



Inno_MAUS Aktueller Kenntnisstand

Dr.-Ing. Axel Bronstert & MSc Sophia Dobkowitz
und weitere 12 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus dem Projekt
werden fortlaufend verbessert
20.-21. 9. 2023
WaX Statusseminar, Potsdam



Übergeordnetes Projektziel

Weiterentwicklung und Bereitstellung innovativer digitaler Instrumente für das Management urbaner Starkregen, die sich flexibel in existierende kommunale Abläufe und Dateninfrastrukturen integrieren lassen.

Fünf spezifische Ziele

- 1) Transparente und offene Schnittstellen realisieren (APX)
- 2) Konvektive Extremniederschläge erfassen und vorhersagen (AP1)
- 3) Urbane Abflussbildung und Potenziale urbaner Wasserretention quantifizieren (AP2)
- 4) Abflussdynamik durch Verfahren der künstlichen Intelligenz effizient simulieren (AP3)
- 5) Starkregenspezifische Schäden an Gebäuden und Infrastruktur abschätzen (AP4)

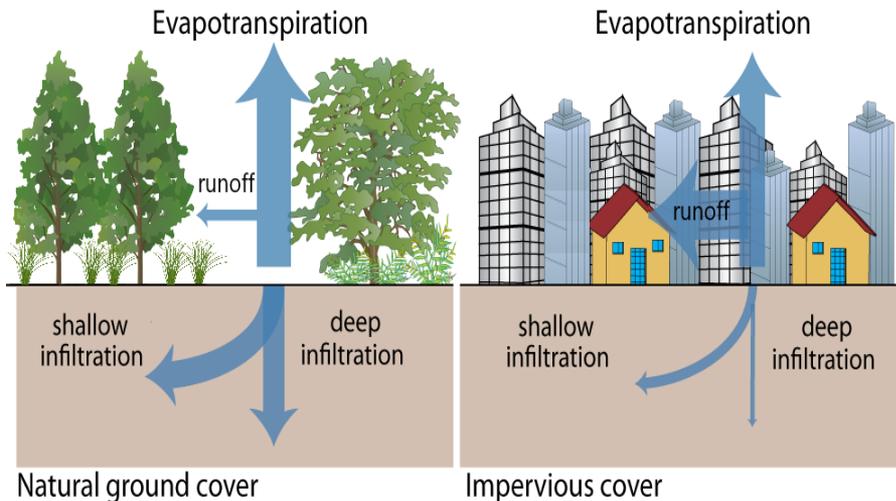


Wichtige Fragen:

- **Modellvalidierung mit „soft data“**, wie Fotos, Videos, Satellitenbilder von Hochwasserereignissen
- **Querverbindungen zu anderen Projekten**, die in einem ähnlichen Bereich tätig sind (CliWaC, CapTainRain, vereinfachte Hydraulik z.B. Scalgo, Model RIM2.0)
- **Definition von „Story Lines“ (exemplarische praxisrelevante Projektanwendungen)**
 - 1) **Exemplarische Echtzeit-Vorhersage eines urbanen Hochwassers:** Niederschlag, Hydrologische und Hydraulische Modellierung, Schadensabschätzung
 - 2) **Exemplarische Nutzung zur Gefährdungsanalyse**
 - 3) **Durchspielen verschiedener Szenarien mit „Grüner Infrastruktur“ als Planungshilfe**
 - 4) **Nutzbarkeit von KI zur hydraulischen Modellierung** um Ergebnisse aus kleinen EZGs auf große Städte zu übertragen

WICHTIGE FRAGEN ZU „WASSERSPEICHERUNG IN DER LANDSCHAFT“

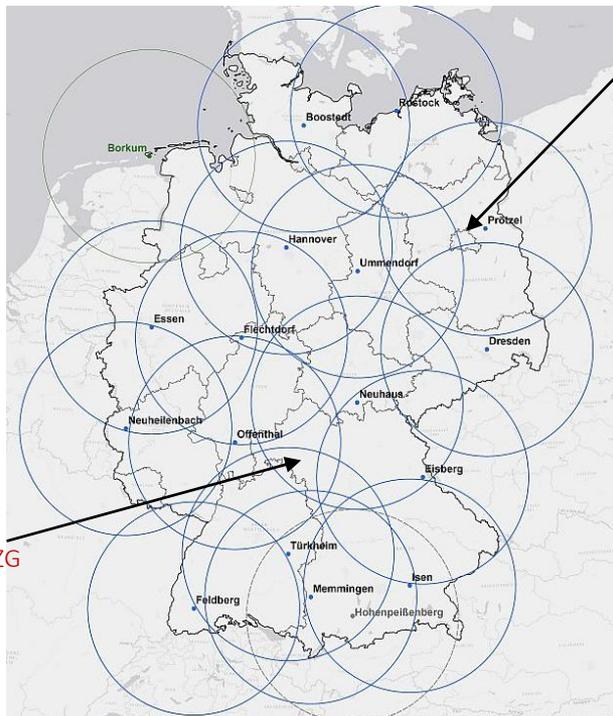
1. Welche Art möglicher Speicherung ?
2. Wie (gut) sind diese quantifizierbar und vergleichbar ?
3. Wie groß ist deren Wirksamkeit bei unterschiedlichen met. Randbedingungen ?
4. Wieweit lassen sich Wasserüberschuss und –mangel ausgleichen?



Schön und gut, aber...?

Infos dazu: QT-Workshop zu Wasserspeicherung, heute Nachmittag

1. Radargestützte Niederschlagserschätzung YW Radar-Kompositdaten des DWD



Berlin
Kreuzberg

Würzburg
Heigelsbach EZG

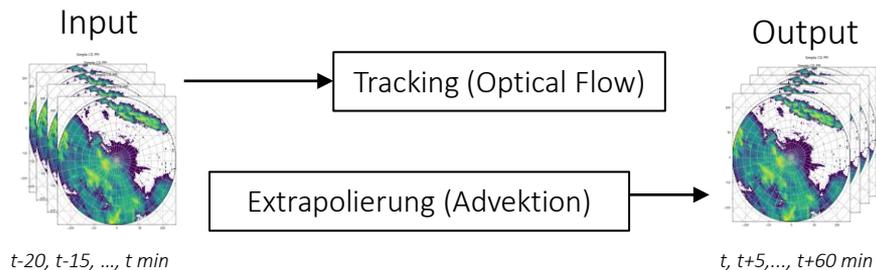
Gebiet: 1100 km x 900 km
Zeitraum: 2000-2023

Zeitliche Auflösung: 5 min
Räumliche Auflösung: 1 km

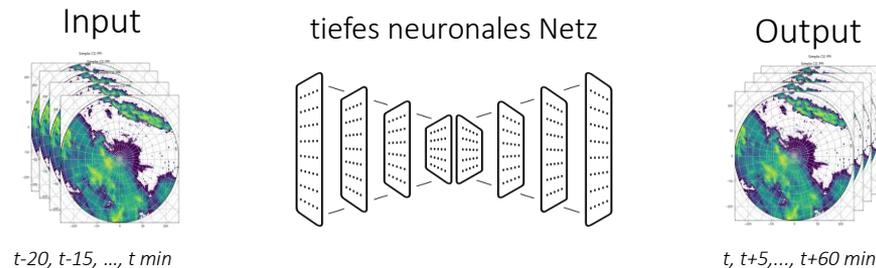
AG Heistermann, UP

2. Radargestützte Niederschlagsvorhersage

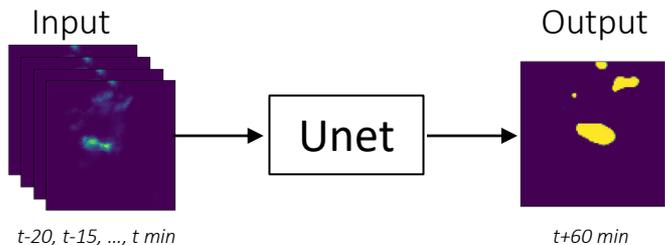
Optical Flow basierte Methoden



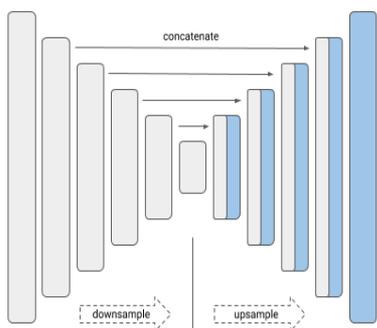
Deep Learning



Vorhersage der Niederschlagsakkumulation über bestimmten Schwellenwerten (1,5,..., 35 mm pro Stunde)



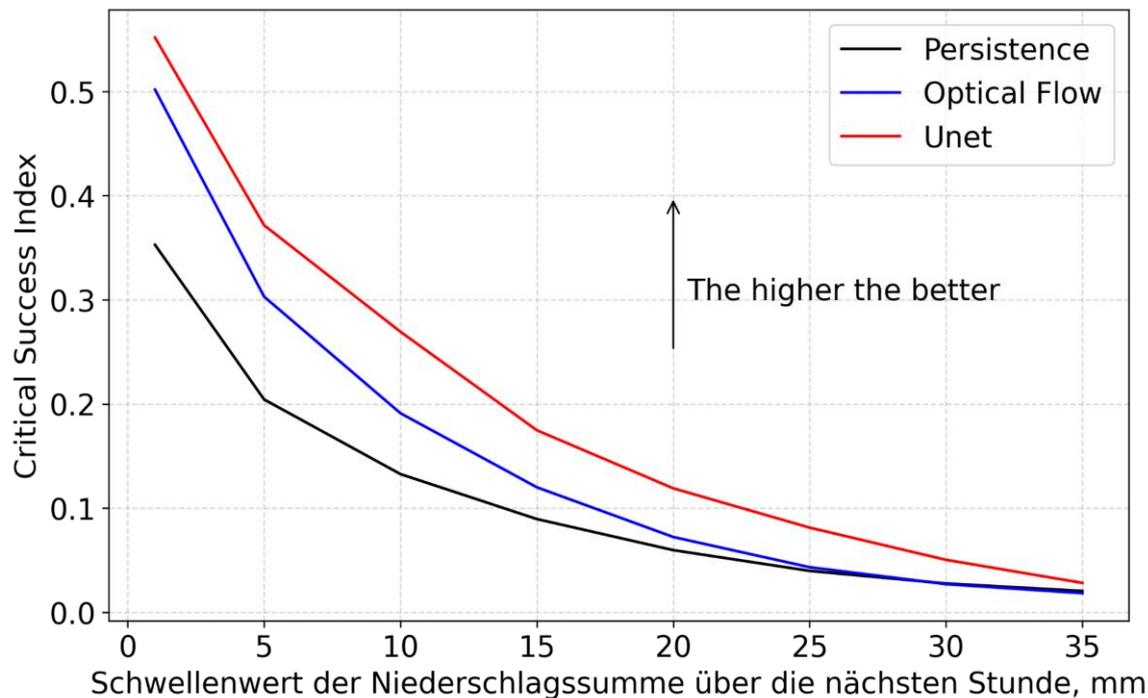
U-Net: tiefes neuronales Netz



Trainingsdaten

5617 Ereignisse von einer Stunde Dauer aus dem CatRaRE (Kataloge von Starkniederschlagsereignissen, DWD)

Auswertung auf einem Hold-out-Testset



- Quantifizierung von Abfluss, Infiltration und Wasserspeicherung in städtischen Gebieten
- Wirksamkeit verschiedener grüner Infrastrukturmaßnahmen (GI) bei unterschiedlichen Niederschlagsszenarien → Parametrisierung der Modelle?

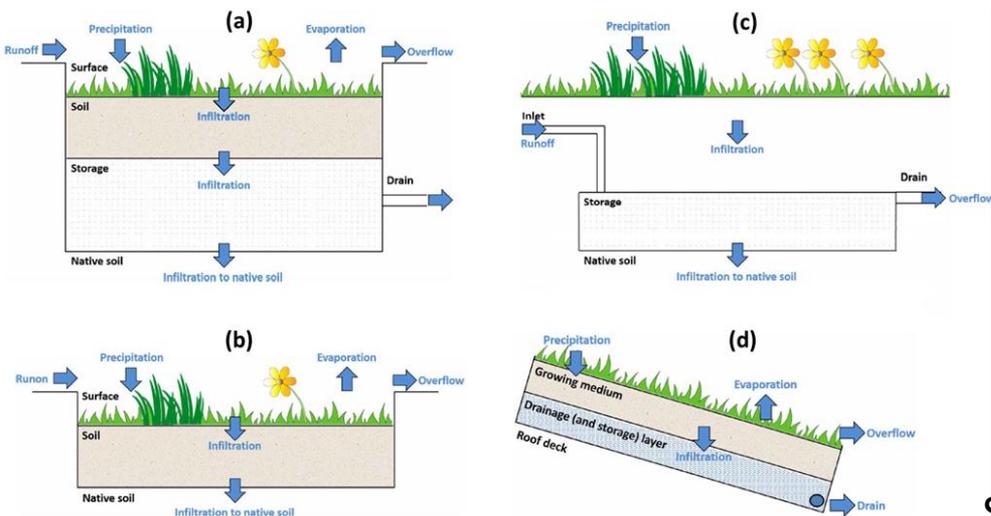
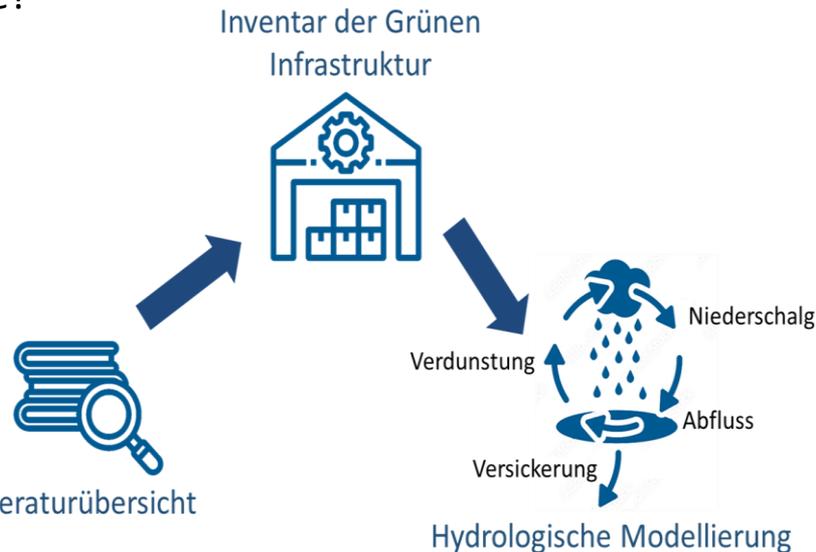


Abbildung. Schematische Darstellung verschiedener GI: (a) Biorückhaltezone, (b) Regengarten, (c) Versickerungsanlage und (d) Gründach. (angepasst von Lerer et al., 2022)

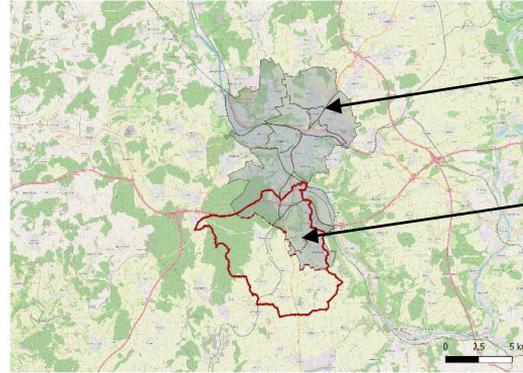
AG Bronstert, UP



Schema zur Parametrisierung verschiedener Rückhalteoptionen

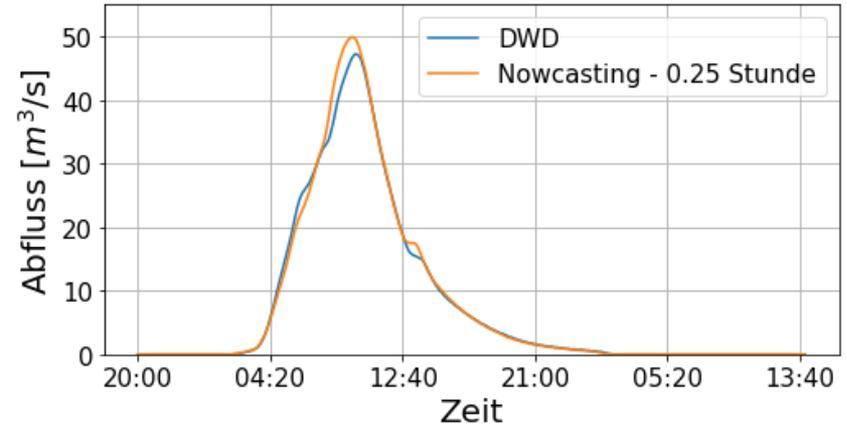
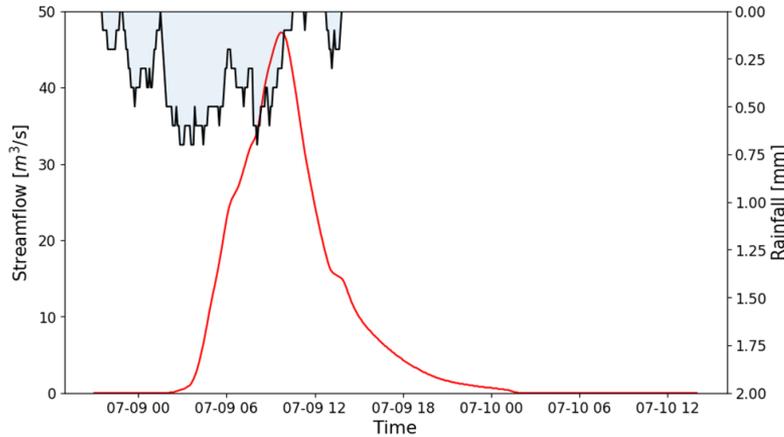
→ hydrologisch-hydraulisches Screening-Tool für grüne Infrastruktur: siehe Poster

- Entwässerungsfläche = 56,75 km²
- Abflussspitze = 47,2 CMS
- Zeitpunkt Höchststande: 9.7.21, 09:40
- Volumen = 1152,4 (10³) m³



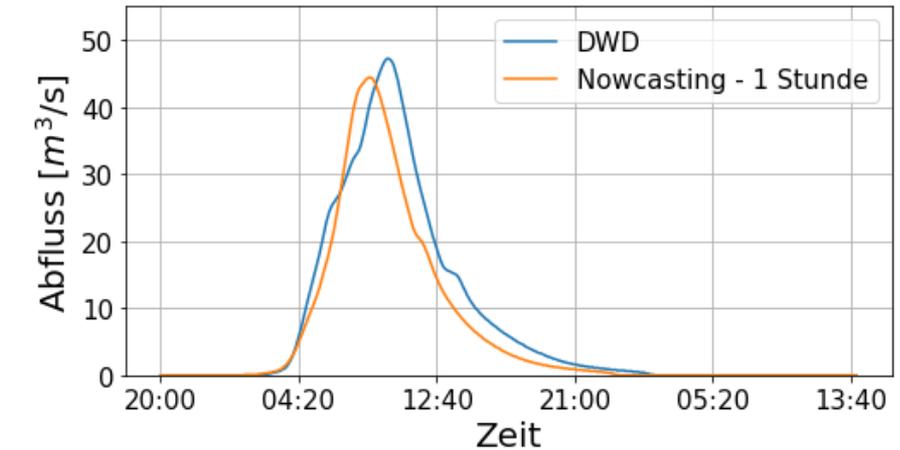
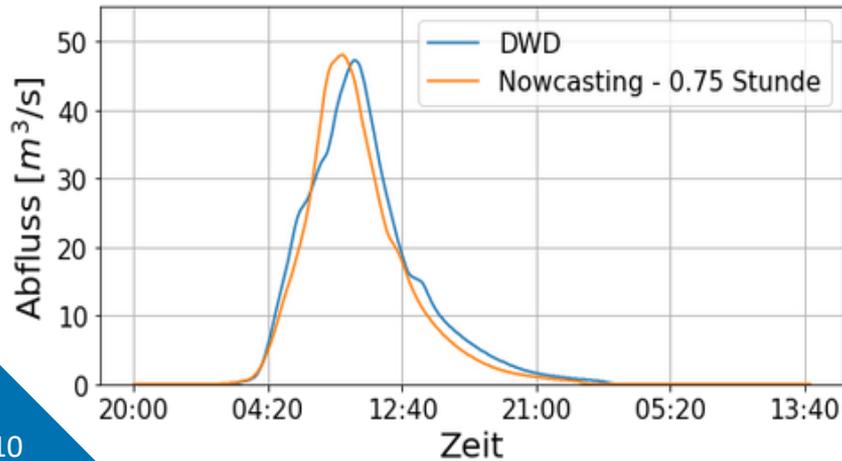
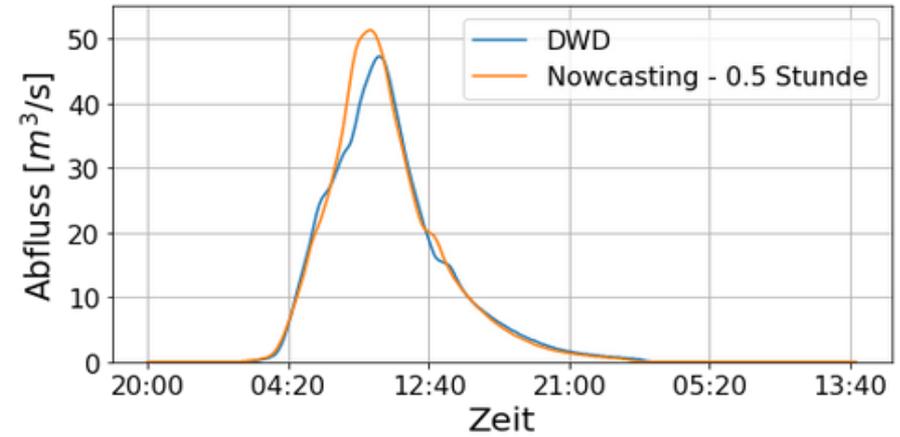
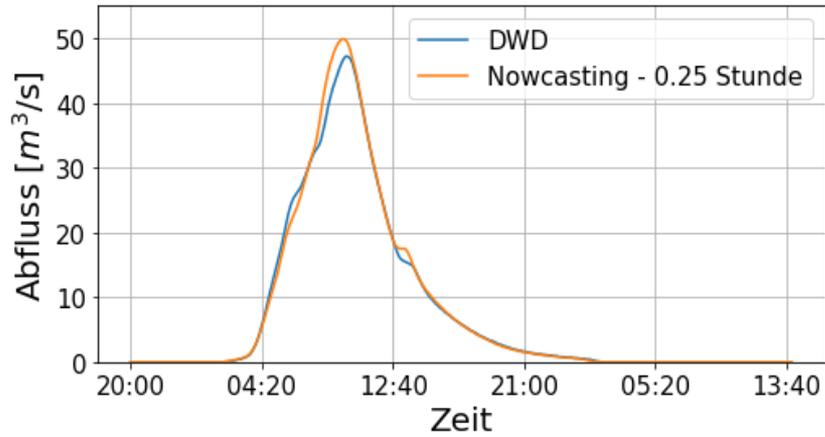
Würzburg

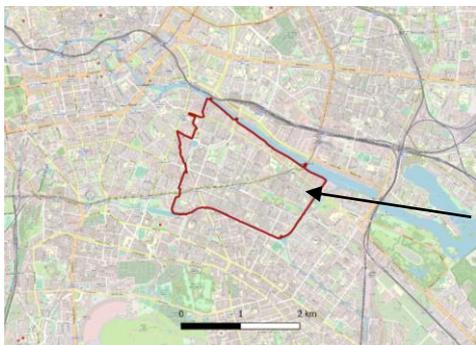
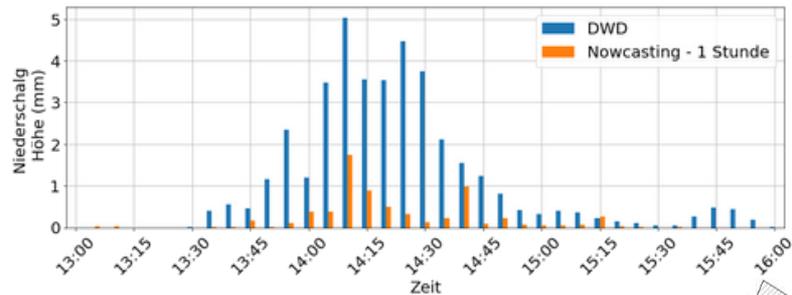
Heigelsbach
EZG



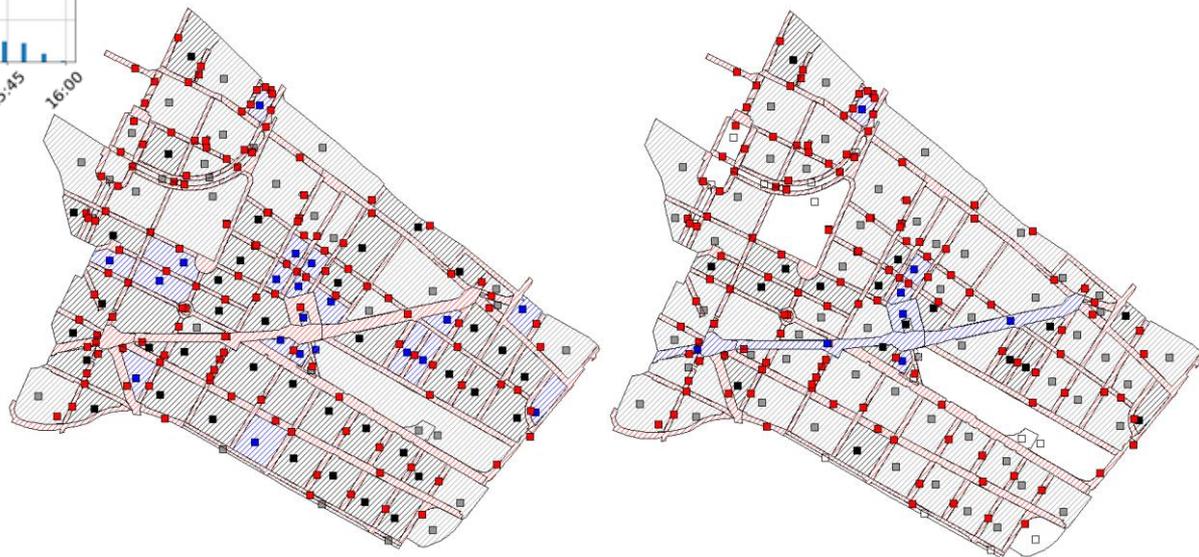
Sim. Abfluss für das Ereignis vom 9.7.21, Heigelsbach EZG / Würzburg
(Modell: HEC-HMS mit SCS-CN, keine Hydraulik)

AG Bronstert, UP





Berlin I:
Kreuzberg

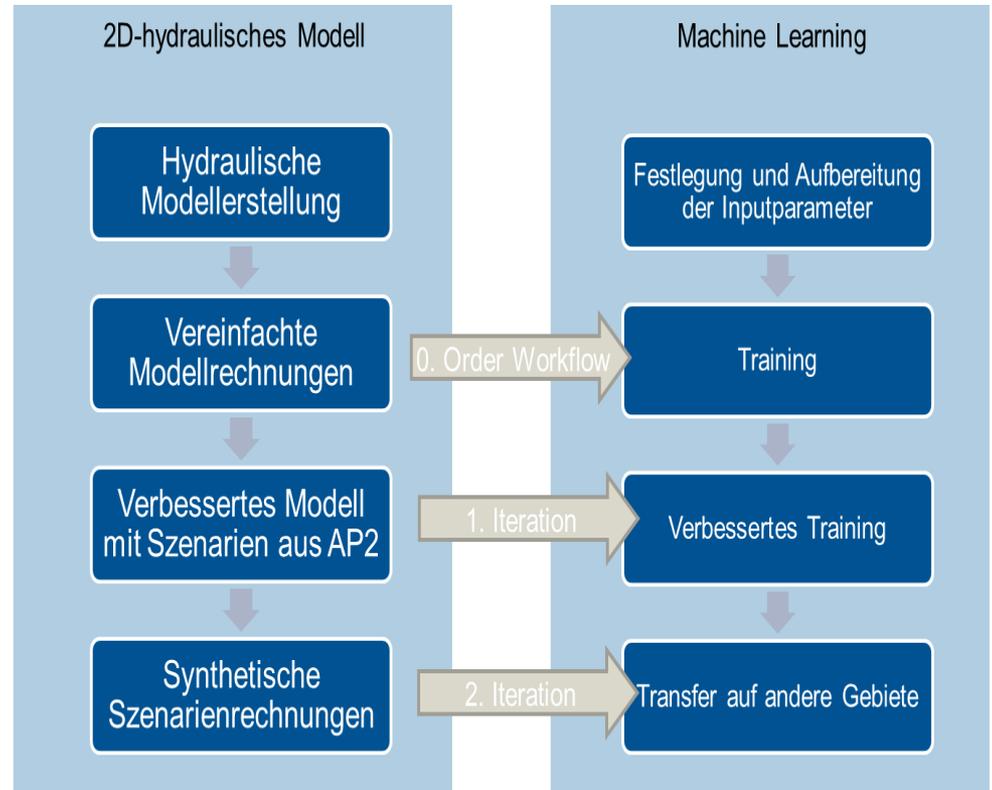


Abflussbeiwert



Geschätzte Abflussbeiwerte für das Ereignis vom 2.8.2019 in Moabit, auf EZG Berlin I übertragen: (a) DWD und (b) Nowcasting - 1 Stunde (Modell: SWMM)

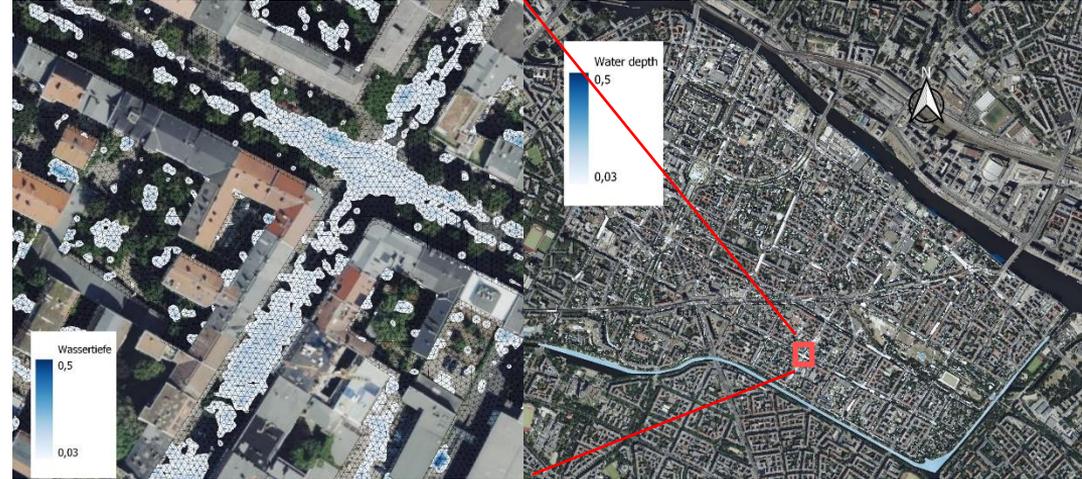
- Numerische 2D-hydraulische Hochwassersimulation in den Modellgebieten
- Modellergebnisse dienen als Trainingsdatensatz für KI (basierend auf DNN)
- Optimierung des hydraulischen Modells sowie des KI-Tools („Adaptiver neuronaler Fourier-Operator“) → Poster



Hydraulische Modellierung

Berlin

- Schwierige (Ent)kopplung der hydrologischen und hydraulischen Prozesse
- Untersuchung verschiedener Randbedingungen und Repräsentationen der Gebäude



Würzburg

- Sehr feine Gewässerstrukturen und abflusswirksame Infrastruktur
- Modellvalidierung ohne Pegeldata
- Abschätzung der Modellunsicherheiten



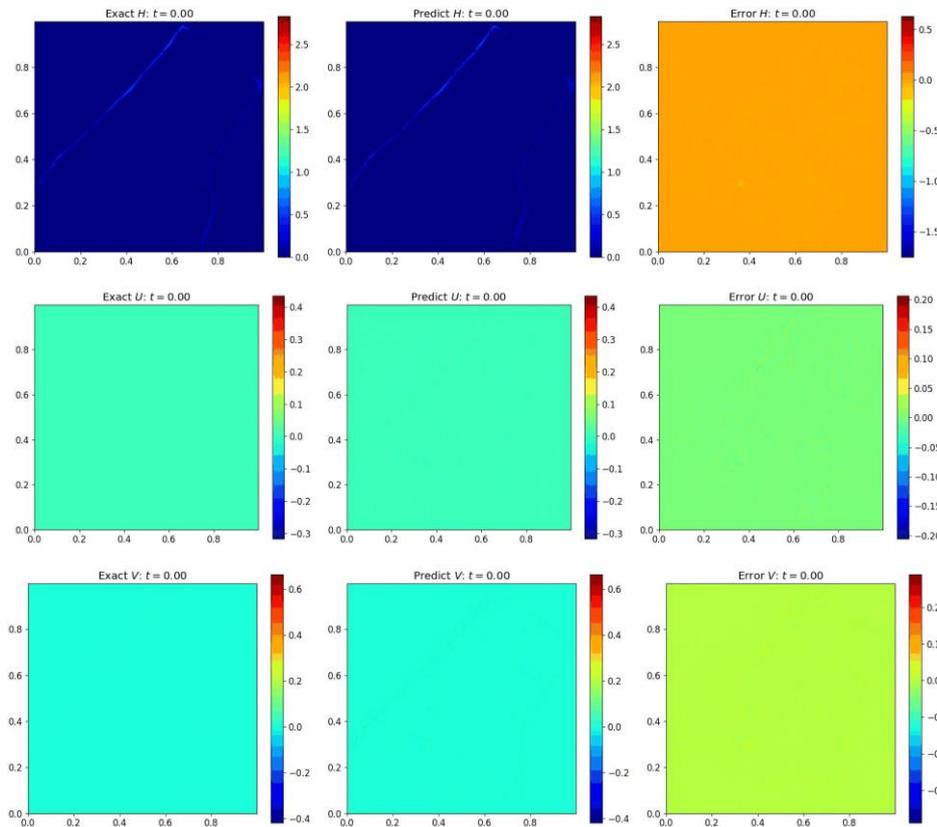
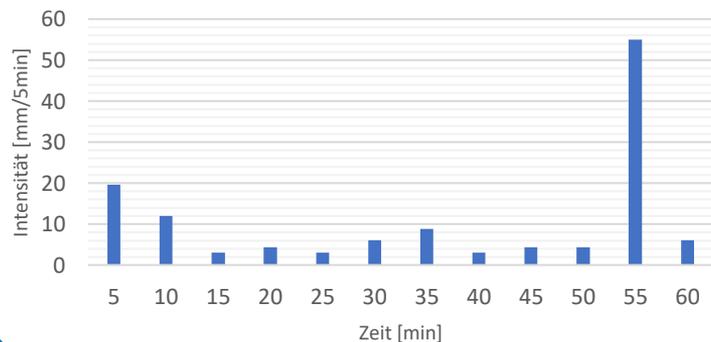
AG Rüter, TUM;

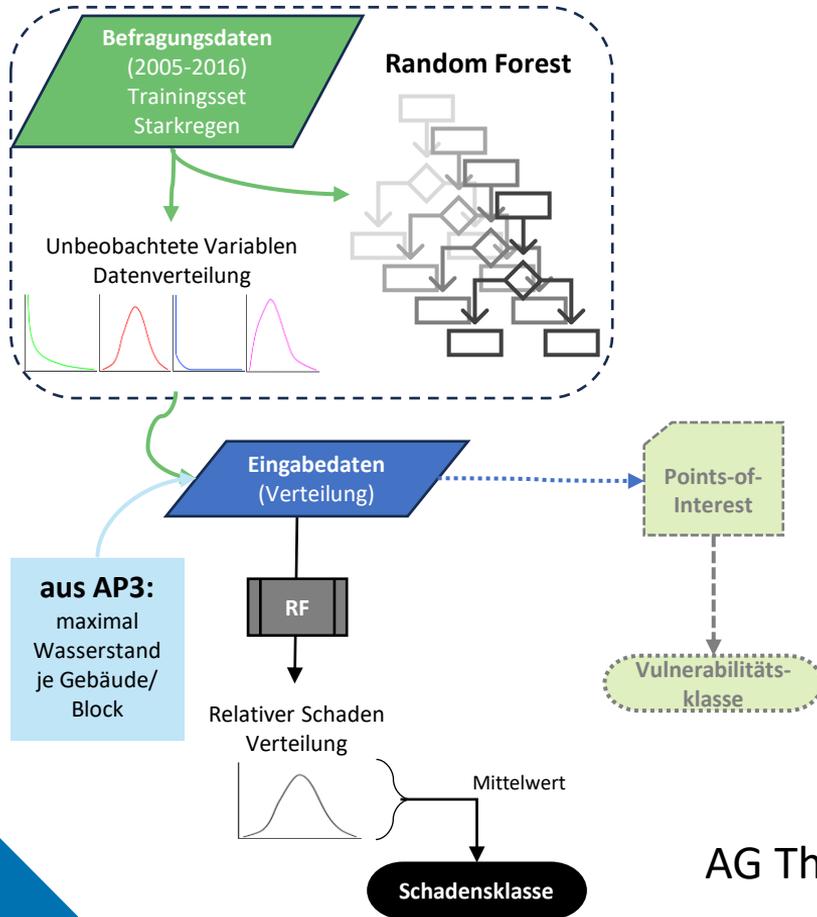
Validierung mit extremen Starkregenereignissen (Extrapolation):

- Rechenzeit für Vorhersage ~ 1 Minute (hydr. Simulation ~25 Minuten)
- Validierung mit Ereignissen mit höherer Intensität als die Ereignisse aus dem Trainingsdatensatz

Fehler	H	U	V
Rel.	26,2 %	34,7 %	34,4 %
Abs.	0,005 m	0,001 m/s	0,001 m/s

Niederschlag mit zufälliger Verteilung (insg. 130 mm)





- Random Forest: Algorithmus des machine Learnings
 - Klassifizierung oder Regression
 - Nichtlinear
- Unsicherheit des Gebäudes und des Lagebildes wird durch Eingabedatenerstellung berücksichtigt
- Point-of-Interest (e.g. Krankenhäuser) werden hervorgehoben
 - Unsicherheiten werden betrachtet als Expositions- oder Vulnerabilitätsklassen

laufende Arbeit... → siehe Poster

Zielgruppenorientierte Darstellung:

- Handlungs- und Systemumfeld der Akteure

Visualisierungsmethoden:

- Infografiken & digitale Narrationen

Nachrichtenerstellung:

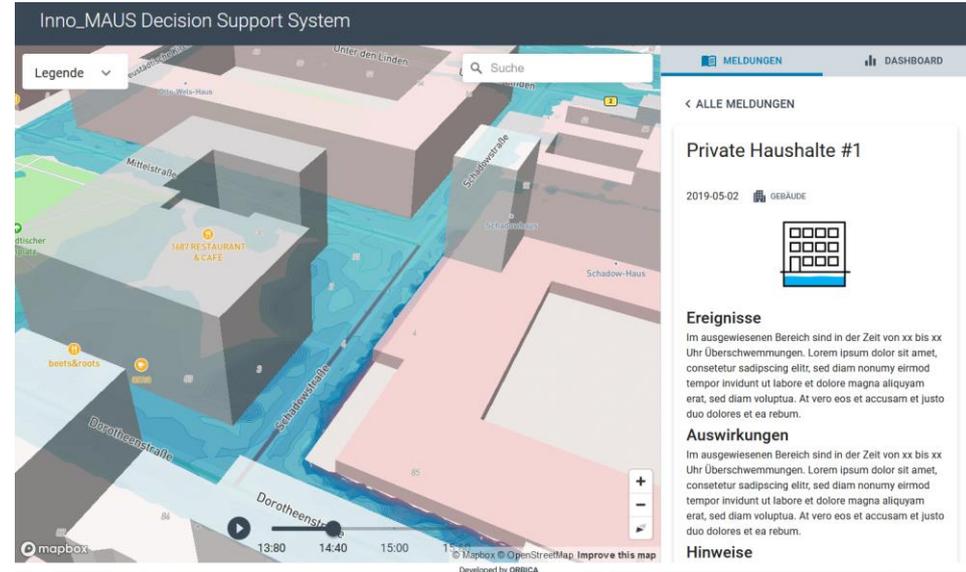
- Identifizierung betroffener Verkehrswege und öffentlicher Verkehrsmittel

Aktueller Stand:

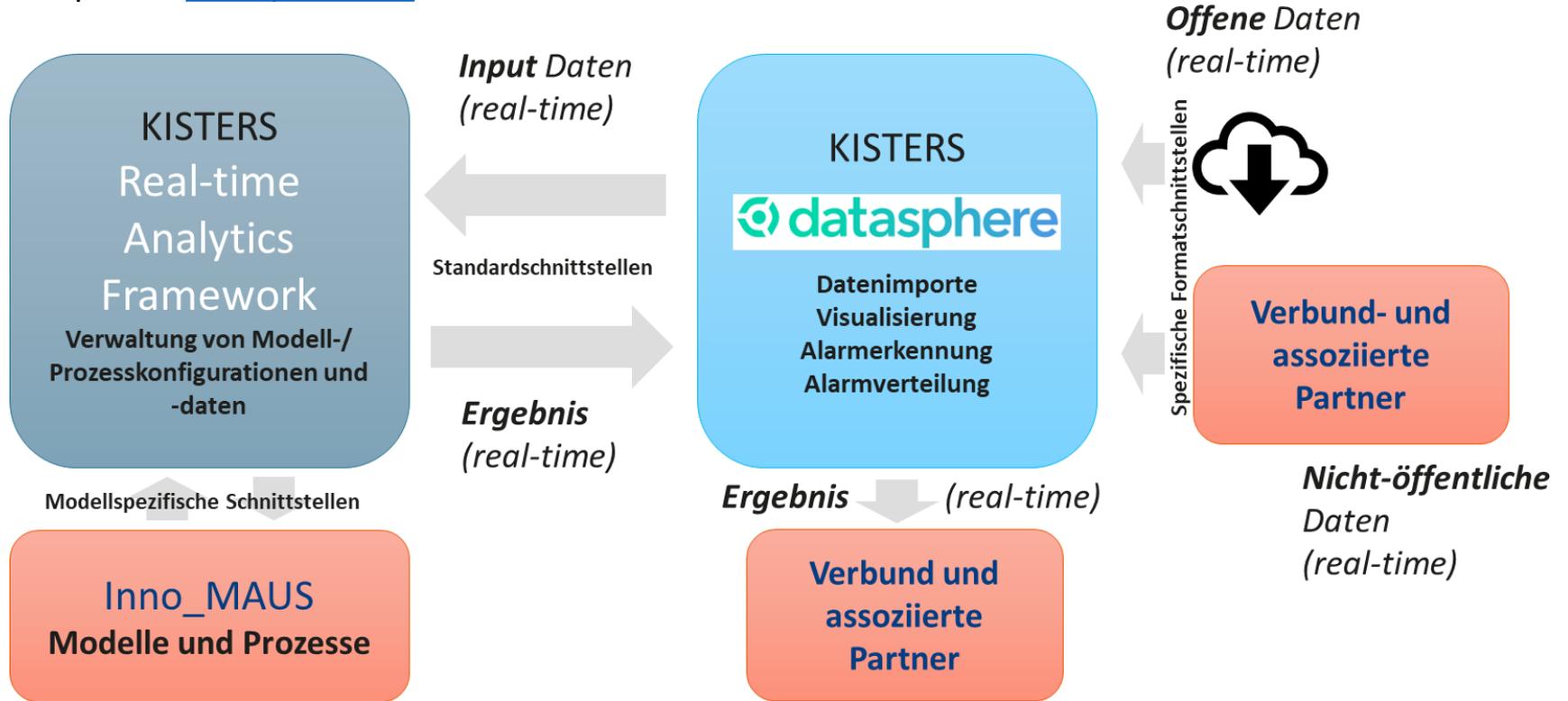
- Ein vorläufiges Modell wurde unter Verwendung von Platzhalterdaten erfolgreich erstellt

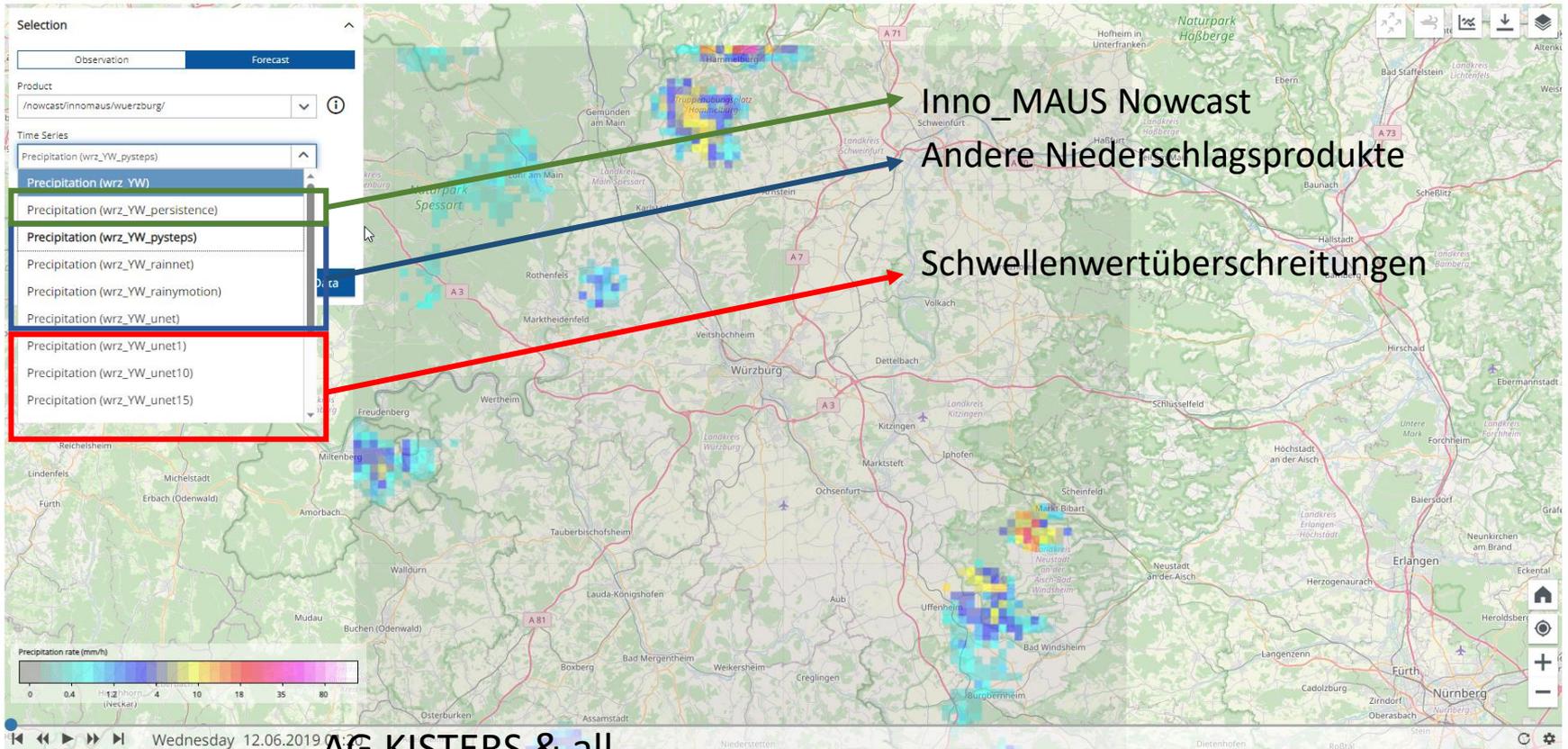
Nächste Schritte:

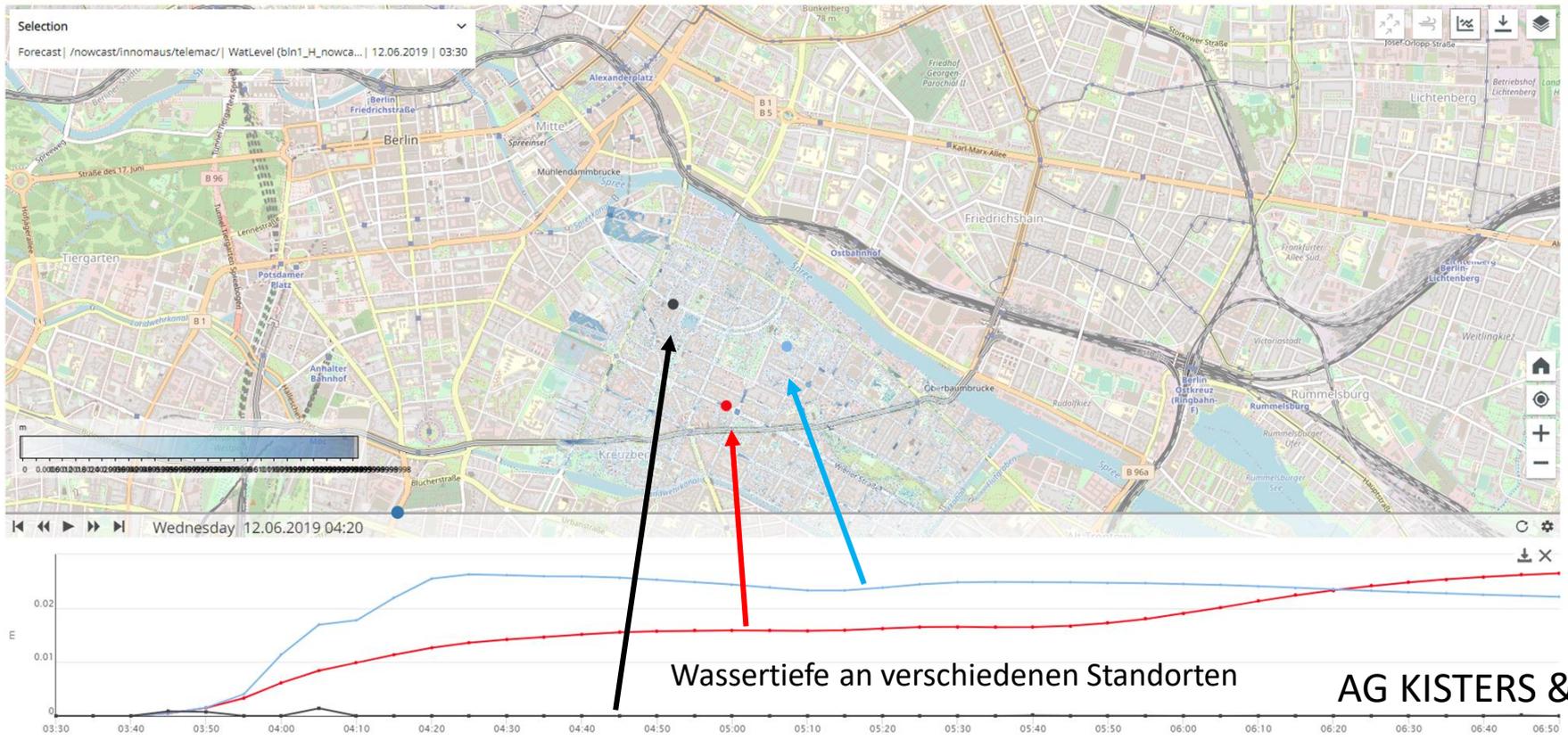
- Integrierung der Schadensergebnisse an Gebäuden und Infrastruktur in die Visualisierung
- Erstellung von Infografiken



datasphere: [datasphere EU](https://www.datasphere.eu)







❖ **Innovationen, Praxisrelevanz und verbleibende Herausforderungen ?**

➔ ... sind jeweils genügend vorhanden !

❖ **Gerne nehmen wir Kommentare entgegen**

❖ **.... und/oder Fragen**

❖ **Und herzlichen Dank an:**

- das gesamte Inno_MAUS-Team:
 - 5 AGs von Universitäten;
 - 2 Privat-Firmen,
 - 4 assoziierte Partner aus Berlin, Würzburg und vom FS Bayern
- an das Wax-Koordinationsprojekt und
- die BMBF für die Finanzierung