



Erweiterte Regenwasserbewirtschaftung durch smarte Regentonnen

Martin Oberascher, Jonatan Zischg, Ulrich Kastlunger, Martin Schöpf,
Carolina Kinzel, Christoph Zingerle, Wolfgang Rauch, Robert Sitzenfrei

Motivation

Regentonnen

- Temporäres Speichervolumen
- Retention von Regenwasser¹
- Nutzung Regenwasser für „Nicht-Trinkwasser“ Anwendungen¹

¹Campisano, A., D. Butler, S. Ward, M. J. Burns, E. Friedler, K. DeBusk, L. N. Fisher-Jeffes, E. Ghisi, A. Rahman, H. Furumai and M. Han (2017). "Urban rainwater harvesting systems: Research, implementation and future perspectives."

Motivation

Regentonnen

- Temporäres Speichervolumen
- Retention von Regenwasser¹
- Nutzung Regenwasser für „Nicht-Trinkwasser“ Anwendungen¹

Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT)

- Kostengünstige Sensoren
- Überwachung und Steuerung der urbanen Wasserinfrastruktur²

¹Campisano, A., D. Butler, S. Ward, M. J. Burns, E. Friedler, K. DeBusk, L. N. Fisher-Jeffes, E. Ghisi, A. Rahman, H. Furumai and M. Han (2017). "Urban rainwater harvesting systems: Research, implementation and future perspectives."

²Kerkez, B., Gruden, C., Lewis, M., Montestruque, L., Quigley, M., Wong, B., Bedig, A., Kertesz, R., Braun, T., Cadwalader, O., Poresky, A., and Pak, C. (2016). "Smarter Stormwater Systems." *Environ. Sci. Technol.*, 50(14), 7267-7273.

Motivation

Regentonnen

- Temporäres Speichervolumen
- Retention von Regenwasser¹
- Nutzung Regenwasser für „Nicht-Trinkwasser“ Anwendungen¹

Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT)

- Kostengünstige Sensoren
- Überwachung und Steuerung der urbanen Wasserinfrastruktur²

Idee Smarte Regentonnen (SRT)

- Echtzeit überwacht und gesteuert³

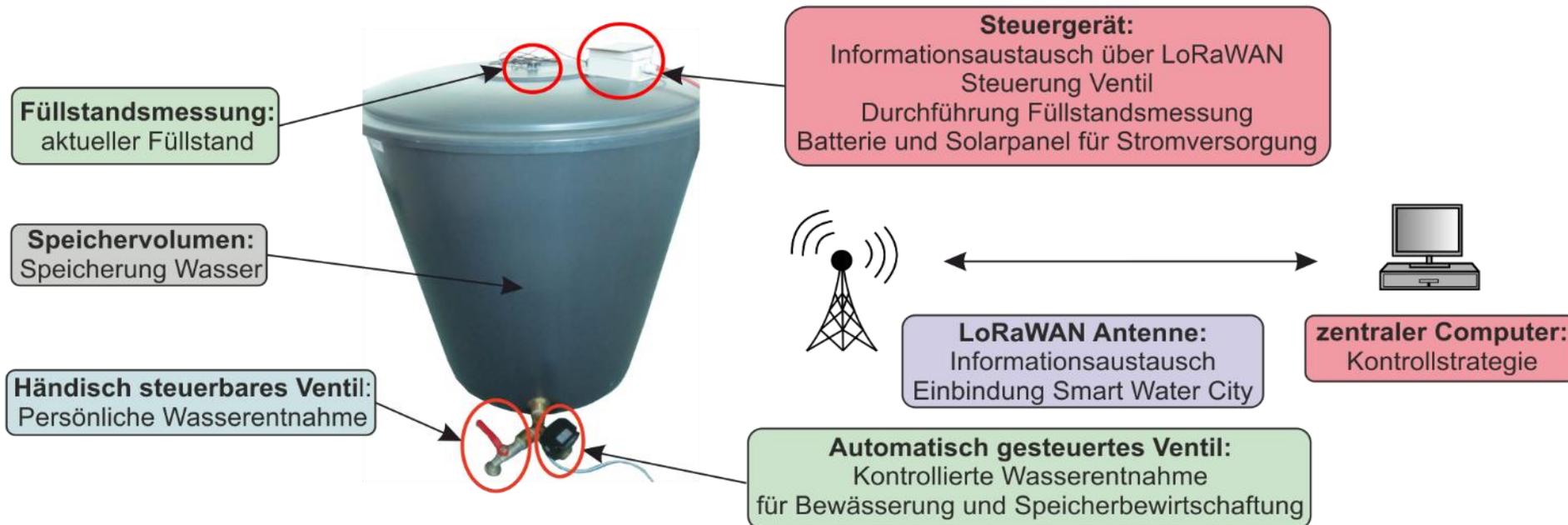
¹Campisano, A., D. Butler, S. Ward, M. J. Burns, E. Friedler, K. DeBusk, L. N. Fisher-Jeffes, E. Ghisi, A. Rahman, H. Furumai and M. Han (2017). "Urban rainwater harvesting systems: Research, implementation and future perspectives."

²Kerkez, B., Gruden, C., Lewis, M., Montestruque, L., Quigley, M., Wong, B., Bedig, A., Kertesz, R., Braun, T., Cadwalader, O., Poresky, A., and Pak, C. (2016). "Smarter Stormwater Systems." *Environ. Sci. Technol.*, 50(14), 7267-7273.

³Oberascher, M., Zischg, J., Palermo, S. A., Kinzel, C., Rauch, W., and Sitzenfrei, R. "Smart Rain Barrels: Advanced LID Management Through Measurement and Control." Springer International Publishing, 777-782

Smarte Regentonne

Aufbau



- Volumen: 250l

Alternative zu Mischwasserüberlaufbauwerke

ÖWAV – Regelblatt 19 (2007)

- 15 m³/ha reduzierter Anschlussfläche für Mischwasserüberlaufbauwerke⁴
- Durchschnittliches Einfamilienhaus: 150 m² reduzierte Dachfläche⁵
- 66 Einfamilienhäuser/ha
- 250 l Regentonne



⁴ÖWAV-Regelblatt 19 (2007). Richtlinien für die Bemessung von Mischwasserentlastungen. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband. Wien, Österreich.

⁵Statistik Austria (2018a): Fertiggestellte Wohnungen und Gebäude 2005 bis 2017. https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/wohnen/wohnungs_und_gebaeudeerrichtung/fertigstellungen/index.html. Abgerufen am 01.03 2018

Alternative zu Mischwasserüberlaufbauwerke

ÖWAV – Regelblatt 19 (2007)

- 15 m³/ha reduzierter Anschlussfläche für Mischwasserüberlaufbauwerke⁴
 - Durchschnittliches Einfamilienhaus: 150 m² reduzierte Dachfläche⁵
 - 66 Einfamilienhäuser/ha
 - 250 l Regentonne
-
- 16,5m³ Retentionsvolumen
 - Kostengünstige Alternative
 - Ca. 10% Niederschlagshöhe $r_{15,2}$



⁴ÖWAV-Regelblatt 19 (2007). Richtlinien für die Bemessung von Mischwasserentlastungen. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband. Wien, Österreich.

⁵Statistik Austria (2018a): Fertiggestellte Wohnungen und Gebäude 2005 bis 2017. https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/wohnen/wohnungs_und_gebaeudeerrichtung/fertigstellungen/index.html. Abgerufen am 01.03 2018

Bewirtschaftungskonzept

Kontrollstrategien Rückhalt von Niederschlagswasser

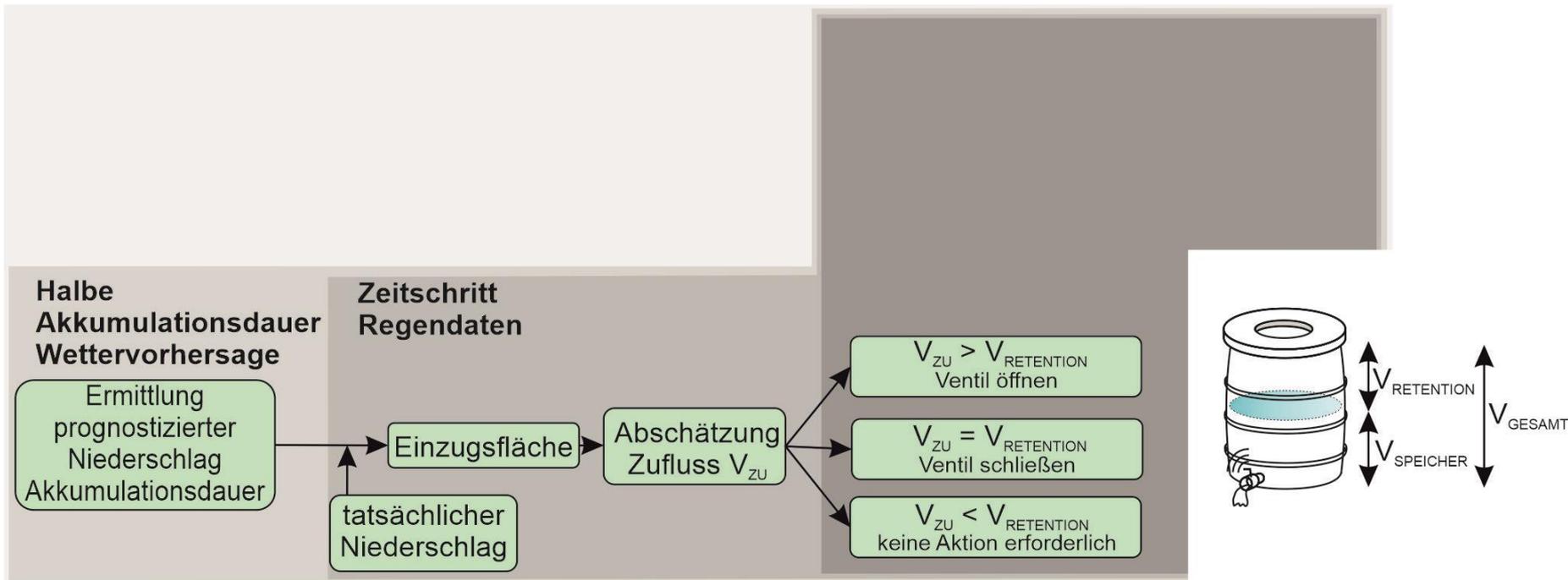
- Abschätzung Zufluss Smarte Regentonne



Bewirtschaftungskonzept

Kontrollstrategien Rückhalt von Niederschlagswasser

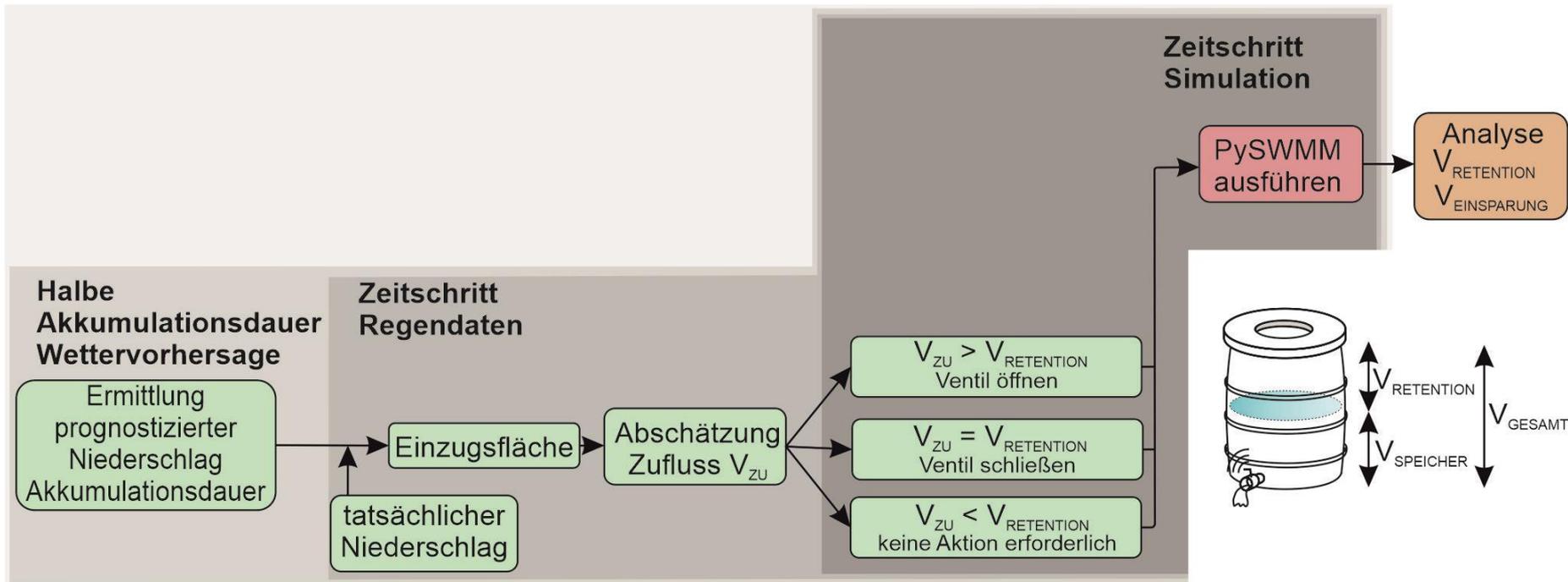
- Abschätzung Zufluss Smarte Regentonne
- Ventil öffnen / Schließen



Bewirtschaftungskonzept

Kontrollstrategien Rückhalt von Niederschlagswasser

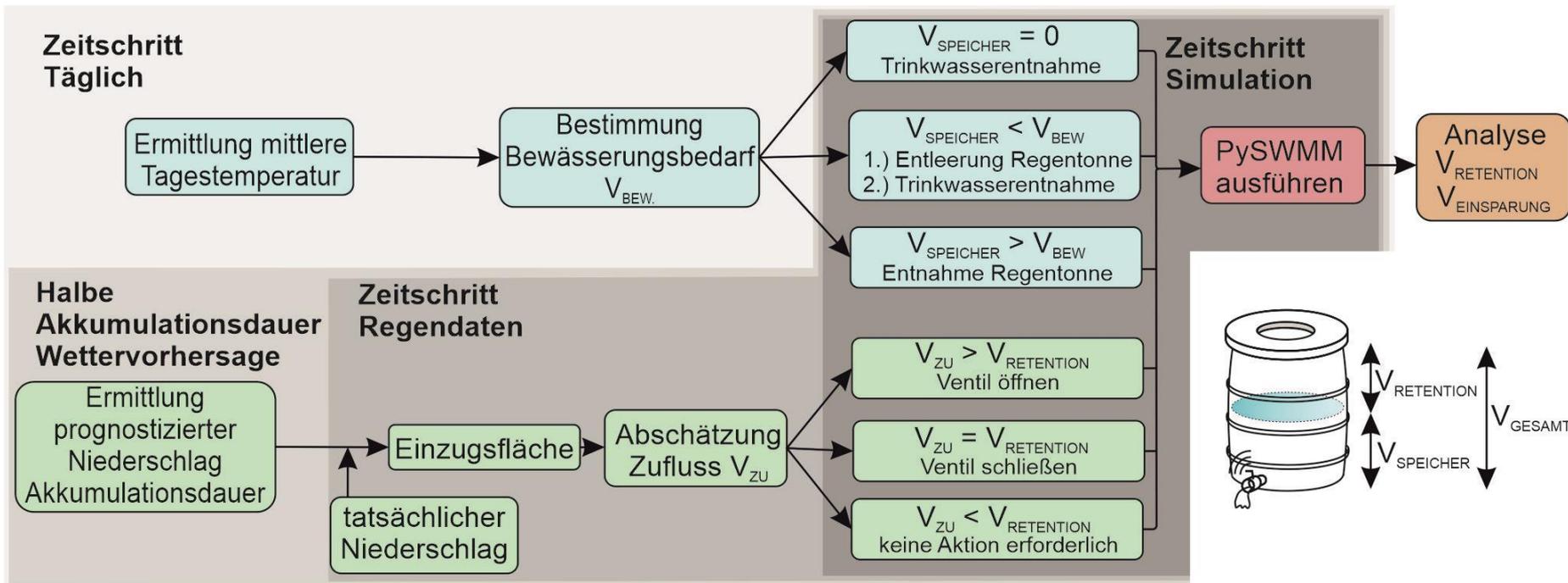
- Abschätzung Zufluss Smarte Regentonne
- Ventil öffnen / Schließen
- Simulation durchführen



Bewirtschaftungskonzept

Kontrollstrategie Bewässerung

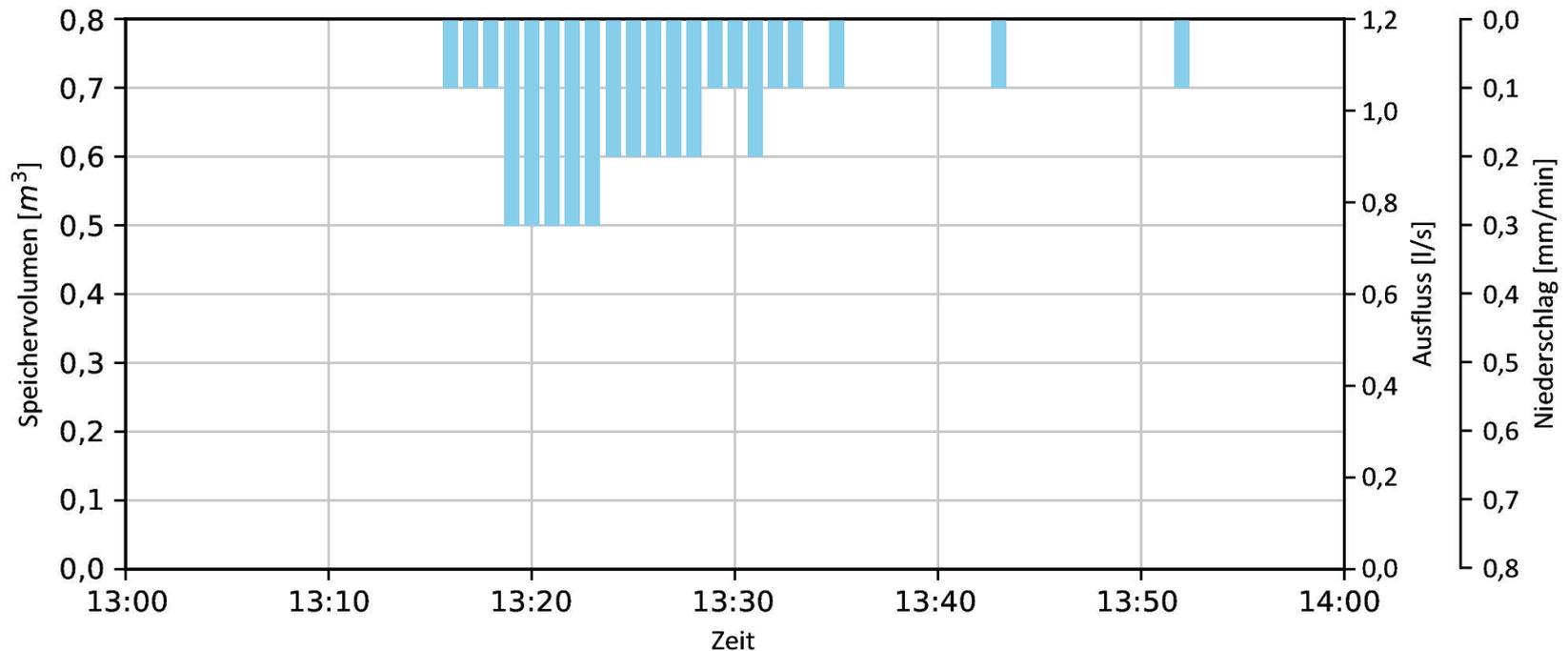
- Ermittlung Bewässerungsbedarf
- Entnahme Regentonne



Beispielhafte Funktionsweise

Einfamilienhaus

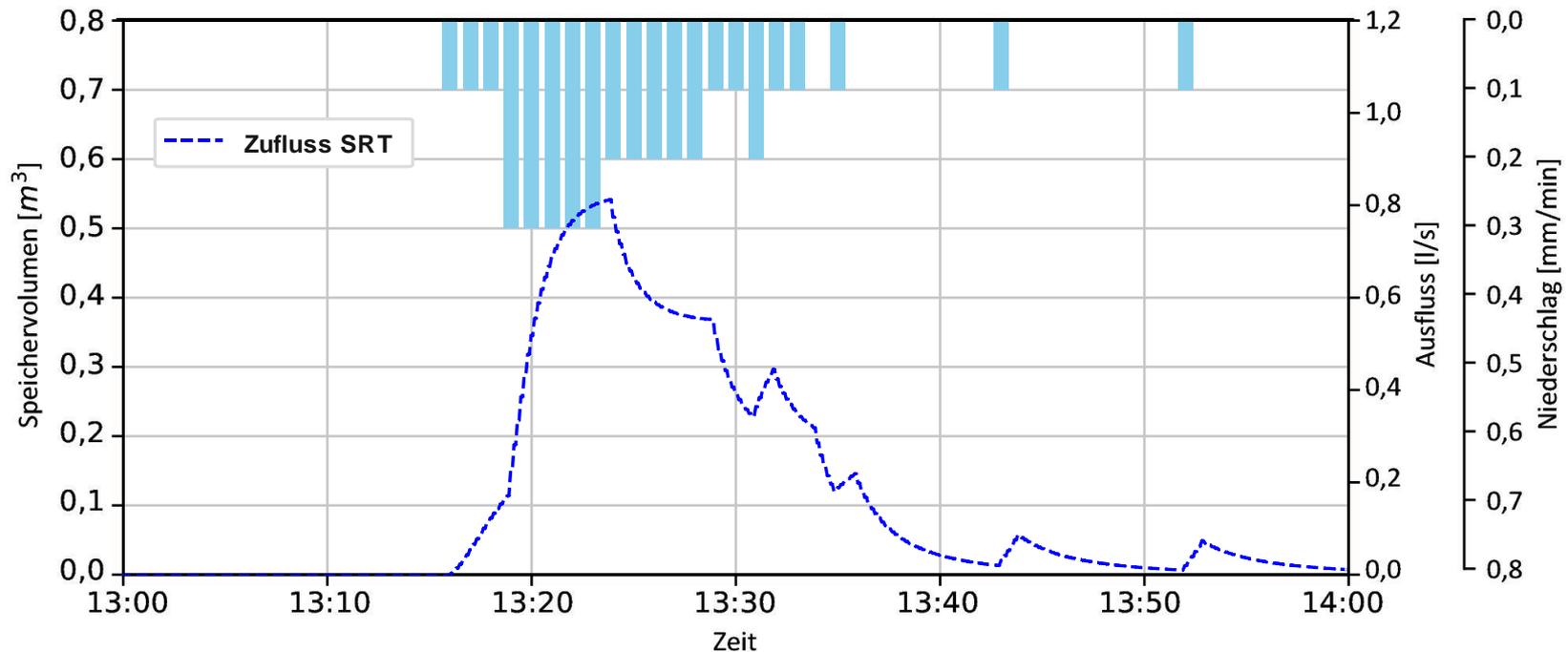
- Dachfläche 165 m², Abflussbeiwert 0,9
- Perfekte Wettervorhersage, Prognosedauer 1 h, Aktualisierung alle 30 min
- Volumen Regentonne 0,5 m³



Beispielhafte Funktionsweise

Einfamilienhaus

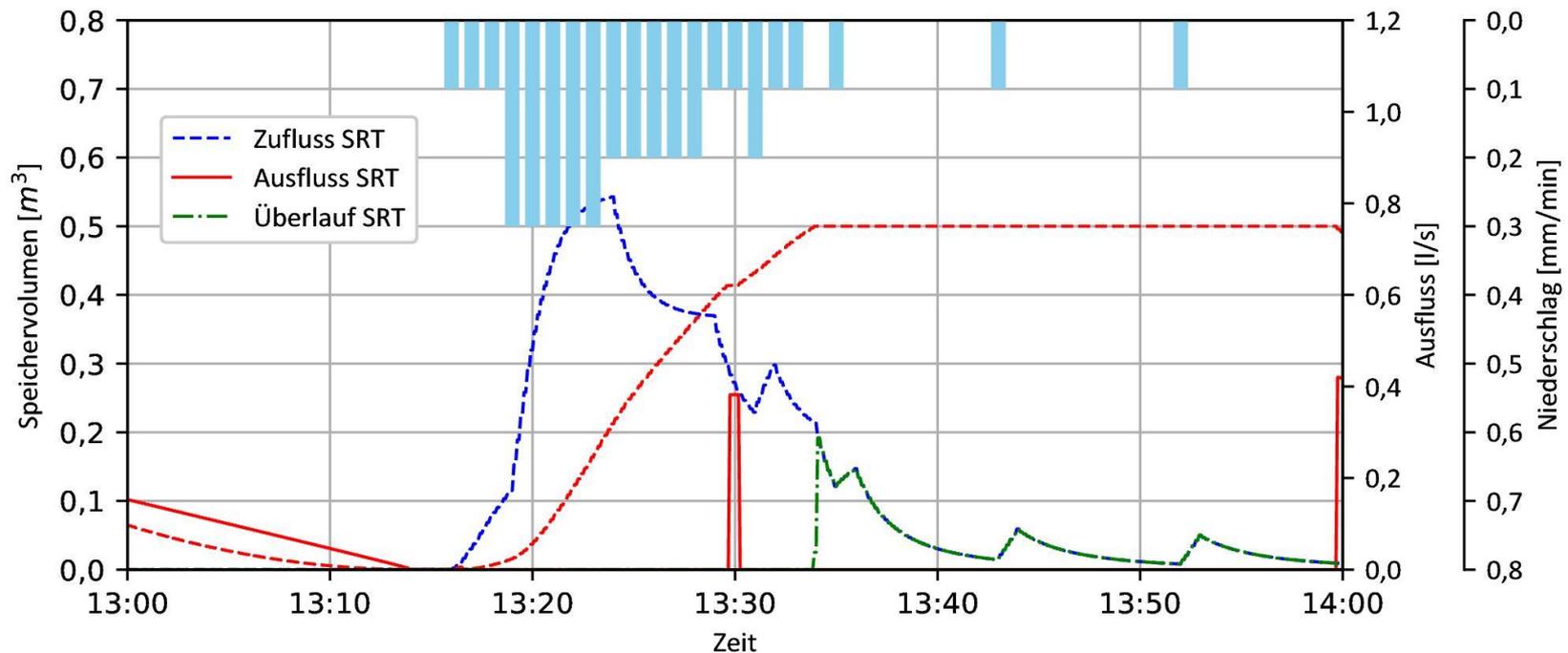
- Dachfläche 165 m², Abflussbeiwert 0,9
- Perfekte Wettervorhersage, Prognosedauer 1 h, Aktualisierung alle 30 min
- Volumen Regentonne 0,5 m³



Beispielhafte Funktionsweise

Einfamilienhaus

- Dachfläche 165 m², Abflussbeiwert 0,9
- Perfekte Wettervorhersage, Prognosedauer 1 h, Aktualisierung alle 30 min
- Volumen Regentonne 0,5 m³



Reale Aufstellung

Aufstellung Campus Technik, Universität Innsbruck



- Volumen: 250l

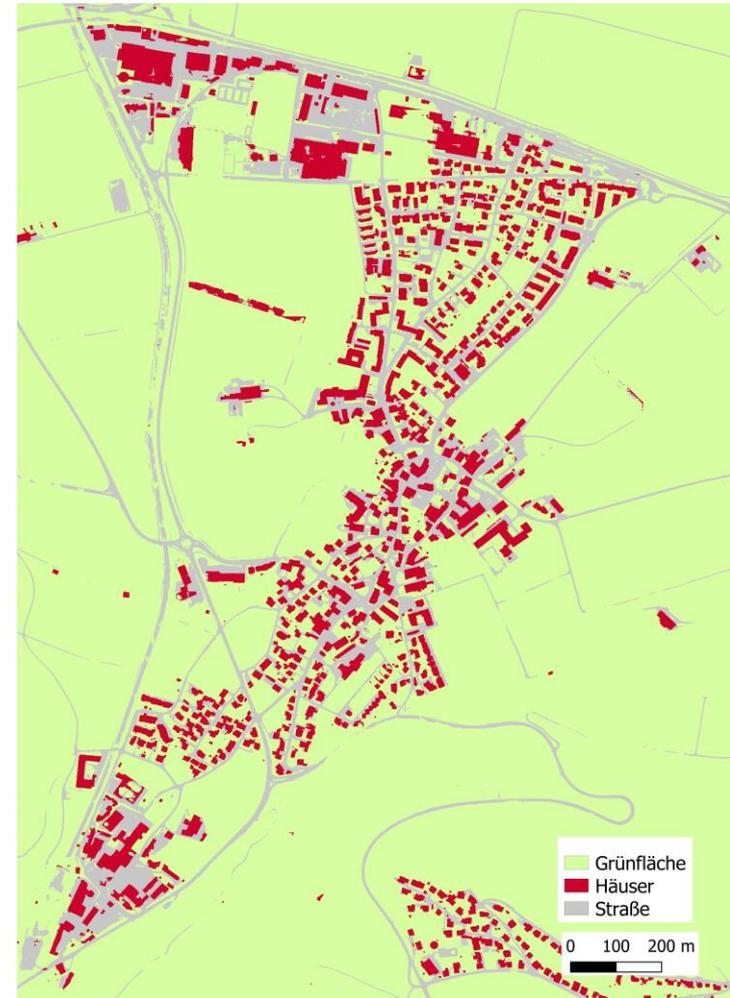
Fallbeispiel

Alpine Gemeinde

- 2900 Einwohner (2019)
- Seehöhe 610 m ü. A.
- Bezirk Innsbruck-Land (Österreich)
- 628 Gebäude
- 15,2 ha angeschlossene Fläche
- Mischwasserkanal

Auswirkungen:

- Regentonne (Einsparung Trinkwasser, Rückhalt Niederschlagswasser, Schaltvorgänge)
- Kanal (Mischwasserüberlauf, Überflutung)
- Wasserversorgung (Wasserdruck, Wasseralter)



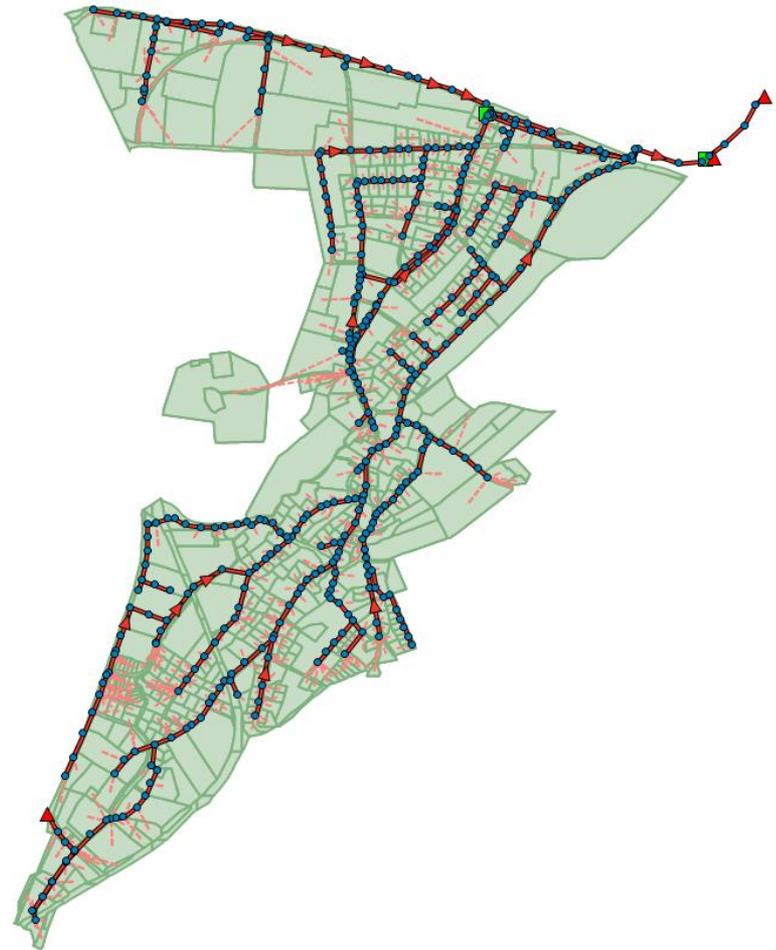
Gekoppelte hydraulische Simulation

SWMM - Model

- Grünfläche, Zufahrt, Dachfläche je Grundstück

PySWMM⁶

- Python Wrapper für SWMM5
- Schritt-für-Schritt Simulation
- Steuerung kleiner Speichereinheiten



⁶<https://github.com/jennwuu/pyswmm>

Gekoppelte hydraulische Simulation

SWMM - Model

- Grünfläche, Zufahrt, Dachfläche je Grundstück

PySWMM⁶

- Python Wrapper für SWMM5
- Schritt-für-Schritt Simulation
- Steuerung kleiner Speichereinheiten

EPANET - Model

- Anschluss je Haus

Python EPANET – Toolkit⁷

- Langzeitsimulation

⁶<https://github.com/jennwuu/pyswmm>

⁷<https://github.com/OpenWaterAnalytics/epanet-python>



Simulationen

Wetterdaten (2015 – 2018)

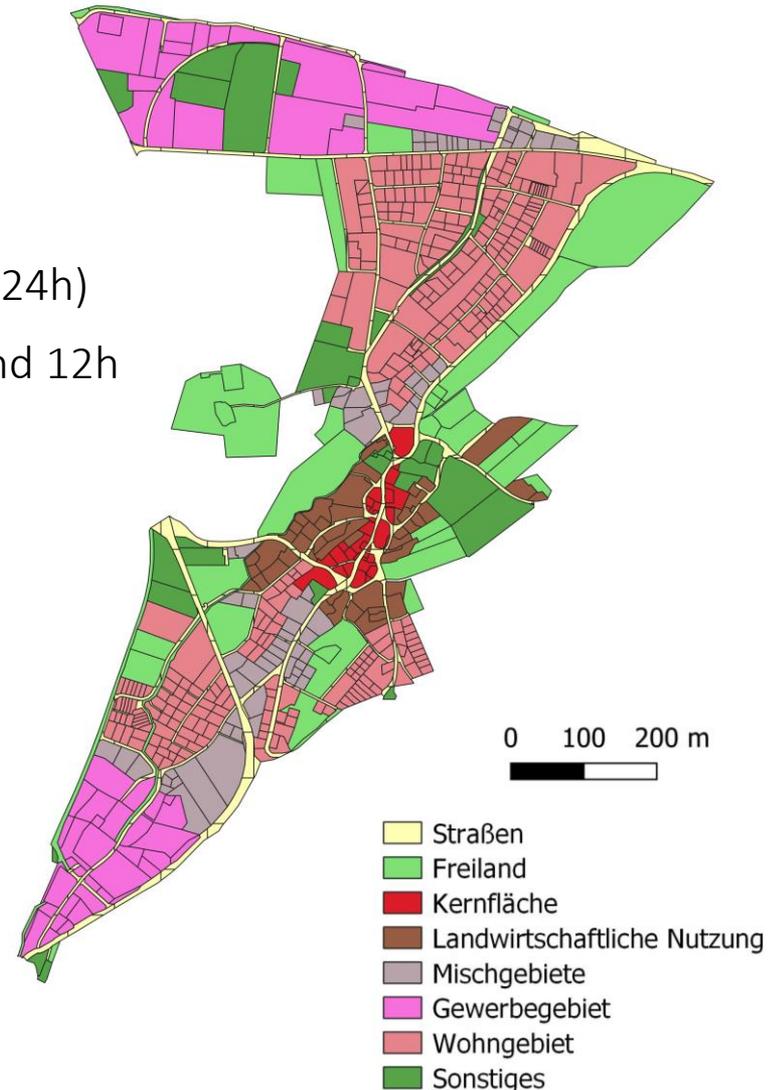
- Niederschlagsdaten (1min)
- INCA – Wettervorhersagen (15min – Zeitraum 24h)
- Prognosezeitraum Wettervorhersage 1h, 3h und 12h
- Perfekte – reale Wettervorhersage

Simulationszeitraum

- 21. März bis 23. September

Regentonnen

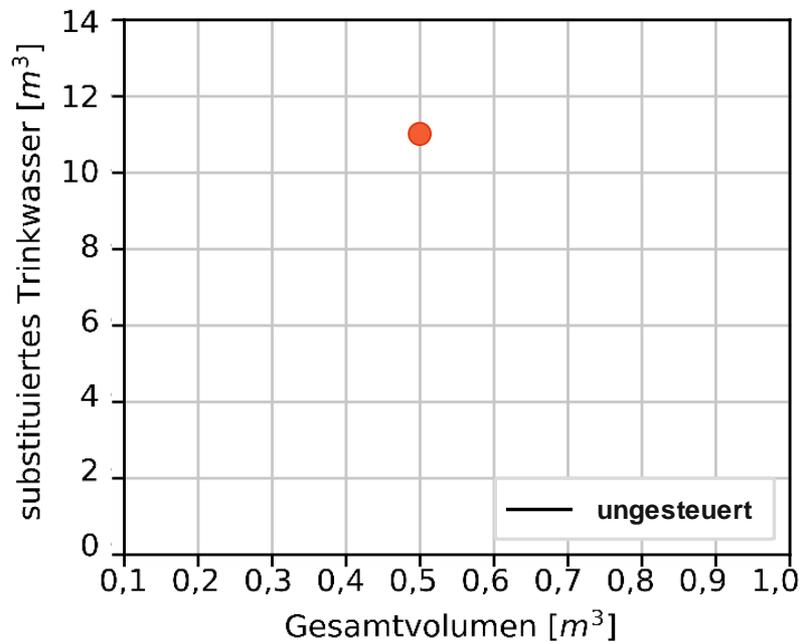
- Regentonnengrößen 200l, 300l, 500l
- Implementierung in Wohngebiet, Mischgebiet und Landwirtschaftliche Nutzung
- Durchdringungsgrade 25, 50, 75 und 100%
- Zufällige Implementierung



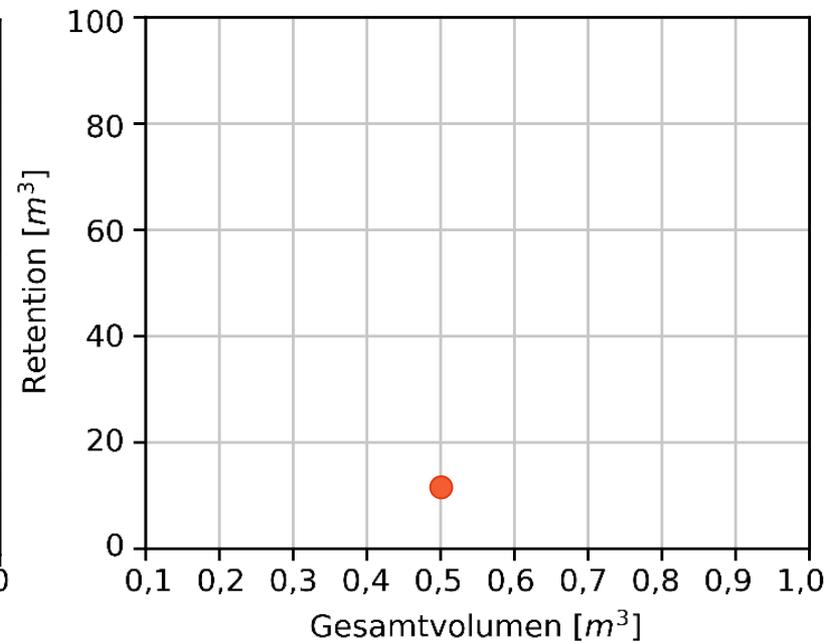
Ergebnisse Einfamilienhaus

- Dachfläche 165m², Abflussbeiwert 0,9

(a) substituiertes Trinkwasser



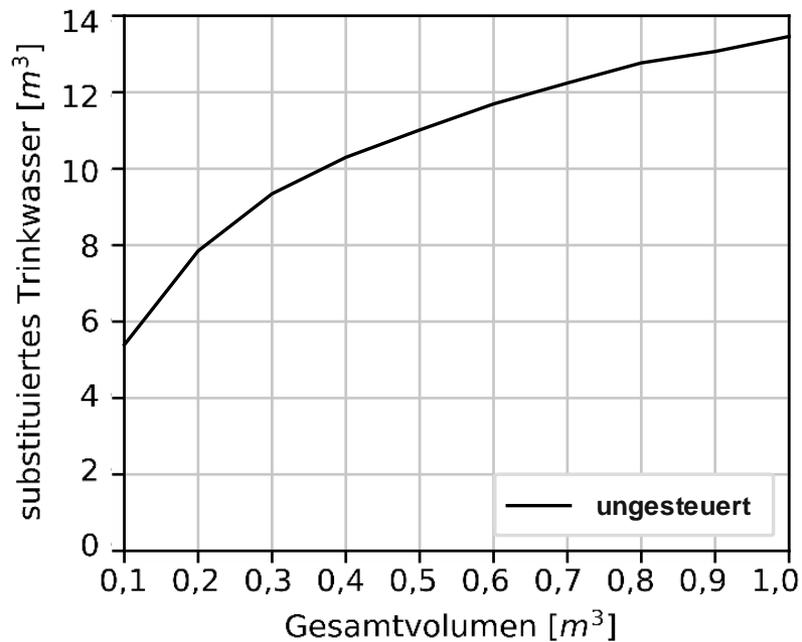
(b) Regenwasserretention



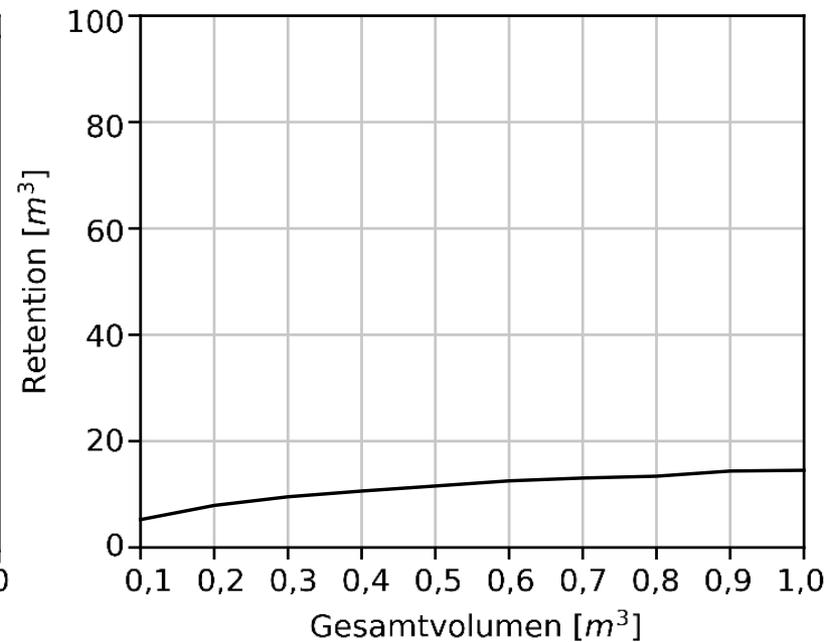
Ergebnisse Einfamilienhaus

- Dachfläche 165m², Abflussbeiwert 0,9

(a) substituiertes Trinkwasser



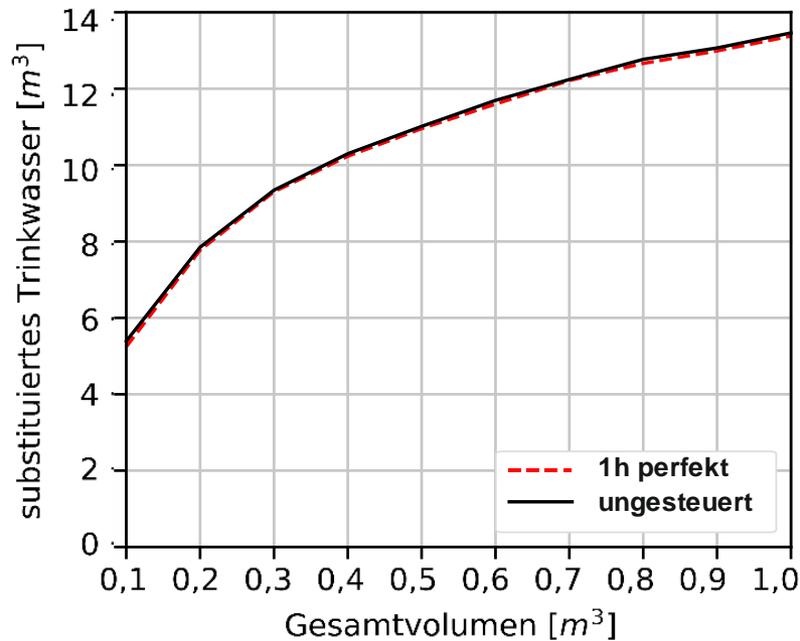
(b) Regenwasserretention



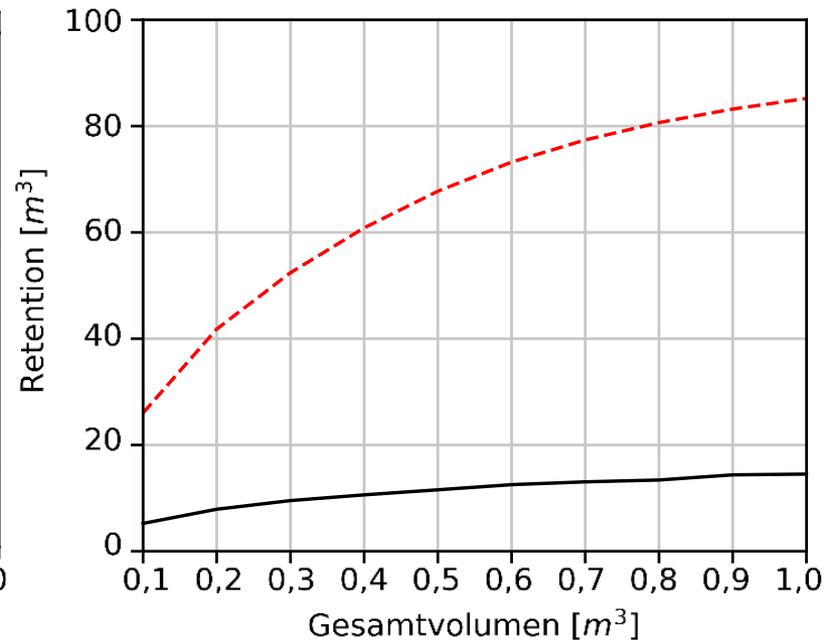
Ergebnisse Einfamilienhaus

- Dachfläche 165m², Abflussbeiwert 0,9

(a) substituiertes Trinkwasser



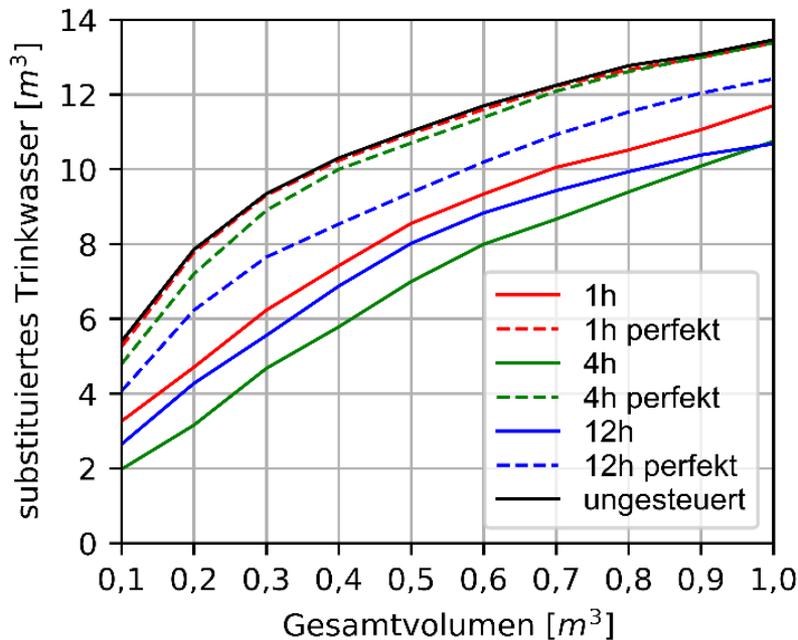
(b) Regenwasserretention



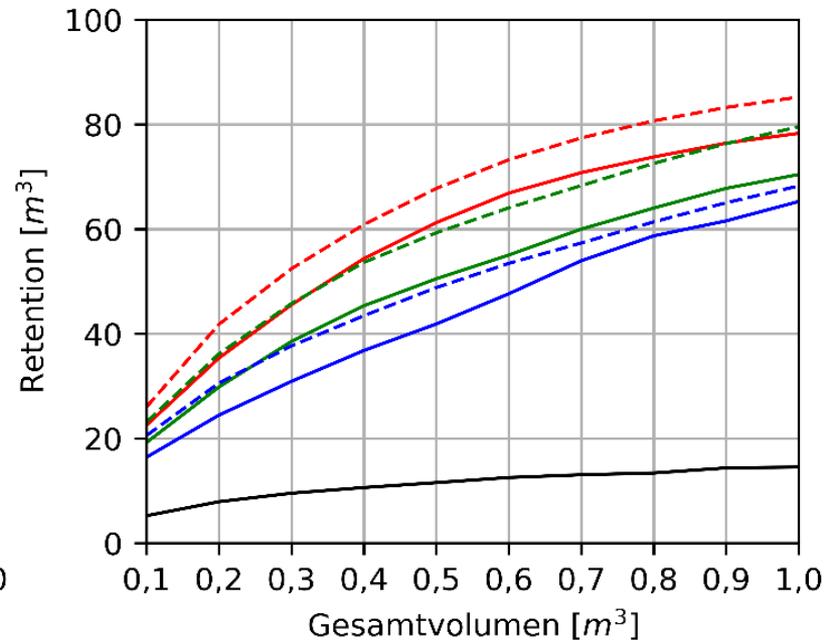
Ergebnisse Einfamilienhaus

- Dachfläche 165m², Abflussbeiwert 0,9

(a) substituiertes Trinkwasser



(b) Regenwasserretention

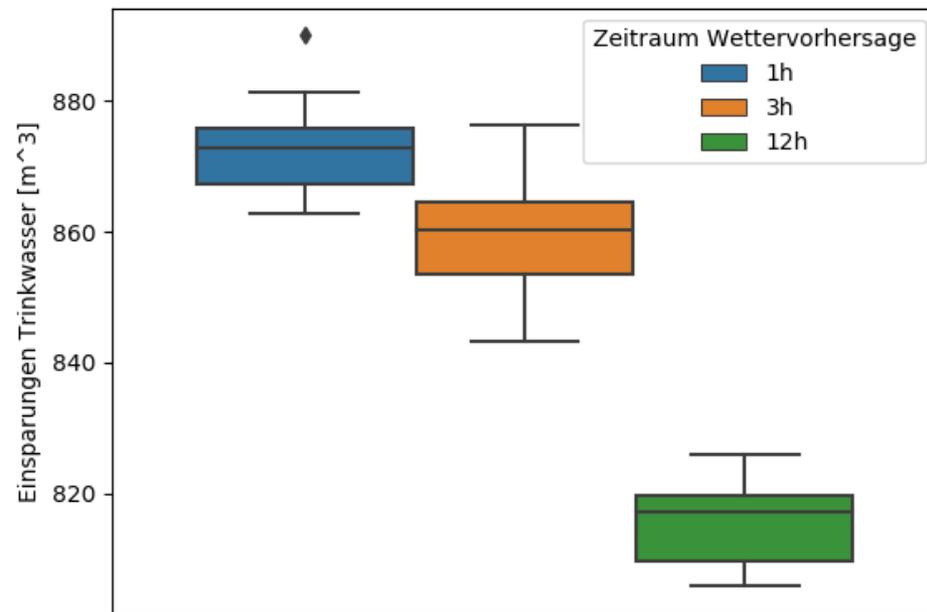


- Erhöhung Retentionsvolumen durch Einbindung Wettervorhersage
- Einsparung Trinkwasser – herkömmliche Regentonne Referenzwert

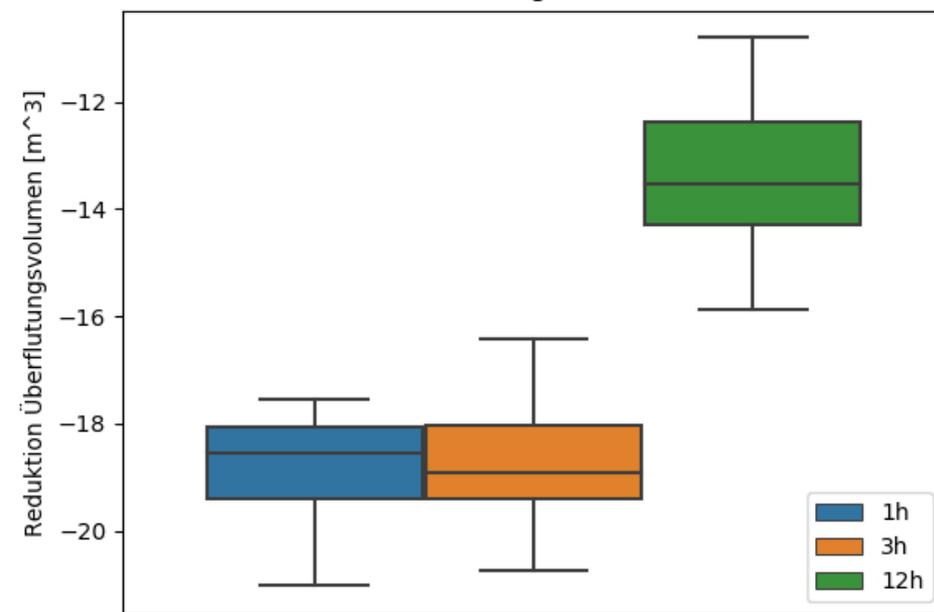
Ergebnisse Fallstudie

- 100 smarte Regentonnen
- Perfekte Wettervorhersage
- 25 Simulationen

Einsparung Trinkwasser



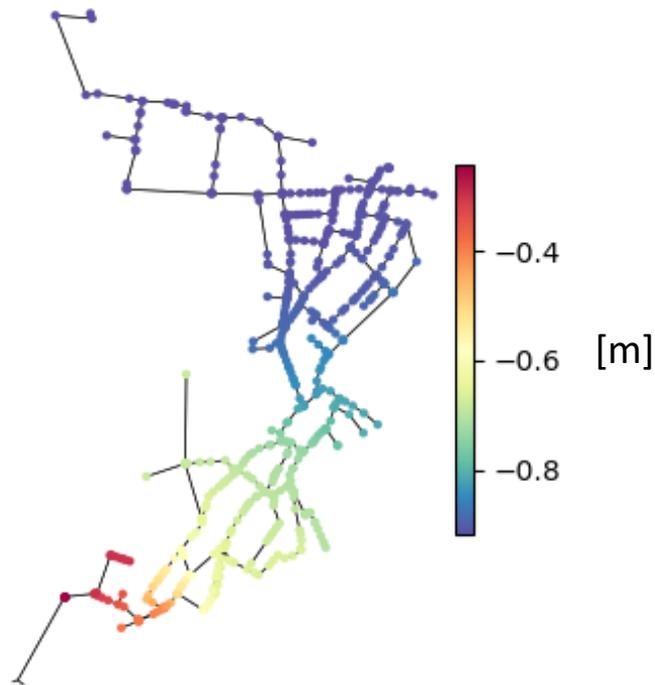
Überflutungsvolumen



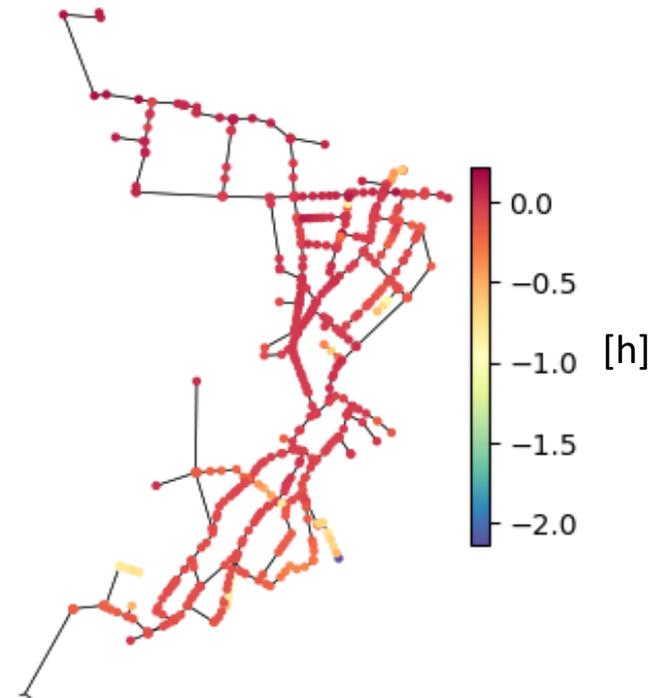
Ergebnisse Fallstudie

- 100 smarte Regentonnen
- Perfekte Wettervorhersage
- 25 Simulationen

Druckänderung 02.07.2015 22:00:00



Änderung Wasseralter 02.07.2015 23:00:00



Schlussfolgerung

- Wettervorhersage: Erhöhung Retentionsvolumen, Reduktion Einsparung Trinkwasser
- Höhere Anzahl smarte Regentonnen -> integrative Betrachtung im Sinne von „Smart Water Cities“ erforderlich
- Neue Anreize für Implementierung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Danksagung

Diese Publikation entstand im Rahmen des Projektes „Smart Water City“. Dieses Projekt wird aus den Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „Smart Cities Demo – Living Urban Innovation 2018“ (Projekt 872123) durchgeführt.