

# KI in der Vorhersage

---

Delft-FEWS-Anwendertreffen 2024

20.06.2024

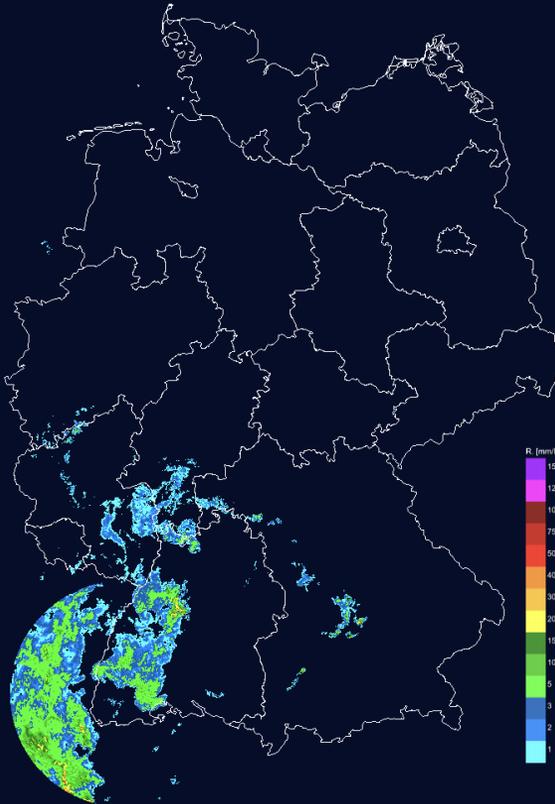
**Dr.-Ing. Julian Hofmann**  
FloodWaive  
Predictive Intelligence GmbH

hofmann@floodwaive.de  
hofmann@iww.rwth-aachen.de

# Stetige Updates von Niederschlagsvorhersagen

## Westdeutschland Juli 2021

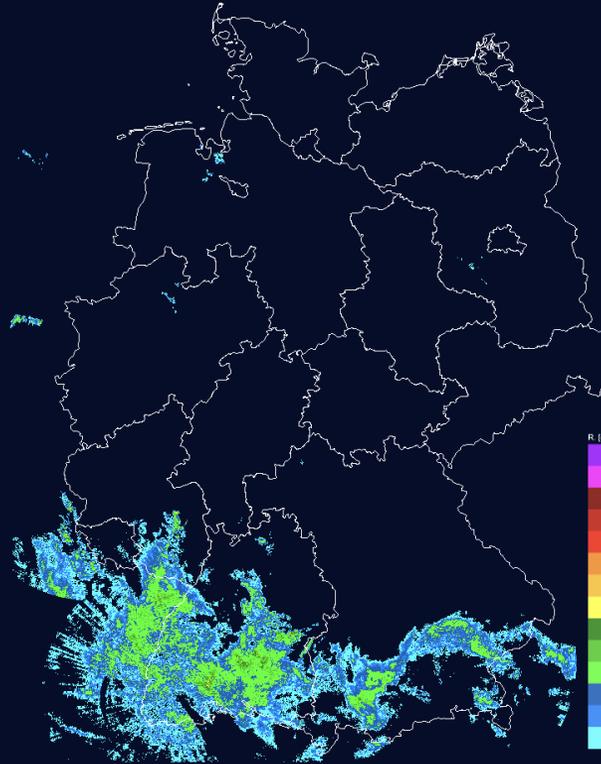
DWD Rainfall 12.07.2021 22:00



Animation: FloodWaive Predictive Intelligence GmbH  
Source: Deutscher Wetterdienst, RADOLAN 2021

## Saarland Mai 2024

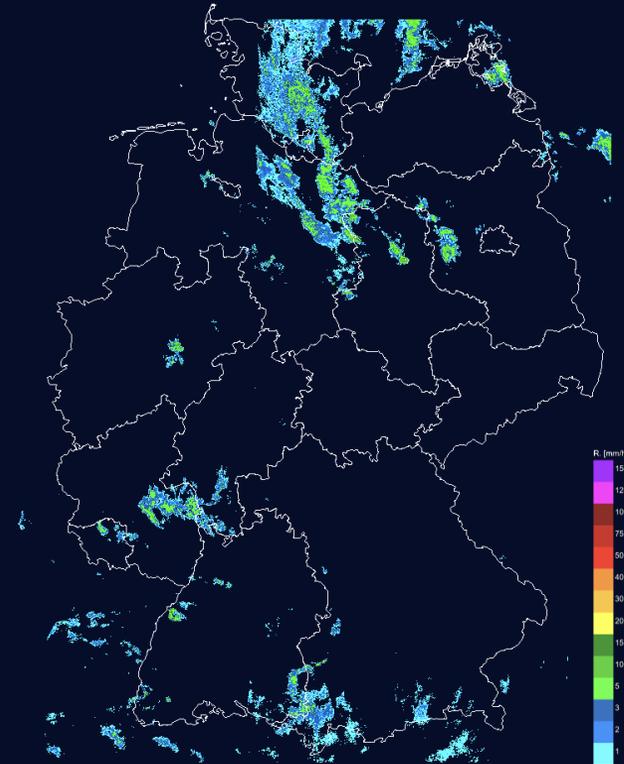
DWD Rainfall 17.05.2024 00:00



Animation: FloodWaive Predictive Intelligence GmbH  
Source: Deutscher Wetterdienst, RADOLAN 2024

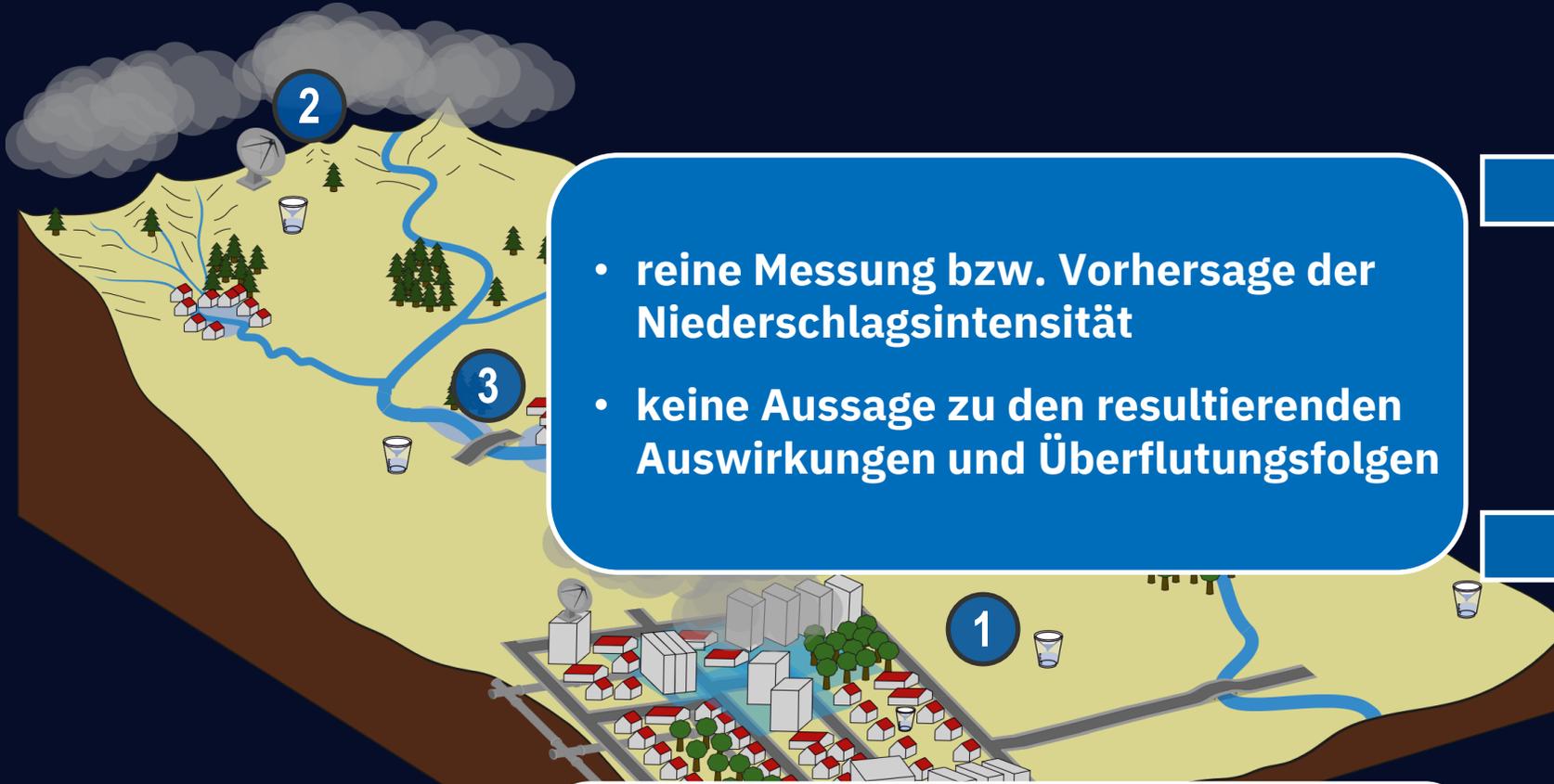
## Süddeutschland Juni 2024

DWD Rainfall 31.05.2024 00:00



Animation: FloodWaive Predictive Intelligence GmbH  
Source: Deutscher Wetterdienst, RADOLAN 2024

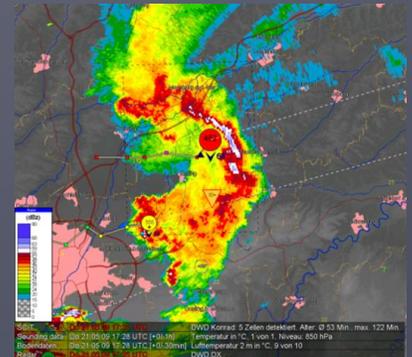
# Warn- und Messsysteme für Sturzfluten



- reine Messung bzw. Vorhersage der Niederschlagsintensität
- keine Aussage zu den resultierenden Auswirkungen und Überflutungsfolgen

- ausschließlich an Gewässern nutzbar
- sehr kurze Vorhersagezeit
- Pegel können ausfallen

## Messsysteme



# KI-basierte Sensorische Warnsysteme

Aktuelle KI-Sensor-Warnsysteme verknüpfen Messwerte und führen Prognosen auf Grundlage von historischen Messdaten durch

- 1 Niederschlag
- 2 Durchfluss oder Bodenfeuchte
- 3 Pegel

- punktuelle Prognosen
- kurze Vorhersagbarkeit
- hoher Wartungsaufwand
- Ausfallrisiko der Sensoren

## Messsysteme

1



2



3



# Warn- und Messsysteme für Sturzfluten



- Keine Aussage zu Überflutungsflächen, Wasserständen und Fließgeschwindigkeiten

- Zu hohe Rechenanforderung
- Ungeeignet für operationelle Anwendung

- keine Vorhersage von dynamischen Prozessen (statische Überflutungskarte)

## Numerische Modelle

○ Hydrologische Modelle  
(e.g. Andy & Müller, 2017)

○ 2D-Hydraulische Modelle  
(e.g. Xing et al. 2020)

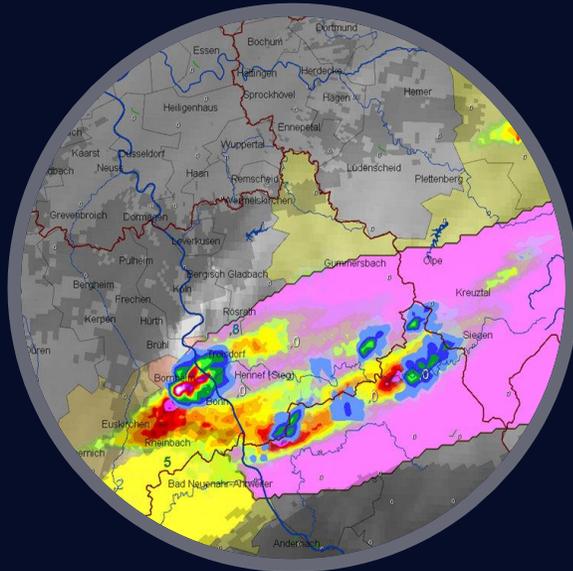
○ 2D-Katalogsysteme  
(e.g. Bohla et al. 2018)

# Rechenzeitproblematik klassischer 2D-Überflutungsmodelle

Neue, verschiedene  
Niederschlagsvorhersagen  
alle 5 bis 10 Minuten.

Sehr lange Rechenzeiten  
hydraulischer 2D-Modelle

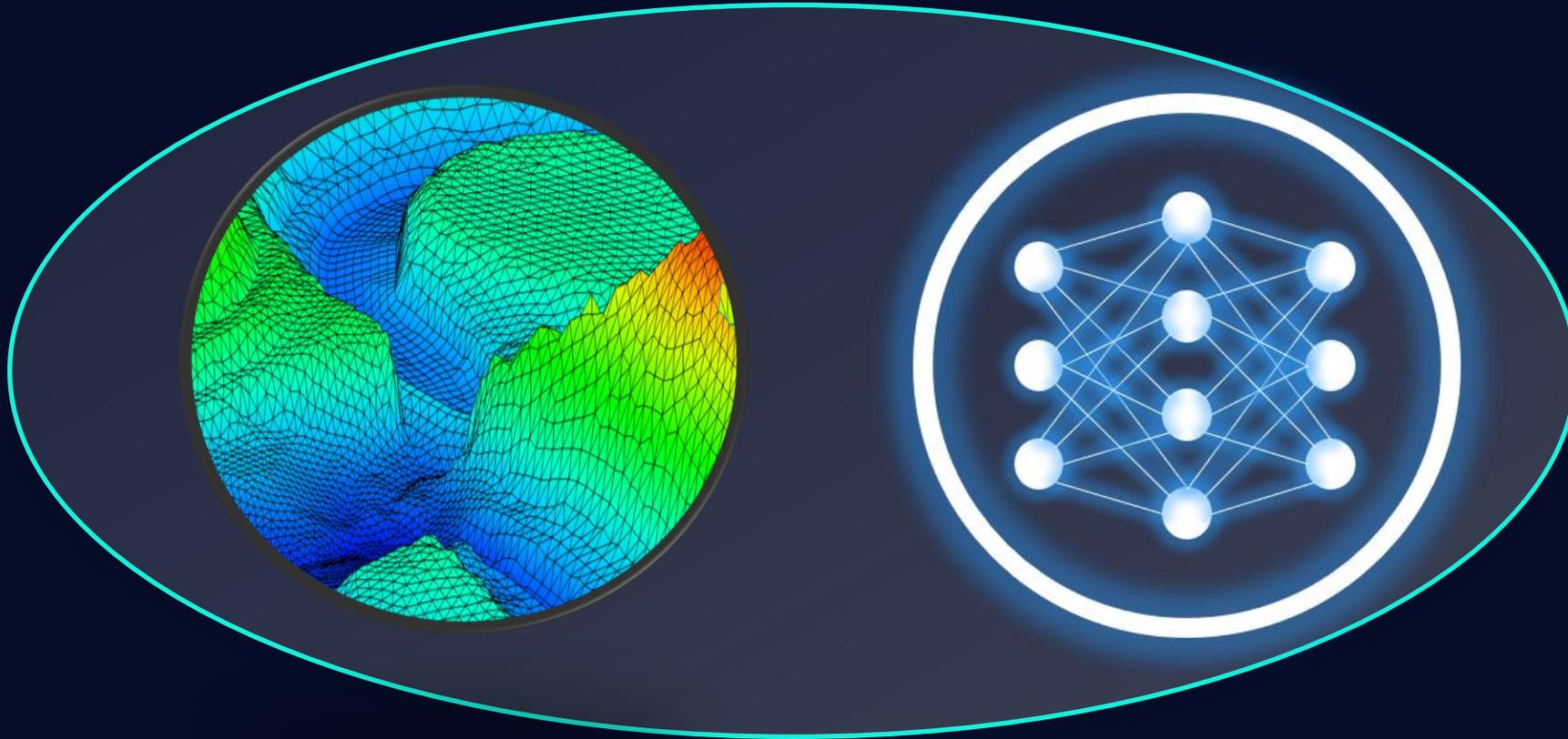
Keine impact-basierte  
Überflutungsvorhersagen  
verfügbar!



Source: DWD



# Fusion: Künstlicher Intelligenz mit hydro-numerischen Modellen



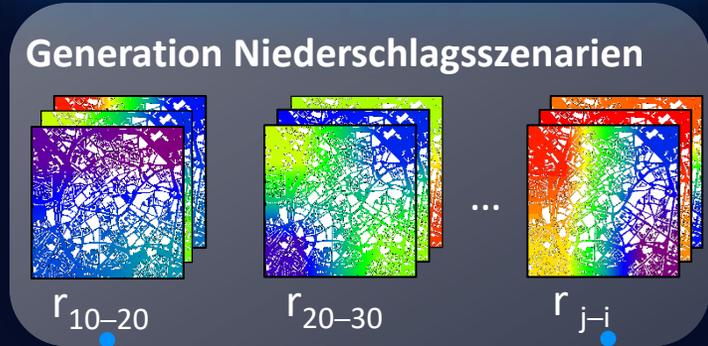
Rechenzeit

Hohe Modellgüte

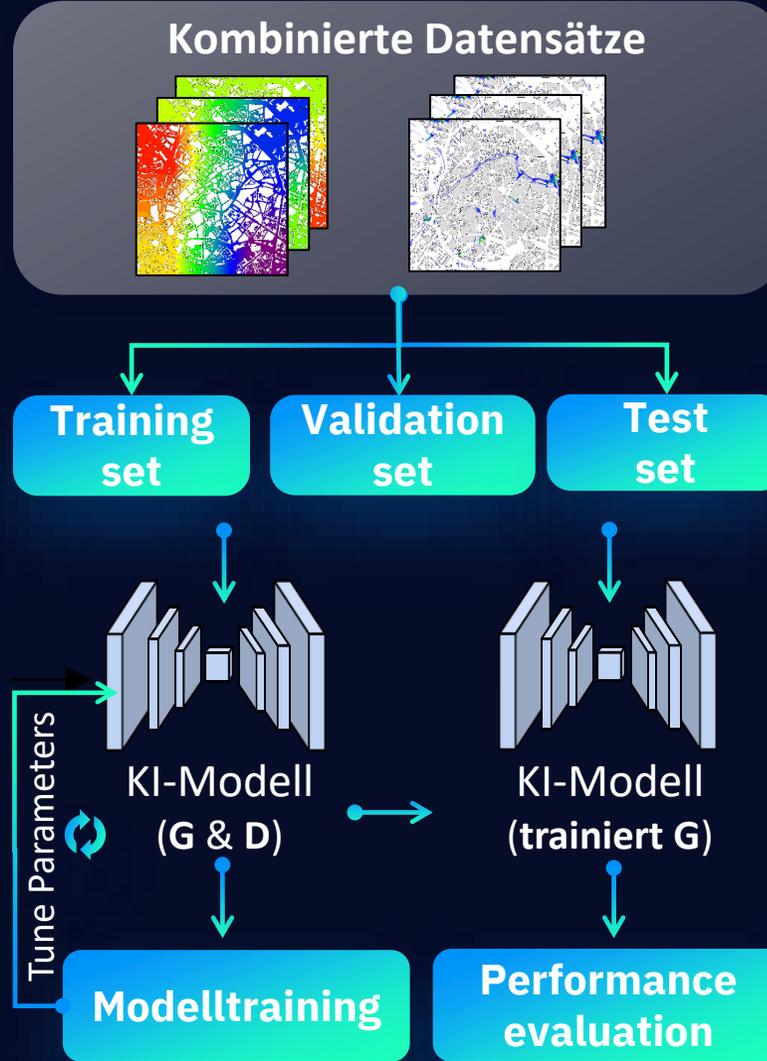
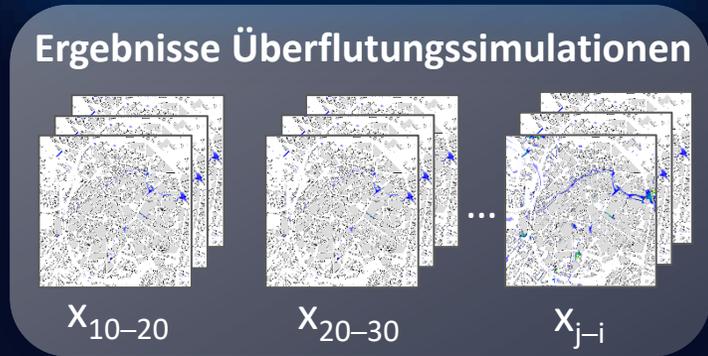
Skalierbarkeit

# Workflow Training und Einsatz KI-Hybrid-Modell

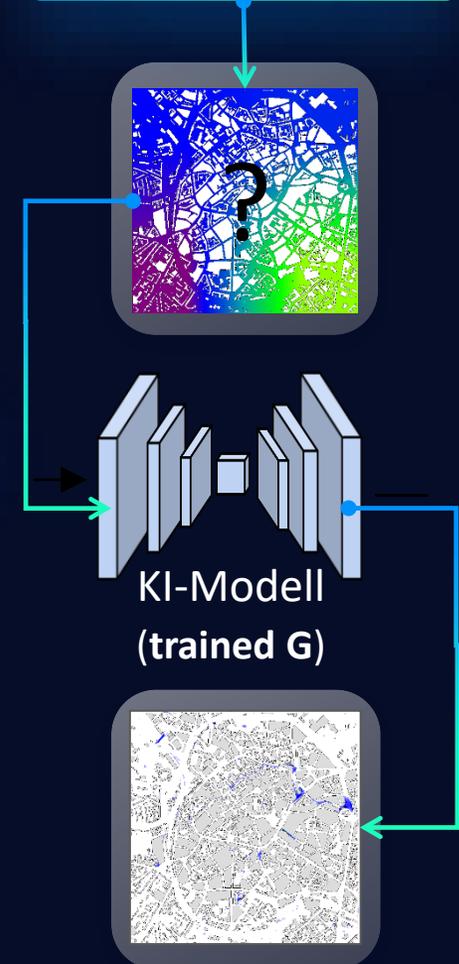
## Niederschlagsgenerator



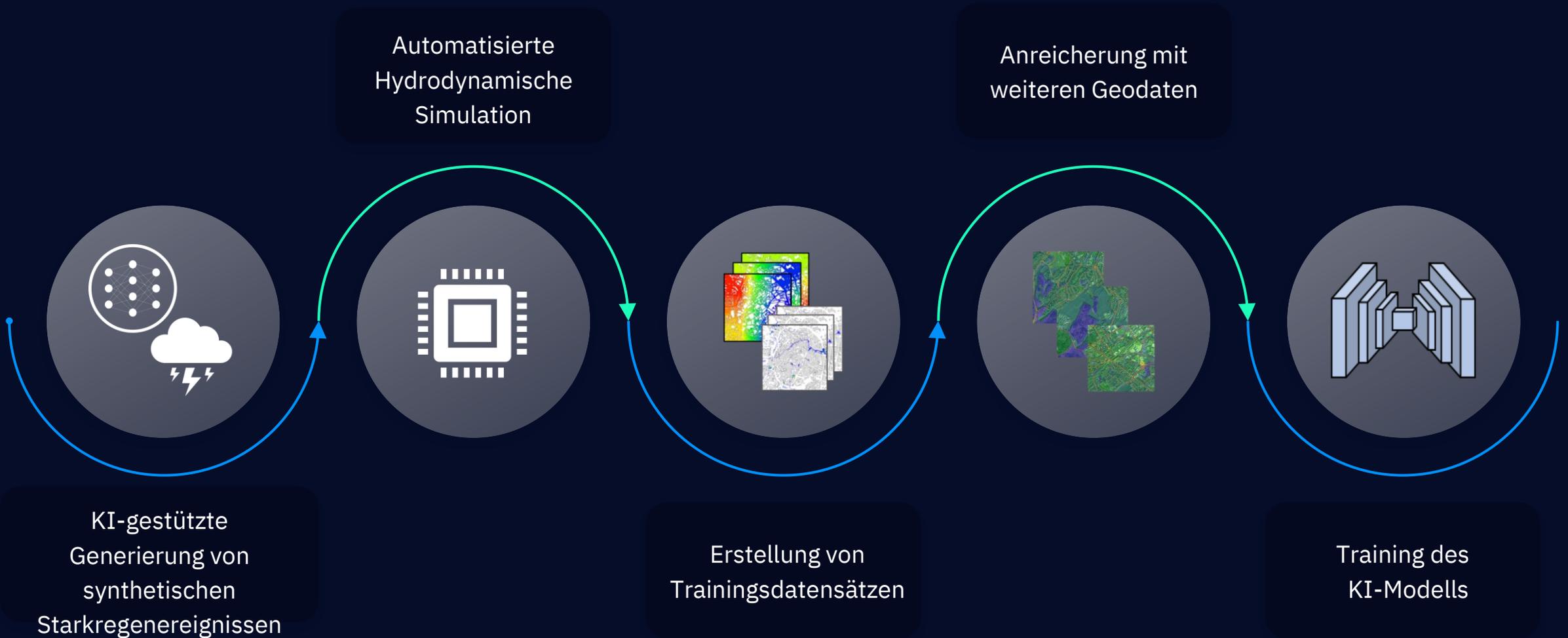
## Hydrodynamisches Modell



## Nowcast



# Trainingsablauf des Deep Learning Modells



# BENCHMARKING

## Vergleich: Hydraulisches 2D-Modell mit KI-Hybrid-Modell

Hydraulisches 2D model

Rechenzeit: 265 min

Niederschlag: 50mm/h



Wasserstand [m]

KI-Hybrid-Modell

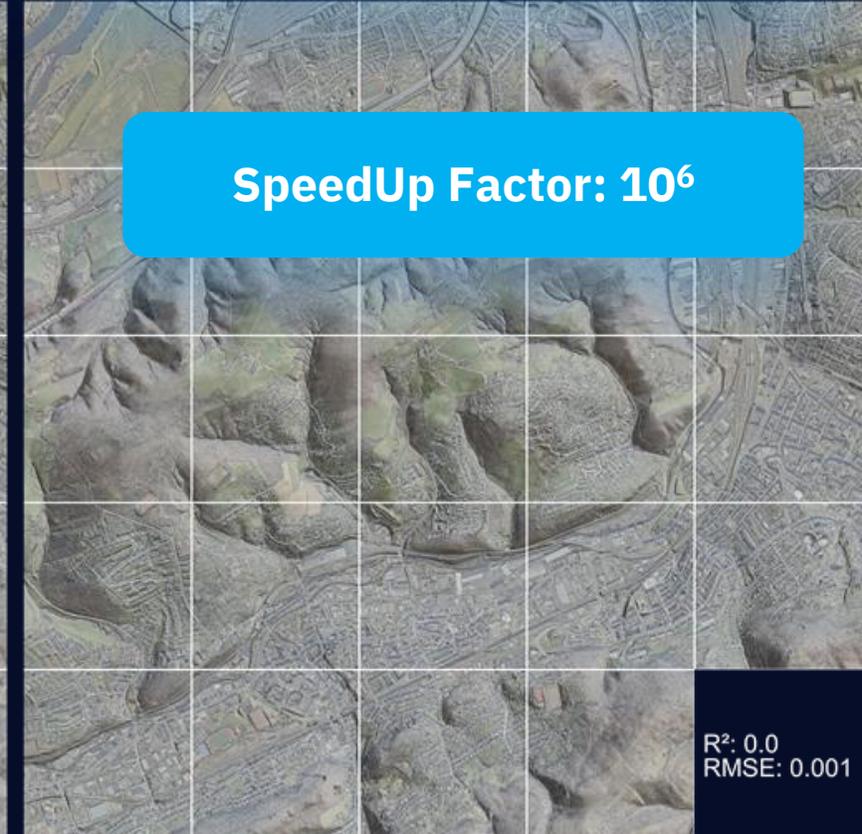
Rechenzeit: 0.015 sec



Wasserstand [m]

Performance Vergleich

SpeedUp Factor:  $10^6$



Differenz Wasserstand [m]: DL-Modell - HD-Modell

R<sup>2</sup>: 0.0  
RMSE: 0.001

# BENCHMARKING

## 2D-Modell Wiesbach (Training mit HydroAS 2D-Modell)

### Hydraulisches 2D model



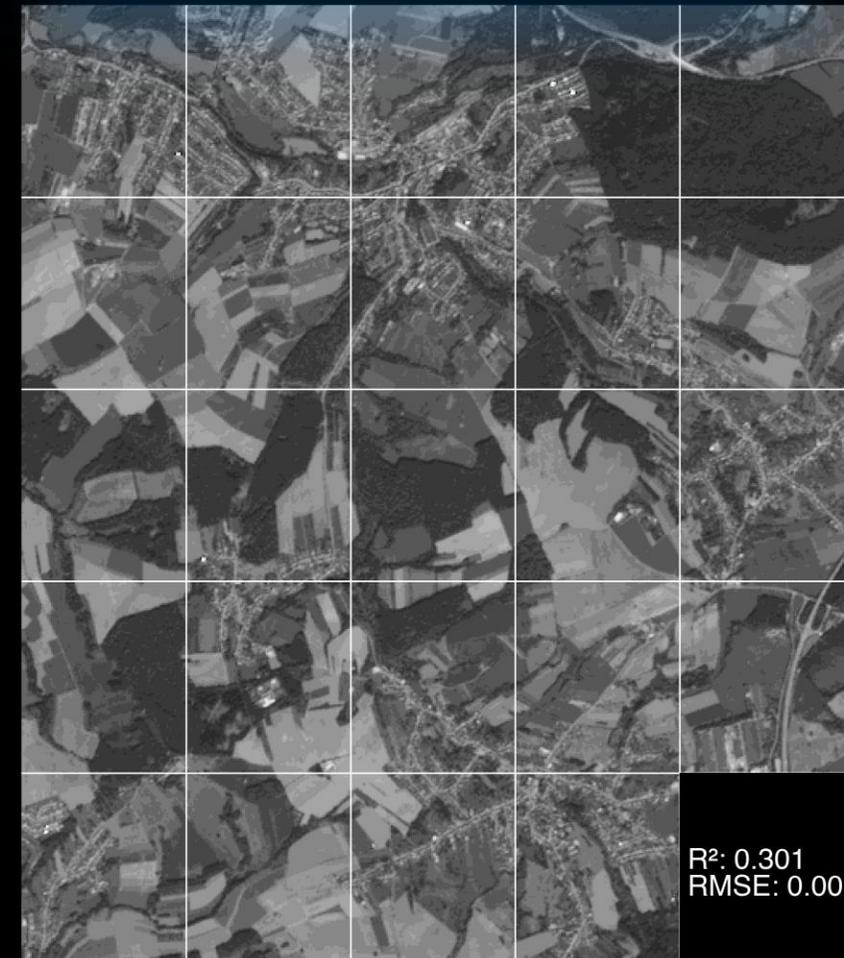
Wasserstand [m]

### KI-Hybrid-Model



Wasserstand [m]

### Performance Vergleich

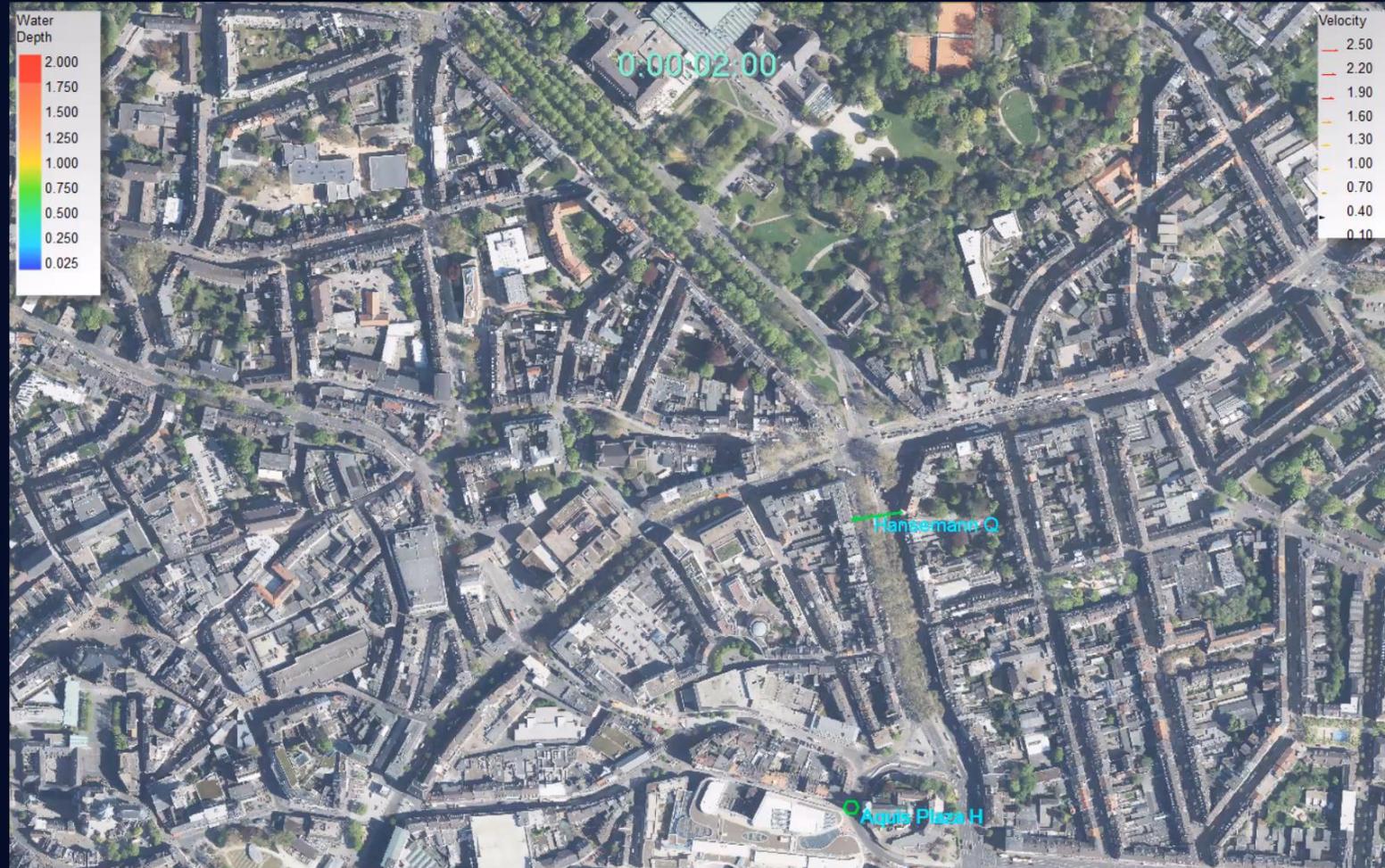


Differenz Wasserstand [m]: DL-Modell - HD-Modell

# Nachrechnung des Starkregenereignisses 29.05.2018 in Aachen



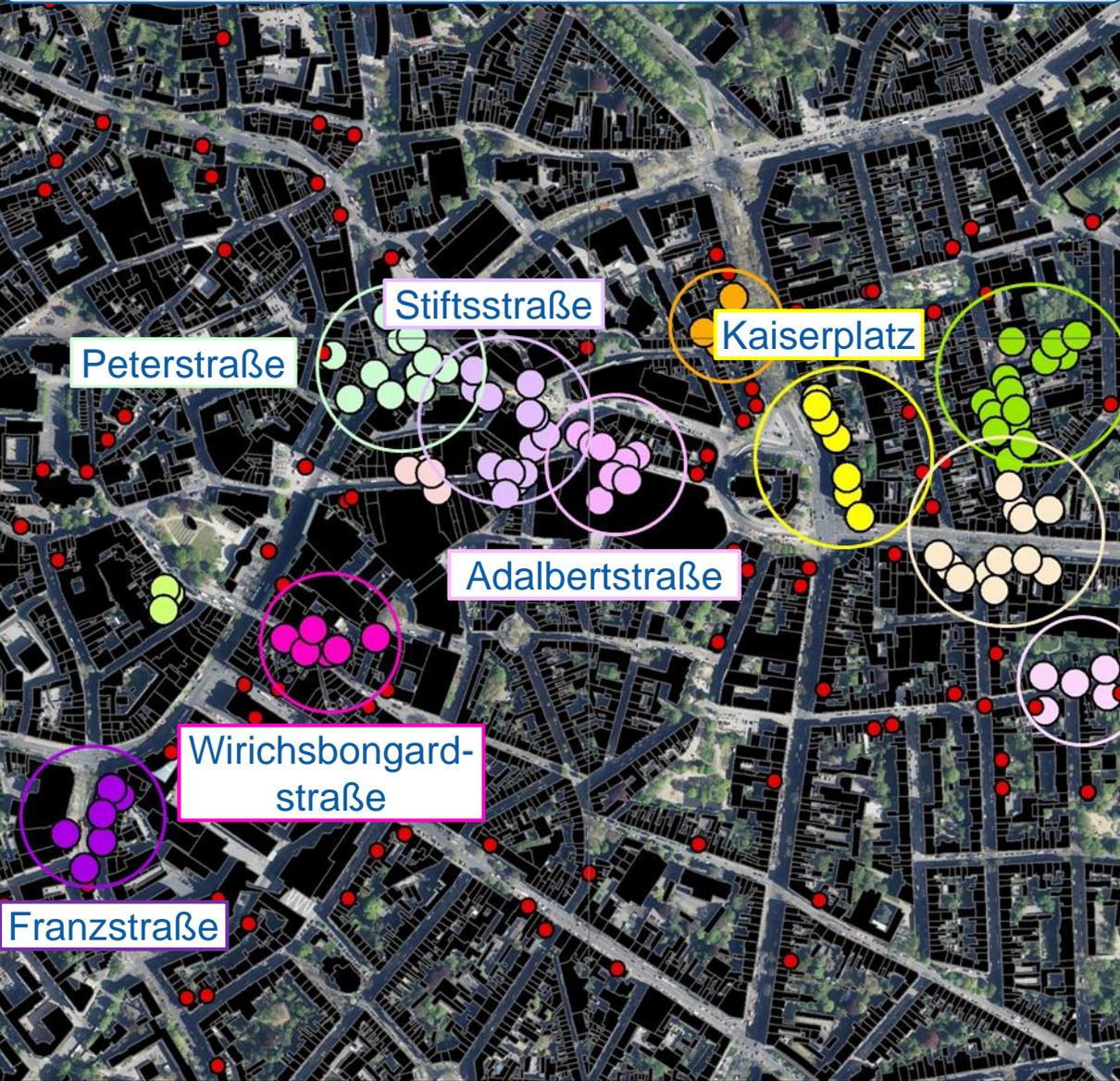
**Rechenzeit:  
1 second**



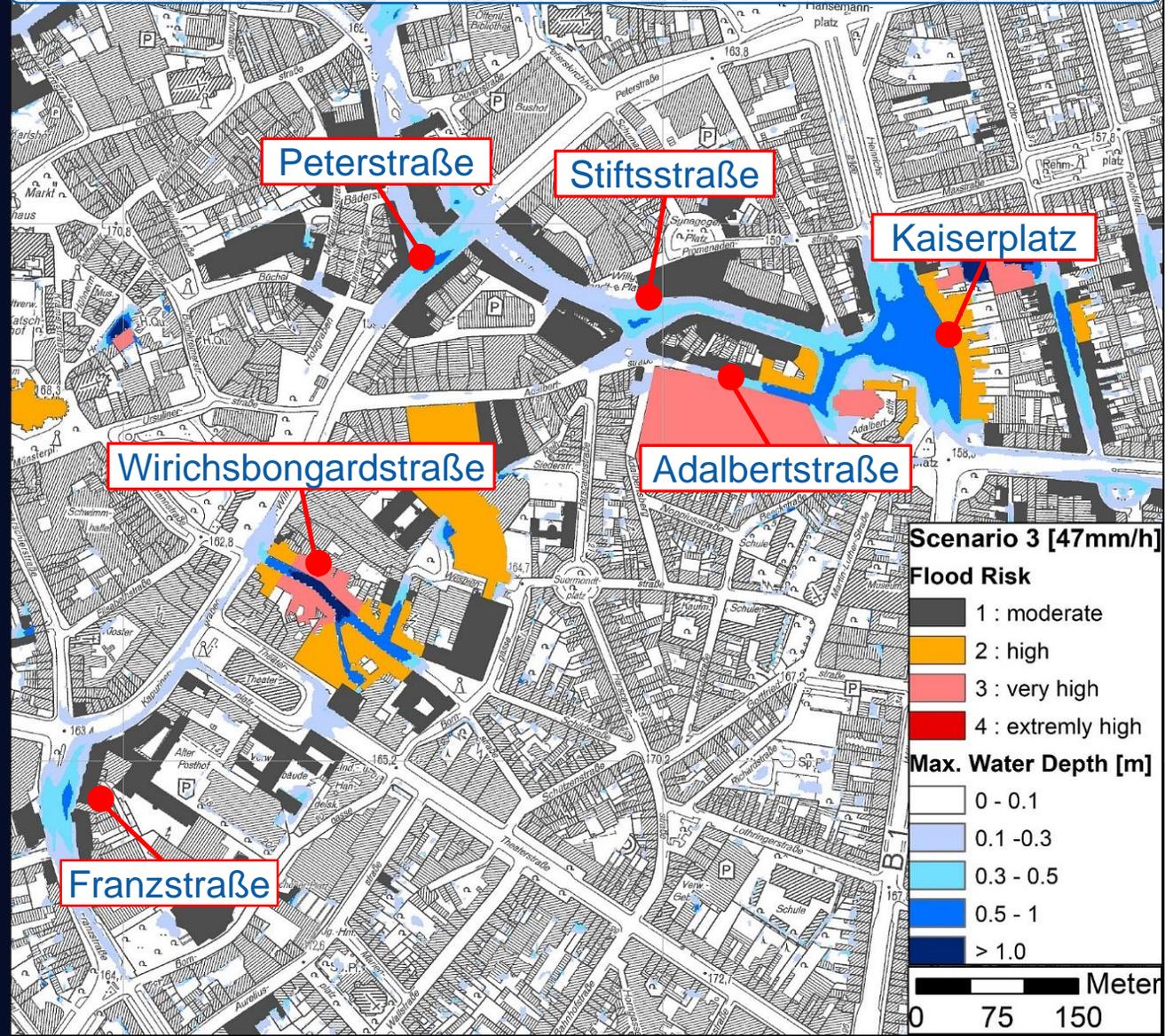
**Vorhersage des KI-Hybrid-Modells**

# Modellvalidierung des Starkregenereignisses 29.05.2018

## Emergency Calls 29.05.2018 Aachen



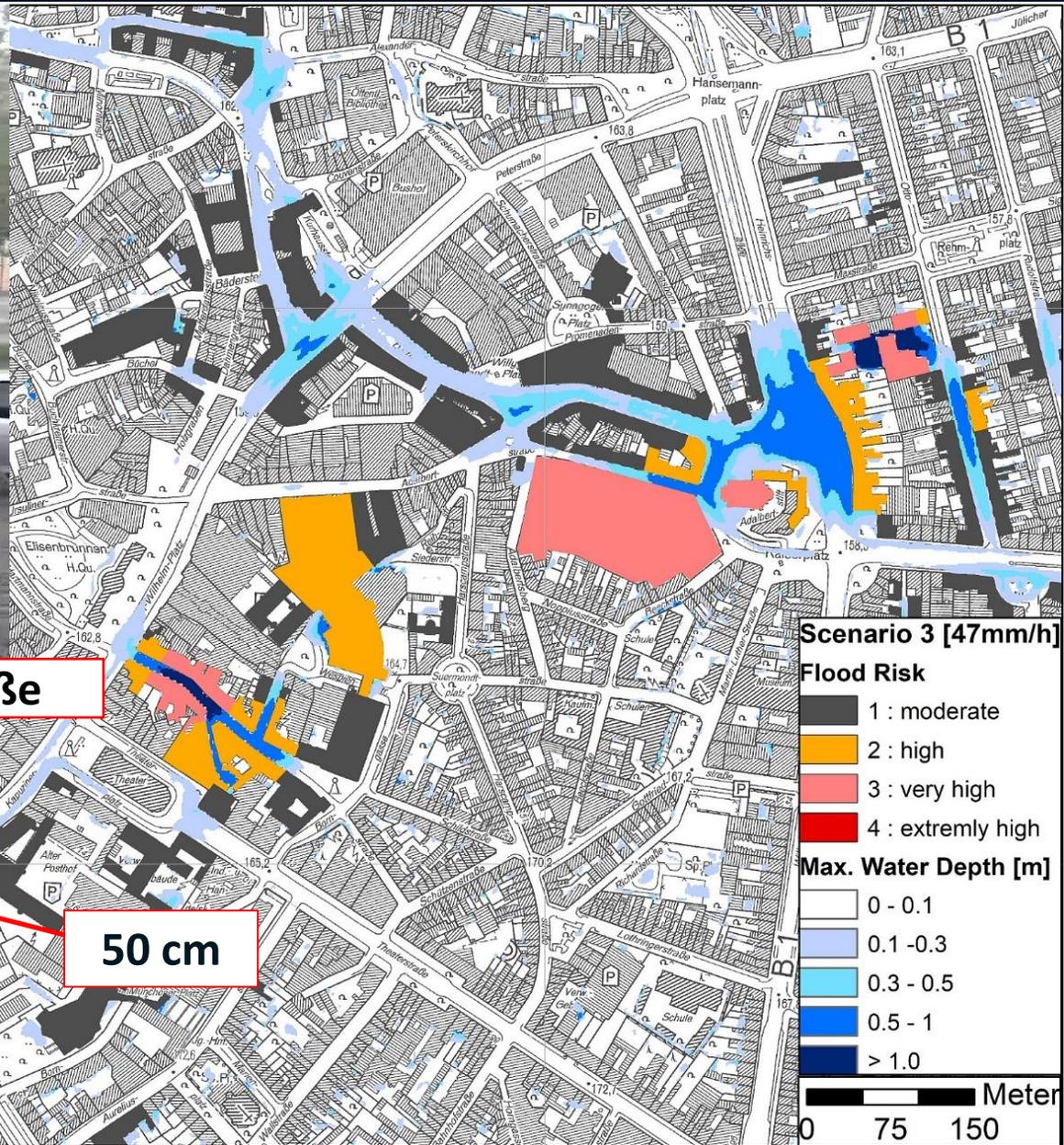
## Hindcast Simulation



# Modellvalidierung des Starkregenereignisses 29.05.2018



Franzstraße 14:55

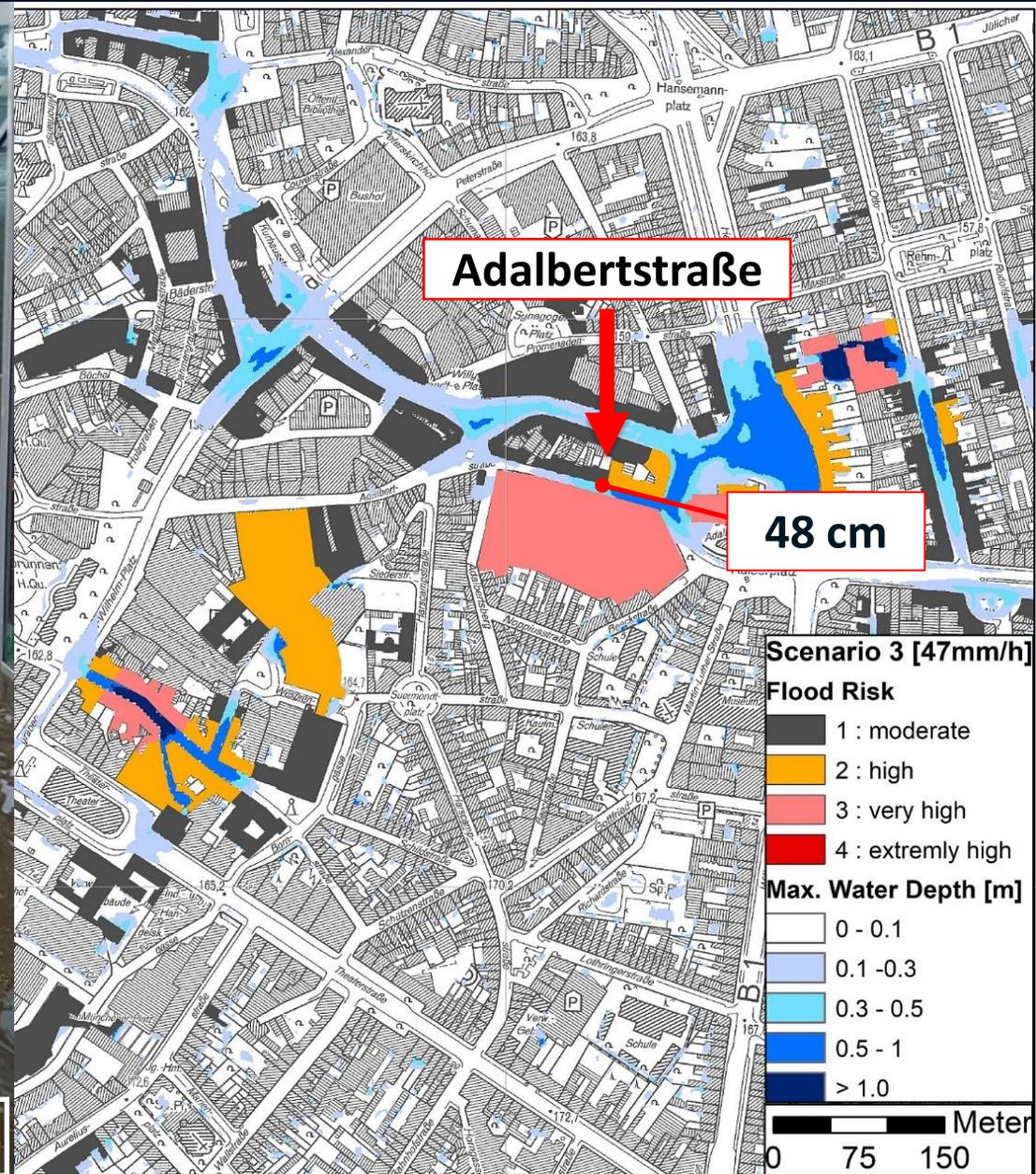


Franzstraße

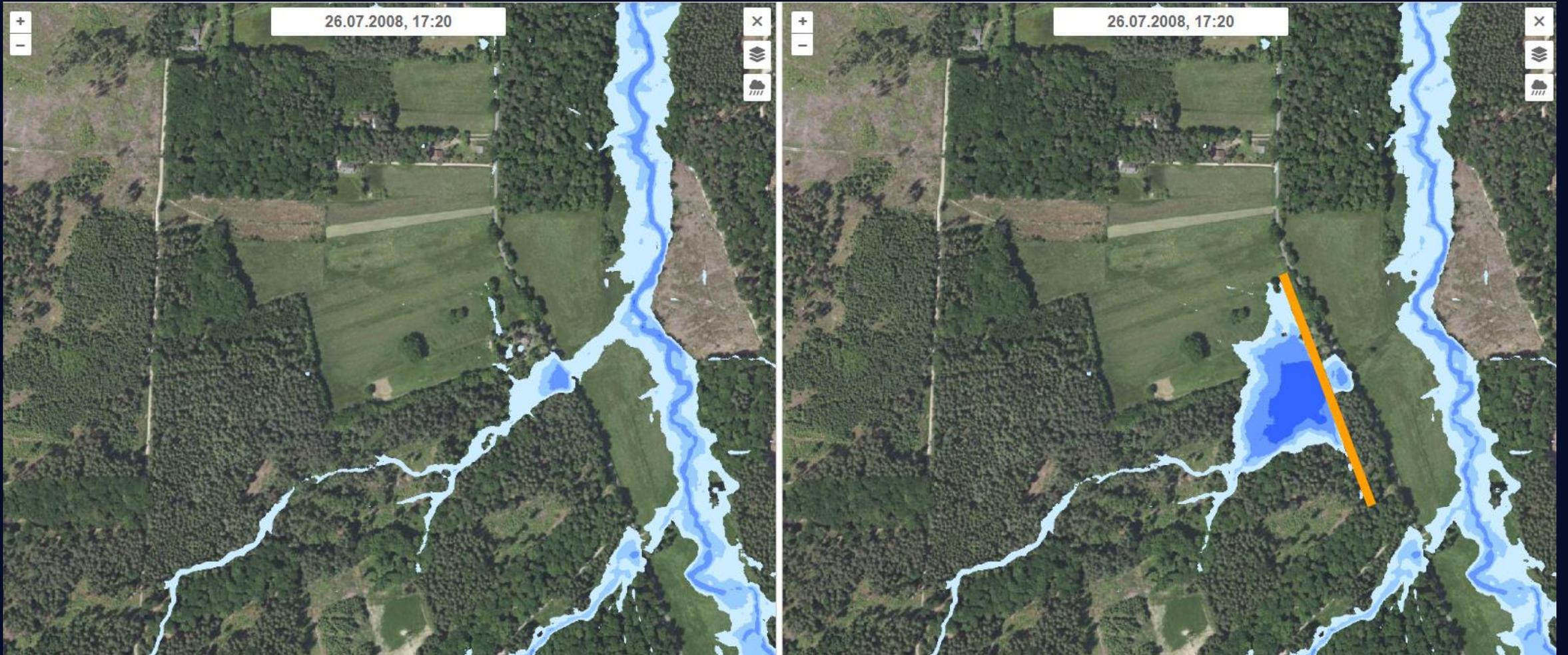
50 cm



# Modellvalidierung des Starkregenereignisses 29.05.2018



# Echtzeitsimulationen variabler Ereignisse & Wirksamkeitsanalysen



# Kombination: KI-Hybrid Modell + Sensorik in einem System

## Konzept eines ganzheitlichen Frühwarnsystems



Niederschlagsvorhersage



KI-Hybrid-Modell



Sensoren



Plattform



FloodWaive



Water and Environment  
Consulting Engineers GmbH



# FloodWaive



## Revolutionizing Flood Risk Intelligence

**Dr.-Ing. Julian Hofmann**

Junior Research Group Leader Flood Forecasting

RWTH Aachen University

CEO and Founder, FloodWaive GmbH

[hofmann@iww.rwth-aachen.de](mailto:hofmann@iww.rwth-aachen.de)

[hofmann@floodwaive.de](mailto:hofmann@floodwaive.de)