



Oberflächenabflussmodelle – Simulation von Starkregenüberflutungen

TU Kaiserslautern, Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft

M.Sc. Jonas Neumann

Verbundpartner



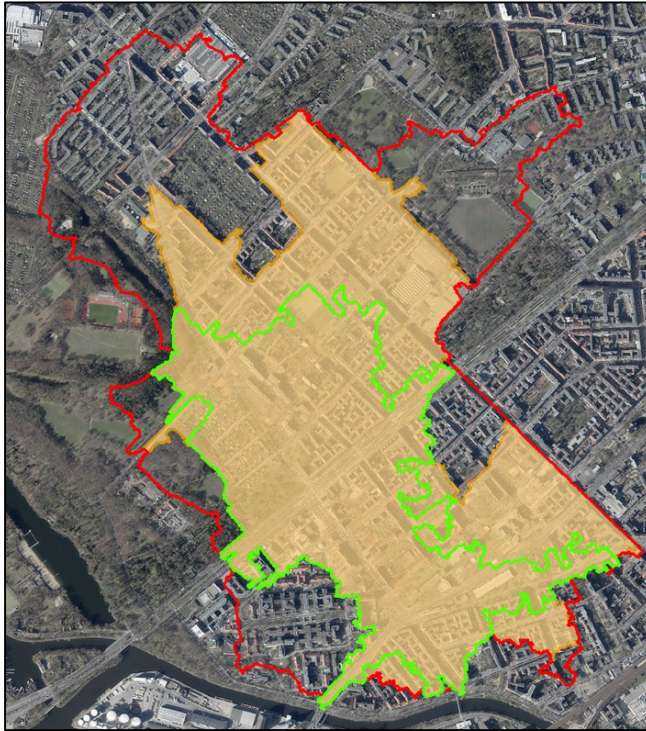
Gefördert durch:



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

1D/2D-Simulationsmodell

Abgrenzung des Einzugsgebiets – Überblick



Darstellung der EZG, beispielhaft für eine Senke

- Ursprüngliches EZG (grün) aus der topografischen Senkenanalyse
- Erweitertes EZG (rot) mit Nachbarsenken, die im Starkregenfall „überlaufen“ können
- → Ermittlung anhand Fließwege aus topografischer Senkenanalyse (AP3)



2D-Simulation

- Auswertung: EZG für die gekoppelte 1D/2D-Simulation (orange)

1D/2D-Simulationsmodell

Modellansatz – Überblick

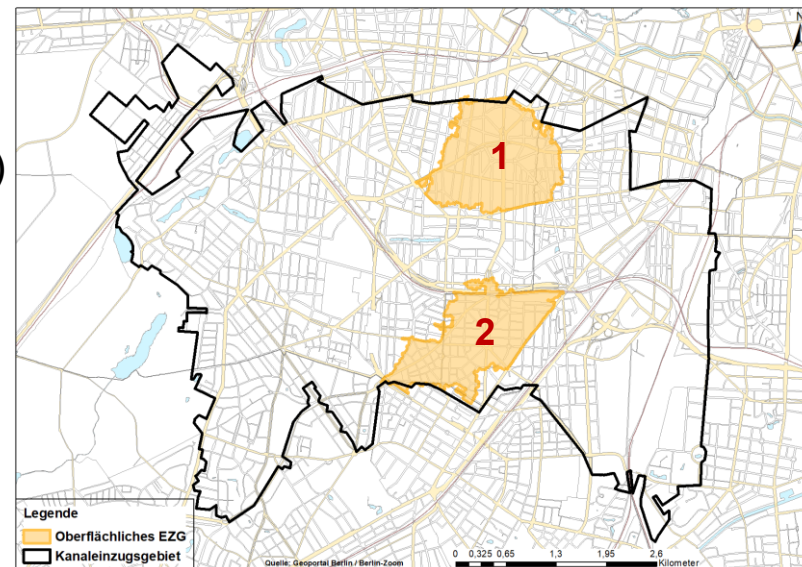
Für die Top 1 und 2 Modell-Senkengebiete („Hot Spots“) wurde ein detailliertes bi-direktional gekoppeltes 1D/2D-Oberflächenabflussmodell aufgebaut

- Oberirdisches EZG (1,9 km² und 1,7 km²)
→ **2D-Teilmodell „Oberfläche“**
- Unterirdisches Entwässerungs-EZG (~ 30 km²)
→ **1D-Teilmodell „Kanalisation“**
- Beide Senken im selben Kanalnetz
→ gemeinsames Modell
- InfoWorks ICM (Version 11.0), Innovyze®
- Getrennte Erfassung und Modellierung von

Gebäudeflächen
(Dächer)

Straßenflächen

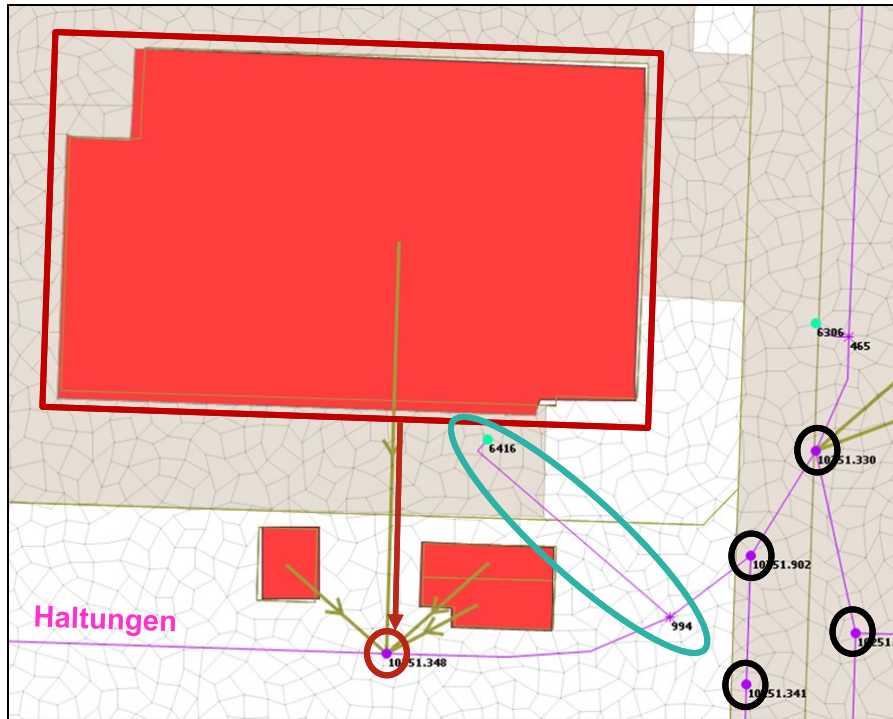
Hofflächen



Oberflächeneinzugsgebiete der Modell-Senkengebiete 1 und 2 (orange), Kanaleinzugsgebiet (schwarz umrandet)

1D/2D-Simulationsmodell

Modellansatz – Kopplung zwischen Kanal und Oberfläche



Ausschnitt aus gekoppelten Simulationsmodell

- Abfluss von Dachflächen direkt an Kanalschacht angeschlossen
→ 1D-Modell
- Straßenabläufe (türkis) über Anschlussleitungen an Haltungen angeschlossen
→ 1D-Modell
- Kopplungspunkte 1D <=> 2D:
 - Straßenabläufe
 - Schächte

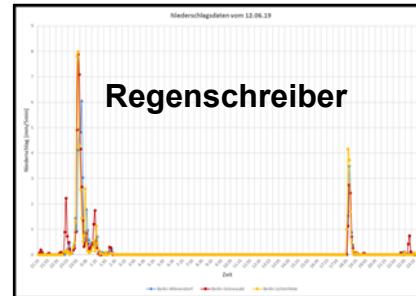
Validierung des Modells

Datengrundlage und Validierungsprozess – Überblick

- Bilddaten zu maximalen Wasserständen von Starkregenereignis am 11. & 12.06.2019
- Bislang keine verwertbaren sensorbasierten Validierungsdaten vorhanden



Maximale Wasserstände



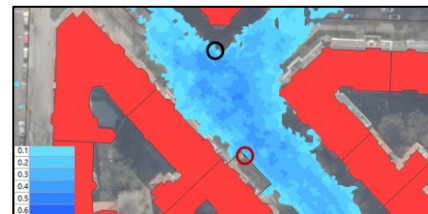
Niederschlagsdaten



Sensornetzwerk zur Wasserstandserfassung

Vergleich

Kann das Modell den realen Zustand wiedergeben?



Simulationsergebnisse – maximale Wasserstände

Vergleich

Validierung des Modells

Validierungsdaten: Beobachtungsdaten



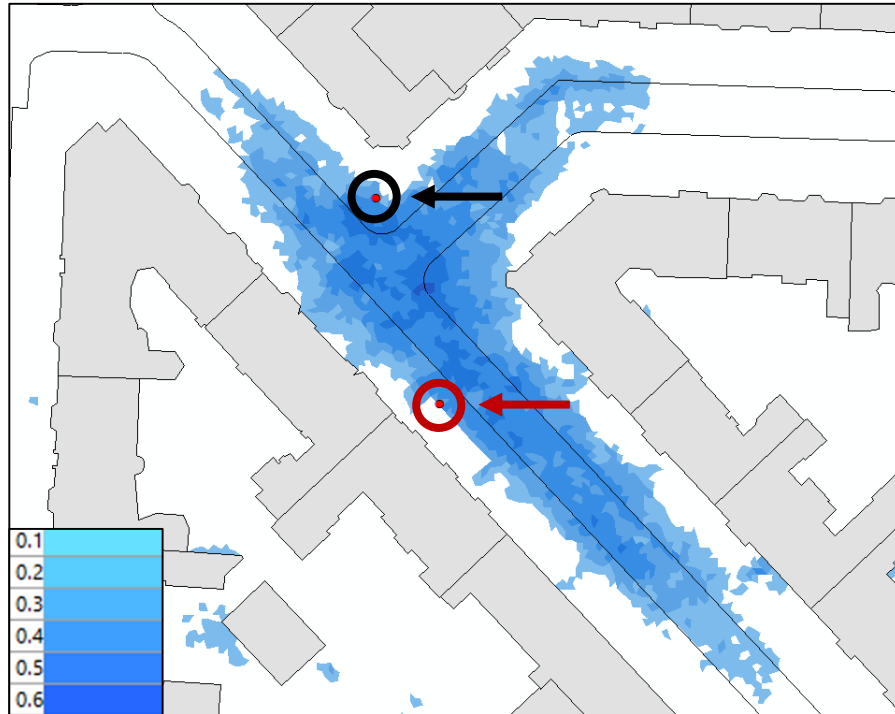
Maximaler Wasserstand während Starkregeneignis vom 11. und 12.06.2019; ableitbar aus Blütenrückständen auf der Oberfläche (jeweils durch Pfeil markiert) (Fotos: Gunther Pahl, BWB)



Einmessung der maximalen Wasserstände (Quelle: BWB)

Validierung des Modells

Simulationsinput Regenschreiber 1 und 2 – Ergebnis



Wasserstand [m] *Simulierte maximale Wasserstände im Überflutungsbereich, Messpunkte (rot und schwarz umkreist)*



Maximale Wasserstände im Überflutungsbereich

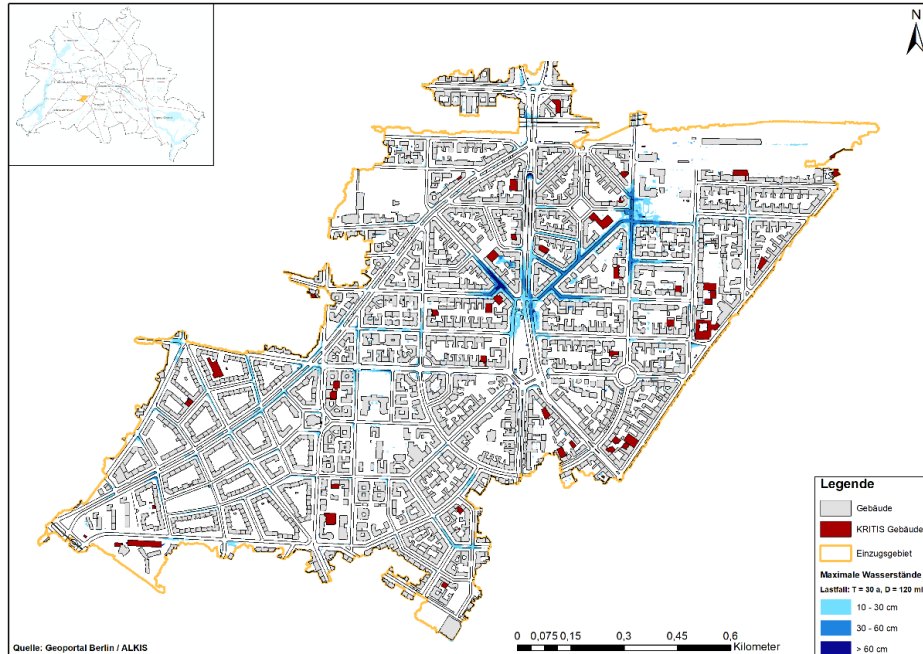
Gegenüberstellung gemessene und simulierte Wasserstände

Wasserstand	gemessen	simuliert	Abweichung
rote Markierung	0,36 m	0,29 m	21,1 %
schwarze Markierung	0,31 m	0,27 m	11,7 %

→ **Das Modell kann den realen Zustand zufriedenstellend wiedergeben**

Simulationsergebnisse

Starkregengefahrenkarten: Input für A) Überflutungsprognose und B) Verkehrsmodellierung



Starkregengefahrenkarte der Top 2 Senke, Belastung: Euler-Typ II Regen

- Starkregengefahrenkarten für die Top 4 Senken
- Belastungen:

Jährlichkeit/ Dauerstufe	30 a	50 a	100 a
60 min			
120 min			

Karten

- Blockregen und Modellregen
- Fokus: Verkehrsinfrastruktur
- zusätzlich KRITIS-Gebäude dargestellt

Simulationsergebnisse

A) Kartenclustering für Verkehrssimulation

Erstellung von Überflutungsszenarien



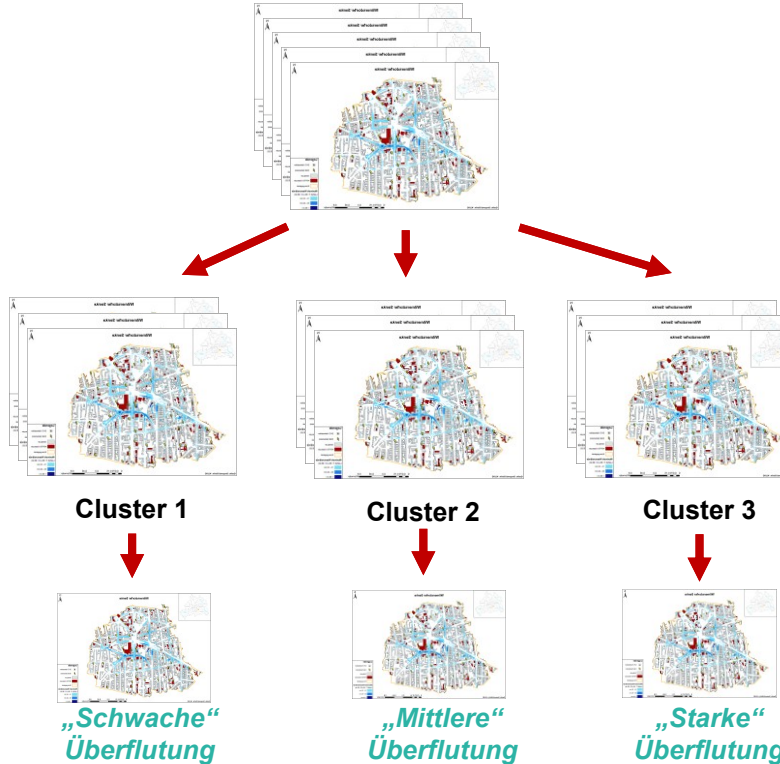
Vergleich der einzelnen Überflutungsszenarien: Ähnliche Szenarien werden geclustert. Vergleich anhand GIS-Auswertung



Je Cluster eine maßgebende Überflutungsausdehnung



Übergabe von 3 maßgebenden Überflutungsausdehnungen an imove



**Niederschlagsbelastungen
der gerechneten Szenarien:**

Euler Regen:

Jährlichkeit/ Dauerstufe	5 a	30 a	50 a	100 a
30 min				
60 min				
120 min				

Szenarien

Blockregen:

Jährlichkeit/ Dauerstufe	5 a	30 a	50 a	100 a
30 min				
60 min				
120 min				

Szenarien

Simulationsergebnisse

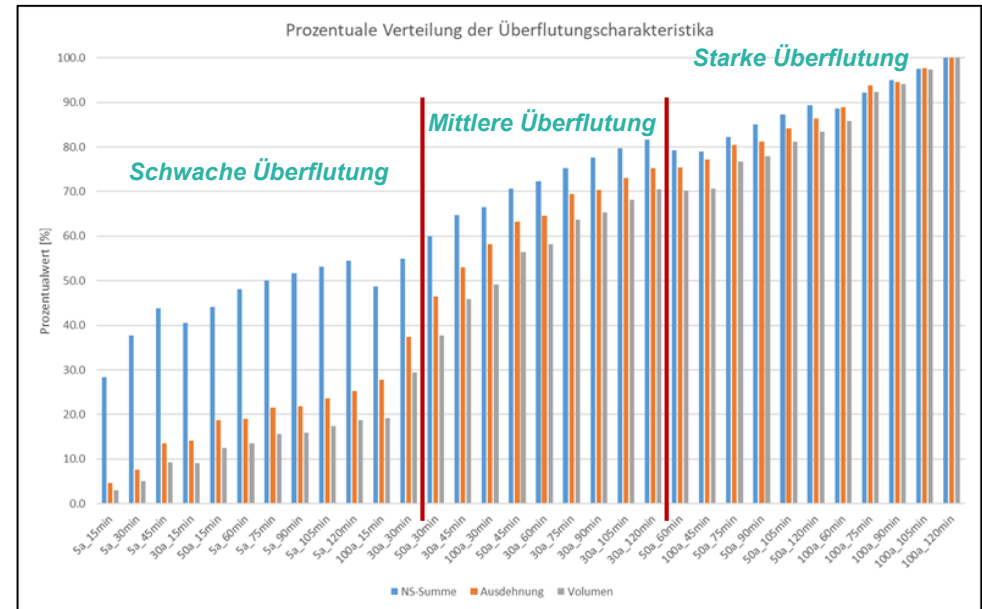
B) Szenarienkatalog für Überflutungsprognose

- Grundlage für Kurzfrist-Überflutungsprognose:
Szenarienkatalog mit 40 Überflutungskarten von Top 1 und 2 Senken

Zusammenstellung der 40 Regenlastfälle auf Basis KOSTRA-Daten

Dauerstufe [min]	Niederschlagshöhen hN [mm] je Wiederkehrintervall T [a]				
	5	10	30	50	100
15	17.6	20.6	25.2	27.4	30.3
30	23.5	27.7	34.2	37.3	41.4
45	27.2	32.2	40.3	44	49.1
60	29.9	35.7	45	49.3	55.1
75	31.1	37.2	46.8	51.2	57.3
90	32.1	38.4	48.3	52.9	59.1
105	33.1	39.5	49.6	54.3	60.7
120	33.9	40.4	50.8	55.6	62.2

- Clusterung für Verkehrsmodellierung



Beispielhaft die Auswertung von 32 Ereignissen

Oberflächenabflussmodelle

Wissenschaftliche Verwertung



- Auswertung von Überflutungsszenarien als Input für Verkehrssimulation und Verkehrslenkung im Starkregenfall
→ übertragbar auf andere Untersuchungsgebiete
- Methodik zur Kurzfrist-Überflutungsprognose („Nowcasting“) anhand vorberechneter Überflutungsszenarien
→ Validierung steht noch aus
- **Zwei Konferenzbeiträge** zur Modellvalidierung:



Validierung eines Starkregenüberflutungsmodells anhand von Beobachtungsdaten

Jonas Neumann¹⁾, Christian Scheid¹⁾, Ulrich Dittmer¹⁾ und Dominik Kolesch²⁾



15th International Conference on Urban Drainage, Melbourne, October, 2021

Using observation and measured data to validate coupled 1D/2D flood models - first experiences from the project SENSARE

J. Neumann^{1*}, C. Scheid¹, D. Kolesch², U. Dittmer¹ & D. Sauter²



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Jonas Neumann, Christian Scheid

Hinweis:

Die erzeugten Starkregengefahrenkarten sind Forschungsergebnisse und beschränken sich auf die Darstellung des öffentlichen Verkehrsraums. Es lassen sich daraus keine rechtlich verbindlichen Aussagen über Überflutungsgefahren ableiten!