

Abschlussbericht TransMiT

Teil B

Strategiekomponente B.I Qualitätsbasierte Trennentwässerung

B 3.2 Modelltechnische Umsetzung von alternativen Ableitungswegen mittels gekoppelter 1D-Kanalnetz-/ 2D-Oberflächenabflussberechnungen

Autoren:

Dr.-Ing. Alexander Verworn, Dr.-Ing. Aaron Peche, Raoul Jankowski, Marvin Hallmann
BPI Hannover * Verworn, Beratende Ingenieure

Kurzbeschreibung des Einzelkapitels

Im Hinblick auf die integrierte Untersuchung zur Ermittlung von alternativen oberflächigen sowie oberflächennahen Ableitungswegen bzw. für die Austestung von konkreten praxisnahe Umsetzungen von gesteuerten Abkopplungsszenarien wurde zunächst die bidirektionale Kopplung zwischen dem büroeigenen hydrodynamischen 1D-Kanalnetzmodul und dem 2D-Oberflächenabflussmodul der Open-Source Plattform OpenGeoSys (OGS) entwickelt, implementiert und verifiziert.

In einem weiteren Schritt wurden für das Untersuchungsgebiet der Hildesheimer Neustadt gekoppelte 1D-Kanalnetz-/ 2D-Oberflächenabflussmodelle aufgebaut, anhand derer verschiedene Abkopplungs- und Ableitungsszenarien iterativ konzipiert sowie modelltechnisch nachgebildet und evaluiert wurden.

Anhand der gekoppelten Kanalnetz- und Oberflächenabflussberechnungen konnten nicht nur generelle Abkopplungsszenarien mit dem Ziel der Verringerung von Überflutungshotspots und der Verringerung des Zuflusses zum Regenüberlaufbecken nachgebildet werden, sondern auch die modelltechnischen Voraussetzungen für die Austestung von konkreten praxisnahe Umsetzungen von gesteuerten Abkopplungsszenarien geschaffen werden.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	1
Abbildungsverzeichnis	2
Einleitung.....	3
1 Modelltechnik	4
2 Abkopplungs- und Ableitungsszenarien	6
3 Fazit	9
4 Literaturverzeichnis.....	10

Abbildungsverzeichnis

Bild 2-1: Konzeptionelles Modell der gekoppelte 1D-Kanalnetz- und 2D-Oberflächenabflussberechnung.....	4
Bild 2-2: Links: Reine Beregnung des Oberflächenabflussmodells mit unterschiedlichen Blockregen; rechts: Ansatz verschiedener Modellregen über das Kanalnetzmodell	4
Bild 2-3: Modellgebiet zur Untersuchung auf Volumenerhaltung	5
Bild 2-4: Nachweis der Volumenerhaltung für Szenario 1 (links) und Szenario 2 (rechts)	5
Bild 3-1: Entkoppelte 2D-Oberflächenabflussberechnung	6
Bild 3-2: Modellgebiet für eine gezielte Flutung bzw. Bewirtschaftung einer Parkfläche	6
Bild 3-3: Entschärfung eines Überflutungshotspots (links oben) mit dem zusätzlich integrierten Kanal in blau (rechts oben) und den angesetzten Zuflusspunkten (unten)	7
Bild 3-4: Entwicklung eines oberflächennahen Abflusswegs mit einer oberflächennahen Abflusrinne in schwarz (links) und einer oberflächigen Zulauf Rinne (rechts)	8

Einleitung

Im Hinblick auf die integrierte Untersuchung zur Ermittlung von alternativen oberflächigen sowie oberflächennahen Ableitungswegen sowie für die Austestung von konkreten praxisnahe Umsetzungen von gesteuerten Abkopplungsszenarien wurde zunächst die bidirektionale Kopplung zwischen dem büroeigenen hydrodynamischen 1D-Kanalnetzmodul und dem 2D-Oberflächenabflussmodul der Open-Source Plattform OpenGeoSys (OGS) entwickelt, implementiert und verifiziert.

In einem weiteren Schritt wurden für das Untersuchungsgebiet der Hildesheimer Neustadt gekoppelte 1D-Kanalnetz-/ 2D-Oberflächenabflussmodelle aufgebaut, anhand derer verschiedene Abkopplungs- und Ableitungsszenarien iterativ konzipiert und modelltechnisch nachgebildet und evaluiert wurden.

1 Modelltechnik

Die Kopplung zwischen dem büroeigenen hydrodynamischen 1D-Kanalnetzmodul und dem 2D-Oberflächenabflussmodul der Open-Source Plattform OpenGeoSys (OGS) ist dateibasiert sowie nicht-iterativ und basiert auf dem zeitschrittweise durchgeführten Erneuern von Quelltermen. Sie ermöglicht die bidirektional gekoppelte Kanal- und Oberflächenabflussberechnung sowie die Berechnung von Austauschflüssen an Austauschpunkten (Schächte und Straßeneinläufe). Austauschflüsse werden nach Rubinato et al. (2017) berechnet. Ein konzeptionelles Modell der Kopplung ist im Bild 1-1 zu sehen.

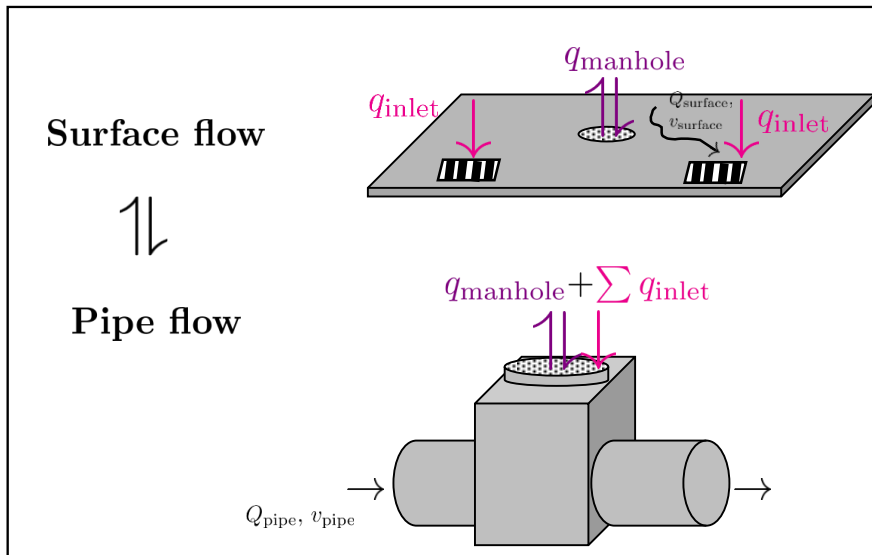


Bild 1-1: Konzeptionelles Modell der gekoppelte 1D-Kanalnetz- und 2D-Oberflächenabflussberechnung

Bei der Kopplung sind Schächte im Kanalnetzmodell über Austauschflüsse mit dem Oberflächenabflussmodell verbunden. Straßeneinläufe sind mit dem nächstliegenden Schacht einseitig verbunden. Die Berechnung ist abhängig von dem Wasserstand am jeweiligen Straßeneinlauf und dem Füllstand des verbundenen Schachts. Das in den Straßeneinlauf fließende Wasser wird dem Austauschmodell des Schachts (zustandsabhängig) hinzugefügt. Wenn der Schacht einen überstauenden Zustand annimmt, kann kein Wasser aus den Straßeneinläufen der Bilanz hinzugefügt werden. Die Kopplung wurde anhand der folgenden Szenarien im Bild 1-2 analysiert:

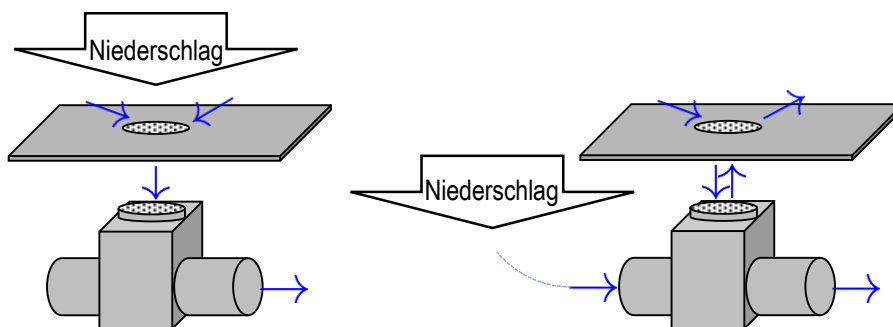


Bild 1-2: Links: Reine Berechnung des Oberflächenabflussmodells mit unterschiedlichen Blockregen; rechts: Ansatz verschiedener Modellregen über das Kanalnetzmodell

Auf der Grundlage des im Bild 1-3 dargestellten Modellgebietes wurden die beiden Szenarien jeweils unter Verwendung unterschiedlicher Niederschlagsbelastungen erfolgreich auf Volumenerhaltung getestet.

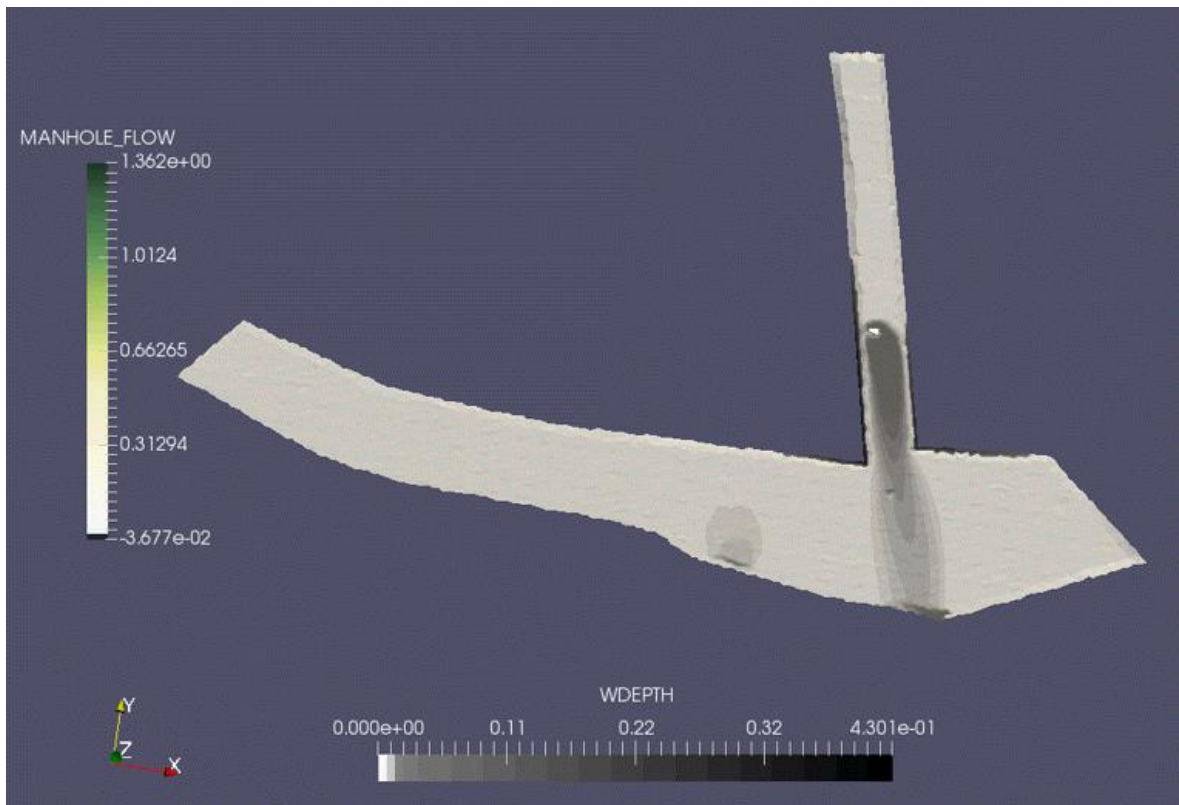


Bild 1-3: Modellgebiet zur Untersuchung auf Volumenerhaltung

Im Bild 1-4 (links) besteht für das Szenario 1 eine exakte Übereinstimmung zwischen Volumenverlust im 2D-Oberflächenabflussmodell (OGS) und dem korrespondierenden Volumenzuwachs im Kanalnetzmodell (extran), während im Bild 1-4 (rechts) die Summe der Austauschvolumina bei beiden Modell ebenfalls eine sehr gute Übereinstimmung aufweist.

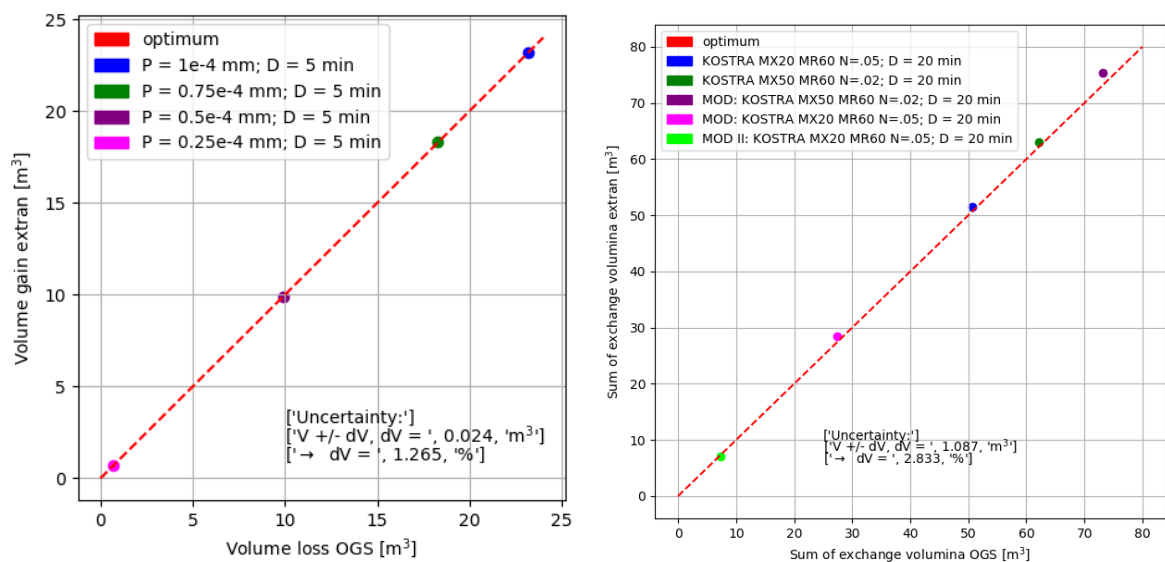


Bild 1-4: Nachweis der Volumenerhaltung für Szenario 1 (links) und Szenario 2 (rechts)

2 Abkopplungs- und Ableitungsszenarien

Basierend auf einem aktuellen Kanalnetzmodell für das Untersuchungsgebiet der Hildesheimer Neustadt und einem separat erstellten 2D-Oberflächenabflussmodell (s. Bild 2-1) wurden gekoppelte 1D-Kanalnetz-/ 2D-Oberflächenabflussmodelle aufgebaut.

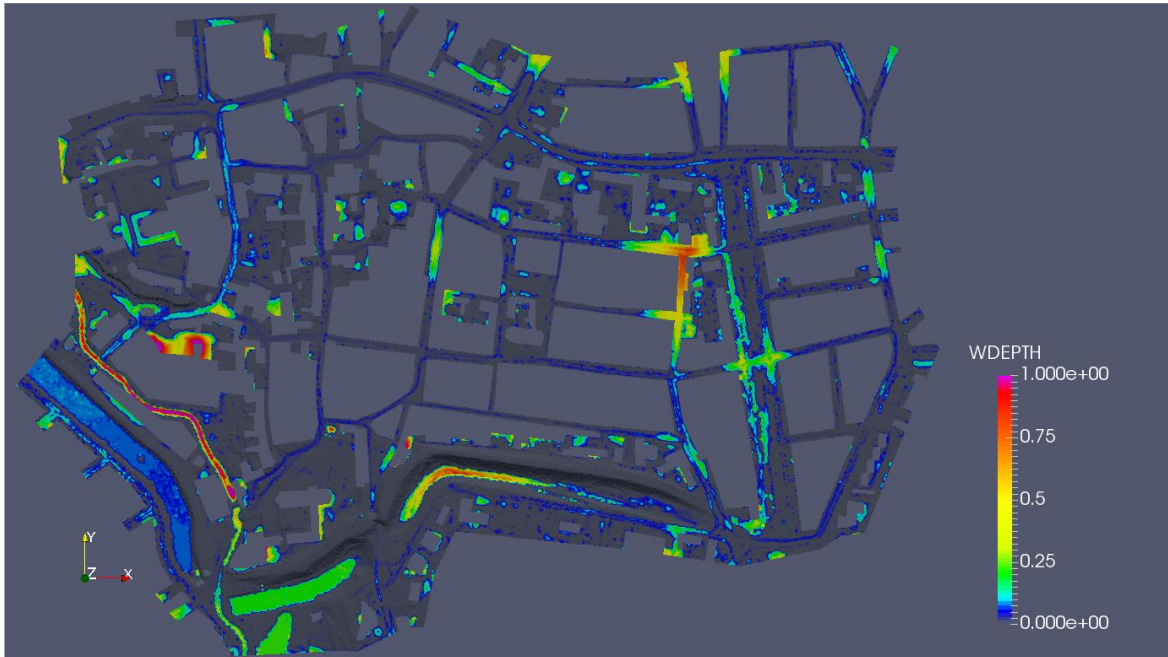


Bild 2-1: Entkoppelte 2D-Oberflächenabflussberechnung

Auf dieser Grundlage wurden die folgenden Szenarien modelltechnisch untersucht:

- (1) Gezielte Flutung bzw. Bewirtschaftung einer Parkfläche
- (2) Entschärfung eines Überflutungshotspots
- (3) Entwicklung eines oberflächennahen Abflusswegs

Abkopplung und gezielte Ableitung in Parkfläche

Im Bereich der Sedanallee wurde die Parkfläche im 2D-Oberflächenabflussmodell abgesenkt und damit volumentechnisch vergrößert. Durch eine entsprechende Anpassung der Oberflächen der angrenzenden Kreuzung sowie die Integration einer oberflächennahen Rinne kann eine gezielte Flutung bzw. Bewirtschaftung der Parkfläche erfolgen. Das Modellgebiet sowie der geflutete Zustand ist im nachfolgenden Bild 2-2 dargestellt.

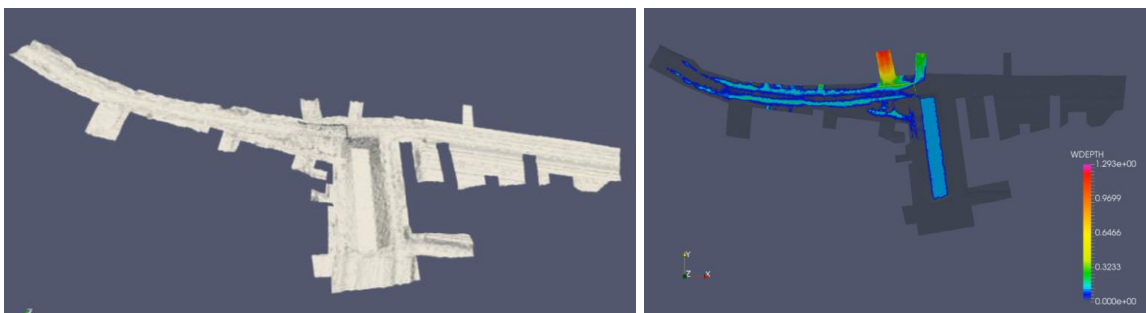


Bild 2-2: Modellgebiet für eine gezielte Flutung bzw. Bewirtschaftung einer Parkfläche

Entschärfung Überflutungshotspot

Zur Entschärfung des Überflutungshotspots Braunschweiger Straße wurde modelltechnisch ein zusätzlicher Kanal mit entsprechenden Zuflussmöglichkeiten eingebaut, der auf der Oberfläche anstehendes Wasser in Richtung Parkfläche in der Sedanallee ableiten kann. Eine oberflächige Entlastung kam auf Grund der Höhenverhältnisse nicht in Frage.

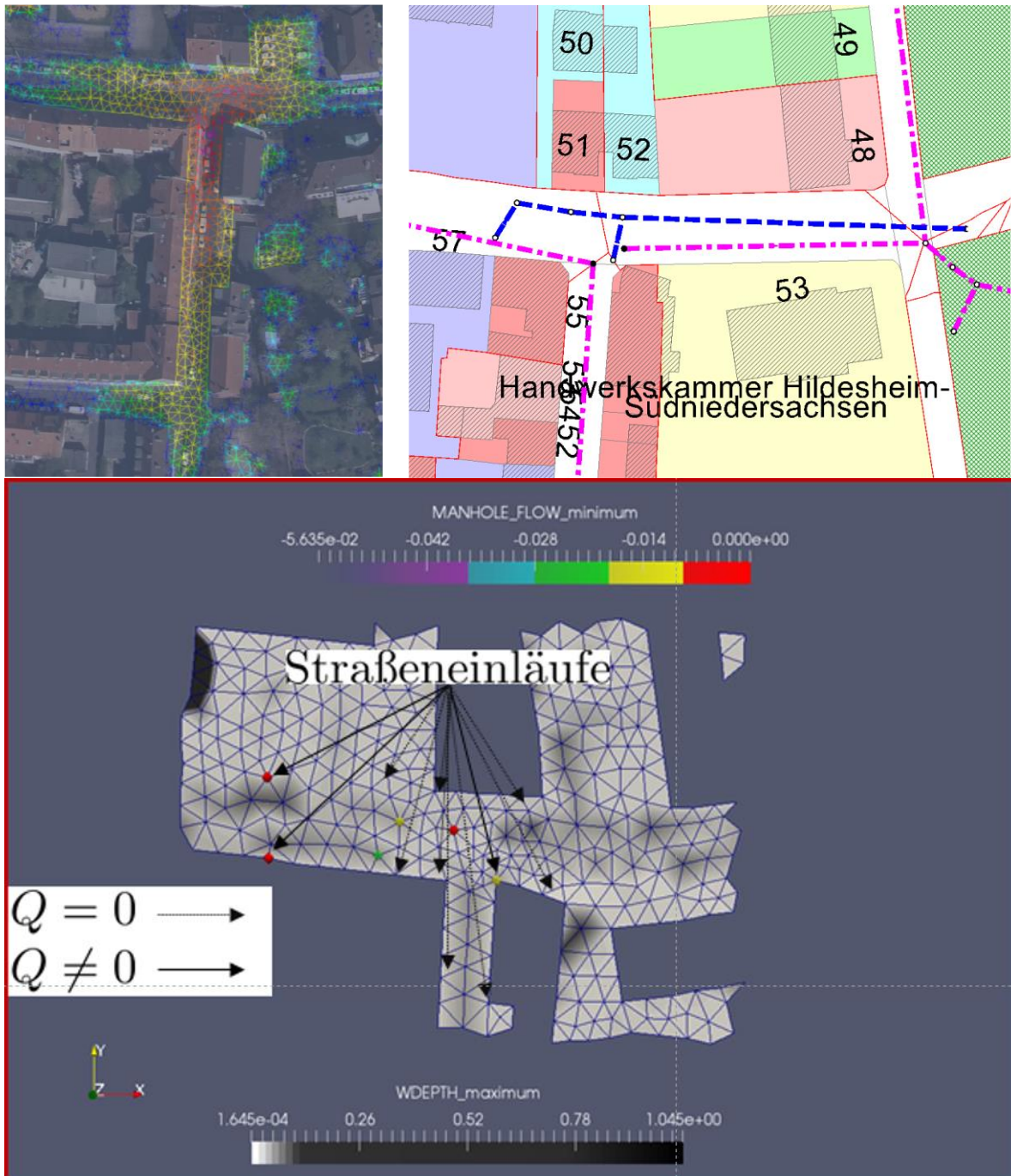


Bild 2-3: Entschärfung eines Überflutungshotspots (links oben) mit dem zusätzlich integrierten Kanal in blau (rechts oben) und den angesetzten Zuflusspunkten (unten)

Oberflächennaher Abflussweg

Zur gezielten Entwicklung eines oberflächennahen Abflussweges für die Umsetzung von gesteuerten Abkopplungsszenarien mit dem Ziel einer geringeren Beschickung des Regenüberlaufbeckens (RÜB) wurden entsprechende Untersuchungen mit einer modelltechnischen Implementierung einer oberflächigen Zulaufrinne zu einer oberflächennahen Abflussrinne im Bereich des Godehardsplatzes durchgeführt.

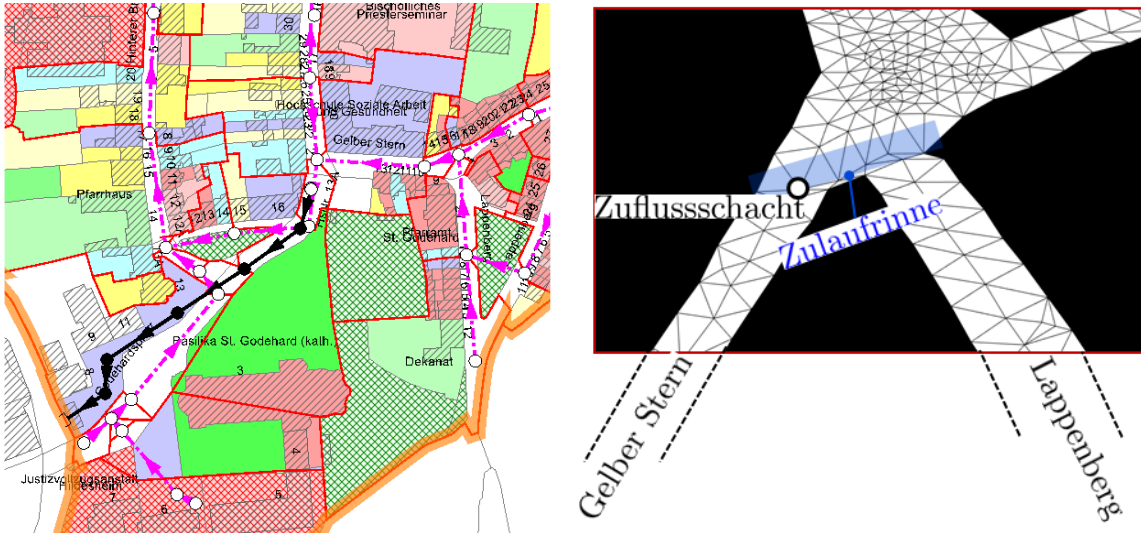


Bild 2-4: Entwicklung eines oberflächennahen Abflussweges mit einer oberflächennahen Abflussrinne in schwarz (links) und einer oberflächigen Zulaufrinne (rechts)

3 Fazit

Anhand der gekoppelten Kanalnetz- und Oberflächenabflussberechnungen konnten nicht nur generelle Abkopplungsszenarien mit dem Ziel der Verringerung von Überflutungshotspots und der Verringerung des Zuflusses zum Regenüberlaufbecken nachgebildet werden, sondern auch die modelltechnischen Voraussetzungen für die Austestung von konkreten praxisnahe Umsetzungen von gesteuerten Abkopplungsszenarien geschaffen werden.

4 Literaturverzeichnis

Rubinato, M., Martins, R., Kesserwani, G., Leandro, J., Djordjević, S., and Shucksmith, J. (2017). Experimental calibration and validation of sewer/surface flow exchange equations in steady and unsteady flow conditions. *Journal of Hydrology*, 552:421–432.