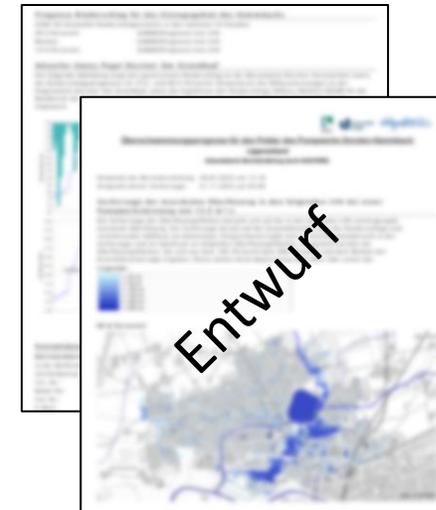


Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Anwendung in der Katastrophenvorsorge



- Partizipative Erarbeitung und Definition von Endnutzeranforderungen an den Demonstrator und die Bereitstellung von Informationen
- Gemeinsame Erarbeitung von Organisations- und Handlungskonzepten basierend auf einer dynamischen auswirkungsbasierten Überflutungsvorhersage
- Konzeptionierung eines Vorhersage-Berichts
 - Initiierung von Maßnahmenkonzepten



Konkrete **Umsetzung im Vorhersagesystem** und **Integration in bestehende Strukturen und Systeme**

- Darstellungen der Überflutungskarten
- Informationsbedarfe und -inhalte
- Informations- und Übertragungswege
- Warnungen & Warnkriterien
- Abläufe



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Universität
Siegen

Hydrötéc



Stadt Dorsten

bottrop



PuwaSTAR

Pumpwerkswarnung für Starkregen und
Hochwasser im urbanen Raum

Delft-FEWS-Anwendertreffen

03.07.2025



PUWASTAR

GEFÖRDERT VOM

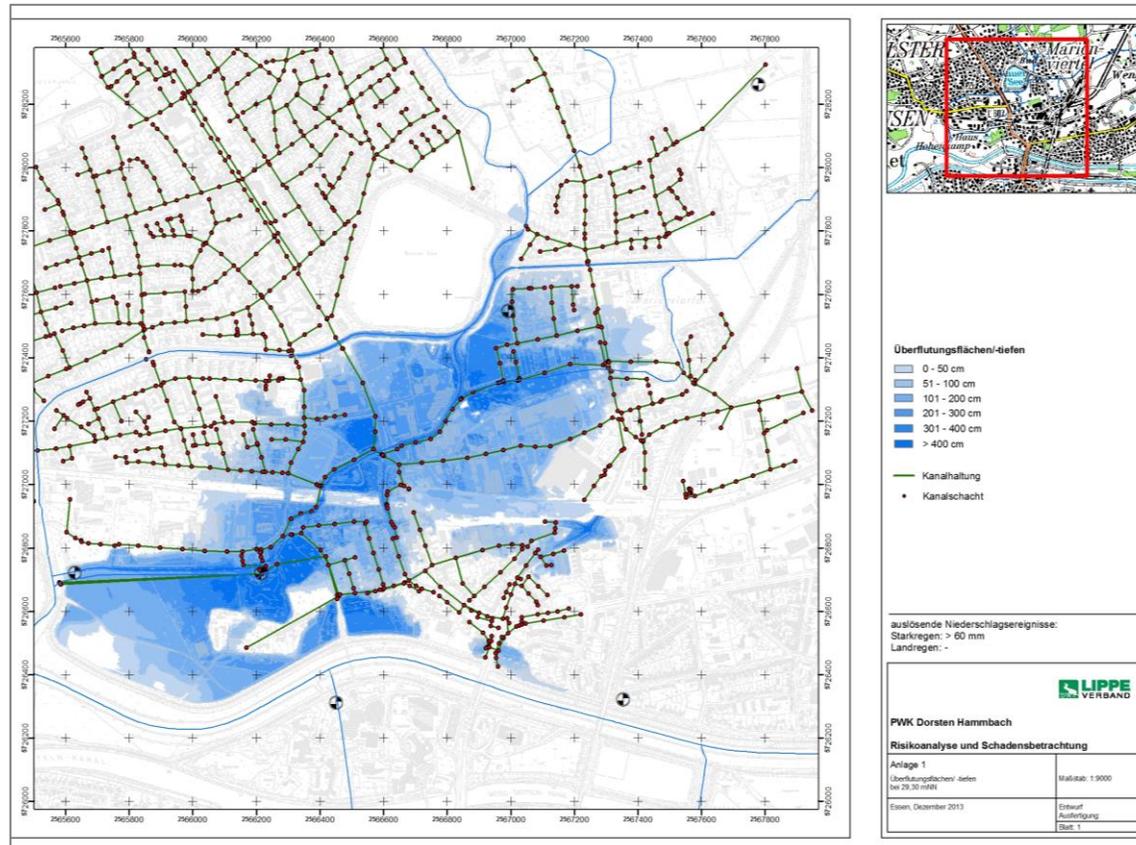


Bundesministerium für Bildung und Forschung

Risikostudien

Was passiert, wenn das Pumpwerk ausfällt?

Risikostudien zu Pumpwerksausfall



Schadenspotenzial:

- 75 Mio. €
- Mehr als 1.000 betroffene Personen
- Mehrere städtische Verwaltungseinrichtungen, Schulen, Altenheime betroffen

PWK Dorsten Hammach, Risikoanalyse und Schadensbetrachtung (Lippeverband 2013)

GEFÖRDERT VOM

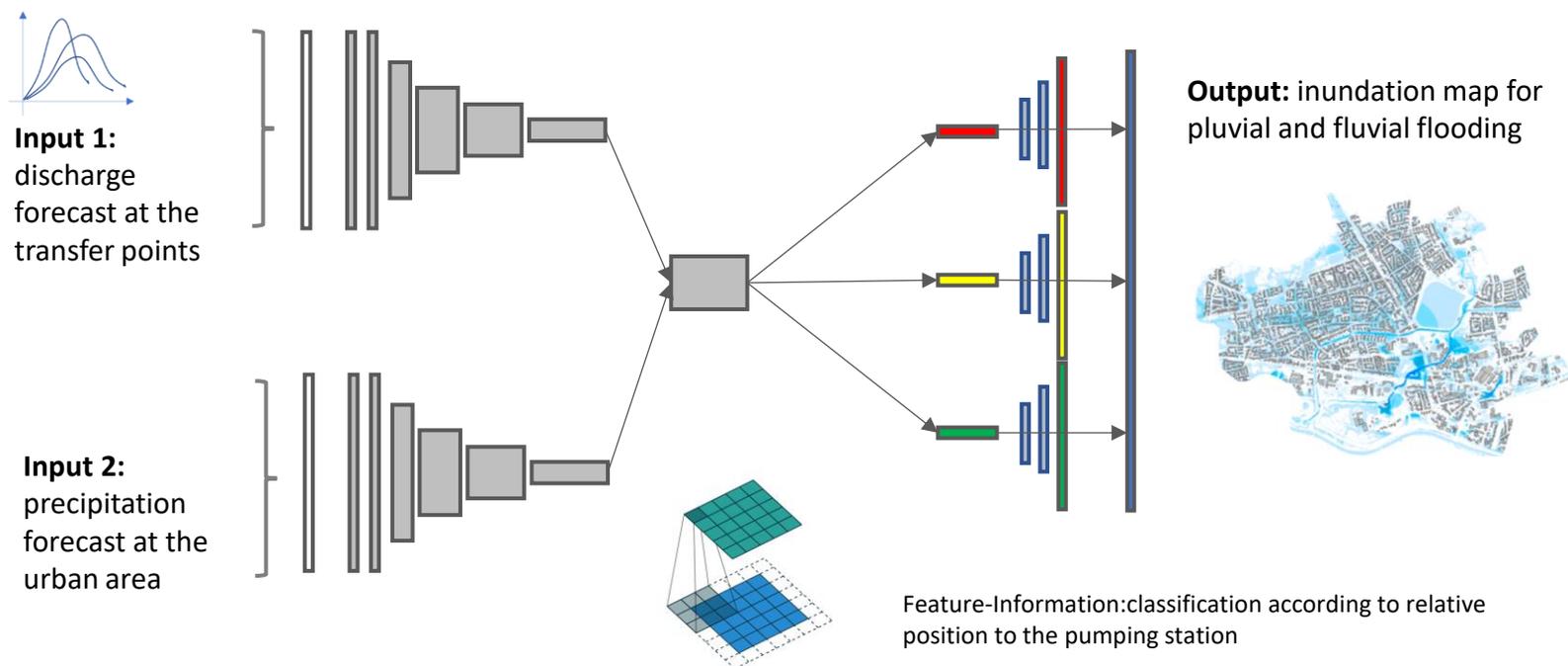


Development of the dynamic forecasting system based on AI

Principle of the AI model



Convolutional neural network (CNN) – Image-to-image translation



Prediction of **maximum flood inundation** extend and water depth for **fluvial** and **pluvial** flooding

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Entwicklung der Überflutungsvorhersage mit KI

Pumpwerk – Ausfallszenarien

Szenarien	Pumpe 3 Förderleistung 2 m ³ /s	Pumpe 4 Förderleistung 4,5 m ³ /s	Pumpe 5 Förderleistung 4,5 m ³ /s	Pumpe 6 Förderleistung 4,5 m ³ /s	Gesamtleistung 15,5 m ³ /s
1	0	0	0	0	0
2	2,0	4,5	4,5	4,5	15,5
3	2,0	4,5	4,5	0	11
4	2,0	4,5	0	0	6,5
5	2,0	0	0	0	2,0
6	0	4,5	0	0	4,5
7	0	4,5	4,5	0	9,0
8	0	4,5	4,5	4,5	13,5

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Adapter 2D-Überflutungsprognose

3x

Delft-FEWS

- Aufbereitung Eingangsdaten
- General-Adapter
- Darstellung Ergebnisse
- Weiterverarbeitung (Bericht)

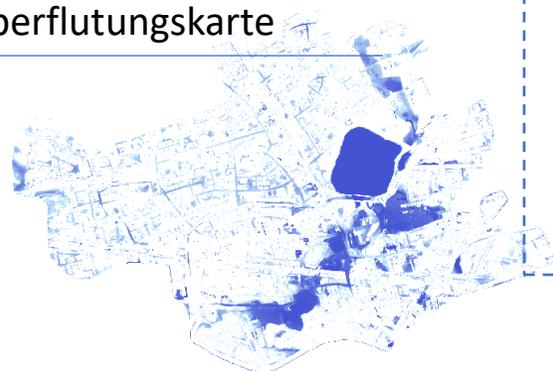
Eingangsdaten

Docker-Image: PuwaSTAR-FEWS-Adapter

Python-Code

- Einlesen und Aufbereiten der Eingangsdaten
- Auswahl der KI anhand max. Förderleistung
- **KI: 2D – Überflutungsprognose**
- Aufbereiten der Ergebnisse

Überflutungskarte



KI

Version 1	Version 2	Version 3	Version 4
Version 5	Version 6	Version 7	Version 8