

Daten- und modellbasierte Konzepte zur Regenwasserbehandlung für stark verschmutzte Flächen

Holger Hoppe¹, Daniela Böckmann¹, Nina Altensell¹ und Michael Schwark²

¹ Dr. Pecher AG, Gelsenkirchen, Goldbergstraße, D-45894 Gelsenkirchen, Deutschland

² Stadt Herten, Kurt-Schumacher-Str. 2, 45699 Herten, Deutschland

Kurzfassung: Zur Erfüllung der Vorgaben des neuen technischen Regelwerks DWA-A 102 wird ein Behandlungskonzept für ein stark verschmutztes Einzugsgebiet entwickelt, bei dem unterschiedliche Behandlungsmethoden auf Grundlage von Messungen und Simulationen kombiniert werden. Durch die Kombination eines technischen Filters mit einem vorgeschalteten Geschiebeschacht und der Behandlung besonders stark verschmutzter Abwasseranteile in der Kläranlage, wird die hohe erforderliche Reinigungsleistung von 63 % sicher erreicht. Mittels einer intelligenten Steuerung der Abflussanteile, die im Filter oder der Kläranlage behandelt werden, kann die Filterstandzeit maximiert werden, während gleichzeitig die Kläranlage hydraulisch entlastet und ein großer Anteil der gereinigten Abflüsse ortsnahe in das Gewässer eingeleitet wird. Die Steuerung erfolgt im Betrieb über die kontinuierliche Messung des Füllstands im Filterschacht und beruht auf den Erkenntnissen einer mehrmonatigen Messkampagne der Verschmutzungscharakteristik und einer Simulationsstudie.

Key-Words: Filter, Modelle, Messungen, Regenwasser, Steuerung

1 Veranlassung und Herausforderungen

1.1 Ausgangssituation

Anlagen zur Regenwasserbehandlung und -rückhaltung gehören zu den wichtigsten Bausteinen der Siedlungsentwässerung. Dabei unterliegen die Anforderungen einem stetigen Wandel, u. a. durch technische Entwicklungen, steigende Anforderungen an den Gewässerschutz sowie durch den Klimawandel.

Regen- und Mischwassereinleitungen sind für viele Mikroschadstoffe aus dem urbanen Bereich ein entscheidender Eintragspfad in die Gewässer (z. B. Launay, 2018; Wicke et al., 2021; Mutzner et al. 2022). Das gilt auch für solche Stoffe, für die Immissionsanforderungen und Umweltqualitätsnormen im betroffenen Gewässer

einzuhalten sind. Eine effektive Regenwasserbehandlung ist in vielen Fällen entscheidend für die Bewertung des Gewässerzustandes und damit u. a. für die Erreichung der Zielsetzung der EU WRRL. Hinzu kommt, dass die Einleitungen häufig kleine Gewässer mit entsprechend empfindlichen aquatischen Ökosystemen betreffen.

Angesichts der hohen Investitionen der vergangenen Jahrzehnte ist eine effektive Regenwasserbehandlung wirtschaftlich relevant. In NRW werden über 10.000 Regenbecken und Entlastungsanlagen betrieben. Dazu zählen etwa 3.500 Regenüberlaufbecken und Stauraumkanäle sowie knapp 1.400 Regenklärbecken (MULNV, 2020). Etwa die Hälfte aller heute in Betrieb befindlichen Anlagen ist älter als 25 Jahre.

Die zunehmende Bedeutung der Regenwasserbehandlung und -bewirtschaftung schlägt sich auch in der Entwicklung des technischen Regelwerkes nieder. Die Erfüllung der steigenden Anforderungen erfordert zunehmend anspruchsvolle Planungen. Aus der nationalen Umsetzung der Kommunalabwasserrichtlinie sind ggf. weitere Anforderungen zu erwarten.

Der großen Bedeutung der Regenwasserbehandlung für den Gewässerzustand steht eine vergleichbar schlechte Datenlage zum tatsächlichen Betriebsverhalten gegenüber (Hoppe et al., 2019).

Vorliegende Untersuchungen und Datenauswertungen zeigen, dass viele Anlagen nicht entsprechend der Planung betrieben werden (u. a. LANUV, 2018). Aktuelle (öffentlich zugängliche) landes- oder bundesweite Auswertungen zum Anlagenbetrieb, wie sie in England geplant sind und ggf. aus der Umsetzung der Kommunalabwasserrichtlinie abgeleitet werden können, sind in Deutschland (noch) nicht verfügbar. Eine effiziente Maßnahmenplanung und die Bewältigung neuer Herausforderungen, wie z. B. der Rückhalt von Mikroschadstoffen und die Einhaltung weitergehender immissionsbezogener Anforderungen, werden ohne Kenntnisse zum bereits vorhandenen Bestand nicht möglich sein.

Das Erfordernis datenbasierter Planungs-, Betriebs- und Vollzugskonzepte ist in der Wissenschaft unumstritten (u. a. Rieckermann et al., 2017). Betriebserfahrungen belegen die Notwendigkeit, insbesondere im Bereich der Regenwasserbehandlungsanlagen, Messdaten dauerhaft zu erheben, um die geplante Funktion der Anlagen zu dokumentieren und ggf. zu verbessern.

1.2 Anforderungen

Herkömmliche Sedimentationsanlagen zur Regenwasserbehandlung erreichen nur einen geringen Wirkungsgrad von 20 % bis 35 % für AFS63 bei einer Oberflächenbeschickung von 5 m/h bis 10 m/h (DWA-A 102, 2020; Sandoval et. al., 2023; Liske et al., 2024).

Mit der Novellierung des technischen Regelwerks in Deutschland und dem in Nordrhein-Westfalen ergänzend zu erwartenden „Trenn-Erlass“ (Wienert, 2024), sind bei der Planung und dem Betrieb von Regenwasserbehandlungsanlagen folgende Herausforderungen zu bewältigen:

- die Berücksichtigung von AFS63 als Leitparameter für die Regenwasserbehandlung in Trennsystemen,
- die erforderliche Rückhalteleistung von AFS63 (bis zu 63 %) je nach Flächennutzung,
- die limitierte Reinigungsleistung von Sedimentationsanlagen und damit Beschränkung des Einsatzes auf schwach und mittelbelastete Flächen (Kategorien I und II nach DWA-A 102),
- eine getrennte Behandlung stark belasteter Bereiche (Kategorie III) durch fortschrittliche Methoden (z. B. technische Filtration) oder biologische Behandlung sowie in diesem Projekt die
- Abwägung von Aufwand und Nutzen beim Einsatz von Messtechnik insbesondere zur Online-Qualitätsmessung als Grundlage von Steuerungsstrategien.

2 Untersuchungsgebiet und „neue“ Anforderungen an die Regenwasserbehandlung

2.1 Untersuchungsgebiet

Auch in der Stadt Herten sind wie in vielen anderen Städten vor dem Hintergrund des neuen Regelwerks für Einzugsgebiete ohne Behandlungsanlagen neue Anlagen zu planen und bestehende Behandlungsanlagen schrittweise an die neuen Vorgaben anzupassen.

In einem Pilotprojekt wurde daher in Herten zunächst für ein 3 ha großes, stark verschmutztes Gewerbegebiet (Kategorie III nach DWA-A 102), das im Trennsystem entwässert wird, ein geeignetes daten- und modellbasiertes Behandlungskonzept entworfen (Abbildung 1). Das vorhandene Sedimentationsbecken erfüllt die aktuellen Anforderungen hinsichtlich des erforderlichen Gesamtwirkungsgrads nicht mehr.

Das Gebiet ist repräsentativ für vergleichbare und zum Teil deutlich größere Einzugsgebiete, für die in den kommenden Jahren Regenwasserbehandlungsanlagen geplant oder bestehende Anlagen optimiert werden müssen.

Die Einleitung erfolgt in die Emscher, die in den zurückliegenden Jahren von Abwassereinleitungen (Schmutzwasser) befreit wurde. Die verbleibenden Regenwassereinleitungen aus dem stark versiegelten Einzugsgebiet prägen den Abfluss und die Gewässerqualität bei Trocken- und Regenwetter.

Ziel ist es, die erforderliche Reinigungsleistung nach DWA-A 102:2020 und erwarteten Vorgaben des NRW-Trennerlass zu erreichen und dabei nach Möglichkeit das bestehende Becken weiter zu nutzen, um Ressourcen zu sparen.



Abbildung 1: Untersuchungsgebiet (Quelle: Hintergrundkarte Land NRW (2024), Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)).

2.2 Anforderungen an die Regenwasserbehandlung nach DWA-A 102 und neuem Trennerlass NRW


Die zu erzielende Reinigungsleistung ergibt sich aus der Klassifizierung der angeschlossenen Flächen in sog. Verschmutzungskategorien gemäß DWA-A 102. Im Einzugsgebiet des Beckens wurden alle Flächen aufgrund der Belastungskategorie Bk10 mit der Verschmutzungskategorie III bewertet.



Abbildung 2 zeigt die aus DWA-A 102:2020 abgeleiteten Rechenwerte für den jährlichen Stoffabtrag von AFS63 je ha angeschlossener Fläche. Die Abbildung enthält weiterhin die Berechnung der auf Basis des jährlichen Stoffabtrages abgeleiteten notwendigen Reinigungsleistung der Behandlungsanlage. Diese liegt aufgrund der flächendeckenden Bewertung des Einzugsgebietes mit Kat III bei 63 %, welche von

der Behandlungsanlage bei der Einleitung in ein Gewässer erzielt werden muss, um den zulässigen rechnerischen Stoffaustrag von 280 kg/(ha*a) nicht zu überschreiten.

In NRW ist derzeit davon auszugehen, dass für Flächen der Verschmutzungs-kategorie III eine „Filtration“ als Behandlungsverfahren vorzusehen ist (Wienert, 2024).

Rechenwerte „jährlicher Stoffabtrag AFS63“

	Stoffabtrag AFS63 kg/(ha·a)	
Kategorie I	280	 <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; color: red;"> Zielgröße „zulässiger Stoffaustrag“ (Einleitung in oberirdische Gewässer) für Trenn- und Mischsysteme </div>
Kategorie II	530	
Kategorie III	760	

Rechenwerte für Arbeitsblatt
 keine Referenzwerte für messtechnischen Nachweis !

Kategorien als Orientierungshilfe
 mit Ermessenspielraum für ortsbezogene Bewertungen !

Abbildung 2: Rechenwerte für den jährlichen Stoffabtrag von AFS63 je ha angeschlossener Fläche aus DWA-A 102.

3 Methodik

3.1 Vorgehen im Rahmen einer daten- und modellbasierten Konzeption von Regenwasserbehandlungsanlagen

Auf der Grundlage von langjährigen Erfahrungen bei der Messung von Durchflüssen und Verschmutzungen in Regenwassernetzen und aktuellen Literaturlauswertungen (u. a. Bertrand- Krajewski et al., 2021; Razguliaev et al., 2023) wurde ein Vorgehen zu einer daten- und modellbasierten Konzeption einer Regenwasserbehandlungsanlage entworfen, das neben den Anforderungen des technischen Regelwerks die ortsbezogenen Randbedingungen berücksichtigt.

Die konzipierte Regenwasserbehandlungsanlage muss insbesondere den Anforderungen des technischen Regelwerks genügen und

- überwachbar und wartungsfreundlich,
- auch bei Starkregen betriebssicher,
- erweiterbar und an geänderte Anforderungen anpassbar

sein.

Die wesentlichen Bearbeitungsschritte waren dabei:

- Ermittlung der Anforderungen gemäß dem technischen Regelwerk und (zukünftiger) wasserrechtlicher Anforderungen
- Vorkonzeption einer standortangepassten Regenwasserbehandlung
- Entwurf eines Messkonzepts zur Erfassung der ortsbezogenen Verschmutzungscharakteristika
- Messungen von Abfluss und Verschmutzung sowie deren Auswertungen
- Daten und modellunterstützte Entwicklung eines Behandlungs- und Betriebskonzeptes
- Objektplanung

3.2 Vorkonzeption einer standortangepassten Regenwasserbehandlung

Zur Regenwasserbehandlung wurde der Einsatz von technischen Filtern untersucht, zu denen inzwischen langjährige Betriebserfahrungen vorliegen. Technische Filter lassen sich anders als Sedimentationsanlagen über Wasserstandsmessungen sehr einfach hinsichtlich der tatsächlichen Funktion überwachen und bedarfsorientiert betreiben.

Unter Berücksichtigung der hohen Verschmutzung des Einzugsgebiets wird eine Behandlung nicht nur mittels eines technischen Filters, sondern ergänzend mit einer Teilstrombehandlung in der Kläranlage angestrebt. Grobes Material soll in einem Geschiebeschacht vor dem technischen Filter zurückgehalten werden. Ziel ist es möglichst viel gereinigtes Regenwasser über den technischen Filter in den lokalen Vorfluter einzuleiten, um den lokalen Wasserhaushalt zu stärken sowie die hydraulische Belastung der Kläranlage gering zu halten. Das neue Behandlungskonzept besteht aus den in Abbildung 3 dargestellten Komponenten. Sehr hoch verschmutzte Abflussanteile lassen sich in diesem Einzugsgebiet auch in die Kläranlage ableiten. Zur weiteren Konkretisierung des Planungs- und Betriebskonzepts wurden die tatsächlichen Verhältnisse vor Ort über eine Messkampagne erfasst.

Um im Rahmen der weiteren Planung zu untersuchen, ob bzw. in welchem Umfang eine verschmutzungsabhängige Steuerung an diesem Standort sinnvoll ist bzw. welche Vorteile sich ergeben, ist eine Messung der Abflüsse und Verschmutzungen als Planungsgrundlage unerlässlich. Verschmutzungsabhängige Steuerungskonzepte in Trennsystemen werden bereits seit einigen Jahren erfolgreich in Wuppertal (Fricke et al., 2017) eingesetzt und wurden in dem Pilotprojekt „EM1sdetten“ des Landes NRW untersucht (Böckmann u. Hoppe, 2023).

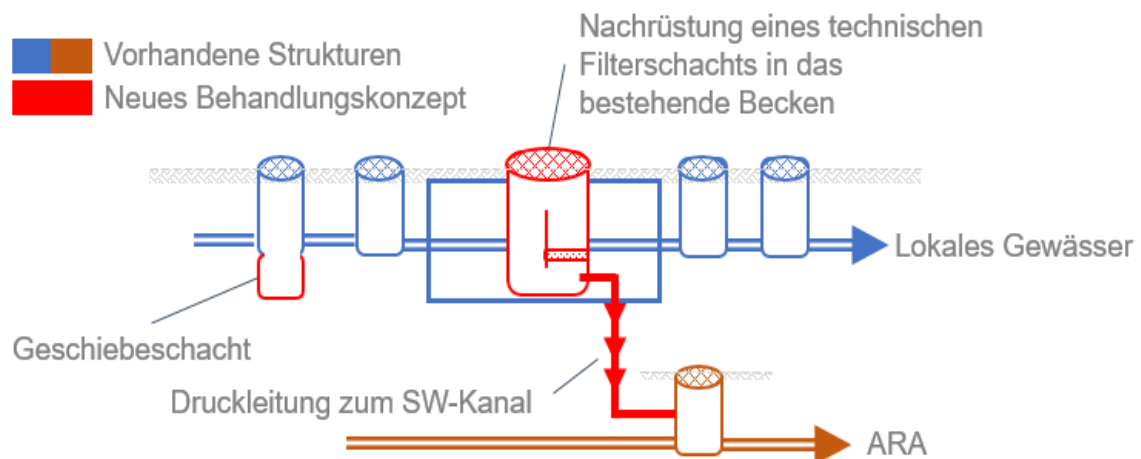


Abbildung 3: Skizze der Bausteine eines optimierten standortangepassten Regenwasserbehandlungskonzepts.

3.3 Messkonzept und Durchführung

Ziel der In-situ-Messkampagne war die Ermittlung der tatsächlichen Belastung des Niederschlagswassers im Einzugsgebiet mit AFS und AFS63 sowie auch der zeitlichen Verteilung der Belastung während eines Regenereignisses. Diese Informationen sind für die Entwicklung von Varianten zur Ertüchtigung des Regenklärbeckens von großer Bedeutung, da hierdurch das Vorliegen von sog. First-Flush-Phänomenen (das Auftreten hoher AFS-Konzentrationen zu Beginn eines Regenereignisses) bewertet werden kann und Rückschlüsse auf die Ausrichtung (Verhältnis Grobstoffe zu Feinstoffen im AFS) und auch mögliche Standzeiten der geplanten technischen Filter abgeleitet werden können.

Für die Dauer von vier Monaten wurde eine In-situ-Messkampagne vor der Einleitstelle ins Gewässer durchgeführt, bei der der gesamte Regenwasserabfluss aus dem Einzugsgebiet erfasst wurde. Im Rahmen der Messkampagne wurden kontinuierlich der Durchfluss (PCM Pro, Fa. Nivus) und die AFS-Konzentration (PKM, Fa. Nivus; s. a. Schmitz, 2024) gemessen.

Zusätzlich wurden Niederschlagsdaten vom DWD herangezogen. Da die verfügbaren Niederschlagsstationen nicht unmittelbar in der Nähe des Einzugsgebietes liegen, wurde die räumliche Verteilung zusätzlich durch einen Abgleich mit Radardaten plausibilisiert und je Ereignis die Station betrachtet, die das Niederschlagsgeschehen im Einzugsgebiet treffender abbildet. Unter Verwendung der ausgewählten Daten, wurde weiterhin eine Niederschlag-Abfluss-Bilanz erstellt, die auf eine abflusswirksame Einzugsgebietsfläche von rd. 1 ha hindeutet.

3.4 Modellierung zur Optimierung des Behandlungs- und Betriebskonzeptes

Um unterschiedliche Betriebsstrategien zu bewerten, wurde eine Sensitivitätsanalyse mit Hilfe eines hydrodynamischen Simulationsmodells in PCSWMM® durchgeführt und die im Rahmen einer In-situ-Messkampagne erhobenen Messdaten als Eingangsdaten/Randbedingungen verwendet. Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wurde insbesondere die Steuerung der Teilstromableitung über eine Pumpe zur Kläranlage analysiert.

Die Steuerung der Pumpe wurde in den Varianten SIM 1 bis SIM 13 (vergl. Tabelle 1) zeitabhängig und in Abhängigkeit des Wasserstands im Filterschacht variiert. Darüber hinaus wurde eine verschmutzungsabhängige Steuerung (SIM 14) simuliert, bei der der Teilstrom zur Kläranlage über die AFS-Konzentration gesteuert wird.

Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über die in der Sensitivitätsanalyse berücksichtigten Betriebsstrategien.

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Auswertungen der Messungen

Die Messdaten der durchgeführten In-situ-Messkampagne wurden ereignisbezogen u. a. in Form von Masse-Volumen-Diagrammen ausgewertet (Abbildung 4). Bei einem Großteil der Ereignisse zeigt der Verlauf im MV-Diagramm, mit einem starken Anstieg zu Ereignisbeginn, das Vorliegen eines First-Flush Effekts. Insbesondere länger andauernde Ereignisse, mit mehrfach einsetzendem Niederschlag, zeigen hingegen keinen eindeutigen First-Flush, sondern einen Verlauf unterhalb der Winkelhalbierenden. Dabei können mehrere Spülstöße im Ereignisverlauf festgestellt werden.

Die erfassten AFSgesamt-Konzentrationen sind mit Spitzenwerten im vierstelligen mg/L-Bereich als sehr hoch einzuordnen. Die AFS63-Konzentration liegt im Mittel bei ca. 30 % der AFSgesamt-Konzentration.

Im Rahmen der intensiven Betreuung der Messkampagne wurden außerdem optische Hinweise auf das Vorhandensein von Fehleinleitungen in den Regenwasserkanal beobachtet. Durchgeführte Messungen in Trennsystemen weisen immer wieder auf die hohen Anteile von Fehlan schlüssen hin (u. a. Gunkel et al., 2022). Auch dies ist bei der Konzeption von Anlagen zu berücksichtigen und die Fehleinleitungen zeitnah zu beseitigen.

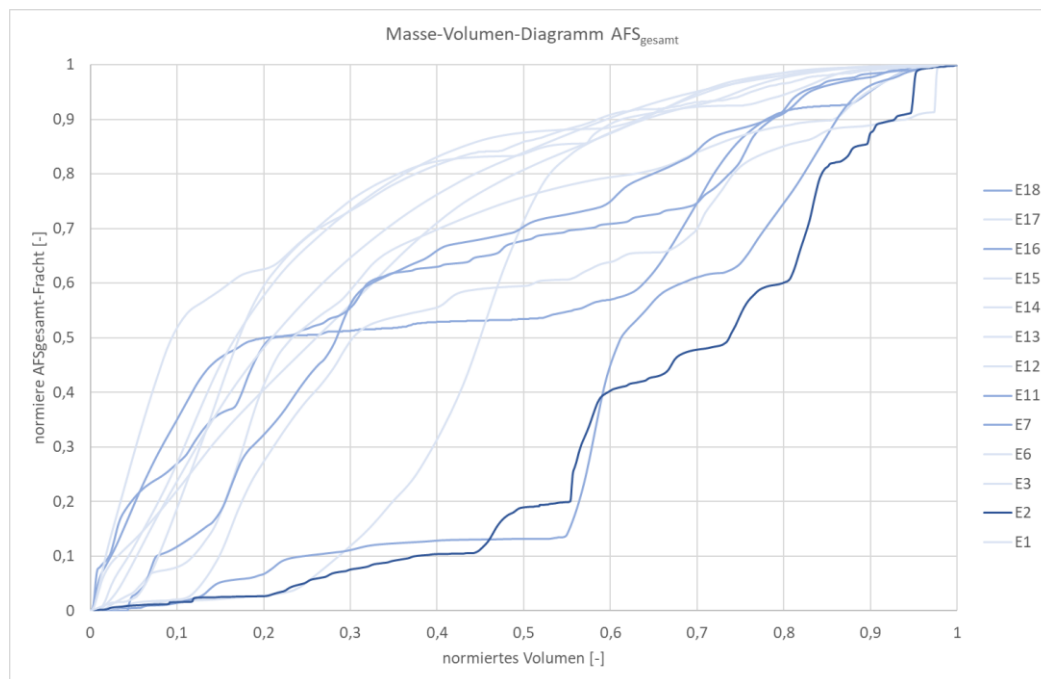


Abbildung 4: Ergebnisse der MV-Auswertungen der In-situ-Abfluss- (PCM Pro) und AFSgesamt-Messungen (PKM)

4.2 Optimierung und Auswahl eines Betriebskonzeptes

Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse sind in Abbildung 5 dargestellt, sortiert nach dem prozentualen Anteil des Abflusses, der über den Filter geleitet wird. Der Anteil der AFS-Fracht, der in der Kläranlage mit einem sehr hohen Wirkungsgrad behandelt wird, schwankt zwischen 5 % und 32 % (rote Balken im Diagramm). Der Gesamtwirkungsgrad ist mit 76 % bis 80 % bei allen Varianten sehr hoch.

Die Auswertungen der Simulationsergebnisse zeigen, dass die Behandlungs- und Betriebsziele am besten mit einer verschmutzungsabhängigen Steuerung (SIM14) erreicht werden können. Der stark verschmutzte Abfluss, der in der Regel zu Ereignisbeginn auftritt (Auswertung von MV-Diagrammen der Messkampagne), wird zuverlässig in die Kläranlage geleitet, während ein sehr großer Teil des weniger belasteten Abflusses über den technischen Filter unmittelbar in den lokalen Vorfluter eingeleitet wird. Der höchste Gesamtwirkungsgrad kann mit der Variante SIM 7 erreicht werden; allerdings würde deutlich mehr als die Hälfte des Volumens (61 %) auf der Kläranlage behandelt, was unerwünscht ist.

Im Rahmen des Projektes wurden die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen zeit-, wasserstands- und verschmutzungsabhängigen Steuerungsstrategien und der damit verbundenen betrieblichen Herausforderungen bewertet und für den Praxisbetrieb die wasserstandsabhängige Variante Sim 9 gewählt. Aufgrund der geringen Größe des Einzugsgebiets soll auf die dauerhafte Messung der Verschmutzung aus betrieblichen Gründen verzichtet werden.

Tabelle 1: Übersicht über die in der modellgestützten Sensitivitätsanalyse betrachteten Steuerungsvarianten

	Filterschacht wird entleert									Filterschacht wird nicht entleert				AFS-gesteuert
Simulation Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Maximale Pumpenlaufzeit [min]	5			10			20			5	20			20
Minimale Pumpenpausenzeit [h]	1	2	3	1	2	3	1	2	3	3	2	3	24	2
Wasserstand Pumpenstart [cm]	40									60				-
Wasserstand Pumpenstopp [cm]	10									50				-

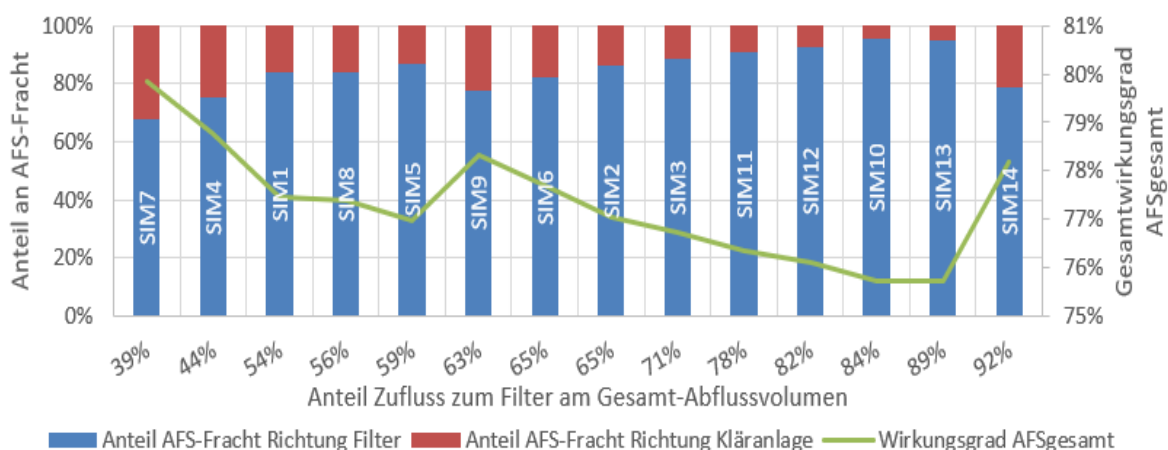


Abbildung 5: Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse unterschiedlicher Steuerungsstrategien zur Teilstrombehandlung in der Kläranlage und technischem Filter zur Regenwasserbehandlung stark verschmutzter Abflüsse.

4.3 Ablaufschema zur Analyse von Bestandsbauwerken

Als ein wichtiges Ergebnis des Projektes wurde ein Ablaufschema entwickelt, nach dem zukünftig Bestandsbauwerke bewertet werden können. In das Vorgehen sind neben den Erfahrungen aus dem Projekt die aktuellen Entwicklungen zur Fortschreibung des technischen Regelwerks eingegangen.

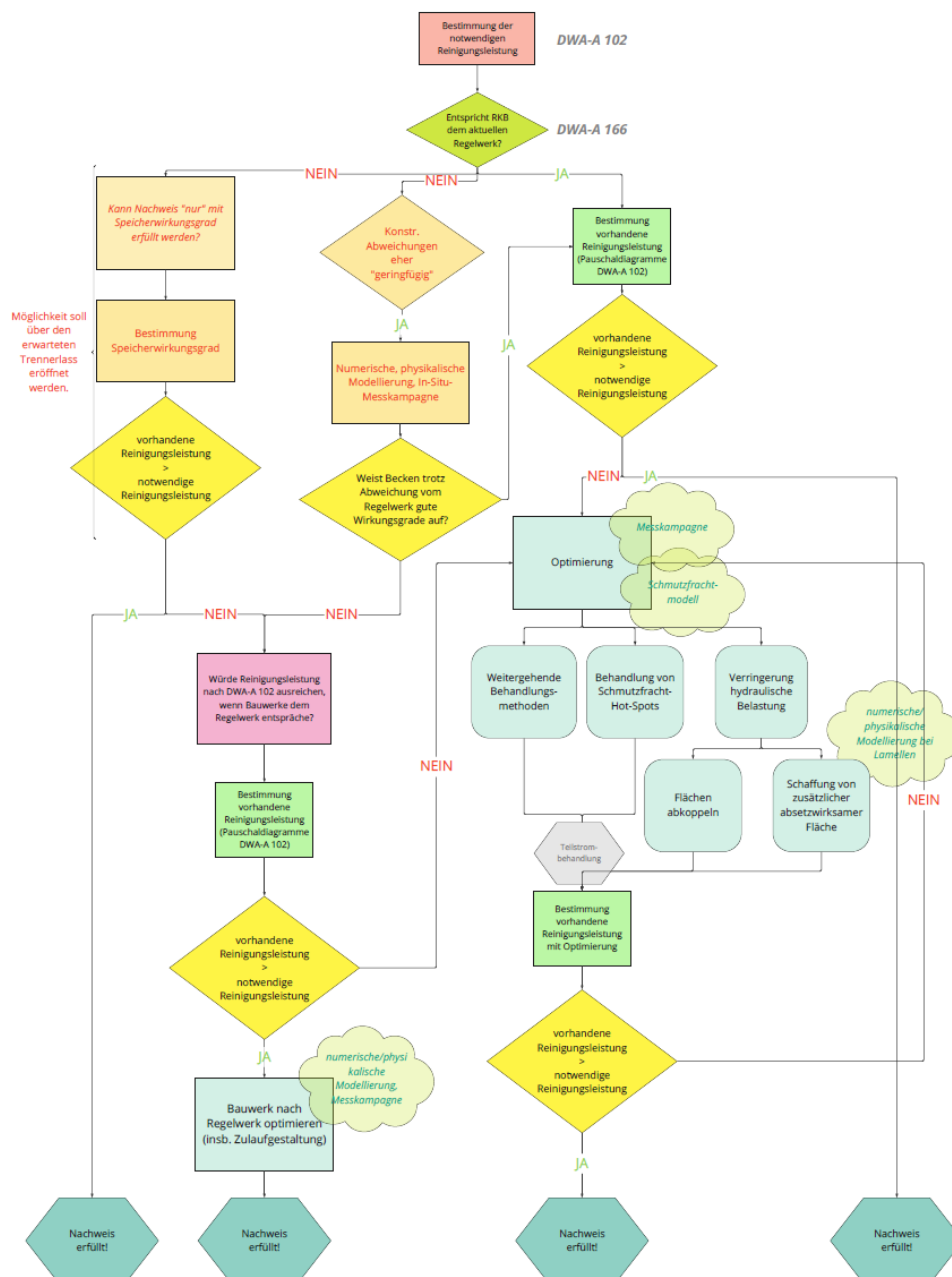


Abbildung 6: Ablaufschema zur Analyse weiterer Bestandsbauwerke vor dem Hintergrund der Anforderungen des DWA-A 102:2020 und des DWA-A 166 (in Überarbeitung 2024/2025) sowie möglicher Umsetzungen in NRW nach Wienert (2024).

4.4 Objektplanung

Aufbauend auf den Voruntersuchungen zur Konzeption des Behandlungskonzepts erfolgen im Jahr 2024 die Entwurfs- und Genehmigungsplanung der Anlagen. Auszüge sind in Abbildung 7 und Abbildung 8 dargestellt.

In das vorhandene RKB wird ein technischer Filter eingesetzt, so dass keine neue Baugrube und kein teurer Verbau notwendig werden. Die Entleerung und die Ableitung zur Kläranlage können über die schon vorhandene Druckleitung erfolgen.

Der Geschiebeschacht wurde in einer Haltung angeordnet, an der aufgrund eines Schadens ohnehin eine Sanierung erforderlich gewesen wäre.

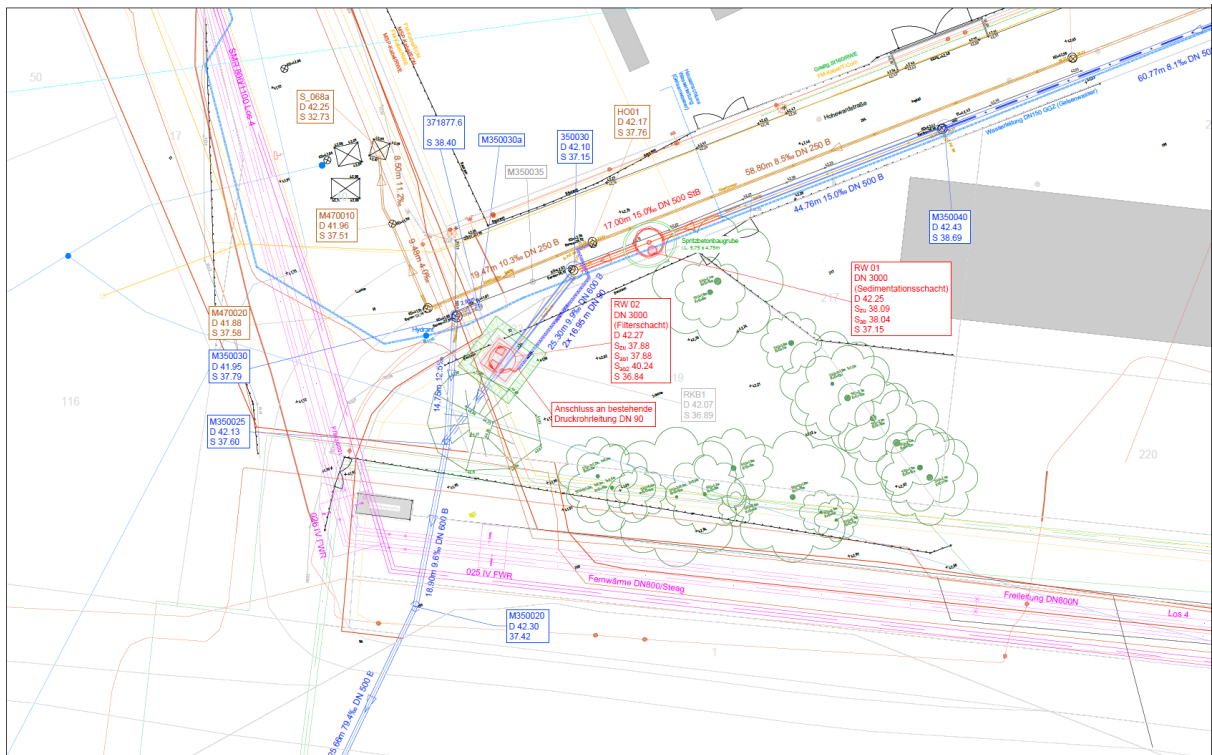


Abbildung 7: Lageplan als Auszug (Vorabzug Genehmigungsplanung) zur Regenwasserbehandlungsanlage.

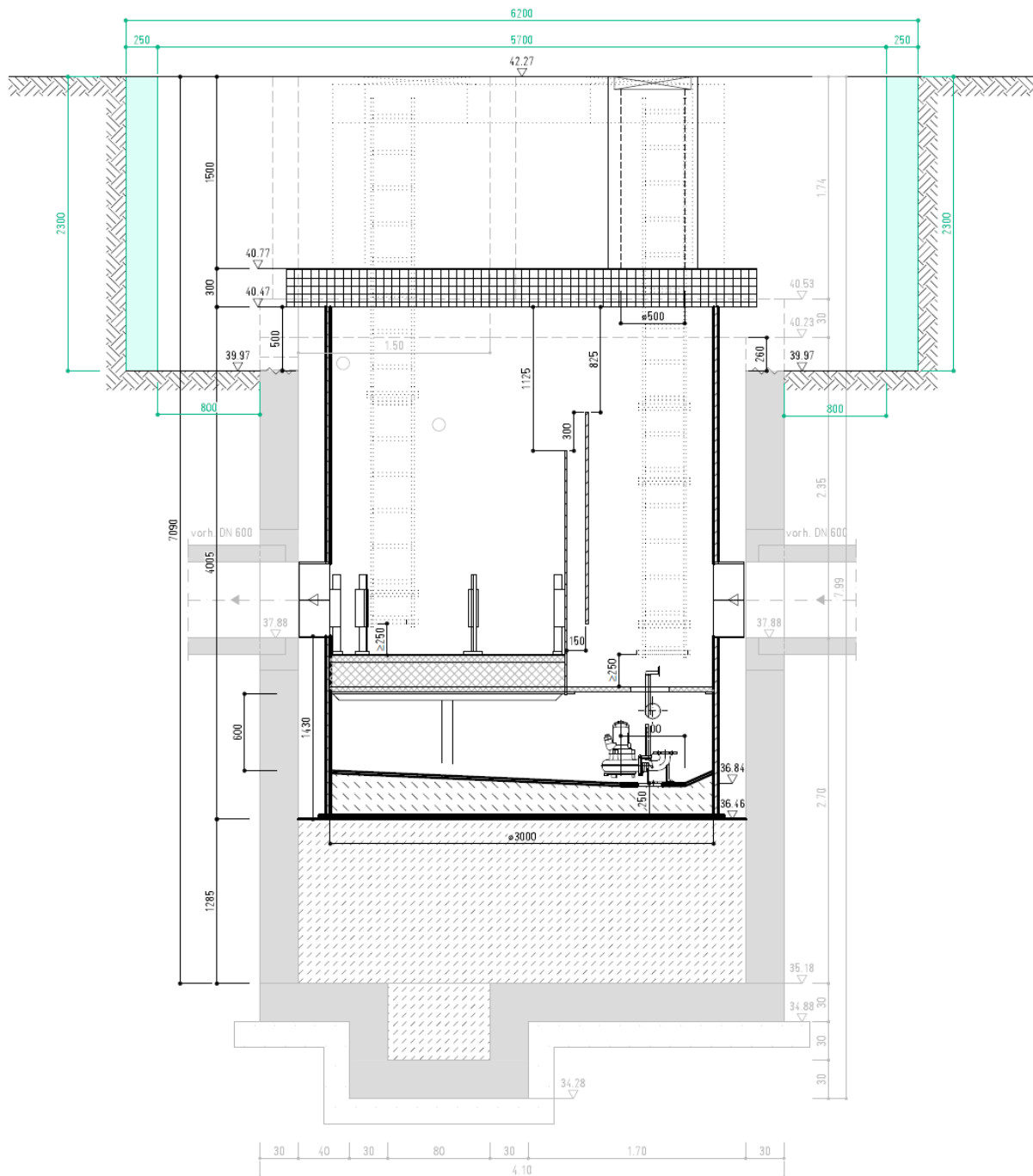


Abbildung 8: Schnitt (Auszug) durch den in das RKB integrierten technischen Filter (Vorabzug Genehmigungsplanung) zur Regenwasserbehandlungsanlage.

5 Fazit und Ausblick

Für ein stark verschmutztes Einzugsgebiet einer bestehenden Regenwasserbehandlungsanlage wurde ausgehend von den neuen Anforderungen des DWA-A 102:2020 ein Regenwasserbehandlungskonzept entworfen. Dabei wurden auch aktuelle Entwicklungen zu erwarteten neuen wasserrechtlichen Anforderungen in Nordrhein-Westfalen berücksichtigt.

Grundlage bilden darüber hinaus langjährige Betriebserfahrungen zu Messungen in Entwässerungssystemen und der Umsetzung datenbasierter Planungs-, Betriebs- und Steuerungskonzepte in Trennsystemen.

Durch die Kombination eines technischen Filters mit einem vorgeschalteten Geschiebeschacht und der gesteuerten Teilstrombehandlung besonders stark verschmutzter Abwasseranteile in der Kläranlage wird die hohe erforderliche Reinigungsleistung von 63 % nach Vorgaben des DWA-A 102 sicher erreicht. Mittels einer intelligenten Steuerung der Abflussanteile, die im Filter oder der Kläranlage behandelt werden, kann die Filterstandzeit maximiert werden, während gleichzeitig die Kläranlage hydraulisch entlastet und ein großer Anteil der gereinigten Abflüsse ortsnah in das Gewässer eingeleitet wird.

Die gewählte Kombination von unterschiedlichen Bausteinen (Geschiebeschacht, technischer Filter und Teilstrombehandlung in der Kläranlage) ist gut an Änderungen im Einzugsgebiet und Änderungen der technischen Anforderungen anpassbar; entweder durch Eingriffe in die Abflussteuerung oder die Anpassung des Filteraufbaus.

Die Messkampagne bestätigt die Erfahrungen, dass die tatsächliche Verschmutzung im Regenwasserabfluss innerhalb einzelner Regenereignisse stark variiert. Diese Variationen sind bei der Planung der Anlagen und bei den Betriebskonzepten zu berücksichtigen.

Daten- und modellbasierte Planungs- und Betriebskonzepte ermöglichen eine fundierte ortsangepasste Kombination von Bausteinen zur Regenwasserbehandlung.

6 Literatur

- Bertrand-Krajewski, J.-L., Clemens-Meyer F., Lepot, M. Hrsg. (2021): Metrology in Urban Drainage and Stormwater Management: Plug and Pray. IWA Publishing. ISBN electronic: 9781789060119; DOI: <https://doi.org/10.2166/9781789060119>.
- Böckmann D. und Hoppe H. (2023): Data- and model-based planning approaches to the design of a large stormwater treatment facility. Beitrag zur NOVATECH 2023, 03.-07.07.2023 in Lyon. Tagungsband.
- DWA-A 102 (2020): Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 1: Allgemeines. ISBN 978-3-96862-044-2; korrigiert 08-2022.
- Fricke K. I., Hoppe H., Kutsch S., Ante J. und Massing Ch. (2017). Qualitäts-abhängige Steuerung – Konzeption und Umsetzung lokaler und stadtgebietsweiter Steuerungsstrategien. Leitfaden. SAMUWA Publikation. https://www.project.uni-stuttgart.de/samuwa/img/pdfs/leitfaden_qualitaetsabhaengige_kanalnetzsteuerung.pdf (22.07.2024).
- Gunkel M., Riechel M., Böckmann D., Schilperoort R., Gehring F., Hoppe H., Caradot N., Post J. und Langeveld J. (2022): A stepwise approach to search for illicit connections in the storm sewers of Berlin: using EC and DTS. Sewer Process Networks 10 (SPN 10), Graz, Austria. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7544493>
- Hoppe H., Dittmer U., Gruber G., und Rieckermann J. (2019): Datenbasierte Planungs-, Betriebs- und Vollzugskonzepte zur nachhaltigen Regenwasserbehandlung. In: Tagungsband zur 52. Essener Tagung. Schriftenreihe "Gewässerschutz – Wasser – Abwasser" , Gesellschaft zur Förderung des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft an der RWTH Aachen e.V., S. 26/1-26/16. ISBN 978-3-938996-56-0.
- Launay, M. (2018): Organic micropollutants in urban wastewater systems during dry and wet weather – Occurrence, spatio-temporal distribution and emissions to surface waters. Dissertation. Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft ; Band 239. ISBN : 9783835674004.
- Lieske Ch., Uhl M. und Henrichs M. (2024): Dezentrale Niederschlagswasser-behandlungsanlagen – Grenzen der Wirksamkeit. Aqua Urbanica 2024, 22.-24.09.2024, Graz, S. V08-1 – V08-18. DOI: <https://doi.org/10.3217/5tch1-emw27>
- MULNV Hrsg. (2020): Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen. 19. Auflage. Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.

https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/wasser/abwasser/lagebericht/00_EStAb2020_Gesamtversion.pdf (22.07.2024).

Mutzner L., Furrer V., Castebrunet H., Dittmer U., Fuchs S., Gernjak W., Gromaire M.-C., Matzinger A., Mikkelsen P. S., Selbig W., Vezzaro L. (2022): A decade of monitoring micropollutants in urban wet-weather flows: What did we learn? Water Research, Volume 223, 2022, 118968, ISSN 0043-1354. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.118968>.

Razguljaev N., Flanagan K., Muthanna T. and M. Viklander (2023): Urban stormwater quality: A review of methods for continuous field monitoring. Water Research 249(8):120929, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.120929>.

Rieckermann, J., Gruber, G. und Hoppe, H. (2017): Zukunftsfähige Systeme zur Regenwasserbehandlung brauchen datenbasierte Betriebs-, Planungs- und Vollzugskonzepte. In: Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft – Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Landschaftswasserbau, TU Graz. Band 75, S. C1-C27. DOI: <https://doi.org/10.3217/978-3-85125-534-8>.

Sandoval S., Spahni B. und Favre F. (2023): Evaluation of in-situ TSS removal efficiency of a decentralized stormwater treatment system by means of continuous measurements. Novatech 2023, Graie, Jul 2023, Lyon, France. hal-04183178; DOI: <https://hal.science/hal-04183178v1>.

Schmitz, Th. (2024): Möglichkeiten und Grenzen von Surrogat-Messungen. Aqua Urbanica 2024, 22.-24.09.2024, Graz, S. V11-1 – V11-9. DOI: <https://doi.org/10.3217/wprijm-jsv70>.

Wicke, D., Matzinger, A., Sonnenberg, H., Caradot, N., Schubert, R.-L., Dick, R., Heinzmann, B., Dünnbier, U. von Seggern, D. und Rouault, P. (2021): Micropollutants in Urban Stormwater Runoff of Different Land Uses. Water 2021, 13(9), 1312; DOI: <https://doi.org/10.3390/w13091312>.

Wienert B. (2024): Umsetzung DWA-A 102 / BWK-A 3, Teil 2 – der Neue Misch-/ Trennerlass NRW (Entwurfsstand). Beitrag zum 13. Kommunalen Erfahrungsaustausch Regenwassermanagement in Gelsenkirchen am 25.04.2024 (unpublished).

Korrespondenz an:

Dr. Holger Hoppe, Daniela Böckmann, Dr. Nina Altensell

Dr. Pecher AG
Goldbergstraße 14, 45894 Gelsenkirchen
Tel: +49 (0)1735884852
E-Mail: holger.hoppe@pecher.de