

Aufbau und Anwendung eines Langzeit-Schmutzfrachtmodells zur Beurteilung von Mischwasserentlastungsbauwerken in Rostock

Motivation und Zielsetzung

Mit Einführung des DWA-Arbeitsblatts DWA-A 102-2 (2020) besteht die Notwendigkeit, das Rostocker Mischwasserkanalnetz auf die dort formulierten Emissionskriterien für den Stoffeintrag von Niederschlagsflächen in das Gewässer zu prüfen. Der Schmutzfrachtnachweis als „relativer Vergleich“ erfordert eine mehrjährige Langzeitmodellierung. Dafür sollte das bestehende hydrodynamische Niederschlag-Abfluss-Modell von Syring (2022) in ein Grobnetzmodell überführt und eine vereinfachte, nutzungsübergreifende Parametrisierung entwickelt werden. Mit diesem sollte der Stoffaustag im IST-Zustand, einer Planvariante und dem Referenzsystem mit einem fiktiven Durchlaufbecken vor der Kläranlage verglichen und ein möglicher Handlungsbedarf abgeleitet werden.

Parametrisierung Detailmodell

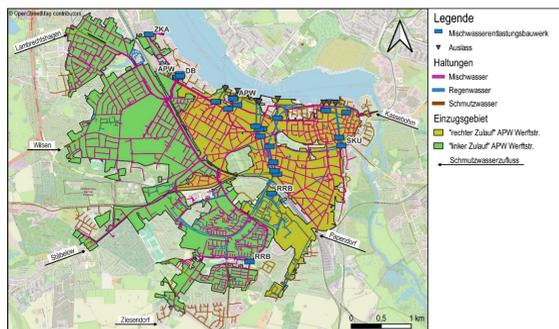


Abb. 1: Untersuchungsgebiets mit Schmutzwasserzuflüssen aus den Trennsystemen der Randgebiete

Untersuchungsgebiet

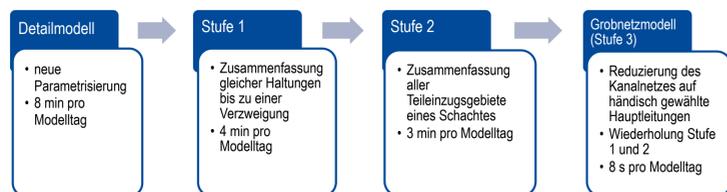
- 1068 ha
- Mischwassersystem mit Schmutzwasserzuflüssen aus Randgebieten im Trennsystem
- linkes Gebiet: Großblockbebauung, Einzel-/Doppelhaussiedlungen
- rechtes Gebiet: dichte Bebauung

Detailmodell

- Grundlage: hochaufgelöstes hydrodynamisches N-A-Modell nach Syring (2022) in der Software SWMM
- Erweiterung um neue Vermessungsdaten und Evapotranspiration
- Niederschlagsdaten: RADOLAN-Rasterdaten des Deutschen Wetterdienstes
- Stark vereinfachte, nutzungsunabhängige Parametrisierung
 - Kalibrierung der Parameter: Versiegelungsgrad, Speicherverlust und Flächenanteil ohne Speicherverluste
 - Durchflussmesswerte im linken Zulauf des Abwasserpumpwerks (APW) Wertstraße und Pumpenfördermengen der beiden APWs

⇒ Die Kalibrierung und Validierung mit insgesamt 6 Niederschlagsereignissen ergab eine zufriedenstellende Anpassung des Detailmodells.

Konzeption Grobnetzmodell



- ⇒ Die einzelnen Stufen verbessern die Rechenzeit maßgeblich bei nur geringem Einfluss auf die Modellergebnisse.
- ⇒ Langzeitmodellierung von 1 Jahr in rund 1 h mit moderater Output-Größe
- ⇒ Einfache Skalierbarkeit und Abgrenzung von Teileinzugsgebieten

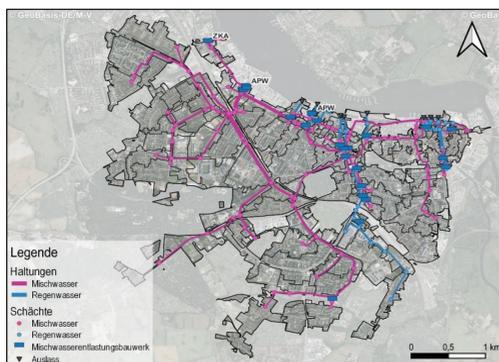


Abb. 2: Übersicht des Grobnetzmodells mit handlich gewählten Hauptleitungen

Schmutzfrachtmodell als relativer Vergleich

Modellvarianten

1. Reales System $\hat{=}$ Grobnetzmodell
 - Durchlaufbecken (1700 m³)
 - Skizze in Abbildung 3
2. Planvariante (Nordwasser GmbH)
 - Durchlaufbecken (3600 m³)
 - keine Vorentlastung im linken und rechten Zulauf
3. fiktives Referenzsystem
 - Durchlaufbecken (2900 m³)
 - keine Entlastungen im gesamten Untersuchungsgebiet
 - rückstaufreier Abfluss zum APW

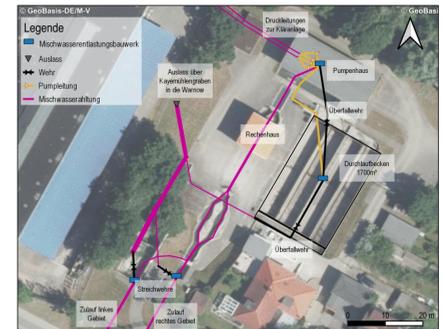


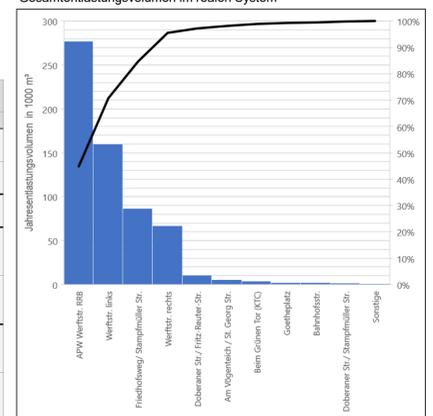
Abb. 3: Systemskizze des Abwasserpumpwerks Wertstraße im realen System

Für den Schmutzfrachtnachweis als relativer Vergleich nach DWA-A 102-2 (2020) wurde der AFS63- und CSB-Stoffaustag im realen System und der Planvariante dem fiktiven Referenzsystem gegenübergestellt (Tab. 1). Die AFS63-Frachten für jedes Teileinzugsgebiet wurden als mittlere Jahresregenwasserkonzentration über die Belastungsflächen (vgl. DWA-A 102-2) im Modell ermittelt. Die Langzeitmodellierung umfasst die Jahre 2015 bis 2022. Es zeigte sich ein Handlungsbedarf für den aktuellen Zustand. Dieser ist vor allem auf vier Entlastungspunkte zurückzuführen (Abb. 4). Da drei der vier Entlastungen am APW Wertstraße zu verorten sind, bietet die Planvariante mit einem Umbau des APWs eine sehr gute Möglichkeit die ausgetragenen Stofffrachten effektiv zu reduzieren.

Tab. 1: Gegenüberstellung der Frachtwerte AFS63 und CSB (TW – Trockenwetterabfluss, RW – Regenwasserabfluss, KA – Kläranlage)

Kennwerte	Einheit	Reales System		Planvariante		Fiktives Zentralbecken	
		AFS63	CSB	AFS63	CSB	AFS63	CSB
Entlastungsfracht	kg/a	64.367	91.378	43.424	77.069	53.801	84.004
Entlastungskonzentration	mg/l	104	148	82	145	95	148
Entlastungsfrachtrate	%	34,6	44,6	23,3	37,6	28,9	41,0
Frachtaus-trag KA mit TW	kg/a	106.159	495.410	107.494	501.638	106.909	498.907
Frachtaus-trag KA nur RW	kg/a	14.680	68.507	16.031	76.812	15.458	72.136
Frachtaus-trag gesamt mit TW	kg/a	120.839	563.917	123.525	578.450	122.367	571.043
Frachtaus-trag gesamt nur RW	kg/a	29.360	137.014	32.062	153.624	30.916	144.272

Abb. 4: Anteil der Mischwasserentlastungsbauwerke am Gesamtentlastungsvolumen im realen System



Zusammenfassung

Mit der neuen, vereinfachten und nutzungsunabhängigen Parametrisierung für das hochaufgelöste hydrodynamische Niederschlag-Abfluss-Modell nach Syring (2022) konnte ein größtenteils zufriedenstellende Anpassung an die Durchflussmesswerte im Untersuchungsgebiet erzielt werden. Dadurch und mit den drei Vereinfachungsstufen wurde die Konzeption eines wesentlich schnelleren Grobnetzmodells für die Langzeitmodellierung der Mischwasserentlastungsbauwerke möglich. Das Grobnetzmodell weist nur geringe Abweichungen zu den Ergebnissen des Detailmodells auf. Das Vorgehen bietet eine hervorragende Möglichkeit für eine flexible Einzugsgebietsbestimmung. Der mit dem Grobnetzmodell für 8 Jahre durchgeführte Schmutzfrachtnachweis als relativer Vergleich zeigt einen Handlungsbedarf für das Untersuchungsgebiet im Bezug auf den AFS63- und CSB-Stoffaustag. Mit der geplanten Variante wäre eine massive Reduktion des Stoffaustags möglich. Gleichzeitig zeigen die Ergebnisse der Langzeitmodellierung, dass hauptsächlich 4 der 19 Mischwasserentlastungsbauwerke für das Gesamtentlastungsvolumen relevant sind. Mit dem langzeitfähigen Grobnetzmodell ist die Bearbeitung weiterer hydraulischer und stofflicher Fragestellungen, z. B. zum Einfluss von Ostseesturmfluten und klimabedingten Wasserstandserhöhungen, denkbar.

Quellen:
DWA-A 102-2, 2020. Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwasserabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer. Teil 2: Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen. Hennef: DWA. DWA-Regelwerk. A 102-2/BWK-A 3-2. ISBN 978-3-96862-047-3.
SYRING, O., 2022. Aufbau eines komplexen Niederschlags-Abfluss- und Schmutzfrachtmodells und siedlungswasserwirtschaftliche Bewertung der Mischwasserkanalisation in Rostock. Masterarbeit, Rostock.