

ENTfrachtEN – Chancen einer frachtbasierten Kanalnetzsteuerung zur Reduzierung der Schadstoffeinträge in die Gewässer

Thorsten Schmitz¹, Sebastian Kerger², Frank Rüsing³

¹ NIVUS GmbH, Eppingen; Deutschland

² FiW, An der Ölmühle 4, 52074 Aachen, Deutschland

³ Stadtentwässerungsbetriebe Köln, Ostmerheimer Straße 555, 51109 Köln, Deutschland

Kurzfassung: Das Projekt ENTfrachtEN untersuchte, wie durch frachtbasierte Echtzeitsteuerung die Einträge in Gewässer reduziert werden können, als Alternative zur klassischen Stauraumerweiterung. Im Stadtteil Rodenkirchen wurde zunächst das theoretische volumetrische Potenzial ermittelt, anschließend ein Konzept zur Steuerung auf Basis von Schmutzfrachten entwickelt. Die AFS-Konzentration diente dabei als Leitparameter. Erste Ergebnisse zeigen ein theoretisches Reduktionspotenzial des Entlastungsvolumens um 51 %, wobei für eine effektive Steuerung echte Messdaten unerlässlich sind. Der eingesetzte NIVUS PKM-Sensor erwies sich als grundsätzlich geeignet, wobei die Empfehlungen zu den Einbaupositionen zu beachten sind. Die Untersuchungen zeigen, dass frachtbasierte Steuerung – besonders bei starkem Regen – punktuell erhebliche Potenziale zur Frachtreduktion bieten können. Damit stellen messdatengetriebene Konzepte eine vielversprechende, wirtschaftlich sinnvolle Alternative zum Neubau von Speichervolumen dar.

Key-Words: frachtbasierte Kanalnetzsteuerung, AFS-Messung, Mischwasserentlastung,

1 Einleitung

Mit der neuen kommunalen Abwasserrahmenrichtlinie der EU (KARL) erhält die Mischwasserentlastung eine neue Relevanz in Europa. Lediglich 2 % der gesammelten kommunalen Jahrestrockenwetterfracht sollen zukünftig aus den Mischwasserüberläufen in die Gewässer emittiert werden (RICHTLINIE (EU) 2024/3019, 2024). Beckenerweiterungen oder Neubauten zur Schaffung von neuem Retentionsraum sind, insbesondere in innerstädtischen Bereichen, schwer umsetzbar. Gleichzeitig bietet der Bestand bisher ungenutzte Potenziale, welche durch entsprechende Mess-Steuer- und Regelungstechnik (MSR) genutzt werden könnten.

Realisierte datengetriebene Echtzeitsteuerungen in Kanalnetzen sind aber noch Raritäten. Die vorhandenen Ansätze beschränken sich bisher auf volumenbasierte Konzepte. Der Konzentrationsverlauf über die Zeit kann jedoch eine starke Varianz aufweisen. Insbesondere in Mischsystemen, die von Ablagerungen geprägt sind, ist das Potenzial für einen ungleichmäßigen Schmutzstoffaustrag besonders hoch. Mit Ausnahme des Entlastungssammler Wupper (Raith et al., 2017) wurden jedoch noch keine echtzeitdaten- und frachtbasierten Steuerungskonzepte umgesetzt. Wesentliches Hemmnis zur Nutzung von Echtzeit-Daten war in der Vergangenheit der hohe Wartungsaufwand bei der Messtechnik (Bachmann- Machnik, 2020). Durch den technologischen Fortschritt im Bereich der Messtechnik, Automatisierung, Datenverarbeitung und KI-Tools wird die Realisierbarkeit datenbasierter Ansätze aber immer besser umsetzbar.

Die Potenziale eines solchen frachtbasierten Ansatzes wurden im Projekt ENTfrachtEN „Entwicklung eines integralen MSR-Konzeptes zur frachtbasierten Echtzeit-Steuerung der Abwasserableitung mit dem Ziel der Gewässerentlastung“ untersucht.

2 Gegenstand des Projektes

Im Rahmen des Projektes ENTfrachtEN, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), wurden die Möglichkeiten zur Reduzierung der Frachteinträge bei Regenwetter in die Gewässer durch Steuerungskonzepte untersucht. Die Untersuchung fand in einem Mischsystem der Stadt Köln (Stadtteil Rodenkirchen, 56.000 EW) statt. In einer ersten Phase des Projektes wurden die volumetrischen Kapazitäten in dem System untersucht, um zu ermitteln, wie groß die Potenziale durch ungenutztes Speichervolumen sind.

In einer zweiten wurde dieses Konzept um einen frachtbasierten Ansatz erweitert. Dies geschah zunächst auf Basis einer Schmutzfrachtsimulation mit MIKE+. Hierbei wurde zunächst ein Modell für ein repräsentatives Teileinzugsgebiet mit neun ausgewählten Regenereignissen kalibriert. Die abfiltrierbaren Stoffe (AFS) wurden als in diesem Projekt als Leitparameter festgelegt. Innerhalb des betrachteten Kanalsystems wurden an relevanten Punkten insgesamt sieben AFS-Äquivalenzmessungen, sowie Durchflussmessungen verbaut, um so die Konzentrationsverläufe und Durchflüsse im System in Echtzeit zu erfassen und mit diesen Daten die Simulationen zu kalibrieren und eine Steuerungsstrategie zu entwickeln. Ein weiterer wichtiger Aspekt des Projektes war die Untersuchung der AFS-Messtechnik für den Einsatz im Mischsystem. Da das System für die Messung von Oberflächenabflüssen entwickelt wurde, war unklar inwieweit Messungen im Schmutzwasser valide sind und wie der Wartungsaufwand sein würde.

3 Ergebnisse

In einer Simulationsstudie (MIKE+) wurde festgestellt, dass das theoretische Potenzial zur Reduzierung des Entlastungsvolumens im Simulationszeitraum (2022 und 2023) bereits bei 51 % liegt. Die Analyse hat außerdem gezeigt, dass ein Großteil des Entlastungsvolumens unmittelbar vor der Kläranlage entlastet wurde, während teilweise im oberen Teil des Kanalnetztes noch ungenutztes Speichervolumen zu verfügbar war. Dieses ungenutzte Volumen vollständig auszunutzen, war das erste Ziel. Mit dem Konzept der verteilten Steuerung war dies in der Simulation auch fast möglich (47 % Reduzierung des Entlastungsvolumens). Primäres Ziel war jedoch die Reduktion der Entlastungsfracht. Ein Abgleich der Messdaten mit der Schmutzfrachtsimulation zeigte, dass eine rein modellbasierte Steuerung der Frachten nur geringen Mehrwert bietet (vgl. Kerger et al., 2025). Für einen frachtbasierten Ansatz sind reale Messdaten daher unerlässlich. Die Umsetzung einer Steuerungsstrategie abseits von Modellen stellt besondere Anforderungen an die Messtechnik.

Mischwasser ist aufgrund seiner heterogenen Zusammensetzung besonders schwer mit Surrogatmessungen zu erfassen. Die Interpretation der Messdaten gestaltet sich deutlich komplexer als bei reinem Regenwasser. Hinzu kommen stark schwankende Wasserstände, die stets einen Kompromiss zwischen Datenverfügbarkeit und -qualität erfordern. Die erste Projektphase zeigte, dass nur bei ausreichend hohen Sohlschubspannungen valide Daten vorliegen. Der durch die Hubwehre geschaffene Aufstau verringert jedoch die Fließgeschwindigkeit und fördert Ablagerungen. Anfangs wurde versucht, in der Sohlmitte zu messen, um auch Trockenwetterkonzentrationen zu erfassen. Dies führte jedoch häufig zu Messausfällen durch Ablagerungen. Im weiteren Projektverlauf konnte die Datenverfügbarkeit durch Montage der Sensor zur Sohlmitte versetzt deutlich verbessert werden. In einer zweiten Projektphase sollen die Sensoren jedoch ausschließlich an Entlastungsbauwerken – wie in Abbildung 1 dargestellt – installiert werden, dies führt zu einer maximalen Datenverfügbarkeit.



Abbildung 1: Frachtmessung an einem Entlastungsbauwerk im Mischwasserkanal mit dem NIVUS PKM-Sensor.

Die erste Projektphase konnte bereits zeigen, dass der NIVUS PKM-Sensor grundsätzlich für den Einsatz in Mischwassersystemen geeignet ist. Ebenso wurde deutlich, dass Konzentrationsverläufe gut abgebildet werden können. Ein Nachweis der Messgenauigkeit bzw. eine Quantifizierung des Messfehlers steht jedoch noch aus und soll in einer weiteren Projektphase erfolgen.

Die ausschließliche Montage des Sensorsystems an Überläufen ist für die Umsetzung frachtbasierter Steuerungskonzepte nicht nachteilig. Eine solche Steuerung ist ohnehin erst dann sinnvoll, wenn das Speichervolumen des Kanalsystems vollständig ausgenutzt wird. Gegenüber volumenbasierten Ansätzen bieten datenbasierte Steuerungen insbesondere bei Starkregenereignissen erhebliche Vorteile. Frachtbasierte Steuerungen können nur im Vergleich zwischen zwei Messstellen erfolgen. Dafür müssen die Entlastungsbauwerke oder Einleitungen entweder hintereinander oder parallel zueinander angeordnet sein, um lokale Frachtreduktionspotenziale zu identifizieren. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass solche lokalen Vergleiche sinnvoll sind: Die Reduktionspotenziale lagen teils nur im niedrigen einstelligen Bereich, erreichten im Maximum jedoch bis zu 46 %. Dies belegt, dass frachtbasierte Steuerungen zwar nicht flächendeckend, aber punktuell erhebliches Potenzial besitzen (vgl. Kerger et al., 2025).

4 Fazit

Echtzeitdatenbasierte Kanalnetzsteuerungen sind bislang kaum umgesetzt. Das Projekt ENTfrachtEN zeigt jedoch, dass sich bestehende Systeme durch geeignete Steuerungskonzepte erheblich optimieren lassen. Neben dem ökologischen Nutzen der Emissionsreduktion könnte durch das 2 %-Ziel der KARL künftig auch ein wirtschaftlicher Anreiz entstehen. Mess- und Regeltechnik galten bisher vor allem als kostspielige zusätzliche Betriebspunkte. Werden sie jedoch in aktive Bewirtschaftungskonzepte integriert und ermöglichen zusätzlich nutzbares Volumen, können sie eine kostengünstige Alternative zum Bau neuer Retentionsvolumen darstellen.

In einer weiteren aktuell geplanten Projektphase soll das Steuerungskonzept auf Basis von Echtzeit-Messdaten umgesetzt werden.

5 Danksagung

Die Autoren danken Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) für die Förderung des Projektes.

6 Literatur

RICHTLINIE (EU) 2024/3019 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 27. November 2024 über die Behandlung von kommunalem Abwasser (Neufassung)

Raith, Katja Ines; Hoppe, Holger; Kutsch, Stefan; Ante, Jens; Massing, Christian (2017): Qualitätsabhängige Kanalnetzsteuerung. Konzeption und Umsetzung lokaler und stadtgebietsweiter Steuerungsstrategien

Bachmann-Machnik, Anna (2020): Optimierung des Betriebs von Kanalnetzen im Mischsystem auf Basis von Online-Messdaten, Dissertation, Kaiserslautern

Kerger, S., Schröer, Y., Trojan, L., Schmitz, T., Rüsing F., Bergrath, G., Hendschke, T., Kurtz, T. (2025) ENTfrachtEN Entwicklung eines integralen Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik-(MSR-) Konzepts zur frachtbasierten Echtzeit-Steuerung der Abwasserableitung in Kanalnetzen zur Entlastung der Gewässer, Abschlussbericht, DBU-AZ: 37408/01

Korrespondenz an:

Thorsten Schmitz
Im Täle 2, 75031 Eppingen
Telefon: +49 (7262) 9191 986
E-Mail: Thorsten.Schmitz@nivus.com