

NIVUS GmbH  
 Im Täle 2  
 75031 Eppingen  
 Telefon +49(0)7262 9191-0  
 Telefax +49(0)7262 9191-999  
 E-Mail info@nivus.com  
 Internet www.nivus.de

Geschäftsführer  
 Udo Steppe, Ingrid Steppe  
 Marcus Fischer

## Optimaler Mitteleinsatz in der Fremdwassermessung

### Ein Erfahrungsbericht über den Vergleich von Einzelmessungen und Kurzzeitmessungen

Die Erfahrungen als Messdienstleister zeigen in den letzten Jahren einen zunehmenden Bedarf an Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung in Entwässerungssystemen von Kommunen in ganz Deutschland. Dabei werden Messkampagnen durchgeführt bei denen Teileinzugsgebiete mit Durchflussmessungen ausgerüstet werden, um die Fremdwasserschwerpunktgebiete zu identifizieren. Nahezu bei allen Messkampagnen findet die Fremdwasserauswertung über die Nachtminimum-Methode (DWA-M 182) statt. Hierbei wird der geringste Tagesabfluss als im Wesentlichen dem Fremdwasser zugehörig gewertet. Nachfolgend wird nach DWA-M181 unterschieden in

- Temporärmessungen (Dauer-, Langzeit- und Kurzzeitmessungen) und
- Einzelmessungen.

Vielfach werden über Kurzzeitmessungen (DWA-M 181: Messdauer etwa zwischen einer Woche und drei Monaten) Fremdwasserschwerpunktgebiete identifiziert. Die durch NIVUS abgewickelten Messkampagnen haben in der Regel Messdauern zwischen vier und 12 Wochen.

Vereinzelte erreichen den Messdienstleister Anfragen über Einzelmessungen an verschiedenen Punkten eines Einzugsgebietes mit derselben Zielsetzung. Dabei sollen innerhalb einer Nacht, zur Zeit des geringsten nächtlichen Abflusses bei Trockenwetter, an mehreren Punkten eines Einzugsgebietes über Einzelmessungen die Trockenwetterabflüsse ermittelt werden. Es ist offensichtlich, dass Einzelmessungen zu einem bestimmten Zeitpunkt nicht über dieselbe Datenqualität verfügen können wie Messungen über mehrere Wochen. Auf der anderen Seite ist der Mittelaufwand im Vergleich zu Kurzzeitmessungen niedriger. Damit stellt sich die Frage nach dem optimalen Kosten-Nutzen Aufwand für Fremdwasseruntersuchungen.

### Vergleich von Ergebnissen zur Fremdwasserermittlung zwischen Einzelmessungen und Kurzzeitmessungen

Für einen Vergleich von Aufwand und Nutzen einer Fremdwasserbestimmung sind Messdaten einer mehrmonatigen Messkampagne untersucht worden. Ziel ist eine Fremdwasserermittlung für vier Teileinzugsgebiete.

Die Fremdwasserauswertung wurde über die Nachtminimum-Methode (DWA-M182) durchgeführt. Für diesen Vergleich wurden etwaige Schmutzwasseranteile während des minimalen nächtlichen Abflusses vernachlässigt. Der minimale Abfluss bei Nacht entspricht nachfolgend zu 100 % dem Fremdwasserabfluss.

Es wurden drei verschiedene Varianten zur Messdatenerfassung betrachtet:



NIVUS GmbH  
 Im Täle 2 • D-75031 Eppingen  
 HRB Stuttgart Nr. 101832  
 VAT-Nr. DE145779515  
 Steuer-Nr. 65204/39902  
 WEEE-Reg.-Nr. DE75724647

**Bankverbindung:** Volksbank  
 Kraichgau Wiesloch-Sinsheim eG  
 BLZ 672 922 00  
 Konto-Nr. 115 215 17  
 IBAN DE87 6729 2200 0011 5215 17  
 BIC/Swift GENODE61WIE

Kreissparkasse  
 Heilbronn  
 BLZ 620 500 00  
 Konto-Nr. 5926  
 IBAN DE12 62050000 0000 0059 26  
 BIC/Swift HEISDE66XXX

- Variante 1: Durchflussmessung an 4 Messpunkten nacheinander während einer Ortsbegehung
- Variante 2: Einbau von Durchflussmessungen parallel an allen 4 Messpunkten für die Dauer einer Nacht
- Variante 3: Durchführung einer Messkampagne parallel an allen 4 Messpunkten über 6 Wochen

Unterschieden wird hier lediglich in der Messdauer. Da für den Vergleich der Varianten dieselben Messdaten verwendet wurden, können Fehler bei der Messdatenerfassung (z.B. Bedienerfehler) außer Acht gelassen werden. Der Messzeitraum erstreckte sich über 6 Wochen (9. Februar bis 26. März). Zur Auswahl der Trockenwettertage wurde zeitgleich ein Niederschlagsschreiber betrieben. Als Kriterium für Trockenwettertage wurde eine Niederschlagssumme von 0,3 mm am betrachteten Tag festgelegt sowie eine maximale Niederschlagssumme von 0,3 mm am Vortag. Daraus ergaben sich für den Messzeitraum 20 Trockenwettertage, aus denen für die ersten beiden Varianten exemplarisch 3 Tage ausgewählt wurden (Tabelle 1).

### Ergebnisse der Fremdwasserauswertung

Aus den kontinuierlich aufgenommenen Messdaten der Messkampagne wurden für drei Trockenwettertage gemäß Tabelle 2 für die Varianten 1 und 2 die Ergebnisse abgegriffen.

Tabelle 1: Fremdwasserabfluss als minimal nächtlicher Abfluss

Variante	Datum	M01	M02	M03	M04
		Q <sub>min</sub> [l/s]	Q <sub>min</sub> [l/s]	Q <sub>min</sub> [l/s]	Q <sub>min</sub> [l/s]
3	09.02. - 26.03.	26,8	10,5	38,9	7,9
1	10.02.	27,2	10,4	41,2	8,2
2		25,1	9,9	38,4	7,4
1	17.02.	22,4	7,6	31,1	6,5
2		20,1	6,7	30,3	6,0
1	10.03.	27,4	10,2	49,3	7,6
2		24,2	9,4	34,8	6,7

Für die Variante 1 wurde von einer Messdauer von 10 Minuten ausgegangen. Zusätzlich ist der zeitliche Aufwand für die Vorbereitung der Messung zu berücksichtigen. Dazu zählen neben der Vorbereitung der Messtechnik auch die Messstellenabsicherung sowie das Anlegen der persönlichen Sicherheitsausrüstung. In der Summe wird hier von einem Aufwand von 30 Minuten ausgegangen sowie von einer Fahrtzeit zwischen den Messpunkten von 10 Minuten. Damit beträgt die Dauer der Ortsbegehung etwa 2,5 Stunden.

Tabelle 2: Dauer der Ortsbegehung zur Durchführung der Einzelmessungen nach Variante 1

		M01	M02	M03	M04
Vor Ort	Beginn	02:30	03:10	03:50	04:30
	Ende	03:00	03:40	04:20	05:00
Messzeitraum	Beginn	02:45	03:25	04:05	04:45
	Ende	02:55	03:35	04:15	04:55

Bei der Variante 3 wurden alle 20 Trockenwettertage ausgewertet. Tabelle 1 zeigt für diese Variante den mittleren minimalen Abfluss aller Trockenwettertage über den gesamten Messzeitraum.

Deutlich wird, dass durch Variante 1 höhere Abflüsse gemessen wurden als bei Variante 2. Über Variante 2 wird die gesamte Nacht messtechnisch hochaufgelöst erfasst, so dass der Zeitpunkt des minimalen Abflusses eindeutig bestimmt werden kann. Damit wird für jeden untersuchten Messpunkt die Ermittlung des minimalen Trockenwetterabflusses möglich. Für Variante 1 kann der Zeitpunkt nur geschätzt werden, jedoch können kaum an allen 4 Messpunkten gleichzeitig an diesem Zeitpunkt die Durchflüsse messtechnisch erfasst werden. Dadurch wird der Fremdwasserabfluss bei Variante 1 in der Regel überschätzt. Am 10. März ist eine deutliche Abweichung der Ergebnisse der Varianten 1 und 2 an der Messstelle M03 zu erkennen. Die Ganglinie aus Abbildung 1 zeigt eine deutliche Erhöhung des Abflusses bei Nacht. Die Einzelmessung aus Variante 1 fällt genau in die Zeit des erhöhten Abflusses, die Messergebnisse täuschen einen zu hohen Fremdwasserabfluss vor.

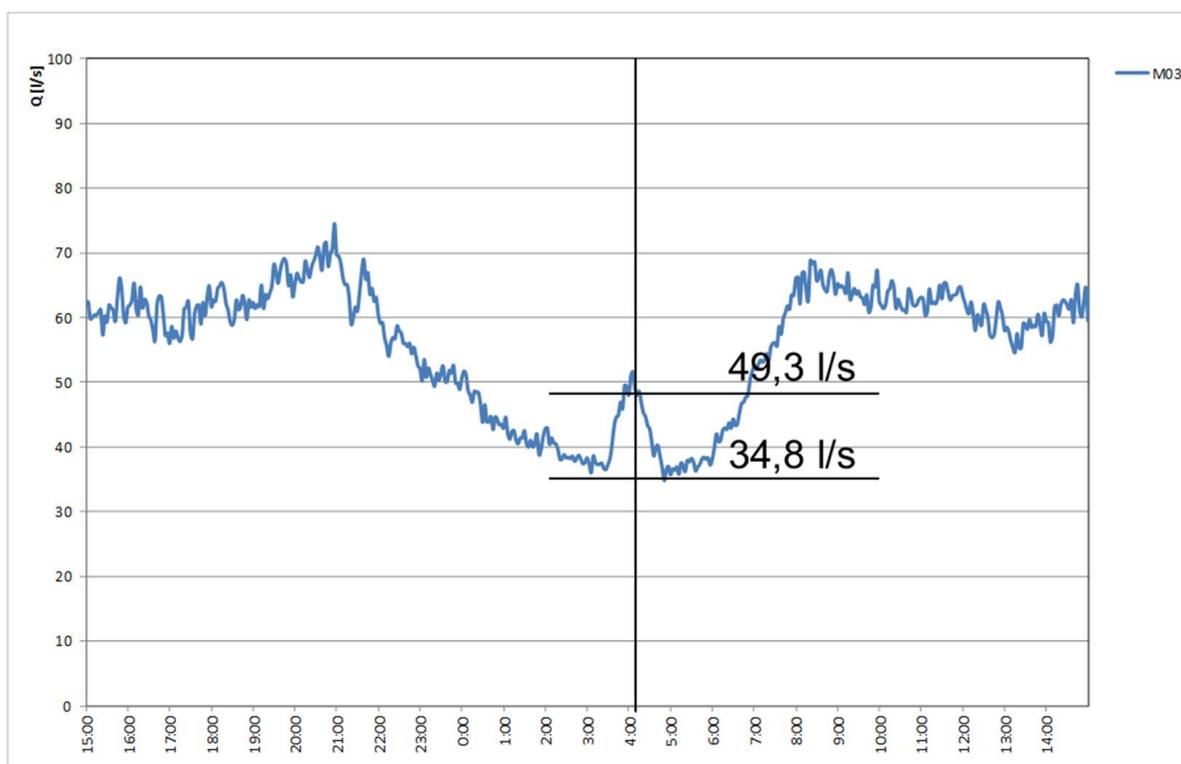


Abbildung 1: Ganglinie vom 10. März der Messstelle M03 mit nächtlicher Abflussspitze

Eine weitere Einschränkung der Verwertbarkeit der Messdaten von Einzelmessungen sind die dynamischen Veränderungen des Fremdwasseranfalls. Abbildung 2 zeigt einen um etwa 20 % niedrigeren Abfluss am 17. Februar an der Messstelle M01. Dies deutet auf einen niederschlagsbedingten erhöhten Fremdwasserabfluss hin.

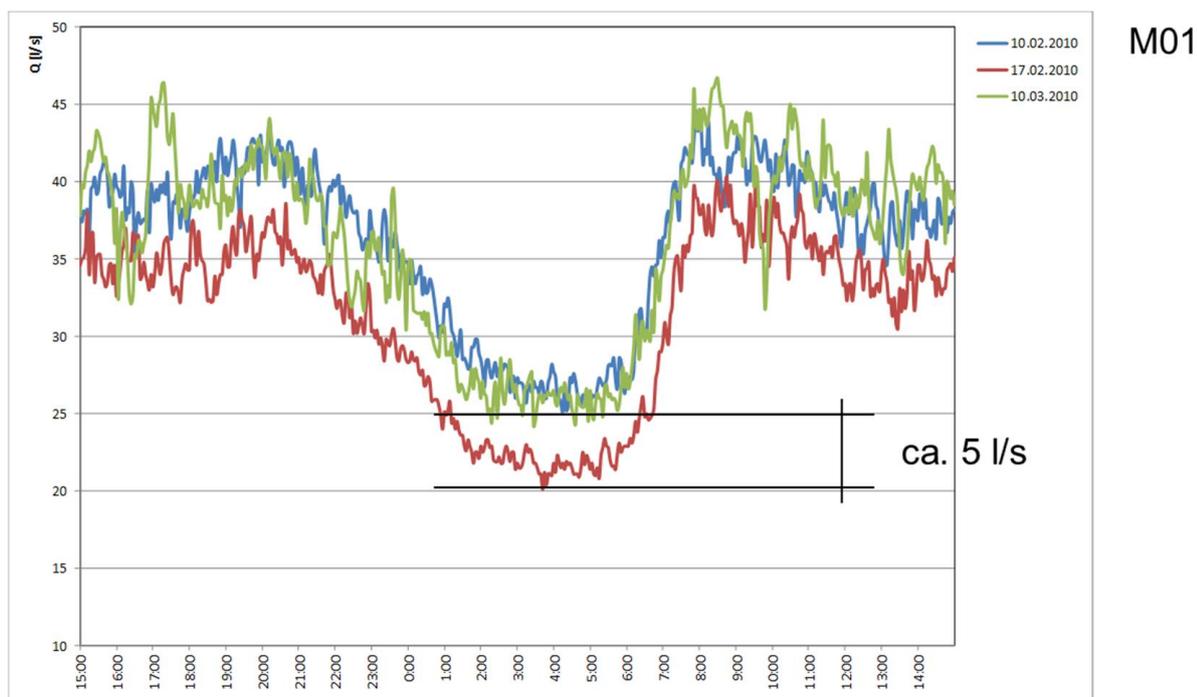


Abbildung 2: Gegenüberstellung der drei Trockenwettertage der Messstelle M 01

Zur Erfassung von Fremdwasserschwerpunkten bieten sich Kurzzeitmesskampagnen an. Durch Auswertung von hochaufgelösten Messdaten mit Messdauern von mehreren Wochen und Monaten kann neben grundwasserbedingtem Fremdwasser auch niederschlagsbedingtes Fremdwasser erkannt werden.

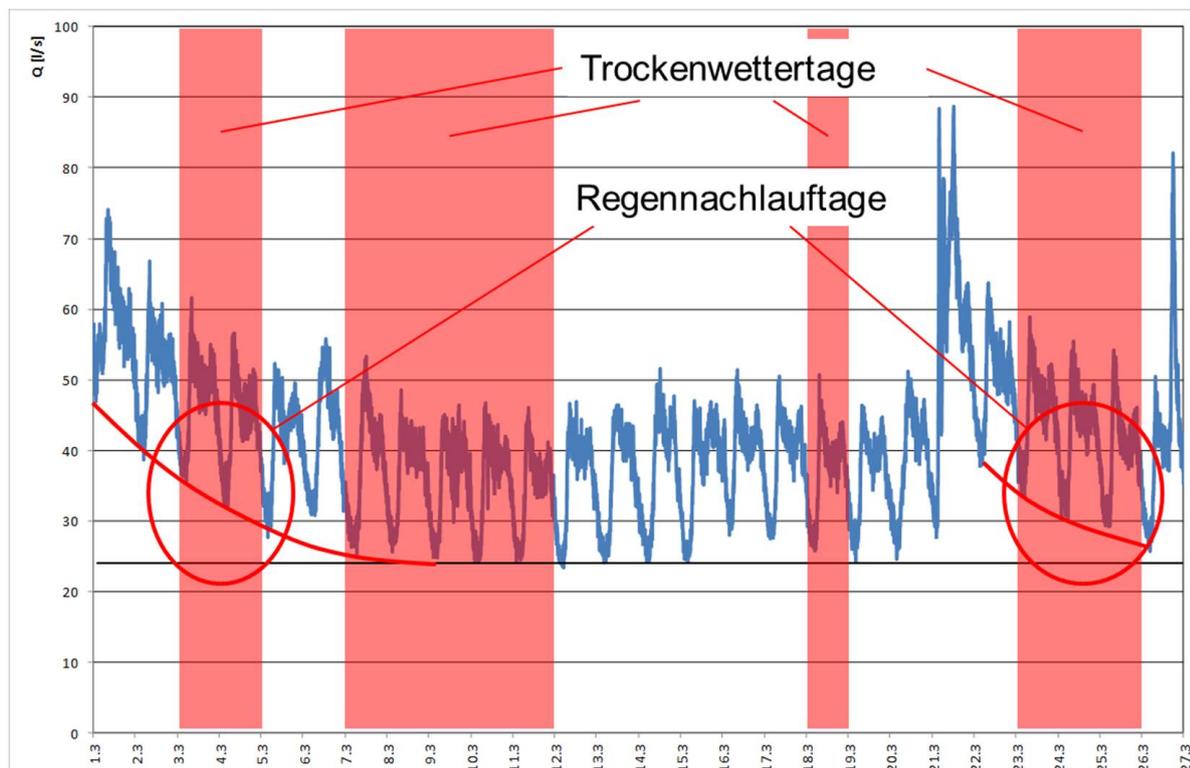


Abbildung 3: Darstellung der kontinuierlichen Messdaten der Messstelle M 01 im Zeitraum März

### Einschätzung von Aufwand und Nutzen der Varianten

Der Aufwand bei der Umsetzung einer Messkampagne zur Fremdwasserbestimmung besteht zum Einen in der personellen Bereitstellung zur Durchführung der Messungen und zum Anderen in der Vorhaltung der notwendigen Messtechnik. Ebenso müssen Werkzeug, Kraftfahrzeug und Sicherheitsausrüstung für die Durchführung vorhanden sein. Außerdem wird bei der Durchführung der Messungen neben dem Durchführenden eine aufsichtsführende Person als Sicherungsposten benötigt. Somit sind für alle Ortstermine zwei Personen zur Durchführung der Messungen notwendig.

Für Variante 1 besteht der Aufwand (Tabelle 3) aus lediglich einem Messgerät zur Durchflussermittlung bei einer Durchführungsdauer inklusive Rüstzeit von etwa 4 Stunden. Erschwert wird Variante 1 dadurch, dass während den Nachtstunden gearbeitet werden muss. Bei drei Einsätzen, wie im Beispiel beschrieben, verdreifacht sich der Aufwand. Für die Varianten 2 und 3 werden jeweils 4 Messgeräte zeitparallel benötigt, für Variante 3 zusätzlich ein Niederschlagsschreiber. Für Einbau und Inbetriebnahme sowie den Ausbau der Messtechnik können etwa 8 Stunden angesetzt werden, für das Aufstellen und den Abbau des Niederschlagsschreibers maximal 30 Minuten.

Wesentlicher Unterschied zwischen den Varianten 2 und 3 ist der Betrieb der Messstellen für den ein Wartungsaufwand betrieben werden muss. Erfahrungsgemäß kann für 2 Wochen Messdauer mit einem Wartungsaufwand von etwa 20 Minuten pro Durchflussmessstelle gerechnet werden.

	Zeit	Personal	Material	Bemerkung
Variante 1	ca. 4 h/Nacht	2 Personen	1 x Q-Messung	erschwerter Organisation der Durchführung
				Unsicherheit der Stichproben
Variante 2	ca. 8 h Einbau & Ausbau	2 Personen	4 x Q-Messung	erschwerter Organisation der Durchführung
				kontinuierliche Ganglinien über 1 Nacht verfügbar
Variante 3	ca. 8 h Einbau & Ausbau sowie	2 Personen	4 x Q-Messung	Kontinuierliche Ganglinien über Messzeitraum verfügbar
	evtl. Wartungsaufwand		1 x N-Messung	Ermittlung von Kennwerten des Trockenwetterabflusses möglich
				Regennachlauf erkennbar

Tabelle 3: Abschätzung des zeitlichen und personellen Aufwands und des daraus erzielbaren Nutzens

Das Ergebnis aus Variante 1 besteht lediglich aus je einem Messwert, für Variante 2 immerhin aus einer Ganglinie einer Nacht. Die Ergebnisse können als Orientierung zur Identifizierung von Fremdwasserschwerpunktgebieten genutzt werden (Tabelle 1), für weitere Auswertungen liegen keine Ergebnisse vor.

Aus Variante 3 können neben der Fremdwasserauswertung über die Nachtminimum-Methode weitere Erkenntnisse gewonnen werden. Je länger die Messdatenaufnahme stattfindet, desto besser werden die Erkenntnisse über den Verlauf des Fremdwasserabflusses. Die dynamische Veränderung über den Messzeitraum kann grafisch und tabellarisch dargestellt werden.

Durch das Vorliegen der Trockenwettertagesgänge können die Kennwerte des Trockenwetterabflusses ermittelt werden, somit können Fremdwasseranteile bzw. –zuschläge sowie die Schmutzwasserabflüsse aus den Ergebnissen generiert werden. Da über die Nachtminimum-Methode keine niederschlagsbedingten Fremdwasserabflüsse erkannt werden können fehlt diese Information bei den Varianten 1 und 2. Die Messreihen aus Variante 3 können dahingehend weitere Auswertungen erfahren. Abbildung 3 zeigt exemplarisch Regennachlaufzeiten nach Niederschlägen.

Für eine Einschätzung des Fremdwasserabflusses kann eine Nachtbegehung sowie eine Messdatenaufnahme über eine Nacht durchaus auf Schwerpunktgebiete hinweisen, jedoch sind durch geringfügig größere Aufwände deutlich sicherere Ergebnisse erzielbar. Die Ergebnisse lassen deutlich mehr Schlüsse über das Verhalten der Entwässerungsgebiete zu.

## Fazit

Bei der Umsetzung von Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung spielen Messkampagnen zur Identifizierung von Fremdwasserschwerpunktgebieten eine bedeutende Rolle.

Mitentscheidend für die Kosten-Nutzen Analyse ist hierbei die Messdauer.

Vergleicht man Einzelmessungen mit Kurzzeitmessungen über mehrere Wochen und Monate fällt die Entscheidung klar zugunsten der Kurzzeitmessungen aus. Der Aufwand, der vor allem aus Personaleinsatz besteht, ist nur unwesentlich höher wobei die gewonnenen Messreihen einen deutlichen Zuwachs verwertbarer Ergebnisse liefert.

Zwar können durch Nachtbegehungen gleichfalls mögliche Fremdwasserschwerpunktgebiete erkannt oder zumindest abgeschätzt werden, jedoch rechtfertigt das nicht zwingend den

unwesentlich geringeren Aufwand, etwa dadurch, dass ein einzelnes Durchflussmessgerät als messtechnische Ausstattung genügt. Nicht unterschätzt werden sollte dabei, dass für Variante 1 die messtechnische Umsetzung in den Nachtstunden bei Trockenwetterabfluss durchgeführt werden muss.

Bei der Suche nach Fremdwasserschwerpunktgebieten sollte eine Messkampagne über mindestens 4 Wochen durchgeführt werden, um eine ausreichende Zahl an Trockenwettertagen zu gewährleisten. Messzeiträume von drei Monaten haben sich bewährt. Über die Messreihen kann neben der Quantifizierung der Fremdwasseranteile oder – zuschläge auch der Schmutzwasserabfluss ermittelt werden. Die Abschätzung niederschlagsbedingten Fremdwasserabflusses lassen die Messreihen ebenfalls zu.

**Literatur:**

/1/ DWA-M 181. Messung von Wasserstand und Durchfluss in Entwässerungssystemen.

Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., 2011

/2/ DWA-M 182. Fremdwasser in Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden.

Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., 2012

**Autor:**

Dipl.-Ing. Thomas Schäfer

Projektleiter

NIVUS GmbH

Im Täle 2

75031 Eppingen

07262 9191-0

**Ansprechpartner:**

NIVUS GmbH

Martin Müller

Im Täle 2

75031 Eppingen

07262 9191-834