

**Institut für Siedlungswasserwirtschaft (ISWW) - Universität Karlsruhe (TH)**

---

**Steffen Lucas**

**Auftreten, Ursachen und Auswirkungen hoher Fremdwasserabflüsse –  
eine zeitliche und räumliche Analyse**

---

Universität Karlsruhe (TH)  
Institutsverlag Siedlungswasserwirtschaft, Karlsruhe  
Schriftenreihe des ISWW - Band 115 - Karlsruhe 2003

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>DEFINITION, URSACHEN, AUSWIRKUNGEN VON FREMDWASSER</b>	<b>13</b>
2.1	Der Begriff Fremdwasser .....	13
2.2	Herkunft von Fremdwasser .....	16
2.3	Auswirkungen von Fremdwasser .....	18
2.3.1	Kanalstränge .....	19
2.3.2	Pumpwerke .....	20
2.3.3	Bauwerke zur Regenwasserbehandlung .....	20
2.3.4	Retentionsbodenfilter zur Regenwasserbehandlung .....	22
2.3.5	Kommunale Kläranlagen .....	23
2.4	Bisherige Berücksichtigung des Fremdwassers in der Planungspraxis .....	25
2.5	Fremdwasser und Abwasserabgabe .....	26
<b>3</b>	<b>METHODEN ZUR ERMITTLUNG VON FREMDWASSER</b>	<b>28</b>
3.1	Jahresschmutzwasser-Methode .....	29
3.2	Nachmessungsmethode .....	30
3.3	Chemische Methode .....	30
3.4	Methode des gleitenden Minimums .....	31
3.5	Bewertung der Verfahren .....	32
<b>4</b>	<b>DIE FREMDWASSERBELASTUNG DER KLÄRANLAGEN</b>	<b>35</b>
4.1	Auswertung von Daten des Statistischen Landesamtes .....	35
4.1.1	Die Datenbasis .....	36
4.1.2	Wie viel und wie verbreitet ist „viel“ Fremdwasser? .....	37
4.1.3	Auswertung nach Kläranlagen-Größenklassen .....	40
4.1.4	Zusammenfassende Bewertung .....	42
4.2	Auswertung mit der Methode des gleitenden Minimums .....	43
4.2.1	Die Datenbasis .....	43
4.2.2	Höhe und zeitliche Variabilität des Fremdwasserzuschlages .....	47
4.2.3	Auswertung nach Kläranlagen-Größenklassen .....	51
4.3	Vergleich beider Auswertungen .....	53
<b>5</b>	<b>POTENTIELLE URSACHEN FÜR „ZU VIEL“ FREMDWASSER</b>	<b>62</b>
5.1	Auswertung von Daten des Statistischen Landesamtes .....	64
5.1.1	Einfluss der Kanalnetzlänge .....	64
5.1.2	Einfluss des Entwässerungssystems (Misch-/Trennsystem) .....	69
5.1.3	Gemeinsamer Einfluss von Kanalnetzlänge und Kanalisationsart .....	73
5.2	Auswertung nach der Methode des gleitenden Minimums .....	75

<b>6</b>	<b>REGIONALISIERUNG VON FREMDWASSER</b>	<b>79</b>
6.1	Die Naturräume Baden-Württembergs.....	80
6.2	Wasserhaushalt und Abflussvorgänge in Böden .....	84
6.3	Regionale Verteilung von Fremdwasser .....	87
6.3.1	Bodenwasserregimes .....	89
6.3.2	Grundwassereinheiten und Naturräume .....	92
6.3.2.1	Odenwald .....	92
6.3.2.2	Schwarzwald .....	93
6.3.2.3	Gäulandschaften .....	94
6.3.2.4	Keuperbergland.....	94
6.3.2.5	Alpenvorland .....	94
6.3.2.6	Schwäbische Alb mit Vorland.....	94
6.3.2.7	Oberrheinebene .....	95
6.3.2.8	Zusammenfassung.....	95
6.3.3	Weitere potentielle Fremdwasserursachen.....	97
6.3.3.1	Grundwasserbedingtes Fremdwasser.....	97
6.3.3.2	Verteilung und Intensität der Niederschläge .....	102
6.3.3.3	Potentielle Verdunstung .....	105
6.3.3.4	Relief und Geländehöhe.....	106
6.4	Grenzen von großräumigen Interpretationen .....	109
6.5	Zusammenfassung.....	114
<b>7</b>	<b>FREMDWASSER INNERHALB VON KANALNETZEN</b>	<b>117</b>
7.1	Auswirkungen in Trennkanalisationen .....	117
7.2	Auswirkungen in Mischkanalisationen .....	118
7.3	Fremdwasser in Regentlastungsanlagen.....	120
7.3.1	Messungen an Regentlastungsanlagen.....	120
7.3.2	Auswirkungen von Mischwasserentlastungen .....	123
7.4	Exemplarische Fremdwasseranalyse eines Einzugsgebietes .....	125
7.4.1	Entlastungsverhalten der Regenüberlaufbecken .....	128
7.4.2	Bewertung der Entlastungsdauern.....	130
7.4.3	Regionalisierung der Entlastungsdauern .....	135
7.4.3.1	Spezifische Volumina der Regenüberlaufbecken.....	138
7.4.3.2	Spezifische Drosselabflüsse der Regenüberlaufbecken.....	140
7.4.3.3	Hydrogeologische Randbedingungen .....	142
7.4.3.4	Kleinräumige Ursachen .....	144
7.5	Folgen für Abflussmodelle und -simulationen .....	145
7.6	Ergebnisse und Konsequenzen .....	146
<b>8</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>149</b>

---

<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>154</b>
<b>ANHANG:</b> Formblatt zur Fremdwasserermittlung der ATV-DVWK Landesgruppe Baden-Württemberg	<b>163</b>
Quantitative Verteilung der Fremdwasserzuschläge in den acht Natur- räumen Baden-Württembergs	<b>164</b>
<b>SCHRIFTENREIHE des Institutes für Siedlungswasserwirtschaft</b>	

# 1 Einleitung

Fremdwasser ist neben dem Schmutz- und Regenwasser einer von drei Bestandteilen des Abwassers. Der „fremde“ Aspekt ergibt sich aus dem unerwünschten Auftreten und der meist unbekanntem Herkunft. Bekannt ist dagegen, dass Fremdwasser für Entwässerungssysteme eine erhebliche hydraulische Belastung darstellen kann. Diese Belastung betrifft grundsätzlich alle baulichen Anlagen zur Ableitung von Abwasser, insbesondere aber auch diejenigen mit Reinigungsaufgaben, z. B. Regenüberlaufbecken und Kläranlagen. Lang anhaltende Fremdwasserzuflüsse bewirken bei entsprechender Intensität, dass einzelne Komponenten eines Entwässerungssystems der ihnen zugedachten Funktion nur noch zeitweise oder eingeschränkt nachkommen können. In der Folge lässt die Effizienz von Anlagen zur Abwasserreinigung nach, was wiederum unmittelbar die Qualität der Vorfluter beeinflusst. Insofern können erhöhte Fremdwasserabflüsse indirekt dazu führen, dass sich angestrebte Gewässerschutzziele erheblich schwerer oder gar nicht erreichen lassen.

Über die qualitativen Auswirkungen auf den Gewässerschutz hinausgehend weist der Themenkomplex Fremdwasser auch wirtschaftliche Aspekte auf. Beispielsweise entstehen zusätzliche Kosten für den Transport. In Hebe- und Pumpwerken steigt der Energieverbrauch, um die größeren Wassermengen zu bewältigen. Zudem können sich in Abhängigkeit der Rechtsgrundlagen in einzelnen Ländern Deutschlands spürbar nachteilige Konsequenzen im Hinblick auf die zu entrichtende Abwasserabgabe ergeben. Vor dem geschilderten Hintergrund wird Fremdwasserproblemen in der Siedlungswasserwirtschaft zunehmend mehr Bedeutung beigemessen.

Fremdwasser ist insgesamt kein neues Thema in der Siedlungsentwässerung. Es ist allerdings erst seit einigen Jahren in den Blickpunkt der Betreiber von Kanalisationsnetzen gerückt. Woran liegt das? Im Lauf der Jahrzehnte haben sich die wasserwirtschaftlichen sowie die politischen Zielsetzungen gewandelt. Das Interesse an ökologischen Zusammenhängen ist gewachsen. Mit dem Auftreten von Seuchen entwickelte sich historisch die Kenntnis um Hygiene- und Gesundheitsaspekte von Abwasser. Das Bestreben bestand zu dieser Zeit folgerichtig in der sicheren Sammlung und Ableitung des gefährlichen Fluides aus Siedlungsgebieten (Hahn, 1997). Differenzierungen nach der Herkunft oder dem Verschmutzungsgrad gab es nicht. Die damalige Zielsetzung bedingte, dass auch Abflüsse die aus heutiger Sicht dem Fremdwasserbegriff zuzuordnen sind, bewusst und planmäßig in die Kanalisation eingeleitet wurden.

Erst mit der Einführung von Abwassergebühren und den damit verbundenen monetären Aspekten wurden Maßnahmen zur Reduktion von Abflüssen in Kanalnetzen att-

raktiv. Seit 1976 fordert das Abwasserabgabengesetz (2001) eine Umweltabgabe für das Einleiten schädlichen Abwassers, die an die Länder zu entrichten ist. Die Abgabe soll für den Einleiter ein wirtschaftlicher Anreiz sein, Abwasser zu vermeiden, den Verschmutzungsgrad des Abwassers zu verringern oder eine eigene Abwasserreinigung zu schaffen (ADI, 2001). Seit diesem Zeitpunkt wird Fremdwasser von den Betreibern als eine unerwünschte Abflusskomponente wahrgenommen, die nicht nur betriebliche Probleme, sondern darüber hinaus auch erhebliche Kosten verursachen kann. Parallel zu dem neuen Kostenbewusstsein verstärkten sich die Bestrebungen, Fremdwasserabflüsse zu verringern.

Das Wissen um die Existenz von Fremdwasser - im Sinne von unerwünschten Abflüssen in der Kanalisation, deren exakte Menge und Herkunft in der Regel nicht bekannt ist - reicht schon einige Jahrzehnte zurück. Allerdings beschränkte es sich lange Zeit auf die Tatsache, dass solche Abflüsse in nahezu jedem Abwasserkanal auftreten. Für die Dimensionierung genügte traditionell ein pauschaler Zuschlag zum Schmutzwasserabfluss, um gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik das Problem Fremdwasser zu berücksichtigen. Erst in den letzten Jahren wurden – bedingt durch neue Erkenntnisse über die Auswirkungen von Mischwassereinleitungen auf Gewässer, durch Forderungen zur Ausweisung von Frachtwirkungsgraden auf Kläranlagen sowie durch finanzielle Anreize von Seiten der Abwasserabgabe – weitergehende Untersuchungen in Angriff genommen. Dabei sind insbesondere die langjährigen und saisonalen Schwankungen des Fremdwasseranfalls in den Blickpunkt des Interesses gerückt.

Die in diesem Kontext durchgeführten Forschungsstudien stützen sich meist auf einzelne, bewusst ausgewählte Bauwerke der Siedlungswasserwirtschaft. In der Regel werden in konkreten Fallbeispielen die dortigen Fremdwasserabflüsse quantitativ ausgewertet und beurteilt. Seltener wird über qualitative Auswirkungen wie beispielsweise Verdünnungseffekte und deren Konsequenzen berichtet. Die gewählten Fallbeispiele zeigen häufig außerordentlich extreme Situationen auf. Sie vermitteln Eindrücke von Fremdwasserproblemen an hydraulisch unerwartet hoch belasteten Bauwerken. Wie ist jedoch die Repräsentativität dieser Einzelergebnisse einzustufen? Welche Bedeutung kommt dem Fremdwasserproblem in der Fläche zu? Handelt es sich bei den dargestellten Beispielen um außergewöhnliche Einzelfälle oder hat eine nennenswerte Anzahl der bestehenden Entwässerungsnetze mit „zu viel“ Fremdwasser zu kämpfen?

In der vorliegenden Arbeit wird der Frage nachgegangen, wie häufig in der Praxis zu hohe Abflüsse infolge Fremdwasser auftreten. Dazu wird anhand von jährlich gemeldeten, mittleren Fremdwasseranteilen (Daten des Statistischen Landesamtes) eine flächendeckende Untersuchung für das gesamte Land Baden-Württemberg durchge-

führt. Ergänzend zu den Daten des Statistischen Landesamtes wird eine umfangreiche, repräsentative Grundgesamtheit von 128 Kläranlagen in Baden-Württemberg mit dem „Verfahren des gleitenden Minimums“ (Umwelt und Fluidtechnik GmbH UFT, 1998 und Fuchs et al., 2001) ausgewertet. Die Methode erlaubt neben der Interpretation von Jahresmittelwerten auch Aussagen über saisonale Schwankungen des Fremdwasseranfalls. Als Ergebnis entsteht ein detailliertes Bild der Fremdwassersituation in Baden-Württemberg, das sich unter verschiedensten Aspekten analysieren lässt.

Hinausgehend über rein quantitative Darstellungen der Fremdwasserbelastung gestatten die statistischen, sowie die selbst erhobenen Daten die Verifizierung der tatsächlichen Einflüsse potentieller Ursachen auf die Fremdwasserabflüsse kommunaler Kläranlagen. Unter anderem wird in diesem Zusammenhang geprüft, ob sich statistisch Abhängigkeiten der ermittelten Fremdwassermengen von der Kläranlagengröße, der Kanalnetzlänge oder der Art des Entwässerungsnetzes nachweisen lassen. Die Suche nach den entscheidenden Faktoren für „viel“ oder „wenig“ Fremdwasser in einem Entwässerungsnetz führt zur These, dass regionale Unterschiede bei der Belastung der Kläranlagen mit Fremdwasser bestehen könnten. Dahinter steht die Vermutung, dass sich die Umgebung von Entwässerungsnetzen signifikant auf das Fremdwasseraufkommen auswirkt. Die in diesem Kontext durchgeführten Untersuchungen werden durch Verschneidungen der Fremdwasserdaten in einem Geographischen Informationssystem GIS visualisiert.

Abschließend befasst sich die vorliegende Arbeit mit der Fremdwasseranalyse innerhalb von Kanalnetzen. Eine solche ist von Interesse, weil unerwünschte Zuflüsse in ein Entwässerungsnetz nicht unmittelbar vor der Kläranlage, sondern an unbekanntem Orten und in unbekannter Anzahl erfolgen. Die grundsätzlichen Auswirkungen von „viel“ Fremdwasser in Kanalnetzen sind dabei deutlich von denen auf Kläranlagen zu unterscheiden. Insbesondere können hohe Fremdwasserabflüsse starke Entlastungstätigkeiten siedlungswasserwirtschaftlicher Anlagen hervorrufen. Die damit einhergehenden hydraulischen und stofflichen Belastungen können für sensible Vorfluter erhebliche gewässerrelevante Bedeutung erlangen. Im Fokus steht deshalb einerseits die Frage, ob sich die Ergebnisse von auf Kläranlagendaten basierenden, leicht verfügbaren Fremdwasseranalysen ohne beträchtliche Fehler auf gesamte Entwässerungsnetze übertragen lassen. Andererseits sollen die Größenordnungen sowie die Auswirkungen von „viel“ Fremdwasser in Kanalnetzen verdeutlicht werden. Aufgrund der geringen Verfügbarkeit von geeigneten Messdaten erfolgt dies exemplarisch anhand der Auswertung eines einzigen, vorbildlich überwachten Entwässerungsnetzes in Baden-Württemberg. Die Fremdwassersituation wird dabei durch monatliche Entlastungsdauern der Regenbecken im Einzugsgebiet dargestellt. Die Su-

che und Diskussion von Gründen für „viel“ oder „wenig“ Fremdwasser und deren lokales Auftreten innerhalb von Entwässerungsnetzen rundet das Kapitel - analog zur Analyse der Kläranlagendaten - ab.

Das übergeordnete Ziel der vorliegenden Arbeit ist in der Gewinnung neuer Erkenntnisse über die großräumige Dimension „des Fremdwasserproblems“ zu sehen. Dabei sollen typische, charakteristische Merkmale sowie die Auswirkungen von „zu viel“ Fremdwasser in der Siedlungswasserwirtschaft herausgearbeitet werden. Die präsentierten Ergebnisse und daraus abgeleitete Schlussfolgerungen basieren überwiegend auf realen Messwerten von Kläranlagen respektive von Regenüberlaufbecken. Die Rohdaten werden jeweils mit ausgewählten, besonders geeigneten Methoden zur Fremdwasserermittlung ausgewertet. Aus den vorgelegten Resultaten sollten sich insgesamt hilfreiche Hinweise zur Erarbeitung neuer, geeigneter Strategien zum Umgang mit beziehungsweise zur Reduzierung von Fremdwasserproblemen gewinnen lassen.

## 8 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden im Anschluss an eine grundsätzliche Einführung zum Thema Fremdwasser mit einer aktuellen Begriffsdefinition die Bedeutung sowie die potentiellen Auswirkungen unerwünschter Abflüsse in siedlungswasserwirtschaftlichen Anlagen dargestellt. Der Vergleich heute verfügbarer Methoden zur Ermittlung von Fremdwasser führte zur Erkenntnis, dass insbesondere das Verfahren des gleitenden Minimums geeignet erscheint, um Fremdwasseranalysen durchzuführen. Das entscheidende Argument für die Methode ist die Möglichkeit, saisonale Schwankungen im Jahrgang lückenlos darzustellen. Darüber hinaus lässt sich das Verfahren unter geringem Aufwand mit Daten aus in Deutschland flächendeckend vorhandenen Kläranlagen-Betriebstagebüchern anwenden.

Zunächst wurde der Frage nachgegangen, wie vielen Kläranlagen „zu viel“ Fremdwasser zufließt. In diesem Zusammenhang wurden umfangreiche statistische Daten aus Baden-Württemberg ausgewertet. Nach den etablierten Ermittlungsverfahren wiesen 1998 etwa 13 % aller Abwasserreinigungsanlagen im Jahresmittel mehr als 100 % Fremdwasserzuschlag auf. Das kommt nach den geltenden Landesvorschriften einer unzulässigen Verdünnung und Vermischung gleich. Die betroffenen Anlagenbetreiber verlieren ihren Anspruch auf eine Reduzierung der Abwasserabgabe.

In Ermangelung eines rechtswirksamen Grenzwertes für „noch zulässige“ Fremdwasserabflüsse wurde die verwaltungstechnische Marke von 100 % Fremdwasserzuschlag als quantitatives Bewertungskriterium benutzt. Aus den Auswertungen der statistischen Daten ergab sich vor diesem Hintergrund die These, dass 87 % aller Abwasserreinigungsanlagen in Baden-Württemberg nicht „zu viel“ Fremdwasser zufließen würde. Diese Vermutung wurde nachhaltig widerlegt, indem 128 ausgewählte Kläranlagen mit dem Verfahren des gleitenden Minimums ausgewertet wurden. Danach weisen im langfristigen Mittel durchschnittlich 56 % der untersuchten Anlagen mehr als 100 % Fremdwasserzuschlag pro Jahr auf. Die zeitliche Verteilung der monatlichen Fremdwasserzuschläge belegt, dass den Kläranlagen statistisch in jedem zweiten Monat „zu viel“ zufließt.

Werden anstelle von *mittleren jährlichen* kürzere Zeiteinheiten betrachtet die eine Analyse von jahreszeitlichen Schwankungen zulassen, erscheint die Fremdwasserproblematik in zunehmend ungünstigerem Licht. Alle untersuchten Kläranlagen zeigen deutlich ausgeprägte Schwankungen mit vergleichsweise geringen monatlichen -zuschlägen im Sommer und höheren Werten während der Wintermonate. Insbesondere im Frühling treten verbreitet Spitzenwerte von mehreren 100 % auf. Die Ausprägung der jahreszeitlichen Schwankungen legt die Empfehlung nahe, bei Fremd-

wasseranalysen ergänzend zu jährlichen Mittelwerten grundsätzlich auf monatliche -zuschläge zurückzugreifen, um die tatsächlichen hydraulischen Situationen mit Ganglinien lückenlos und realitätsnah wiederzugeben.

Die Fremdwassersituation baden-württembergischer Kläranlagen wird durch die gemeldeten Jahreswerte nur unvollständig und tendenziell zu positiv dargestellt. Eine realitätsnähere Abschätzung der tatsächlichen Verhältnisse verspricht die Auswertung von Kläranlagen mit dem Verfahren des gleitenden Minimums. Die flächendeckend vorliegenden gemeldeten Jahres-Fremdwasserzuschläge können jedoch nicht in zu erwartende mittlere oder maximale Monatsfremdwassermengen, wie sie sich nach dem Verfahren des gleitenden Minimums ergeben, transformiert werden.

Auf der Suche nach den maßgebenden Ursachen für „viel“ Fremdwasser führte die Analyse nach Größenklassen zur Beobachtung, dass sehr große Kläranlagen über 100.000 EW keine extrem hohen Fremdwasserzuschläge von mehreren 100 % aufweisen. Darüber hinaus konnten keine Zusammenhänge zwischen der Größenklasse und der typischen monatlichen Fremdwassermenge einer Kläranlage aufgedeckt werden.

Es ließen sich keine Korrelationen zwischen der Fremdwassermenge einer Kläranlage und der Kanalnetzlänge eines Entwässerungsnetzes beziehungsweise der spezifischen Einwohnerdichte herstellen. Dagegen wirkt sich die Art des Kanalnetzes im Einzugsgebiet erwiesenermaßen auf die Fremdwassermenge im Zulauf einer Kläranlage aus. Der positive Einfluss von zunehmend trennkanalesierten Einzugsgebieten fällt allerdings quantitativ deutlich geringer aus, als es theoretisch zu erwarten wäre. Sowohl in Misch- wie auch in Trennsystemen sind grundsätzlich, zumindest für einzelne Monate, Funktionseinschränkungen oder zeitweise -ausfälle einzelner Bauwerke infolge Fremdwasser nicht mit Sicherheit auszuschließen.

Die nahe liegenden, kleinräumigen Ursachen führten auf der Suche nach Begründungen für „hohe“ Fremdwasserabflüsse in Entwässerungsnetzen zu keinen befriedigenden Resultaten. Deshalb wurde anschließend eine grobskaligere Sicht auf die Fremdwassersituation Baden-Württembergs eingenommen. Die maximalen monatlichen Fremdwasserzuschläge von Kläranlagen wurden mit verschiedenen Karten zur Abbildung der hydrogeologischen Randbedingungen in einem Geographischen Informationssystem GIS verschnitten. Dabei fanden sich eindeutige Belege, dass die Größenordnung der Fremdwasserbelastung einer Kläranlage maßgebend von den vorherrschenden Abflussvorgängen im Einzugsgebiet bestimmt wird. Verschiedene GIS-Verschneidungen verdeutlichen, dass Regionen mit typischerweise „hohen“ beziehungsweise „niedrigen“ -zuschlägen existieren. Die Grenzen orientieren sich stark

an den aus der Geologie bekannten „Naturräumen“, welche sich hauptsächlich in der Gesamtheit ihrer hydrogeologischen Eigenschaften unterscheiden.

Einzelne Einflussfaktoren aus der Gesamtheit der hydrogeologischen Eigenschaften eines Naturraumes wie beispielsweise hohe Grundwasserstände können sich lokal und/oder zeitlich begrenzt signifikant auf Fremdwasserabflüsse auswirken. Bei großräumiger und langfristiger Betrachtung sind sie in der Regel von untergeordneter Bedeutung. GIS-Verschneidungen mit der Geländestruktur über Reliefkarten und digitale Höhenmodelle führen zu brauchbaren Hinweisen, ob in einem Gebiet grundsätzlich mehr oder weniger Fremdwasser zu erwarten ist. Mit zunehmend unruhigerem Gelände treten tendenziell höhere Fremdwasserzuschläge auf.

Insgesamt erscheinen Naturräume und insbesondere Grundwassereinheiten sehr gut geeignet, um regionale Belastungsschwerpunkte im Rahmen großräumiger Fremdwasseranalysen zu lokalisieren. Die Regionalisierung stellt ein taugliches Instrument dar, um tendenziell in einem Naturraum zu erwartende Fremdwasserzuflüsse vorherzusagen. In stark fremdwasserbehafteten Regionen, beispielsweise bei unruhigem Relief und hohen Anteilen von Hangzugwasser beziehungsweise Oberflächenabfluss, sollten Sanierungskonzepte die dort maßgebenden Ursachen unbedingt berücksichtigen. Konkrete Prognosen der hydraulischen Belastung *einzelner* Anlagen innerhalb von Naturräumen sind mit dem Instrument der Regionalisierung nicht zuverlässig möglich. Vor diesem Hintergrund sollten für Fremdwasseranalysen von Einzelbauwerken grundsätzlich Ganglinien - möglichst über mehrere Jahre - erstellt und ausgewertet werden.

Weil eine Kläranlage immer den Endpunkt eines Kanalsystems markiert, wurde geprüft, in wie weit die Ergebnisse dortiger Fremdwasseruntersuchungen repräsentativ für gesamte Einzugsgebiete sein können. Die Konsequenzen von „zu viel“ Fremdwasser in Entwässerungsnetzen sind aus Sicht der Gewässer häufig sehr problematisch. Aufgrund der zu geringen Datendichte für flächendeckende Auswertungen erfolgte eine ausführliche Fremdwasseranalyse anhand eines ausgewählten Entwässerungsnetzes. Dort konnte die Entlastungstätigkeit von sämtlichen Regenüberlaufbecken im Einzugsgebiet über zwei Jahre untersucht werden. Die Entlastungstätigkeit der Bauwerke dient dabei als Indikator für die am Standort vorliegende Fremdwasserbelastung.

Die Überlaufdauern der Regenbecken unterscheiden sich sehr stark. Sie liegen im Untersuchungszeitraum 2001-2002 zwischen wenigen Stunden und etwa 15 Tagen pro Monat. Ähnlich wie für Kläranlagen stellt sich ein typischer saisonaler Verlauf mit Höchstwerten im Winterhalbjahr und geringen Abflüssen im Sommer ein. Zahlreiche Becken schlagen über Monate hinweg nahezu kontinuierlich nur mechanisch gerei-

nigtes Mischwasser in die Vorfluter ab. Die Einstufung in ein aus der Fachliteratur entnommenes Ranking für typische Entlastungsdauern führte zum Ergebnis, dass 13 von 21 RÜB „sehr lange“ Entlastungsdauern aufweisen.

Das untersuchte Einzugsgebiet erscheint aufgrund der monatlichen Entlastungsdauern der Regenüberlaufbecken außergewöhnlich stark mit Fremdwasser behaftet. Die Ganglinie der Fremdwasserzuschläge der zugehörigen Kläranlage deutet im Landesdurchschnitt allerdings lediglich auf eine vergleichsweise „mittlere“ Belastung hin. Insofern ist zu erwarten, dass großräumig eine nennenswerte Anzahl weiterer, zumindest ähnlich stark hydraulisch belasteter Entwässerungsnetze existiert. Dies erscheint wasserwirtschaftlich besonders kritisch, weil die Gesamtemissionen aus der Misch- und Regenwasserbehandlung im Vergleich zu kommunalen Kläranlagen zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Im Gegensatz zu den Auswertungen von Kläranlagendaten führt eine Regionalisierung der monatlichen Entlastungsdauern der Regenbecken innerhalb des untersuchten Einzugsgebietes zu keinem positiven Ergebnis. Die räumliche Verteilung hoch beziehungsweise niedrig mit Fremdwasser belasteter Bauwerke ergibt keinerlei Hinweise auf wirksame Beeinflussungen durch hydrogeologische oder andere Umgebungsbedingungen. Die Entlastungsaktivität der Regenbecken wird statt dessen maßgebend von lokal wirksamen Faktoren wie angeschlossenen Quellen oder Drainagen, Fehlan schlüssen oder tief liegenden Abschnitten der Kanalisation in Verbindung mit hohen Grundwasserständen bestimmt. Eine Vorhersage von potentiell hochbelasteten Kanalabschnitten innerhalb des Einzugsgebietes ist mit dem Instrument der Regionalisierung nicht möglich. Für deren Lokalisierung sind Messkampagnen „vor Ort“ an ausgewählten, diskreten Stellen im untersuchten Kanalnetz meist unerlässlich.

Auswertungen und Analysen von Fremdwasserbelastungen in der Siedlungswasserwirtschaft sollten nach den präsentierten Resultaten grundsätzlich anstelle von mittleren Jahreswerten auf monatliche Belastungswerte zurückgreifen und den jahreszeitlichen Verlauf berücksichtigen. Diese Empfehlung gilt unabhängig davon, ob die hydraulische Situation einer Kläranlage oder die Entlastungsaktivität eines Regenbeckens interpretiert wird. Insbesondere im Hinblick auf Modellrechnungen zur Abschätzung von Emissionen aus Kanalsystemen sollten die tatsächlichen Fremdwasserabflüsse in realistischer Größenordnung vorliegen und entsprechend sorgfältig ermittelt werden.

Die hydraulischen und stofflichen Belastungen der Gewässer infolge erhöhter Fremdwasserabflüsse in der Siedlungswasserwirtschaft können nach den vorliegenden Auswertungen erheblich sein. Bei großräumiger Betrachtung findet sich eine ho-

he Anzahl stark fremdwasserbehafteter Entwässerungsnetze. Die EU-Wasser-rahmenrichtlinie verpflichtet die Mitgliedsstaaten, flächendeckend einen „guten Zustand“ der Gewässer zu erreichen. Vor diesem Hintergrund werden dringend geeignete Strategien und Konzepte zur Verminderung von Fremdwasserabflüssen benötigt. Aus den präsentierten Ergebnissen lassen sich die folgenden Empfehlungen für den künftigen Umgang mit Fremdwasser ableiten:

- Geeignete Bestimmungsmethoden zur realitätsnahen Darstellung der tatsächlichen Fremdwassersituation verwenden, z.B. das Verfahren des gleitenden Minimums für Kläranlagen-Auswertungen
- Ergänzend zu stark aggregierenden Jahresmittelwerten zusätzlich monatliche Fremdwasserbelastungen bestimmen
- Auswertung von langfristigen Ganglinien des monatlichen Fremdwasserzuschlages
- Berücksichtigung der hydrogeologischen Umgebungsbedingungen und der daraus resultierenden Abflussvorgänge bei
  - Prognosen der in einer Region grundsätzlich zu erwartenden Größenordnung von Fremdwasserabflüssen
  - der Erarbeitung von Fremdwasser-Sanierungskonzepten
- Intensivierung der meßtechnischen Überwachung von Bauwerken zur Misch- und Regenwasserbehandlung zwecks realitätsnaher Abschätzung der Abflüsse und Entlastungstätigkeiten innerhalb von Entwässerungsnetzen
- Kritisches Hinterfragen von pauschal angesetzten Fremdwasserspendsen in Planungsgebieten, insbesondere für Modellrechnungen. Zuverlässige Ermittlung von Fremdwasserbelastungen an ausgewählten Punkten innerhalb von Entwässerungsnetzen in der Regel ausschließlich durch geeignete Messungen „vor Ort“ möglich