

## **Fremdwassersanierungskonzepte: Grundlagen – Vorgehen – Erfolgskontrolle**

Holger Hoppe<sup>1</sup>, Klaus Hans Pecher<sup>1</sup>, Udo Laschet<sup>2</sup> und  
Thorsten Gigl<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dr. Pecher AG, Klinkerweg 5, D-40699 Erkrath

<sup>2</sup> Wuppertaler Stadtwerke Energie & Wasser AG,  
Bromberger Straße 39-41, D-42281 Wuppertal

**Kurzfassung:** Fremdwasser in Entwässerungssystemen beeinflusst im Allgemeinen die Funktion abwassertechnischer Systeme nachteilig, führt zu erhöhten Kosten und negativen Umweltauswirkungen. Die hohe Variabilität des Fremdwasseranfalls und die zahlreichen möglichen Eintrittspfade erschweren die Bestimmung des Fremdwasserabflusses und die Identifikation von Schwerpunktgebieten als Basis einer kosten effektiven Sanierungsstrategie. Die Fremdwassersanierung der öffentlichen und privaten Entwässerungssysteme ist eine wichtige Zukunftsaufgabe, welche noch erhebliche gesellschaftliche Anstrengungen und finanzielle Mittel erfordert. Dazu kann in Deutschland allerdings nicht auf ausreichende Erfahrungen aus systematisch und erfolgreich durchgeführten Projekten zurückgegriffen werden. Die erfolgreiche Sanierung von fremdwasserbelasteten Kanalnetzen kann daher auch noch keinesfalls als a.a.R.d.T bezeichnet werden. Ausgehend von aktuellen Empfehlungen der zuständigen DWA Arbeitsgruppe zur Fremdwasserbestimmung und -sanierung werden in diesem Aufsatz Erfahrungen aus aktuellen Fremdwassersanierungsprojekten zusammengefasst und Möglichkeiten zur Umsetzung aufgezeigt. Die Stadt Wuppertal setzt hierzu seit drei Jahren u. a. ein umfangreiches Messprogramm zur Ermittlung von Fremdwasserschwerpunktgebieten im Stadtgebiet um.

**Key-Words:** Fremdwasser, Messkampagne, Sanierung, Modellierung

# 1 Ausgangssituation

## 1.1 Fremdwasser – in Normen und Regelwerk

Die DIN EN 752:2008 umschreibt Fremdwasser als „unerwünschten Abfluss in einem Entwässerungssystem“. Diese sehr auslegungsfähige Beschreibung und fehlende explizite Definitionen in Wasserhaushalts- bzw. Landeswassergesetzen haben die DWA-Arbeitsgruppe ES-1.3 „Fremdwasser“ veranlasst, eine Definition vorzuschlagen (DWA, 2010):

*Fremdwasser ist das in Abwasseranlagen abfließende Wasser, welches weder durch häuslichen, gewerblichen, landwirtschaftlichen oder sonstigen Gebrauch in seinen Eigenschaften verändert ist noch bei Niederschlägen von bebauten oder befestigten Flächen gesammelt und gezielt eingeleitet wurde. Fremdwasser erfordert aufgrund seiner Qualität keine Abwasserbehandlung, erschwert diese bzw. belastet aufgrund seiner Quantität Abwasseranlagen unnötig und ist unter dem Aspekt des Gewässerschutzes zu vermeiden.*

Diese Definition wird auch der Anforderung gerecht, Fremdwasser in Trenn- und Mischsystemen unterschiedlich zu bewerten und die verschiedenen Eintrittspfade zu berücksichtigen.

## 1.2 Fremdwasser – Ursachen, Herkunft und Variabilität

Grundsätzlich ist insbesondere vor dem Hintergrund möglicher Sanierungsmaßnahmen zwischen niederschlags- und grundwasserbedingtem Fremdwasserzufluss zu unterscheiden. Zudem sind punktuelle Fremdwasserquellen wie z. B. angeschlossene Bäche, eingeleitetes Quellwasser und Fehleinleitungen von Außengebieten zu berücksichtigen.

Auswertungen „fremdwasserrelevanter Schäden“ auf Basis einer aktuellen Schadensbewertung aus der Kanalinspektion ermöglichen i. d. R. eine erste Einschätzung der möglichen Eintrittspfade von Grundwasser. Hierzu gehören Risse, Scherbenbildungen, undichte Muffen und Schächte.

Erst mit der flächendeckenden Umsetzung der Dichtheitsprüfungen von Grundstücksentwässerungsanlagen (z. B. § 61a LWG NRW) wird es möglich, auch Quellen im privaten Bereich in die Sanierungskonzepte zu integrieren.

Je nach Einzugsgebietscharakteristik stellen Gebäudedrängen oder landwirtschaftliche Flächendrängen eine maßgebliche Fremdwasserquelle dar.

Niederschlagsbedingtes Fremdwasser tritt über unplanmäßig angeschlossene Oberflächen in die Kanalisation ein. Hierzu gehören z. B. an einen Schmutzwasserkanal angeschlossene Dachflächen oder Nachläufe nach Niederschlagsereignissen von unbefestigten Flächen in Mischwasserkanäle (Schichtenwasser). Eine weitere Quelle können fehlerhaft betriebene Drosseln an Regenklärbecken ohne Dauerstau oder Regenüberläufe im Trennsystem sein, die zu erhöhten Zuflüssen in den weiterführenden Schmutzwasserkanal führen.

Aufgrund der verschiedenen Eintrittspfade weist der Fremdwasseranfall in einem Einzugsgebiet i. d. R. eine sehr hohe Variabilität auf. Dies gilt sowohl für die zeitliche als auch die räumliche Variabilität. Auswertungen auf Basis einer zweijährigen Messkampagne für eine Großstadt mit ca. 350.000 EW in Abbildung 1 zeigen dies exemplarisch.

Neben den vorherrschenden Eintrittspfaden bestimmen die hydrogeologischen Randbedingungen und die Witterung, insbesondere der Niederschlag und die Evapotranspiration, die Variabilität des Fremdwasseranfalls. Daher müssen zur vergleichenden Bewertung des Fremdwasseranfalls, z. B. zur Festlegung von Schwerpunktgebieten und Sanierungsprioritäten, witterungsunabhängige Verfahren gewählt werden, die diese Randbedingungen berücksichtigen.

In Abbildung 2 ist die Abflusssituation in einem Schmutzwasserkanal im Jahresverlauf dargestellt. Für höher aufgelöste Messwerte steigt die Dynamik noch weiter an (DWA, 2010). Die Auswertungen lassen die Dynamik des Fremdwasserabflusses und die Abhängigkeit von den Eintrittspfaden (Zufluss von Oberflächen- und Grundwasser) deutlich erkennen.

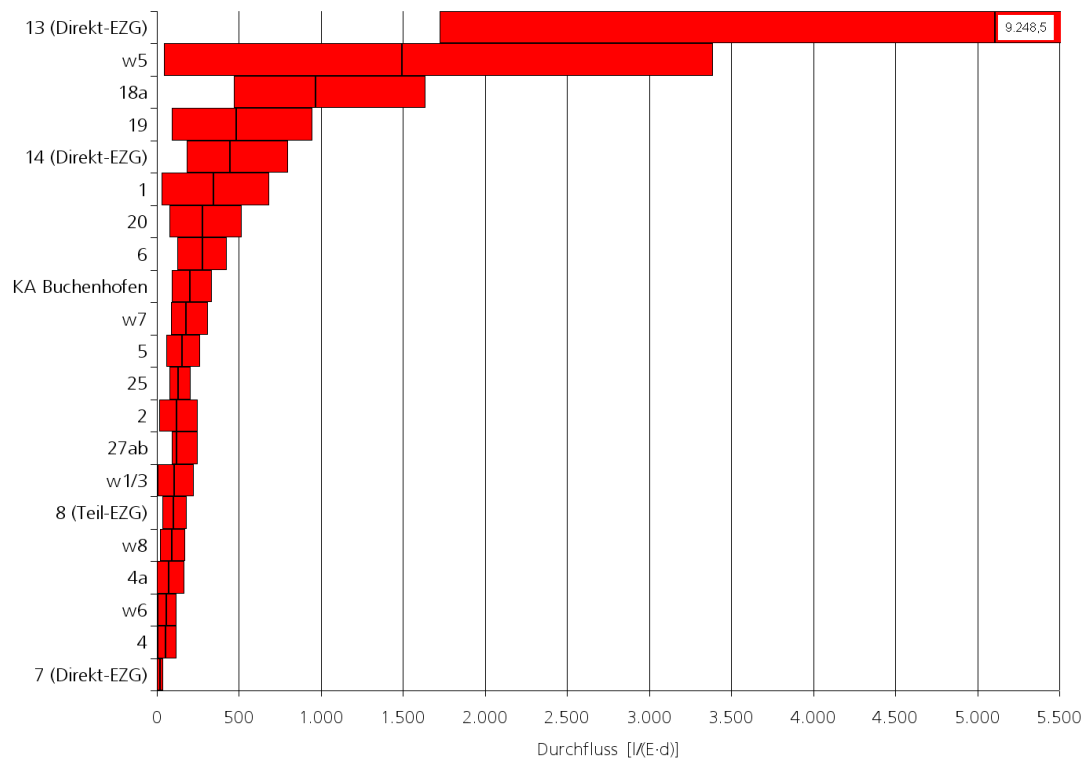


Abbildung 1: Räumliche und zeitliche Variabilität des spezifischen „Trockenwetter“-Abflusses in Schmutzwasserkanälen eines Trennsystems in einer deutschen Großstadt (Messungen 2008-2009)

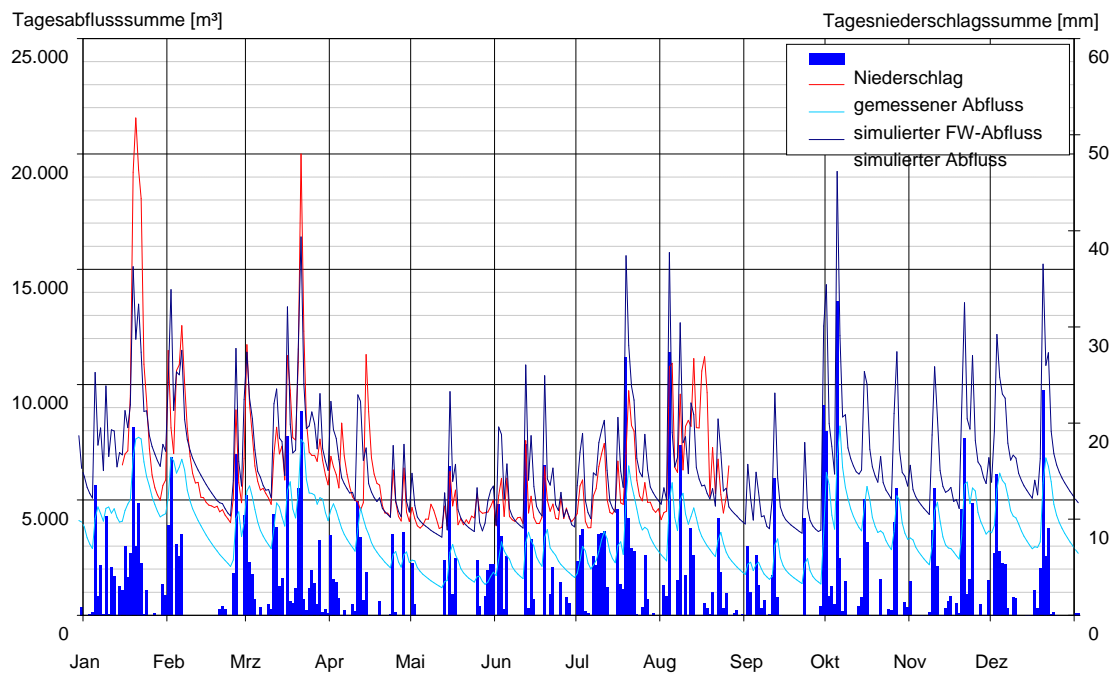


Abbildung 2: Dynamik des Fremdwasserabflusses in einem Schmutzwasserkanal (Tageswerte gemessen und berechnet inkl. Fremdwasseranteil)

### 1.3 Fremdwasser – Auswirkungen und Kosten

Erhöhte Fremdwasserabflüsse haben Auswirkungen auf den Betrieb und die Emissionen aus abwassertechnischen Anlagen und damit letztendlich auch auf die Investitions- und Betriebskosten. Exemplarisch sind im Nachfolgenden einige Beispiele aufgezeigt. Eine systematische Übersicht ist im DWA-M 182 enthalten.

An Bauwerken zur Misch- oder Regenwasserbehandlung führen hohe Fremdwasserzuflüsse, die im Rahmen der Bemessung nicht berücksichtigt wurden, zu einer erhöhten Einstau- und Entlastungsdauer und damit zu einer erhöhten und i. d. R. nicht genehmigten Gewässerbelastung. Ist der Fremdwasseranfall schon bei der Planung bekannt, ergeben sich entsprechend größere Beckenvolumina oder höhere erforderliche Drosselabflüsse mit den daraus resultierenden Kosten.

Regenklärbecken sollten i. d. R. ohne Dauerstau ausgeführt werden (MUNLV, 2004). Bei erhöhten Fremdwasserzuflüssen sind diese Becken dann mit entsprechender Mess- und Regelungstechnik auszurüsten, um bei Trockenwetter einen Abfluss von sauberem Fremdwasser in die nachgeschaltete Behandlungsanlage zu vermeiden (Hoppe et al., 2010).

Bei Retentionsbodenfiltern kann es durch langen Filtereinstau insbesondere aufgrund hoher Fremdwasserzuflüsse im Winterhalbjahr zu Kolmation und Filterversagen bezüglich der  $\text{NH}_4$ -Elimination kommen.

An Pumpwerken im Schmutzwassernetz führen hohe Fremdwasserzuflüsse u. a. aufgrund verlängerter Laufzeiten und erschwelter Reparaturbedingungen zu höheren Kosten. Vereinzelt kommt es insbesondere unmittelbar während Regenereignissen zu unerlaubten Entlastungen in Vorfluter oder Überflutungen im Bereich der Pumpwerke bzw. dem davor liegenden Einzugsgebiet.

Auf Kläranlagen ergeben sich entsprechend dem Fremdwasseranfall höhere Kosten für die hydraulisch ausgelegten Anlagenteile und größere Behandlungsvolumina bei frachtbezogenen Ablaufanforderungen. Im Betrieb kann sich ein erhöhter Fremdwasseranfall besonders negativ auf die Stickstoffelimination auswirken.

## **2 Grundsätzliches Vorgehen im Rahmen der Fremdwassersanierung**

### **2.1 Von der Analyse der Fremdwassersituation zur Erfolgskontrolle**

Bisher existieren nur wenige systematisch und erfolgreich durchgeführte Projekte zur Fremdwassersanierung, so dass die erfolgreiche Sanierung von fremdwasserbelasteten Kanalnetzen daher auch keinesfalls als a.a.R.d.T bezeichnet werden kann. Eine systematische Analyse der bisher erzielten Erfolge und Misserfolge bei der Fremdwassersanierung zeigt jedoch, dass ein Erfolg offenbar nur bei konsequenter Umsetzung der nachfolgenden Punkte erwartet werden kann (Pecher, 2005 u. 2008; MUNLV, 2009; DWA, 2010):

#### **Feststellung des Handlungsbedarfs und der Sanierungsziele**

- a) Analyse der aktuellen Fremdwassersituation im Einzugsgebiet und Quantifizierung der daraus resultierenden Auswirkungen auf Abwasseranlagen und Gewässer und auf den Handlungsbedarf
- b) Definition von realistischen, überprüfbaren, d. h. quantifizierbaren Sanierungszielen anhand von Untersuchungen über die Auswirkungen einer Fremdwasserreduzierung unter Berücksichtigung der spezifischen Fremdwassercharakteristik inkl. seiner kurz-, mittel- und langfristigen Schwankungen

#### **Vertiefende Untersuchungen und Festlegung von Schwerpunktgebieten**

- c) Einzugsgebietsweite Lokalisierung der (relevanten) Fremdwasserschwerpunktgebiete einschließlich Abschätzung ihres Anteils am Gesamtaufkommen zur Festlegung wirksamer Ansatzpunkte für eine erfolversprechende Fremdwassersanierung

## **Lokalisierung und Quantifizierung der Fremdwasserquellen**

- d) Detaillierte Untersuchungen in den Fremdwasserschwerpunktgebieten unter Berücksichtigung der privaten Grundstücksentwässerungsanlagen zur Lokalisierung konkreter Fremdwasser-eintrittspfade

## **Konzeption und Umsetzung der Fremdwassersanierung**

- e) Erarbeitung eines Sanierungskonzeptes mit Konkretisierung der angestrebten Fremdwasserabkopplung und einschließlich Klärung des Verbleibs der bisherigen Fremdwasserströme unter Berücksichtigung des öffentlichen und privaten Netzes (Hausanschlüsse)
- f) Konsequente Umsetzung des erarbeiteten Sanierungskonzeptes unter Einbeziehung aller für die Zielerreichung relevanten Fremdwasserquellen im öffentlichen und privaten Entwässerungssystem

## **Erfolgskontrollen**

- g) Überprüfung der Zielerreichung durch regelmäßige Erfolgskontrollen, z. B. durch Aufbau eines entsprechenden Monitoringnetzes oder Auswertung vorhandener Messungen

## **2.2 Vorhandene Defizite und Lösungsmöglichkeiten**

Die beschriebene zielorientierte Vorgehensweise ist in der Realität aber bisher oftmals nicht in der erforderlichen Konsequenz zu erkennen (Pecher und Hoppe, 2009). Erhebliche Defizite bestehen insbesondere bei der objektiven Feststellung des Ist-Zustandes und der Definition von konkreten Sanierungszielen zu Beginn der Planungen sowie der Erfolgskontrolle durchgeführter Maßnahmen.

Jede zielorientierte Vorgehensweise verlangt definitionsgemäß die Vorgabe konkreter Ziele. Nur damit ist später eine effektive Überprüfung der Zielerreichung sowie eine kritische Beurteilung der durchgeführten Maßnahmen möglich, und zwar umso besser, je eindeutiger zuvor die Zieldefinition erfolgte. Auch wird erst durch eine solche Nach-Bewertung

von durchgeführten Maßnahmen ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess mit der Folge eines möglichst wirtschaftlichen Mittel- und Ressourceneinsatzes angestoßen.

Im Zusammenhang mit der Fremdwassersanierung ergibt sich dabei jedoch das Problem, dass i. A. für den konkreten Sanierungsfall überhaupt keine geeigneten Kennzahlen zur Beschreibung der Fremdwassersituation erfasst bzw. abgeleitet werden und daher auch keine ausreichende Zieldefinition sowie eine spätere Überprüfung des Zielerreichungsgrades möglich ist. Die üblicherweise aus vorhandenen Abflussmessungen abgeleiteten Kennzahlen wie „absoluter Fremdwasserabfluss“ oder „Fremdwasseranteil“ bzw. „Fremdwasserzuschlag“ sind unabhängig von dem zugrundegelegten Auswertzeitraum (sofern nicht über viele Jahre bis Jahrzehnte gemittelt wird) für die Aufgabenstellung generell ungeeignet, da sie stark witterungsbeeinflusst sind und einer hohen Volatilität unterliegen (Hoppe, 2006). Selbst ein beobachteter Fremdwasserjahresgang hat keinen repräsentativen Auswertungswert hinsichtlich der Fremdwassersituation im Einzugsgebiet (Pecher und Kahrs, 2008).

Eine Lösung der beschriebenen Problematik ist nur möglich, wenn bei der Durchführung und Auswertung von Niederschlags-Abflussmessungen die tatsächlichen Ursachen-Wirkungs-Zusammenhänge berücksichtigt werden. Dies verlangt neue Auswertalgorithmen. Anstelle der bisher rein deskriptiven Auswertemethoden müssen deterministische Verfahren zur Anwendung kommen, die unabhängig vom Auswertzeitraum vergleichbare Ergebnisse liefern (DWA, 2010).

Unter Berücksichtigung der bekannten Ursachen-Wirkungs-Relation ist eine geeignete Kennzahl zur Beschreibung der Fremdwassersituation eines Einzugsgebietes die an das Kanalnetz angeschlossene fremdwasserrelevante (dränierende) Fläche. Sofern keine Maßnahmen im Einzugsgebiet oder am Entwässerungssystem durchgeführt werden, bleibt die Fläche unabhängig vom Auswertzeitraum immer gleich. Insbesondere das Witterungsgeschehen hat im Gegensatz zu den bisher gebräuchlichen Kennzahlen zur Beschreibung der Fremdwassersituation keinen Einfluss. Erst durch Maßnahmen, die in das Abflussgeschehen im Einzugsgebiet eingreifen, ist eine Änderung der an das Kanalnetz



angeschlossenen, fremdwasserrelevanten Fläche möglich. Jede Maßnahme zur Fremdwassersanierung muss dabei auf eine Reduzierung der an das Kanalnetz angeschlossenen dränierenden Flächen abzielen.

Vor diesem Hintergrund ist die an ein Kanalnetz angeschlossene, dränierende Fläche eine optimale Kenngröße für eine Erfolgskontrolle von durchgeführten Maßnahmen. Dieser Ansatz verlangt aber veränderte Auswertemethoden für Fremdwassermessungen unter Berücksichtigung der maßgebenden hydrologischen Prozesse.

Im DWA-M 182 wird ein entsprechender Modellansatz vorgeschlagen, der auf den Untersuchungen von Pecher und Kahrs (2008) basiert (Abbildung 3). Dabei konnten mit einem relativ einfachen Algorithmus sehr gute Ergebnisse erzielt werden, die im Gegensatz zu den Kennzahlen aus den herkömmlichen (deskriptiven) Auswertemethoden eine witterungsunabhängige Beurteilung der Fremdwassersituation erlauben.

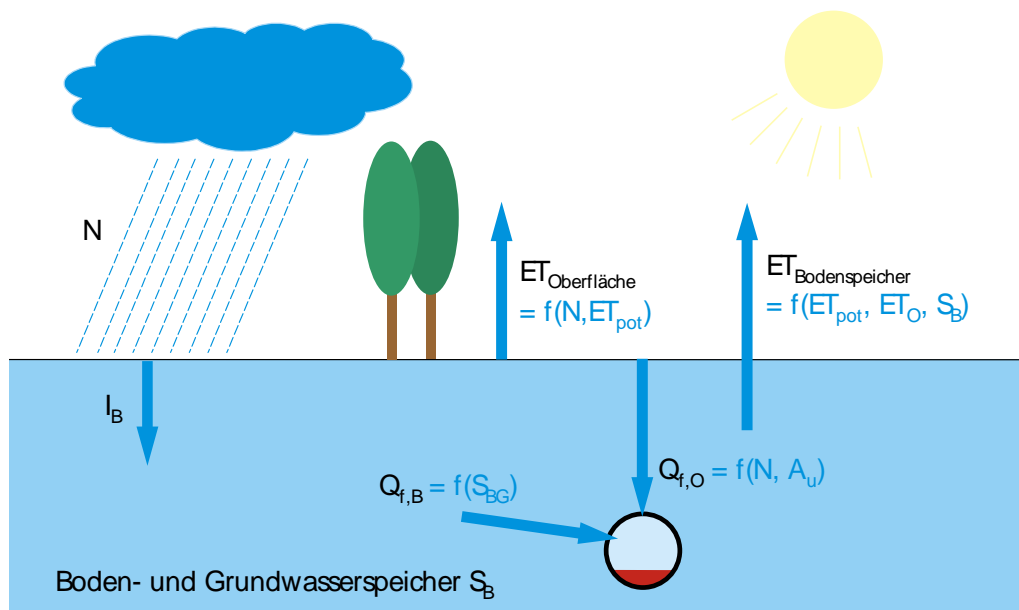


Abbildung 3: Schematische Darstellung eines hydrologischen Speichermodells zur Beschreibung der Fremdwassereffekte (Pecher und Kahrs, 2008) über Niederschlag (N); Evapotranspiration (ET) und Infiltration (I)

Die auf diese Weise ermittelte „fremdwasserrelevante dränierende Fläche“ wurde dabei auch bereits erfolgreich zur Festlegung von Fremdwasserschwerpunktgebieten und zur Erfolgskontrolle von durchgeführten Fremdwassersanierungsmaßnahmen eingesetzt.

Die Ergebnisse aktueller und abgeschlossener Fremdwassersanierungskonzepte zeigen, dass der Planung, Durchführung und Auswertung der Niederschlags-Abflussmessungen eine maßgebliche Bedeutung zukommt und entsprechende Erfahrungen voraussetzt. Nur bei einer entsprechenden Auswahl der Messstellenstandorte im Kanalnetz und einer repräsentativen Niederschlagsmessung können mit den beschriebenen Auswertungsalgorithmen reproduzierbare Ergebnisse erzielt werden.

Zur Festlegung der Fremdwasserschwerpunktgebiete sollten neben der angeschlossenen dränierenden Fläche weitere Kennzahlen herangezogen werden, je nach Einzugsgebiet können dies z. B. sein:

- Dränierende Fläche [ha] bzw. [%] bezogen auf  $A_{EK}$
- Angeschlossene Oberfläche [ha] bzw. [%] bezogen auf  $A_{EK}$
- Mittlerer Fremdwasseranfall für eine ausgewählte Periode [l/E·d]
- Speicherkonstanten der Bodenspeicher des Modells [d]
- Schadensdichte fremdwasserrelevanter Schäden
- Nutzungen im Einzugsgebiet und Gewässer (Gefahr Exfiltration)

Die Speicherkonstanten der Bodenspeicher sind dabei Kenngrößen für betriebliche und hydraulische Beeinflussungen aufgrund des Fremdwassers. Die Kennzahlen sollten über eine Bewertungsmatrix verknüpft und einzugsgebietsweit ausgewertet werden. Zur Festlegung der Schwerpunktgebiete sind ergänzend ggf. rechtliche Anforderungen zu Sanierungsfristen, z. B. in Wasserschutzgebieten, mit zu berücksichtigen. Zur detaillierteren Prüfung und Auswertung der Auswirkungen von Fremdwassersanierungen können darüber hinaus Grundwassermodelle eingesetzt werden (Reichel und Getta, 2008).

## **3 Von der Fremdwasserbestimmung zur Maßnahme**

### **3.1 Maßnahmenplan**

Der Maßnahmenplan zur Fremdwasserreduzierung muss sich an den zuvor festgelegten Zielen orientieren. Bei Festlegung der Ziele spielen neben wasserrechtlichen Anforderungen (u. a. § 55 und § 60 WHG), bauliche und betriebliche Belange des Betreibers und die Leistungsfähigkeit der Misch-, Niederschlags- und Abwasserbehandlungsanlagen eine maßgebende Rolle.

Idealerweise wird ein abgestimmter Maßnahmenkatalog für jedes ermittelte Schwerpunktgebiet erstellt. Hierbei sind die erwarteten Wirkungen den Sanierungs- und Betriebskosten gegenüberzustellen und die Maßnahmen in eine Prioritätenliste einzuordnen.

Hydraulische Sanierungserfordernisse im Netz und geplante Erneuerungen sind aufgrund der allgemeinen Bauzustandsuntersuchung mit zu beachten.

Ein Maßnahmenkatalog muss daher die Einzelmaßnahmen und ihre Kosteneffizienz im öffentlichen und privaten Bereich zusammenfassen, sowie eine Abschätzung der Folgen dieser Maßnahmen (Grundwasseranstieg, alternative Ableitung von Dränagewasser) enthalten.

Eine Fremdwassersanierung wird vielfach mit einer „Abdichtung“ des Kanalnetzes gleichgesetzt. Kosteneffizient lassen sich i. d. R. punktuelle Fremdwasserquellen, wie angeschlossene Bachläufe, fehlerhafte Drosseln an RKB ohne Dauerstau, punktuelle Fremdwasserzutritte an Scherbenbildungen und oberflächlich zufließendes Niederschlagswasser sanieren (s. Kapitel 3.2).

## 3.2 Überblick über technische Maßnahmen

### 3.2.1 Auswahl technischer Maßnahmen

Technische Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung bzw. -sanierung umfassen insbesondere folgende Maßnahmen:

- Abkopplung von fehlangeschlossenen Regenwasser- oder Gewässer-einleitungen, z. B. angeschlossene, abflusswirksame, befestigte und unbefestigte Flächen, Gräben oder Quellen,
- Vermeidung von Fremdwasserzuflüssen über Schachtdeckel in das Schmutzwassernetz, insbesondere in Muldenlagen,
- Prüfung und Instandsetzung fehlerhafter Drosselanlagen bzw. Überprüfung aller „gezielten“ bzw. bekannten Verbindungen zwischen Regen- und Schmutzwassernetz,
- Optimierung der Drosseleinstellungen im Gesamteinzugsgebiet zur Reduktion der Emissionen aus dem Entwässerungssystem,
- Umsetzung einer (verschmutzungsabhängigen) Kanalnetzsteuerung zur Sanierung fremdwasserbehafteter Netzteile und Bauwerke,
- Beseitigung von unerlaubten Dränagewasseranschlüssen,
- Erweiterungen oder verfahrenstechnische Anpassungen des Kläranlagenbetriebs,
- Beseitigung von Undichtheiten im Rahmen einer Kanal- und Schachtsanierung durch Reparatur, Renovierung oder Erneuerung.

Eine Zusammenfassung technischer Maßnahmen mit Hinweisen zu Vor- und Nachteilen findet sich in Hennerkes (2006). Insbesondere vor einer flächendeckenden Kanalsanierung sind Auswirkungen auf die Grundwasserstände zu untersuchen. Je nach Einzugsgebiet sind ggf. alternative Dränagesysteme zu erstellen oder das vorhandene Netz bleibt zur Dränagewasserableitung erhalten und es erfolgt der Bau eines neuen Schmutzwassernetzes.

### 3.2.2 Berücksichtigung von Fremdwasser in zukunftsfähigen Planungen

Die heute betriebenen Entwässerungssysteme dienen in der Praxis häufig der Ableitung der folgenden Abflüsse:

- Schmutzwasser,
- verschmutztes, d. h. behandlungspflichtiges Niederschlagswasser,
- unverschmutztes Niederschlagswasser und
- Dränagewasser.

Es stellt sich daher die Frage, in welcher Weise die bestehenden Trenn- und Mischsysteme optimiert bzw. zukünftige Systeme konzipiert werden müssen. Hierbei sollten die Systeme den heute vorhandenen Entwässerungskomfort unter dem Aspekt Klimawandel auch zukünftig sicherstellen (Pecher und Hoppe, 2011). Die Systeme sollten eine einfache Systemstruktur zur Vermeidung von Fehlan Schlüssen aufweisen. Beengte Platzverhältnisse im urbanen Bereich und wirtschaftliche Zwänge lassen nur Systeme mit zwei Entwässerungspfaden zu, die ggf. abschnittsweise durch einen dritten Entwässerungspfad ergänzt werden. Auf Basis der im DWA-M 182 (Kapitel 11) vorgeschlagenen Systeme sind folgende Varianten denkbar:

In Entwässerungssystemen, die heute im Trennsystem betrieben werden, wird der Regenwasserkanal zukünftig vorrangig zur Ableitung des unverschmutzten Niederschlagswassers genutzt. Die Niederschlagswasserabflüsse von verschmutzten Oberflächen werden vorrangig dezentral, z. B. in Filterschachtanlagen, vor der Einleitung in den gemeinsamen Regenwasserkanal gereinigt. Alternativ wird ein separater Kanal zur Ableitung des verschmutzten Niederschlagswassers vorgesehen, oder eine zentrale Behandlung erfolgt bei hohem Fremdwasserabfluss auf Grundlage einer verschmutzungsabhängigen Steuerung. In diesem Fall wird in Trockenphasen das unverschmutzte Fremdwasser an der Anlage (z. B. RKB oder Bodenfilter) vorbei in den Vorfluter geleitet und nur verschmutztes Niederschlagswasser der Anlage zugeleitet (Abbildung 4 sowie Hoppe et al., 2010).

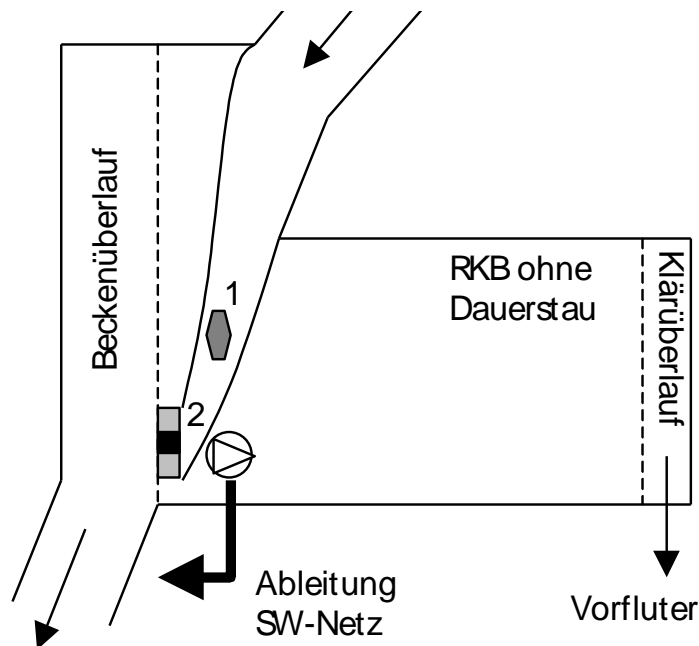


Abbildung 4: Nachrüstung einer verschmutzungsabhängigen Steuerung für ein RKB oD mit hohen Fremdwasserzuflüssen (1 – Photometersonde; 2 – gesteuerter E-Schieber)

In Kanalisationen, die heute im Mischsystem betrieben werden, wird ausgehend von den Fremdwasserschwerpunktgebieten ein neuer Dränage- und Niederschlagswasserkanal gebaut, an den sukzessive vorhandene Dränagen und unverschmutztes Niederschlagswasser angeschlossen werden.

### 3.2.3 Sanierungen, Dränagen und „Bestandsschutz“

Im Unterschied zum Baurecht gibt es im deutschen Wasserrecht keinen „Bestandsschutz“. Eine wasserrechtliche Erlaubnis ist jederzeit widerrufbar und steht außerdem unter dem Vorbehalt, dass nachträglich zusätzliche Anforderungen an die Beschaffenheit einzubringender oder einzuleitender Stoffe gestellt werden (u. a. § 13, 18, 54 WHG). Im Übrigen dürfen Abwasseranlagen nur nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik errichtet, betrieben und unterhalten werden (§ 60 WHG).

Greifen die örtlichen Abwassersatzungen den Abwasserbegriff in § 54 WHG auf, ist Fremdwasser hiernach vor Einleitung in die öffentliche Abwasserentsorgungseinrichtung kein Abwasser. Dies gilt dement-

sprechend z. B. auch für Dränagewasser von privaten Grundstücken. Es besteht kein Anspruch des Anschlussnehmers darauf, Grundwasser als Dränagewasser in die öffentlichen Abwasseranlagen einleiten zu dürfen (Queitsch, 2010; Städte- und Gemeindebund, 2010).

Wird im Rahmen der Fremdwassersanierung die Dränagewasserab-  
leitung neu geregelt, sollte unbedingt geprüft werden, ob sich unter  
Umwelt- und Kosten- und Rechtsaspekten alternative Ableitungssysteme  
umsetzen lassen (Pecher, 2008).

## **4 Beispiel Fremdwassersanierungskonzept Wuppertal**

### **4.1 Ausgangssituation und Konzept**

Erste Auswertungen vorhandener Mess- und Betriebsdaten und Beob-  
achtungen des Kanalbetriebs der Wuppertaler Stadtwerke Energie &  
Wasser AG (WSW) ließen schon in der Vergangenheit auch für das  
Wuppertaler Kanalnetz räumlich differenzierte Fremdwasserschwer-  
punkte vermuten.

Die WSW hat sich vor einigen Jahren daher entschlossen, ein stadt-  
gebietsweites Fremdwassersanierungskonzept zu entwickeln und um-  
zusetzen. Die erste Phase zur Identifizierung der Schwerpunktgebiete  
wurde in den Jahren 2008 bis 2010 durchgeführt. Derzeit werden hierauf  
aufbauende Detailuntersuchungen und Sanierungsplanungen bearbeitet.

Ziel des Vorhabens ist die ganzheitliche Sanierung der privaten und  
öffentlichen Kanalisationssysteme in Fremdwasserschwerpunktgebieten.  
Diese umfasst:

- Die Grundlagenermittlung und Datenanalyse für das gesamte Stadt-  
gebiet Wuppertals aufgeteilt in fünf Bearbeitungsgebiete,
- die Identifikation von Fremdwasserschwerpunkten,

- die Erfassung und Darstellung von Teileinzugsgebieten, in denen wasserwirtschaftliche Probleme/Missstände durch das erhöhte Fremdwasseraufkommen auftreten,
- die Ermittlung von witterungsunabhängigen Kennzahlen zur Analyse und Bewertung der Fremdwassersituation im Stadtgebiet,
- den Aufbau und Betrieb eines Managementsystems auf Basis eines GIS-Systems zur Sicherstellung einer zielgerichteten und langfristigen Sanierung von fremdwasserbehafteten Systemen und
- ein übergeordnetes Konzept zur weiteren Vorgehensweise in den Fremdwasserschwerpunktgebieten. Dieses berücksichtigt neben den hydraulischen und baulichen Sanierungserfordernissen speziell den Fremdwasseranfall und gewährleistet damit nachhaltige Investitionen.

Die Fremdwassersanierung im Stadtgebiet von Wuppertal ist in drei Stufen untergliedert:

- Phase I: Bestandsaufnahme und Festlegung von Fremdwasserschwerpunktgebieten für das gesamte Wuppertaler Stadtgebiet
- Phase II: Durchführung von detaillierten Untersuchungen und Erarbeitung eines Planungskonzeptes für konkrete Sanierungsmaßnahmen innerhalb der Fremdwasserschwerpunktgebiete
- Phase III: Umsetzen der Maßnahmen und Erfolgskontrolle

## **4.2 Analyse im Einzugsgebiet und Messprogramm**

Im Rahmen der Grundlagenermittlung wurden u. a. die umfangreichen Messdaten aus stationären Messungen der WSW an 18 Regenbecken und 47 Pumpwerken (Abbildung 5) hinsichtlich des Fremdwasseranfalls ausgewertet.

Zudem wurde von dem Kanalbetrieb der WSW eine zweijährige N-A-Messkampagne mit insgesamt mehr als 30 Durchflussmessstellen im Schmutzwassernetz und 12 Niederschlagsstationen durchgeführt.



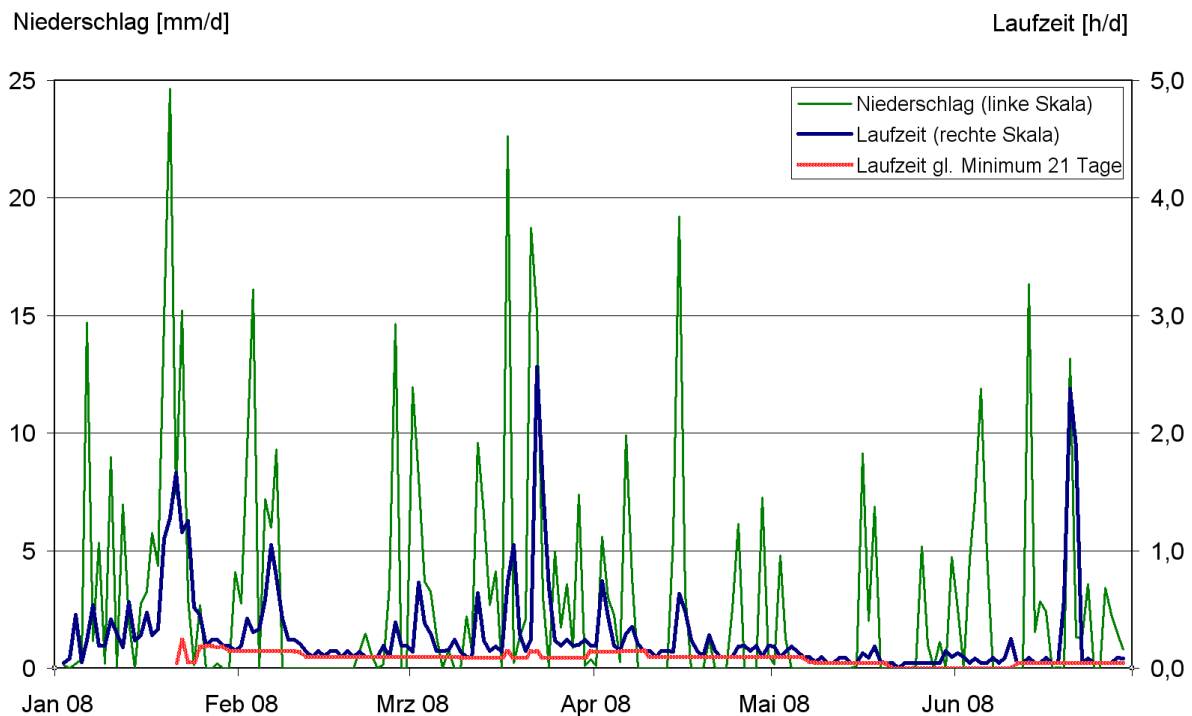


Abbildung 5: Niederschlag und Pumpenlaufzeiten an einem von 47 Pumpwerken für den Zeitraum Januar bis Juni 2008.

Das Messdatenmanagement orientiert sich dabei an aktuellen Arbeiten der DWA-AG ES-1.9 zum M-151 und stellte dabei einen reibungslosen Datenaustausch zwischen allen beteiligten Bearbeitern sicher.

Die Daten bildeten die Grundlage der hydrologischen Fremdwassermodelle. Ergänzend wurden die stadtgebietsweit vorliegenden Schadensbewertungen hinsichtlich der Fremdwasserrelevanz bewertet und in die Auswertungen miteinbezogen.

### 4.3 Ermittlung von Schwerpunktgebieten

Die Bewertung der Messstelleneinzugsgebiete und Festlegung der Schwerpunktgebiete (Abbildung 6) erfolgte mittels einer Bewertungsmatrix, in der folgende Kennzahlen berücksichtigt wurden, die mit dem hydrologischen Fremdwassermodell ermittelt wurden:

- Dränierende Fläche (Anteil in % der dränierenden Fläche des jeweiligen Klärwerks),
- Angeschlossene Oberfläche (Anteil in % von  $A_{EK}$ ),

- Fremdwasseranfall (Monatsmittelwert 2004 bis 2008 in l/E·d) und
- Speicherkonstante des Bodenspeichers (Reaktionszeit in d).

Fremdwasserschwerpunktgebiete, die in nachfolgenden Projektphasen vorrangig detailliert zu untersuchen sind, liegen in der Mehrzahl in den Randlagen des Stadtgebiets. Einen Schwerpunkt bilden dabei östliche, nördliche und südliche Randlagen. Einzugsgebiete im Westen des Stadtgebietes sind etwas unkritischer zu bewerten.

Eine vergleichbare Priorisierung erfolgte für die 47 Pumpwerkseinzugsgebiete auf Grundlage der Messdatenauswertung.

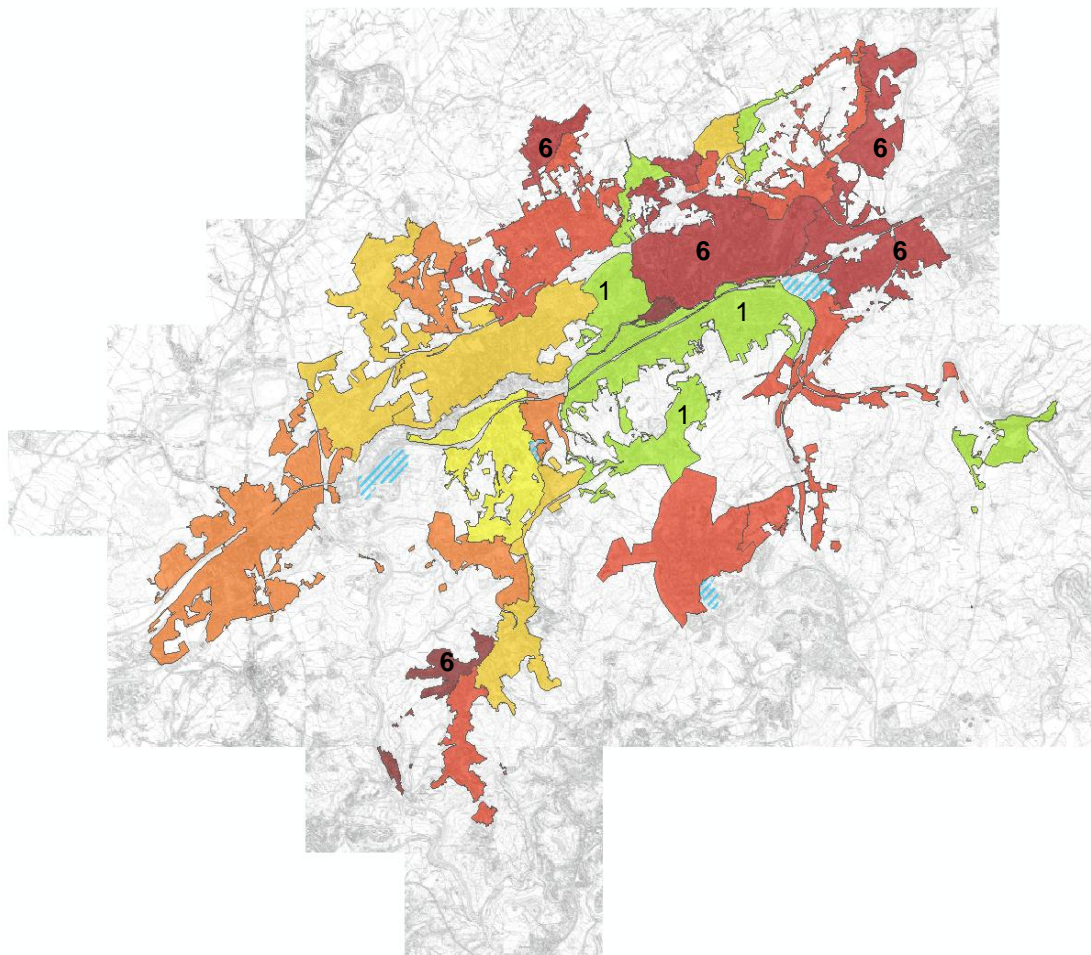


Abbildung 6: Darstellung der Fremdwasserrelevanz der Teileinzugsgebiete im Stadtgebiet von Wuppertal (mit grün (1) = geringe Relevanz bis rotbraun (6) = hohe Relevanz, blau schraffiert = keine Modellaussage möglich)

Neben der Messdatenbewertung wurden die Dichteverteilungen der Schadensbefunde relativ zur Gebietsgröße einerseits und Länge des Schmutz- und Mischwasserkanalnetzes andererseits zum Vergleich der Modellergebnisse herangezogen.

Die Dichteverteilung von Haltungsschäden pro Flächeneinheit ist eine Funktion der Haltungsdichte und hängt damit vom Grad der abwassertechnischen Erschließung ab. Innerstädtische Bereiche weisen daher höhere Schadensdichten auf als Gebiete in Randbereichen und im ländlichen Raum.

Lediglich zwei der elf kritischen Fremdwasserschwerpunktgebiete, die sich aus der Modellierung ergaben, zählen gleichzeitig zu den 11 Gebieten mit der höchsten Schadensdichte bezogen auf die Haltungslänge. Dies legt die Vermutung nahe, dass in Wuppertal Haltungsschäden im öffentlichen Hauptkanal in der Regel nur eine untergeordnete Rolle für die Fremdwasserproblematik spielen und punktuelle Quellen sowie eintretendes Niederschlagswasser maßgebend sind.

#### **4.4 Weiteres Vorgehen**

Ziel der aktuellen Projektphase ist die konkrete Ermittlung der lokalen Fremdwasserquellen und der Entwurf von Sanierungsmaßnahmen sowie auch die Berücksichtigung der Hausanschlussleitungen. Hierzu sind folgende Teilschritte vorgesehen bzw. bereits durchgeführt worden:

- Planung und Durchführung von fremdwassergerechten Abflussmessungen, TV- und Nebeluntersuchungen (bis 05.2011)
- Topographische Untersuchungen (01.2011-12.2011)
- Untersuchung möglicher Zuflüsse von Gewässern, der Auenbereiche und der Überflutungsflächen (01.2011-12.2011)
- Detailauswertung der Schadensauswertungen (01.2011-12.2011).

Neben den fachlichen Gesichtspunkten zum weiteren Vorgehen innerhalb der bisher abgegrenzten Schwerpunktgebiete, sind auch organisatorische Randbedingungen berücksichtigt worden. Hierzu gehören ins-

besondere die derzeit laufenden Planungen zur generellen Entwässerungsplanung (GEP).

Hinsichtlich der Sanierung von Hausanschlussleitungen und der Fördermöglichkeiten sind die Dichtheitsprüfungen bzw. die Auswertungen der Ergebnisse zu koordinieren und Satzungsänderungen erforderlich. Die Bürgerinnen und Bürger Wuppertals sollten über das Fremdwasser-sanierungskonzept und die wasserwirtschaftlichen Ziele frühzeitig informiert und in die geplanten und umzusetzenden Maßnahmen eingebunden werden.

## **5 Zusammenfassung und Ausblick**

Immer mehr Netzbetreiber stellen sich den Herausforderungen, die hohe Fremdwasserabflüsse für Kanalnetz, Kläranlage und Gewässer mit sich bringen können. Dabei zeigt sich, dass nur eine einzugsgebietsweite Betrachtungsweise eine kosteneffiziente Vorgehensweise sicherstellt. Erste Erfolge lassen sich insbesondere durch die Sanierung punktueller Quellen und betrieblicher Defizite erzielen. Im Rahmen der Abdichtung der Kanalnetze müssen Lösungen zur effizienten Dränagewasser-ableitung entwickelt werden. Die DWA-Arbeitsgruppe ES-1.3 hat hierzu im Merkblatt 182 umfangreiche Hinweise zusammengestellt.

Entscheidend ist schon im Vorfeld der Planungen der Fremdwasser-sanierung eine kritische Auseinandersetzung mit den Auswirkungen des erhöhten Fremdwasseranfalls, den Konsequenzen der Beseitigung und Entwicklung alternativer Ableitungssysteme. Diese Überlegungen sollten in objektive Zielvorgaben münden, die über witterungsunabhängige Kennzahlen zum Fremdwasseranfall, z. B. auf Basis hydrologischer Fremdwassermodelle, beschrieben werden.

Die Ergebnisse aktueller und abgeschlossener Fremdwassersanierungskonzepte, die derzeit u. a. für das gesamte Stadtgebiet Wuppertal durchgeführt werden, zeigen dabei, dass der Planung, Durchführung und Auswertung der Niederschlags-Abflussmessungen eine maßgebliche Bedeutung zukommt und entsprechende Erfahrungen voraussetzt. Nur bei einer entsprechenden Auswahl der Messstellenstandorte im Kanal-

netz, einer repräsentativen Niederschlagsmessung und zuverlässigem Datenmanagement können mit den beschriebenen Auswertungs-  
algorithmen reproduzierbare Ergebnisse erzielt werden.

## 6 Literatur

- DIN (2008). DIN EN 752:2008 Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden. Beuth Verlag, Berlin.
- DWA (2010). DWA-M 182: Fremdwasser in Entwässerungssystemen (Entwurf). Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef. ISBN 978-3-941897-57-1.
- Hennerkes J. (2006). Reduzierung von Fremdwasser bei der Abwasser-entsorgung. Dissertation. Aachener Schriften zur Siedlungsentwässerung. Band 10. Gesellschaft zur Förderung des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft. ISBN 978-3-938996-03-4.
- Hoppe H. (2006). Unsicherheiten von Grundlagendaten im Rahmen integrierter Planungen urbaner Abwasserentsorgungssysteme, Ruhr-Universität Bochum, Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft Bochum, Band 51. ISBN 3-9810255-1-2.
- Hoppe H., Messmann S., Sosinka K., Grüning H., Koll R. und Gigl T. (2010). Verschmutzungsabhängige Kanalnetzsteuerung - Planung, Betriebserfahrungen und Kosten. Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft, Band 204, S.115 - 133. ISBN978-3-8356-3208-0.
- MUNLV (2004). Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren. RdErl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW - IV-9 031 001 2104 - vom 26.5.2004.
- MUNLV (2009). Fremdwassersanierungskonzepte - Beschreibungen zur Aufstellung von Mindestinhalten (Entwurf, Version 3.0). Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, NRW.
- Pecher K.H. (2005). Erfahrungen bei der Umsetzung der Fremdwassersanierung, Schriftenreihe Gewässerschutz - Wasser - Abwasser, Bd. 198, Gesellschaft zur Förderung der Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen e.V., Aachen, S. 41/1 - 41/15.
- Pecher K.H. (2008). Sanierung der öffentlichen Mischkanalisation bei erforderlicher Dränagewasserableitung. Schriftenreihe Gewässerschutz - Wasser - Abwasser, Bd. 211, Gesellschaft zur Förderung der Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen e.V., Aachen, S. 40/1 - 40/12.

- Pecher K.H. und Kahrs D. (2008). Vorschlag für eine Methode zur objektiven Beurteilung der Fremdwassersituation eines Einzugsgebietes, KA – Korrespondenz Abwasser, Abfall, Jg. 55, Nr. 1, S. 33 – 38.
- Pecher K.H. und Hoppe H. (2009). Erfolgskontrolle im Rahmen der Fremdwassersanierung. Abwasserreport 2.09, Kommunal- und Abwasserberatung NRW, S. 4 - 7.
- Pecher K.H. und Hoppe H. (2011). Künftige Bemessung von Kanalisationen. Korrespondenz Abwasser Abfall (58), Nr. 2, S. 121 – 127.
- Reichel F. und Getta M. (2008). Grundwassermodelle als Werkzeug zur Fremdwassersanierung. Korrespondenz Wasserwirtschaft 12/2008, S. 666-671.
- Städte- und Gemeindebund (2010). Muster einer Abwasserbeseitigungssatzung (Entwässerungssatzung) Stand: 30.April 2010. Städte- und Gemeindebund NRW.
- Queitsch P. (2010). WHG - Kommentar. Wellmann/Queitsch/Fröhlich Kommunal- und Schul-Verlag. 1. Auflage 2010. ISBN 978-3-8293-0895.
- WHG (2009) Wasserhaushaltsgesetz -Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts vom 31. Juli 2009 BGBl. I Nr. 51 vom 06.08.2009 S. 2585; 11.08.2010 S. 1163.

**Korrespondenz an:****Dr.-Ing. Holger Hoppe**

Dr. Pecher AG

Klinkerweg 5, D-40699 Erkrath

Tel.: +49 (0)2104 9396-0

Fax: +49 (0)2104 33153

E-Mail: [holger.hoppe@pecher.de](mailto:holger.hoppe@pecher.de)