

Die nächste Generation der Kanalnetzsteuerung (i-SEWER)

ZIEL DES PROJEKTS

Ziel des i-SEWER-Projektes ist die Erarbeitung einer Methodik zur Entwicklung von skalierbaren, autonomen und KI-getriebenen Kanalnetzsteuerungen zur Reduzierung von Entlastungen aus der Mischwasserkanalisation. Hierfür wird eine verlässliche Datengrundlage in Echtzeit durch die Erarbeitung und Implementierung einer Anomalie-Erkennung mittels Deep Learning für sämtliche Prozessdaten de tmodell zur Anwendung innerhalb einer modellbasierten Steuerung erstellt. Dies erfolgt durch Deep Learning-Verfahren anhand von Simulationen mit einem hydrodynamischen Detailmodell. Dadurch entfällt das in herkömmlichen, zeitintensiven Vereinfachungsmethoden benötigte Expert*innenwissen und der Prozess ist generisch auf verschiedene Simulationsumgebungen anwendbar.

ZWISCHENERGEBNISSE

- Die wesentliche Herausforderung lag im Zeitaufwand der Annotation von benötigten Trainingsdaten gemeinsam mit den Praxispartnern. ML-basierte Anomalie-Erkennungen können ohne bzw. mit wenigen annotierten Daten trainiert werden, die Modellbildung ist allerdings aufwändig und liefert ausreichende, aber heterogene Klassifizierungsperformance
- Integration des für die Fallstudie Astlingen erstellten Surrogatmodells in das Simulationssystem Simba# und Test des Surrogatmodells zeigen vielversprechende Ergebnisse
- Erfolgreiche Integration eines komplexen hydrodynamischen Kanalnetzmodells in das Simulationssystem Simba# durchgeführt
- Erfolgreiche Schnittstellenspezifikationen und Programmimplementierungen: Integrationen Lernverfahren → Simulation, Surrogatmodell → Simulation
- Rahmen für modellprädiktive Regelung des Kanalnetzes Freiburg erfolgreich erstellt
- Zweite Version des Detailmodells Freiburg (einschl. aktueller in Freiburg durchgeführter Baumaßnahmen) derzeit in Erarbeitung
- Methodik des Erlernens von Surrogatmodellen und ihrer Einbindung in eine modellprädiktive Kanalnetzsteuerung leicht auf andere Städte übertragbar.
- Beschaffung einer lauffähigen Version des Hystem-Extran Modells von Freiburg erfolgreich, aber zeitaufwändig
- Potentiell steuerbare Bauwerke wurden identifiziert (mehrere Vor-Ort-Begehungen)
- Ermittlung der Modellgüte nach Aufbereitung der Prozessdaten
- Trainings-Rahmenbedingungen erzeugt und für Astlingen erfolgreich simuliert.
- Trainingsroutine zum automatischen Triggering der Simulationsläufe erstellt
- Surrogatmodell für Astlingen erstellt: Vorhersage der Beckenvolumina: $R2 > 0,8$

ANWENDUNG

- Datenbereinigung u.a. als Grundlage für Kanalnetzsteuerung
- Alarmierungssystem bei ungewöhnlichen bzw. anomalen Betriebszuständen
- Trainingsroutine zur Erzeugung von Trainingsdaten und Surrogatmodellen



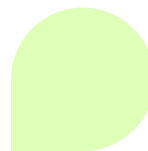


NACHHALTIGKEITSGEWINNE UND FAZIT

Der Einsatz hinreichend leistungsfähiger modellbasierter Steuerungen in bestehenden Abwassersystemen soll zu einer Entlastung der Umwelt in Form einer Verringerung der Wahrscheinlichkeit von Abwasserüberläufen aus überlasteten Kanalnetzen und durch Vermeidung von Treibhausgasemissionen für den sonst notwendigen Ausbau der Rückhaltebecken führen. Mit Hilfe des KI-basierten Surrogatmodells kann die Überlaufwahrscheinlichkeit ohne die Erweiterung von Rückhaltebecken reduziert werden. Basierend auf diesen Annahmen zum Wirkungszusammenhang wurde im Rahmen der Selbstevaluierung eine Bandbreite des THG-Minderungspotenzials für vermiedene Überlaufmengen ermittelt.

Um 61 % der Überlaufvolumina eines ausgewählten Regenüberlaufbeckens in Freiburg (berechnet auf Basis der Entlastungsdaten von 2017) durch zusätzliche Baumaßnahmen zu reduzieren (gängige Praxis), wären dafür zusätzliche 180 m³ Beckenvolumen notwendig. Zur Herstellung des dafür benötigten Zements würden 68 Tonnen CO₂-Äquivalente verursacht, was über eine Betriebsphase von 100 Jahren 682 kg CO₂-Äquivalente/Jahr ergibt.

Der Betrieb des digitalen Zwillings (i-SEWER) mit einer aktiven Betriebszeit von 55 h/Jahr würde hingegen nur 0,03 kg CO₂-Äquivalente/Jahr verursachen. Das jährlich notwendige Re-Training des digitalen Zwillings benötigt ca. 576 h, was zu zusätzlichen 1 kg CO₂-Äquivalente/Jahr führt. Dabei sei darauf hingewiesen, dass i-SEWER das gesamte Kanalnetz im Verbund steuert und alle Sonderbauwerke gleichermaßen berücksichtigt, wohingegen die hypothetische Beckenerweiterung von 180 m³ nur ein spezifisches Becken betrifft und nur sehr beschränkt das Überlaufverhalten der anderen Becken beeinflusst.



LAUFZEIT

01.04.2022 - 31.03.2024

WEBSEITE



<https://i-sewer.de/>

VERBUNDKOORDINATOR

Grimm Water Solutions UG

VERBUNDPARTNER

- Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ Leipzig
- Institut für Automation und Kommunikation e.V. (ifak) Magdeburg
- bnNETZE GmbH

DIGITAL GREENTECH KONFERENZ 2022



<https://www.youtube.com/watch?v=CbdSLjLtvCM>

KONTAKTPERSON

Phillip Grimm
(grimm@i-sewer.de)

Grimm Water Solutions UG