

# **BILANZIERUNG VON FREMDWASSER**

**Christian Karpf und Peter Krebs**

Institut für Siedlungs- und Industrierwasserwirtschaft, TU Dresden

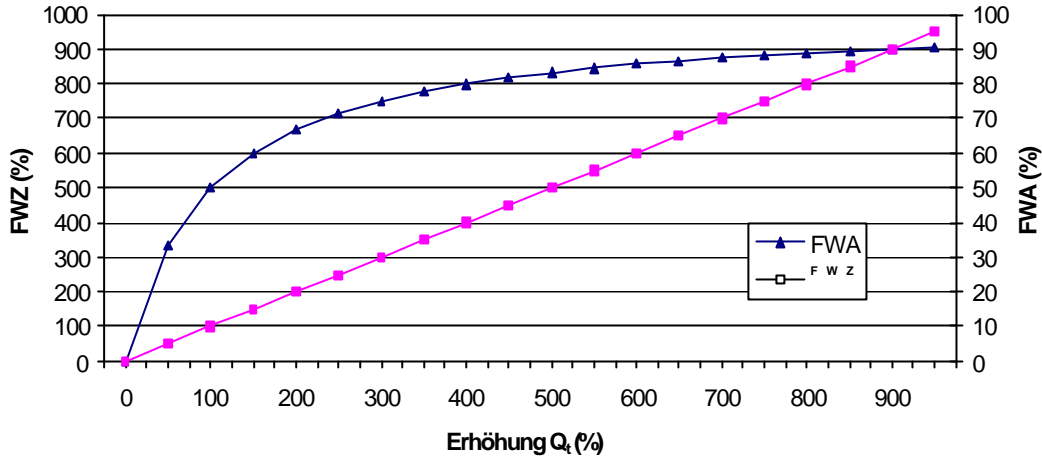
## **1 EINFÜHRUNG**

### **1.1 Definition und Begriffe**

Nach Definition der ATV-DVWK (2003) kann Fremdwasser als das in Abwasseranlagen abfließende Wasser bezeichnet werden, welches weder durch häuslichen, gewerblichen, landwirtschaftlichen oder sonstigen Gebrauch in seinen Eigenschaften verändert noch bei Niederschlägen von bebauten oder befestigten Flächen gezielt gesammelt und eingeleitet wurde. Ferner heißt es, dass Fremdwasser aufgrund seiner Qualität keine Abwasserbehandlung erfordert, sondern diese erschwert und Abwasseranlagen quantitativ unnötig belastet sowie unter dem Aspekt des Gewässerschutzes unerwünscht ist.

Die Definition stützt sich dabei im Wesentlichen auf die europäische Norm DIN-EN 752-1 (1995), die neben der EN1085 (1995), der DIN 4045 (1985) und dem ATV Arbeitsblatt A118 (1977), die breiteste Interpretation des Fremdwasserbegriffes zulässt.

Der Fremdwasseranfall wird in der Literatur und in der Praxis oft auf unterschiedliche Weise dargestellt. In der Regel erfolgt der Bezug des Fremdwasserabflusses auf eine Eigenschaft des Einzugsgebietes. Neben Angaben pro Fläche, Kanallänge oder angeschlossene Einwohner wird Fremdwasser oft als Fremdwasserzuschlag (FWZ) auf den Schmutzwasserabfluss bezogen oder als Fremdwasseranteil (FWA) zum gesamten Abfluss im Kanal ins Verhältnis gesetzt. DECKER (1998) empfiehlt den Gebrauch des Fremdwasserzuschlags, da hierbei im Gegensatz zum Fremdwasseranteil Schmutzwasser- und Fremdwasserabfluss linear zusammenhängen. Besonders bei hohen Fremdwasserabflüssen kann der Gebrauch des Fremdwasseranteils eine Fehlinterpretation bewirken, da geringe Veränderungen des Parameters Fremdwasser - proportional erhöhten Fremdwasserabfluss widerspiegeln. In Abbildung 1 wird dieser Zusammenhang deutlich.



**Abbildung 1:** Fremdwasseranteil (FWA) und Fremdwasserzuschlag (FWZ) als Funktion des gesamten Trockenwetterabflusses bei konstanter Schmutzwassereinleitung.

## 1.2 gesetzliche Grundlagen

In der Gesetzgebung taucht Fremdwasser als Begriff nicht auf. Weder in den auf Bundesebene geltenden Rahmengesetzen, Vorschriften und Verordnungen, wie dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG), dem Abwasserabgabengesetz (AbwAG) oder der Abwasserverordnung (AbwV), noch in den präzisierenden Gesetzen und Vorschriften der Bundesländer, den Landeswassergesetzen und Verwaltungsvorschriften der Länder, ist Fremdwasser als solches benannt (MOCK und NISPEANU, 1994; DECKER, 1998).

DECKER (1998) geht davon aus, dass Fremdwasser, dessen wesentliche Eigenschaft die Verdünnung bzw. Vermischung von Abwasser ist, in gesetzlichen Regelungen durch die Begriffe „Verdünnen“ oder „Vermischen“ behandelt wird. Aus dieser Sichtweise heraus können in einschlägigen Gesetzen und Vorschriften Regelungen zu Fremdwasser ausgemacht werden. So wird im Abwasserabgabengesetz (AbwAG) und in der Abwasserverordnung (AbwV) sowie in verschiedenen Landesgesetzen und -vorschriften die Verdünnung bzw. Vermischung von Abwasser reglementiert.

## 1.3 Umgang mit Fremdwasser

Vielfältige, vorwiegend negative Auswirkungen von Fremdwasser auf den Betrieb von e den Vorfluter werden bei DECKER (1998), MICHALSKA und PECHER (2000) sowie KROISS und PRENDEL (1996) detailliert beschrieben.

Als positiver Aspekt können die durch Fremdwasserinfiltration erhöhten Schleppspannungen und der damit verbundene verbesserte Schmutzstofftransport im Kanal genannt werden. Negative Auswirkungen sind durch die verringerten Wirkungsgrade der Abwasserreinigung, beispielsweise bei der Phosphorentfernung zu erwarten. In Kanalnetzen kann der erhöhte Basisabfluss zu einem öfteren und längeren Anspringen der Mischwasserentlastung oder zur Überlastung von Pumpwerken in Trennsystemen führen. Allgemein kann somit von niedrigeren fremdwasserbedingten Wirkungsgraden der technischen Anlagen ausgegangen werden, die eine höhere Belastung der - sachen.

Aufgrund des gewässerorientierten Ansatzes der EU-Wasserrahmenrichtlinie ist zu erwarten, dass von Seiten der wasserwirtschaftlichen Behörden Fremdwasser stärker als bisher sanktioniert wird. Zweckverbände und Anlagenbetreiber werden dadurch gezwungen, Konzepte im Umgang mit Fremdwasser zu entwickeln. Grundvoraussetzung für schlüssige Konzepte, die im Einklang mit betrieblichen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten stehen sollten, bildet eine fundierte Analyse des Fremdwasseraufkommens in dem jeweiligen System.

## **2 DIE FREMDWASSERANALYSE**

### **2.1 Vorgehensweise**

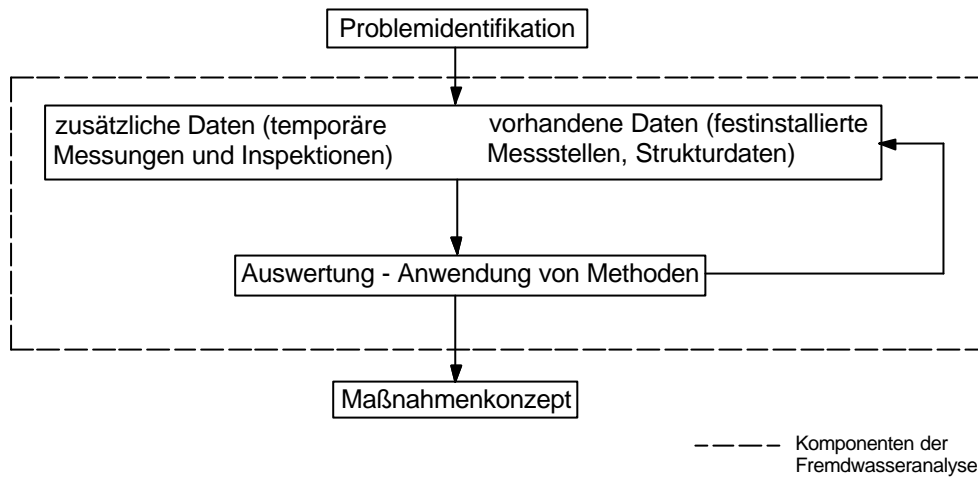
Fremdwasseranalysen werden nach dem in Abbildung 2 dargestellten Verfahrensweg durchgeführt.

Am Anfang steht die Problemidentifikation, d.h. dass anhand erhöhter Abflüsse im Kanalnetz und den damit verbundenen Problemen beim Betrieb der abwassertechnischen Anlagen oder aufgrund von routinemäßigen Messungen im Zufluss zur Kläranlage erhöhte Fremdwasserzutritte vermutet werden. Zur detaillierten Untersuchung der Fremdwasser-situation können dann

- kontinuierlich erfasste sowie strukturelle Daten
- und ergänzende temporäre Messungen und Inspektionen

genutzt werden. Erstere sind bei den Entwässerungsbetrieben verfügbar. Es handelt sich um *vorhandene Datenbestände*.

Als *zusätzliche Daten* sollen im Weiteren Inspektionen und temporäre Messungen bezeichnet werden, die zu bestimmten Zeitpunkten – meist im Frühjahr - und mit einer begrenzten Dauer im Kanal durchgeführt werden. Im Regelfall sollten Mess- und Inspektionskampagnen auf der Basis einer mit vorhandenen Daten erstellten orientierenden Untersuchung geplant werden.



**Abbildung 2:** Schematische Vorgehensweise bei einer Fremdwasseranalyse.

Die Auswertung der Datenbestände erfolgt mit unterschiedlichen Methoden der Fremdwasseranalyse.

## 2.2 Methoden

Methodische Ansätze zur Auswertung können in qualitative- und quantitative Verfahren unterteilt werden. In Quantitative Verfahren lassen sich in hydraulische und chemische Methoden differenzieren. Hydraulische Verfahren basieren auf einer Bilanzierung der Abflüsse und des Schmutzwasseraufkommens im Einzugsgebiet. Die Verfahren erlauben die Bestimmung des Fremdwasseraufkommens mit unterschiedlicher Genauigkeit. Mit den Methoden sind grobe Abschätzungen zu Fremdwasserabflüssen möglich, wie das z.B. die Jahresschmutzwassermethode erlaubt, als auch Aussagen zur Dynamik des Fremdwasseranfalls beispielsweise mit Hilfe der Tagesmittelmethode. Bei chemischen Verfahren werden Konzentrationen abwasserrelevanter Parameter zur Quantifizierung des Fremdwassers herangezogen.

**Tabelle 1** sind aktuelle Methoden der Fremdwasseranalyse zusammengestellt.

Quantitative Verfahren lassen sich in hydraulische und chemische Methoden differenzieren. Hydraulische Verfahren basieren auf einer Bilanzierung der Abflüsse und des Schmutzwasseraufkommens im Einzugsgebiet. Die Verfahren erlauben die Bestimmung des Fremdwasseraufkommens mit unterschiedlicher Genauigkeit. Mit den Methoden sind grobe Abschätzungen zu Fremdwasserabflüssen möglich, wie das z.B. die Jahresschmutzwassermethode erlaubt, als auch Aussagen zur Dynamik des Fremdwasseranfalls beispielsweise mit Hilfe der Tagesmittelmethode. Bei chemischen Verfahren werden Konzentrationen abwasserrelevanter Parameter zur Quantifizierung des Fremdwassers herangezogen.

**Tabelle 1:** Überblick über Methoden der Fremdwasseranalyse (gemäß KARPf, 2002)

Art der Methode		Beispiele
Quantitativ	Hydraulisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachtminimummethode</li> <li>- Tagesmittelmethode</li> <li>- Jahresschmutzwasseranfall</li> <li>- Dreiecksmethode</li> <li>- Methode des gleitenden Minimums</li> </ul>
	Chemisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Methode nach HAGER <i>et al.</i> (1985)</li> </ul>
Qualitativ		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswertung visueller Inspektionen</li> <li>- Ganglinienanalysen</li> </ul>

Zu den qualitativen Methoden kann die Auswertung visueller Verfahren und die Interpretation von Ganglinien gezählt werden. Visuelle Techniken reichen von einfachen Verfahren wie Sichtkontrollen bis hin zu kostenintensiven TV-Untersuchungen. Sie dienen zum direkten Auffinden der Fremdwasserquellen und bilden somit oft eine wichtige Entscheidungsgrundlage für Sanierungsmaßnahmen. Ganglinienanalysen können Aussagen zum zeitlichen Auftreten, zur Dynamik und zur Herkunft des Fremdwassers liefern.

### 2.3 Entwicklungspotenzial

Allgemein muss festgestellt werden, dass die Informationen kontinuierlich anfallender und struktureller Daten schlecht ausgenutzt werden.

Im Regelfall werden Durchflussmessdaten temporärer und festinstallierter Messstellen zur quantitativen Bilanzierung genutzt und in Schwerpunktgebieten darauf aufbauende Inspektionen durchgeführt. Die Herangehensweise ist unbestreitbar zielführend. Allerdings sind mit der gängigen Praxis zwei wesentliche Nachteile verbunden:

1. Die Analyse ist nur mit hohem Aufwand aktualisierbar.

Da die Fremdwasseranalyse für einen bestimmten Betrachtungszeitraum erstellt wird, veralten auch die Aussagen. Erfolgen Strukturänderungen im Kanalnetz oder werden Teile des Netzes saniert, muss für detaillierte Aussagen zum Fremdwasseranfall eine erneute Analyse vorgenommen werden. Besonders vor dem Hintergrund der Prüfung von Maßnahmen zur Fremdwasserverminderung auf ihre Wirksamkeit erscheint dies als Manko. Aktuelle Aussagen zur Fremdwassersituation sind meist nur anhand der Zulaufmessung zur Kläranlage mit geringem Aufwand zu bewerkstelligen.

2. Temporäre Messungen und Inspektionen sind aufwändig.

Messkampagnen und Inspektionen erweisen sich besonders in ausgedehnten Kanalnetzen als sehr aufwändig. Vorbereitung, Durchführung und Auswertung bedürfen eines professionellen Managements.

Tendenziell ist zu beobachten, dass die Fülle der archivierten Daten durch Prozesse der Kanalsteuerung und aufgrund von behördlichen Vorgaben zur Überwachung stark gestiegen ist. Eine Ausnutzung vorhandener Daten erscheint auch aus dieser Sicht heraus durchaus als sinnvoll. In den folgenden Abschnitten soll daher ein Ansatz vorgestellt werden, der das Ziel verfolgt, die Fremdwasseruntersuchungen auf vorhandene Datenbestände auszurichten.

### **3 FREMDWASSERANALYSE ANHAND VORHANDENER DATEN**

#### **3.1 Vorgehensweise und Ziele**

Die Auswertung vorhandener Daten umfasst folgende Schwerpunkte.

1. Erhebung vorhandener Daten und Schaffung von Schnittstellen zwischen Datenbeständen
2. Anpassung und Entwicklung von Methoden zur Auswertung vorhandener Datenbestände

### 3. Nutzbarmachung der Datenstrukturen und Methoden für eine (quasi) kontinuierliche Überwachung des Fremdwasseraufkommens

Nach einer grundsätzlichen Datenanalyse und Verknüpfung sowie der Entwicklung und Anpassung von Methoden sollen Analysen zur Fremdwassersituation aktuell mit geringem Aufwand in einer möglichst hohen Auflösung quasi kontinuierlich durchführbar sein.

Aufwendungen für temporäre Messkampagnen und Inspektionen können dadurch wesentlich verringert werden. Außerdem wird die Betrachtung der Dynamik des Fremdwasseraufkommens in Teileinzugsgebieten über längere Zeiträume möglich.

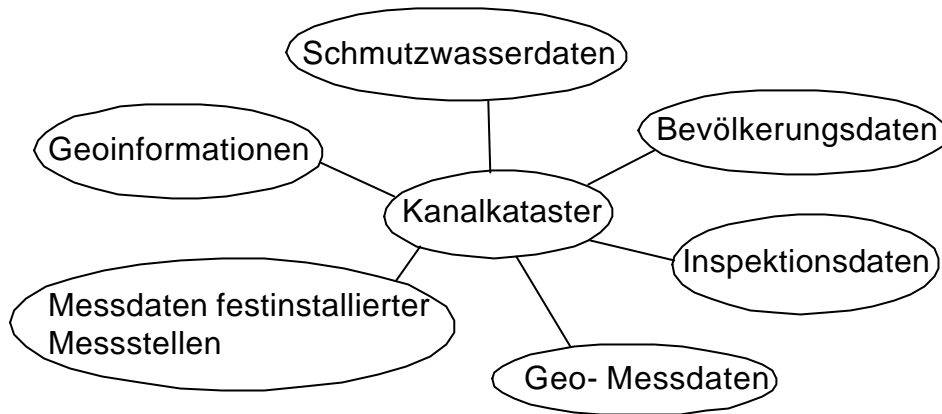
Neben den fremdwasserspezifischen Problemstellungen werden für Planung und Betrieb abwassertechnischer Anlagen durch die Schaffung einer vernetzten Datenstruktur positive Nebeneffekte erwartet.

#### **3.2 Erhebung von Daten und notwendige Schnittstellen**

Mit der folgenden Übersicht (Abbildung 3) wird ein Eindruck vermittelt, welche Daten für eine Fremdwasseranalyse von Nutzen sein können.

Die Datenbestände, die eine Fremdwasseranalyse erleichtern, sind vielfältig. Messdaten, die im Rahmen der Eigenüberwachung erfasst werden, Inspektionsdaten, Regendaten sowie Schmutz- und Bevölkerungsdaten sind für die Fremdwasseranalyse von unmittelbarer Relevanz. Verknüpfungen der Kanaldaten mit Geo-Messdaten, wie z.B. Grundwasserspiegellagen, ermöglichen eine Abgrenzung der potentiellen In- und Exfiltrationszonen in einem Einzugsgebiet. Ergänzend zu diesen Daten kann eine Nutzung von Geoinformationen, die beispielsweise eine Ermittlung der Abstände von Kanälen zu Gewässern zulassen, erfolgen.

In Abbildung 3 wird die Rolle des Kanalkatasters als zentrale Datengruppe deutlich. Allerdings sind die Schnittstellen zwischen Kanalkataster und den anderen Datenbeständen im Allgemeinen nicht oder nur ungenügend entwickelt. Deshalb ist die Schaffung von brauchbaren Schnittstellen eine wesentliche Aufgabe der Datenaufbereitung. Hilfreich sind hier Geoinformationssysteme (GIS), die eine Verknüpfung von Kanaldaten und Gebietsdaten, die wiederum Schnittstellen zu anderen Datenbeständen darstellen, erlauben. Beispielsweise können durch die Zuordnung der Geoinformationen „Straßenname“ und „Hausnummer“ zum nächstliegenden Kanal Schmutzwasserdaten nahezu haltungsgenau zugewiesen werden.



**Abbildung 3:** Fremdwasserrelevante Datenbestände

Da die Verwaltung der Netzdaten dem Betreiber des Kanalnetzes obliegt, wird dessen zentrale Rolle bei der Schaffung von Schnittstellen deutlich. Auch für anderwärtige Planungen, wie beispielsweise für die Neuerschließung von Gebieten oder eine Sanierung bestehender Teilnetze, ist eine Verknüpfung von unterschiedlichen Daten sinnvoll. Der Organisations- und Kostenaufwand, der dem Nutzen gegenübersteht, ist im Wesentlichen durch die Entwicklung und Implementierung der Schnittstellen sowie durch die Schulung des Personals geprägt.

### 3.3 Entwicklung und Anpassung von methodischen Ansätzen

#### 3.3.1 Quantitative Ansätze

Neben den fest installierten Durchflussmessstellen in der Kläranlage und im Kanalnetz, deren Auswertung ohne weiteres anhand der in Quantitative Verfahren lassen sich in hydraulische und chemische Methoden differenzieren. Hydraulische Verfahren basieren auf einer Bilanzierung der Abflüsse und des Schmutzwasseraufkommens im Einzugsgebiet. Die Verfahren erlauben die Bestimmung des Fremdwasseraufkommens mit unterschiedlicher Genauigkeit. Mit den Methoden sind grobe Abschätzungen zu Fremdwasserabflüssen möglich, wie das z.B. die Jahresschmutzwassermethode erlaubt, als auch Aussagen zur Dynamik des Fremdwasseranfalls beispielsweise mit Hilfe der Tagesmittelmethode. Bei chemischen Verfahren werden Konzentrationen abwasserrelevanter Parameter zur Quantifizierung des Fremdwassers herangezogen.

**Tabelle 1** zusammengestellten Methoden möglich ist, stehen oft Messwerte zur Verfügung, die keine unmittelbare Bilanzierung von Fremdwasserabflüssen erlauben. Dazu zählen beispielsweise Konzentrations- und Wasserstandsmessungen sowie diverse



Pumpwerkparameter. Zur Nutzung dieser Daten sind Überlegungen zu methodischen Ansätzen nötig, die Rückschlüsse auf Abflüsse im Kanal zulassen.

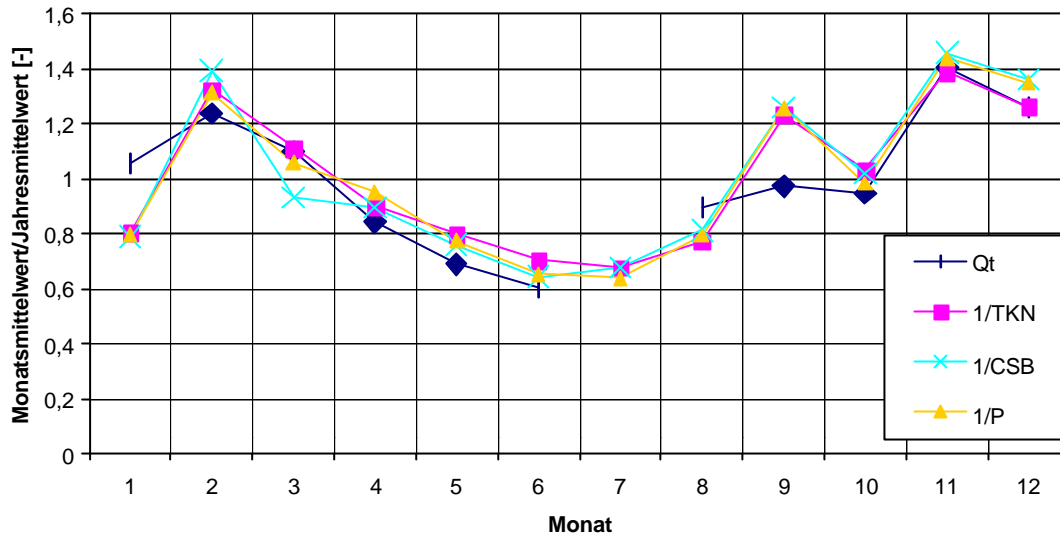
Eine Vorgehensweise zur Umsetzung der Auswertungsmethoden ist in den folgenden Punkten zusammengefasst:

- Auswahl von Messdaten zur Abflussermittlung (Parameterwahl)
- Ermittlung von Abflüssen im Kanal anhand der ausgewählten Parameter
- Bilanzierung der Fremdwasserabflüsse anhand der ermittelten Abflüsse

Im Weiteren sollen die Schwerpunkte der Herangehensweise näher erläutert werden.

Zur Auswertung sind *Parameter* geeignet, die mit dem Abwasseraufkommen funktional zusammenhängen. Im einfachsten Fall können beispielsweise Pumpenlaufzeiten genutzt werden, die bei konstanter Förderung linear mit dem Abwasserstrom zusammenhängen. Auch die reziproken Werte von Konzentrationen, Trübungs- oder UV-Messungen korrelieren im Allgemeinen sehr gut mit dem Abfluss im Kanal. Wasserstände können über hydraulische Ansätze wie z.B. nach Manning-Strickler zum Abfluss ins Verhältnis gesetzt werden, sofern Normalabflussbedingungen vorherrschen. Da die Abflusshöhe im Kanal sowohl auf den durchströmten Querschnitt Einfluss hat als auch funktional mit der Geschwindigkeit zusammenhängt, fällt die Abbildung der Wasserstands-Abfluss-Beziehung komplexer aus. In eine Korrelationsanalyse fließen neben dem Wasserstand zusätzlich die Parameter der Gerinnegeometrie ein.

In **Abbildung 4** sind relative Ganglinien von Abflüssen und reziproken Konzentrationswerten dargestellt. Die Korrelation der Ganglinien lässt auf eine gute Eignung zur Fremdwasserbestimmung schließen. Des Weiteren kann aus dem zeitlichen Verlauf der Parameter die jahreszeitliche Dynamik des Fremdwasseraufkommens abgeleitet und somit erste Aussagen zum Fremdwasseranfall getroffen werden.



**Abbildung 4:** Relative Ganglinien des Abflusses und reziproke Werte der Parameter TKN, CSB und P

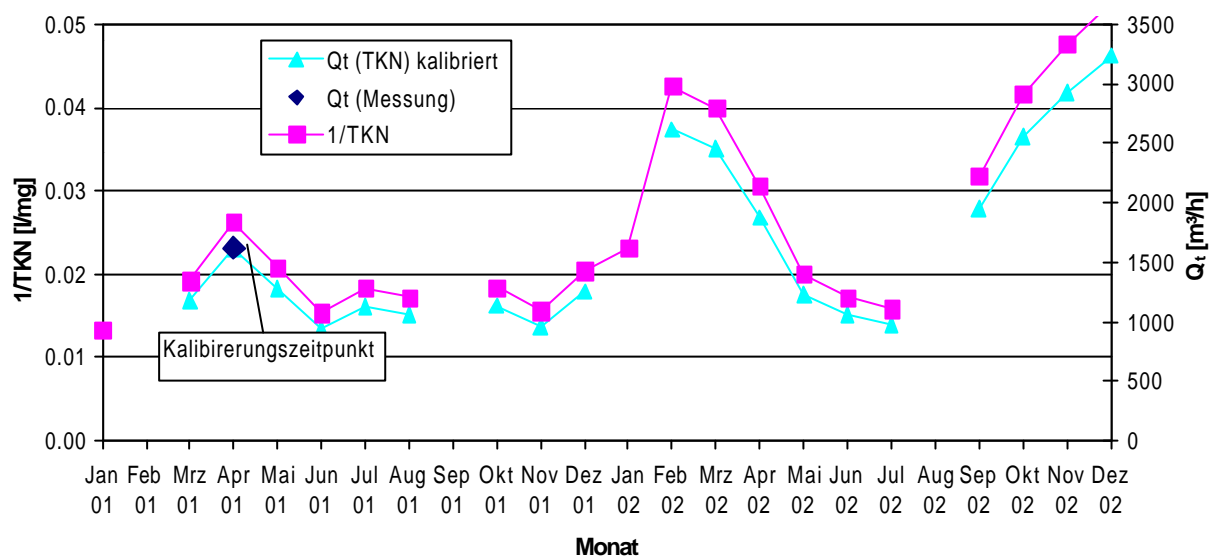
Die *Abflussermittlung*, die als Grundlage für die Bilanzierung der Fremdwasserabflüsse dient, erfolgt anhand der Messwerte und weiterer Parameter. In **Tabelle 2** sind beispielhaft die Ansätze und Zusatzgrößen für die Messwerte Pumpenlaufzeit, Konzentration und Wasserstand aufgeführt.

**Tabelle 2:** Beispiele für methodische Ansätze zur Auswertung von Kanalnetzmessdaten

gemessener Parameter	Ansatz für Abflussermittlung	zusätzlich erforderliche Parameter
Pumpenlaufzeit	Förderstrom	mittlere Fördermenge pro Zeiteinheit
Konzentration	Frachtansatz	Einwohner, Einwohnergleichwerte, spezifische Fracht
Wasserstand	Manning – Strickler	Rauhigkeit, Gefälle, Gerinnegeometrie

Die Unsicherheit der ermittelten Abflüsse hängt von der Genauigkeit aller zur Berechnung erforderlichen Parameter ab. Um die Fortpflanzung unvermeidbarer Messfehler zu umgehen, ist eine Reduzierung der in die Ermittlung einfließenden Parameter sinnvoll. Dies kann beispielsweise durch eine Kalibrierung des methodischen Ansatzes erfolgen. So ist - wie in **Abbildung 5** dargestellt - eine einfache Kalibrierung des

Konzentrationsansatzes mithilfe einer kurzzeitigen Abflussmessung möglich. Die Ganglinie reziproker Konzentrationen wurde soweit verschoben bis der Abfluss im April 2001 mit dem reziproken Konzentrationswert des gleichen Monats übereinstimmte. Dadurch sind ohne Kenntnisse der eingeleiteten Fracht Aussagen zu Abflüssen über lange Zeiträume möglich geworden. Diese einfache Kalibrierung des Konzentrationsansatzes kann unter Einbezug des temperaturabhängigen Vorabbaus im Kanal und der Grundwasserspiegellage weiterentwickelt werden.



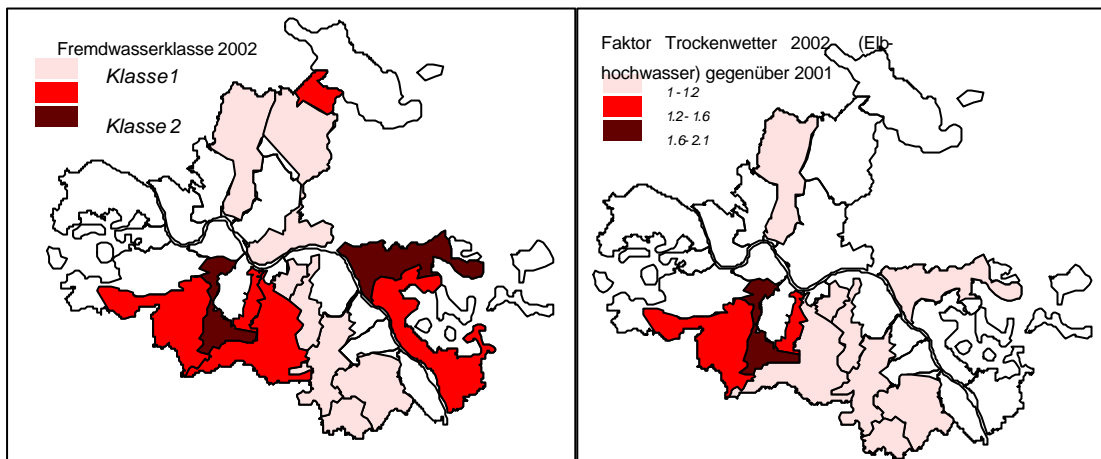
**Abbildung 5:** Kalibrierung des Konzentrationsansatzes anhand von Abflussmessungen.

Zur weiteren *Auswertung* der ermittelten Trockenwetterabflüsse können verschiedene Wege beschritten werden. Zum einen ist es möglich mit Hilfe der Schmutzwasserdaten absolute Fremdwasserabflüsse abzuschätzen. Diese sind zwar durch die Ungenauigkeiten der einzelnen Parameter mit Unsicherheiten behaftet, es wird jedoch eingeschätzt, dass durch den Vergleich von Teileinzugsgebieten in einem Entwässerungsgebiet Aussagen zu Schwerpunkten der Fremdwasserzutritte möglich sind.

Andere Auswertungsmöglichkeiten ergeben sich durch relative Betrachtungen. Dabei werden die ermittelten Abflüsse verschiedener Zeiträume ins Verhältnis gesetzt. Die Unsicherheiten der getroffenen Aussagen sind wesentlich geringer da weniger Parameter in die Bestimmung einfließen.

Am Beispiel des Entwässerungsgebietes der Stadt Dresden werden im Folgenden relative und absolute Betrachtungen veranschaulicht.

In Abbildung 5 sind die anhand von Konzentrationsmessungen zur Einleiterüberwachung ermittelten Fremdwasserklassen sowie relative Änderungen der Trockenwetterabflüsse gegenüber dem Vorjahr dargestellt. Im linken Bild werden die Schwerpunkte der Fremdwasserzutritte sichtbar. Anhand des Bildes rechts können die Gebiete ausgemacht werden, wo Trockenwetterabflüsse bedingt durch das Hochwasser 2002 im Vergleich zum Vorjahr 2001 stark zugenommen haben.



**Abbildung 6:** Fremdwasserklassen des Jahres 2002 und relative Veränderung der dem Jahr 2001 im Entwässerungsgebiet der Stadt Dresden.

### 3.3.2 Qualitative Ansätze

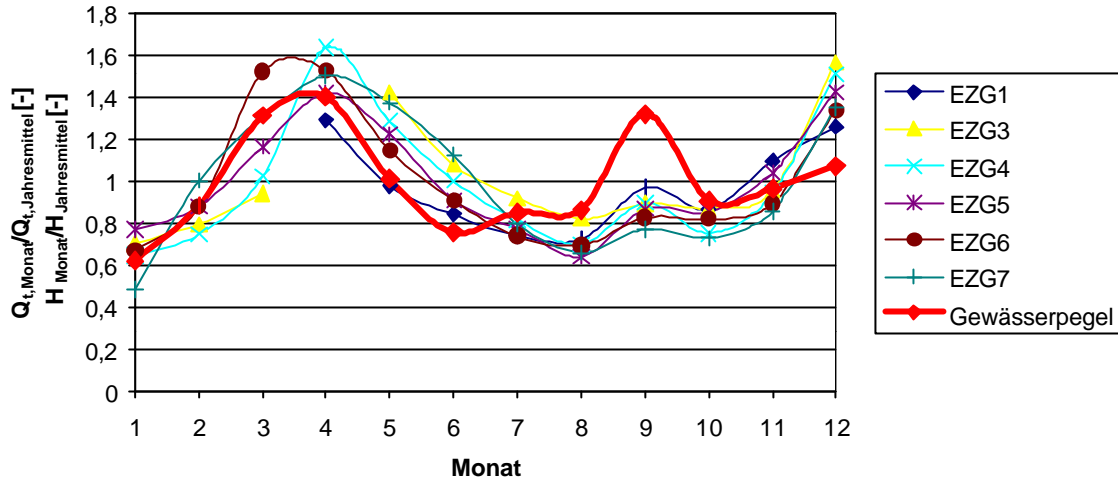
Im Folgenden wird eine Auswahl methodischer Ansätze vorgestellt, die qualitative Aussagen zum Fremdwasseraufkommen zulassen.

Für die Auswertung von Strukturdaten, wie z.B. Geoinformationen, Geo-Messwerten, Kanalkataster- und Inspektionsdaten bieten sich statistische Verfahren an. Denkbar sind auch Verknüpfungen der genannten Datenbestände mit den Auswertungsergebnissen der quantitativen Analysen.

Durch die Anwendung statistischer Verfahren können beispielsweise Aussagen zu Inspektionsschwerpunkten gemacht werden. So ergab z.B. die Auswertung einer repräsentativen Stichprobe der Alters- und Inspektionsdaten von Betonkanälen eine Häufigkeitsverteilung der Schadensklassen gemäß **Abbildung 7**. Unabhängig vom Alter zeigte sich eine ähnliche Verteilung der Schäden. Lediglich neuere Haltungsstränge

Weitere qualitative Aussagen lassen sich durch die Verschneidung von Hydroisohypsen und Kanaldaten treffen. So können potentielle Infiltrationszonen abgegrenzt werden. Gekoppelt mit statistischen Analysen und quantitativen Verfahren sind dadurch Empfehlungen für selektive fremdwasserorientierte Inspektionsstrategien ableitbar.

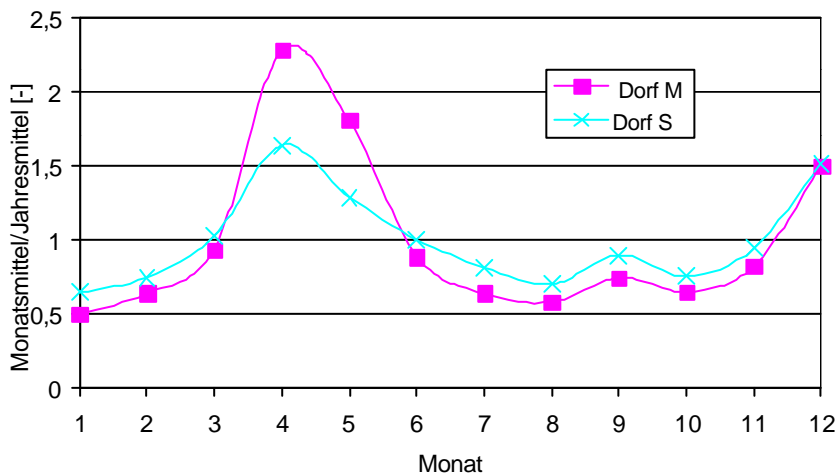
Einen weiteren Ansatzpunkt bieten Pegel­daten von Gewässern. In **Abbildung 8** werden relative Ganglinien von 7 Einzugsgebieten unterschiedlicher Größe und Struktur mit dem Pegelverlauf eines Flusses, der das gleiche hydrologische Einzugsgebiet durchfließt, verglichen. Der Gewässerpegel stellt, wie deutlich zu erkennen ist, einen Indikator für die hydrologische Situation im Einzugsgebiet dar. Der Verlauf der Ganglinien der einzelnen Messstellen lässt auf ähnliche Herkunftsquellen durch Grund- oder Oberflächenwasser in den betrachteten Gebieten schließen.



**Abbildung 8:** Relative Trockenwetterabflüsse von 7 Teileinzugsgebieten des Dresdner Kanalnetzes und relative Pegelstände der Elbe.

Weiterführende Ansätze sind bei WITTENBERG und BROMBACH (2002) zu finden, die eine Übertragung von Abflussmodellen der natürlichen Systeme (Gewässer) auf Entwässerungsnetze erfolgreich erprobt haben.

Wichtige Hinweise zur Herkunft von Fremdwasser können auch Ganglinien liefern. Beispielhaft sind in **Abbildung 9** relative Trockenwetterganglinien des Jahres 2001 von 2 benachbarten ländlichen Einzugsgebieten dargestellt. Dabei ist zu erkennen, dass der relative Frühjahrswert im Dorf M wesentlich über dem des Dorfes S liegt. Die Erklärung sind massive Einleitungen von Drainagewasser, da in Dorf M aus Kostengründen kein Regenwasserkanal verlegt wurde.



**Abbildung 9:** Relative Ganglinien von zwei benachbarten ländlichen Einzugsgebieten.

#### **4 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK**

Bei der Durchführung von Fremdwasseranalysen sollten vorhandene Datenbestände vermehrt Beachtung finden. Datenmanagement und methodische Ansätze müssen so weit qualifiziert werden, dass eine Aktualisierung oder kontinuierliche Betrachtung der Fremdwasserabflüsse in einem Entwässerungsgebiet mit einer möglichst hohen räumlichen Auflösung ohne großen Aufwand durchführbar ist. Dadurch können langfristige Betrachtungen der Fremdwasserabflüsse vorgenommen und Maßnahmen zur Fremdwasserminimierung auf ihre Effektivität hin überprüft werden.

Neben zahlreichen kontinuierlich erfassten Messwerten, die eine Quantifizierung von Fremdwasserabflüssen erlauben, sind Strukturdaten wie Geoinformationen, Kanalkatasterdaten, Grundwasser- und Gewässerdaten sowie weitere Datenbestände für eine umfassende Fremdwasseranalyse von Bedeutung. Das Einbeziehen dieser Informationen ermöglicht zudem eine Reduzierung der Unsicherheiten, die den Methoden zur Fremdwasserabschätzung innewohnen.

Durch eine zunehmende Überwachung der Prozesse in Siedlungsentwässerungssystemen wird die auswertbare Datenvielfalt in Zukunft weiter ansteigen. Moderne Messtechnik wird eine Datenflut erzeugen, die es vernünftig auszunutzen gilt. In der Entwicklung von vernetzten Datenstrukturen und Auswertungsmethoden zur kontinuierlichen Fremdwasseranalyse wird daher ein großes Potenzial gesehen.

Siedlung- und Industrierwasserwirtschaft, TU Dresden.

Wittenberg H. und Brombach H. (2002). Hydrological determination of groundwater drainage by leaky sewer systems. Int. Conf. on Water Resources and Environment Research, Proceedings, 138- 143, Vol. II, pp. Dresden. ISBN 3-934253-18-0



## **DANKSAGUNG**

Für die Unterstützung und die unkomplizierte Bereitstellung von Daten möchten die Autoren an dieser Stelle der Stadtentwässerung Dresden ihren Dank aussprechen.