

# Zur Entwicklung eines flexiblen Frühwarnsystems für kanalnetzbedingte Überschwemmungen

Schmid Felix, Leandro Jorge

Universität Siegen | Forschungsinstitut Wasser und Umwelt | Lehrstuhl für Hydromechanik und Wasserbau | Kontakt: Felix.Schmid@uni-siegen.de

## Bedarf an Innovation

Zunahme von Starkregenereignisse

Entwässerungssystem kann aus konstruktiven Gründen nur teilweise Schutz liefern

Überstau-Ereignisse nur bedingt vermeidbar



Abbildung 1: Überstau-Ereignis im Juli 2021 im Kreis Herford. (Quelle: [https://www.nw.de/lokal/kreis\\_herford](https://www.nw.de/lokal/kreis_herford))

Hohes Schadenspotential

Schadensreduzierung durch Frühwarnsystem

Innovativer Ansatz:

Entwicklungen eines neuartigen **Überstauvorhersagesystems** zur schnellen Vorwarnung unter Berücksichtigung von Unsicherheiten

Vorhersage der **Wasserstands-Zeitreihe im Schacht** auf Basis von **Niederschlagsdaten** für die nächsten 3 Stunden

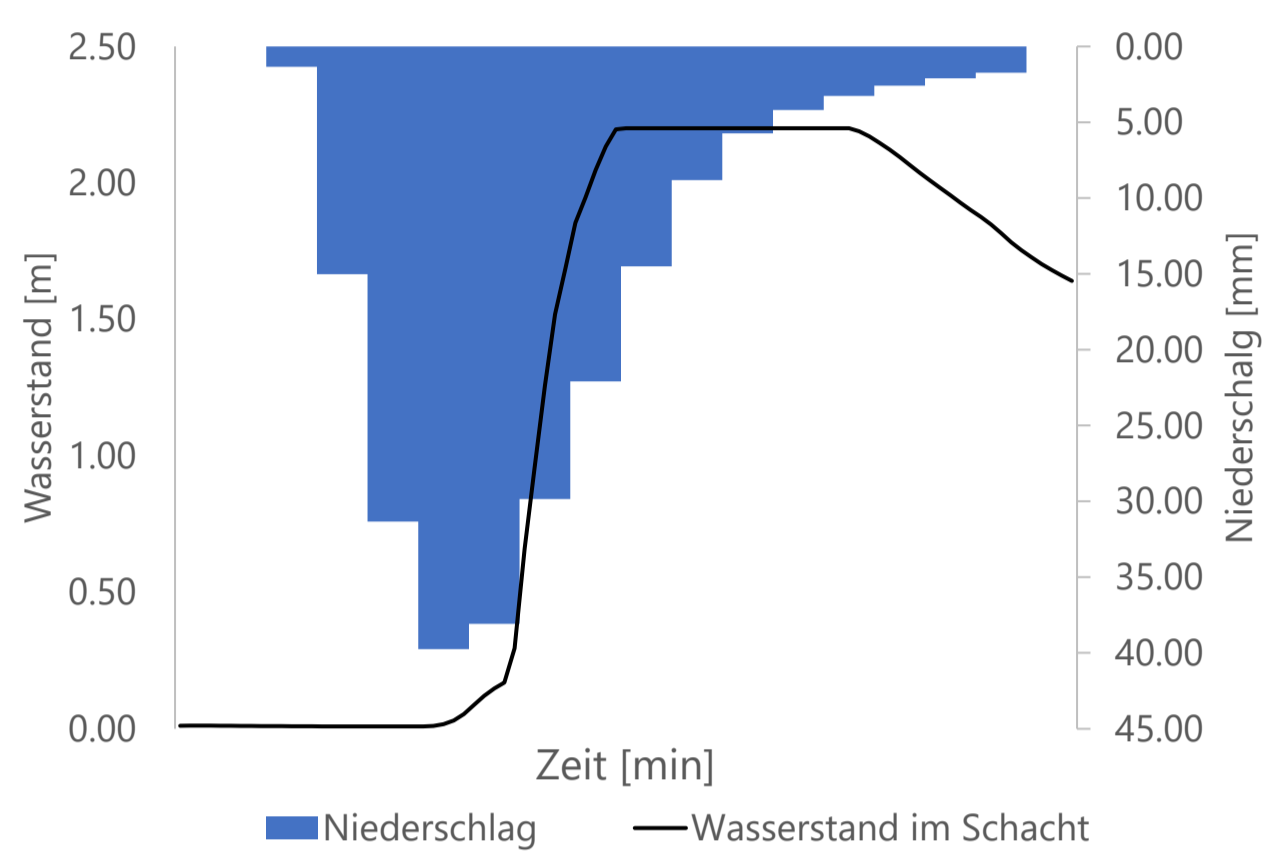


Abbildung 2: Zu vorhersagende Zeitreihe (schwarz) auf Basis des Niederschlags (blau)

## Das Untersuchungsgebiet

Baiersdorf in Bayern:

- Extremes Starkregen und Überflutungsereignis 2007
- Kanalisation:
  - 15.600 angeschlossene Einwohner
  - 110 km langes Mischsystem
  - 6 Satelliten-Zubringer

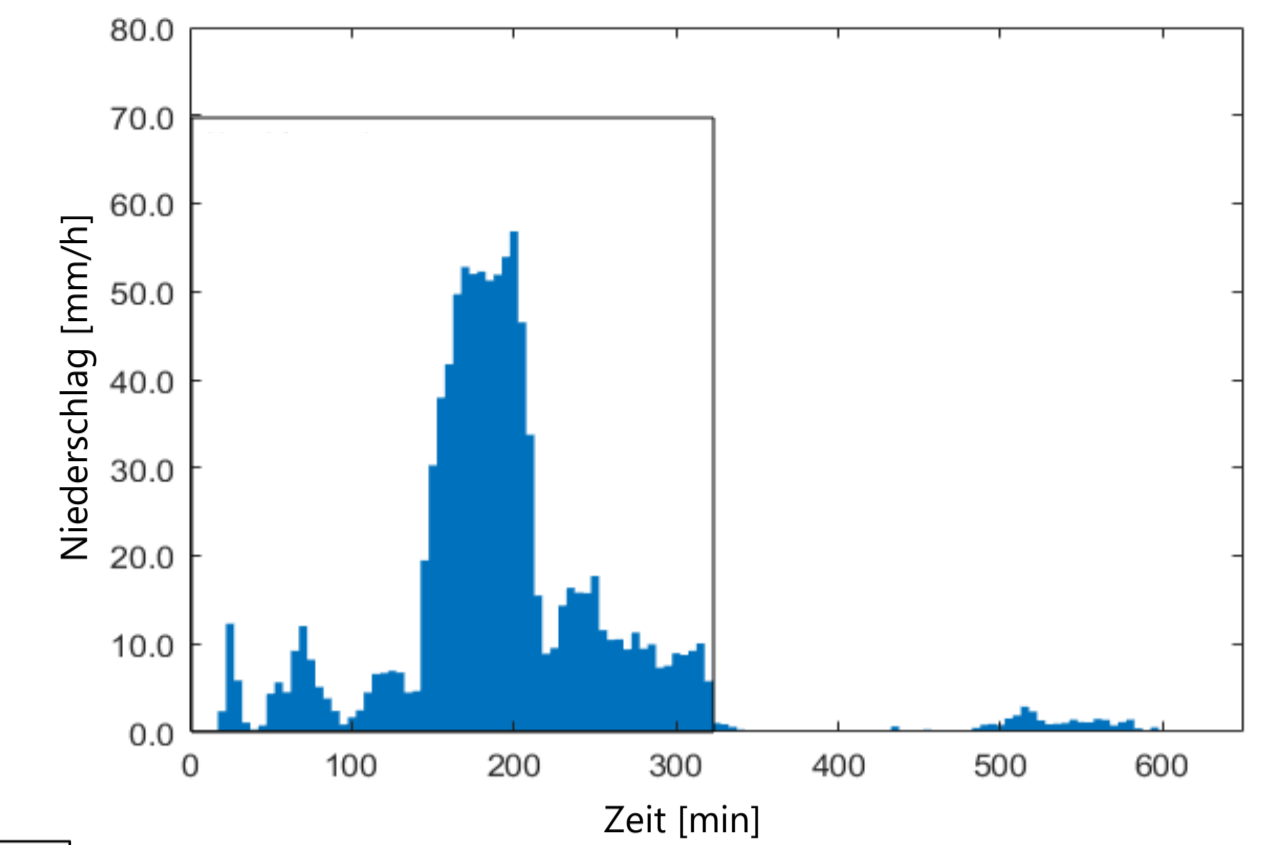


Abbildung 3: Beobachtet Niederschlagsereignis im Juli 2007.

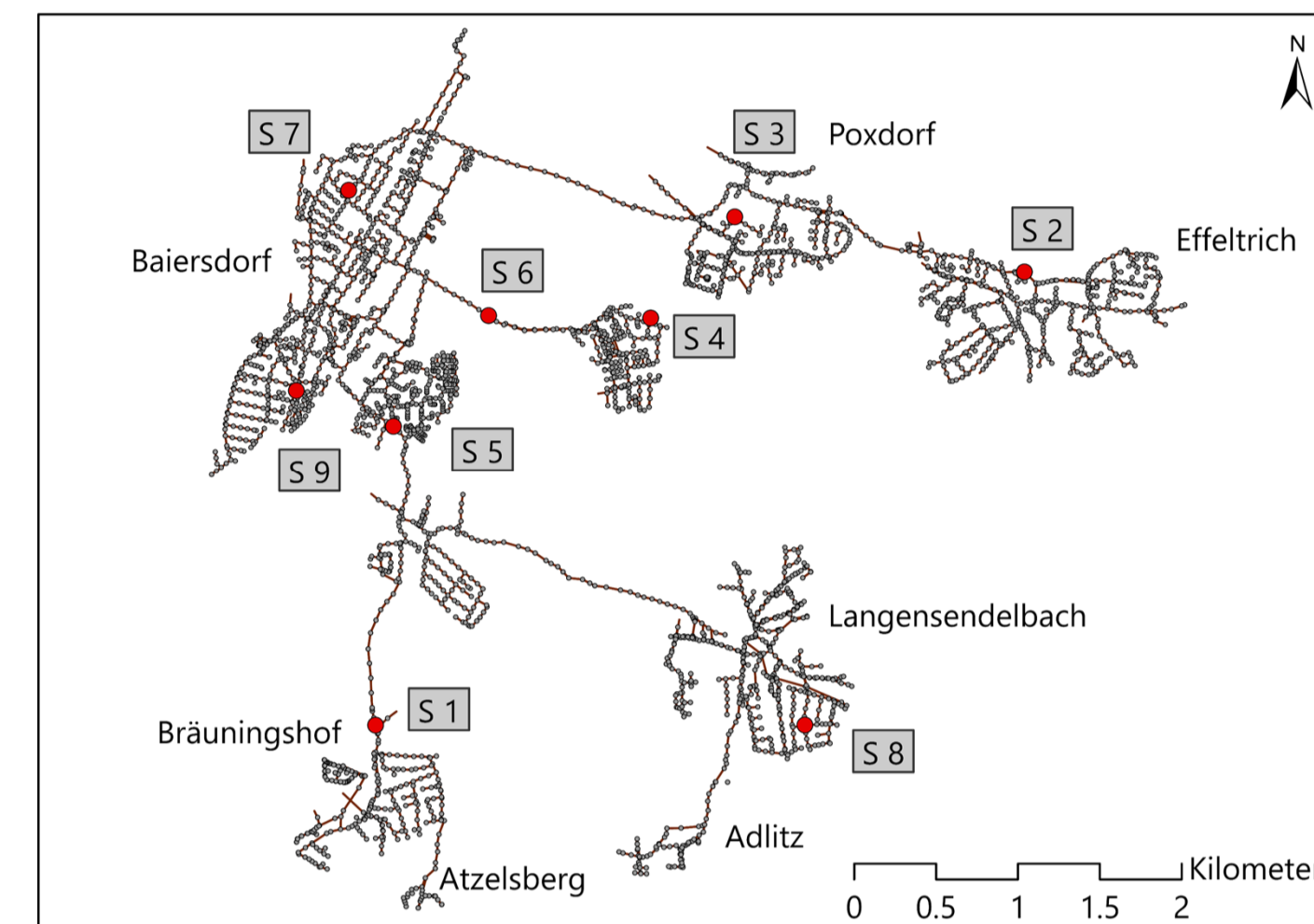


Abbildung 4: Kanalisation der Stadt Baiersdorf in Bayern. Graue Punkte stellen die Schächte da, während die Linien die jeweiligen Haltungen repräsentieren. Rot markiert sind die Schächte, welche in das Warnsystem integriert wurden.

Selektion **9 kritischer Schächte** (rot markiert) zur Integration in das Warnsystem

## Methodik

Verwendete Tools: GIS, Python, SWMM, MATLAB



- Basis des Frühwarnsystem: **Rekursives neuronales Netz**:
  - Vorhersage der Zeitreihe mittels „Nonlinear autoregressive with exogenous input – NARX“ Algorithmus

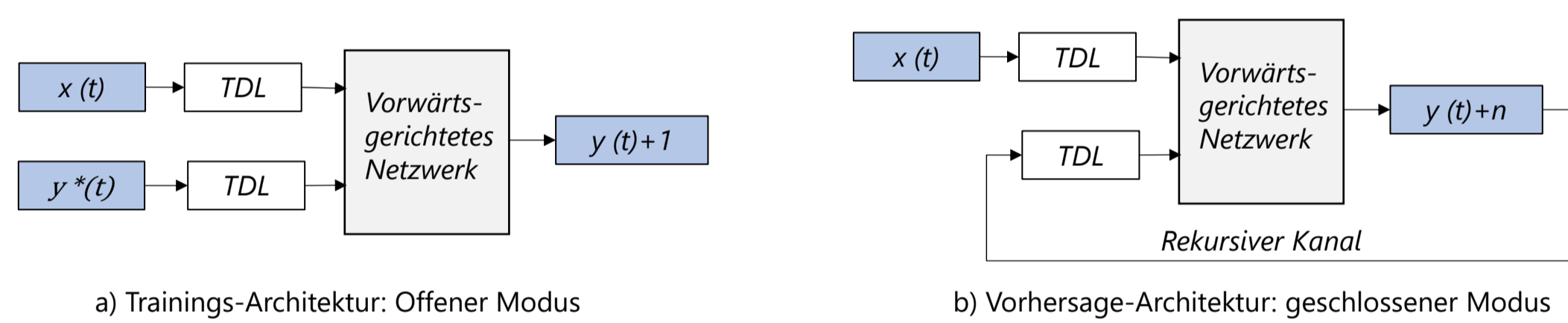


Abbildung 5: Architektur-Typen des „Nonlinear autoregressive with exogenous input – NARX“ Netzwerkes. TDL steht für „Time delay line“ und dient dem Speichereffekt. a) Architektur in der Trainingsphase, wobei  $y^*$  die simulierte SWMM Wasserstands-Zeitreihe darstellt b) Architektur in des Warnsystems. Durch den rekursiven Kanal können mehrere Zeitschritte in der Zukunft vorhersagt werden.

- Generierung der „wahren“ **Wasserstands-Zeitreihe** mittels **EPA SWMM** und **Modellregen** gemäß den **KOSTRA-DWD Werten**

## Das neuartige Frühwarnsystem

Simulation von 380 Niederschlagsereignissen mittels SWMM

Input für das neuronale Netz: **Niederschlagsintensität, -menge, kumulierter Niederschlag, verstrichene Zeit**

**Neuartige Trainings- und Parameteroptimierungsstrategie**

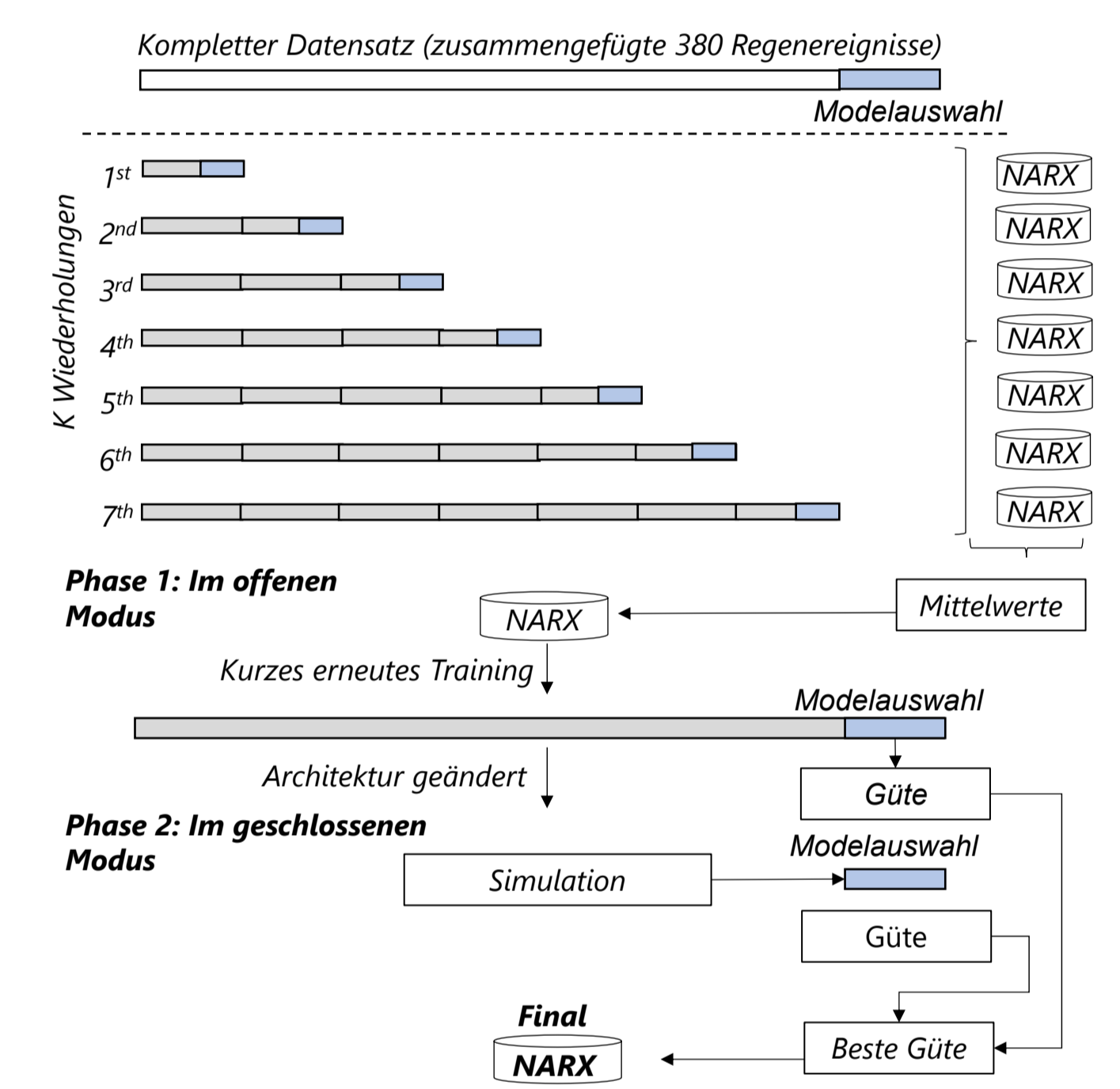


Abbildung 6: Neuartige Strategie zur Parameter- und Modelselektion.

Berücksichtigung von **Struktureller- und Parameter-Unsicherheit** infolge von Ensemble-Läufen

## Ergebnisse

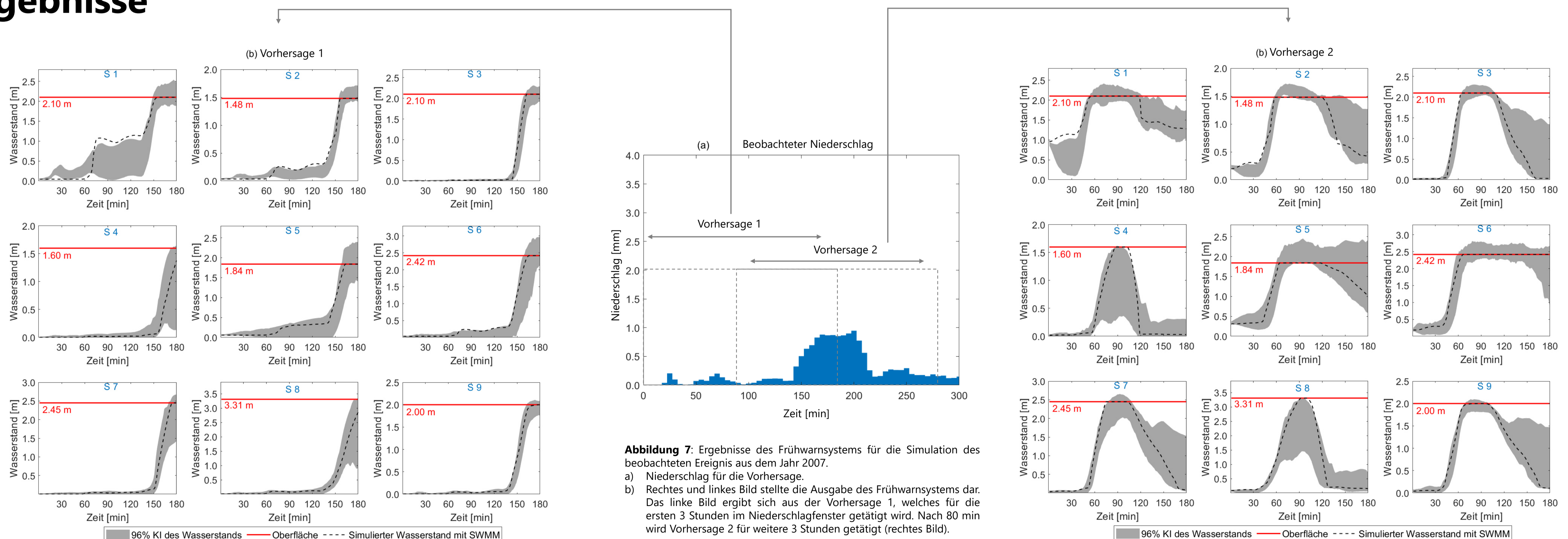


Abbildung 7: Ergebnisse des Frühwarnsystems für die Simulation des beobachteten Ereignis aus dem Jahr 2007. a) Niederschlag für die Vorhersage. b) Rechtes und linkes Bild stellte die Ausgabe des Frühwarnsystems dar. Das linke Bild ergibt sich aus der Vorhersage 1, welches für die ersten 3 Stunden im Niederschlagsfenster getätigt wird. Nach 80 min wird Vorhersage 2 für weitere 3 Stunden getätigt (rechtes Bild).

## Zusammenfassung und Ausblick

- **Entwicklung** eines **neuartigen flexiblen Frühwarnsystem** für kanalnetzbedingte Überflutungen
- Innovation: **Berücksichtigung von Struktureller und Parameter-Unsicherheit**
- Frühwarnsystem ist in der Lage die Wasserstands-Zeitreihe im Schacht **mittels Konfidenzintervall** von 96% vorherzusagen

Weiteres Vorgehen: **Vorhersage von städtischen Überflutungen auf 2D-Ebene**

