



Institut für Unterirdische Infrastruktur
Gelsenkirchen

Ermittlung und Eliminierung von Fremdwasserquellen aus Kanalisationsnetzen

Abschlussbericht, Juni 2001

Im Auftrag der Abwasserberatung NRW e. V.

Ermittlung und Eliminierung von Fremdwasserquellen aus Kanalisationsnetzen

AUFTRAGGEBER

Abwasserberatung NRW e. V.
Kaiserswerther Str. 199/201
40 474 Düsseldorf

AUFTRAGNEHMER

Institut für unterirdische Infrastruktur
Exterbruch 1
45 886 Gelsenkirchen

WISSENSCHAFTLICHE LEITUNG

Dr.-Ing. Bert Bosseler

PROJEKTLEITUNG UND BEARBEITUNG

Dr. Sabine Cremer

BEARBEITUNGSZEITRAUM

1. April 2000 – 30. Juni 2001

Danksagung

Das Institut für unterirdische Infrastruktur (IKT) bedankt sich an dieser Stelle bei der Abwasserberatung NRW und insbesondere dem Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW für das entgegengebrachte Vertrauen.

Den zuständigen Stellen in den vier Modellkommunen und ihren Mitarbeitern gebührt besonderer Dank für die Bereitstellung des vielfältigen Informations- und Datenmaterials und die weit reichende Unterstützung durch fachliche Diskussionen. Ein besonderes Dankeschön gilt dem jeweiligen Mitarbeiter, der durch seine intensive Begleitung der Messkampagne vor Ort entscheidend zum Gelingen des Projekts beitrug.

Nicht zuletzt richtet sich der Dank an Herrn Dipl.-Ing. Birkner und die Techniker des IKT, Herrn Stellwag, Herrn Richter und Herrn Bersuck, die durch ihre Bereitschaft zu wochenlangender Nacharbeit und hohes persönliches Engagement den Erfolg des Vorhabens entscheidend getragen haben.

1	VERANLASSUNG	1
2	ZIELSTELLUNG	2
3	RECHTLICHE VERANLASSUNG FÜR DIE ERMITTLUNG UND BESEITIGUNG VON FREMDWASSER	3
3.1	Definitionen	3
3.2	Öffentliches Leitungsnetz	3
3.3	Privates Leitungsnetz	4
4	UNTERSUCHUNGSGEBIETE	4
4.1	Stadt Ahlen	4
4.2	Gemeinde Niederzier	5
4.3	Gemeinde Rheurdt	5
4.4	Stadt Billerbeck	6
5	ERMITTLUNG DER FREMDWASSERMENGE	7
5.1	Klärung der Fragestellung	7
5.2	Beteiligung Dritter	8
5.3	Klärung der notwendigen Rahmenbedingungen	8
5.4	Festlegung der Messpunkte im Kanalisationsnetz	12
5.5	Konfiguration der Messeinrichtungen	13
5.6	Durchführung der Messung	15
5.7	Auswertung der Messung	18
5.8	Umsetzung in die Sanierungsplanung	19
6	BESTIMMUNG DER FREMDWASSERHERKUNFT	19
6.1	Nachweis von direkten Fremdwassereintritten in die öffentliche Kanalisation	19
6.2	Grundstücksscharfe Ermittlung von grundwasserbürtigen Fremdwasserzuflüssen aus Hausanschlüssen	20
6.2.1	Nächtliche TV-Inspektion	20
6.2.1.1	Methodik	21
6.2.1.2	Umsetzung in die Sanierungsplanung	23
7	ZUSAMMENFASSUNG	24
8	LITERATUR	26

1 Veranlassung

Kanalisationen werden zur Sammlung und Ableitung von Wässern dimensioniert, die entweder aufgrund ihrer Qualität (Abwasser) oder ihrer Quantität (Niederschlagswässer von befestigten Flächen) unerwünscht sind und schadlos entsorgt werden sollen. Alle Wässer, die nicht dem Bestimmungszweck der Kanalisation entsprechen, müssen aus diesem Blickwinkel heraus als „fremd“ eingestuft werden. Diese Definition hat natürlich für Mischwasser-, Regen- oder Schmutzwasserkanäle eine ganz unterschiedliche Bedeutung. Bei Misch- oder Schmutzwasserkanälen sind Fremdwässer hauptsächlich unverschmutzt und führen einerseits zu technischen Problemen wie einer erhöhten hydraulischen Belastung des Kanals und der beteiligten Regelorgane und Rückhaltebauwerke.

Auf der anderen Seite wird durch das häufigere Anspringen von Entlastungsbauwerken eine nicht unerhebliche Menge zusätzlicher Schmutzfracht unkontrolliert in die Oberflächengewässer entlassen. Die unvermeidliche Verdünnung und Abkühlung des Abwassers durch das mit abfließende kalte Fremdwasser setzt außerdem die Reinigungsleistung der Kläranlage herab, deren mikrobielle Reinigungsstufen empfindlich auf Temperaturverminderungen reagieren. Diese negativen Auswirkungen auf die Gewässerqualität stehen in eklatantem Widerspruch zu den Zielen der Landesregierung, die Qualität der Oberflächengewässer langfristig zu verbessern und die Trinkwasservorräte des Landes nachhaltig zu sichern.

§ 7a WHG in Verbindung mit § 1a erlaubt die Einleitung von Abwasser in ein Gewässer nur, wenn die Schadstofffracht so gering gehalten wird, wie mindestens nach dem Stand der Technik möglich. In Nordrhein-Westfalen existiert zurzeit ein Erlassentwurf, der an die wasserrechtliche Einleitungsgenehmigung für kommunale Kläranlagen anknüpft [1]. Nach seiner Definition liegt eine unzulässige Verdünnung des zu behandelnden Abwassers vor, wenn das Schmutzwasservolumen pro Einwohner und Tag 450 l überschreitet. Der maximal zulässige Fremdwasseranteil in einem Misch- oder Schmutzwasserkanal wird in einigen Bundesländern, beispielsweise Baden-Württemberg und Bayern, explizit durch Rechtsnormen begrenzt [2]. Häufig werden die Anforderungen des ATV-Arbeitsblatts A 118 [3] als Maßstab gesetzt, denen durch Verankerung in der Ortssatzung Rechtsverbindlichkeit verliehen wird. Auf der Basis dieser technischen Vorschrift werden Fremdwasserzuschläge bis zu einem Maximum von 100 % des Schmutzwasseraufkommens als Stand der Technik toleriert.

Eine Verbesserung der Gewässerqualität ist im Rahmen der geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen nur möglich, wenn die technischen Grundlagen der Abwasserableitung und -reinigung weiter entwickelt werden können. Auch bei der Lösung der Fremdwasserproblematik ist es daher vorrangiges Ziel des Gesetzgebers, den Stand der Technik so weit anzuheben, dass die Fremdwassermengen im Kanalisationsnetz und ihre nachweislichen Auswirkungen auf gesetzliche Schutzgüter spürbar vermindert werden können.

Zur großräumlichen Lösung der Fremdwasserproblematik in Nordrhein-Westfalen besteht daher Handlungsbedarf zur Entwicklung eines universell anwendbaren Konzepts zur Lokalisierung und Aufhebung von Fremdwasserzuflüssen zum öffentlichen Kanalisationsnetz.

2 Zielstellung

Fremdwasser ist ein Problem, das von der Aufsichtsbehörde am Ende der Verantwortungskette der Abwasserentsorgung, dem Direkteinleiter, aufgegriffen wird. Die Grundlage bildet die wasserrechtliche Erlaubnis für die Abwasserreinigungsanlage, die explizit ausschließt, dass die Ablaufwerte durch Vermischung und Verdünnung erreicht werden. Die Aufsichtsbehörde kann bei hohen Fremdwassermengen feststellen, dass die Anlage entgegen der gültigen Erlaubnis betrieben wird, und den Betreiber der Abwasserreinigungsanlage per Verfügung auffordern, den nicht rechtmäßigen Zustand aufzuheben. In vielen Fällen ist der Betreiber der Abwasserreinigungsanlage nicht gleichzeitig der Betreiber des Kanalisationsnetzes, in dem die festgestellte Störung ursächlich angesiedelt ist. Der Betreiber der Kläranlage – meistens ein Abwasser- oder Gewässerverband – ist daher aufgefordert, im Rahmen seiner satzungsrechtlichen Möglichkeiten auf das verursachende Mitglied einzuwirken.

Letztendlich ist Fremdwasser und seine Beseitigung ein Problem, das die verantwortlichen Netzbetreiber – gewöhnlich Kommunen und Eigentümer von Grundstücksentwässerungseinrichtungen – als Verursacher rechtlich in die Pflicht nimmt und zur Handlung zwingt.

Die Sanierung eines durch Fremdwasser belasteten Kanalisationsnetzes setzt effektive Strategien voraus, die es ermöglichen, den Zufluss von Fremdwasser anhand eines Prioritätenplans zu reduzieren. Ähnlich der Beseitigung von baulichen Schäden müssen zuerst die Teileinzugsgebiete saniert werden, die maßgeblich zum Fremdwasseraufkommen im Netz beitragen. Hier müssen weitergehende Sanierungsvoruntersuchungen durchgeführt werden, um den Fremdwasserzufluss nach Menge und Herkunft aufzuschlüsseln.

Ziel der hier vorgestellten Untersuchungen ist, Netzbetreiber durch eine Handlungsempfehlung zu unterstützen, die folgende Punkte behandelt:

- effektive Fremdwassermengenermittlung,
- Nachweis der Haupt-Fremdwasserquellen,
 - Schadensermittlung im öffentlichen Kanal,
 - Ermittlung von Fehlanschlüssen,
 - grundstücksscharfer Nachweis von grundwasserbürtigen Fremdwasserzuflüssen aus Hausanschlüssen,
- Aufstellung einer Prioritätenliste der sanierungsbedürftigen Einzugsgebiete.

Im Vordergrund stehen kostengünstige Verfahren, die von entsprechend ausgebildeten Kräften mit hoher Zuverlässigkeit und Aussagesicherheit durchgeführt werden können. Die Kommune soll je nach technischer Ausstattung die Möglichkeit haben, die Nachweise zur Fremdwassermengen- und -quellenermittlung selbst durchzuführen oder an Dritte zu vergeben.

3 Rechtliche Veranlassung für die Ermittlung und Beseitigung von Fremdwasser

3.1 Definitionen

Fremdwasser ist ein Begriff, der in seiner Bedeutung für die natürlichen Gleichgewichte des Wasserkreislaufs und seiner Auswirkungen auf die Abwasserableitung und –behandlung klar definiert ist. Tatsächlich existiert der Begriff „Fremdwasser“ als solcher aber nicht im Rechtsraum, sondern wird nur in unterschiedlichsten Umschreibungen impliziert. Fremdwasser kann nach § 2 Abs. 1 Satz 1 Abwasserabgabengesetz (AbwAG) sowie § 51 Abs. 1 Satz 1 Landeswassergesetz NRW (LWG NRW) [4] als Bestandteil des Schmutzwassers aufgefasst werden:

„Abwasser im Sinne dieses Gesetzes sind das durch häuslichen, gewerblichen, landwirtschaftlichen oder sonstigen Gebrauch in seinen Eigenschaften veränderte und das bei Trockenwetter damit zusammen abfließende Wasser (Schmutzwasser) ...“

§ 7a Abs. 1 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) [5] in Verbindung mit der Abwasserverordnung (AbwV) § 3 Abs. 3 begrenzt mit dem sogenannten Vermischungs- und Verdünnungsverbot für Abwasserreinigungsanlagen indirekt den Anteil des Fremdwassers am Abwasser: das mit dem Schmutzwasser bei Trockenwetter zusammen abfließende Wasser darf anteilmäßig nicht so groß werden, dass die Verminderung der Schadstoffkonzentrationen in der angeschlossenen Kläranlage bereits im Zulauf durch Verdünnung, d.h. durch die Vermischung des schadstoffbefrachteten Schmutzwassers mit dem unverschmutzten Fremdwasser, erreicht wird. Mit § 9 Abs. 5 des Abwasserabgabengesetzes (AbwAG) wird eine Ermäßigung des Abgabesatzes um 75 % versagt, sobald ein Erreichen der zulässigen Ablaufkonzentrationen durch Vermischen oder Verdünnen nachweisbar ist.

3.2 Öffentliches Leitungsnetz

Auf der Basis von § 18b des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) und § 61 Landeswassergesetz (LWG) existieren im Landesrecht der meisten deutschen Bundesländer Eigenkontrollverordnungen bzw. Selbstüberwachungsverordnungen für den Betrieb der Kanalisation und ihrer Sonderbauwerke. Definierte Inspektionsintervalle und –vorschriften für die verschiedenen Bauwerke im Bereich der öffentlichen Abwasserableitung sollen sicherstellen, dass die Kanalisation nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik betrieben wird. Für schadhafte, sanierungsbedürftige Abschnitte werden Prioritätenpläne erstellt, in denen die Dringlichkeit für eine Sanierung nach wasserwirtschaftlichen Belangen festgelegt wird.

Bestandteil aller Eigenkontroll- bzw. Selbstüberwachungsverordnungen ist die Dichtheitsprüfung. Während die Selbstüberwachungsverordnung (SüwV Kan) [6] in NRW lediglich die abschnittsweise, optische TV-Inspektion des gesamten Netzes innerhalb von 10 Jahren vorschreibt, müssen nach die Eigenkontroll-Verordnung in Baden-Württemberg (Eigenkontroll-VO BW) sämtlich Abwasserkanäle einschließlich der Schachtbauwerke einer Dichtheitsprüfung nach den jeweils in Betracht kommenden Verfahren unterzogen werden.

Der Hauptanteil des Fremdwassers im öffentlichen Netz wird – wenn nicht über das private Netz eingetragen – über Undichtigkeiten der öffentlichen Abwasserleitung aus dem Grundwasser aufgenommen. Mit der regelmäßigen Überprüfung des öffentlichen Netzes werden die schadhafte Stellen in der Leitung erfasst. Sowohl die Möglichkeit zur Ex- als auch zur Infiltration bedingt im Wasserrecht einen vergleichbaren Handlungsbedarf für die Sanierung schadhafter Abschnitte und damit der Beseitigung von Fremdwasser im öffentlichen Kanal.

3.3 Privates Leitungsnetz

Grundsätzlich unterliegt auch das private Netz den wasserrechtlichen Anforderungen zur Abwehr von Gefahren von natürlichen Gewässern. Zusätzlich bestehen hier seit Novellierung der Bauordnung (BauO NRW) [7] weiter gehende Regelungen aus dem Bereich des Baurechts, die die Überwachung der Dichtheit der Leitungen fordern. Gemäß § 45 Abs. 5 müssen Dichtheitsprüfungen alle 20 Jahre durchgeführt werden, bei Inkrafttreten des Gesetzes bereits bestehende Abwassergrundleitungen müssen bis spätestens zum Jahre 2015 erstmalig geprüft werden. Für nachweislich undichte Leitungen besteht dann wiederum die wasserrechtlich gebotene Pflicht zur Sanierung.

Die im Landesrecht verankerten Anforderungen werden auf Ortsebene durch kommunale Abwassersatzungen ergänzt. Sie kompensieren u. a. die fehlende behördliche Aufsichtspflicht für private Abwasserleitungen, die nicht unter die Regelungen der Eigenkontroll- und Selbstüberwachungsverordnungen fallen.

4 Untersuchungsgebiete

Die im folgenden dargestellte Untersuchungsstrategie wurde in den fremdwasserbelasteten Kanalisationsnetzen von vier kleineren und mittelgroßen Kommunen entwickelt und erprobt. Das Untersuchungskonzept orientiert sich an einer Aufteilung in kleinere Einzugsgebiete, sodass die absolute Größe des Netzes zwar den Aufwand erhöht, aber keinen Einfluss auf die Untersuchungsstrategie hat.

4.1 Stadt Ahlen

Die Stadt Ahlen gehört dem Kreis Warendorf (Regierungsbezirk Münster) an, hat zur Zeit rund 55.000 Einwohner und umfasst eine Fläche von 123 km². Teile des Stadtgebiets unterliegen seit Beginn des Jahrhunderts bergbaulichen Einflüssen durch den Untertagebergbau der Zeche Westfalen I/II, die zu Beginn des Jahres 2000 endgültig geschlossen werden soll. Für die Untersuchungen wurde der südlich Ahlen vorgelagerte **Ortsteil Dolberg** ausgewählt.

Das Kanalisationsnetz mit einer Gesamtlänge von 365 km der Stadt Ahlen ist zu zwei Dritteln als Trennsystem ausgeführt. Das Abwasser wird in zwei Kläranlagen behandelt, von denen die eine von der Kommune selbst (KA Ahlen-Stadt) und die andere (KA Ahlen-Dolberg) vom Lippeverband betrieben wird. Die Abwasserbehandlungsanlagen werden abhängig von der Jahreszeit und dem Grundwasserstand durch unzulässig hohe Fremdwassermengen belastet, die bei der vom Lippeverband betriebenen KA Ahlen-Dolberg das Dreifache des angesetzten Q_t erreichen können. Der Stadt Ahlen liegt eine Sanierungsverfügung vor, der bis zum Jahr 2003 nachzukommen ist. Zu den bisher eingeleiteten Maßnahmen gehören eine Untersuchung

zum Nachweis der Herkunft des Fremdwassers, die Behebung von Fehlschlüssen, das Abdichten von Kanaldeckeln und die Aufnahme der baulichen Sanierung im öffentlichen Netz. Das öffentliche Kanalisationsnetz wurde im Rahmen der Sanierungsplanung inzwischen vollständig inspiziert.

Die bereits festgestellte Abhängigkeit der Fremdwassermengen vom Grundwasserstand weist darauf hin, dass undichte Kanäle, Hausdränagen und undichte Grund- und Anschlussleitungen zum Fremdwasseraufkommen im Kanal beitragen.

4.2 Gemeinde Niederzier

Die Gemeinde Niederzier am Niederrhein gehört dem Kreis Düren an und umfasst sieben Ortschaften. Auf einer Fläche von 63 km² leben zur Zeit rund 14.000 Einwohner. Die Region befindet sich in direkter Nachbarschaft des östlich anschließenden Braunkohlentagebaus Hambach der Rheinbraun AG, dessen Vorrücken bereits die Umsiedlung der Ortsteile Lich und Steinstraß in die Gemeinden Niederzier und Jülich erforderlich machte.

Für die Untersuchungen wurde der **Ortsteil Oberzier** ausgewählt.

Das Kanalisationsnetz der Gemeinde ist vollständig als Trennsystem – der Schmutzwasserkanal hauptsächlich in Asbestzement/Steinzeug DN 250, der Regenwasserkanal in Asbestzement/Beton – ausgeführt. Das Abwasser wird in zwei Kläranlagen behandelt (KA Hambach und KA Krauthausen), die beide vom Erftverband betrieben werden. Die Kläranlage Hambach behandelt die Abwässer der Ortsteile Hambach, Niederzier, Oberzier und Ellen. Unzulässig hohe Fremdwasserzuflüsse zu dieser Kläranlage, die in der Spitze 300 bis 400 % betragen, haben die zuständige Aufsichtsbehörde dazu veranlasst, der Gemeinde eine Sanierungsverfügung zu überstellen. Die teilweise erheblichen Fremdwassermengen verursachen eine deutliche Überlastung der Kanalisation und lösen Rückstauereignisse bis in die privaten Anschlussleitungen aus.

Das öffentliche Kanalisationsnetz wurde inzwischen vollständig inspiziert, festgestellte Schäden am öffentlichen Kanal nach Maßgabe eines Prioritätenplans teilweise bereits saniert.

4.3 Gemeinde Rheurdt

Die Gemeinde Rheurdt gehört dem Kreis Kleve an und umfasst zwei Dörfer – Rheurdt und Schaephuysen – sowie mehrere landwirtschaftliche Weiler. Auf einer Fläche von 30 km² leben zur Zeit rund 6.400 Einwohner. Die gesamte Region unterliegt seit Beginn der 90er Jahre dem starken Einfluss eines noch jungen Steinkohle-Untertagebergbaus (Zeche Neukirchen-Vluyn), der fortgesetzt Senkungen an der Erdoberfläche verursacht. Die Senkungen sind als dynamischer Prozess zu verstehen, der von den fortschreitenden Abbaufeldern abhängig ist, so dass sich die Vorflut im Kanalisationsnetz während des Abbaubetriebs mehrfach ändern kann. Unmittelbar mit den Bergsenkungen ist ein relativer Anstieg des Grundwassers verbunden, der durch Entnahmebrunnen reguliert werden muss (die Verantwortung liegt bei der Links-Niederrheinischen Entwässerungsgenossenschaft, LINEG). Bei den aktuell sehr niedrigen Flurabständen von 1,5 m und darunter treten in den Kellern zahlreicher Häuser Vernäsungen und Feuchteschäden auf.

Für die Untersuchungen wurde der **Ortsteil Rheurdt ohne den Ortsteil Schaephuysen und ohne die angeschlossenen Weiler** ausgewählt.

Das Kanalisationsnetz der Gemeinde ist vollständig als Trennsystem – der Schmutzwasserkanal hauptsächlich in Steinzeug DN 250, der Regenwasserkanal in Beton bis DN 600 – ausgeführt. Das Abwasser wird in zwei Kläranlagen behandelt (KA Rheurdt und KA Schaephuysen), die beide vom Niersverband betrieben werden. Im Jahr 1990 stellte der Niersverband fest, dass die Abwasserbehandlungsanlagen durch unzulässig hohe Fremdwassermengen belastet wurden. Die durch die Gemeinde Rheurdt unmittelbar eingeleiteten Maßnahmen umfassen bisher die Behebung von Fehllanschlüssen, das Abdichten von Kanaldeckeln und die Aufnahme der baulichen Sanierung im öffentlichen Netz. Das öffentliche Kanalisationsnetz wurde inzwischen vollständig inspiziert und wird darüber hinaus im Bergsenkungsgebiet ständig von der Deutschen Steinkohle AG untersucht, die bei nachweislich durch Bergsenkungen verursachten Schadensbildern für die Beseitigung der Schäden eintritt.

Teile der öffentlichen Kanalisation wurden auch bei Nacht inspiziert. Hierbei wurde festgestellt, dass zahlreiche Hausanschlüsse bei hohen Grundwasserständen kontinuierlich verschmutztes Wasser an den Kanal abgeben, ein Hinweis auf Grundwasser, das durch Hausdrainagen und undichte Grundleitungen aufgenommen wird und einen erheblichen Anteil an festgestellten Fremdwassermengen im Kanal annehmen kann.

4.4 Stadt Billerbeck

Die Stadt Billerbeck gehört dem Kreis Coesfeld (Regierungsbezirk Münster) an und umfasst die bis 1969 selbständigen Gemeinden Billerbeck, Kirchspiel Billerbeck und Beerlage sowie mehrere Bauernschaften. Auf einer Fläche von 91 km² leben zur Zeit rund 11.000 Einwohner. Billerbeck liegt in einem Talkessel der Baumberge und befindet sich damit in einer morphologischen Ausnahmesituation innerhalb der ansonsten weitgehend morphologisch undifferenzierten Münsterländer Bucht. Die Baumberge erheben sich um maximal 100 m über die Ebene des Münsterlands hinaus. Der topnah liegende Baumberger Sandstein ist ein guter Kluftgrundwasserleiter und gibt an zahlreichen Anschnitt- und Überlaufquellen Grundwasser an tiefer liegende Regionen ab. Die Vorflut im Talkessel von Billerbeck bildet die Berkel, die mit ihren Talauen den alten Ortskern von Billerbeck nach Südwesten hin begrenzt.

Das Kanalisationsnetz der Stadt Billerbeck ist hauptsächlich als Mischwassersystem ausgelegt, mit Kanalquerschnitten, die von DN 250 bis DN 1800 reichen. In randlichen Regionen, speziell in neu erschlossenen Industriegebieten, ist das Netz bevorzugt als Trennkanalisation ausgeführt. Das Abwasser wird zentral in der durch das Abwasserwerk Billerbeck betriebenen Kläranlage Billerbeck behandelt. Zur Bewältigung des Niederschlagsabflusses sind in den Randbezirken mehrere Regenrückhalte- und Regenüberlaufbecken vorhanden bzw. geplant.

Das Mischwassernetz der Stadt Billerbeck führt erhebliche Mengen an Fremdwasser, nachgewiesen durch Begehungen und Kanal-TV-Inspektionen. Das öffentliche Kanalisationsnetz wurde inzwischen vollständig inspiziert. Seit etwa einem Jahr liegt ein rechtsgültiges Abwasserbeseitigungskonzept vor. Die Stadt Billerbeck hat die Sanierung schadhafter Stellen im Kanalisationsnetz bereits aufgenommen und Maßnahmen zur Behebung von Fehllanschlüssen und zur baulichen Sanierung im öffentlichen Netz eingeleitet.

5 Ermittlung der Fremdwassermenge

5.1 Klärung der Fragestellung

Abhängig davon, welches Entwässerungssystem vorliegt, gibt es verschiedene Quellen, aus denen Fremdwasser stammen kann und unterschiedliche Strategien, um es zu erfassen. Bevor also die eigentliche Planung der Maßnahmen aufgenommen wird, muss zunächst geklärt werden, welche Fremdwasserquellen in dem zu untersuchenden Kanalisationsnetz zu erwarten sind. Wenn über die Herkunft des Fremdwassers weitgehend Unklarheit besteht, empfiehlt sich in jedem Fall die Bestimmung des Gesamtfremdwasseraufkommens.

Im **Mischwassersystem** beschränken sich Fehllanschlüsse auf Quellen und Bachläufe sowie Kühlwassereinleitungen. Im Vordergrund steht grundwasserbürtiges Fremdwasser, das den öffentlichen Kanal über Undichtigkeiten im öffentlichen und privaten Netz und angeschlossene Hausdrainagen erreicht. Im Mischsystem gibt es daher grundsätzlich zwei Varianten für die Fragestellung:

- 1) Bestimmung des grundwasserunabhängigen Fremdwassers: Abflussmessung bei **Trockenwetter** und **Grundwassertiefststand**,
- 2) Ermittlung der Gesamtfremdwassermenge: Abflussmessung bei **Trockenwetter** und **Grundwasserhöchststand**,

von denen aber Variante 1) nur geringe Bedeutung hat.

Im **Schmutzwasserkanal** des Trennsystems kommen zu dem grundwasserbürtigen Fremdwasser über Undichtigkeiten der Leitung auch Niederschlagsanteile hinzu, die über befestigte Flächen, Schachtabdeckungen oder angeschlossene Bachläufe in den Kanal gelangen. Hier gibt es prinzipiell drei Möglichkeiten, das Fremdwasseraufkommen zu messen:

- 1) Bestimmung des Fremdwasseraufkommens, das hauptsächlich vom Niederschlag abhängig ist: Abflussmessung bei **Niederschlag** und **Grundwassertiefststand**,
- 2) Ermittlung des Fremdwasseraufkommens, das hauptsächlich vom Grundwasserstand abhängig ist: Abflussmessung bei **Trockenwetter** und **Grundwasserhöchststand**,
- 3) Nachweis der Gesamtfremdwassermenge: Abflussmessung bei **Niederschlag** und **Grundwasserhöchststand**.

In allen drei Modellstandorten mit Trennsystemen war bereits vorher eine deutliche Abhängigkeit des Fremdwasseraufkommens vom Grundwasserstand festgestellt worden. Diese Informationen ließen eine von grundwasserbürtigem Fremdwasser dominierte Belastung des Kanalisationsnetzes erwarten, das der Variante 2) (Trennsystem) entspricht. Für das Mischsystem der Stadt Billerbeck war ebenfalls bekannt, dass die Fremdwasserbelastung hauptsächlich durch grundwasserbürtigen Zutritt in das Leitungsnetz verursacht wird. Für diesen Standort wurde entsprechend die Variante 2) (Mischsystem) als passende Fragestellung ausgewählt.

Mit der Identifizierung der Fragestellung liegen damit alle Informationen zur Planung der eigentlichen Maßnahme vor.

5.2 Beteiligung Dritter

In Vorbereitung der Messkampagne müssen Dritte beteiligt werden, darunter genehmigende Behörden, Informationsdienste und unter Umständen auch Dienstleister, die Teile der Arbeiten übernehmen.

Verkehrssicherungsgenehmigung

Die Messungen werden im Straßenraum durchgeführt. Vor Aufnahme der Arbeiten muss die Genehmigung der zuständigen Straßenverkehrsbehörde der Gemeinde zur Absicherung des Straßenverkehrs nach § 45 StVO eingeholt werden. Wenn von der Absicherung auch Landstraßen betroffen sind, muss zusätzlich der zuständige Landschaftsverband gehört werden, wodurch Genehmigungsfristen von mehreren Wochen entstehen können.

Grundwasserganglinie

Zur Beurteilung der hydrogeologischen Situation wird eine langfristige Ganglinie einer Grundwassermessstelle im Untersuchungsraum benötigt. Für die hier untersuchten Modellstandorte wurde zentral der Landesgrundwasserdienst im Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen angesprochen, bei dem Daten von landeseigenen Grundwassermessstellen und zahlreichen weiteren seit Jahrzehnten zusammengetragen werden. Daten zu den aktuellen Grundwasserständen sollten allerdings direkt bei den erhebenden Stellen angefragt werden, beispielsweise den Staatlichen Umweltämtern bei landeseigenen Messstellen oder bei den betreibenden Organisationen, wie zum Beispiel Gewässerverbänden oder lokalen Trinkwasserversorgern.

Niederschlagsprognose

Abhängig von der Fragestellung der Untersuchung sind bestimmte Niederschlagsverhältnisse für die Messung notwendig. Die Untersuchungen im Rahmen des hier vorgestellten Vorhabens verlangten beispielsweise alle eine mehrtägige Trockenwetterphase, um niederschlagsgekoppelte Anteile des Fremdwassers sicher ausschließen zu können, bzw. um die Messung im Mischwasserkanal definiert durchführen zu können.

Beratende Ingenieure/Geologen

Nicht alle Kommunen werden Planung und Ausführung einer Fremdwassermengenbestimmung selber in die Hand nehmen. Das beteiligte Ingenieurbüro sollte idealerweise über Erfahrungen in der Durchflussmessung im Kanal und Fachkräfte verfügen, die hydrogeologische Rahmendaten deuten können. Die beratenden Ingenieure/Geologen veranlassen alle notwendigen Maßnahmen und bündeln die Daten, die durch Informationsdienste und die geplante Untersuchung zusammenkommen, zu einer Gesamtaussage für die auftraggebende Kommune.

5.3 Klärung der notwendigen Rahmenbedingungen

Die bereits geklärte Fragestellung erfordert bestimmte Rahmenbedingungen für den Grundwasserstand, die Niederschlagssituation und das Zeitfenster für die Untersuchungen. Für die Untersuchungen in den vier für dieses Vorhaben ausgewählten Modellkommunen mussten die Rahmenbedingungen

- hoher Grundwasserstand und
- Trockenwetter

eingehalten werden. Zusätzlich musste das Zeitfenster ermittelt werden, aus dem Daten für die Bestimmung der Fremdwassermenge gewertet werden konnten.

Auswahl einer Grundwassermessstelle und Festlegung der zulässigen Grundwasserspiegellage

Für die vier Modellkommunen wurden in Rücksprache mit dem Landesgrundwasserdienst Messstellen ausgewählt, die unmittelbar im Untersuchungsraum liegen. Eine Ausnahme bildete die Messstelle, die das Untersuchungsgebiet Billerbeck repräsentiert: nach Einstellen der öffentlichen Wassergewinnung im Raum Billerbeck sind keine Daten von Beobachtungsbrunnen in der unmittelbaren Region verfügbar. Die ersatzweise gewählte Messstelle Coesfeld-Beickel liegt in deutlicher räumlicher Distanz zu Billerbeck, spiegelt aber nachweislich die großräumliche Grundwasserdynamik wider. Alle Messstellen erfüllen ein wichtiges Kriterium: der Grundwasserspiegel (bzw. der Grundwasserdruckspiegel) liegt im Mittel im Bereich der Entwässerungsleitungen. Die Grundwassermessstelle muss den obersten Grundwasserstockwerk der Region erschließen. Je geringer der Flurabstand ist, desto schneller und heftiger reagiert der Grundwasserspiegel auf zusickernde Niederschlagsanteile (Grundwasserneubildung), und desto aussagekräftiger sind die Daten zur Beurteilung der Situation im Bereich der Leitungszone, die im Bereich zwischen 0,5 m (Grundleitungen eines nicht unterkellerten Hauses) und 4 m (öffentlicher Kanal, in offener Bauweise erstellt) liegt.

Der Landesgrundwasserdienst kann Daten für mehr als 20 Jahre bereitstellen. Diese langfristige Grundwasserganglinie bildet die Grundlage für die Festlegung des Grundwasserniveaus als unabdingbare Voraussetzung für die Untersuchung. Neben dem jahreszeitlichen Zyklus des Grundwasserstands existieren längerfristige Zyklen, die an mittelfristige Klimaschwankungen gebunden sind oder durch die lokale Grundwassernutzung gesteuert werden. Der Winter 1995/96, der an ein lokales Grundwasserstandsmaximum im Jahr 1994 und weiterhin sehr hohe Grundwasserstände im Jahr 1995 anschloss, war beispielsweise überraschend kalt und ausgesprochen trocken, so dass ein Großteil der normalerweise stattfindenden Grundwasserneubildung ausfiel. Der Grundwasserhöchststand, der sich daraufhin im Frühjahr 1996 einstellte, war nahezu auf dem gleichen Niveau wie der Grundwassertiefststand im Herbst 1995, mit anderen Worten: der Grundwasserspeicher war in diesem Winter nicht wieder aufgefüllt worden.

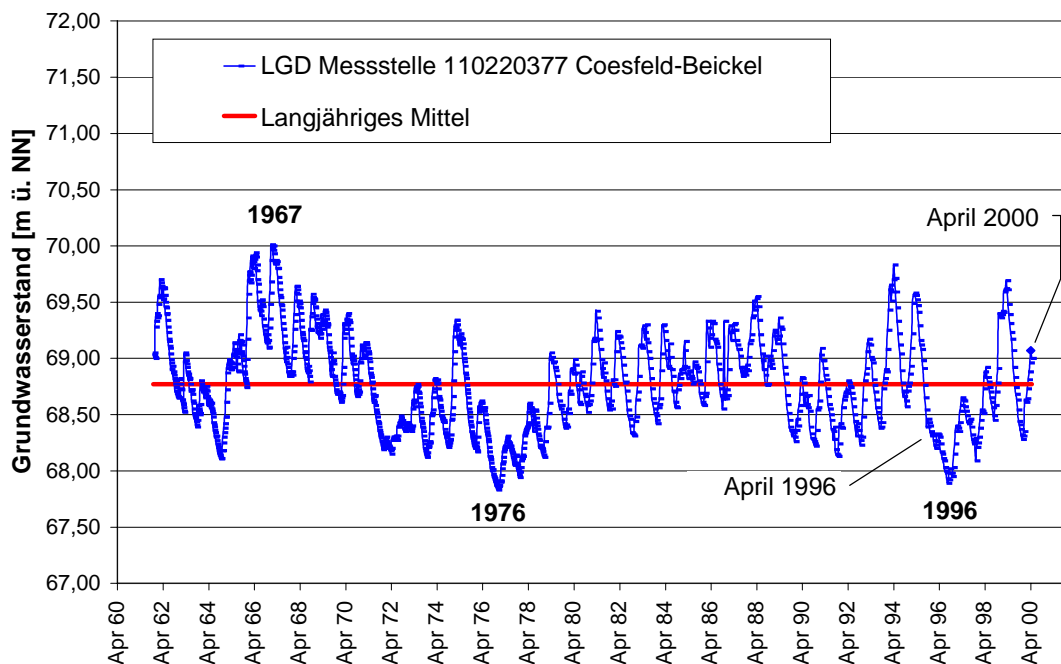


Abb. 1: Bestimmung des langjährigen Mittels durch Medianbildung über eine langfristige Grundwasserganglinie

In den Modellkommunen sollten Untersuchungen bei hohem Grundwasserstand durchgeführt werden. Das bedeutet, dass der Grundwasserstand im Untersuchungsgebiet deutlich oberhalb des langjährigen Medians liegen muss, wenn die Messungen Aussagekraft für die Fremdwassersituation bei hohen Grundwasserständen haben soll. Die vorliegenden Daten belegen, dass das Grundwasserniveau im Frühjahr 2000 deutlich über dem langjährigen Median lag; die Bedingung *hoher Grundwasserstand* für die Fragestellung *grundwasserbürtiges Fremdwasser* war eindeutig erfüllt. Die Fremdwassermengenmessungen wurden im Frühjahr zum Ende des wasserwirtschaftlichen Zyklus bei **Grundwasserhöchststand** in den Monaten März bis April durchgeführt.

Festlegung der zulässigen Niederschlagsituation

Drei der vier Modellkommunen betreiben ein Trennsystem, eine Kommune ein Mischsystem. Für das Untersuchungsgebiet mit der Mischentwässerung steht nur eine mögliche Niederschlagsituation für Fremdwassermengenmessungen zur Auswahl: Trockenwetter. Die Komponente Niederschlagswasser gehört wie die Komponente Schmutzwasser zum zulässigen Abfluss in Mischwasserkanalisationen und muss daher unbedingt ausgeschlossen werden. Anders sieht es in der Trennkanalisation aus: Hier ist die Niederschlagsituation von der Fragestellung abhängig, die mit der Messung untersucht werden soll. Bei den hier dargestellten Untersuchungen sollte grundwasserbürtiges Fremdwasser losgelöst von Beiträgen aus Fehlschlüssen betrachtet werden. Für die Messungen an den vier Modellstandorten wurden daher sowohl im Trenn- als auch im Mischsystem ausschließlich **niederschlagsfreie Nächte** genutzt (vgl. Abb. 2).

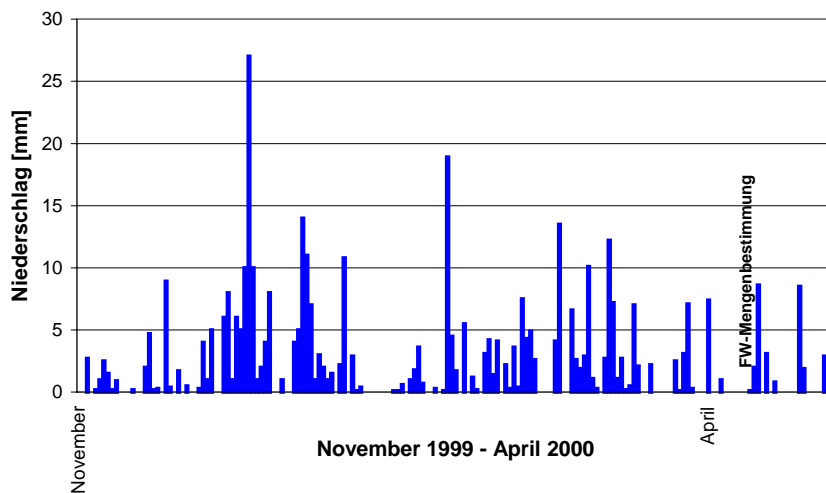


Abb. 2: Niederschläge in der ersten Hälfte des wasserwirtschaftlichen Jahrs 1999/2000; Fremdwassermengenmessung während einer Trockenwetterphase

Ermittlung des Zeitfensters für die Messung

Die Festlegung des Zeitfensters für die Messung hat spezielle Bedeutung für diskontinuierliche Messungen im Kanalnetz, für die Messgeräte kurzzeitig an Messorten eingebaut werden und nach Ermittlung des Messwerts sofort wieder entfernt werden. Im Rahmen von kontinuierlichen Messungen, bei denen das Messgerät wenigstens einen Nachtzyklus eingebaut bleibt, wird das auswertbare Zeitfenster aus den Messdaten selbst bestimmt.

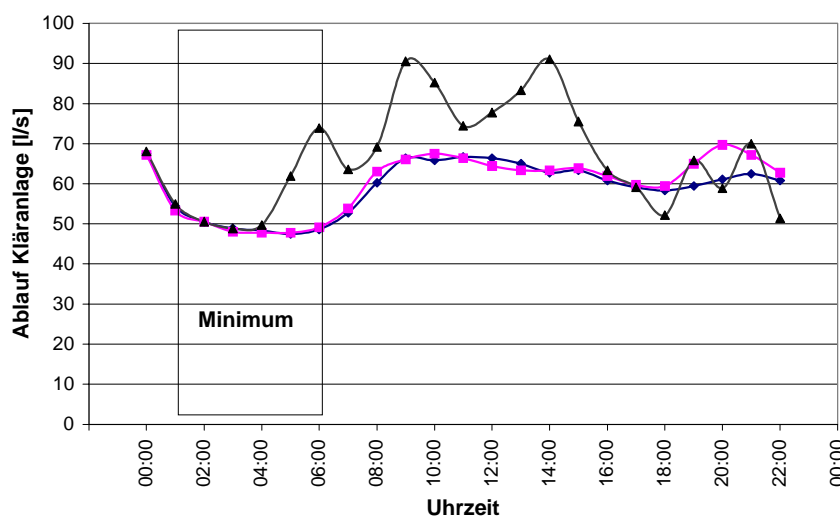


Abb. 3: Durchfluss-Minimum der Kläranlage eines Mischwassernetzes bei Trockenwetter, an einem Tag überlagert durch einsetzende Niederschläge

Es stehen grundsätzlich zwei Verfahren für die Bestimmung des Zeitfensters zur Verfügung: zum einen die

Auswertung der Tagesganglinien der Kläranlage bei Trockenwetter, zum anderen eine vorbereitend durchgeführte Übersichtsmessung mit einem Fließtiefenmessgerät (z. B. Echolot) im Untersuchungsgebiet. Die Übersichtsmessung und die Kläranlagenganglinie werden analog ausgewertet, die Kläranlagenganglinie muss außerdem um die Phasenverschiebung korrigiert werden, die durch die Fließzeit innerhalb des Untersuchungsraums verursacht wird.

In den Modellstandorten wurden jeweils die Tagesganglinien der angeschlossenen Kläranlagen ausgewertet und das hier ermittelte Zeitfenster minimalen Abflusses – um eine geschätzte Phasenverschiebung durch die Fließzeit zur Kläranlage korrigiert – auf die Untersuchungsgebiete übertragen. Die Messungen wurden grundsätzlich im Durchflussminimum der Kläranla-

ge durchgeführt (vgl. Abb. 3). Da die Untersuchungsgebiete nahezu ausschließlich Wohnbauung und nicht-produzierendes Gewerbe umfassen, ist in diesem Zeitfenster kein nennenswerter Schmutzwasserabfluss zu erwarten.

5.4 Festlegung der Messpunkte im Kanalisationsnetz

Bei der Auswahl der Messpunkte in den vier Modellkommunen wurden konsequent alle verfügbaren Informationen der zuständigen Stellen und sachkundigen Mitarbeiter gesammelt und verwendet. Durch schrittweises Vorgehen über die Auswertung von Bestandsplänen und Begehungen vor Ort können auch umfangreiche Kanalisationsnetze auf Untersuchungsschwerpunkte reduziert werden, die gezielt in die Planung der Messung aufgenommen werden.

Bestandspläne

In einem ersten Schritt werden im Bestandsplan alle Hauptsammler des Entwässerungsgebiets identifiziert und je eine Messstelle in einer Position vor der Kläranlage zugeordnet. Aufgrund der erwartungsgemäß großen Querschnitte in diesen Positionen müssen hier wahrscheinlich Sondereinbaumaßnahmen für die Messgeräte vorgesehen werden.

Zusammen mit dem zuständigen Ingenieur werden danach alle Teileinzugsgebiete eingegrenzt, in denen in der Vergangenheit Fremdwasserprobleme aufgetreten sind und unter Umständen in kleinere Teileinzugsgebiete aufgesplittet, wenn eine höhere Auflösung nötig ist oder die Messung in kleineren Querschnitten besser handhabbar ist.

Die ausgewählten Messpunkte werden mithilfe der während der hier dargestellten Untersuchungen entwickelten [Checkliste zur Planung einer Fremdwassermengenmessung mit einem portablen MID-Messsystem](#) (vgl. Anlage 1) auf Eignung geprüft. Die Prüfung umfasst die Behandlung von problematischen Umständen im Oberstrom der Messstelle, darunter

- Absturzbauwerke und
- Pumpwerke,

außerdem notwendige Bedingungen am Messort selbst:

- zulässiges Kanalgefälle an der Messstelle,
- Zustand des Kanals an der Messstelle

und gibt detaillierte Empfehlungen, mit denen kritische Bedingungen, die die Messung gefährden können, vermieden werden.

Begehung

Nach der Auswertung der Bestandspläne und den Gesprächen mit dem zuständigen Ingenieur stehen vor allen Dingen Begehungen vor Ort im Vordergrund. Hierbei werden nicht nur Diskrepanzen zwischen der Dokumentation im Bestandsplan und der Realität deutlich. Besonders wichtig ist die Sammlung von Informationen aus dem Gespräch mit den Praktikern des Kanalbetriebs vor Ort. Hieraus ergibt sich eine wesentlich belastbarere Grundlage als allein aus der Diskussion von Bestandsplänen mit Mitarbeitern höherer Ebenen.

Zur Vorbereitung der nächtlichen Messungen wurde in den vier Modellkommunen jeweils eine ganztägige Ortsbegehung mit dem zuständigen Kanalmeister durchgeführt. Sachkundige Kanalmeister können detailliert Teileinzugsgebiete benennen, die bereits bei eigenen Begehungen und TV-Inspektionen durch hohe Fremdwasserabflüsse aufgefallen sind, und als ortskundige Anwohner historische Details berichten, die für die Einschätzung der Situation relevant sind. Unter anderem zählen dazu Informationen über Flächen im Stadtgebiet, die vor der Bebauung in historischer Zeit stark vernässt waren.

Bei der Inaugenscheinnahme wurden aber auch gleichzeitig zahlreiche Teileinzugsgebiete aus der Untersuchung ausgeschlossen, in deren Sammler bereits während der Tagesstunden kein nennenswerter Abfluss festgestellt werden konnte. Der Abfluss wurde jeweils durch Öffnen des Übergabeschachts an den Hauptsammler festgestellt und im Protokoll festgehalten. Bei den Teileinzugsgebieten, die durch konstant hohen Abfluss und große Anteile unverschmutzter Wässer auffielen, wurde jeweils ein geeigneter Schacht für die Abflussmessung ausgewählt und seine Position sowie die zu erwartenden Einbaubedingungen für das Messgerät im Protokoll vermerkt.

Die Messorte sollten während der Begehung anhand der im Rahmen dieses Vorhabens entwickelten [Checkliste zur Festlegung der Messpunkte im Kanalisationsnetz](#) (vgl. Anlage 1) beurteilt werden. Die Checkliste enthält wesentliche Punkte zur Beurteilung der hydrometrischen Verhältnisse, aber auch arbeitstechnische Hinweise. Nach der endgültigen Festlegung der Messorte sollte ein detaillierter Prüfablaufplan (Arbeitsanweisung) für die ausführenden Techniker erstellt werden, der unter anderem Angaben zu den Messorten, speziellen Verhältnissen und Hinweisen zur Arbeitssicherheit und Sicherung der Baustelle enthält.

5.5 Konfiguration der Messeinrichtungen

Messsystem

Die Messungen können grundsätzlich mit jedem Messsystem durchgeführt werden, das

- für die hydrometrischen Bedingungen am Einbauort geeignet ist,
- einen für die Anforderungen ausreichend hohe Genauigkeit aufweist,
- möglichst nicht kalibriert werden muss,
- einfach handhabbar und fehlerfrei durch geschultes Personal einbaubar ist.

Für die Fremdwassermengenmessungen an den Modellstandorten wurde ein transportables magnetisch-induktives Durchflussmessgerät (MID) DN 80 eingesetzt, das bei sorgfältiger Beachtung der hydrometrischen Anforderungen auch bei den typischerweise niedrigen Fremdwasserabflüssen einen äußerst geringen Verkehrsfehler von < 5 % unter Einbaubedingungen gewährleistet. Bei dem Gerät handelt es sich um die kommerzielle Ausführung einer Entwicklung der *Versuchsanstalt und Prüfstelle für Umwelttechnik und Wasserbau* der GhK Kassel mit der Handelsbezeichnung *Zangenberg Mobi-DiR 200/08* (vgl. Abb. 4). Für Messungen in größeren Querschnitten oder hohen zu erwartenden Durchflüssen stehen weitere MIDs mit größeren Nennweiten zur Verfügung.



Abb. 4: Transportable MID-Messeinrichtung für Fremdwassermengenermessungen

MID-Durchflussmessgeräte müssen *nicht* vor Ort unter Einbaubedingungen kalibriert werden.

Für eine Messung im offenen Gerinne muss zunächst die Grundbedingung für das

Funktionsprinzip des MID hergestellt werden: die Vollfüllung des Messquerschnitts. Der eigentliche MID-Messaufnehmer wird daher durch zwei Zusatzelemente zur Erzwingung des Durchflusses durch einen vollgefüllten Querschnitt ergänzt. Auf der Einlaufseite befindet sich ein aufblasbares Dichtkissen (vgl. Abb. 4 und Abb. 5), das im Einsteigschacht kraftschlüssig in das Kanalrohr eingesetzt wird und den Durchfluss durch die Messeinrichtung erzwingt. Im Auslaufbereich des MIDs ist ein Abschlussbogen angeflanscht, dessen Auslauf oberhalb der Scheitellinie der Messeinrichtung liegt (vgl. Abb. 4 und Abb. 5). Bevor das Wasser aus diesem Abschlussbogen austreten kann, muss der Wasserstand im MID-Messrohr bis zur Vollfüllung ansteigen. Die Länge von Ein- und Auslaufrohr liegen mit $3 \cdot DN$ im Einlauf und $2 \cdot DN$ im Auslauf zwar unter den Anforderungen des DVGW-Arbeitsblatts W 420 [8] und der DIN EN 29104 [9], die für den hydrometrisch korrekten Betrieb von MID-Messgeräten eine Mindesteinlauflänge von $5 \cdot DN$ ($10 \cdot DN$) und eine Mindestauslauflänge von $2 \cdot DN$ ($5 \cdot DN$) fordern. Die *Versuchsanstalt und Prüfstelle für Umweltechnik und Wasserbau* der GhK Kassel hat aber die hydrometrische Eignung des MID-Messsystems mit verkürzter Einlaufstrecke im Hydrauliklabor geprüft und bestätigt.

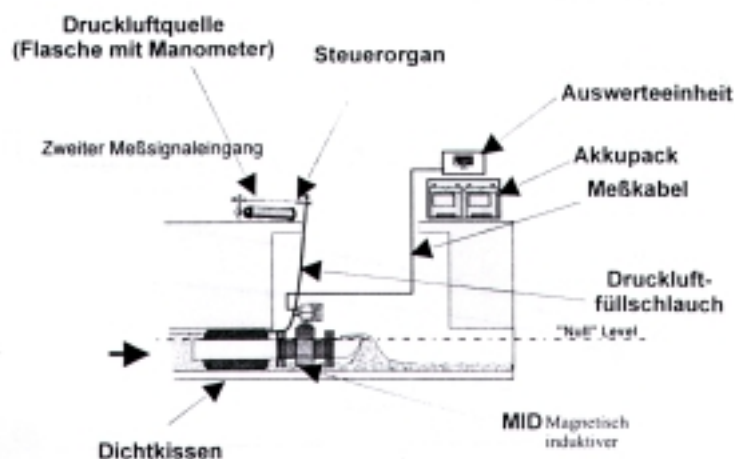


Abb. 5: Einbau und Wirkungsweise des transportablen MID-Messsystems

Das MID-Messsystem mit der angeflanschten Dichtblase kann in Kreisprofilen zwischen DN 200 bis DN 500 eingesetzt werden. Für den Einsatz bis DN 800 (Mischwassernetz) wird ein Zusatzadapter verwendet, der aus einem Kunststoffrohr DN 400 mit umliegender Dichtmanschette besteht, die bis zu einem

Umfang von DN 900 aufgeblasen werden kann. Das MID-Messsystem wird nach Installation des Adapters im Kanal in den auf DN 400 reduzierten Querschnitt eingesetzt. Für Sonderquerschnitte (Ei- oder Kastenprofil) oder große Kreisquerschnitte können besondere Verbau-mittel individuell an die Einbausituation angepasst werden.

Überstausicherung

Das MID-Messsystem erzeugt aufgrund der Querschnittsverengung und der lokalen Schwellenwirkung einen Rückstau in der Leitung. Speziell in Strängen mit geringem Gefälle müssen bei kontinuierlichen Messungen über einen oder mehrere Tage Vorbereitungen getroffen werden, um den Rückstau sicher unterhalb der zulässigen Rückstauenebene zu halten.

Im Mischsystem sollte auch bei kleinen Querschnitten von vornherein ein MID mit einem Durchmesser von DN 150 gewählt werden und überschlägig berechnet werden, ob der entstehende Rückstau bei moderaten Regenfällen eine Gefahr durch Überflutung von Straßen und Kellerräumen bedeuten kann. Nach Möglichkeit sollte eine Rufbereitschaft für die beteiligten Techniker eingerichtet werden, um bei plötzlichen, heftigen Regenereignissen die Messgeräte aus der Leitung entfernen zu können. Der Kraftschluss zwischen der Blase und der Kanalwandung kann so weit gelockert werden, dass sich aufbauender Aufstau das Messgerät aus der Haltung in den Schacht drückt und den Überstau auflöst, bis das Bereitschaftspersonal an der Messstelle eintrifft, um das Gerät zu bergen. Eine andere Möglichkeit ist, den MID von vornherein mit einer Überstauentlastung zu versehen, die bei einem bestimmten Schwellenwert anspringt. Dieses System bietet allerdings nicht die gleiche Sicherheit, wie das Eingreifen von Bereitschaftspersonal.

5.6 Durchführung der Messung

Fremdwassermengenummessungen können grundsätzlich als kontinuierliche oder diskontinuierliche Messungen ausgeführt werden. Bei kontinuierlichen Messungen werden die Messgeräte an einem oder mehreren Messorten im Untersuchungsgebiet eingebaut und über einen oder mehrere Nachtzyklen betrieben. Der Vorteil ist, dass keine Vorbereitungen zur Bestimmung des Nachtminimums getroffen werden müssen. Nachteilig ist allerdings, dass für den nächtlichen Betrieb – des MID-Messverfahrens - ein Bereitschaftsdienst zur Rückstausicherung eingerichtet werden muss. Bei der diskontinuierlichen Messung werden die Geräte nachts zum vorher festgestellten Abflussminimum eingebaut und nach Aufnahme des Messwerts sofort wieder ausgebaut, um eventuell an einem anderen Messort wieder eingebaut zu werden.

Die Arbeitsstelle am Einsteigschacht muss grundsätzlich sorgfältig gesichert werden, um den Straßenverkehr und die arbeitenden Messtechniker zu keinem Zeitpunkt zu gefährden. Unbedingt notwendig sind ein Einsatzfahrzeug mit aufgebauten gelben Rundumleuchten, Pylone und gelbe Baustellenblinkleuchten sowie weitere Signalzeichen zur Absicherung des Straßenraums vor und hinter der Messstelle entsprechend den Sicherheitsregeln der BGFW [10] und der RSA [11]. Bei der Montage des Messgeräts müssen die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften beim Arbeiten an und in Kanälen beachtet werden [10]. Die Messeinrichtungen sollten auf Basis des vorbereiteten Prüfablaufplans (Arbeitsanweisung) und der [Checkliste zur Durchführung einer Fremdwassermengenummessung mit einem portablen MID-Messsystem](#) (vgl. Anlage 1) eingerichtet werden. Für unvorhersehbare Ereignisse steht ein grundlegender [Notfallplan](#) zur Verfügung, der nach Bedarf ergänzt werden muss.

Für den Betrieb der MID-Messeinrichtung sind nur einfache grundlegende Kenntnisse notwendig. Das Bedienpersonal muss das Funktionsprinzip nicht im einzelnen verstehen, sondern nur die grundlegenden Randbedingungen kennen, z. B. dass die Vollfüllung des MID und

ein stationärer Fließzustand die entscheidenden Kriterien für eine plausible Messung sind. Andere hydrometrisch störende Einflüsse werden bereits durch die Bauart des Messsystems abgefangen, weil die notwendigen hydraulischen Beruhigungsstrecken Bestandteil des Systems sind. Kritische Randbedingungen werden bereits während der Planung der Maßnahmen anhand der [Checkliste zur Planung einer Fremdwassermengenmessung mit einem portablen MID-Messsystem](#) (vgl. Anlage 1) abgefangen.

Diskontinuierliche Messung

Die Messgeräte werden unter Beachtung des Prüfplans (Arbeitsanweisung), der [Checkliste zur Durchführung einer Fremdwassermengenmessung mit einem portablen MID-Messsystem](#) (vgl. Anlage 1) und des [Notfallplans](#) (vgl. Anlage 1) an den geplanten Messorten eingesetzt. Durch die geringen Abflussmengen bei einer Fremdwassermengenmessung kann es sehr lange dauern, bis ein stationärer Fließzustand, der für die Messung benötigt wird, erreicht ist. Die Vollfüllung des MID und nachfolgend der stationäre Fließzustand werden schnell erreicht, wenn

- die Fremdwassermengen hoch sind,
- der Querschnitt des Kanals gering,
- das Gefälle groß und
- der Kanal im Bereich des Aufstaus weitgehend dicht ist.

Das Wasser staut sich vor der MID-Messeinrichtung bei konstantem Zulauf langsam zurück. Je höher der Wasserstand in der Leitung wird, desto weiter dehnt sich der Aufstau rückwärts im Kanal aus – je niedriger das Gefälle ist, desto größer ist die durch den Aufstau benetzte Strecke und desto höher ist das Volumen, das zur Auffüllung gebraucht wird. Der für die Messung notwendige stationäre Fließzustand wird nach Überschreiten der kritischen Druckhöhe (Niveau des Auslaufbogens der MID-Messeinrichtung) durch den nicht-linearen Anteil der Torricelli-Gleichung exponentiell angenähert (vgl. Abb. 6).

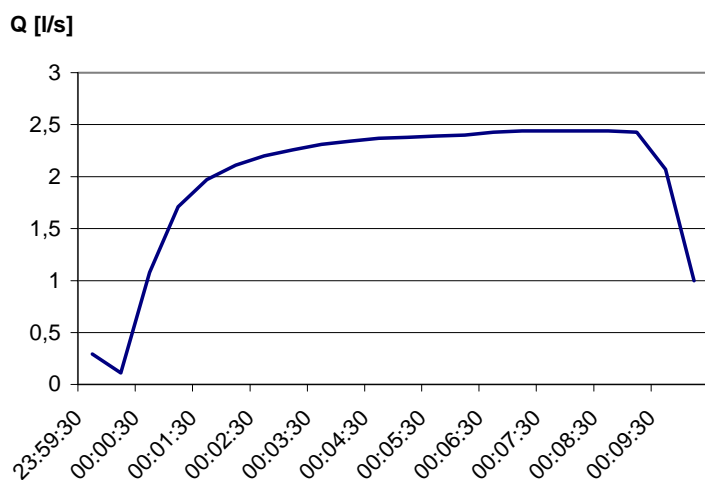


Abb. 6: Annäherung stationärer Fließzustände bei der MID-Fremdwassermessung

Bei sehr geringem Kanalgefälle im Bereich der technischen Mindestanforderungen und ausgesprochen niedrigem Fremdwasseranfall von < 0,5 l/s muss mit Wartezeiten von bis zu einer Dreiviertelstunde gerechnet werden. Mit höherem Personaleinsatz ist es allerdings möglich, bereits vorbereitend an

mehreren Stellen im Untersuchungsgebiet Haltungen abzusperren und den entstehenden Auf-

stau für eine schnellere Auffüllung der Messstrecke zu nutzen. Diese Stellen können allerdings zur Wahrung der Betriebssicherheit der Kanalisation nicht ohne Aufsicht bleiben. Das bedeutet, dass wenigstens drei, besser vier Personen an der Messung teilnehmen.

Um die Dokumentation der Ergebnisse für die Techniker zu vereinfachen, wurde ein Messprotokoll (vgl. Anlage 2) entworfen, das den Bearbeiter dazu zwingt, alle für die spätere Interpretation notwendigen Angaben zu der Messung einzutragen. Das Formular ist in mehreren Einsätzen so optimiert worden, dass die Fehlermöglichkeiten bei der Datenaufnahme unter den erschwerten Bedingungen nächtlicher Arbeit bei winterlichen Witterungsverhältnissen minimiert sind.

Jedes Blatt erhält einen Kopf mit Grunddaten, die die eindeutige Zuordnung der Untersuchungsdaten ermöglichen:

- Name der Gemeinde,
- rückverfolgbare Kennung des Auftrags,
- Datum der Inspektion,
- Name des Bearbeiters,
- Angaben zum Niederschlag,
- fortlaufende Nummerierung der Blätter.

Der Kopf enthält außerdem eine kurze Anleitung zum Führen des Messprotokolls. Die Anleitung kann einerseits bei der Einweisung unerfahrenen Personals verwandt werden und fördert andererseits die korrekte Ausführung der Datenaufnahme während der nächtlichen Messung, bei der häufig die Konzentration des Personals in den frühen Morgenstunden erheblich nachlässt.

Der **Messort** wird eindeutig durch eine kleine Skizze definiert, um zu verhindern, dass bei der späteren Auswertung die Orientierung der Messeinrichtung missverstanden wird. Diese Gefahr besteht vor allen Dingen, wenn in einem Schacht Stränge aus gleichnamigen Straßen zusammenlaufen. Jeder untersuchte Strang der Messstelle wird in einem eigenen Abschnitt des Formulars eindeutig mit Nummer und Straßennamen identifiziert. Für die MID-Durchflussmessung werden folgende Daten notiert:

- Zu- oder Ablauf,
- die angegebene Durchflussmenge wurde geschätzt oder gemessen,
- Beginn und Ende der Messung,
- der geschätzte oder gemessene Wert für den Durchfluss,
- ergänzende Angaben zur Messung:
 - konstanter Messwert bei stationärem Fließzustand,
 - sinkender Messwert nach vorhergehendem Anstieg,
 - stark schwankender Messwert (Hinweis auf unzulässige hydraulische Bedingungen).

Kontinuierliche Messung

Für die kontinuierliche Aufzeichnung der Abflussganglinie werden die Messgeräte im Laufe des Tages unter Beachtung des Prüfplans (Arbeitsanweisung), der [Checkliste zur Durchführung einer Fremdwassermengenummessung mit einem portablen MID-Messsystem](#) und des

Notfallplans (vgl. Anlage 1) an den entsprechenden Messorten eingebaut. Im Gegensatz zu der diskontinuierlichen Messung müssen hier keine Maßnahmen getroffen werden, um eine Beschleunigung stationärer Abflussverhältnisse herbeizuführen. Die notwendigen Fließzustände können sich während des Tages einstellen und sorgen für einen stabilen Betrieb der Messeinrichtung während des relevanten Abflussminimums. Die Daten werden während der Messungen kontinuierlich aufgezeichnet, sodass der Abflusswert zum Zeitpunkt minimalen Schmutzwasserflusses während der späteren Auswertung aus der gesamten aufgezeichneten Abflussganglinie herausgegriffen werden kann.

Während des nächtlichen Betriebs der Messeinrichtungen muss Personal zum Bereitschaftsdienst verpflichtet werden. Plötzliche starke Niederschlagsereignisse können sonst speziell im Mischwasserkanal, aber auch in einem stark fremdwasserbelasteten Schmutzwasserkanal einen erheblichen Rückstau hinter der Messeinrichtung erzeugen, der Schäden durch Keller- oder Straßenüberflutungen verursachen kann. Das portable MID-Messgerät kann durch Verminderung des Drucks in der Dichtblase von vornherein so vorbereitet werden, dass es sich bei erheblicher Druckerhöhung selbsttätig aus der Haltung löst und den Rückstau bereits weitgehend auflöst, bis das Bereitschaftspersonal am Messort eintrifft.

Die Messeinrichtungen können am darauffolgenden Tag wieder aus den Haltungen ausgebaut werden. Wichtig ist, dass die im Speicher des Messgeräts gesammelten Daten der Abflussganglinie auf einem externen Datenträger gesichert werden, um Datenverlusten vorzubeugen.

5.7 Auswertung der Messung

Die während der nächtlichen Abflussmessungen mit dem kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Messverfahren gewonnenen Daten ermöglichen mehrere Aussagen: zum einen ist es möglich, die fremdwasserkritischen Einzugsgebiete anhand des flächenbezogenen Fremdwasseraufkommens in ihrer Sanierungspriorität zu unterteilen, zum anderen lässt sich im Vergleich mit dem Gesamtaufkommen an der Kläranlage abschätzen, wie hoch die Entlastung ausfällt, wenn Gebiete hoher Priorität saniert werden.

Plausibilitätskontrolle

Die Daten müssen vor der Auswertung auf Plausibilität geprüft werden. Trotz sorgfältigstem Umgang mit den Messmitteln können immer wieder unvorhergesehene - und unter Umständen nicht erkannte – Umstände dazu geführt haben, dass die Messung beeinträchtigt und Messergebnisse verfälscht wurden.

In einem ersten Schritt sollte geprüft werden, ob die Summe der gemessenen Abflüsse mit dem Gesamtabfluss im Hauptsammler übereinstimmt. Die Toleranz muss nach dem Fehlerfortpflanzungsgesetz festgelegt werden und sollte bei zum Beispiel drei Messgeräten (zwei in Nebenkanälen, eines im Hauptsammler) nicht unter 15 % liegen, da jedes der Messgeräte je nach Abfluss mehr als 5 % Fehler produzieren kann.

Die Summe aller gemessenen Teilabflüsse sollte im Rahmen der o. g. Fehlertoleranzen mit dem Ablaufwert der Kläranlage übereinstimmen. Fließzeiten im Kanal bis zur Kläranlage müssen berücksichtigt werden, außerdem der individuelle Fehler des Messbauwerks an der

Kläranlage. Es ist bekannt, dass Ablaufmesseinrichtungen auf Kläranlagen tendenziell zu hohe Durchflüsse ermitteln.

Als fehlerhaft erkannte Werte müssen aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen werden.

5.8 Umsetzung in die Sanierungsplanung

Im ersten Schritt wird das Fremdwasseraufkommen pro Messstelle auf die Einzugsgebietsfläche A_{red} umgerechnet. Für den Prioritätenplan werden die einzelnen Einzugsgebiete in die Belastungsklassen

1. sehr viel Fremdwasser (rote Kennzeichnung im Bestandsplan),
2. mäßig viel Fremdwasser (blaue Kennzeichnung),
3. wenig/kein Fremdwasser (grüne Kennzeichnung)

unterteilt (vgl. Anlage 3). Die deutlich fremdwasserbelasteten Einzugsgebiete (Klassen 1 und 2) können jetzt in eine Prioritätenliste gegliedert werden. Wenn die Belastung hauptsächlich durch Schäden im öffentlichen Kanal verursacht wird, deckt sich die Prioritätenliste teilweise mit dem Prioritätenplan, der auf der Basis der Kanalzustandsdaten ermittelt wurde. Da die Fremdwasserbelastung aber nicht nur vom Zustand des Kanals, sondern von weiteren unabhängigen Variablen bestimmt wird, kann der Fokus *Fremdwasser* die Sanierungsprioritäten erheblich verschieben.

Durch Addition der einzelnen Fremdwassermengen in den als hoch eingestuften Einzugsgebieten lässt sich berechnen, wie stark sich die an der Kläranlage gemessenen Fremdwassermenge infolge der Sanierung vermindern lässt.

6 Bestimmung der Fremdwasserherkunft

Fremdwassermengenmessungen geben noch keine Hinweise auf die Herkunft des Fremdwassers. Sie bilden als Summengröße lediglich die Gesamtheit aller Fremdwasserzuflüsse in dem betrachteten Einzugsgebiet ab. Für die ganzheitliche Sanierung eines durch Fremdwasser belasteten Kanalisationsnetzes ist aber allein schon die Trennung zwischen Fremdwasseranteilen wichtig, die durch den undichten öffentlichen Kanal eindringen und Anteilen, die aus dem privaten Leitungsnetz in den öffentlichen Kanal gelangen. Für Letztere muss die Kommune die Sanierungsverantwortung gezielt den jeweiligen Verursachern zuordnen können. Hierzu benötigt sie eine grundstücksscharfe Identifizierung der privaten Fremdwassereinleiter.

6.1 Nachweis von direkten Fremdwassereintritten in die öffentliche Kanalisation

Fremdwasser wird zum Teil direkt in die öffentliche Kanalisation eingetragen. Durch die geschichtliche Entwicklung der Abwasserableitung von offenen Wasserläufen, die zur Fortschwemmung der Abwässer genutzt wurden, hin zu einem separat verlegten unterirdischen Leitungsnetz, sind auch heute noch Anschlüsse von Oberflächengewässern an die Kanalisation erhalten, die erheblich zum Fremdwasserabfluss im Kanal beitragen. Hinzu kommt der Zutritt von Grundwasser an undichten Rohrverbindungen und Schäden in der Rohrwandung,

der sich häufig durch schleichende Infiltration an feinen Spalten und Rissen aufsummiert, weil der öffentliche Kanal durch seine Tiefenlage unter vergleichsweise hohem äußeren hydrostatischen Druck stehen kann.

Die Kanalnetzbetreiber sind in den letzten Jahren intensiv ihrer aus dem Wasserrecht erwachsenden Verpflichtung nachgegangen, Vorbereitungen zur Abdichtung der Kanalisationsnetze zu treffen und die Sanierung nach einem Prioritätenplan aufzunehmen. Viele Gemeinden in Nordrhein-Westfalen haben ihr Kanalisationsnetz inzwischen weitgehend inspiziert. Die vorliegenden Schadensberichte umfassen auch Aussagen über den Fremdwasserzutritt an erkennbaren Schäden oder Verlegefehlern der Leitung und durch Fehlanschlüsse von Oberflächengewässern.

6.2 Grundstücksscharfe Ermittlung von grundwasserbürtigen Fremdwasserzuflüssen aus Hausanschlüssen

Zur Übertragung der Sanierungsverantwortung auf juristische Einzelpersonen, die für die Einleitung von Fremdwasser aus ihrem privaten Leitungsnetz in den öffentlichen Kanal die Verantwortung tragen, ist eine klare Aufschlüsselung der Fremdwasseranteile auf einzelne Hausanschlüsse und damit Grundstücke nötig. Bei Trennkanalisationen wird in der Routine bereits ein Verfahren angewandt, das den grundstücksscharfen Nachweis fehlangeschlossener Abläufe von befestigten Flächen ermöglicht: der Rauchttest. Rauch, der seinen Weg durch die Anschlussleitungen des Schmutzwasserkanals findet und aus Dachrinnen und Dränrinnen wieder austritt, kann als hinreichender Beweis genutzt werden, um Rechtsmittel gegen den verantwortlichen Grundstücksbesitzer einzulegen.

Weniger einfach gestaltet sich der Nachweis, dass ein Teil des gemessenen Fremdwassers in der Kanalisation über defekte Hausanschluss- und Grundleitungen sowie angeschlossene Hausdränagen in den Kanal gelangt. Allerdings genügt es zu zeigen, *dass* ein Hausanschluss Fremdwasser an den Kanal abgibt. Es ist nicht erforderlich nachzuweisen, ob dieses Wasser durch defekte Hausanschluss- oder Grundleitungen, eine Hausdränage oder eine Wasserhaltung im Keller in den Kanal gelangt. Hier sind grundsätzlich zwei Ansätze denkbar: zum einen eine nächtliche Kanal-TV-Inspektion, zum anderen eine Kanal-TV-Inspektion bei Tage, für die ein belegbar schmutzwasserfreier Zustand geschaffen wird (hier nicht diskutiert).

6.2.1 Nächtliche TV-Inspektion

Ähnlich wie bei der Mengenbestimmung lässt sich auch beim Nachweis der Herkunft von Fremdwasser ein Ausschlussverfahren anwenden, das den Abfluss im Kanal auf das Fremdwasser reduziert und diesen Abflussanteil damit exklusiv beobachtbar macht.

Für die nächtliche TV-Inspektion werden die gleichen Bedingungen für das Zeitfenster, den notwendigen Grundwasserstand und die zulässige Niederschlagsituation angelegt wie für eine Fremdwassermengenmessung.

Bei Untersuchungen in Mischwassernetzen muss grundsätzlich Trockenwetter herrschen, in Trennsystemen muss anhand der Fragestellung entschieden werden, ob der rein grundwasserbürtige Fremdwasseranteil bei Trockenwetter oder die Summe aus grundwasserbürtigem An-

teil und Fremdwasser von fehlangeschlossenen Abläufen von befestigten Flächen während eines Niederschlagsereignisses untersucht werden soll.

6.2.1.1 Methodik

Für die Identifikation von Fremdwasser einleitenden Hausanschlüssen wird eine nächtliche Kanal-TV-Inspektion mit konventioneller Kamera *ohne Satellitensystem* durchgeführt. Die Kamera dokumentiert bei jedem angetroffenen Hausanschluss folgende wesentlichen Merkmale:

- Eintritt von Fremdwasser *aus* dem Hausanschluss in den Kanal,
- Eintritt von Fremdwasser *über die Einfassung* des Hausanschlusses in den Kanal.

Die Position des Hausanschlusses ist über den Startschacht der Kanalinspektion und die zurückgelegte Fahrstrecke der Kamera definiert und kann jederzeit aus der mitgeführten Videoaufzeichnung rekonstruiert werden. Während dieser erweiterten TV-Inspektion werden selbstverständlich gleichzeitig auch Fremdwassereintritte durch undichte Rohrverbindungen und schadhafte Leitungsabschnitte mit dokumentiert, so dass eine bereits vorausgegangene Zustands-Inspektion durch weitere Daten ergänzt wird.

Die Inspektoren dokumentieren den jeweiligen Sachverhalt in einem eigens für die nächtliche Fremdwasserinspektion ausgelegten Formular (vgl. Anlage 2). Das Formular enthält alle notwendigen Informationen, teilweise ergänzt durch redundante Angaben. Dem auswertenden Ingenieur wird so ermöglicht, Fehler in der Aufzeichnung ohne die zeitaufwendige Sichtung des Videos zu korrigieren. Das Formular ist in mehreren Einsätzen so optimiert worden, dass die Fehlermöglichkeiten bei der Datenaufnahme unter den erschwerten Bedingungen nächtlicher Arbeit bei winterlichen Witterungsverhältnissen minimiert sind.

Jedes Blatt erhält einen Kopf mit Grunddaten, die die eindeutige Zuordnung der Untersuchungsdaten ermöglichen:

- Name der Gemeinde,
- rückverfolgbare Kennung des Auftrags,
- Datum der Inspektion,
- Straßennamen, die zu dem untersuchten Strang (Teileinzugsgebiet) gehören,
- Name des Bearbeiters,
- Angaben zum Niederschlag,
- fortlaufende Nummerierung der einzelnen Blätter zu der Inspektion des gesamten Strangs (Teileinzugsgebiets).

Der Kopf enthält außerdem eine anschauliche Skizze, die den Inspektoren das Nummerierungssystem von Strängen und Haltungen verdeutlicht. Die Skizze kann einerseits bei der Einweisung unerfahrenen Personals verwandt werden und fördert andererseits die korrekte Ausführung der Datenaufnahme während der nächtlichen Inspektion, bei der häufig die Konzentration des Personals in den frühen Morgenstunden erheblich nachlässt.

Die Inspektionsdaten beginnen in den ersten drei Spalten mit der Dokumentation des Kamerawegs durch den Strang:

- Nummer des Schachts, der während der Inspektion passiert wurde (fortlaufend von 1 ab Strangbeginn oder nach Angaben im Bestandsplan),
- Angabe, ob die Kamera im Schacht umgesetzt wurde (Wechsel der Fahrtrichtung oder neuer Startschacht),
- Information, ob die Fahrtrichtung der Kamera geändert wurde,
- zurückgelegte Distanz zum Startschacht der Inspektion in Metern.

Diese Informationen unterstützen den Ingenieur bei der späteren Zuordnung der Untersuchungsergebnisse zu den einzelnen Verursachern. Nicht alle Kommunen können detaillierte Bestandspläne bereitstellen, die den Kanalstrang mit den Positionen der Hausanschlüsse darstellen. Der Ingenieur muss in diesem Fall die Informationen über die Kameraposition relativ zum Startschacht der Inspektion verwenden, um die Untersuchungsergebnisse auszuwerten.

Der größte Block des tabellarisch aufgebauten Formulars ist für die Darstellung der eigentlichen Untersuchungsergebnisse reserviert. Allein fünf Spalten beschreiben detailliert die vorgefundenen Verhältnisse an den Hausanschlüssen, sind aber durch ein Ankreuzsystem so gestaltet, dass die Inspektoren ihre Ergebnisse rasch dokumentieren können:

- ab Haltungsbeginn fortlaufende Hausanschlussnummer,
- Position des Hausanschlusses (rechts, links, Scheitel),
- Angaben zum Fremdwasserzulauf im Bereich des Hausanschlusses:
 - kein Zulauf,
 - Zulauf (wenig oder viel, nach subjektiver Schätzung der Inspektoren),
 - Herkunft (direkt aus dem Hausanschluss, aus der fehlerhaften Einfassung des Hausanschlusses).

Die **fortlaufende Nummerierung** des Hausanschlusses pro Haltung wird zur Dokumentation der Ergebnisse für den Auftraggeber benötigt. Die hier vergebene Hausanschlussnummer wird außerdem in das Inspektionsvideo eingeblendet und erlaubt dem Ingenieur, bei Unsicherheiten in der Interpretation die kritische Stelle der Inspektion rasch und eindeutig zu finden.

Die Inspektoren sind angewiesen, bei Hindernissen auf der Kanalsole, die ein Weiterfahren der Kamera unmöglich machen, die Kamera in den nächst folgenden Schacht umzusetzen und bis zum Hindernis *gegen* die Fließrichtung vorzufahren. Auf diese Weise kann die Nummerierung der Hausanschlüsse beim Rückzug der Kamera *in* Fließrichtung fortgesetzt werden. Wenn dieses Manöver nicht möglich ist, weil beispielsweise weitere Hindernisse in der Haltung liegen oder der Fremdwasserstrom in der Haltung so groß ist, dass die Kamera überspült wird, entspricht die weitere Nummerierung nicht mehr der tatsächlichen Abfolge der Hausanschlüsse in der Haltung.

Die **Position** des Hausanschlusses wird grundsätzlich in Fahrtrichtung der Kamera angegeben. Diese Konvention erleichtert den Inspektoren, deren Konzentration in den frühen Morgenstunden möglicherweise nachlässt, die sichere und fehlerfreie Dokumentation der Verhältnisse. Der auswertende Ingenieur kann sich bei dieser Methode sicher sein, dass die Daten korrekt aufgenommen wurden, weil es sich um die unmittelbar sichtbare Position handelt. Wechsel der Kamerafahrtrichtung werden im Formular durch Ankreuzen des Felds *Gegen*

Fließrichtung eindeutig und unmissverständlich gekennzeichnet und geben dem Ingenieur den Hinweis, dass er die Positionsangaben *rechts* oder *links* spiegeln muss, solange die Kamera gegen die Fließrichtung fährt.

Mit den Angaben zum **Fremdwasserzulauf** wird festgehalten, *ob* Fremdwasser im Bereich des Hausanschlusses eintritt, wie groß – nach subjektiver Einschätzung des Inspektors – die Menge ist, und *wo* das Fremdwasser genau eintritt: *direkt* durch den Hausanschluss oder durch die nicht korrekte *Einfassung* in den Hauptkanal.

An allerletzter Stelle im Formular folgt ein **Bemerkungsfeld**. Hier können und sollen die Inspektoren zusätzliche erläuternde Angaben zu den beobachteten Verhältnissen und Besonderheiten der Inspektion eintragen. Besonders wichtig sind Hinweise auf Fremdwasserzuläufe über Seitenstränge, die in einem Schacht in den aktuell befahrenen Strang einmünden. Wenn dieser Seitenstrang im Rahmen der laufenden Untersuchung nicht selbst befahren wird, liefert diese Information bereits einen entscheidenden Hinweis auf die Verteilung der Zuläufe im Einzugsgebiet.

6.2.1.2 Umsetzung in die Sanierungsplanung

Die Ergebnisse der Videoaufzeichnungen des Kanal-TV-Befahrung und die Papierdokumentation können direkt in ein Kanalkataster oder in Bestandspläne (vgl. Anlage 3) übertragen werden. Mit der Dokumentation fremdwasserabgebender Hausanschlüsse liegt ein begründeter Anfangsverdacht zur Feststellung des Sanierungsbedarfs im privaten Bereich vor.

Die Beteiligung der Zuflüsse aus dem privaten Netz am Gesamtfremdwasseraufkommen ist eine wesentliche Information, die den Erfolg einer ganzheitlichen Fremdwassersanierung entscheidend bestimmen kann. Sind in erheblichem Umfang Teile des privaten Leitungsnetzes an der Aufnahme von Fremdwasser beteiligt – in einer der Modellkommunen gaben beispielsweise 50 % aller Hausanschlüsse Fremdwasser an den Kanal ab –, so wird die alleinige Sanierung des öffentlichen Kanals keine merkliche Entlastung des Kanalisationsnetzes von Fremdwasser bedeuten.

Auch eine geringe Beteiligung des privaten Leitungsnetzes am Fremdwasseraufkommen (wenig Zufluss aus Hausanschlüssen) bedeutet nicht unmittelbar, dass der private Bereich aus der Sanierungsplanung ausgeschlossen werden kann. Die Sanierung des schadhafte öffentlichen Kanals beseitigt eine Senke für Grundwasser. Die unmittelbare Folge ist, dass der Grundwasserspiegel unter dem Einfluss der Wiederergänzung in den darauffolgenden Jahren steigt. Unter Umständen können in diesem Fall schadhafte Teile des privaten Leitungsnetzes erstmals Grundwasser aufnehmen und an den öffentlichen Kanal abgeben, sodass die Fremdwasserbelastung letztendlich wieder ähnliche Dimensionen annehmen kann, wie vor der Sanierung des öffentlichen Kanals. Hier sind unter Umständen weitere Bestandsaufnahmen im Leitungsnetz und Prognosen der Grundwasserstandsentwicklung für die Zukunft nötig.

7 Zusammenfassung

Die Sanierung eines durch Fremdwasser belasteten Kanalisationsnetzes setzt effektive Strategien voraus, die es ermöglichen, den Zufluss von Fremdwasser anhand eines Prioritätenplans zu reduzieren. Vor diesem Hintergrund müssen weiter gehende Sanierungsvoruntersuchungen durchgeführt werden, um den Fremdwasserzufluss nach Menge und Herkunft aufzuschlüsseln. Ziel der hier vorgestellten Untersuchungen ist, Netzbetreiber durch eine Handlungsempfehlung zu unterstützen, die folgende Punkte behandelt:

- effektive Fremdwassermengenermittlung,
- Nachweis der Haupt-Fremdwasserquellen,
 - Schadensermittlung im öffentlichen Kanal,
 - Ermittlung von Fehlanschlüssen,
 - grundstücksscharfer Nachweis von grundwasserbürtigen Fremdwasserzuflüssen aus Hausanschlüssen,
- Aufstellung einer Prioritätenliste sanierungsbedürftiger Einzugsgebiete

Im Vordergrund stehen kostengünstige Verfahren, die von entsprechend ausgebildeten Kräften mit hoher Zuverlässigkeit und Aussagesicherheit durchgeführt werden können. Die Kommune soll je nach technischer Ausstattung die Möglichkeit haben, die Nachweise zur Fremdwassermengen- und -quellenermittlung selbst durchzuführen oder an Dritte zu vergeben.

Die hierfür notwendigen Verfahren wurden in vier kleinen bis mittelgroßen Kommunen entwickelt und optimiert: Ahlen, Rheurdt, Niederzier und Billerbeck. Das Untersuchungskonzept orientiert sich an einer Aufteilung in kleinere Einzugsgebiete, sodass die absolute Größe des Netzes zwar den Aufwand erhöht, aber keinen Einfluss auf die Untersuchungsstrategie hat.

Ermittlung der Fremdwassermenge

Die Fremdwassermenge wird nach Klärung der Fragestellung – die von der Art des Netzes und den Hauptfremdwasseranteilen abhängt – entweder in einer kontinuierlichen Nachtmessung unter den notwendigen Randbedingungen oder als diskontinuierliche Messung während des Nachtminimums im Kanalisationsnetz durchgeführt. Für die Messungen ist ein portables MID-Messgerät vorgesehen, das bei einfacher Handhabung größtmögliche Messsicherheit garantiert. Alle Planungs- und Handlungsabläufe für die Fremdwassermengenmessung sind in einer Verfahrensweisung und zusätzlichen Checklisten, Formularen und Notfallplänen zusammengefasst.

Als Ergebnis der Fremdwassermengenmessung liegt ein Prioritätenplan zur Sanierung der fremdwasserbelasteten Einzugsgebiete vor, sowie eine Abschätzung der möglichen Entlastung der Kläranlage, wenn die Sanierung in vollem Umfang greift.

Nachweis der Fremdwasserherkunft

Informationen über die Fremdwassermenge in den einzelnen Einzugsgebieten sind notwendig, aber noch nicht hinreichend, um den Erfolg einer Sanierungsmaßnahme zu garantieren. Eine ausschließlich auf den öffentlichen Kanal konzentrierte Sanierungsstrategie kann versagen, wenn große Anteile des Fremdwassers aus dem privaten Netz stammen oder die Möglichkeit besteht, dass sich der Grundwasserstrom von einem inzwischen abgedichteten öffentlichen Kanalnetz auf ein schadhaftes privates Netz verlagert. Vor Aufnahme der Sanierungsplanung muss daher untersucht werden, ob das private Netz mit möglicherweise schadhaften Leitungen und angeschlossenen Dränagen maßgeblich zum Fremdwasseraufkommen beiträgt oder in Zukunft beitragen kann.

Die Herkunft des Fremdwassers wird durch eine nächtliche Kanal-TV-Inspektion nachgewiesen. Da es zunächst wesentlich ist zu wissen, *ob* Fremdwasser aus dem privaten Leitungsnetz in den öffentlichen Kanal eindringen kann, aber nicht, *wieviel* und *an welcher Stelle*, können die Untersuchungen mit einem konventionellen TV-Fahrzeug ohne Satellitenkamera durchgeführt werden. Für die Auswertung der aufgenommenen Daten liegen unterstützende Formulare vor.

Als Ergebnis der nächtlichen TV-Inspektion liegen katasterisierbare Informationen darüber vor, welche Hausanschlussleitungen Fremdwasser an den Kanal abgeben. Diese Informationen können direkt in den Sanierungsplan einfließen. Wenn ein Großteil der untersuchten Hausanschlüsse Fremdwasser an den Kanal abgibt, oder weiterführende hydrogeologische Untersuchungen befürchten lassen, dass ein steigender Grundwasserspiegel undichte private Leitungen oder Hausdränagen berühren könnte, kann und muss das private Netz in die Sanierungsplanung einbezogen werden.

8 Literatur

- [1] Unveröffentlichte Synopse des LAWA-Arbeitskreises „Kommunalabwasser“; 1997
- [2] Decker, J.: Auswirkungen des Fremdwassers auf die Abwasserableitung. – Gewässerschutz – Wasser – Abwasser **158**; Aachen 1997
- [3] ATV-Arbeitsblatt A 118: Richtlinien für die hydraulische Berechnung von Schmutz-, Regen- und Mischwasserkanälen. – St. Augustin, 1999
- [4] Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen, Landeswassergesetz (LWG), 1995
- [5] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) vom 27.07.1957 in der Fassung und Bekanntmachung vom 12.11.1996
- [6] Verordnung zur Selbstüberwachung von Kanalisationen und Einleitungen von Abwasser aus Kanalisationen im Misch- und im Trennsystem (Selbstüberwachungsverordnung Kanal – SüwV Kan) in der Fassung und Bekanntmachung vom 16.01.1995
- [7] Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen (Landesbauordnung – BauO NRW) in der Fassung der Bekanntmachung vom 07.03.1995, zuletzt geändert am 9.11.1999
- [8] DVGW-Arbeitsblatt W 420: Magnetisch-Induktive Durchflußmessung – MID-Geräte –. Regelwerk Wasserverteilung, Wassermessung. – 1990
- [9] DIN EN 29104: Durchflußmessung von Fluiden in geschlossenen Leitungen; Verfahren zur Beurteilung des Betriebsverhaltens von magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräten für Flüssigkeiten. – August 1993
- [10] ZH 1/177: Sicherheitsregeln für Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen. – Berufsgenossenschaft der Gas-, Fernwärme- und Wasserwirtschaft, Gesetzliche Unfallversicherung, Düsseldorf
- [11] Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA). - Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung, Berlin

LOGO

Abt.

Verfahrensanweisung

VA - (Betrieb) - (Kap) - (Ild)

Nachweis der Fremdwassermenge	Version:	1
	Stand:	05/01
	Seite:	1/21

Verfahrensanweisung
VA - (Betrieb) - (Kap) - (Ild)

Nachweis der Fremd- wassermenge

**(Betriebs-
bezeich-
nung)**

Version: 1
Stand: 05/01

Ergebnis des Pilotprojektes „Integriertes Qualitäts- und Umweltmanagementsystem im Abwasserbetrieb“

Diese Musterdokumentation wurde im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen erstellt. Sie unterliegt dem Änderungsdienst der Abwasserberatung NRW e.V. (bzw. des Qualitäts- und Umweltbeauftragten im Abwasserbetrieb).

LOGO

Abt.

Verfahrensanweisung

VA - (Betrieb) - (Kap) - (Ild)

Nachweis der Fremdwassermenge	Version:	1
	Stand:	05/01
	Seite:	2/21

	erstellt:	geprüft:	Vermerk Beauftragter Q + U:	freigegeben:
Datum:				
Unterschrift:				

Verteiler: *(hier werden alle Personen namentlich oder nach Funktionen aufgeführt, die diese VA erhalten)*

Exemplar für: _____

LOGO

Abt.

Verfahrensanweisung

VA - (Betrieb) - (Kap) - (Ild)

Nachweis der Fremdwassermenge	Version:	1
	Stand:	05/01
	Seite:	3/21

Inhalt

1	Zweck	4
2	Personeller Geltungsbereich	4
3	Begriffe und Abkürzungen	4
4	Aufgaben / Zuständigkeiten	5
5	Beschreibungen	6
6	Nachweisdokumentation	20
7	Anlagen	21
8	Änderungsdienst	21

Nachweis der Fremdwassermenge	Version:	1
	Stand:	05/01
	Seite:	4/21

1 Zweck

Planung und Festlegung der Organisationsabläufe zum Nachweis der Fremdwassermenge in der öffentlichen Kanalisation.

Die Organisationsabläufe zum Nachweis der Fremdwassermenge in der öffentlichen Kanalisation werden im notwendigen Umfang durch Verfahrens- und Arbeitsanweisungen festgelegt.

2 Personeller Geltungsbereich

Alle Bereiche und Abteilungen des (Betriebes) .

3 Begriffe und Abkürzungen

Begriffe

Abkürzungen

MID magnetisch-induktives Durchflussmessgerät

LOGO

Abt.

Verfahrensanweisung

VA - (Betrieb) - (Kap) - (Ifd)

Nachweis der Fremdwassermenge	Version:	1
	Stand:	05/01
	Seite:	5/21

4 Aufgaben / Zuständigkeiten

Ifd Nr.	Aufgabe	Verantwortliche Abteilung / Person					
		(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
(1)	Klärung der Fragestellung						
(2)	Beteiligung Dritter						
(3)	Klärung der notwendigen Rahmenbedingungen						
(4)	Festlegung der Punkte im Kanalisationsnetz						
(5)	Konfiguration der Messeinrichtungen						
(6)	Durchführung der Messung						
(7)	Auswertung der Messung						

Verantwortlichkeiten

Abteilungen / Personen

D	Durchführungsverantwortung	(A)
M	Mitwirkungspflicht	(B)
I	Informationsanspruch	(C)
E	Entscheidung	(D)
K	Kontrolle / Überprüfung	(E)
X	Gesamtfunktion (D/E/K)	(F)

Nachweis der Fremdwassermenge	Version:	1
	Stand:	05/01
	Seite:	6/21

5 Beschreibungen

(1) Klärung der Fragestellung

Zweck

Abhängig von der Art des Entwässerungssystems hat der Begriff *Fremdwasser* eine unterschiedliche Bedeutung. In der Mischwasserkanalisation definiert Fremdwasser die Zuläufe, die nicht aus Schmutz- und Niederschlagswasser von befestigten Flächen stammen. Im Schmutzwasserkanal eines Trennsystems erweitert sich der Fremdwasserbegriff auf alle Zuläufe, die kein Schmutzwasser sind.

In diesem Schritt der Verfahrensanleitung wird durch Eingrenzung der Fragestellung auf die Besonderheiten des Entwässerungssystems und der Fremdwasserherkunft der grundsätzliche methodische Ansatz ermittelt.

Vorgehensweise

Trennsystem

Fremdwasser hat grundsätzlich zwei Eintrittswege in den Schmutzwasserkanal: direkt beobachtbar und nachweisbar als **Oberflächenwasser**, eingeleitet von befestigten Flächen, über Schachtabdeckungen und aus Quellbereichen und Bachläufen, und nicht unmittelbar sichtbar als **grundwasserbürtiges Fremdwasser**, das über Hausdränagen und undichte Abschnitte des öffentlichen und privaten Netzes aufgenommen wird. Für den Nachweis der Fremdwassermengen ist die Herkunft des Fremdwassers von entscheidender Bedeutung: hier muss beachtet werden, dass Teile des Oberflächenwassers – speziell Quellfassungen und flie-

Nachweis der Fremdwassermenge	Version:	1
	Stand:	05/01
	Seite:	7/21

Bende Oberflächengewässer nicht nur vom Niederschlag, sondern in erheblichem Maß von der Grundwasserdynamik beeinflusst werden.

Das hauptsächlich **niederschlagsabhängige Fremdwasser**, das von befestigten Flächen und über Schachtabdeckungen den öffentlichen Kanal erreicht, kann selektiv durch eine Abflussmessung **bei Niederschlag und Grundwassertiefstand** ermittelt werden, hauptsächlich grundwasserbürtiges Fremdwasser (dazu zählen auch Fehlschlüsse von Quellen und fließenden Oberflächengewässern) lässt sich losgelöst von anderen Phänomenen **bei Trockenwetter und Grundwasserhöchststand** nachweisen. Das **gesamte Fremdwasseraufkommen** wird mit einer **Abflussmessung bei Niederschlag und Grundwasserhöchststand** erfasst.

Durch die Klärung der Fragestellung an dieser Stelle – Oberflächenwasser oder grundwasserbürtige Anteile – kann das Nachweisverfahren spezifisch angepasst und die Aussagekraft der Messungen erhöht werden.

Mischsystem

Fremdwasser in der Mischkanalisation wird von grundwasserbürtigen Zuflüssen dominiert. Dazu zählen neben Undichtigkeiten des öffentlichen und privaten Netzes und Zuflüssen über Hausdränagen auch Fehlschlüsse von Quellaustritten und fließenden Oberflächengewässern. Nur ein wesentlich geringerer Anteil stammt aus Fehlschlüssen von Kühlwasser oder sonstigen nicht zulässigen Einleitungen.

Das **grundwasserunabhängige Fremdwasseraufkommen** aus unzulässigen Einleitungen von beispielsweise Kühlwasser kann durch eine Abflussmessung bei

Nachweis der Fremdwassermenge	Version:	1
	Stand:	05/01
	Seite:	8/21

Trockenwetter und Grundwassertiefststand nachgewiesen werden, hat aber in den meisten Mischwassernetzen keine nennenswerte Relevanz.

Wichtiger ist der Einfluss grundwasserbürtigen Fremdwassers, das sich allerdings nicht separat von den vorher diskutierten Anteilen erfassen lässt. Im Mischwassersystem empfiehlt sich in den meisten Fällen die **Bestimmung des gesamten Fremdwasseraufkommens** durch eine Abflussmessung bei **Trockenwetter** (Ausschluss der zulässigen Niederschlagsanteile) **und Grundwasserhöchststand**.

(2) Beteiligung Dritter

Zweck

Organisation von Leistungen / Genehmigungen Dritter.

Vorgehensweise

Für die Durchführung von Fremdwassermengenmessungen müssen Genehmigungen und Informationen eingeholt werden. Dazu gehören in erster Linie:

- die Beantragung einer Verkehrssicherungsgenehmigung bei der zuständigen Straßenverkehrsbehörde und zusätzlich beim Landschaftsverband, wenn es sich bei dem Messort um eine Landstraße handelt,
- Beschaffung einer Grundwasserganglinie (vgl. Abschnitt (3)) von dem zuständigen Gewässerverband, Versorgungsunternehmen oder dem Landesgrundwasserdienst,

Nachweis der Fremdwassermenge	Version:	1
	Stand:	05/01
	Seite:	9/21

- Erstellung einer Niederschlagsprognose (vgl. Abschnitt (3)) durch den Deutschen Wetterdienst.

Wenn die verantwortliche Stelle die Maßnahmen nicht selbst bündelt, müssen zusätzlich Beratende Ingenieure / Geologen eingeschaltet werden.

(3) Klärung der notwendigen Rahmenbedingungen

Zweck

In diesem Schritt werden die wesentlichen Rahmenbedingungen -

- Zeitfenster für die Messung,
- Grundwasserstand,
- Niederschlagssituation -

definiert. Die Messungen erreichen nur dann ihr Ziel, wenn die vorgegebenen Rahmenbedingungen möglichst gut angenähert werden.

Vorgehensweise

Zeitfenster

Der Begriff „Fremdwasser“ beschreibt sowohl im Misch- als auch im Trennsystem eine Komponente, die zusammen mit dem Schmutzwasser abläuft. Um diesen Teilstrom separat beobachten zu können, muss der Schmutzwasserstrom im Kanal minimiert werden. In Wohngebieten mit nur geringem Anteil an gewerbli-

Nachweis der Fremdwassermenge	Version:	1
	Stand:	05/01
	Seite:	10/21

cher Nutzung tritt in den frühen Morgenstunden ein charakteristisches Minimum von wenigen Stunden auf, in denen der Schmutzwasserstrom gegen Null geht.

Dieses Zeitfenster für die Fremdwassermengenmessung lässt sich auf zweierlei Weise ermitteln. Zum einen durch die Auswertung der **Tagesganglinien** der **Abwasserreinigungsanlage**, in die das Netz entwässert. Bei der Festlegung des Abflussminimums müssen die Laufzeiten aus dem Teileinzugsgebiet bis hin zur Kläranlage beachtet werden. Wenn die Ganglinie kein deutliches Minimum erkennen lässt oder das Netz zu groß ist, um die Gesamtganglinie heranzuziehen, sollte im Hauptsammler des Teileinzugsgebiets eine Einzelganglinie aufgezeichnet werden. Für die Aufzeichnung des Tagesgangs reicht es aus, die Fließtiefe im Gerinne z. B. mit einem berührungslos arbeitenden Echolot kontinuierlich aufzunehmen.

Das nutzbare Zeitfenster wird durch den Bereich in der Ganglinie beschrieben, in dem die Abflusskurve flach durch das Minimum läuft.

Grundwasserstand

Der Grundwasserstand ist keine statische Größe. Obwohl der Niederschlag nahezu gleichmäßig über das Jahr verteilt ist, können nur die ergiebigen Winterniederschläge die Grundwasservorräte wieder ergänzen. Der Grundwasserstand oszilliert im wasserwirtschaftlichen Jahr von Tiefstständen im Oktober zu Höchstständen im April. Über dieser kurzweiligen Oszillation liegen langwelligere Schwankungen, die hauptsächlich klimatisch und durch regional unterschiedliche Grundwassernutzung bedingt sind. Für die Untersuchung einer bestimmten Fra-

Nachweis der Fremdwassermenge	Version:	1
	Stand:	05/01
	Seite:	11/21

gestellung sollten nach Möglichkeit Extremwerte angenähert werden (Grundwasserhöchst- oder –tiefststand).

Zur Beurteilung der lokalen Situation im Untersuchungsgebiet sollte eine **Grundwassermessstelle** ausfindig gemacht werden, die folgende Bedingungen erfüllt:

- Sie sollte nach Möglichkeit im Untersuchungsgebiet liegen oder in einer hydrogeologisch vergleichbaren Situation nahebei (beratenden Hydrogeologen konsultieren).
- Der Flurabstand (freie GW-Oberfläche oder Druckspiegel) des Grundwassers sollte im Mittel 2 m oder weniger betragen. Grundvoraussetzung für die Tauglichkeit der Messstelle ist, dass die beurteilten Grundwasserstände im Niveaubereich der Kanalisation und des privaten Entwässerungsnetzes liegen.
- Für die ausgewählte Grundwassermessstelle sollte nach Möglichkeit eine Ganglinie über 20 Jahre vorliegen, weil nur mit einer langfristigen Ganglinie neben den jahreszeitlichen Differenzen auch klimatische Schwankungen erfasst werden können.

Daten zu Grundwassermessstellen liegen beim Landesgrundwasserdienst oder lokalen Gewässerverbänden und Wasserversorgern vor. Wenn keine geeignete Messstelle zur Verfügung steht, müssen großräumige Daten des Landesgrundwasserdienstes herangezogen werden. Besser ist es in diesem Fall, einen beratenden Hydrogeologen für die Beurteilung der Verhältnisse heranzuziehen.

Aus der vorliegenden Grundwasserganglinie kann durch Medianbildung ein **durchschnittlicher Grundwasserstand** ermittelt werden, der den Maßstab für die

Nachweis der Fremdwassermenge	Version:	1
	Stand:	05/01
	Seite:	12/21

Festlegung eines zulässigen Grundwasserniveaus als Basis für die geplanten Fremdwassermengenmessungen bildet. Wenn die Fragestellung erfordert, **grundwasserbürtiges Fremdwasser** zu ermitteln, muss der Grundwasserstand im Untersuchungsgebiet **zwischen dem Median und dem höchsten bekannten Grundwasserstand** in der Region liegen. Im jahreszeitlichen Rhythmus liegt dieser Zeitpunkt erwartungsgemäß im **Frühjahr**. Je näher der Grundwasserstand im Messzeitraum an den Grundwasserhöchststand heranreicht, desto größer ist die Sicherheit, alle grundwasserstandsabhängigen Phänomene zu erfassen.

Erfordert die Fragestellung, den **Einfluss von Grundwasser auf das Kanalisationsnetz für die Betrachtung auszuschließen**, muss der Grundwasserstand im Untersuchungsgebiet **zwischen dem Median und dem niedrigsten bekannten Grundwasserstand** liegen. Im jahreszeitlichen Rhythmus liegt dieser Zeitpunkt erwartungsgemäß im **Spätherbst**. Das Optimum ist erreicht, wenn großflächig 4 m Flurabstand unterschritten werden (maximale Grabentiefe von Entwässerungsleitungen).

Niederschlagssituation

Die zulässige Niederschlagssituation richtet sich in erster Linie nach der Art des Entwässerungssystems. Im **Mischsystem** muss bei Fremdwassermengenmessungen grundsätzlich **Trockenwetter** herrschen – Niederschlag gehört zu den zulässigen Abflüssen und würde die Messung verfälschen.

Im **Trennsystem** sind grundsätzlich beide Zustände zulässig. Wenn durch die Fremdwassermengenmessung neben weiteren Strömen **Oberflächenwasser** er-

Nachweis der Fremdwassermenge	Version:	1
	Stand:	05/01
	Seite:	13/21

fasst werden soll, müssen die Untersuchungen bei **Niederschlag** durchgeführt werden. Wenn ausschließlich der Fremdwasserzustrom durch **unterirdisches Wasser** erfasst werden soll, müssen die Messungen wie im Mischsystem bei **Trockenwetter** durchgeführt werden.

(4) Festlegung der Messpunkte im Kanalisationsnetz

Zweck

Die optimale Verteilung geeigneter Messstellen über das Untersuchungsgebiet soll eine konsistente Aussage über die Fremdwasserhältnisse ermöglichen.

Vorgehensweise

Der Untersuchungsraum wird anhand der vorliegenden Bestandspläne in Teileinzugsgebiete untergliedert. Für jedes dieser Teileinzugsgebiete wird ein Messpunkt definiert, an dem der Gesamtabfluss aus dem Gebiet ermittelt werden kann. Zur Bestimmung des Fremdwasserstroms, der in der Summe die Kläranlage erreicht, werden weitere Messstellen in jedem Hauptsammler direkt vor der Kläranlage geplant.

Mit der *Checkliste zur [Planung einer Fremdwassermengenummessung](#)* wird anhand vorliegender Unterlagen beurteilt, ob die Messstellen geeignet sind. Geprüft werden

- die **Bedingungen im Oberstrom** der Messstelle (Absturzbauwerke, Pumpstationen etc.) und

Nachweis der Fremdwassermenge	Version:	1
	Stand:	05/01
	Seite:	14/21

- die **Gegebenheiten am Messort**, speziell das Gefälle und der Zustand des Kanals an der geplanten Messstelle.

Im nächsten Schritt werden alle vorgeschlagenen Messorte in einer Begehung mit dem Kanalmeister inspiziert. Als Erstes wird festgestellt, ob ein nennenswerter Abfluss mit klaren Anteilen vorhanden ist oder dem Kanalmeister an diesem Knotenpunkt Fremdwasserfluss bekannt ist. Das Einzugsgebiet wird aus der Betrachtung ausgeschlossen, wenn keine der beiden Bedingungen zutrifft.

Wenn die Messstelle für die Fremdwassermengenermittlung relevant ist, werden als Nächstes die hydrometrischen und die Einbau-Bedingungen ([Checkliste Festlegung der Messpunkte im Kanalisationsnetz](#)) geprüft. Hier ist besonders wichtig, dass die Messstelle zugänglich und der Einbauort hydraulisch geeignet ist.

Wenn alle Bedingungen erfüllt sind, kann die Messstelle akzeptiert und in den Plan für die Fremdwassermengenmessung eingefügt werden. Sie erhält einen individuellen Prüfablaufplan auf der Basis der *Checkliste zur [Planung einer Fremdwassermengenmessung](#)*, der konkrete Hinweise für das Vorgehen bei der Messung enthält. Für hydrometrisch nicht akzeptable Messstellen sollte nach Möglichkeit ein Ausweichmessort gefunden und nach den gleichen Kriterien geprüft werden.

Nachweis der Fremdwassermenge	Version:	1
	Stand:	05/01
	Seite:	15/21

(5) Konfiguration der Messeinrichtungen

Zweck

Die Qualität der Untersuchungsergebnisse hängt entscheidend von dem korrekten Einsatz der Messgeräte unter Beachtung der Sicherheitsmaßnahmen ab. Dieser Schritt steuert die Entscheidung, welches Messgerät wie eingebaut und betrieben wird.

Vorgehensweise

Festlegung des Messverfahrens

Für die Messungen werden grundsätzlich portable Messgeräte eingesetzt, die auf dem magnetisch-induktiven Prinzip basieren (MID). MIDs gehören zu den wenigen Geräten, die den Durchfluss im Gerinne ohne Näherungsverfahren bestimmen und deshalb nicht vor Ort kalibriert werden müssen. Der besondere Vorteil der portablen MIDs gegenüber hydraulischen Messverfahren (Überfallwehr, Venturi-Kanal) liegt darin begründet, dass ein großer Teil der notwendigen hydrometrischen Bedingungen für den Einbau bereits in der Konstruktion selbst enthalten ist (Ein- und Auslaufstrecke).

Portable MIDs können aufgrund der integrierten Dichtblase **ohne weitere Maßnahmen** in Kreisquerschnitte **zwischen DN 200 und DN 500** eingebaut werden (vgl. auch Checkliste zur [Konfiguration der Messeinrichtung](#)). Bei Rohrdurchmessern **über DN 500 bis hin zu Querschnitten DN 900** wird der portable MID mit einem **Adapter** – einer weiteren übergeschobenen Dichtblase – in die Leitung ein-

Nachweis der Fremdwassermenge	Version:	1
	Stand:	05/01
	Seite:	16/21

gebaut. **Sonderprofile** – Ei- oder Kastenquerschnitte – können mit **Spezialeinbauten** an die Dichtblase des MIDs angepasst werden. Rohrdurchmesser oberhalb von DN 900 können ebenfalls mit Spezialausrüstungen angeglichen oder sollten mit einem anderen Messverfahren ausgerüstet werden. Durch Wahl kleinerer Einzugsgebietsabschnitte ist es in den meisten Fällen möglich, innerhalb handhabbarer Querschnitte zu bleiben.

Sicherungsmaßnahmen

Portable MIDs stellen ein Abflusshindernis im Kanal dar und erzeugen bei hohen Abflüssen erheblichen Rückstau. Für den nächtlichen Betrieb müssen Vorbereitungen getroffen werden, um einen Überstau bei plötzlichen Regenereignissen zu vermeiden. Im **Mischsystem** sollte grundsätzlich ohne Rücksicht auf die Verminderung der Messgenauigkeit ab dem kleinsten Querschnitt (**DN 300**) ein **MID DN 150** und bei geringem Gefälle in größeren Querschnitten MIDs eingesetzt werden, die größer als DN 150 sind. Im **Trennsystem** kann grundsätzlich ein **MID DN 80 oder DN 150** eingesetzt werden, es sei denn, dass der Kanal bereits rückstaugefährdet ist oder große Mengen Niederschlagswasser aus Fehlanschlüssen abführen muss.

In allen Fällen ist es unerlässlich, zwei Personen für **nächtlichen Bereitschaftsdienst** abzustellen oder den MID mit einer automatisch wirksamen **Überstauentlastung** auszurüsten. Der MID kann grundsätzlich so eingebaut werden, dass nur ein lockerer Kraftschluss zwischen Blase und Kanalwandung besteht und sich das Gerät selbständig löst, wenn der Rückstau zu groß wird. Der Bereit-

Nachweis der Fremdwassermenge	Version:	1
	Stand:	05/01
	Seite:	17/21

schaftsdienst wird im Prüfablaufplan der Messung entsprechend der *Checkliste zur [Planung einer Fremdwassermengenummessung](#)* vermerkt.

(6) Durchführung der Messung

Zweck

Ablauforganisation und Datensicherung.

Vorgehensweise

Fremdwassermengenummessungen können grundsätzlich in zwei Varianten durchgeführt werden, als

- kontinuierliche Aufzeichnung der nächtlichen Ganglinie oder
- diskrete Messung im Durchflussminimum.

Kontinuierliche Aufzeichnung der Ganglinie

Die Messeinrichtungen werden nachmittags nach den Vorgaben des Prüfablaufplans und der *Checkliste zur [Durchführung einer Fremdwassermengenummessung](#)* an den Messorten eingebaut. Störungen werden auf der Basis des [Notfallplans](#) behandelt. Während der Messphase, die eine oder mehrere Nächte umfassen kann, muss durch geeignete Vorkehrungen bzw. Bereitschaftsdienst gewährleistet werden, dass die Messeinrichtung in keinem Betriebszustand (z. B. bei Niederschlag) unzulässigen Rückstau in der Kanalisation erzeugt. Die Messeinrichtungen werden nach Abschluss der Untersuchung tagsüber wieder ausgebaut.

Nachweis der Fremdwassermenge	Version:	1
	Stand:	05/01
	Seite:	18/21

Messung im Durchflussminimum

Die Messeinrichtungen werden nachts nach den Vorgaben des Prüfablaufplans während des Durchflussminimums eingebaut. Die Messwerte werden nach Erreichen stationärer Fließzustände im Messgerät aufgenommen.

Datensicherung

Die während der Messungen aufgezeichneten Daten werden zum nächst möglichen Zeitpunkt von den Datenträgern der Messeinrichtungen auf gesicherte Datenträger überführt.

(7) Auswertung der Messung

Zweck

Mit der Auswertung der Daten werden die fremdwasserkritischen Einzugsgebiete bestimmt und ein Prioritätenplan zur Sanierung aufgestellt. Gleichzeitig kann die prozentuale Verminderung des Fremdwasseranfalls berechnet werden.

Vorgehensweise

Plausibilitätskontrolle

Die Daten müssen vor der Auswertung auf Plausibilität geprüft werden. Trotz sorgfältigstem Umgang mit den Messmitteln können immer wieder unvorhergesehene - und unter Umständen nicht erkannte – Umstände dazu geführt haben, dass die Messung beeinträchtigt und Messergebnisse verfälscht wurden.

Nachweis der Fremdwassermenge	Version:	1
	Stand:	05/01
	Seite:	19/21

In einem ersten Schritt sollte geprüft werden, ob die Summe der gemessenen Abflüsse mit dem Gesamtabfluss im Hauptsammler übereinstimmt. Die Toleranz muss nach dem Fehlerfortpflanzungsgesetz festgelegt werden, sollte bei zum Beispiel drei Messgeräten (zwei in Nebenkanälen, eines im Hauptsammler) nicht unter 15 % liegen, da jedes der Messgeräte je nach Abfluss mehr als 5 % Fehler produzieren kann.

Die Summe aller gemessenen Teilabflüsse sollte im Rahmen der o. g. Fehlertoleranzen mit dem Ablaufwert der Kläranlage übereinstimmen. Laufzeiten im Kanal bis zur Kläranlage müssen berücksichtigt werden, außerdem der individuelle Fehler des Messbauwerks an der Kläranlage. Es ist bekannt, dass Ablaufmesseinrichtungen auf Kläranlagen tendenziell zu hohe Durchflüsse ermitteln.

Als fehlerhaft erkannte Werte müssen aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen werden.

Auswertung

Im ersten Schritt wird das Fremdwasseraufkommen pro Messstelle auf die Einzugsgebietsfläche A_{red} umgerechnet. Für den Prioritätenplan werden die einzelnen Einzugsgebiete in die Belastungsklassen

1. sehr viel Fremdwasser,
2. mäßig viel Fremdwasser,
3. wenig/kein Fremdwasser

Nachweis der Fremdwassermenge	Version:	1
	Stand:	05/01
	Seite:	20/21

unterteilt. Danach werden Einzugsgebieten der Klasse 1 und einer Auswahl aus der Klasse 2 hohe Sanierungsprioritäten zugewiesen. Durch Addition der einzelnen Fremdwassermengen in den als hoch eingestuften Einzugsgebieten lässt sich berechnen, wie stark sich die an der Kläranlage gemessene Fremdwassermenge infolge der Sanierung vermindern lässt.

6 Nachweisdokumentation

Aufzeichnung	Aufbewahrungsort	Aufbewahrungsdauer
		<i>x Jahre</i>
		<i>x Jahre</i>
		<i>x Jahre</i>

- StVO
- RSA
- BA MID
- Unfallverhütungsvorschriften
- Checkliste zur Festlegung der Messpunkte im Kanalisationsnetz
- Checkliste zur Konfiguration der Messeinrichtung
- Checkliste zur Planung einer Fremdwassermengenmessung
- Checkliste zur Durchführung einer Fremdwassermengenmessung
- Notfallplan

LOGO

Abt.

Verfahrensanweisung

VA - (Betrieb) - (Kap) - (lfd)

Nachweis der Fremdwassermenge	Version:	1
	Stand:	05/01
	Seite:	21/21

7 Anlagen

Ablaufdiagramme (Flow Charts)

8 Änderungsdienst

Vers.	Änderungen	Datum
1	Erstausgabe	05/01

Dateiname: VA FW-Mengenmessung

Checkliste zur **Planung** einer Fremdwassermengenmessung mit einem portablen MID-Messsystem

Bedingungen im Oberstrom der Messstelle

Absturzbauwerk

- Befindet sich ein Absturzbauwerk im Messstrang?
 - ☞ Verlegen Sie die Messstelle oberhalb des Absturzbauwerks.
- Wenn Sie die Messstelle nicht stromauf verlegen können:
 - ☞ Richten Sie Ihr Messnetz so ein, dass die Plausibilität dieses Messwerts überprüft werden kann.
 - ☞ Prüfen Sie vor Ort, ob sich die Strömung in den Haltungen zwischen dem Absturz und der Messstelle sichtbar beruhigt (strömender Abfluss, keine mitgerissene Luft erkennbar).
 - ☞ Kontrollieren Sie das kontinuierlich aufgezeichnete Messsignal: Unstetigkeiten weisen auf unzulässige Lufteinschlüsse hin.
 - ☞ Prüfen Sie den Messwert nach Abschluss der Messkampagne auf Plausibilität.

Pumpstation

- Befindet sich mehrere Haltungen oberhalb der Messstelle eine Pumpstation?
 - ☞ Zeichnen Sie die Förderleistung im Messzeitraum auf.
- Wenn keine Möglichkeit zur Aufzeichnung in der Einrichtung selbst möglich ist:
 - ☞ Richten Sie eine zusätzliche Messstelle direkt unterstrom der Pumpstation ein, um die Aktivität der Pumpen aufzuzeichnen, speziell, wenn Sie den Fremdwasserzufluss auf der Strecke zwischen der Pumpstation und der eigentlichen Messstelle ermitteln wollen.

Bedingungen am Messort

Zulässiges Kanalgefälle an der Messstelle

- Stellen Sie bei dem von Ihnen verwendeten MID-Messsystem den zulässigen Grenzwinkel (Grenzgefälle) fest:
 - ☞ Messen Sie den Winkel, den die Verbindungslinie zwischen dem Scheitelpunkt des Rohrs im Einlauf in den MID-Messaufnehmer und dem äußersten Punkt der hochgezogenen Auslauföffnung mit der Rohrachse bildet. Tiefer kann das MID-Messsystem während der Messung nicht geneigt werden, weil sonst nicht mehr gewährleistet ist, dass der Messaufnehmer vollständig wassererfüllt ist.
 - ☞ Grenzgefälle = $\tan(\text{Grenzwinkel}) \cdot 1000$ [‰]
 - ☞ Anhaltswert für den Grenzwinkel: **2,5°** (44 ‰ Grenzgefälle)
- Das Kanalgefälle an der Messstelle muss kleiner/gleich dem Grenzgefälle sein.

Zustand des Kanals an der Messstelle

- Weisen die Bestandspläne aus, dass der Kanal im Aufstaubereich der Messstelle bei effluenten Verhältnissen stark schadhaft (Schadensklasse ≥ 3) ist?
 - ☞ Verlegen Sie die Messstelle in einen weniger schadhaften Bereich.
- Wenn Sie die Messstelle nicht verlegen können:
 - ☞ Rechnen Sie damit, dass der gemessene Wert kleiner als der tatsächliche Abfluss ist, weil durch den Aufstau Anteile des Abflusses durch die Schadstellen verloren gehen.
 - ☞ Richten Sie Ihr Messnetz so ein, dass die Plausibilität dieses Messwerts überprüft werden kann.

Vorbereitung der Messung

- Messort im Bereich von Parkflächen vor der Messung absperren lassen
- Verkehrssicherungsgenehmigungen einholen
- Langfristigen Wetterbericht für den Messzeitraum einholen
- Funktion aller Messgeräte (auch von Gaswarngeräten und anderen Arbeitsschutzhilfsmitteln) prüfen und sicherstellen
- Dokumente (Arbeitsanweisungen, Betriebsanleitungen, Genehmigungen) auf Vollständigkeit prüfen

Inhalt von Arbeitsanweisungen (Prüfablaufplänen) für die Messung

- Hinweise zu Verkehrssicherungsmaßnahmen
- Genehmigungsunterlagen
- Unfallverhütungsvorschriften für Arbeiten im Straßenraum und am Kanal
- Betriebsanleitungen
- Zuständiger Sachbearbeiter mit Telefonnummer
- Angaben zu den Messorten und Reihenfolge der Bearbeitung
- Angabe von Ausweichmessorten
- Beschreibung der einzusetzenden Messeinrichtung inklusive Sonderzubehör für jeden Messort
- Angabe zum Speicherintervall des Datenloggers: bei einer nächtlichen Messung im Minimum auf 1-minütliche, bei der Aufnahme von Ganglinien auf 5-minütliche Mittelwerte einstellen
- Angabe von Überstausicherungsmaßnahmen (gerätetechnisch)
- Anweisungen für das Verhalten bei einsetzendem starken Niederschlag
- Einteilung des Bereitschaftsdienstes für die Überstausicherung während der Messung

Checkliste zur Festlegung der Messpunkte im Kanalisationsnetz

- Photo- oder Filmdokumentation der Messstellen
- Rückstauerebenen anhand von Bestandsplänen und tatsächlichen Gegebenheiten vor Ort prüfen
- Möglicherweise nötigen Stromanschluss klären
- Zugänglichkeit der Messstelle für das Messfahrzeug und die Geräte klären
- Prüfen, ob es sich an der Messstelle tatsächlich um einen Standard-ein-Meter-Schacht handelt

Checkliste zur Konfiguration der Messeinrichtung

- Speicherintervall des Datenloggers:
 - ☞ bei einer nächtlichen Messung im Minimum auf 1-minütliche, bei der Aufnahme von Ganglinien auf 5-minütliche Mittelwerte einstellen
- Durchflussmenge, Kanaldurchmesser, Schachtweite und die Lage der Rückstauenebene bestimmen die Wahl des Durchflussmesssystems
- Bei Kanälen DN 200 mit kurvigem Verlauf oder sehr hoch gezogener Berme:
 - ☞ Adapterstück DN 150-250 verwenden
- Unter Umständen die geometrischen Bedingungen am Messort genau vermessen

Checkliste zur **Durchführung** einer Fremdwassermengenmessung mit einem portablen MID-Messsystem

Einbau des Messsystems

- Messstelle nach vorliegendem Arbeitsanweisungen (Prüfablaufplan) und Markierung auf der Schachtabdeckung anfahren
- Verkehrssicherungsmaßnahmen nach Arbeitsanweisung (Prüfablaufplan) ausführen
- Genehmigungsunterlagen für Kontrollen zur Verfügung halten
- Schachtabdeckung öffnen, Arbeitsraum belüften
- Einstieg sichern: Messung auf toxische und explosive Gase
- Rettungsgeschirr, Dreibein und Winde für Einstieg in den Schacht vorbereiten
- Scharfkantiges Sediment im Einbaubereich des Messgeräts entfernen
- Messgerät mit Hilfe der angebrachten Trag- und Steuerseile (Dreibein, Winde) in die in den Arbeitsanweisungen (Prüfablaufplan) markierte Haltung einsetzen
 - Wenn sich das Messgerät auf diese Weise nicht einsetzen lässt:
 - ☞ Lassen Sie das Messgerät mit Hilfe des Trageils (Dreibein, Winde) in den Schacht ab
 - ☞ Steigen sie in den Einsteigschacht ein und setzen Sie das Gerät von Hand ein
- Dichtkissen auf den in der Arbeitsanweisung (Prüfablaufplan) genannten Druck aufblasen
 - ☞ Anweisungen des Herstellers beachten
 - ☞ Druckluftschlauch nicht knicken
 - ☞ Dichtkissen nur über den Druckminderer des Steuerorgans befüllen
- Trag- und Steuerseile an den Steigeisen so befestigen, dass das Messgerät bei Überstau frei aus der Haltung herausschwingen kann
- Datenlogger mit Energieversorgung verbinden
- Plausibilität der Messwertanzeige gemäß Arbeitsanweisung (Prüfablaufplan) prüfen
- Datenlogger und Energieversorgung an geeigneter Stelle im Schacht befestigen
- Schachtabdeckung schließen
- Verkehrssicherungsmaßnahmen unter Sicherung des Verkehrs zurückbauen

Ausbau des Messsystems

- Messstelle nach vorliegendem Arbeitsanweisungen (Prüfablaufplan) und Markierung auf der Schachtabdeckung anfahren
- Verkehrssicherungsmaßnahmen nach Arbeitsanweisung (Prüfablaufplan) ausführen
- Genehmigungsunterlagen für Kontrollen zur Verfügung halten
- Schachtabdeckung öffnen, Arbeitsraum belüften
- Einstieg sichern: Messung auf toxische und explosive Gase
- Rettungsgeschirr, Dreibein und Winde für Einstieg in den Schacht vorbereiten
- Datenlogger und Energieversorgung lösen und entnehmen
- Datenlogger von der Energieversorgung trennen
- Druck im Dichtkissen reduzieren
 - ☞ Anweisungen des Herstellers beachten
 - ☞ Druckluftschlauch nicht knicken
 - ☞ Dichtkissen nur über den Druckminderer des Steuerorgans entlasten
- Messgerät mit Hilfe der angebrachten Trag- und Steuerseile (Dreibein, Winde) aus der Haltung lösen und anheben
 - Wenn sich das Messgerät auf diese Weise nicht demontieren lässt:
 - ☞ Vergewissern Sie sich, dass der Druck im Dichtkissen vollständig abgebaut ist (Unfallgefahr!)
 - ☞ Warten Sie, bis sich der Aufstau hinter dem Messgerät abgebaut hat (Unfallgefahr!)
 - ☞ Steigen sie in den Einsteigschacht ein und lösen Sie das Gerät von Hand
 - ☞ Verlassen Sie den Schacht
 - ☞ Ziehen Sie das Gerät an den Trag- und Steuerseilen (Dreibein, Winde) hoch
- Schachtabdeckung schließen
- Verkehrssicherungsmaßnahmen unter Sicherung des Verkehrs zurückbauen

Notfallplan

- ❑ Der in der Arbeitsanweisung (Prüfablaufplan) und auf der Schachtabdeckung für die Messung markierte Schacht ist blockiert (parkendes Auto o. ä.)
 - ☞ Ausweichmessort gemäß Arbeitsanweisung (Prüfablaufplan) anfahren
 - ❑ Wenn kein Ausweichmessort zur Verfügung steht:
 - ☞ Zuständigen Sachbearbeiter gemäß Arbeitsanweisung (Prüfablaufplan) verständigen, durch ihn weitere Maßnahmen veranlassen

- ❑ Das Messgerät kann aufgrund mechanischer Probleme nicht in die Haltung eingebaut werden (Messgerät oder Adapter passen nicht durch den Schachthals, können nicht in die Waagerechte gebracht werden, o. ä.)
 - ☞ Ausweichmessort gemäß Arbeitsanweisung (Prüfablaufplan) anfahren
 - ❑ Wenn kein Ausweichmessort zur Verfügung steht:
 - ☞ Zuständigen Sachbearbeiter gemäß Arbeitsanweisung (Prüfablaufplan) verständigen, durch ihn Erlaubnis zu Eingriffen in das Bauwerk erwirken
 - ☞ Bauwerk verändern (z. B. überstehenden Ortbeton entfernen, einragende Leitung kürzen)
 - ❑ Wenn Eingriffe in das Bauwerk nicht möglich sind:
 - ☞ Zuständigen Sachbearbeiter gemäß Arbeitsanweisung (Prüfablaufplan) verständigen, durch ihn weitere Maßnahmen veranlassen

- ❑ Geräusche oder stark schäumender Abfluss (nicht infolge von Reinigungsmitteln) lassen vermuten, dass sich oberstrom des Messorts ein nicht bekannter Absturz befindet
 - ☞ Ausweichmessort gemäß Arbeitsanweisung (Prüfablaufplan) anfahren
 - ❑ Wenn kein Ausweichmessort zur Verfügung steht:
 - ☞ Zuständigen Sachbearbeiter gemäß Arbeitsanweisung (Prüfablaufplan) verständigen, durch ihn weitere Maßnahmen veranlassen

- ❑ Während des Messgeräteeinbaus setzt starker Regen ein
 - ☞ Aufstau in einem Einsteigschacht oberstrom der Messstelle beobachten
 - ☞ Bei starkem Rückstau sicherheitshalber das Messgerät aus der Haltung lösen bzw. Druck des Dichtkissens auf 0,5 bar reduzieren (Möglichkeit zur Selbstlösung)
 - ☞ Zuständigen Sachbearbeiter gemäß Arbeitsanweisung (Prüfablaufplan) verständigen, durch ihn weitere Maßnahmen veranlassen

	Nachweis der Fremdwassermenge	Stand: 12/00 Version: 1																								
Dokumente benötigt → erstellt/modifiziert ←	Ablaufschritte	Zuständigkeit V M I																								
Bestandsplan → STVO Verkehrs-sicherungs-genehmigung ← GW-Ganglinie Niederschlagsdaten → Bestandsplan → BA MID → RSA STVO → Dokumentation ←	<pre> graph TD A{Klärung der Fragestellung} --> B[Trennsystem] A --> C[Mischsystem] B --> D[Beteiligung Dritter] C --> D D --> E[Klärung der notwendigen Rahmenbedingungen] E --> F[Festlegung der Messpunkte im Kanalisationsnetz] F --> G[Konfiguration der Messeinrichtungen] G --> H[Durchführung der Messung] H --> I[Auswertung der Messung] </pre>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33.33%; text-align: center;">N</td> <td style="width: 33.33%; text-align: center;">I</td> <td style="width: 33.33%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N</td> <td style="text-align: center;">D, I</td> <td style="text-align: center;">B</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N, I</td> <td style="text-align: center;">I, D</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N, I</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">B</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N, I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td></td> </tr> </table>	N	I		N			N	D, I	B	N	D		N	I		N, I	I, D		N, I	D	B	N, I	I	
N	I																									
N																										
N	D, I	B																								
N	D																									
N	I																									
N, I	I, D																									
N, I	D	B																								
N, I	I																									
<i>BA: Betriebsanweisung</i>	N: Netzbetreiber B: Behörden I: Ingenieurbüro D: Dienstleister	V: Verantwortlich M: Mitwirkend I: Information																								

Nachweis der Fremdwassermenge		Stand: 12/00 Version: 1
Dokumente benötigt → erstellt/modifiziert ←	(1a) Klärung der Fragestellung Trennsystem	Zuständigkeit V M I
Bestandspläne → Gutachten → Kanalzustandsbericht → Kläranlagen-tagebücher →		N N I, B N N
<i>BA: Betriebsanweisung</i>	N: Netzbetreiber I: Ingenieurbüro D: Dienstleister B: Behörden	V: Verantwortlich M: Mitwirkend I: Information

		Nachweis der Fremdwassermenge	Stand: 12/00 Version: 1		
Dokumente benötigt → erstellt/modifiziert ←	(1b) Klärung der Fragestellung Mischsystem		Zuständigkeit		
Bestandspläne → Gutachten → Kanalzustandsbericht →			N	N	I, B
<i>BA: Betriebsanweisung</i>	N: Netzbetreiber I: Ingenieurbüro D: Dienstleister	B: Behörden	N	N	N
			V: Verantwortlich	M: Mitwirkend	I: Information

		Nachweis der Fremdwassermenge			Stand: 12/00 Version: 1		
Dokumente benötigt → erstellt/modifiziert ←	(2) Beteiligung Dritter				Zuständigkeit		
- Bestandspläne - Gutachten - Kanalzustandsbericht → - Grundwasserganglinie - Niederschlagsdaten ← Genehmigung ← Prüfplan ←	<pre> graph TD A[Verkehrssicherungs-Genehmigung] --> D{Messungen an Landstraßen?} B[Grundwasser-Ganglinie: Gewässerverband, Landesgrundwasserdiens t] --> D C[Niederschlags-Prognose: Deutscher Wetterdienst] --> D D -- ja --> E[Landschaftsverband] D -- nein --> F[Straßenverkehrsbehörde] E --> F F --> G[Beratende Ingenieure/ Geologen] </pre>				V	M	I
	N	I,D,B					
	N	B					
	N	B					
	N	I,D					
<i>BA: Betriebsanweisung</i>	N: Netzbetreiber I: Ingenieurbüro D: Dienstleister	B: Behörden			V: Verantwortlich M: Mitwirkend I: Information		

	<h2 style="text-align: center;">Nachweis der Fremdwassermenge</h2>	Stand: 12/00 Version: 1																								
Dokumente benötigt → erstellt/modifiziert ←	(3a) Klärung der notwendigen Rahmenbedingungen	Zuständigkeit V M I																								
<p>Bestandspläne →</p> <p>Flurabstandskarte Grundwasser ganglinie →</p> <p>Bestandsplan →</p>	<pre> graph TD D1{GW-Messstelle (GWMS) im Untersuchungsraum vorhanden?} D2{GWMS im weiteren Bereich vorhanden?} D3{Liegt der mittlere GW-(Druck-)Spiegel um 2 m u. GOK?} D4{Existiert eine Ganglinie über wenigstens 20 Jahre?} D5{Soll grundwasserbürtiges Fremdwasser ermittelt werden?} A1[GWMS akzeptieren] A2[Großräumige GW-Entwicklung als Grundlage heranziehen (Anfrage Landesgrundwasserdienst)] A3[Festlegung eines GW-Niveaus als Basis für die Untersuchungen] A4[Wert zwischen Median und GW-Höchststand wählen] A5[Wert zwischen Median und GW-Tiefststand wählen] D1 -- ja --> D3 D1 -- nein --> D2 D2 -- ja --> D3 D2 -- nein --> A2 D3 -- ja --> D4 D3 -- nein --> D2 D4 -- ja --> A1 D4 -- nein --> D2 A1 --> A3 A2 --> A3 A3 --> D5 D5 -- ja --> A4 D5 -- nein --> A5 </pre>	<table border="1"> <tr> <td>N</td> <td>I</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>I</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>I</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>I</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>I</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>I</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>I</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>I</td> <td></td> </tr> </table>	N	I		N	I		N	I		N	I		N	I		N	I		N	I		N	I	
N	I																									
N	I																									
N	I																									
N	I																									
N	I																									
N	I																									
N	I																									
N	I																									
<i>BA: Betriebsanweisung</i>	N: Netzbetreiber I: Ingenieurbüro D: Dienstleister B: Behörden	V: Verantwortlich M: Mitwirkend I: Information																								

	Nachweis der Fremdwassermenge	Stand: 12/00 Version: 1
Dokumente benötigt → erstellt/modifiziert ←	(3b) Klärung der notwendigen Rahmenbedingungen	Zuständigkeit V M I
Ablaufdaten Kläranlagen →	<pre> graph TD A[Zeitfenster für die Untersuchungen festlegen: Durchflussminimum] --> B[Tagesganglinien der KA auswerten] A --> C[Tagesganglinie in Einzugsgebieten aufnehmen (Fließtiefe)] D[Festlegung der zulässigen Niederschlags-situatun] --> E{Trennsystem?} E -- ja --> F{Soll Oberflächenwasser erfasst werden?} E -- nein --> G[Trockenwetter] F -- ja --> H[Niederschlag] F -- nein --> G </pre>	N I N I N I N I N I
Bestandsplan →		
<i>BA: Betriebsanweisung</i>	N: Netzbetreiber I: Ingenieurbüro D: Dienstleister B: Behörden	V: Verantwortlich M: Mitwirkend I: Information



		Nachweis der Fremdwassermenge		Stand: 12/00 Version: 1		
Dokumente benötigt → erstellt/modifiziert ←		(4) Festlegung der Messpunkte im Kanalisationsnetz			Zuständigkeit V M I	
Bestandspläne → Checklisten →		<pre> graph TD A[Teileinzugsgebiete auf Basis der Bestandspläne festlegen] --> B[Für jeden Hauptsammler je einen Messpunkt direkt vor der KA festlegen] A --> C[Je einen Messpunkt für den Gesamtabfluss jedes Teileinzugsgebiets zuordnen] B --> D{Erfüllt die Messstelle die Bedingungen der Checkliste?} C --> D D -- Nein --> E[Begehung der Messstellen mit dem Kanalmeister tagsüber] E --> F[Prüfung der Abflussverhältnisse] F --> G{Abfluss feststellbar?} G -- Nein --> H[Einzugsgebiet aus Ermittlung ausschließen] G -- Ja --> I{Klare Anteile oder Kanalmeister Fremdwasser bekannt?} I -- Nein --> H I -- Ja --> J[Prüfung von hydrometrischen Bedingungen] J --> K{Messstelle zugänglich?} K -- Nein --> H K -- Ja --> L{Einbauort geeignet?} L -- Nein --> H L -- Ja --> M[Messstelle akzeptieren] M --> N[Ablaufplan für Messstellen] </pre>			N I N I N I N I,D N I,D N I,D N I,D N I,D N I,D N I,D N I,D N I,D	
Prüfablaufplan ←		N: Netzbetreiber I: Ingenieurbüro D: Dienstleister B: Behörden			V: Verantwortlich M: Mitwirkend I: Information	

	<h2 style="text-align: center;">Nachweis der Fremdwassermenge</h2>	Stand: 12/00 Version: 1																								
Dokumente benötigt → erstellt/modifiziert ←	(5) Konfiguration der Messeinrichtungen	Zuständigkeit V M I																								
Bestandsplan → Checkliste →	<pre> graph TD A[Festlegung des Verfahrens] --> B{Kreisprofil?} B -- Ja --> C{Rohrdurchschnitt zwischen DN 200 und DN 500?} B -- Nein --> D{Rohrdurchschnitt zwischen DN 500 und DN 900?} C -- Ja --> E[Mobiler MID mit Adapter] C -- Nein --> D D -- ja --> E D -- nein --> F[Anderes Verfahren] F --> G[Mobiler MID mit Spezialeinbauteil] E --> H[Mobiler MID mit Spezialeinbauteil] E --> I[Mobiler MID mit Adapter] E --> J[Mobiler MID] H --> K[Lockerer Kraftschluss zwischen Blase und Kanalwandung] I --> L[MID mit Überstauentlastung] J --> L G --> L M[Überstausicherung] --> N{Mischsystem?} N -- Ja --> O[MID DN 150 oder größer] N -- Nein --> P[MID DN 80 oder DN 150] O --> L P --> L L --> Q{Bereitschaftspersonal verfügbar?} Q -- Ja --> R[Mobiler MID] Q -- Nein --> L </pre>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;">N</td> <td style="width: 33%;">I</td> <td style="width: 33%;">I</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>I, D</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>I</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>I, D</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>I</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>I</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>I, D</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>I, D</td> <td>I</td> </tr> </table>	N	I	I	N	I, D	I	N	I	I	N	I, D	I	N	I	I	N	I	I	N	I, D	I	N	I, D	I
N	I	I																								
N	I, D	I																								
N	I	I																								
N	I, D	I																								
N	I	I																								
N	I	I																								
N	I, D	I																								
N	I, D	I																								
<i>BA: Betriebsanweisung</i>	N: Netzbetreiber I: Ingenieurbüro D: Dienstleister B: Behörden	V: Verantwortlich M: Mitwirkend I: Information																								

	Nachweis der Fremdwassermenge	Stand: 12/00 Version: 1															
Dokumente benötigt → erstellt/modifiziert ←	(6) Durchführung der Messung	Zuständigkeit V M I															
Messreihe ←	<pre> graph TD A{Kontinuierliche Aufzeichnung der nächtlichen Ganglinie?} -- Ja --> B[Einbau der Messeinrichtungen (nachmittags)] B --> C[Bereitschaftsdienst für Überstausicherung (nachts)] C --> D[Ausbau der Messeinrichtungen (morgens/nachmittags)] A -- Nein --> E[Messung im Durchflussminimum] D --> F[Datensicherung] E --> F </pre>	<table border="1"> <tr> <td>N</td> <td>I,D</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>I,D</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>I,D</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>I,D</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>I</td> <td></td> </tr> </table>	N	I,D		N	I,D		N	I,D		N	I,D		N	I	
N	I,D																
N	I,D																
N	I,D																
N	I,D																
N	I																
<i>BA: Betriebsanweisung</i>	N: Netzbetreiber I: Ingenieurbüro D: Dienstleister B: Behörden	V: Verantwortlich M: Mitwirkend I: Information															

	<h2 style="text-align: center;">Nachweis der Fremdwassermenge</h2>	Stand: 12/00 Version: 1		
Dokumente benötigt → erstellt/modifiziert ←	(7) Auswertung der Messung	Zuständigkeit		
Meßreihen →	<pre> graph TD A[Plausibilitätskontrolle] --> B{Stimmt die Summe der gemessenen Abflüsse mit dem Abfluss im Hauptsammler überein (Toleranz rund 15%)?} B -- Ja --> C{Stimmt die Summe der gemessenen Abflüsse mit dem Ablaufwert der KA überein (Toleranz rund 15%)?} B -- Nein --> D[Fehlerhafte Werte ausschließen] C -- Ja --> E[Auswertung] C -- Nein --> D E --> F[Berechnung des Fremdwasseraufkommens pro Einzugsgebietsfläche] F --> G[Klassenbildung : (1) sehr viel Fremdwasser, (2) mäßig viel Fremdwasser, (3) wenig/kein Fremdwasser] G --> H[Festlegung der Teileinzugsgebiete mit hoher Sanierungspriorität aus (1) und evtl. (2)] H --> I[Berechnung der Fremdwassermenge durch Sanierung von Teileinzugsgebieten hoher Priorität] </pre>	V	M	I
Endbericht ←	BA: Betriebsanweisung N: Netzbetreiber I: Ingenieurbüro D: Dienstleister B: Behörden	V: Verantwortlich M: Mitwirkend I: Information		



MID-Durchflussmessung zur Ermittlung von Fremdwassermengen

Ort _____

Kennung _____

Datum _____

Anleitung zum Führen des Messprotokolls:

1. Zu- und Abläufe durch Pfeile in der Skizze kennzeichnen
1. Zu- und ablaufende Stränge durchnummerieren
1. Messprotokoll für jeden der Stränge ausfüllen
1. Durchflussmenge wird geschätzt, falls die Menge zu gering für eine Messung erscheint

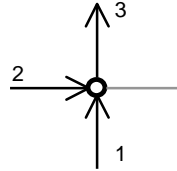
Bearbeiter _____

Wetter: trocken

Zeitweise Regen

Leichter Regen

Starker Regen



Blatt:

Skizze der Messstelle 	Bemerkungen (z.B. Hausanschluss am Schacht oder Zu- / Ablauf blockiert => keine Messung möglich)
--------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Strang Nr.	Zulauf <input type="checkbox"/>	Strang / Straße:		
	Ablauf <input type="checkbox"/>			
	angegebene Menge wurde gemessen <input type="checkbox"/>	Messzeit		Menge [l/s]
	geschätzt <input type="checkbox"/>	Beginn		Messwert (am MID)
		Ende		konstant <input type="checkbox"/>
		sinkt wieder <input type="checkbox"/>		
		stark schwankend <input type="checkbox"/>		
Strang Nr.	Zulauf <input type="checkbox"/>	Strang / Straße:		
	Ablauf <input type="checkbox"/>			
	angegebene Menge wurde gemessen <input type="checkbox"/>	Messzeit		Menge [l/s]
	geschätzt <input type="checkbox"/>	Beginn		Messwert
		Ende		konstant <input type="checkbox"/>
		sinkt wieder <input type="checkbox"/>		
		stark schwankend <input type="checkbox"/>		
Strang Nr.	Zulauf <input type="checkbox"/>	Strang / Straße:		
	Ablauf <input type="checkbox"/>			
	angegebene Menge wurde gemessen <input type="checkbox"/>	Messzeit		Menge [l/s]
	geschätzt <input type="checkbox"/>	Beginn		Messwert
		Ende		konstant <input type="checkbox"/>
		sinkt wieder <input type="checkbox"/>		
		stark schwankend <input type="checkbox"/>		
Strang Nr.	Zulauf <input type="checkbox"/>	Strang / Straße:		
	Ablauf <input type="checkbox"/>			
	angegebene Menge wurde gemessen <input type="checkbox"/>	Messzeit		Menge [l/s]
	geschätzt <input type="checkbox"/>	Beginn		Messwert
		Ende		konstant <input type="checkbox"/>
		sinkt wieder <input type="checkbox"/>		
		stark schwankend <input type="checkbox"/>		

Ermittlung von Fremdwasserzulauf aus Hausanschlüssen in die Kanalisation

Ort _____

Kennung _____

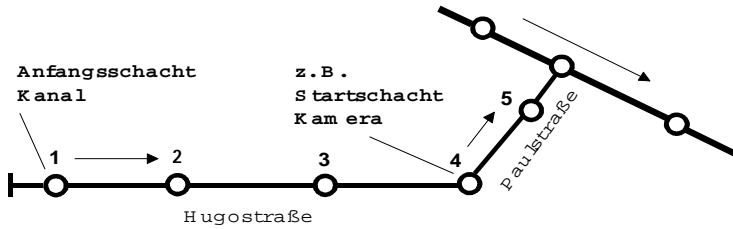
Datum _____

Strasse(n) _____

Kanal-TV-Inspektion in Fließrichtung

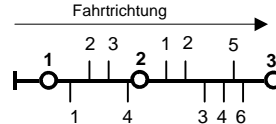
Bearbeiter _____

Wetter: trocken



Nummerierung der Hausanschlüsse:

Haltungswaise in



Zeitweise Regen

Leichter Regen

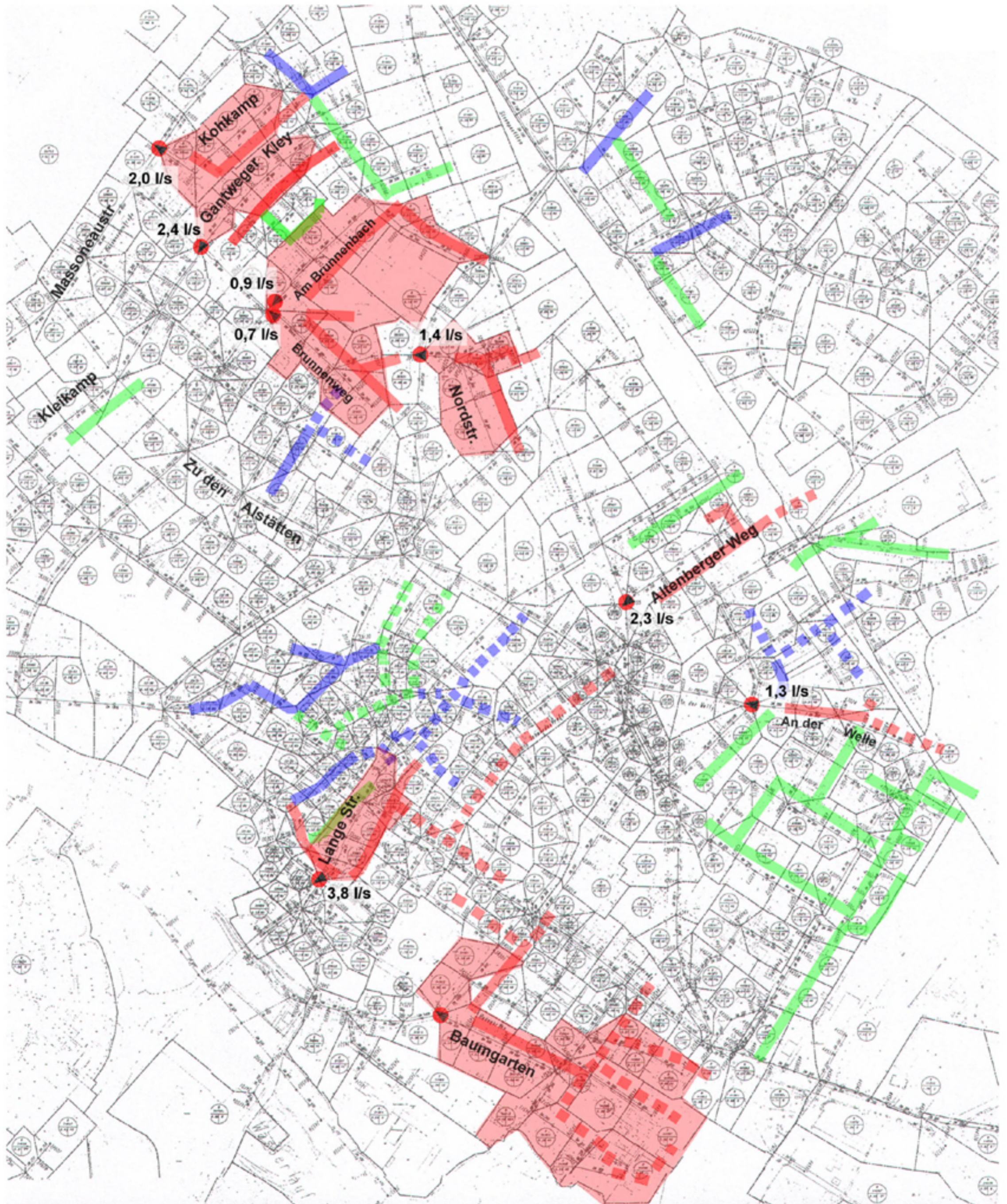
Starker Regen

Blatt:

Schacht- Nummer	Kamera umgesetzt gegen Fließrichtung	Distanz zum Inspektions- Startschacht [m]	Hausanschluss (HA)			Bemerkungen z. B.: Zulauf aus Seitenstrang oder: <i>Hindernis – Kamera kann nicht weiter</i>
			Haus- anschluss- Nummer	Position (immer Blick in Fahrtrichtung)	Fremdwasserzulauf (FW)	
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			Scheitel <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wenig <input type="checkbox"/> viel <input type="checkbox"/>	FW aus: HA <input type="checkbox"/> Einfassung <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			Scheitel <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wenig <input type="checkbox"/> viel <input type="checkbox"/>	FW aus: HA <input type="checkbox"/> Einfassung <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			Scheitel <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wenig <input type="checkbox"/> viel <input type="checkbox"/>	FW aus: HA <input type="checkbox"/> Einfassung <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			Scheitel <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wenig <input type="checkbox"/> viel <input type="checkbox"/>	FW aus: HA <input type="checkbox"/> Einfassung <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			Scheitel <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wenig <input type="checkbox"/> viel <input type="checkbox"/>	FW aus: HA <input type="checkbox"/> Einfassung <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			Scheitel <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wenig <input type="checkbox"/> viel <input type="checkbox"/>	FW aus: HA <input type="checkbox"/> Einfassung <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			Scheitel <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wenig <input type="checkbox"/> viel <input type="checkbox"/>	FW aus: HA <input type="checkbox"/> Einfassung <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			Scheitel <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wenig <input type="checkbox"/> viel <input type="checkbox"/>	FW aus: HA <input type="checkbox"/> Einfassung <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			Scheitel <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wenig <input type="checkbox"/> viel <input type="checkbox"/>	FW aus: HA <input type="checkbox"/> Einfassung <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			Scheitel <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wenig <input type="checkbox"/> viel <input type="checkbox"/>	FW aus: HA <input type="checkbox"/> Einfassung <input type="checkbox"/>

Ergebnis einer Fremdwassermengenmessung

- Sehr hohes Fremdwasseraufkommen (Belastungsklasse 1, rot)
- Mäßig hohes Fremdwasseraufkommen (Belastungsklasse 2, blau)
- Wenig oder kein Fremdwasseraufkommen (Belastungsklasse 3, grün)



Ergebnis einer nächtlichen Kanal-TV-Inspektion:

Grundstücksscharfer Nachweis von Fremdwasserzufluss aus dem privaten Leitungsnetz

