

„CA-ffé in Innsbruck“

Ein schnelles Überflutungsmodell für das Starkregenmanagement in Innsbruck

Martina Hauser¹⁾, Maziar Gholami-Korzani²⁾, Ana Deletic²⁾ und Manfred Kleidorfer¹⁾

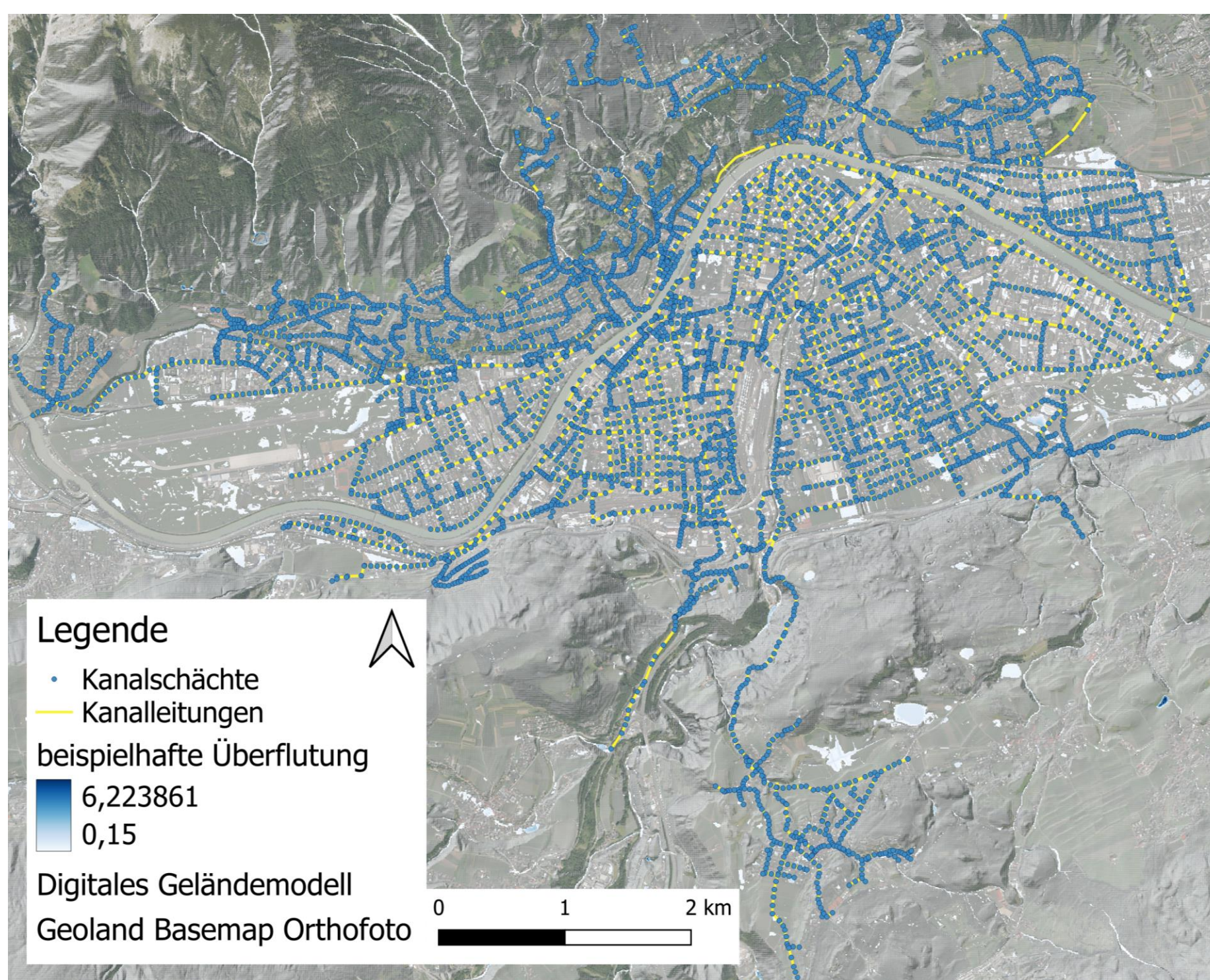
¹⁾ Universität Innsbruck, Institut für Infrastruktur, Arbeitsbereich für Umwelttechnik, Technikerstr. 13, 6020 Innsbruck, Österreich

²⁾ Queensland University of Technology, Faculty of Engineering, Brisbane, Queensland 4001, Australia

Motivation

Starkregenereignisse haben in der Vergangenheit bereits mehrfach zu Überflutungen und teils großen Schäden geführt. Zusätzlich werden solche Ereignisse klimawandelbedingt in Zukunft vermehrt auftreten. Da die Niederschlagsereignisse immer intensiver werden, wächst der Bedarf an schnellen Modellen für pluviale Überflutungen. Urbane Siedlungsentwässerung hat einen erheblichen Einfluss auf Überschwemmungen in Städten. Daher müssen die Modelle sowohl die Kanalisation als auch den Oberflächenabfluss berücksichtigen. Ein Modell, das zuverlässige Ergebnisse in kurzen Berechnungszeiten liefert, bietet viele Möglichkeiten, das Starkregenmanagement zu verbessern und die Einsatzkräfte und EntscheidungsträgerInnen zu unterstützen.

Untersuchungsgebiet



Untersuchungsgebiet:
Stadt Innsbruck
in Tirol,
Österreich

Betrachtete Fläche:
• ca. 50 km²

Höhe:
• 560 – 2590 ü.A.

Kanalsystem:
• 257km Kanallänge
• 6446 Schächte

Abbildungserklärung: Die Karte zeigt das Untersuchungsgebiet (Stadt Innsbruck) inkl. Kanalsystem, Digitalem Geländemodell und einer beispielhaften Überflutung.

Innsbruck hatte in den vergangenen Jahren bereits mehrfach Probleme mit Starkregenereignissen. In dieser Arbeit werden folgende Ereignisse betrachtet:



Simulationsmodell CA-ffé

Dynamic CA-ffé¹ ist ein Überflutungsmodell, das eine stadtweite Simulation von Starkregenüberflutungen in kurzen Rechenzeiten ermöglicht. Es ist eine Erweiterung des ursprünglichen CA-ffé-Modells² und koppelt 2D-Oberflächenabfluss mit dem 1D-Kanalsystem in definierten Zeitschritten. Bisher wurde es nur an kleineren Einzugsgebieten in Australien getestet, die Anwendung auf eine ganze Stadt (ca. 50 km²) ist neu.

Rechenzeiten

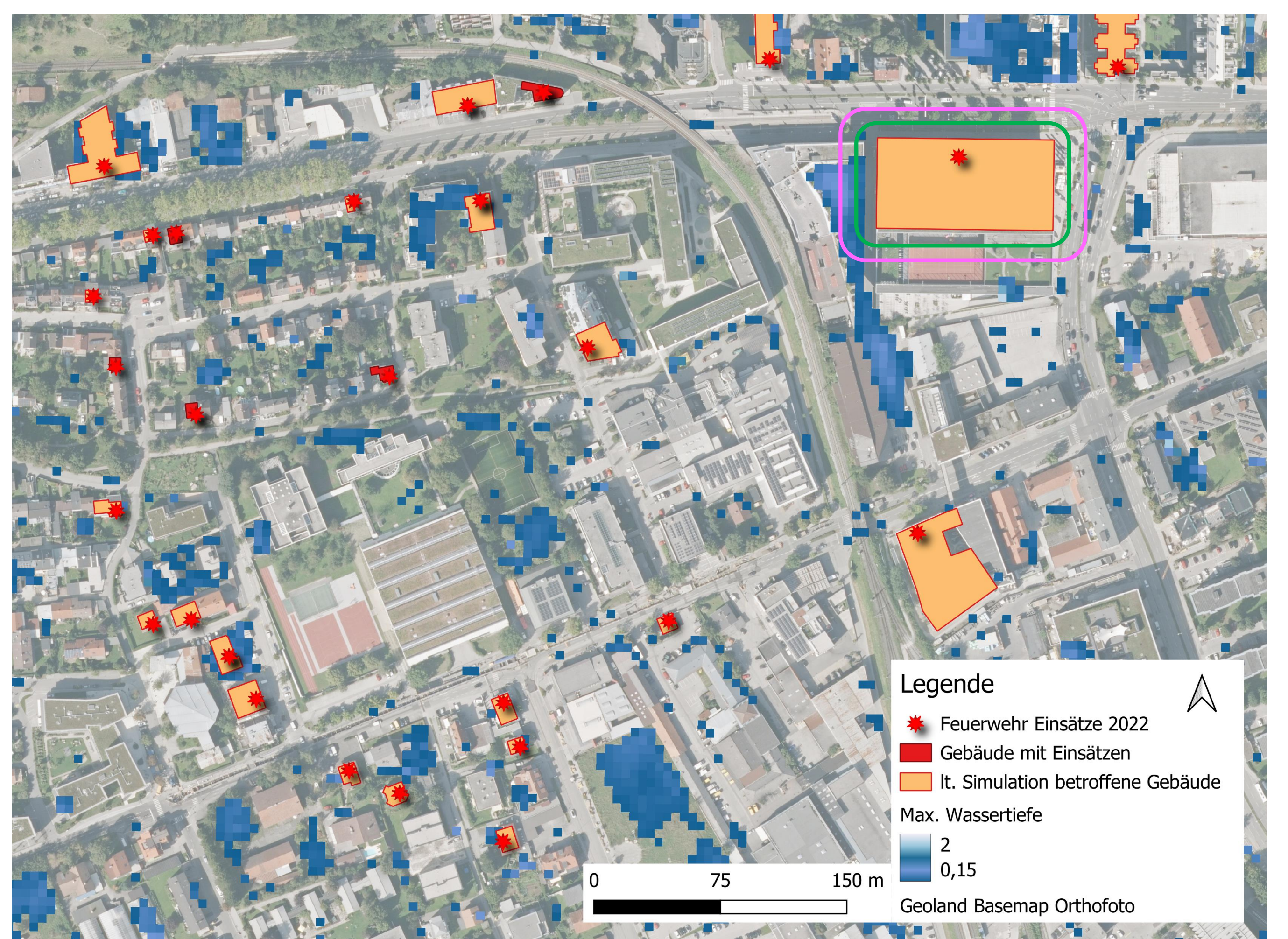
| Ereignis | Niederschlagsdauer | Niederschlagssumme | Rechenzeiten |
|----------|--------------------|--------------------|--------------|
| 2022 | 4h | 30,9 mm | 1h 4min |
| 2016 | 11h | 11,8 mm | 1h 30min |
| 2010 | 14h 30min | 52,6 mm | 3h 14min |

Tabellenerklärung: Die Tabelle zeigt die Dauer des realen Niederschlags, die Niederschlagssumme und die Rechenzeit für die Simulation des jeweiligen Ereignisses (unter Verwendung eines 5x5m-DGM-Rasters und der Parallel-Version des Codes) für die Ereignisse 2010, 2016 und 2022 in Innsbruck.

Validierung anhand der Einsatzdaten

Die Einsatzdaten werden von der Leitstelle Tirol zur Verfügung gestellt, und lassen Rückschlüsse auf die betroffenen Gebäude sowie auf die Wasserstände in und um diese Gebäude zu. Die Validierung erfolgt anhand zweier Kriterien:

- Trefferquote: Anzahl der Gebäude mit einem simulierten Wasserstand von mehr als 15cm im Umkreis von 5m bzw. 10m um die laut Einsatzdaten betroffenen Gebäude.
- Wasserstände: Vergleich der umgebenden Wasserstände der betroffenen Gebäude mit den Angaben der Einsatzinformation „über/unter 50 cm“.



Abbildungserklärung: Beispiel der Feuerwehreinsatzdaten der betroffenen Gebäude anhand der Überflutungssituation am 19. Mai 2022. Die Sterne zeigen die vermerkten Einsätze der Feuerwehr und die roten Flächen, die damit betroffenen Gebäude. In orange werden jene Gebäude dargestellt, welche auch in der Simulation als betroffen gekennzeichnet werden. Dies wird exemplarisch anhand eines Gebäudes mit Wasser im Abstand von 5m (grün) und 10m (rosa) dargestellt.

- Trefferquote 2022:
 - o 5x5m-DGM (Dauer: 1h4m): 64,1% (5m Umkreis) und 74,4% (10m Umkreis)
 - o 1x1m-DGM (Dauer: 12h29m): 83,3% (5m Umkreis) und 91,5% (10m Umkreis)
- Wasserstände 2022:
 - o alle mittleren simulierten Wasserstände im Umkreis von 5m stimmen mit den Angaben „über/unter 50cm“ zusammen.

Fazit und Ausblick

- Das Modell ermöglicht eine stadtweite Simulation des Überflutungsgeschehens innerhalb kurzer Berechnungszeiten (zumindest bei 5x5m DGM-Auflösung).
- Eine höhere DGM-Auflösung (1x1m statt 5x5m) verbessert die Ergebnisse, wirkt sich aber negativ auf die Berechnungsdauer aus.

Das Modell soll weiter angepasst und verbessert werden:

- Integration von mehreren Regenschreibern
- Einführen von Abflussbeiwerten zur Abflussreduktion
- GPU Parallelisierung, um die Berechnungsdauer weiter zu verkürzen und die 1x1m-DGM-Auflösung anwendbar zu machen

Idealerweise kann das Modell in Zukunft dann auch für Echtzeitprognosen (mit Hilfe von Wettervorhersagen) verwendet werden.

Literatur

¹ Gholami Korzani, M., Deletic, A., 2023. Dynamic CA-ffé: a hybrid 1D/2D fast flood evaluation model for urban floods. Presented at the Hydrology and Water Resources Symposium, Sydney.

² Jamali, B., Bach, P.M., Cunningham, L., Deletic, A., 2019. A Cellular Automata Fast Flood Evaluation (CA-ffé) Model. Water Resources Research 55, 4936–4953. <https://doi.org/10.1029/2018WR023679>

Kontakt: Dipl.-Ing. Martina Hauser, (Martina.Hauser@uibk.ac.at),

Universität Innsbruck, Institut für Infrastruktur, Arbeitsbereich für Umwelttechnik, Technikerstr. 13, 6020 Innsbruck, Österreich

Danksagung: Die Autoren danken den Innsbrucker Kommunalbetrieben (IKB) für die Bereitstellung der erforderlichen Daten des Kanalnetzes von Innsbruck und Antonia Herzog für die Erstellung des 1D-SWMM-Modells. Diese Arbeit wird gefördert durch das Early Stage Funding „FFMFF – Fast flood modelling for firefighters“ von November 2023 bis Oktober 2024 und ist Teil des Projekts BlueGreenCities (Projektnummer KR21KB0K00001), das vom österreichischen Klima- und Energiefonds von Oktober 2022 bis September 2025 gefördert wird. Die hier vorgestellten Berechnungsergebnisse wurden mit Hilfe der LEO HPC-Infrastruktur der Universität Innsbruck generiert.

Software:

