



Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW - 40190 Düsseldorf

Vorsitzender des Ausschusses für Klimaschutz, Umwelt,
Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
des Landtags Nordrhein-Westfalen
Herr Friedhelm Ortgies MdL
Platz des Landtags 1
40221 Düsseldorf



Johannes Remmel

17.11.2016

Seite 1 von 2

Aktenzeichen
IV-7-042 3G2

bei Antwort bitte angeben

Herr Fragemann
Telefon 0211 4566-660
Telefax 0211 4566-388
poststelle@mkulnv.nrw.de

60-fach

Landesweites Monitoring über die Auswirkungen undichter privater Abwasserleitungen auf den Boden und das Grundwasser

Sehr geehrter Herr Vorsitzender Ortgies, *lieber Friedhelm*

im Rahmen der Diskussionen um die Zustands- und Funktionsprüfung privater Abwasserleitungen hat der Landtag zeitgleich mit seinem Beschluss zur Änderung des Landeswassergesetzes vom 27. Februar 2013 die Landesregierung gebeten, zur Feststellung des Umfangs der Beeinträchtigung des Grundwassers durch undichte private Abwasserleitungen über einen Zeitraum von fünf Jahren im Rahmen eines Monitorings die Auswirkungen undichter privater Abwasserleitungen zu ermitteln und dem Landtag über die Ergebnisse zu berichten.

Zur Umsetzung dieses Beschlusses hat die Bezirksregierung Detmold bereits im Mai 2013 ein Vorprojekt in Auftrag gegeben. Mit diesem Vorprojekt sollten erste Erkenntnisse gewonnen werden, um diese dann in einem landesweiten Untersuchungsvorhaben berücksichtigen zu können.

Das landesweite Monitoring ist dann im Februar 2015 an eine Bietergemeinschaft unter Koordination des IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH (IWW) in Auftrag gegeben worden.

Beide Untersuchungsvorhaben sind noch nicht abgeschlossen. Als Zwischenergebnis ist festzustellen, dass undichte private Abwasserleitungen Auswirkungen auf den umgebenden Boden und auf das

Dienstgebäude und
Lieferanschrift:
Schwannstr. 3
40476 Düsseldorf
Telefon 0211 4566-0
Telefax 0211 4566-388
poststelle@mkulnv.nrw.de
www.umwelt.nrw.de

Öffentliche Verkehrsmittel:
Rheinbahn Linien U78 und U79
Haltestelle Kennedydamm oder
Buslinie 721 (Flughafen) und 722
(Messe) Haltestelle Frankenplatz

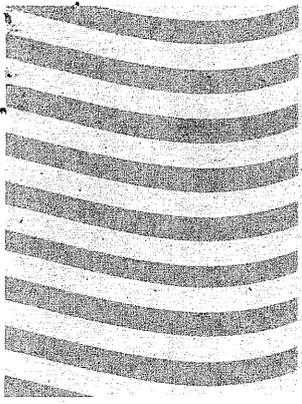
Grundwasser haben. Eine fachliche Bewertung des Ausmaßes dieses Einflusses und der daraus zu ziehenden Konsequenzen kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht erfolgen, da weitere Untersuchungen und Auswertungen noch ausstehen.

Zur weiteren Beschreibung der Projektabwicklung und der bisher erzielten Zwischenergebnisse übersende ich Ihnen als Anlage einen aktuellen Kurzbericht der Auftragnehmerin mit der Bitte um Weiterleitung an die Mitglieder des Ausschusses für Klimaschutz, Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.

Mit freundlichen Grüßen



Johannes Remmel



**IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH**

Landesweites Monitoring über die Auswirkungen undichter privater Abwasserleitungen auf den Boden und das Grundwasser

Kurzbericht

Vergabenummer 14/030

November 2016

**Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Land-
wirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des
Landes Nordrhein-Westfalen**



Bearbeitung



IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser, Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH (Projektleitung)
Moritzstraße 26
45476 Mülheim an der Ruhr

Hochschule Ostwestfalen-Lippe
University of Applied Sciences

Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Fachbereich Bauingenieurwesen
Emilienstraße 45
32756 Detmold



Emscher Wassertechnik GmbH
Brunnenstraße 37
45128 Essen



Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA)
Bliersheimer Str. 58-60
47229 Duisburg



geo-id GmbH
Werksstraße 15
45527 Hattingen

Auftrag vom 24.02.2015 AZ I - 4 - 2.1 - 14/030/ IV-7-042 3G2

Zur besseren Lesbarkeit wird nicht zwischen weiblichen und männlichen Berufsbezeichnungen unterschieden; es sind immer beide Geschlechter gleichberechtigt angesprochen.

Zusammenfassung

Mit einem landesweiten Monitoring soll der Einfluss undichter privater Abwasserleitungen auf den Boden und das Grundwasser untersucht werden. Hierzu werden im **Projektteil A** konkrete, repräsentativ über NRW verteilte Schadstellen (= defekte private Grundstücksanschlussleitungen) ausgewählt, um dann über Boden- und Wasseranalysen deren potenzielle Beeinflussung der Umwelt zu quantifizieren. Im **Projektteil B** werden auf der Grundlage einer risikobasierten Auswahl von oberflächennah verfilterten Grundwassermessstellen die Auswirkungen diffuser Abwassereinträge auf das Grundwasser bewertet. Auch hier liegt der Fokus ausschließlich auf potenziellen Einträgen aus defekten privaten Abwasserleitungen. Das Projekt hat eine Laufzeit von knapp 3 Jahren und wird Ende 2017 abgeschlossen.

Mit dem hier vorgelegten Kurzbericht wird über den Stand der Bearbeitung berichtet. Die Ergebnisse der im Projektteil A an 15 Standorten gewonnenen Messwerte werden vorgestellt. Im Projektteil B wurden bisher zwei Siedlungsgebiete untersucht.

Das Hauptaugenmerk in diesem Bericht liegt auf Spurenstoffen, die typischerweise in Abwasser gefunden werden und einer menschlichen Quelle zugeordnet werden können. Bisher zeigte sich im Projektteil A, dass insbesondere die Parameter Diclofenac, Benzotriazole, Carbamazepin, Acesulfam, Hormone und Coffein im Boden und Bodenwasser unter den Schadstellen nachgewiesen werden konnten.

Im Projektteil B sind bisher zwei Siedlungsgebiete untersucht worden. Insgesamt konnten 15 von den 21 untersuchten Parametern im Grundwasser gefunden werden. Phenazon, EDTA, und die Benzotriazole wurden in allen Grundwassermessstellen nachgewiesen. Carbamazepin, Acesulfam und Diclofenac sind mehrfach nachgewiesen worden. Weiterhin konnten vereinzelt andere Pharmaka wie Betablocker und Antibiotika gefunden werden.

Aus den bisherigen Befunden lässt sich ein Einfluss von schadhafte Abwasserrohren im Boden und Grundwasser ausmachen. Eine ausführliche Risikobewertung, z.B. in Form eines Vergleichs mit toxikologisch begründeten Ziel- und/oder Orientierungswerten, erfolgt nach Abschluss der Gelände- und Laborarbeiten.

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH

Mülheim an der Ruhr, den 10.11.2016.

i.A.



Dr. W. Merkel



C. Nolte

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Hintergrund	1
1.1	Auftrag und Projektdurchführung.....	3
2	Ergebnisse	3
2.1	Projektteil A.....	3
2.1.1	<i>Auswahl der Probennahmestandorte</i>	3
2.1.2	<i>Kontaktaufnahme zu Projektpartnern</i>	4
2.1.3	<i>Untersuchungsumfang und -methoden</i>	4
2.1.4	<i>Ausgewählte Ergebnisse Teil A</i>	5
2.2	Projektteil B.....	7
2.2.1	<i>Auswahl der Probennahmestandorte</i>	8
2.2.2	<i>Untersuchungsumfang und -methoden</i>	8
2.2.3	<i>Ausgewählte Ergebnisse Teil B</i>	9
3	Diskussion und Ausblick	10

1 Einleitung und Hintergrund

Mit einem landesweit ausgedehnten Monitoring soll der Einfluss undichter privater Abwasserleitungen auf den Boden und das Grundwasser untersucht werden. Um dieses Ziel zu erreichen, werden zum einen konkrete, repräsentativ über NRW verteilte Schadstellen (= private Grundstücksanschlussleitungen) ausgewählt, wobei darauf geachtet wird, dass die jeweiligen Standorte die wesentlichen bodenkundlichen und hydrogeologischen Verhältnisse in NRW widerspiegeln (**Projektteil A**). In Zusammenarbeit mit den beteiligten Kommunen sind Schadstellen zu identifizieren, die aufgrund des aus der Zustands- und Funktionsprüfung gewonnenen Schadensbildes eine Exfiltration von Abwasser erwarten lassen.

Im **Projektteil B** werden auf der Grundlage einer risikobasierten Auswahl von oberflächennah verfilterten Grundwassermessstellen die Auswirkungen diffuser Abwassereinträge auf das Grundwasser in ausgewählten Regionen in NRW bewertet. Auch hier liegt der Fokus ausschließlich auf potenziellen Einträgen aus defekten privaten Abwasserleitungen. Die zu beprobenden Messstellen sollten in urbanen Bereichen liegen, in denen die öffentliche Schmutz- und Mischwasserkanalisation funktionstüchtig ist und defekte, private Leitungen vorhanden sein können. Eine besondere Gewichtung liegt auf Standorten mit mittel- bis grobsandigen/kie-sigen Böden in Gebieten mit gut durchlässigen quartären Porengrundwasserleitern und geringem Grundwasserflurabstand.

Die in den Projektteilen A und B erzielten Ergebnisse sollen dazu genutzt werden, die Risiken für Boden und Grundwasser darzustellen und zu bewerten.

Insgesamt sind 50 Schadstellen (Projektteil A) und 80 Grundwassermessstellen (Projektteil B) geplant, an denen Material für insgesamt 190 Wasseranalysen (Teil A: 110, Teil B: 80) sowie insgesamt 250 Bodeneluat- und Bodenanalysen generiert werden soll. Die standardmäßig zu untersuchenden Parameter ($n = 28$) setzen sich aus 12 verschiedenen Stoffgruppen zusammen, die das Spektrum der im alltäglichen Lebens eingesetzten Spurenstoffe abdecken (Medizin, Haushalt, Lebensmittel, siehe **Tabelle 1**). Das Screening ist damit geeignet, anthropogen bedingte potenzielle Eintragspfade von Abwasser in die Umwelt abzubilden. Die Hintergrundkonzentrationen der ausgewählten Parameter sind erwartungsgemäß um einige Größenordnungen geringer im Vergleich zu den Konzentrationen, die typischerweise im Abwasser gefunden werden, so dass bei einem Nachweis der genannten Stoffe von einer Beeinflussung der untersuchten Medien durch Abwasser auszugehen ist. In beiden Projektteilen wird, soweit möglich, zu jeder untersuchten Schadstelle / Messstellengruppe eine Referenzprobe entnommen.

Das Hauptaugenmerk in diesem Bericht liegt auf den in **Tabelle 1** genannten Spurenschadstoffen.

Im Projektteil A werden sowohl der Boden unterhalb der Kanalleckagen als auch die aus den Bodenproben gewonnenen Eluate sowie, falls möglich, Sicker- bzw. Grundwasserproben untersucht. Dadurch wird der potenzielle Pfad des Abwassers aus der Leckage über den Boden bis zum Grundwasser abgebildet. Parallel dazu wird im Projektteil B in ausgewählten Siedlungsgebieten der Zustrom von Grundwassermessstellen beprobt und analysiert. Die in den Projektteilen A und B ausgewählten Standorte stehen in keinem Zusammenhang. Über den gewählten Ansatz werden möglichst viele potenzielle (Eintrags-)Situationen in NRW Berücksichtigung finden.

Tabelle 1: Auswahl der zu analysierenden Parameter. Nicht alle hier aufgeführten Parameter werden in dem vorliegenden Kurzbericht behandelt.

Stoffgruppe	Parameter
vor-Ort	pH
	Leitfähigkeit
Antibiotika	Sulfamethoxazol
	⁴ N-Acetyl-Sulfamethoxazol
	Ciprofloxacin
	Erythromycin
Antiepileptikum	Carbamazepin
Schmerzmittel	Diclofenac
	Phenazon
Betablocker	Metoprolol
	Atenolol
	Propranolol
	Sotalol
Synthetischer Süßstoff	Acesulfam
Komplexbildner	Benzotriazole
	Ethylendiamintetraessigsäure(EDTA)*
Östrogene Aktivität	Estradioläquivalentkonzentration
Duftstoffe	Galaxolid
	Tonalid
Stimulant	Coffein
Desinfektion	Triclosan
Tensid	2,4,7,9-Tetramethyl-5-decin-4,7-diol (TMDD)
Nährstoff	Nitrat
	Nitrit
	Ammonium
Mikrobiologie	E.coli
	Intestinale Enterokokken

*Wird nur in Projektteil B untersucht.

Die Hochschule Ostwestfalen-Lippe (Mitglied der AG) führt in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Bielefeld seit Mai 2013 im Auftrag der Bezirksregierung Detmold ein Projekt „Abwasser - Boden - Grundwasser“ durch. Der Abschluss des Projektes ist für Ende 2016 vorgesehen.

In diesem Vorprojekt wurde an insgesamt 20 schadhafte Kanälen der Boden bis max. 2 m unter Rohrsohle untersucht. Eine Beprobung und Analyse von Grundwasser war nicht vorgesehen. Die Vorgehensweise und die mit diesem Projekt gesammelten Erfahrungen dienen als erste Orientierung für das landesweite Monitoring.

Die Untersuchung der Eluate von Bodenproben an den ersten 10 Schadstellen hat zu dem Ergebnis geführt, dass der gewählte Parameterumfang zu gering und die Bestimmungsgrenze bei dem mit der Analytik beauftragten Labor zu hoch war. Dem wurde für die folgenden 10 Untersuchungen Rechnung getragen.

Da die letzten Laborergebnisse noch nicht vorliegen, kann noch keine zusammenfassende Aussage über die Ergebnisse des Vorprojekts getroffen werden. Es ist aber bereits festzustellen, dass einige Parameter auch in den tieferen Bodenschichten bis 100 cm unter Rohrsohle nachgewiesen werden konnten. Zu diesen Parametern gehören u.a. das Antibiotikum Sulfamethoxazol, das Antiepileptikum Carbamazepin, die Schmerzmittel Diclofenac und Phenozone, der Süßstoff Acesulfam und auch das Coffein. Die Ergebnisse des Vorprojekts werden in die Auswertung des Hauptprojekts einfließen.

Die vorliegende Kurzfassung zum Hauptprojekt beinhaltet die ersten Ergebnisse, die im Rahmen der laufenden Untersuchungen erzielt wurden. Da die Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind und eine umfassende Auswertung und Bewertung noch nicht erfolgt ist, kann eine abschließende Aussage noch nicht getroffen werden.

1.1 Auftrag und Projektdurchführung

Auftragnehmer gegenüber dem Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV NRW) ist eine Arbeitsgemeinschaft, bestehend aus

- IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH (IWW),
- Hochschule Ostwestfalen-Lippe (HS OWL),
- Emscher Wassertechnik GmbH (EW),
- Institut für Energie- und Umwelttechnik e. V. (IUTA) und
- geo-id GmbH (geo-id)

unter der Konsortialführung von IWW.

Zudem wurde ein Projektbegleitarbeitskreis eingerichtet, der aus ausgewählten Vertretern von Kommunen, Wasserverbänden und Wasserversorgungsunternehmen sowie dem LANUV NRW besteht.

Der Projektbeginn erfolgte zum Zeitpunkt der Förderzusage mit Schreiben vom 24.02.2015 (Az I-4 - 2.1 - 14/030 /IV-7-042 3G2), die Projektlaufzeit endet am 31.12.2017.

2 Ergebnisse

2.1 Projektteil A

2.1.1 Auswahl der Probennahmestandorte

Ziel des Vorhabens im Projektteil A ist es, die Emissionsseite zu untersuchen. Die zentralen Fragen sind:

- Können sich Schadstoffe, die mit Abwasser aus Schadensstellen in privaten Leitungen austreten, über die Bodenzone ausbreiten?
- Gibt es Anreicherungs- oder Abbaueffekte?
- Erreichen die Schadstoffe das Grundwasser?

Zur Beantwortung dieser Fragestellung sollen an 50 über Nordrhein-Westfalen verteilten Probennahmestellen so genannte Fallgestaltungen als Kombination verschiedener Randbedingungen im Bereich der Leckage und des Ausbreitungspfad untersucht werden.

2.1.2 Kontaktaufnahme zu Projektpartnern

Die Untersuchung des Umfelds von schadhafte privaten Abwasserleitungen setzt voraus, dass Betreiber einen Zugang zu einer geplanten Sanierungsmaßnahme ermöglichen. Der direkte Weg führt hier zu Privatpersonen, Immobiliengesellschaften und weiteren Liegenschaftsbetreibern, die als Grundbesitzer die Verantwortung für die unter der Immobilie verlegten Grundleitungen und die über einen Revisionsschacht vom Gebäude bis zur öffentlichen Kanalisation führende Anschlussleitung innehaben.

In dem hier beschriebenen Vorhaben werden bevorzugt Kommunen angesprochen, die die Grundstücksanschlussleitung (GAL) per Satzung in ihre Verantwortung übernommen haben, außerdem Betreiber öffentlicher Gebäude, die Sanierungsmaßnahmen an der Anschlussleitung planen. Durch die zentrale Steuerung der Sanierungsmaßnahmen im öffentlichen Raum besteht die Möglichkeit, aus einer Vielzahl von geplanten Sanierungsmaßnahmen eine geeignete Sanierung pro ausgewählter Kommune zu selektieren. Natürliche und juristische Personen als Eigentümer von privaten Abwasserleitungen werden nur dann angesprochen, wenn eine Bereitschaft zur Teilnahme an dem Vorhaben bekannt ist.

In Summe kann festgehalten werden, dass der beschrittene Weg, Betreiber von Teilen der Anschlussleitungen direkt anzusprechen, erfolgreich ist. Nahezu alle kontaktierten Kommunen stehen dem Vorhaben aufgeschlossen gegenüber und versuchen eine Probennahme möglich zu machen.

2.1.3 Untersuchungsumfang und -methoden

Im bisherigen Projektverlauf **Teil A** wurden an 15 Standorten Wasser- und Bodenproben entnommen und u. a. auf das in der **Tabelle 1** dargestellte Parameterspektrum analysiert. Dabei sind folgende Entnahmehorizonte, Medien und Aufbereitungsmethoden zu unterscheiden:

- Wasser (Referenz, unter der Schadstelle, soweit vorhanden)
- Bodeneluat (Referenz, Schadstelle 0-10, 10-40, 40-100, 100-200, 300-400 cm)
- Boden (Referenz, Schadstelle 0-10, 10-40, 40-100, 100-200, 300-400 cm).

Die Bodenproben aus den Bereichen 10-40, 40-100, 100-200 und 300-400 cm sowie die Referenzprobe Boden wurden eingefroren, um sie nach Vorliegen der Befunde der Proben aus den Bereich 0-10 cm bei Bedarf zu einem späteren Zeitpunkt zu analysieren.

Aufgrund des z. T. begrenzten Probenmaterials und / oder nicht zu beprobbarer Medien konnten an einigen Standorten nicht alle Parameter analysiert werden. Zudem war es vereinzelt aufgrund der angetroffenen örtlichen Gegebenheiten nicht möglich, alle Bodenhorizonte zu beproben.

Die Probenvorbereitung erfolgt zentral am IUTA. Anschließend werden die Proben entsprechend einer zuvor vereinbarten Aufteilung der Parameter am IWW bzw. IUTA analysiert.

Die angelieferten Wasserproben werden aliquotiert und direkt der weiteren Probenvorbereitung zugeführt (jeweils am IWW und IUTA). Aus den Bodenproben wurden 2:1 Eluate in Anlehnung an DIN 19529 und 19527 über 24 h auf einem Überkopfschüttler hergestellt. Nach anschließender Zentrifugation wird der Überstand abdekantiert und das so gewonnene Eluat aliquotiert und der weiteren Probenvorbereitung übergeben. Alle Bodenproben werden gefriergetrocknet. Die Bestimmung der anorganischen Parameter erfolgt aus einem Aufschluss und die Untersuchung der organischen Spurenstoffe nach Extraktion mittels beschleunigter Lösungsmittelextraktion (ASE) bei 100 °C und 100 bar mit Methanol (sog. ASE-Extrakte).

Zur Analyse der Benzotriazole, Antibiotika, Betablocker, Schmerzmittel und Süßstoffe werden die Eluate über eine Festphasenextraktion (SPE) angereichert und aufgereinigt. Die anschließende Detektion erfolgt mittels Tandemmassenspektrometrie (LC-MS/MS). Die Analyse der ASE-Extrakte erfolgt nach einem Lösemittelwechsel ebenfalls mittels LC-MS/MS.

Die Bestimmung von Galaxolid, Tonalid, Coffein, Triclosan und TMDD erfolgt im Eluat durch Anreicherung mittels Festphasenextraktion (SPE) und Messung mittels GC-MS, die der in den Extrakten nach Einengung des Extraktes und Messung mittels GC-MS.

Zur Analyse der östrogenen Effekte wird der *Arxula adenivorans* yeast estrogen screen (A-YES) eingesetzt und die Eluate ebenfalls nach SPE und die ASE-Extrakte nach einem Lösemittelwechsel untersucht.

Die Bestimmung von Bor erfolgte durch einen direkten Aufschluss der Bodenprobe mittels ICP-MS.

2.1.4 Ausgewählte Ergebnisse Teil A

Die **Tabelle 2** zeigt ausgewählte Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen an den fünf Bodenwässern, die bisher unterhalb einer Schadstelle genommen werden konnten. Zu den häufig bestimmbaren Parametern (in mehr als 75 % aller Fälle) gehören Diclofenac, Benzotriazole, Carbamazepin, Acesulfam, Hormone und Coffein. Antibiotika, Duftstoffe und Betablocker traten nicht in allen Proben oberhalb der Bestimmungsgrenze auf. Die höchsten gemessenen Konzentrationen lagen teilweise im Bereich µg/l für Diclofenac, Benzotriazol, Acesulfam, Metoprolol und Coffein. Bei vielen Parametern erstrecken sich die Werte über einen Bereich von bis zu drei Größenordnungen. Obwohl die Befunde vergleichbar sind, zeigt diese Streuung die große Heterogenität zwischen den einzelnen Probenahmestandorten an.

Tabelle 2: Ausgewählte Ergebnisse der Untersuchungen an fünf Wasserproben, die unterhalb einer Schadstelle entnommen wurden.

Substanz	Bestimmbar in ... Fällen	Min ^a [ng/l]	Max [ng/l]
Diclofenac	5 von 5	2	1.100
1H-Benzotriazol	5 von 5	41	1.600
Σ(4- und 5-Methyl-1H-Benzotriazol)	5 von 5	16	140
Carbamazepin	4 von 5	1	19
Acesulfam	4 von 5	100	6.500
Estradioläquivalentkonzentration	4 von 5	0,06	22
Phenazon	2 von 5	14	53
Metoprolol	2 von 5	20	4.900
Ciprofloxacin	1 von 5	11	11
Sotalol	1 von 5	230	230
Sulfamethoxazol	1 von 5	1	1
⁴ N-Acetyl-Sulfamethoxazol	0 von 5	<1	<1
Erythromycin	0 von 5	<5	<5
Atenolol	0 von 5	<3	<3
Propranolol	0 von 5	<3	<3
Coffein	3 von 4 ^b	30	6.700
Galaxolid	2 von 4 ^b	110	260
Tonalid	2 von 4 ^b	20	260
TMDD	1 von 4 ^b	100	100
Triclosan	0 von 4 ^b	<40	<40

^aNiedrigster bestimmbarer Wert.

^bAufgrund eines geringen Probenvolumens konnten nicht alle Parameter an allen Proben untersucht werden.

Bei den Bodeneluatlen zeigt sich ein vergleichbares Bild (**Tabelle 3**). Der wässrige Auszug kann als Zeiger für die maximale Mengen einer Substanz verstanden werden, die pro Gramm Boden in Lösung gehen und damit ins Grundwasser transportiert werden kann. Die Benzotriazole, Diclofenac, Coffein, TMDD und Carbamazepin zählen zu den Substanzen, die am häufigsten in bestimmbar Konzentrationen mobilisierbar waren. Antibiotika, Duftstoffe und Be-tablocker waren in 0 bis 62 % aller Proben mobilisierbar. Die Ergebnisse decken sich damit weitgehend mit den Erkenntnissen aus den Bodenwasseranalysen.

Tabelle 3: Ausgewählte Ergebnisse der Untersuchungen an den wässrigen Eluaten der Bodenproben, die in 0-10 cm unterhalb der Schadstelle entnommen wurden. Je nach gewinnbarem Probenvolumen konnten 11 bis 13 Standorte untersucht werden. n = Probenanzahl.

Substanz	Bestimmbare in ...	n	Min ^a	Max
	der Fälle		[ng/g Boden]	[ng/g Boden]
	[%]	[-]	[ng/g Boden]	[ng/g Boden]
1H-Benzotriazol	100	13	0,14	2,9
Diclofenac	92	13	0,004	2,7
Σ (4- und 5-Methyl-1H-Benzotriazol)	92	13	0,01	1,4
Coffein	83	12	0,05	90
TMDD	75	12	0,04	130
Carbamazepin	69	13	0,0035	83
Sulfamethoxazol	62	13	0,0004	0,059
Metoprolol	62	13	0,003	8,6
Acesulfam	62	13	0,06	630
Erythromycin	54	13	0,001	0,048
Propranolol	54	13	0,001	0,02
Sotalol	46	13	0,77	0,79
Galaxolid	42	12	0,07	0,92
Tonalid	42	12	0,05	0,26
Phenazon	38	13	0,003	0,076
Estradioläquivalentkonzentration	36	11	0,00004	0,00063
Acetyl-Sulfamethoxazol	23	12	0,0005	0,002
Triclosan	17	12	0,09	0,10
Atenolol	15	13	0,09	0,29
Ciprofloxacin	0	12	<0,01	<0,01

^aBezieht sich auf den geringsten bestimmbaren Gehalt.

Es wäre verfrüht, aus den vorliegenden Daten eine weitergehende Bewertung zur Relevanz der festgestellten Abwassereinträge abzuleiten. Um eine umfassende Bewertung erstellen zu können, die nach Möglichkeit sowohl die Medien (Grund-)Wasser und Boden abdeckt, wird derzeit an einer Bewertungsmatrix gearbeitet, die idealer Weise für möglichst viele Substanzen auch einen toxikologisch und / oder ökologisch begründeten Hintergrund aufweist.

2.2 Projektteil B

Die Überprüfung der Auswirkungen diffuser Abwassereinträge aus nicht-öffentlicher Kanalisation auf das Grundwasser wurde über Untersuchungen an Messstellen durchgeführt, die in bebauten Siedlungsgebieten betrieben werden. Die Auswahl der untersuchten Parameter wurde auf abwassertypische Inhaltsstoffe ausgelegt. Im Gegensatz zum Projektteil A wurden Siedlungsgebiete unabhängig von konkreten Schadensfällen ausgewählt. Der Fokus lag dabei auf dem gesamten, in einem Siedlungsgebiet vorhandenen Grundwasser. Voraussetzung für diese Untersuchungen ist die Funktionstüchtigkeit der öffentlichen Kanalisation. Es wurden nur Siedlungsgebiete untersucht, in denen die öffentliche Kanalisation vorwiegend in den Zu-

standsklassen ‚ohne Mangel‘ und ‚geringfügiger Mangel‘ bewertet worden ist. So können positive Befunde von Substanzen, die aus Abwasser stammen, eindeutig der Quelle private Anschlussleitung zugeordnet werden. Der Parameterumfang ist identisch mit dem des Projektteils A. Hinzu kommen Untersuchungen auf den Parameter EDTA. An bis zu 10 Wasserproben kommt ein erweitertes Analysespektrum zur Anwendung (u. a. weitere Anionen und Kationen, ausgewählte Schwermetalle, Bor, Gadolinium etc.).

2.2.1 Auswahl der Probennahmestandorte

Für eine erste Auswahl von Siedlungsgebieten erfolgte eine Recherche der hydrogeologischen Verhältnisse (insbesondere Flurabstand), der bodenkundliche Kennwerte, der Lage und dem Ausbau der Grundwassermessstellen, der Grundwasserströmung, der Vorflutverhältnisse sowie die Sichtung bereits vorliegender hydrochemischer Daten. Weiterhin wurde eine Reihe weiterer Kriterien berücksichtigt (u.a. durchlässiger Untergrund, geringe Flurabstände, Kanalisation über dem Grundwasser, ältere Bausubstanz im Siedlungsbereich, keine Altlasten), die ein Untersuchungsgebiet aufweisen muss. Die benötigten Informationen wurden dem Fachinformationssystem ELWAS, den landesweit vorliegenden Bodenkarten, den Angaben zum Gewässernetz NRW sowie aus entsprechend angefragten Datensätzen der Wasserverbände (u. a. Erftverband, Linksniederrheinische Entwässerungs-Genossenschaft (LINEG)) Wasserversorgungsunternehmen (u. a. ENNI Energie & Umwelt Niederrhein, Stadtwerke Emmerich, Stadtwerke Münster, Stadt Gütersloh) entnommen. Insgesamt wurde bei bisher 21 Kanalbetreibern die Zustandserfassung der Schmutz- und Mischwasserkanalisation angefragt.

2.2.2 Untersuchungsumfang und -methoden

Im bisherigen Projektverlauf **Teil B** wurden an zwei Standorten das Grundwasser beprobt und u. a. auf das in der **Tabelle 1** dargestellte Parameterspektrum analysiert. Proben wurden mittels Saug- oder Unterwasserpumpe aus Grundwassermessstellen entnommen, die im Siedlungsbereich lagen und eine Tiefenlage der eingebauten Filterstrecke von weniger als 10 m unter Flur haben.

Im Siedlungsbereich 1 wurden sieben Grundwassermessstellen beprobt, die unmittelbar in bebauten städtischen Bereich liegen und direkten Einfluss aus undichter Kanalisation haben können. Das Siedlungsgebiet befindet sich weitgehend auf gut durchlässigem Untergrund aus sandig-kiesigen Schmelzwasserablagerungen. Die Kanalisation wurde weitgehend mit den Zustandsklassen 3 und 4 (nach DWA) bewertet. Nach Aussage des Betreibers wurden in Teilbereichen sämtliche Muffen und Rohrleitungen in den zurückliegenden zwanzig Jahren mehrmals auf Dichtheit überprüft. Bei undichtem Ergebnis wurden diese per Injektionsverfahren abgedichtet und abermals geprüft. Es ist davon auszugehen, dass für die Kanalisation in diesem Siedlungsbereich kein baulicher oder betrieblicher Sanierungsbedarf besteht. Etwa 80 % der Bebauung ist jünger als zwanzig Jahre.

Siedlungsgebiet 2 umfasst eine Reihe von Straßenzügen, die komplett innerhalb der letzten 50 Jahren gebaut wurden. Bei der Zustandserfassung ist für alle Kanäle im Gebiet kein Handlungsbedarf aufgenommen worden. Hausanschlüsse wurden in diesem Bereich noch nicht untersucht, so dass Einträge aus undichten Leitungen nicht ausgeschlossen werden können. Das Gebiet liegt auf gut durchlässigen, quartären Terrassenablagerungen, aus denen sich

weitgehend Braunerden ausgebildet haben. An zehn Grundwassermessstellen wurden Proben entnommen. An zwei weiteren Stellen wird das Grundwasser durch Pumpanlagen gesammelt, die zur Flurabstandsregulierung betrieben werden. Diese wurden ebenfalls beprobt.

Die Analytik erfolgte wie bereits in Projektteil A beschrieben.

2.2.3 Ausgewählte Ergebnisse Teil B

Insgesamt sind die drei Parameter Phenazon, EDTA und Benzotriazol in allen Proben in bestimmbar Konzentrationen gefunden worden (**Tabelle 4**). Weiterhin war in Siedlungsgebiet 1 Diclofenac und Carbamazepin in fast allen Messstellen bestimmbar, während im Siedlungsgebiet 2 Carbamazepin, Acesulfam und Ciprofloxacin die häufigsten Substanzen waren. Dabei handelt es sich, mit Ausnahme der Hormone, um dieselben Substanzen, die in den Bodenwasserproben im Projektteil A gefunden wurden.

Mit einigen Ausnahme, vor allem bei EDTA und Acesulfam, lagen alle Werte im Bereich unterhalb von 100 ng/l und damit deutlich unter den Konzentrationen, die im Bodenwasser in Teil A gefunden wurden. Die Duftstoffe Galaxolid und Tonalid, der Betablocker Atenolol, das Tensid TMDD sowie Triclosan sind in keiner Probe bestimmbar gewesen. Aus der Stoffgruppe der Betablocker konnten insgesamt nur an wenigen Messstellen bestimmbar Konzentrationen gefunden werden. Die höchste lag bei 82 ng/l für Propranolol. Die höchste Konzentration des künstlichen Süßstoffes Acesulfam lag bei 196 ng/l.

Insgesamt lagen die gefundenen Konzentrationen bei beiden Siedlungsgebieten in vergleichbaren Größenordnungen, so dass man von einem ähnlichen Abwassereinfluss im Grundwasser ausgehen kann. Lokale Unterschiede in der Höhe der Konzentrationen des jeweiligen Stoffes belegen jedoch, dass der Abwassereintrag oder der Rückhalt im Boden, z.B. durch Sorption oder mikrobiologischen Abbau, örtlich sehr heterogen ausfallen kann.

Zusammenfassend belegen die Ergebnisse, dass Abwasser im Grundwasser beider Standorte zu finden ist. Eine Bewertung dieser Ergebnisse sowie eine toxikologische Einordnung stehen noch aus.

Tabelle 4: Ausgewählte Ergebnisse der Untersuchung aus den zwei bisher untersuchten Siedlungsgebieten. Neben dem Anteil an bestimmbar Konzentrationen sind die niedrigsten (Min) und höchsten (Max) bestimmbar Werte angegeben. Alle Konzentrationen sind in ng/l angegeben.

Substanz	Siedlungsgebiet 1 (n = 7)			Siedlungsgebiet 2 (n = 12)		
	Bestimmbar [%]	Min	Max	Bestimmbar [%]	Min	Max
Phenazon	100	4	12	100	0,9	3,0
1H-Benzotriazol	100	10	160	100	9	400
EDTA	100	700	11600	100	300	1400
Carbamazepin	86	0,2	5,3	100	0,5	18,0
Acesulfam	33	72	77	100	27	196
Diclofenac	100	0,4	6,2	17	0,5	9,9
Ciprofloxacin	14	140	140	100	18	140
Coffein	14	40	40	67	10	90
Erythromycin	71	0,15	0,2	8	1,4	1,4
Sulfamethoxazol	0	<1		67	0,50	3,0
Metoprolol	57	0,5	3,7	0		<1
Propranolol	0	<3		33	0,20	82,0
Sotalol	14	29	29	0		<3
Σ (4- + 5-Methyl-1H-Benzotriazol)	14	6,4	6,4	0		<5
Acetyl-Sulfamethoxazol	0	<1		8	2,2	2,2
Atenolol	0	<5		0		<5
Galaxolid	0	<0,02		0		<0,02
TMDD	0	<0,02		0		<0,02
Tonalid	0	<0,02		0		<0,02
Triclosan	0	<0,04		0		<0,04
Estradioläquivalentkonzentration	0	<0,01		0		<0,01

3 Diskussion und Ausblick

Da der Datensatz einer laufenden Untersuchung entnommen wurde, kann an dieser Stelle noch keine abschließende Bewertung vorgenommen werden. Im Rahmen einer vorläufigen Zusammenfassung kann jedoch festgestellt werden, dass bisher eine Reihe von abwasserbürtigen Stoffen, die im Boden und Wasser nahe von schadhafte privaten Abwasserleitungen gefunden wurden, auch im städtischen Grundwasser in bestimmbar Konzentrationen nachgewiesen werden konnten. Basierend auf den hier analysierten und beschriebenen Mikroschadstoffen leitet sich zunächst ein Einfluss auf das Grundwasser ab. Die Konzentrationen der gefundenen Mikroschadstoffe liegen dabei weitestgehend im Bereich ng/l. Eine weitergehende Bewertung zu der Höhe des Einflusses sowie eine Abschätzung des Gefährdungspotenzials erfolgt erst nach Abschluss der Gelände- und Laborarbeiten.