



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

Präsidenten des Landtags
Nordrhein-Westfalen
Herrn André Kuper MdL
Platz des Landtags 1
40221 Düsseldorf

LANDTAG
NORDRHEIN-WESTFALEN
17. WAHLPERIODE

VORLAGE
17/3703

A17, A02

Ursula Heinen-Esser

17.08.2020

Seite 1 von 1

Aktenzeichen
IV-7--042 3G2
bei Antwort bitte angeben

Herr Lieberoth-Leden
Hans-Joerg.Lieberoth-
Leden@mulnv.nrw.de
Telefon 0211 4566-345
Telefax 0211 4566-388
poststelle@mulnv.nrw.de

Abschlussbericht des Projektes „Landesweites Monitoring über die Auswirkungen undichter privater Abwasserleitungen auf den Boden und das Grundwasser“

Sehr geehrter Herr Landtagspräsident,

hiermit übersende ich Ihnen den Abschlussbericht des Projektes „Landesweites Monitoring über die Auswirkungen undichter privater Abwasserleitungen auf den Boden und das Grundwasser“ mit der Bitte um Weiterleitung an die Mitglieder der Ausschüsse für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz und für Heimat, Kommunales, Bauen und Wohnen.

Eine Kurzdarstellung und Bewertung des Projekts füge ich gleichfalls bei.

Mit freundlichen Grüßen

Ursula Heinen-Esser

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

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



**Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen**

Darstellung und Bewertung des Projekts

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

Im Rahmen der damaligen 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 im Rahmen eines Monitorings die Auswirkungen undichter privater Abwasserleitungen zu ermitteln und dem Landtag über die Ergebnisse zu berichten (siehe hierzu auch Drucksache 16/1265).

Zur Umsetzung dieser Bitte hat zunächst die Bezirksregierung Detmold in einem ersten Schritt ein Vorprojekt zur Ermittlung der Boden- und Grundwassergefährdung durch undichte Kanäle durchführen lassen. In diesem Vorprojekt ist bei 20 Baustellen an Hausanschlussleitungen jeweils eine Rammkernsondierung durchgeführt und sind die entnommenen Bodenproben auf eine beschränkte Anzahl von Parameter analysiert worden.

Aufbauend auf den Ergebnissen dieses Vorprojekts sollte mit einem landesweiten Monitoring das Untersuchungsrastraster im Sinne eines flächendeckenden Ansatzes auf wesentliche Teile Nordrhein-Westfalens ausgeweitet werden. Dazu sollte in einem ersten Teil eine Untersuchung der Bodenbelastungen und die Gefährdung des Grundwassers (mittels Elutionsverfahren und Sickerwasserprognose) ausgehend von konkreten Schadensfällen erfolgen (Projektteil A). Es war die Auswahl von mindestens 50 zu untersuchenden Standorten vorgesehen, die repräsentativ über NRW verteilt werden und verschiedene Fallgestaltungen abdecken sollten.

In einem zweiten Teil sollten die Auswirkungen diffuser Abwassereinträge in urbanen Grundwasserleitern – unabhängig von konkreten Schadensfällen – an einer risikoorientierten Auswahl geeigneter Grundwassermessstellen überprüft werden (Projektteil B).

Das Projekt wurde durch einen Projektbegleitarbeitskreis aus Vertreterinnen und Vertretern der Kommunen (Abwasserbetrieb Troisdorf), der Wasserverbände (Erftverband), der Wasserversorger (Gelsenwasser AG) und des LANUV NRW begleitet.

Das mit der Durchführung des Projekts im Februar 2015 beauftragte Konsortium aus IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser, Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Emischer Wassertechnik GmbH, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA) und geo_id GmbH hat in seinem Abschlussbericht dargelegt, dass das oben für den Projektteil A genannte Ziel der Untersuchung an mindestens 50 Standorten nicht erreicht werden konnte. Es konnten lediglich an 19 Standorten Untersuchungen durchgeführt werden, da die Mitwirkung der nordrhein-westfälischen Kommunen trotz intensiver Ansprache nicht mehr Untersuchungen zuließ.

Die Auftragnehmerin hat sich deshalb in der Darstellung der Ergebnisse und in der gutachterlichen Bewertung nicht auf die im Projekt durchgeführten Untersuchungen beschränkt, sondern auch die Befunde von 10 im Vorprojekt durchgeführten Untersuchungen mit aufgeführt und ausgewertet. Die Ergebnisse der ersten 10 im Vorprojekt durchgeführten Untersuchungen waren aufgrund eines sehr eingeschränkten Parameterkatalogs für eine Auswertung nicht geeignet. Die weiteren 10 wurden in die Auswertungen

des Projekts einbezogen. Der Parameterumfang war allerdings geringer als der im Projekt selbst.

Eine Darstellung der Untersuchungsstellen einschließlich einer Klassifikation des anstehenden Bodens findet sich in Kapitel 3.1, Tabelle 3-2, des anliegenden Abschlussberichts.

Die Auftragnehmerin räumt in Kapitel 4.2 ein, dass die erreichte Anzahl von insgesamt nur 29 Untersuchungsstandorten nicht ausreichend ist, statistisch signifikante Aussagen abzuleiten. Gleichwohl sei es ihr möglich, die wesentlichen Faktoren für eine Grundwassergefährdung zu benennen.

In ihrer Zusammenfassung der Ergebnisse stellt sie dar, dass sowohl im oberflächennahen Grundwasser als auch in den Eluat-Proben wie zu erwarten war organische, naturferne Stoffe detektiert wurden, die auf einen Eintrag von häuslichem Abwasser in den Böden und das Grundwasser hinweisen können.

In ihrer Risikoanalyse und -bewertung (Kapitel 4.1) kommt die Auftragnehmerin zu dem Ergebnis, dass „insbesondere sandige Böden bzw. ein kiesig/sandiger Untergrund in Verbindung mit geringen Flurabständen die Wahrscheinlichkeit eines Eintrags bis in das Grundwasser erhöhen. Bei den in NRW wasserwirtschaftlich bedeutsamen Porengrundwasserleitern könne oberflächennahes Festgestein in Verbindung mit Klüften zum Grundwasserleiter ebenfalls ein entsprechend erhöhtes Gefährdungspotenzial darstellen.“

Die Abnahme des Abschlussberichts hat sich hingezogen, da sich das MULNV im Wege des Vergleichs und zur Vermeidung eines aufwendigen und komplizierten Rechtsstreits mit dem beauftragten Konsortium auf eine zu zahlende Summe für das Projekt einigen musste: Obwohl das durchgeführte Projekt deutlich nicht dem vereinbarten Umfang entsprach, forderte das Konsortium ursprünglich 711.513,10 EUR netto von den vertraglich vereinbarten 787.258,00 EUR netto. Nach längeren Verhandlungen mit dem Konsortium, einer Abstimmung im MULNV und dann wieder einer längeren Phase des Stillstands beim Konsortium (neuer Geschäftsführer beim Konsortialführer, Corona) konnte nun eine Einigung mit dem Konsortium auf 480.000 EUR netto erzielt werden.

Bewertung:

Aus dem Gutachten lassen sich nur eingeschränkt Schlussfolgerungen ziehen.

Die eingeschränkte Aussagekraft des Gutachtens fußt zum einen auf schon bei Auftragserteilung bekannten methodischen Problemen bei der Untersuchung. So ist es bei derartigen Untersuchungen nicht möglich, die aus einer undichten Abwasserleitung im Laufe der Zeit ausgetretenen Schmutzfrachten zu ermitteln. Denn weder der Zeitraum, über den der Defekt bestanden hat, noch die betreffende Abwassermenge und die spezifische Belastung des Abwassers, die von den Lebensgewohnheiten der Nutzer (z.B. Medikamentenverbrauch auch über mehrere Jahre) abhängig ist, kann ermittelt werden. Durch die geringere Zahl an Untersuchungen, die entgegen dem ursprünglichen Konzept

nur möglich waren, hat sich zudem dieses Grundsatzproblem aufgrund der nicht gegebenen Repräsentativität verstärkt.

Die Auftragnehmerin hat – der Aufgabenstellung des Projekts entsprechend – Boden- und Grundwasseruntersuchungen durchgeführt und damit die Verfrachtung von Stoffen im Boden, zum Teil bis ins Grundwasser, ermittelt oder auch mittels Sickerwasserprognose abgeschätzt. Die durchgeführten Arbeiten sind sowohl hinsichtlich der Probenahme als auch der Analytik auf fachlich hohem Niveau entsprechend üblicher Methodik durchgeführt worden.

Die Ergebnisse der Auftragnehmerin haben in einigen Fällen eine Verunreinigung des Grundwassers nachgewiesen. Insofern bestehen hier Anhaltspunkte, dass unter bestimmten Randbedingungen von der Möglichkeit einer Grundwasserbeeinträchtigung ausgegangen werden kann. Das belegen im Übrigen auch die Untersuchungen aus den Siedlungsgebieten (Projektteil B), die eine durch Abwasser verursachte Grundwasserbelastung ausweisen. Einem möglichen Einwand, dass diese auch der öffentlichen Kanalisation zugerechnet werden könnten, sollte durch die Auswahl von Siedlungsgebieten mit einem guten Zustand der öffentlichen Kanalisation begegnet werden.

Aus den Ergebnissen der Untersuchungen leitet die Auftragnehmerin die Empfehlung ab, bei kiesig/sandigem Untergrund in Verbindung mit geringen Flurabständen und bei oberflächennahem Festgestein in Verbindung mit Klüften zum Grundwasserleiter im Bedarfsfall vertiefende Untersuchungen vorzunehmen. Das ist in der Praxis kaum umsetzbar.

Bei Vorliegen anderer Standortvoraussetzungen kann auf der Grundlage der durchgeführten Untersuchungen keine belastbare Aussage getroffen werden. Allerdings deuten die Ergebnisse der Untersuchungen am Standort Ruhrgebiet-1 (Kapitel 3.1.2.2), dort ist die Verteilung der Eluatwerte für sechs Stoffe dargestellt, darauf hin, dass auch bei Vorliegen eines schluffigen Bodens eine Grundwasserverunreinigung erfolgen kann.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen aufzeigen, dass es in Folge undichter Abwasserleitungen zu Grundwasserverunreinigungen kommen kann. Allerdings lässt das Gutachten wegen der unzureichenden Zahl der Untersuchungsstandorte keine repräsentativen Aussagen zu den Auswirkungen des Eintrags von Abwasser aus undichten privaten Abwasserleitungen auf wirtschaftlich genutzte Trinkwasserressourcen in NRW zu. Aussagen, in welchem Umfang private Abwasserleitungen tatsächlich defekt sind, lassen sich aus dem Gutachten ebenfalls nicht ableiten. Das Gutachten liefert keine tragfähige Begründung dafür, an einer an starre Fristen geknüpfte Funktionsprüfung für private Abwasserleitungen, die Hauseigentümer wirtschaftlich belastet, rechtlich festzuhalten.

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



Abschlussbericht

Endbericht zur Vergabenummer 14/030

Dezember 2018

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz des Landes
Nordrhein-Westfalen



Beteiligte Institutionen



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

Bearbeitung: Dr. Wolf Merkel, Dr. Reinhard Fohrmann, Christoph Nolte, Verena Thöne



Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Fachbereich Bauingenieurwesen
Emilienstraße 45
32756 Detmold

Bearbeitung: Prof. Dr. Ute Austermann-Haun, Heike Witte



Emscher Wassertechnik GmbH
Brunnenstraße 37
45128 Essen

Bearbeitung: Dr. Johannes Meßer, Dr. Sabine Cremer



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

Bearbeitung: Dr. Jochen Türk, Dr. Linda Gehrman



geo_id GmbH
Werksstraße 15
45527 Hattingen

Bearbeitung: Wilhelm Fahrner, Sabine Bergmann

Berichtszeitraum: Februar 2015 - Mai 2018, 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.

Die Berichtsversion als pdf ist nicht unterschrieben. Bitte vergleichen Sie im Zweifelsfall das unterschriebene Original.

Zitierhinweis: Nolte C., Austermann-Haun, U., Bergmann, S., Cremer, S., Gehrman, L. et al. (2018): Landesweites Monitoring über die Auswirkungen undichter privater Abwasserleitungen auf den Boden und das Grundwasser - Abschlussbericht. Im Auftrag des MULNV NRW, Vergabenummer 14/030, 255 Seiten, Mülheim an der Ruhr.

Zusammenfassung

Der Eintrag von Spurenstoffen aus defekten Abwasserleitungen in den Boden und über den Sickerwasserpfad in das Grundwasser ist eine mögliche potenzielle Umweltgefährdung. Wird das Grundwasser für die Trinkwasserproduktion genutzt, ist zudem die menschliche Gesundheit potenziell gefährdet. **Die vorliegende Studie untersuchte die Auswirkungen von exfiltrierendem häuslichen Abwasser auf Boden und Grundwasser.** Ziel war es landesweit Standorte und Gebiete zu untersuchen, bei denen aufgrund von Undichtigkeiten ein entsprechender Eintrag von anthropogenen Stoffen in den Boden und das oberflächennahe Grundwasser zu erwarten war.

Bei einer Freisetzung von Stoffen in die Umwelt gilt als wasserrechtlicher Bewertungsmaßstab, dass eine nachteilige Veränderung der Grundwasserqualität nicht zu besorgen sein darf (§ 48 Abs. 1 WHG). Eine nachteilige Veränderung der Beschaffenheit liegt vor, wenn im nutzbaren Grundwasser gesetzliche und untergesetzliche Grenz-, Richt- und Höchstwerte überschritten werden. In diesem Projekt kam das hierarchisch aufgebaute **Konzept zur Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser** zur Anwendung. Dabei gilt, dass bei unterschiedlichen Beurteilungswerten für das Schutzgut Mensch (Trinkwasser) bzw. Ökotoxikologie (u.a. aquatische Toxizität) der Geringfügigkeitsschwellenwert immer dem niedrigeren Wert entspricht. Liegen nur ökotoxikologische Daten vor, muss dennoch das Schutzgut Mensch (Trinkwasser) ausreichend Berücksichtigung finden. Aus diesem Grund wurde nach dem Geringfügigkeitsschwellenwertkonzept das so genannte GOW-Konzept (GOW: Gesundheitlicher Orientierungswert) des Umweltbundesamtes zur Beurteilung bisher humantoxikologisch nicht oder nur teilweise bewerteter Stoffe herangezogen. Da nicht für alle zu bewertenden Stoffe ein GOW vom UBA abgeleitet wurde, wurde an dieser Stelle das GOW-Konzept durch den in Nordrhein-Westfalen geltenden „Trinkwasserspezifischen Zielwert“ (TWZ_{mittel}) ergänzt. Beim TWZ werden alle für das Schutzgut Mensch analog zur Trinkwasserverordnung abgeleiteten Werte (Trinkwassergrenzwerte, Trinkwasserleitwerte, gesundheitliche Orientierungswerte, allgemeine Vorsorgewerte, spezifische Vorsorgewerte gemäß MUNLV-Konzept „Reine Ruhr“) unter dem Oberbegriff „trinkwasserspezifischer Zielwert“ zusammengefasst. Diese Werte werden vom LANUV gelistet und wurden für die hier vorgenommene Bewertung bereitgestellt. Als Ort der Beurteilung wurde die Grundwasseroberfläche definiert.

Im landesweit angelegten Monitoring wurden Grundwasser- sowie Bodenuntersuchungen von 19 Standorten mit konkreten Schadstellen an privaten Abwasseranschlussleitungen sowie zwei Siedlungsgebieten in NRW aus dem Zeitraum Juni 2015 bis Oktober 2017 ausgewertet. Zusätzlich wurden zehn Standorte im Rahmen einer Voruntersuchung untersucht, für die im Zeitraum Mai 2013 bis Dezember 2017 Bodenproben gewonnen wurden, so dass

insgesamt 29 Untersuchungsstandorte in die Auswertung eingeflossen sind. Nordrhein-westfälische Kommunen wurden in mehreren Kampagnen und über verschiedene Wege direkt und indirekt zur Mitwirkung angefragt. Die Ansprache erfolgte auftragsgemäß durch das Konsortium und wurde durch das MULNV sowie den Projektbegleitarbeitskreis intensiv unterstützt. **Die trotz intensiver Ansprache erreichte Anzahl von insgesamt nur 29 Untersuchungsstandorten erlaubt es nicht, statistisch signifikante Aussagen abzuleiten. Gleichwohl ist es möglich, die wesentlichen Faktoren für eine deutliche Grundwassergefährdung zu benennen.**

Die über verschiedene Tiefen gewonnenen Proben wurden mit verschiedenen Analysemethoden auf ein abwassertypisches, breit aufgestelltes Spektrum untersucht, wobei die beteiligten Labore sehr niedrige Bestimmungsgrenzen realisieren konnten (ng/l). Die Feststoffproben wurden zu Bodeneluaten bzw. ASE-Extrakten aufbereitet. Im Anschluss erfolgte die Analyse auf 23 verschiedene organischen Mikroverunreinigungen aus den Gruppen der Arzneiwirkstoffe, Haushaltschemikalien, Körperpflegeprodukte, Süßstoffe, Genussmittel, östrogen wirkende Substanzen etc. sowie auf ausgewählte anorganische Stoffe (*Ammonium, Bor* etc.).

Im Rahmen der hier vorgelegten Studie wurde an allen Standorten ein Eintrag verschiedener Arzneiwirkstoffe sowie anderer naturfremder Spurenstoffe aus schadhafte Kanälen privater Haushalte nachgewiesen. Dabei drang die Belastung unterschiedlich weit vor: teilweise wurden die Stoffe in der tieferen ungesättigten Zone (vollständig) sorbiert, teilweise kam es zu einer Verlagerung bis in das oberflächennahe Grundwasser. **Wichtig ist der Hinweis, dass alle Ergebnisse nur eine Momentaufnahme darstellen und keine Aussagen in Bezug auf die eigentliche Größenordnung des Eintrages sowie dessen zeitlichen Verlauf erlauben.** Es liegen dem Konsortium keine Informationen zur Dauer der Exfiltration von Abwasser an der Schadstelle sowie zum Verbrauchs- bzw. Nutzungsverhalten der einzelnen privaten Haushalte vor, welche Rückschlüsse auf die Quellstärke der Verunreinigungen erlauben würden.

Von den untersuchten Probenahmestandorten wiesen rund 35% der Standorte Stoffkonzentrationen für einen oder mehrere der untersuchten Parameter auf, die so hoch ausfielen, dass eine Überschreitung eines oder mehrerer Beurteilungswerte(s) an der Grundwasseroberfläche nicht ausgeschlossen bzw. zu erwarten war. An einem Standort fiel die Belastung so hoch aus, dass das entsprechende Kriterium für die Substanzen *Sulfamethoxazol, Carbamazepin, Metoprolol* und *Sotalol* auch in der untersten Beprobungstiefe (hier: 40 - 100 cm) um den Faktor zwei bis zwölf überschritten wurde. Eine Prognose der Sickerwasserqualität (verbal-argumentativ und mittels ALTEX-1D) ergab, dass trotz einer verbleibenden Sickerstrecke von ca. 4 m und einem schluffigen Boden eine Überschreitung der Beurteilungswerte im oberflächennahen Grundwasser nicht ausgeschlossen werden konnte bzw. zu erwarten war.

Überschreitungen der Beurteilungswerte in Eluat- und / oder Wasserproben wurden für die Parameter *Sulfamethoxazol, Ciprofloxacin, Carbamazepin, Diclofenac, Metoprolol, Atenolol, Sotalol, Benzotriazole, Östrogene (summarisch gemessen als 17 β -Estradiol-Equivalent-Konzentration EEQ), Galaxolid, Tonalid, Triclosan und Metformin* festgestellt, wobei Überschreitungen um den Faktor zwei bis 55 auftraten (Median: 4, einmalig um den Faktor 108). Mit zunehmender Tiefe nahmen in den meisten Fällen die Zahl der in den Proben nachgewiesenen Stoffe, die absoluten Konzentrationen und die Anzahl der Überschreitungen der jeweiligen Beurteilungswerte ab. Neben einzelnen organischen Parametern wurden auch Beurteilungswerte anorganischer Parameter überschritten (*Cadmium, Chrom, Nickel, Blei, Gadolinium*). Diese Beobachtung trat sowohl in Proben unmittelbar unterhalb der Schadstelle als auch in größeren Tiefen auf.

In der Studie konnten Einflussfaktoren wie z. B. die Bodenart, der Flurabstand oder die Art des Grundwasserleiters als Faktoren identifiziert werden, die Hinweise auf das insgesamt bestehende Gefährdungspotenzial geben. Aufgrund der Heterogenität in Bezug auf die naturräumlichen Standortfaktoren und der im Projekt realisierten Anzahl von untersuchten Fallgestaltungen lassen die Ergebnisse jedoch keine statistisch abgesicherten Aussage über das in NRW bestehende Gefährdungspotenzial für Boden und Grundwasser zu.

Die vergleichsweise geringe Anzahl der realisierten Untersuchungen (insgesamt 29 Standorte, aus Vor- und Hauptprojekt) lässt statistisch abgesicherte Aussagen zu Risikofaktoren nicht zu. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass ein Eintrag abwasserspezifischer Stoffe in das oberflächennahe Grundwasser insbesondere dort potenziell möglich ist, wo sandige Böden bzw. ein kiesig / sandiger Untergrund in Verbindung mit geringen Flurabständen (≤ 5 m u. GOK bzw. Rohrsohle - Ort der Beurteilung ≤ 3 m) auftreten. Gleiches gilt auch für oberflächennahes Festgestein in Verbindung mit Klüften zum Grundwasserleiter. Aufgrund der hohen Wasserdurchlässigkeit dieser Standorte könnten im Bedarfsfall vertiefende Untersuchungen angezeigt sein.

Zielgröße derartiger Einzelfallbetrachtungen sollte die Beschaffenheit der Grundwasseroberfläche sein. Es werden ausgewählte organische Parameter genannt, über die eine mögliche Beeinflussung durch häusliches Abwasser sicher zu belegen wäre.

Danksagung

Die Arbeitsgemeinschaft und alle Projektbeteiligten bedanken sich beim MULNV für die finanzielle Unterstützung der Arbeiten und beim LANUV NRW sowie den weiteren Mitgliedern des Projektkreises für die fachliche Begleitung. Ein herzlicher Dank gilt den beteiligten Kommunen,

Bauunternehmen und Wasserversorgungsunternehmen, insbesondere für die Bereitschaft zur Zusammenarbeit und der Bereitstellung geeigneter Untersuchungsstandorte.

Für die Arbeitsgemeinschaft:

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

Mülheim an der Ruhr, den 5. Dezember 2018

i.V.

i.A.

i.A.

Dr. W. Merkel

Dr. R. Fohrmann

C. Nolte

V. Thöne

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Grundsätzlicher Versuchsaufbau bei Laboruntersuchungen	4
Abbildung 1-2: Versuchsaufbau bei in-situ-Versuchen an Abwasserleitungen in Rastatt	5
Abbildung 2-1: Zuständigkeit von Kommunen zur Unterhaltung von Anschlusskanälen	16
Abbildung 2-2: Entscheidungsbaum Kriterien zur Recherche von Siedlungsgebieten.....	30
Abbildung 2-3: Grundwasserströmung und Messstellen im Siedlungsgebiet 1	37
Abbildung 2-4: Probenahme Grundwasser, Siedlungsgebiet 1	37
Abbildung 2-5: Zustand der öffentlichen Kanalisation Siedlungsgebiet 2	38
Abbildung 2-6: Grundwasserströmung, Messstellen Siedlungsgebiet 2.....	39
Abbildung 2-7: Probenahme Grundwasser, Siedlungsgebiet 2.....	40
Abbildung 3-1: Untersuchungsstandorte mit konkreten Schadstellen	43
Abbildung 3-2: Quotient ASE- und Eluat-Analysen	51
Abbildung 3-3: Konzentration Eluat-, ASE-Proben, Standort Ruhrgebiet-2	52
Abbildung 3-4: Bodenprobe 0 - 10 cm, Eluat, <i>Galaxolid</i> / <i>Tonalid</i> erhöht	60
Abbildung 3-5: Bodenproben 0 - 10 cm / 10 - 40 cm / 40 - 100 cm, Eluat	62
Abbildung 3-6: Bodenproben 0 - 10 cm / 10 - 40 cm / 40 - 100 cm, Eluat <i>Sotalol</i> erhöht	65
Abbildung 3-7: Bodenproben diverse Tiefen, <i>Sotalol</i> und <i>Atenolol</i>	66
Abbildung 3-8: Bodenproben diverse Tiefen und Standorte (VP)..... <i>Ciprofloxacin</i> , <i>Sulfamethoxazol</i> und <i>Galaxolid</i>	70
Abbildung 4-1: Standorte, Siedlungsgebiete, Ergiebigkeit von Grundwasservorkommen ...	91
Abbildung 4-2: Stoffspezifische Bewertungsmatrix	93

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Analyzierte anorganische und organische Parameter	13
Tabelle 2-2: Untersuchungsumfang der Voruntersuchungen für die letzten zehn Standorte	22
Tabelle 2-3: Einstufung der Sorptionsstärke in Abhängigkeit der K_{OC} -Werte.....	27
Tabelle 2-4: Klassifikation der Mobilität in Böden.....	27
Tabelle 2-5: Zustandsbeurteilung einer Kanalisation nach Merkblatt DWA M 149-3	33
Tabelle 2-6: Siedlungsgebiete mit Anfragen zum Zustand der öffentlichen Kanalisation.....	35
Tabelle 2-7: Geringfügigkeitsschwellenwerte der untersuchten Analyten.....	42
Tabelle 3-1: Probenahmestandorte Vor- und Hauptprojekt, Probenart, Entnahmetiefen	44
Tabelle 3-2: Bodenart, Schadensart sowie Tiefenlage des Schadens.....	46
Tabelle 3-3: Eluatuntersuchungen im Projektteil A.....	48
Tabelle 3-4: Eluatuntersuchungen, 0 - 10 cm und unterste Entnahmetiefe	50
Tabelle 3-5: Anorganischen Parameter in der Wasserprobe, Standort Münsterland-1	52
Tabelle 3-6: Ergebnisse der anorganischen Substanzen in den Eluatproben	54
Tabelle 3-7: Ergebnisse der anorganischen Substanzen in Bodenproben	55
Tabelle 3-8: Standorte mit erhöhten Stoffkonzentrationen im Eluat.....	56
Tabelle 3-9: Stoffeigenschaften <i>Galaxolid</i> , <i>Tonalid</i> , <i>Triclosan</i> , Rückhaltepotenzial	57
Tabelle 3-10: Stoffeigenschaften <i>Carbamazepin</i> , <i>Diclofenac</i> , Rückhaltepotenzial	57
Tabelle 3-11: Stoffeigenschaften <i>Metoprolol</i> , <i>Sotalol</i> , <i>Atenolol</i> , <i>Sulfamethoxazol</i> , <i>Ciprofloxacin</i> , Rückhaltepotenzials	58
Tabelle 3-12: Stoffeigenschaften <i>17β-Estradiol</i> , <i>Metformin</i> , Rückhaltepotenzials... ..	58
Tabelle 3-13: Faktoren Sickerwasserprognose, Siegerland-1	61
Tabelle 3-14: Faktoren Sickerwasserprognose, Ruhrgebiet-1.....	63
Tabelle 3-15: Faktoren Sickerwasserprognose, Eifel-1	65
Tabelle 3-16: Faktoren Sickerwasserprognose, Niederrhein-1.....	67
Tabelle 3-17: Faktoren Sickerwasserprognose, Niederrhein-2	69
Tabelle 3-18: Verbal-argumentative Abschätzung	72
Tabelle 3-19: Eingangparameter für die ALTEX-1D-Berechnung.....	74
Tabelle 3-20: Eingabeparameter ALTEX-1D, <i>Galaxolid</i> , Ruhrgebiet-1.....	77
Tabelle 3-21: Eingabeparameter ALTEX-1D, <i>Carbamazepin</i> , Ruhrgebiet-1	78
Tabelle 3-22: Eingabeparameter ALTEX-1D, <i>Metoprolol</i> , Ruhrgebiet-1	80
Tabelle 3-23: Grundwasseruntersuchungen Projektteil A	81
Tabelle 3-24: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen Siedlungsgebiete 1 und 2.....	85
Tabelle 3-25: Abwasserspezifische Stoffe in Konzentrationen über dem Beurteilungswert (Eluat) bzw. Bestimmungsgrenze (Oberflächennahes Grundwasser).....	89
Tabelle 4-1: Parameterspektrum kleinräumiges Monitoring.....	94

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Hintergrund	2
1.1	Auftrag und Projektdurchführung	2
1.2	Kenntnisstand.....	3
1.3	Grundlagenuntersuchungen	4
1.3.1	<i>Ergebnisse zur Versickerung von Abwasser im Labormaßstab.....</i>	<i>4</i>
1.4	Erkenntnisse aus in-situ-Emissionsuntersuchungen	5
1.4.1	<i>Identifikation von Leitparametern</i>	<i>6</i>
1.5	Erkenntnisse aus Immissionsuntersuchungen.....	8
1.6	Zusammenfassung: Kenntnisstand.....	10
2	Methodisches Vorgehen	11
2.1	Projektteil A: Belastungen aus schadhafte Hausanschlüssen.....	14
2.1.1	<i>Auswahl der Probenahmestandorte</i>	<i>14</i>
2.1.2	<i>Kontaktaufnahme zu Projektpartnern</i>	<i>15</i>
2.1.3	<i>Entnahme von Bodenproben</i>	<i>17</i>
2.1.4	<i>Untersuchungsumfang und -methoden</i>	<i>19</i>
2.1.5	<i>Voruntersuchungen der Hochschule OWL</i>	<i>22</i>
2.1.6	<i>Sickerwasserprognose (verbal-argumentativ und ALTEX-1D).....</i>	<i>24</i>
2.2	Projektteil B: Belastungen aus Siedlungsgebieten.....	28
2.2.1	<i>Auswahl der Siedlungsgebiete</i>	<i>29</i>
2.2.2	<i>Prüfung der Standortfaktoren.....</i>	<i>30</i>
2.2.3	<i>Ergebnis der Anfragen bei den Kanalnetzbetreibern</i>	<i>33</i>
2.2.4	<i>Untersuchungsumfang und -methoden</i>	<i>36</i>
2.2.5	<i>Siedlungsgebiet 1.....</i>	<i>36</i>
2.2.6	<i>Siedlungsgebiet 2.....</i>	<i>37</i>
2.3	Ableitung von Beurteilungswerten	40
3	Ergebnisse	43
3.1	Projektteil A: Belastungen aus schadhafte Hausanschlüssen.....	43
3.1.1	<i>Auswertung der Messwerte zur Belastung aus schadhafte Hausanschlüssen.....</i>	<i>47</i>
3.1.1.1	<i>Organische Parameter.....</i>	<i>47</i>
3.1.1.2	<i>Anorganische Parameter</i>	<i>52</i>
3.1.2	<i>Sickerwasserprognose (verbal-argumentativ)</i>	<i>56</i>
3.1.2.1	<i>Standort Siegerland-1.....</i>	<i>59</i>
3.1.2.2	<i>Standort Ruhrgebiet-1</i>	<i>61</i>
3.1.2.3	<i>Standort Eifel-1</i>	<i>64</i>
3.1.2.4	<i>Standort Niederrhein-1</i>	<i>66</i>
3.1.2.5	<i>Standort Niederrhein-2</i>	<i>68</i>
3.1.2.6	<i>Standorte der Voruntersuchungen (HS OWL).....</i>	<i>69</i>
3.1.3	<i>Sickerwasserprognose mit ALTEX-1D</i>	<i>71</i>
3.1.3.1	<i>Galaxolid</i>	<i>75</i>
3.1.3.2	<i>Carbamazepin</i>	<i>78</i>
3.1.3.3	<i>Metoprolol.....</i>	<i>79</i>
3.1.4	<i>Grundwasser in offener Baugrube</i>	<i>81</i>
3.2	Projektteil B: Belastungen aus Siedlungsgebieten.....	82
3.3	Zusammenfassung der Ergebnisse	86
4	Bewertung und Diskussion	90
4.1	Risikoanalyse und-bewertung.....	91
4.2	Bewertung der Risikofaktoren für Boden und Grundwasser.....	94
5	Literatur.....	95
6	Anhang.....	102

1 Einleitung und Hintergrund

Im Rahmen der Diskussionen um die Zustands- und Funktionsprüfung privater Abwasserleitungen hat der Landtag Nordrhein-Westfalens 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 im Rahmen eines Monitorings die Auswirkungen zu ermitteln und dem Landtag über die Ergebnisse zu berichten.

Nordrhein-Westfalen ist das bevölkerungsreichste Bundesland Deutschlands. Ballungsräume wie die Stadt Köln und das Ruhrgebiet haben nicht nur einen hohen Bedarf an hochwertigem Trinkwasser, sondern sie stellen auch gleichzeitig durch industrielle und urbane Nutzung des Raums die größte Gefahr für die Ressource Grundwasser dar. Gut durchlässige Porengrundwasserleiter sind eine Voraussetzung, große Mengen an Trinkwasser fördern zu können. Sie sind aber auch sehr empfindlich gegenüber dem Eintrag von Kontaminationen über den Sickerwasserpfad.

1.1 Auftrag und Projektdurchführung

Auftragnehmer gegenüber dem Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MULNV NRW, ehemals MKULNV) war 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 Projektbegleitkreis eingerichtet, der aus ausgewählten Vertretern von Kommunen, Wasserverbänden und Wasserversorgungsunternehmen sowie dem LANUV NRW bestand. Dieser Arbeitskreis kam während der Projektlaufzeit in insgesamt sieben Sitzungen zusammen, um sich über den jeweils aktuellen Projektstand zu informieren, die bisherigen Ergebnisse zu diskutieren sowie das weitere Vorgehen zu erörtern (18.11.2015, 04.05.2016, 08.09.2016, 05.01.2017, 13.06.2017, 24.11.2017).

Der Projektbeginn erfolgte mit Auftragsvergabe vom 24.02.2015 (Az I-4 - 2.1 - 14/030 /IV-7-042 3G2), die ursprünglich vorgesehene Projektlaufzeit endete am 31.12.2017. Mit Schreiben

vom 19.12.2017 stimmte das MULNV NRW einer kostenneutralen Projektverlängerung bis zum 30.05.2018 zu (Az I-4-2,1-14/030). Als Begründung wurden nicht vom Konsortium zu vertretende Verzögerungen angeführt. Die finale Abgabe des vorliegenden Abschlussberichts an den Auftraggeber verzögerte sich darüber hinaus aus vom Konsortium nicht zu vertretenen Gründen.

1.2 Kenntnisstand

Zu den Auswirkungen von Abwasseraustritten aus schadhaften Abwasserleitungen liegen zahlreiche Studien vor, deren Ergebnisse das LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (LANUV) 2012 in einem Fachbericht zusammengetragen */1/* und der Fachöffentlichkeit vorgestellt hat */2/*.

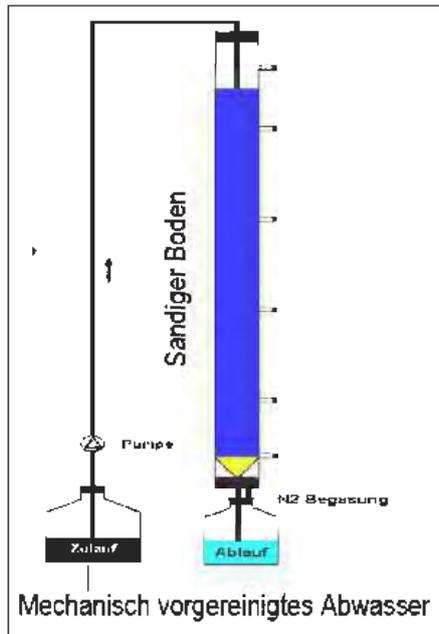
Der Großteil dieser Untersuchungen betrifft die öffentliche Kanalisation (39 Publikationen). Zwölf der Studien beschäftigten sich mit dem Nachweis von abwasserbürtigen Stoffen im Grundwasser. Darunter finden sich jüngere Untersuchungen, die neben abwassertypischen anorganischen Parametern auch naturfremde Stoffe (Xenobiotika) aus den Reihen der Arzneimittel, Duftstoffe und Komplexbildner im Fokus haben. Einzelne Studien betreffen Grundlagenuntersuchungen zum Versickerungsverhalten von Abwasser im Labormaßstab und in Großversuchsständen oder modellhafte Betrachtungen des Sickerwegs.

Die einzige Studie, die zum Berichtszeitpunkt zu den Auswirkungen von schadhaften Abwasserleitungen im Bereich privater Grundstücke vorliegt, ist die Dissertation von THOMA mit dem Titel „Auswirkungen undichter Grundleitungen mit häuslichem Abwasser auf Boden und Grundwasser“ */3/*. THOMA führte einerseits in-situ-Untersuchungen durch Beprobung des Sediments an acht Standorten durch. Anhand der untersuchten Parameter (Stickstoff- und Phosphorspezies, Schwermetalle, TOC) konnte die Verunreinigung durch austretendes Abwasser aus Schadstellen in Grundleitungen bis in eine Tiefe von 0,1 m verfolgt werden. Ein großer Teil der Publikation beschäftigt sich mit Literaturdaten und den Ergebnissen von langjährigen Untersuchungen an einem Versuchsstand, den der Autor im Keller eines Mehrfamilienhauses aufgebaut hatte. Hier wurde häusliches Abwasser durch schadhafte Leitungen geführt und die Auswirkungen des austretenden Abwassers in sandgefüllten Versuchsbehältern untersucht. Thoma stellte bei diesen Untersuchungen unter anderem fest, dass die Exfiltrationsrate nicht im Zusammenhang mit der Größe der Leckage steht und dass Phasen von Kolmation von Durchbrüchen abgelöst werden, in denen die Exfiltrationsrate erneut ansteigt. Der Vergleich zwischen den in-situ- und den Laborergebnissen lässt insbesondere erkennen, dass die Heterogenität des Bodenkörpers großen Einfluss auf die Entwicklung der Kontamination unterhalb der Schadenstelle hat.

1.3 Grundlagenuntersuchungen

1.3.1 Ergebnisse zur Versickerung von Abwasser im Labormaßstab

Grundlagenuntersuchungen im Labormaßstab zum Versickerungsverhalten von Abwässern in



Lockersediment sind für alle Situationen aussagekräftig, in denen Abwasser aus einer Leitung in die Umwelt austritt, unabhängig davon, ob es sich um Anschlussleitungen zwischen Häusern und der Kanalisation handelt oder um die Kanalisation selbst. Der Versuchsaufbau besteht aus einer Säule, die mit Lockermaterial gefüllt ist, durch die von Schwebstoffen befreites Abwasser geleitet wird (vgl. **Abbildung 1-1**).

Abbildung 1-1: Grundsätzlicher Versuchsaufbau bei Laboruntersuchungen **/2/**

Neuere Ergebnisse zu diesem Thema wurden von AN **/4/** im Jahr 2007 und WEINIG ET AL. **/5/** im Jahr 2012 vorgelegt. Die Untersuchungen widmeten sich der Fragestellung, ob gelöste Schadstoffe, die mit exfiltrierendem Abwasser ausgetragen werden, im Sediment aufgehalten werden, oder ob sie weiter in den Untergrund migrieren können.

Kernpunkt der Laborergebnisse ist, dass schwer abbaubare Stoffe, die mit dem Abwasserstrom aus schadhafte Leitungen austreten können, zunächst in der Nähe der Leckage im Sediment zurückgehalten werden. Sie können dann aber weiter in den Untergrund verlagert werden, sobald das Gleichgewicht der rückhaltenden physikalischen und physikochemischen Kräfte gestört wird. Derartige Ereignisse können in der realen Situation durch außergewöhnlich hohe Wassermengen in der Leitung ausgelöst werden, beispielsweise als Folge von Starkregen.

Beide Studien erfassten naturfremde Substanzen, die in den verwendeten Abwässern enthalten waren, ausschließlich über den Summenparameter *CSB*, sodass als Ergebnis dieser Untersuchungen offen bleibt, welche Xenobiotika tatsächlich weiter in den Untergrund migrieren können.

1.4 Erkenntnisse aus in-situ-Emissionsuntersuchungen

EISWIRTH ET AL. /6/ übertrugen Laborversuche in einen realitätsnahen Maßstab. In dieser Studie wurden 50 m einer Abwasserleitung in einen Großversuchsstand verwandelt, bei dem Teile der Sickerstrecke unterhalb von Schadstellen durch Gruben erreichbar waren. Es wurden signifikante Erhöhungen der anorganischen Parameter *Chlorid* und *Sulfat* in der Sickerstrecke nachgewiesen.

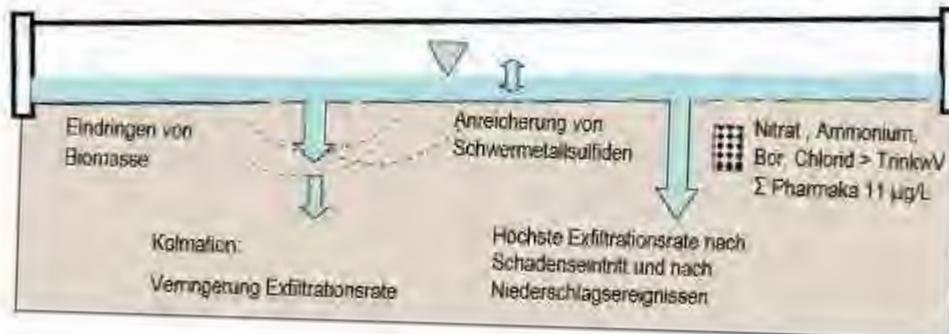


Abbildung 1-2: Versuchsaufbau bei in-situ-Versuchen an Abwasserleitungen in Rastatt /2/

KLINGER /7/ führte vergleichbare Untersuchungen an einer Teststrecke in Rastatt durch. Die Sickerstrecke unterhalb des untersuchten Kanalisationsabschnitts wurde detailliert betrachtet, um belastbare Aussagen zu der Entwicklung der Kolmationsschicht und der Rückhaltung von Schadstoffen zu gewinnen. Die Studie zeigt, dass sich die Kolmationsschicht unter einer Leckage über Monate entwickelt. Ein vollständiger Verschluss der Leckage konnte zu keinem Zeitpunkt nachgewiesen werden. Insbesondere Niederschlagsereignisse, die zu einem erhöhten Wasserandrang an der Schadstelle führen, können die Kolmationsschicht beschädigen und so die Wasserwegsamkeit erneut erhöhen.

KLINGER konnte in seiner Arbeit nachweisen, dass anorganische Bestandteile des Sickerwassers, darunter auch Schwermetalle, zusammen mit untersuchten Pharmazeutika immer weiter in einen durchlässigen Untergrund unterhalb der Schadstelle vordringen können. Einen dauerhaft wirksamen Rückhalt gibt es nach den Ergebnissen der Studie nicht.

HAGENDORF legte Ergebnisse von 17 Fallbeispielen aus realen Situationen vor /8/. Bei der Beprobung des Sediments unterhalb der schadhaften Sohle der Abwasserleitung wurden anorganische Parameter, Schwermetalle und AOX untersucht, gleichzeitig eine mögliche Beeinflussung von benachbarten Grundwassermessstellen betrachtet. HAGENDORF stellte fest, dass sich 90% der nachweisbaren Anreicherungen, die dem Abwassereinfluss zugeschrieben werden, auf eine etwa 10 cm mächtige Kolmationsschicht in der Rohrbettung unter dem Defekt konzentrieren.

THOMA legte 2011 Ergebnisse einer Untersuchung an defekten Grundleitungen aus dem privaten Teil der Abwasseranlage vor **/3/**. Es wurden bei acht Grundstücken Bodenproben in unmittelbarer Nähe der Schadstellen entnommen und durch Versuche mit einem Großversuchsstand ergänzt. Untersucht wurden anorganische Hauptbestandteile, einige Schwermetalle und der Summenparameter *TOC*.

Bei den Versuchen mit der Modellapparatur konnte festgestellt werden, dass die Mächtigkeit der Kolmationsschicht etwa 0,5 bis 1 cm geringer als bei Leckagen der öffentlichen Kanalisation ist. Hier bildet sich möglicherweise ein vom Durchsatz abhängiger Skalierungsfaktor ab. Auch THOMA stellt fest, dass die Kolmation eine Schadstelle nicht dauerhaft abdichtet. Er wies ebenfalls Anreicherungen von Inhaltsstoffen unmittelbar unter der Leckage nach.

THOMA konnte mit Langzeitversuchen nachweisen, dass sich die Exfiltrationsrate seiner Modellapparatur reproduzierbar bei einem Wert von 0,19% je Exfiltrationsbehälter einpendelte. In Übertragung auf die reale Situation von intermittierend betriebenen, teilgefüllten Schmutzwassergrundleitungen ist nach seinen Erkenntnissen von einer schadensbezogenen mittleren Exfiltrationsrate von 0,6 l/d pro Leckage auszugehen. Der Autor betont, dass sich dieser Wert auf Grundleitungen im Durchmesser zwischen 100 mm und 150 mm beschränkt, die häusliches Abwasser führen, in sandigen Boden gebettet sind und regelmäßig oberhalb des Grundwasserspiegels liegen.

1.4.1 Identifikation von Leitparametern

Mit den Ergebnissen aus Grundlagenuntersuchungen liegen erste Anhaltspunkte vor, dass sowohl anorganische Bestandteile des Abwassers wie auch mitgeführte Rückstände von naturfremden Stoffen wie beispielsweise Arzneimitteln aus einer schadhafte Abwasserleitung in den Untergrund gelangen können. Die Inhaltsstoffe können in einem grundsätzlich wegsamen Untergrund (Lockersediment) offensichtlich nur in einem begrenzten Maße und auch nur über einen bestimmten Zeitraum festgehalten werden, bevor sie mit dem Sickerwasserstrom in größere Tiefen verfrachtet werden.

Die Fragestellung, ob abwasserbürtige Inhaltsstoffe letztendlich das Grundwasser erreichen, können einzig Immissionsstudien belegen, in denen der Nachweis geführt wird, dass das Grundwasser Stoffe enthält, deren Herkunft eindeutig auf Abwässer zurückgeführt werden kann. Dazu ist es notwendig, Kontaminationen mit solchen Inhaltsstoffen zu identifizieren, bei denen als Quelle der festgestellten Kontamination eindeutig kommunales Abwasser identifiziert werden kann.

Viele der frühen Studien konzentrierten sich auf den Nachweis von anorganischen Wasserinhaltsstoffen. Dazu gehören die Stickstoff- und Phosphorverbindungen und kationische Lösungsbestandteile. Für all diese Substanzen ist es schwierig, belastbar den Nachweis zu führen, dass sie aus Abwasser stammen, da selbst in einer urbanen Situation nicht ausgeschlossen werden kann, dass sie als Bestandteil von z. B. Gartendünger in den Wasserkreislauf gelangt sind. Aus diesem Grund wurden im Vorhaben von Austermann-Haun et al. **/9/** der Parameterumfang nach den ersten zehn Probenahmen von zunächst acht Parametern (pH-Wert, Leitfähigkeit, *Kalium*, *Bor*, *TOC*, *Ammonium-Stickstoff*, *Acesulfam* und *Coffein*) um 20 Parameter aus dem Bereich Schmerzmittel, Betablocker, Antibiotika, Korrosionsschutzmittel, Hormone und Mikrobiologie erweitert, deren Ergebnisse in dieses Vorhaben einfließen (siehe auch **Kapitel 2.1.5**).

Die Bestimmungsgrenzen der analytischen Nachweisverfahren wurden in den letzten Jahren deutlich gesenkt, sodass inzwischen viele naturfremde Stoffe in sehr geringen Konzentrationen bestimmt werden können. Es gibt auch Ansätze zur Entwicklung neuer Methoden zum Nachweis von Spurenstoffen in Wasser. PESCHKA ET AL. **/10/** stellten beispielsweise 2006 Ergebnisse einer empfindlichen gaschromatischen Nachweismethode vor, die ein großes Echo in der Fachwelt erzeugte. Die Autoren hatten in Grund- und Oberflächenwasser im Einzugsbereich des sächsischen Flusses Mulde Barbiturate nachgewiesen. Diese Stoffe wurden in den 60er Jahren aus dem Verkehr gezogen, sodass ein Nachweis zum heutigen Zeitpunkt entweder auf Persistenz im Grundwasserkörper hinweist, wie die Befunde häufig gedeutet werden, oder auf ungesicherte Deponien, die auch heute noch Schadstoffe an die Umwelt abgeben **/12/**.

Das österreichische UMWELTBUNDESAMT hat 2006 die Ergebnisse einer Untersuchung vorgelegt **/13/**, die zum Ziel hatte, die umweltfremden Stoffe *Coffein* und *Carbamazepin* daraufhin zu untersuchen, ob sie geeignet sind, als Leitindikatoren eine Grundwasserbelastung durch Abwasser anzuzeigen. Die Ergebnisse waren nicht eindeutig. Tatsächlich konnten an 19 von 38 als von Abwasser beeinflusst eingestuften Grundwassermessstellen *Carbamazepin* nachgewiesen werden. Zwei von zehn als unbeeinflusst bezeichnete Grundwassermessstellen waren jedoch ebenfalls durch *Carbamazepin* belastet, außerdem fünf von acht Grundwassermessstellen aus einem landwirtschaftlichen Kontext. Die Selektivität von *Coffein* war noch geringer: die Substanz wurde auch in der Mehrzahl der unbeeinflussten und der Grundwassermessstellen in landwirtschaftlichem Umfeld nachgewiesen. Die Autoren empfehlen trotzdem den Parameter *Carbamazepin* als Leitparameter für die Identifikation eines Abwassereinflusses.

REINSTORF ET AL. **/14/** untersuchten Phenazon, *Carbamazepin*, *Clofibrinsäure*, *Ibuprofen*, *Gemfibrizil*, *Diclofenac*, *Nonylphenol*, *Bisphenol A*, *Galaxolid*, *Tonalid* und *Coffein* im Grund-

und Oberflächenwasser von Halle (Saale) und Leipzig. Die Autoren identifizierten *Nonylphenol*, *Bisphenol A*, *Galaxolid*, *Tonalid* und ebenfalls *Carbamazepin* als geeignete Parameter, um den Einfluss von Abwasser auf Grund- und Oberflächenwasser nachzuweisen.

BEIER /15/ kommt nach statistischen Auswertungen in ihrer Dissertation zu dem Schluss, dass es *keinen universellen Leitindikator* zur Feststellung eines Einflusses von Abwasser auf Grundwasser geben kann. Dieses Fazit deckt sich mit den Ergebnissen von Einzelstudien, die alle voneinander abweichende Schwerpunkte für die Relevanz der untersuchten naturfremden Stoffe ausweisen. BEIER empfiehlt Multiparameteransätze, die sowohl die (anorganischen) Standardparameter umfassen wie auch naturfremde organische Substanzen, die von Abwasserproduzenten verwendet werden.

1.5 Erkenntnisse aus Immissionsuntersuchungen

Anorganische Standardparameter können erste Hinweise auf eine Beeinflussung durch Abwasser geben, aber für den eindeutigen Ausschluss anderer Quellen für die aufgefundene Belastung von Grund- und Oberflächenwasser müssen weitere Substanzen hinzugenommen werden, die naturfremd sind und daher nur in Abwasser auftreten können.

Bereits TRAUTH ET AL. /16/ nahmen in einer 1999 abgeschlossenen Studie halogenierte Kohlenwasserstoffe (Tri- und Perchlorethen) sowie die Komplexbildner EDTA und NTA in ihre Untersuchungen des Grundwassers in einem Porengrundwasserleiter im Raum Karlsruhe auf. Für die in zahlreichen Reinigungsmitteln enthaltenen Komplexbildner konnte nachgewiesen werden, dass ihre Konzentration im Grundwasser nach Passage der bebauten Gebiete von Karlsruhe deutlich zunahm. Andere Quellen als undichte Abwasserleitungen konnten für EDTA und NTA ausgeschlossen werden. Das Fazit dieser Studie ist, dass es bei einem kiesig-sandigem Untergrund zwangsläufig zu einer Beeinträchtigung des Grundwassers durch austretendes Abwasser kommt.

Bei den Untersuchungen von EISWIRTH ET AL. im Jahr 2002 /6/6/ an einem Großversuchsstand im Realmaßstab wurden auch benachbarte Grundwassermessstellen beprobt. Anhand des Chemismus des Grundwassers (anorganische Parameter) konnte keine signifikante Veränderung der Grundwasserqualität festgestellt werden.

HAGENDORF untersuchte 2004 insgesamt 17 Schadenssituationen an der öffentlichen Kanalisation. Eine Grundwasserbelastung konnte nicht nachgewiesen werden, allerdings ist diese Aussage knapp gefasst und bleibt ohne Belege /8/.

FENZ ET AL. legten 2005 die Ergebnisse einer vergleichbaren Studie im österreichischen Linz vor /17/. Im Porengrundwasserleiter wurde im Abstrom der urbanen Bereiche in allen untersuchten Grundwassermessstellen das Antiepileptikum Carbamazepin nachgewiesen, das

nach Auffassung der Autoren nur Schadstellen an Abwasserleitungen als Quelle haben kann. Wie bei den Untersuchungen in Karlsruhe lautet das Fazit der Untersuchungen, dass bei gut durchlässigem Untergrund zwangsläufig Bestandteile des Abwassers die Grundwasseroberfläche erreichen können.

FEUERSTEIN setzte sich 2015 mit der nachteiligen Beeinflussung der Ressource Grundwasser durch Uferfiltrat und Abwasser auseinander **/18/**. Untersucht wurden vier Süßstoffe, drei Benzotriazole, 14 per- und polyfluorierte Chemikalien, 17 Arzneimittel und neun Röntgenkontrastmittel. Süßstoffe waren in nahezu allen Messstellen nachweisbar (insbesondere *Acesulfam*), gefolgt von perfluorierten Verbindungen, Röntgenkontrastmitteln und Benzotriazolen. Arzneimittel wiesen in dieser Studie eine relativ geringe Fundhäufigkeit auf.

Im Jahr 2006 wurden weitere Ergebnisse von großflächigen Grundwasseruntersuchungen aus den Städten Halle (Saale), Leipzig und Rastatt vorgestellt.

REINSTORF ET AL. (weitere Publikation durch MUSOLFF ET AL. **/19/**) untersuchten eine große Palette an naturfremden Stoffen aus dem pharmazeutischen Bereich und dem Bereich der Duftstoffe und Genussmittel im Grund- und Oberflächenwasser von Halle (Saale) und Leipzig, um den Austausch zwischen Oberflächen-, Grund- und Abwasser zu bilanzieren. Die Substanzen konnten in Leipzig flächendeckend im Grundwasser unterhalb der Stadt nachgewiesen werden. In Halle (Saale) wurde insbesondere die Zunahme der Konzentration von Tonalid, *Galaxolid*, *t-Nonylphenol* und *Carbamazepin* im Abstrom der urbanen Bereiche festgestellt.

WOLF **/20/** untersuchte in seiner Dissertation das Grundwasser von Rastatt auf anorganische Hauptbestandteile, *Bor*, Schwermetalle, Komplexbildner, mehrere Arzneimittel und Röntgenkontrastmittel. Eine Belastung des Grundwassers durch Abwasser wurde hauptsächlich aus der erheblichen Erhöhung der Konzentration von anorganischen Hauptbestandteilen abgeleitet. Für *EDTA* konnte eindeutig eine Zunahme der Konzentration in Richtung bebauter Bereiche nachgewiesen werden. *Metoprolol* und *Solatol*, zwei Betablocker, konnten an zwei Grundwassermessstellen nachgewiesen werden. Amidotriozoesäure, ein leicht lösliches Röntgenkontrastmittel, wurde in hohen Konzentrationen unweit eines defekten Kanals am Krankenhaus im Grundwasser nachgewiesen. Wie bereits andere Studien festgestellt haben, kommt es im Bereich von sandig-kiesigen Sedimenten im Untergrund auch nach Ansicht dieses Autors zwangsläufig zu einer Belastung des Grundwassers, wenn Abwasserleitungen schadhaft sind. Die nachgewiesenen Belastungen sind flächendeckend und hoch.

Auch die Dissertation von BEIER **/15/** kommt zu dem Schluss, dass undichte Abwasserleitungen Grundwasserverunreinigungen verursachen. Beier betont insbesondere den Einfluss geringer Grundwasserflurabstände.

1.6 Zusammenfassung: Kenntnisstand

Grundlagenuntersuchungen zur **Emission** im Labormaßstab und an Großversuchsständen in der realen Situation zeigen, dass sich bei der Durchsickerung von Abwasser durch Lockersediment eine Kolmationsschicht ausbildet, die zu einer zeitweiligen Anreicherung von Inhaltsstoffen des Abwassers führt. Bereits im Säulenversuch konnte gezeigt werden, dass Änderungen des Durchflusses zu einer erneuten Mobilisation führen. Die Untersuchungen an Großversuchsständen im Realmaßstab stützen diese Erkenntnis: ein vollständiger Verschluss der Leckage konnte zu keinem Zeitpunkt beobachtet werden. Insbesondere Niederschlagsereignisse, die den Durchfluss in der beschädigten Leitung erhöhen, können die Wasserwegsamkeit im Bereich der kolmatierten Stelle wiederherstellen und dort festgehaltene abwasserbürtige Substanzen remobilisieren.

Eine einzelne Studie hat Ergebnisse zur **Exfiltrationsrate** aus privaten Abwasserleitungen beigesteuert. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass bei Grundleitungen im Durchmesser zwischen 100 mm und 150 mm, die häusliches Abwasser führen, in sandigen Boden gebettet sind und regelmäßig oberhalb des Grundwasserspiegels liegen, von einer schadensbezogenen mittleren Exfiltrationsrate von 0,6 l/d pro Leckage ausgegangen werden kann.

Zur Vorbereitung von Immissionsuntersuchungen wird häufig die Frage nach geeigneten **Leitparametern** aufgeworfen. Sicher ist, dass unspezifische anorganische Parameter wie die Stickstoff- und Phosphorspezies nur bedingt hierfür geeignet sind. Mit diesen Substanzen ist häufig die Quelle der Kontamination nicht belastbar nachweisbar. Eindeutigkeit kann hier nur mit naturfremden Stoffen hergestellt werden (Xenobiotika). Die Ansätze verschiedener Studien, welche Stoffe universell geeignet sind, gehen aber weit auseinander. Die bisherigen Erkenntnisse laufen darauf hinaus, dass offensichtlich immer eine breite Palette an naturfremden Substanzen untersucht werden muss, um die fehlenden Informationen über das Abwasser und seine Erzeuger auszugleichen.

Untersuchungen zur **Immission** zeigen, dass undichte Abwasserleitungen, die Kontakt zu wasserwegsamem Lockersediment haben, Verunreinigungen des Grundwassers verursachen. Dieser Nachweis gelingt vorrangig durch Verfolgung von naturfremden Stoffen. Studien, die sich auf anorganische Standardparameter stützen, scheitern hier häufig.

2 Methodisches Vorgehen

Der zentrale Leitgedanke des Projektes bestand darin, durch analytische Messungen den Einfluss sowie die Auswirkungen undichter privater Abwasserleitungen (Hausanschlussleitungen, kurz HAL) auf den Boden und das Grundwasser zu untersuchen.

Um dieses Ziel zu erreichen, galt es im Projektteil A konkrete, repräsentativ über NRW verteilte **Schadstellen** (= private Grundstücksanschlussleitungen) auszuwählen, wobei darauf geachtet wurde, dass die Standorte die wesentlichen bodenkundlichen und hydrogeologischen Verhältnisse in NRW widerspiegeln. In Zusammenarbeit mit den beteiligten Kommunen wurden Schadstellen identifiziert, die aufgrund des aus der Zustands- und Funktionsprüfung gewonnenen Schadensbildes eine Exfiltration von Abwasser erwarten ließen. Es wurde der potenzielle Pfad des Abwassers aus der Leckage über den Boden bis zum Grundwasser abgebildet.

Im Projektteil B sollten auf der Grundlage einer risikobasierten Auswahl von oberflächennah verfilterten **Grundwassermessstellen** die Auswirkungen diffuser Abwassereinträge auf das Grundwasser bewertet werden. Auch hier sollte der Fokus ausschließlich auf potenziellen Einträgen aus defekten privaten Abwasserleitungen liegen. Die beprobten Messstellen lagen in urbanen Bereichen, in denen die öffentliche Schmutz- und Mischwasserkanalisation funktionsfähig ist und defekte, private Leitungen vorhanden sein könnten. Eine besondere Gewichtung lag auf Standorten mit mittel- bis grobsandigen / kiesigen Böden in Gebieten mit gut durchlässigen quartären Porengrundwasserleitern und geringen Grundwasserflurabständen.

Auf der Grundlage der erzielten Ergebnisse waren die **Risiken für Boden und Grundwasser** darzustellen und zu bewerten. Die untersuchten Schadstellen (Projektteil A) und Grundwassermessstellen (Projektteil B) wurden unabhängig voneinander ausgewählt und standen in keinem kausalen Zusammenhang zueinander. Mit dem gewählten Ansatz sollten möglichst viele potenzielle (Eintrags-)Situationen in NRW Berücksichtigung finden.

Die Grundwässer sowie die tiefenorientiert entnommenen **Bodenproben** wurden standardmäßig auf insgesamt 20 Parameter analysiert. Diese setzen sich aus zwölf verschiedenen Stoffgruppen zusammen. Vor der Analyse der Bodenproben erfolgte eine Aufarbeitung, wobei genormte Methoden unter Verwendung verschiedener Extraktionsmittel zum Einsatz kamen (sog. Eluate und ASE-Extrakte).

Das umgesetzte Spektrum deckt die im alltäglichen Leben eingesetzten Spurenstoffe ab (Medizin, Haushalt, Lebensmittel). Das Screening ist damit geeignet, anthropogen bedingte potenzielle Eintragspfade von Abwasser in die Umwelt abzubilden. Die Hintergrundkonzentrationen der ausgewählten Parameter sind im Vergleich zu den Konzentrationen, die typischer-

weise im Abwasser gefunden werden, erwartungsgemäß um einige Größenordnungen geringer bzw. gänzlich auszuschließen. Bei einem Nachweis der genannten Stoffe ist von einer **Beeinflussung der untersuchten Medien durch Abwasser** auszugehen.

Die Messwerte wurden mit einem für die Grundwasseroberfläche (= Ort der Beurteilung) anzusetzenden **stoffspezifischen Beurteilungswert** verglichen. Für Standorte, an denen mindestens ein Beurteilungswert überschritten war und kein Grundwasser angetroffen worden ist, wurde das Verlagerungs-, Sorptions- und Abbauverhalten mit Hilfe einer verbal-argumentativen **Sickerwasserprognose** abgeschätzt. Für einen Standort mit entsprechender Datenlage wurde zusätzlich eine „grob“ quantifizierende Sickerwasserprognose mit Hilfe des analytischen Berechnungsinstruments ALTEX-1D (Anytische Lösung der 1D-Transportgleichung mit MS-EXCEL) durchgeführt, wodurch vor allem die unterschiedliche Relevanz der Eingabeparameter für das Ergebnis verdeutlicht werden konnte.

Das Hauptaugenmerk bei der Aus- und Bewertung der Messergebnisse lag auf den in der **Tabelle 2-1** genannten Spurenstoffen. Zusätzlich wurden ausgewählte anorganische Parameter im Wasser und Eluat sowie an Feststoffproben analysiert (Königswasseraufschluss).

Tabelle 2-1: Analyisierte anorganische und organische Parameter

Nr.	Stoffgruppe	Parameter	Einheit
1		pH-Wert	-
2	Vor-Ort	Leitfähigkeit	µS/cm
3		Trübung	NTU
4		Sulfamethoxazol	ng/L
5	Antibiotika	Acetyl-Sulfamethoxazol	
6		Ciprofloxacin	
7		Erythromycin	
8	Antiepileptikum	Carbamazepin	
9	Schmerzmittel	Diclofenac	
10		Phenazon	
11	Betablocker	Metoprolol	
12		Atenolol	
13		Propranolol	
14		Sotalol	
15	Süßstoff	Acesulfam	
16	Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol	
17		Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 4-MeMethyl-Benzotriazol	
18	Östrogen	Östrogene Aktivität (EEQ)	
19	Duftstoff	Galaxolid	
20		Tonalid	
21	Stimulant	Coffein	
22	Antidiabetikum (teilweise inkl. Transformationsprodukt)	Metformin	
23		Guanylharnstoff	
24	Komplexbildner (teilweise)	Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA)	
25		Nitrilotriessigsäure (NTA)	
26	Desinfektion	Triclosan	
27	Tensid	2,4,7,9-Tetramethyl-5-decin-4,7-diol (TMDD)	
28	Mikrobiologie (teilweise)	Escherichia coli (<i>E.coli</i>)	KBE/100 ml
29		Intestinale Enterokokken (<i>Int. Ent.</i>)	
30	Sonstige (teilweise, Eluat, Feststoff)	Nitrat (NO ₃ ⁻)	ng/L
31		Ammonium (NH ₄ ⁺)	
32		Bor (B)	
33		Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC engl.)	
34		Kalium (K)	
35		Stickstoff, organisch (N _{org})	
36		Bisphenol A	
37		Nitrit (NO ₂ ⁻)	
38		Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	
39		Sulfat (SO ₄ ²⁻)	
40		Chlorid (Cl ⁻)	
41		Natrium (Na)	
42		Phosphor, gesamt (P _{ges})	
43		Phosphat (PO ₄ ³⁻)	
44		Cadmium (Cd)	
45		Chrom (Cr)	
46		Nickel (Ni)	
47		Blei (Pb)	
48	Zink (Zn)		
49	Kupfer (Cu)		

Die in den **Projektteilen A und B** erzielten Ergebnisse wurden dazu genutzt, die Risiken für Boden und Grundwasser darzustellen und zu bewerten, wozu auch die Untersuchungsergebnisse weiterer, diese Thematik behandelnder Vorhaben berücksichtigt wurden.

2.1 Projektteil A: Belastungen aus schadhaften Hausanschlüssen

Projektteil A des Vorhabens untersuchte die Emissionsseite, d. h. den lokalen Eintrag häuslichen Abwassers bzw. die Verschmutzung des Bodens und die Gefährdung des Grundwassers in unmittelbarer Nähe der konkreten Schadstellen. Dieser Projektteil richtete den Fokus auf die Untersuchung einzelner Schadstellen mit spezifischem Schadensinventar.

Ausgehend von einer bekannten **Leckage** an einer privaten Hausanschlussleitung im Bereich der Grundleitungen oder des Anschlusskanals wurde der Weg des Abwassers durch die ungesättigte Zone des Bodens nach Möglichkeit bis zur Grundwasseroberfläche verfolgt. Durch die Untersuchung von tiefendifferenziert entnommenen Sedimentproben und des oberflächennahen Grundwassers konnte abgeschätzt werden, wie beweglich einzelne Schadstoffe in der ungesättigten Zone sind, ob sie in der Bodenmatrix zurückgehalten werden und ob sie die Grundwasseroberfläche erreichen.

2.1.1 Auswahl der Probenahmestandorte

Zur **Untersuchung der Bodenbelastung** wurden mit Hilfe der Städte und Gemeinden, der für die Sanierung verantwortlichen Baufirmen und Ingenieurbüros sowie ggf. in Abstimmung mit dem LANUV NRW und dem Projektbegleitkreis konkrete Schadstellen in NRW identifiziert, an denen eine Probenahme potenziell möglich war.

Im Rahmen der Standortakquise wurden dabei insgesamt 112 Kommunen in Nordrhein-Westfalen für die Teilnahme an der Studie angefragt. In einem ersten Gespräch mit den beteiligten Kommunen bzw. Kanalnetzbetreibern wurden zunächst die aus zeitlicher und technischer Hinsicht geeigneten Baumaßnahmen in Erfahrung gebracht. Für alle in Frage kommenden Standorte wurde anschließend die Standortcharakteristik geklärt. Diese umfasst die Auswertung vorhandener Kanalbefahrungen mit Kameras, Leitungsinformationen im Bereich der geplanten Baumaßnahmen und Informationen des Kanalnetzbetreibers (Tiefenlage des Kanalsystems einschließlich Sammler und Schächte, Lagepläne). Soweit möglich, wurden die bodenkundlichen, geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse, insbesondere aber auch die Flurabstandsverhältnisse recherchiert und berücksichtigt.

Auf der Basis der Rechercheergebnisse wurde eine Standortcharakteristik für alle in Frage kommenden Standorte erstellt und in einer ersten Bewertung die vorgesehene Fallabdeckung vorgenommen.

Die identifizierten Schadstellen wurden durch die *Hochschule Ostwestfalen-Lippe* sowie die *Emscher Wassertechnik GmbH* hinsichtlich ihrer Eignung bewertet und als Probenahmestandorte festgelegt.

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 führte 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. Das Hauptaugenmerk lag dabei auf Anschlüssen privater Haushalte. Öffentliche Gebäude, für die Sanierungsmaßnahmen an der Anschlussleitung geplant waren, sollten die Ausnahme bleiben, da hier die Abwassermenge und -zusammensetzung von der normaler Haushalte abweicht.

Etwa 50% der 396 Kommunen in NRW ordnen einen Teil der privaten Haus- und Grundstücksanschlussleitungen per Satzung ihrem Zuständigkeitsbereich zu. Es handelt sich mit wenigen Ausnahmen um den als Grundstücksanschlussleitung bezeichneten Teil der Leitung, der im öffentlichen Raum zwischen der Grundstücksgrenze und der öffentlichen Abwasserkanalisation verläuft. Wenn die Kommune die Grundstücksanschlussleitung mit betreut, kann sie Dichtheitsprüfungen und Sanierungen des Anschlusskanals im öffentlichen Raum ohne Beteiligung privater Eigentümer durchführen.

Verallgemeinert man den Begriff der privaten Abwasserleitung auf die abwasserführenden Leitungen, die nicht Bestandteil der öffentlichen Kanalisation sind, treten die Kommunen als Betreiber privater Abwasserleitungen auf. Eine vergleichbare Position nimmt beispielsweise auch der *Bau- und Liegenschaftsbetrieb des Landes Nordrhein-Westfalen (BLB)* ein, der ebenfalls für den Betrieb von Anschlussleitungen und Grundstücksanschlussleitungen zwischen öffentlichen Gebäuden und dem Abwasserkanal zuständig ist.

In dem hier beschriebenen Vorhaben wurden bevorzugt Kommunen, die satzungsgemäß für Grundstücksanschlussleitungen zuständig sind, und außerdem Betreiber öffentlicher Gebäude, die gerade Sanierungsmaßnahmen an der Haus- und Grundstücksanschlussleitung planen, angesprochen. Natürliche und juristische Personen als Eigentümer von privaten Abwasserleitungen wurden nur dann angesprochen, wenn eine Bereitschaft zur Teilnahme an dem Vorhaben bereits vorab bekannt war.

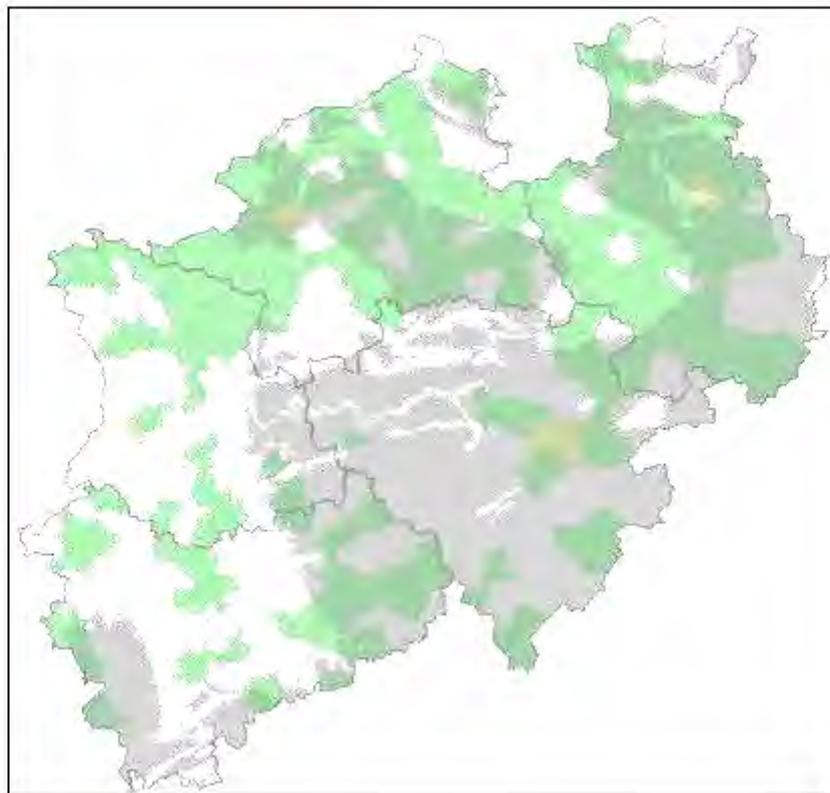


Abbildung 2-1: Kommunen im Land NRW, die laut eigener Satzung zuständig für die Unterhaltung von Anschlusskanälen sind (grün = Zuständig für Grundstücksanschlussleitungen, gelb = Zuständig für Anschlusskanal und (Teile der) Anschlussleitung); Grau: Festgesteinsaquifer, ohne Farbe: Lockergesteinsaquifer /21/

Zur weiteren Recherche wurden die Satzungen von 396 Kommunen gesichtet und festgestellt, wie weit die Zuständigkeit der Kanalnetzbetreiber reicht. Die **Abbildung 2-1** lässt erkennen, dass Kommunen, die für die Grundstücksanschlussleitung zuständig sind, im Regierungsbezirk Arnsberg eher unterrepräsentiert sind, während in den Regierungsbezirken Münster und Detmold der Großteil der Kommunen den Betrieb und die Unterhaltung der GAL in ihre Satzung aufgenommen haben. In den Fällen, in denen die Zuständigkeit der Kommune über den Anschlussstutzen hinausgeht, im Idealfall bis an die Hauswand, ist ein Teil der Anschlussleitung in kommunaler Hand. Hier liegen bei den Kommunen mehr Informationen über Schäden, Schadensart etc. und eine Koordination von Probenahme und Baustellenarbeiten ist einfacher durchzuführen.

Bei der Recherche handelte es sich um eine aktive telefonische Kontaktaufnahme, die im März 2015 aufgenommen und im Juli 2015 durch ein Empfehlungsschreiben der fünf Bezirksregierungen an Kommunen und Kreisverwaltungen unterstützt wurde. Außerdem wurden Kontakte zum *Verband der unabhängigen Sachkundigen für Dichtheitsprüfungen von Abwasseranlagen e.V.* (VuSD) in Westerkappeln (leider ohne zu verzeichnenden Erfolg) und zur *Gütegemeinschaft Grundstücksentwässerung e.V.* (GS-GE) in Hennef geknüpft.

Beide Verbände standen dem Vorhaben beratend zur Seite. Über die *Gütegemeinschaft Grundstücksentwässerung e. V.* konnte außerdem der Kontakt zu einer Privatperson hergestellt werden, auf deren Grundstück mutmaßliche Undichtigkeiten an privaten Abwasserleitungen aufgetreten waren. Die Vermittlung durch den Verband bewirkte, dass in diesem Fall einmalig Beprobungen auf einem Privatgelände an einer Hausanschlussleitung durchgeführt werden konnten.

Bis zum Stichtag, dem 31.10.2017, wurden rund 110 Kommunen angesprochen, von denen rund 70 Kommunen ihre Teilnahme zugesichert davon haben. Einige Kommunen haben explizit mitgeteilt, dass sie an der Studie nicht teilnehmen werden. Mit Abstand am häufigsten wurden drei Begründungen angeführt:

- dass ausschließlich in geschlossener Bauweise saniert wird (Inliner-Sanierung),
- dass ausschließlich so genannte Feuerwehreinsätze stattfinden und
- dass großflächig hohe Grundwasserstände verbreitet sind, also weniger ein Problem mit austretenden Abwässern (Exfiltration) als mehr mit eintretendem Fremdwasser in die GAL (Infiltration) besteht.

Der Begriff „Feuerwehreinsatz“ beschreibt das nicht planvolle, sondern reaktive Handeln bei Bekanntwerden akuter Schadensfälle. Bei weiterem Nachfragen konnten einige Kommunen allerdings einräumen, dass auch die Behebung akuter Schadensfälle mitunter einen Planungshorizont von einer Woche aufweisen kann, sodass die Teilnahme an dem Vorhaben nicht gänzlich ausgeschlossen wäre. Eine Kommune erklärte, dass die Verwaltung gegenüber den Bürgern die Meinung vertritt, dass Leitungen grundsätzlich dicht zu sein haben. Eine Teilnahme an dem hier beschriebenen Vorhaben könne ihre Position schwächen.

2.1.3 Entnahme von Bodenproben

Vor der Probenahme wurde mit dem von der Kommune beauftragten Bauunternehmen besprochen, dass zum vereinbarten Termin die Baugrube vorbereitet und der Schaden bis knapp über Rohrscheitel freigelegt wurde. Wurde der Schaden bereits am Vortag der anvisierten Probenahme freigelegt, wurde die Baugrube mittels Stahlplatten abgedeckt, um Beeinflussungen durch Niederschläge zu vermeiden.

Sobald das Probenahmeteam der *geo_id* bzw. der *HS OWL* vor Ort war, erfolgte per Handschachtung das vorsichtige Freilegen des Schadens. Die Stationierung bzw. Lokalisierung des Schadens ergab sich in der Regel aus dem Kanalvideo und / oder dem Inspektionsbericht. Die Freilegung des Schadens und die nachfolgende Probenahme wurden fotografisch dokumentiert. Die wissenschaftliche Begleitung erfolgte durch einen Vertreter der *EW*, der *geo_id* oder der *HS OWL*.

Nachdem der Schaden lokalisiert wurde, erfolgte die folgende standardisierte Entnahme der Bodenproben:

1. Entnahme einer Referenzprobe in ausreichendem Abstand zur Schadstelle mittels Handschaufel.
2. Entnahme der Bodenprobe 0 - 10 cm unmittelbar an der Leckage mittels Handschaufel oder Handbohrer (Typ Edelman).
3. Entnahme der tieferen Bodenproben an der Schadstelle bis maximal 4 m Tiefe bzw. bis zur Grundwasseroberfläche (10 - 40 cm, 40 - 100 cm, 100 - 200 cm etc.) mittels Handbohrer und Rammkernsondierung. Um zu starke Komprimierungen bei der Rammkernsondierung zu vermeiden und um eine ausreichende Probenmenge zu gewinnen, wurde eine Schlitzsonde mit vergleichsweise großem Durchmesser (\varnothing 100 mm für die ersten 100 cm unter der Schadstelle, danach \varnothing 80 bzw. 50 mm) verwendet.
4. Die Bodenprofilansprache erfolgte nach DIN 4022 unter Berücksichtigung organoleptischer Aspekte wie Farbe und Geruch des Substrates sowie unter Beachtung der bodenkundlichen Kartieranleitung KA5 und mittels Fingerprobe gem. DIN 19682-2. An zwei Stichproben wurden zur Kontrolle eine Korngrößenanalyse gemäß DIN 18123 durchgeführt. Zusätzlich wurden die Bodenfeuchte sowie die Lagerungsdichte bzw. der Bohrwiderstand der ggf. noch vorhandenen Auffüllungen und der anstehenden Sedimente festgehalten. Sämtliche Aufschlüsse wurden in Sondierprofilen und Schichtenverzeichnissen gemäß EN ISO 14688 (alte DIN 4023) dokumentiert (**Anhang 20** bis **Anhang 38**).
5. Die tiefengestaffelten Bodenproben wurden in sterile Kunststoffbeutel verpackt. Zur Vermeidung einer bohrtechnisch bedingten Verschleppung von Verunreinigungen ist aus dem Sondiergestänge jeweils nur das innere Material des Bohrgutes als Probe entnommen worden. Zudem wurden die Probennahmelöffel/-spatel nach jeder entnommenen Probe sowie das Sondiergestänge nach jedem Gebrauch mit Isopropanol gereinigt.
6. Die Endteufen variierten in Abhängigkeit der vor Ort angetroffenen Gegebenheiten. So war es z. B. als Folge des oberflächennah anstehenden Festgesteins oder eines stark verdichteten und / oder stark kiesigen Untergrundes teilweise nicht möglich, alle genannten Kompartimente zu beproben bzw. eine für die Analytik ausreichende Probenmenge zu gewinnen.
7. Sofern vorhanden, Einmessen des (Grund)Wasserspiegels mittels Kabellichtlot im offenen, nicht verrohrten Bohrloch.
8. An fünf Standorten wurde oberflächennah Grundwasser angetroffen. Um die Stillstandzeiten der Baumaßnahme so gering wie möglich zu halten erfolgte die Probenentnahme nach Setzen eines 2-Zoll-Hilfspegels direkt aus dem Sondierloch mittels Fußventilpumpe.

Die Ergiebigkeiten waren stellenweise sehr gering, das ursprünglich vorgesehene Probenvolumen wurde nicht immer erreicht.

Die **Tabelle 3-1** in **Kapitel 3.1** gibt einen Überblick über die realisierten Entnahmetiefen.

Es wurden Boden- und Wasserproben aus der offenen Baugrube genommen, die zentral durch das *IUTA* aufbereitet und in den Laboren von *IUTA* und *IWW* auf ausgewählte abwasserbürtige Parameter hin analysiert wurden.

Für Stillstandzeiten, Maschinennutzung und Handschachtung stand den Bauunternehmen die Zahlung einer Aufwandsentschädigung zur Verfügung.

Für alle Standorte erfolgte direkt eine Aufarbeitung und Analyse des Materials aus der Beprobungstiefe 0 - 10 cm. Die aus den unteren Tiefen entnommenen Proben wurden zunächst zurückgestellt, eingefroren und im Probenpool für eine mögliche spätere Untersuchung vorgehalten.

2.1.4 Untersuchungsumfang und -methoden

Auswahl und Bedeutung der Analyten

Die Analyten wurden so gewählt, dass ein breites Spektrum von verwendeten Chemikalien abgedeckt werden kann, welches in Haushalten verwendet und über das Abwasser entsorgt werden. Diese dem Abwasser zuzuordnenden Substanzen kommen nicht natürlich in der Umwelt vor und sind einem Eintrag von Abwasser in den Boden zuzuordnen. Dabei liegt der Schwerpunkt außerdem auf schwer bis mäßig abbaubaren xenobiotischen anorganischen und organischen Stoffen und auf Fäkalindikatoren.

Analysiert wurden Humanarzneistoffe (Antibiotika, Schmerzmittel, Betablocker, Antiepileptikum), Desinfektionsmittel, Körperpflegeprodukte (Duftstoffe), Spülmittelzusatzstoffe (Korrosionsschutzmittel), Süßstoffe, Genussmittel, östrogen wirkende Substanzen und Keime fäkalen Ursprungs. Diese Substanzgruppen wurden ergänzt durch physikalisch-chemische Parameter (pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit), verschiedene Summen- und Gruppenparameter (*TOC*, *CSB*), Nährstoffe (Stickstoff- und Phosphorverbindungen), Salze (*Sulfat*, *Chlorid*) und Schwermetalle (*Cadmium*). Eine Zusammenfassung der Analyten ist in **Tabelle 2-1** zu finden.

Zusätzlich wurde für einige Proben auf Anfrage des Projektbegleitkreises *Metformin* und *Guanylharnstoff* untersucht. *Metformin* ist ein Medikament, welches hauptsächlich zur Behandlung von Diabetes mellitus Typ 2 eingesetzt wird. *Guanylharnstoff* ist ein stabiles Transformationsprodukt von *Metformin* und wird üblicherweise ebenfalls im Abwasser nachgewiesen. Die hier erzielten Ergebnisse zeigten hingegen eine eher geringe Relevanz (**Kapitel 3.1.1.1**).

Zur Reduktion der Kosten und des Analysenaufwandes wurde bei der Mehrzahl der Proben auf die instrumentelle Bestimmung der drei einzelnen Östrogene mittels GC-MS/MS oder LC-MS/MS verzichtet. Stattdessen wurde eine empfindlichere und kostengünstigere wirkungsbezogene Analytik mittels A-YES Assay durchgeführt. Mit dieser Methode werden alle östrogen aktiven Substanzen in einer Probe erfasst. Die Analyse deckt damit nicht nur natürliche oder synthetische Östrogene ab, sondern auch alle weiteren Substanzen die östrogen wirken können.

Probenvorbereitung

Alle Proben wurden noch am Probenahmetag zunächst bei *IUTA* angeliefert und registriert. Hier erfolgte die Aliquotierung der Wasserproben und die Herstellung der Eluate und organischen Extrakte aus den Bodenproben. Anschließend wurden die Proben der jeweiligen Analytik bei *IWW* und *IUTA* zugeführt.

Die Herstellung der Eluate erfolgte im Verhältnis 2:1 (m/m Wasser : Boden) nach DIN 19529:2015-12 **/12/**. Dazu wurde das Boden-Wasser-Gemisch für 24 h auf einem Überkopfschüttler gemischt. Durch dieses Vorgehen ist davon auszugehen, dass wasserlösliche und nicht-reversibel gebundene Substanzen in die Wasserphase übergehen und anschließend dort detektiert werden können. Somit werden in Eluat-Proben Substanzen erfasst die durch Niederschläge im Boden mobilisiert und in die unteren Schichten verlagert werden können. Substanzen die nicht in Lösung gehen und am Boden gebunden bleiben werden hier nicht betrachtet. Nach erfolgter Elution und anschließender Zentrifugation wurde der Überstand ab dekantiert und das so gewonnene Eluat aliquotiert und der weiteren Probenvorbereitung übergeben. In einigen Fällen lag zu wenig Bodenmaterial vor um das für die Analytik notwendige Volumen zu erreichen. In diesen Fällen wurde mit dem vorhandenen Material nach dem oben genannten DIN-Verfahren so viel Eluat wie möglich hergestellt und im Anschluss soweit verdünnt, dass das Volumen ausreichend war. Analysenergebnisse und Bestimmungsgrenzen wurden entsprechend der Verdünnung angepasst. Dies ist in einigen Fällen der Grund dafür, dass die Bestimmungsgrenzen über den Beurteilungswerten lagen.

Die Herstellung der organischen Extrakte erfolgte nach Gefriertrocknung des Bodens durch eine beschleunigte Lösemittelextraktion (ASE). Dazu wurde der gefriergetrocknete Boden mit Methanol bei 100°C und 100 bar Druck extrahiert. Aus diesen Proben wurden die organischen Analyten bestimmt. Die Bestimmung der anorganischen Parameter erfolgte aus einem direkten Aufschluss des gefriergetrockneten Bodens. Mit dieser Probenvorbereitung ist davon auszugehen, dass alle im Boden enthaltenen Substanzen extrahiert und der Analytik zugänglich gemacht werden. Im Gegensatz zum wässrigen Eluat wird bei den ASE Extrakten somit der Gesamtgehalt der im Boden enthaltenen Substanzen bestimmt.

Analysenmethoden

Zur Analyse der Benzotriazole, Antibiotika, Betablocker, Schmerzmittel und Süßstoffe wurden 200 ml der Eluate über eine Festphasenextraktion (SPE) angereichert und anschließend mittels LC-MS/MS analysiert. Die Analyse der ASE-Extrakte erfolgte direkt nach einem Lösemittelwechsel in eine wässrige Lösung.

Die Bestimmung von *Galaxolid*, *Tonalid*, *Coffein*, *Triclosan* und *TMDD* erfolgte 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 wurde der *Arxula adenivorans* yeast estrogen screen (A-YES) eingesetzt und die Eluate ebenfalls nach SPE (1.000 ml) und die ASE Extrakte nach einem Lösemittelwechsel untersucht.

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

Anorganische Parameter in wässrigen Proben wurden wie folgt bestimmt: Ammonium und Nitrit fotometrisch nach DIN 38409-2 und DIN EN 26777; Chlorid, Nitrat und Sulfat mittels Ionenchromatographie und Leitfähigkeitsdetektion nach DIN EN ISO 10304-1; der TOC mittels Infrarot-Spektrometrie nach thermokatalytischer Verbrennung nach DIN EN 1484; Kalium, Kupfer, Natrium, Nickel, Phosphat, gesamt, Zink, Blei, Bor, Cadmium und Chrom mittels Optische Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES) nach DIN EN ISO 11885; der chemische Sauerstoffbedarf mittels Titrimetrie nach Oxidation mit Kaliumdichromat nach DIN 38409-41 und Stickstoff, organisch gebunden mittels Titrimetrie nach Aufschluss und Wasserdampfdestillation nach DIN EN 25663 (Kjeldahl-Stickstoff).

Alle Elemente aus Feststoffproben wurden mittels Optische Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES) nach Aufschluss mit Königswasser analysiert.

Zusätzlich wurde für einzelne Standorte ein erweitertes Spurenstoffscreening durchgeführt. Dies sollte mögliche weitere geeignete Parameter zur Bewertung einer Grundwassergefährdung durch undichte Hausanschlüsse aufdecken. Dazu wurden zusätzlich 163 weitere Substanzen in Wasserproben der Schadstelle und einer Referenzstelle analysiert. Die analysierten Substanzen und die resultierenden Ergebnisse sind in **Anhang 78** dargestellt.

Alle in **Kapitel 3.1.1.1, 3.1.1.2, 3.1.4** und **3.2** sowie im **Anhang 39** dargestellten Bestimmungsgrenzen sind als ausgesprochen niedrig zu bewerten (ng/l bzw. ng/g TS). Die derzeit zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten wurden ausgeschöpft. Es ist davon auszugehen, dass unabhängig vom Medium und / oder der gewählten Aufbereitungsmethode potenziell auftretende Belastungen sicher nachgewiesen wurden. Aufgrund von Matrixeffekten ergeben sich

bei der Betrachtung der tagesaktuellen Bestimmungsgrenze der Methoden teilweise unterschiedliche Ergebnisse. Diese wurden bei der Auswertung der Ergebnisse entsprechend berücksichtigt.

2.1.5 Voruntersuchungen der Hochschule OWL

Im Jahr 2013 hat die *Bezirksregierung Detmold* die *Hochschule OWL* gemeinsam mit der Fachhochschule Bielefeld beauftragt, im Kontext der hier diskutierten Fragestellung eine sogenannte Voruntersuchung im Regierungsbezirk Detmold zur Ermittlung der Boden- und Grundwassergefährdung durch undichte Kanäle durchzuführen.

Die Untersuchung startete mit Erteilung des Auftrags durch die *Bezirksregierung Detmold* Ende Mai 2013 und endete mit Fertigstellung des Schlussberichts im Februar 2017 **/9/**.

Im Vorprojekt wurde im Regierungsbezirk Detmold an insgesamt 20 schadhafte Kanäle der Boden bis max. 2 m unter Rohrsohle untersucht. Eine Beprobung und Analyse von Grundwasser bzw. eine Bewertung der Ergebnisse war im Rahmen der Voruntersuchung nicht vorgesehen.

Der Parameterumfang der ersten zehn Standorte waren pH-Wert, Leitfähigkeit, *Kalium*, *Bor*, *TOC*, *Ammonium-Stickstoff*, *Acesulfam* und *Coffein*. Aufgrund der wenig aussagekräftigen Ergebnisse wurde der Parameterumfang der folgenden zehn Schadstellen erheblich erweitert um 20 Parameter aus dem Bereich Schmerzmittel, Betablocker, Antibiotika, Korrosionsschutzmittel, Hormone und Mikrobiologie (siehe **Tabelle 2-2**). Aufgrund der hieraus resultierenden erhöhten Kosten musste die Projektfinanzierung überdacht, neu beantragt und schließlich ein neuer Analyseauftrag vergeben werden. Der neue Auftrag für die erweiterte Analytik der zehn übrigen Schadstellen konnte erst im September 2014 vergeben werden (durchführende Labore: *IWW* und *IUTA*). Hinzuweisen ist auf die so realisierten deutlich niedrigeren Bestimmungsgrenzen und die weitgehende Harmonisierung der Vorgehensweise mit dem landesweiten Monitoring. Die Ergebnisse dieser letzten zehn Standorte flossen in das Gesamtergebnis des hier vorgelegten Abschlussberichtes mit ein.

Tabelle 2-2: Untersuchungsumfang der Voruntersuchungen für die letzten zehn Standorte

Stoffgruppe	Parameter	Untersuchung im Eluat	Untersuchung im Boden
vor-Ort	pH*	x	x
	Leitfähigkeit*	x	x
Antibiotika	Sulfamethoxazol	x	x
	Acetyl-Sulfamethoxazol	x	x
	Ciprofloxacin	x	x
	Erythromycin	x	x
Antiepileptikum	Carbamazepin	x	x

Stoffgruppe	Parameter	Untersuchung im Eluat	Untersuchung im Boden
Schmerz- mittel	Diclofenac	x	x
	Phenazon	x	x
Betablocker	Metoprolol	x	x
	Atenolol	x	x
	Propranolol	x	x
	Sotalol	x	x
Süßstoff	Acesulfam*	x	x
Korrosions- schutzmittel	1H-Benzotriazol	x	x
	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol	x	x
Duftstoff	Galaxolid	x	x
Stimulant	Coffein*	x	
Stickstoff	Nitrat	x	
	Ammonium*	x	
	N _{org}	x	
Mikrobiologie	E.coli	x	
	Intestinale Enterokokken	x	
sonstige	Bor*		x
	TOC*	x	
	Kalium*	x	
	Bisphenol A	x	x
	Östrogene	17 α -Ethinylestradiol (EE2)	x
	17 β -Estradiol (E2)	x	x
	Estron (E1)	x	x

* = Parameter wurden auch bei den ersten 10 Standorten untersucht

Sowohl im Vorprojekt als auch beim landesweiten Monitoring fanden nur Kanalschadstellen Berücksichtigung, die in offener Bauweise saniert wurden. Mögliche Schadensbilder waren Rissbildung, Rohrbruch, verschobene Verbindung und sichtbarer Boden. Die Vorauswahl der Schadstellen bzw. Sichtung der Kanalvideos erfolgte meistens durch die Kommunen oder einem von der Kommune beauftragten Ingenieurbüro. Die Kanalvideos, zugehörige TV-Berichte und Lagepläne wurden anschließend der *HS OWL* zur Verfügung gestellt und intensiv gesichtet, um sich von der Eignung der Schadstelle für das Projekt zu überzeugen. Dabei musste oftmals die Nichteignung eines Schadens festgestellt werden, insbesondere in den Fällen, bei denen sich der Schaden im Rohrscheitel befand oder infiltrierendes Wasser sichtbar war. Es gab aber auch etliche Fälle, wo sämtliche Kanalvideos der *HS OWL* zur Verfügung gestellt wurden und die Auswahl der Schäden durch die *HS OWL* allein erfolgte.

Um die Aufmerksamkeit der Kommunen im Regierungsbezirk Detmold auf das Projekt zu erhöhen wurde von Seiten der Bezirksregierung mehrmals ein Schreiben an die Städte und Gemeinden und an die unteren Wasserbehörden in ihrem Zuständigkeitsbereich versendet. Hinzuweisen ist auf die Tatsache, dass mehrmals die Situation eintrat, dass sich eine Beprobung

verzögerte oder letztendlich nicht durchgeführt werden konnte. Zur Verdeutlichung der Schwierigkeiten bei der Probenahme sind exemplarisch einige Gründe genannt:

- das Nichtauffinden einer Hausanschlussleitung,
- kurzfristige Entscheidung, dass die alte Leitung und somit der Schaden nicht freigelegt und stattdessen eine neue Leitung in anderer Trasse verlegt wurde,
- eine kurzfristige Änderung der Art der Sanierung von offener Bauweise zu geschlossener Bauweise,
- anstehendes Grundwasser in der geöffneten Baugrube,
- Probleme beim Öffnen der Baugrube durch viele Versorgungsleitungen im Untergrund,
- Zerstörung von Versorgungsleitungen beim Ausheben der Baugrube und eine dadurch bedingte Flutung der Baugrube,
- Freilegung des Schadens war nicht möglich, da andere bauliche Elemente dies verhinderten (u. a. Mauer etc.),
- schnelle Sanierung der Leitung als „Feuerwehreinsatz“,
- spätere Sanierung in Eigenregie (u. a. in Kombination mit Pflasterung),
- Orkanwarnung: Probenahme zu gefährlich,
- in geöffneter Baugrube wurde ein Stromkabel beschädigt,
- fehlender Verbau, mangelnde Arbeitssicherheit.

Die Ergebnisse der Voruntersuchung können wie folgt kurz zusammengefasst werden. An allen untersuchten Kanalschadstellen fanden sich anthropogene Spurenstoffe im Untergrund. Diese lagen mehr oder weniger konzentriert vor. Die *Benzotriazole*, *Acesulfam*, *Ciprofloxacin*, *Sulfamethoxazol*, *Galaxolid* und *Sotalol* waren sowohl in den Eluat- als auch in den Bodenproben unter den TOP-5-Stoffen (höchste Konzentrationen im Mittelwert) zu finden. Nicht eine der zwanzig Probenahmestellen erwies sich als unbelastet von anthropogenen Stoffen. Eine zufällige, ausnahmsweise Belastung des Untergrundes lag nicht vor, sondern eine systematische Belastung von anthropogenen Stoffen infolge exfiltriertem Abwasser **/9/**.

Die Untersuchungsergebnisse der letzten zehn Standorte/Probenahmen aus dem Vorprojekt mit nahezu identischem Parameterumfang flossen in die Aus- und Bewertung dieses Vorhabens mit ein. Von Bedeutung für das landesweite Monitoring waren neben den reinen Analysergebnissen insbesondere die im Vorprojekt gesammelten Erfahrungen hinsichtlich Ermittlung geeigneter Schadstellen, Freilegen der Schadstellen, Rammkernsondierung, Sicherstellung des Bodenmaterials, zu untersuchende Parameter und Probenaufbereitung.

2.1.6 Sickerwasserprognose (verbal-argumentativ und ALTEX-1D)

Für alle Standorte, an denen die gemessenen Eluatkonzentrationen in mindestens einem Fall über dem parameterspezifische Beurteilungswert (vgl. **Kapitel 2.3**) lagen und keine Grundwasserprobenahme stattgefunden hat, wurde eine Sickerwasserprognose durchgeführt (**Kapitel 3.1.2** sowie **Kapitel 3.1.3**).

Gemäß § 4 Abs. 2 BBodSchV ist im Hinblick auf eine Gefahrenbeurteilung für das Grundwasser *im Einzelfall zu ermitteln, ob die Schadstoffkonzentration im Sickerwasser auch am Ort der Beurteilung den Beurteilungswert übersteigt.*

Die Sickerwasserprognose dient gemäß § 2 Nr. 5 BBodSchV **/22/** „*der Abschätzung der von einer Verdachtsfläche [...] ausgehenden oder in überschaubarer Zukunft zu erwartenden Schadstoffeinträge über das Sickerwasser in das Grundwasser, unter Berücksichtigung von Konzentrationen und Frachten und bezogen auf den Übergangsbereich von der ungesättigten zur wassergesättigten Zone*“. Dieser ist als Ort der Beurteilung definiert.

Da der Übergang von der ungesättigten zur gesättigten Bodenzone *in der Regel nicht sicher bestimmt werden kann und dieser Bereich meist verhältnismäßig klein ist, kann er bei einem freien Grundwasserspiegel mit dem Grundwasserstand gleichgesetzt werden* **/25/**. Der mittlere Grundwasserhöchststand am betrachteten Standort wird der Sickerwasserprognose als Ort der Beurteilung zugrunde gelegt **/23/**.

Die Sickerwasserprognose erfolgt auf der Grundlage der Bodenuntersuchungen gemäß der „Arbeitshilfe Sickerwasserprognose bei orientierenden Untersuchungen“ **/23/** in den Schritten:

- (1) Beschreibung des Schadstoffinventars auf der Grundlage der Feld- und Laborergebnisse
- (2) Bestimmung des Freisetzungsverhaltens/der Mobilisierbarkeit der Schadstoffe mit dem Ziel der Abschätzung des Schadstoffaustrags aus der kontaminierten Bodenzone
- (3) Ermittlung der Rückhalte- und Abbauprozesse in der ungesättigten Bodenzone zwecks Abschätzung der Schutzfunktion der ungesättigten Zone sowie
- (4) Abschätzung des Schadstoffeintrags in das Grundwasser bzw. einer Prüf-/Beurteilungswertüberschreitung am Ort der Beurteilung derzeit oder für die überschaubare Zukunft

Ist danach eine Überschreitung des Beurteilungswertes am Ort der Beurteilung nicht wahrscheinlich (**nicht zu erwarten**), gilt der Verdacht einer Grundwassergefährdung für den betrachteten Standort als ausgeräumt.

Ist eine Überschreitung des Beurteilungswertes am Ort der Beurteilung wahrscheinlich (**zu erwarten**), liegt ein hinreichender Verdacht für eine Grundwassergefährdung vor.

In den Fällen, in denen die Überschreitung des Prüf-/Beurteilungswertes am Ort der Beurteilung mit den Bodenuntersuchungen nicht abschließend zu beurteilen (**nicht auszuschließen**) war, sind in der Regel weitere Sachverhaltsermittlungen notwendig.

Im Rahmen der hier durchgeführten Sickerwasserprognose wird standort- und parameterbezogen zunächst verbal-argumentativ die Wahrscheinlichkeit abgeschätzt, mit der ein Eintrag der Schadstoffe in das Grundwasser zu erwarten ist. Es werden dabei u. a. alle für die Schritte (2) und (3) relevanten Parameter ermittelt bzw. abgeschätzt (Stoffdaten in **Tabelle 3-9** bis **Tabelle 3-12**, Standortfaktoren in **Tabelle 3-13** bis **Tabelle 3-17** in **Kapitel 3.1.2**).

Sind die verfügbaren Daten lückenhaft oder als unsicher einzuschätzen, erfolgt eine „worst case“-Betrachtung. Dabei werden die für den Standort und den Schadstoff ungünstigeren Eigenschaften im Hinblick auf Rückhalt und / oder Abbau angenommen. Ist selbst danach eine Überschreitung des Beurteilungswertes am Ort der Beurteilung nicht zu erwarten bzw. liegen die prognostizierten Schadstoffkonzentrationen unter den entsprechenden Beurteilungswerten, „kann der Verdacht auf eine schädliche Bodenveränderung ... als ausgeräumt gelten“ /28/.

Die folgenden relevanten **Stoffeigenschaften** wurden betrachtet:

Sorptionsstärke

Das Maß für die Fähigkeit der Stoffe an Bodenpartikel zu adsorbieren; Die Zusammensetzung des Sediments und die Eigenschaften des Stoffs bestimmen wesentlich die Sorptionsprozesse zwischen Stoff und Bodenmaterial und damit auch wesentlich die Geschwindigkeit des Stofftransportes. Als wichtigste Sorptionsmechanismen sind chemische (z. B. kovalente und elektrostatische) Wechselwirkungen und physikalische (schwache intermolekulare/van der Waals) Wechselwirkungen zu nennen. Die Sorption erfolgt in der ungesättigten Bodenzone hauptsächlich durch Tonminerale und organische Substanz.

Zur Abschätzung der Sorptionseigenschaften stehen auf der Grundlage der Feld- und Laboruntersuchungen u. a. die Parameter *Bodenart und Tongehalt*, *C_{org}-Gehalt*, *pH-Wert* sowie *Lagerungsdichte* zur Verfügung, wobei insbesondere der Anteil der organischen Substanz (Huminstoffe etc.) im Boden entscheidend für das Ausmaß der Sorption organischer Schadstoffe ist und in der Regel beschrieben wird durch eine lineare Sorptionsisotherme entsprechend der Beziehung

$$\text{Verteilungskoeffizient } K_d \text{ [l/kg]} = \text{stoffspezifischer } K_{oc} \text{ -Wert [l/kg]} \cdot C_{org} \text{ [-]}.$$

Böden mit einem Anteil an organischem Kohlenstoff von weniger als 0,1% sorbieren organische Schadstoffe schlecht /26/.

Tabelle 2-3: Einstufung der Sorptionsstärke in Abhängigkeit der K_{oc} -Werte nach /54/

K_{oc} [l/kg]	Sorptionsstärke	$\log K_{oc}$ [-]
<100	sehr gering	< 2,0
100 - 300	gering	2,0 - 2,5
300 - 1.000	mittel	2,5 - 3,0
1.000 - 10.000	stark	3,0 - 4,0
> 10.000	sehr stark	> 4,0

Wasserlöslichkeit

Die Wasserlöslichkeit organischer Substanzen hängt stark von dem Grad ihrer Polarität ab. Viele organische Stoffe sind relativ unpolare Substanzen, daher wenig wasserlöslich (hydrophob) und neigen dazu, sich an unpolaren Substanzen, wie z. B. den Huminstoffen, anzulagern. Polare organische Verbindungen treten mit den Wasserdipolen in Wechselbeziehung und sind deshalb als Moleküle gut löslich (hydrophil, LEWANDOWSKI ET AL. (1997) in /29/).

Mobilität

Die Beziehung zwischen Wasserlöslichkeit, *Octanol*/Wasser-Verteilungskoeffizient K_{ow} , Sorption und Transport kann nach /30/ wie folgt beschrieben werden: Je niedriger die Wasserlöslichkeit eines Stoffes, desto höher ist i. d. R. seine Sorption im Boden und je langsamer der Transport bzw. je besser wasserlöslich, desto schneller ist der Transport mit dem Bodenwasser in tiefere Bodenschichten bis zur Grundwasseroberfläche.

Eine Erhöhung der Mobilität der organischen Substanzen ist zusätzlich durch grenzflächenaktive Substanzen (z. B. Tenside im Abwasser) möglich (LEWANDOWSKI ET AL. (1997) in /29/). Ein schnellerer Stofftransport wäre die Folge.

Tabelle 2-4: Klassifikation der Mobilität in Böden nach (HOLLIS (1991) in /27/)

K_{oc} [l/kg]	Mobilität
< 15	sehr mobil
15 - 74	mobil
75 - 499	mäßig mobil
500 - 4.000	leicht mobil
> 4.000	immobil

Biologische Abbaubarkeit

Nicht nur ein sorptiver Rückhalt an der Bodenmatrix, sondern auch ein mikrobieller Abbau kann zu einer Reduzierung der mit dem Abwasser in den Boden eingetragenen Schadstoffe (Primärschadstoffe) führen.

Die Abbaugeschwindigkeit organischer Stoffe ist häufig gering, weshalb bei kurzen Transportstrecken und / oder gut durchlässigen Böden sind die Verweilzeiten des Sickerwassers in der

Regel zu gering für einen eventuellen Abbau sind. Der Faktor „biologische Abbaubarkeit“ kann somit an Standorten, an denen diese Gegebenheiten vorliegen, grundsätzlich vernachlässigt werden.

Bei ausreichend langen Verweilzeiten im Sediment wird die Abbaubarkeit organischer Stoffe insbesondere durch die Konzentration und die strukturellen Eigenschaften des Stoffes sowie durch das umgebende Milieu (mikrobielle Besiedlung, Temperatur, Redoxmilieu) bestimmt **/29/**.

Neben der mittels OECD-Standardtests nach 28 Tagen ermittelten prozentualen Abbaurate einer Substanz kann auch die Halbwertszeit, d.h. die für einen 50%igen Abbau benötigte Zeit (DT_{50} [d]) zur Abschätzung der biologischen Abbaubarkeit herangezogen werden. Nach **/29/** kann die biologische Abbaubarkeit im Boden wie folgt verbal abgeschätzt werden:

- nicht abbaubar: $DT_{50} > 100$ d (>120 d = persistent, gemäß REACH-Verordnung),
- wenig abbaubar: 10 d $< DT_{50} < 100$ d,
- schnell abbaubar: $DT_{50} < 10$ d.

Die in der Literatur recherchierten Halbwertszeiten der Primärsubstanzen sind in Abhängigkeit der Versuchsbedingungen z.T. sehr unterschiedlich. Im Sinne einer „worst case“-Betrachtung werden auch hier wieder die ungünstigeren, d.h. die längeren Halbwertszeiten der betrachteten Substanzen für die Eintragsprognose orientierend berücksichtigt.

Dampfdruck / Henry-Konstante

Das Maß der Flüchtigkeit; hohe Werte begünstigen einen Übergang in die Bodenluft, über die die Stoffe ebenfalls bis zum Grundwasserleiter vordringen können.

Der standortbezogenen verbal-argumentativen Sickerwasserprognose liegt jeweils die Annahme zugrunde, dass keine Sanierung des Schadens und somit ein fortwährender Eintrag der Schadstoffe erfolgt.

2.2 Projektteil B: Belastungen aus Siedlungsgebieten

Im **Projektteil B** wurde ein Grundwassermonitoring im Bereich des oberflächennahen Grundwassers in zwei Siedlungsbereichen Nordrhein-Westfalens durchgeführt. Die Untersuchungen der Grundwasserqualität sollten sich ausschließlich auf die Verbreitungsgebiete von Lockergesteinen/Porengrundwasserleitern bei geringem Flurabstand im urbanen Umfeld konzentrieren. Die Untersuchungsgebiete wurden mit den Mitgliedern des Projektbegleitarbeitskreises abgestimmt.

Die Überprüfung der Auswirkungen diffuser Abwassereinträge aus nicht-öffentlicher Kanalisation auf das Grundwasser wurde über Untersuchungen an Grundwassermessstellen durchgeführt, die in bebauten Siedlungsgebieten betrieben werden. Die Auswahl der untersuchten Parameter in den Grundwasserproben orientierte sich dabei an den identischen abwassertypischen Inhaltsstoffen, wie sie auch an den Bodenproben untersucht worden sind (vgl. **Tabelle 2-1** in **Kapitel 2**). Hinzu kam im Projektverlauf und nach entsprechender Abstimmung mit dem Projektbegleitkreis die Analyse des Komplexbildners EDTA.

Die Siedlungsgebiete wurden unabhängig von konkreten Schadensfällen ausgewählt. Der Fokus lag dabei auf dem gesamten, unter einem Siedlungsgebiet abströmenden Grundwasser. Voraussetzung für diese Untersuchungen war die Funktionstüchtigkeit der öffentlichen Kanalisation. Es wurden nur Siedlungsgebiete untersucht, in denen die öffentliche Kanalisation vorwiegend in den Zustandsklassen „ohne Mangel“ und „geringfügiger Mangel“ bewertet worden ist. So können positive Befunde von Substanzen, die aus Abwasser stammen, auf den Eintrag aus privaten Anschlussleitungen zurückgeführt werden.

2.2.1 Auswahl der Siedlungsgebiete

Für die erste Auswahl von möglichen Siedlungsgebieten erfolgte eine Recherche der hydrogeologischen Verhältnisse (insbesondere Flurabstand), der bodenkundlichen 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 recherchiert, die ein potenzielles Untersuchungsgebiet im Kontext der hier anstehenden Frage aufweisen muss (Kanalisation über dem Grundwasser, ältere Bausubstanz im Siedlungsbereich, keine Altablagerungen und Altstandorte etc.).

Die benötigten Informationen wurden dem Fachinformationssystem *ELWAS /33/*, den Daten nach *CORINE Landcover 2006 /32/*, den landesweit vorliegenden Bodenkarten */34/*, den Angaben zum Gewässernetz NRW sowie aus entsprechend angefragten Datensätzen der Wasserverbände und -versorgungsunternehmen entnommen. Insgesamt wurden 29 Kanalbetreiber auf ihre Zustandserfassung der Schmutz- und Mischwasserkanalisation angefragt.

Die **Abbildung 2-2** zeigt den Entscheidungsbaum, über den die Recherche geeigneter Siedlungsgebiete erfolgte.

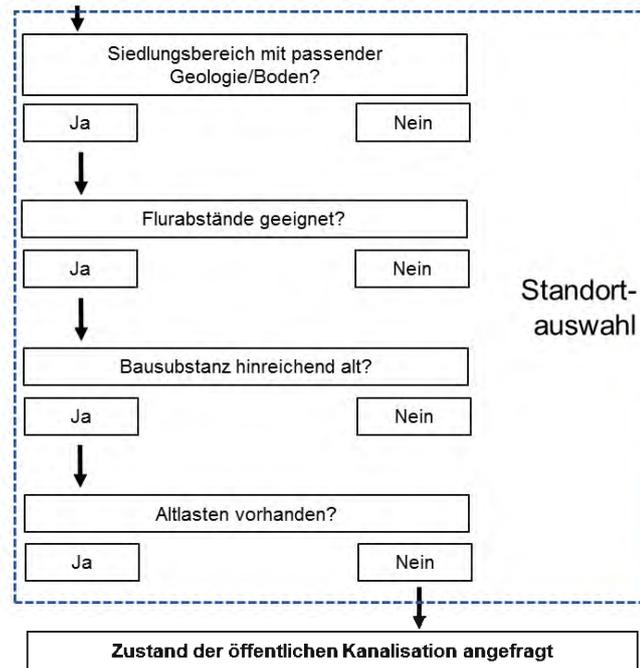


Abbildung 2-2: Entscheidungsbaum zur Abfrage von Kriterien bei der Recherche von Siedlungsgebieten

2.2.2 Prüfung der Standortfaktoren

Über das Fachinformationssystem *ELWAS* wurden im gesamten Gebiet von NRW Siedlungsgebiete gesucht, die eine Untersuchung des Einflusses von undichten nicht-öffentlichen Hausanschlüssen auf das Grundwasser erlauben. Die nötigen Randbedingungen für eine solche Untersuchung werden im Folgenden beschrieben.

Durchlässiger Untergrund

Die Standorte wurden primär in Lockergesteinsgebieten gesucht, die auf sandigen und kiesigen Ausgangsmaterialien entstanden sind und damit aus hydrogeologischer Sicht grundsätzlich als empfindlich für Verunreinigungen zu bewerten sind. Die Auswahl basierte im Wesentlichen auf bodenkundlichen Beschreibungen, die aus Bodenkarten und Bohrprofilen entnommen wurden (u. a. /34/). Teilweise standen hydraulische oder hydrologische Kennwerte zur Verfügung, die die Durchlässigkeit des Untergrundes beschreiben. Einige Kommunen führen ein Umweltkataster bei dem die Schutzfunktion der Böden für das Grundwasser erfasst ist. Eine geringe Schutzfunktion deutet auf ein hohes Risiko für Stoffeinträge hin. In den Fällen, in denen Daten zur Schutzfunktion des Bodens vorlagen, flossen diese in die Auswertung im Rahmen der Standortsuche ein. Siedlungsgebiete mit vorwiegend bindigen Böden, die auf eine geringe hydraulische Leitfähigkeit hinweisen, wurden ausgeschlossen.

Kluft- und Karstgrundwasserleiter transportieren Einträge von der Oberfläche aufgrund ihrer hohen Durchlässigkeit zwar relativ schnell, sind jedoch aufgrund der komplexen Fließwege

nicht für die Untersuchung der Immissionsseite geeignet, da eine genaue Festlegung des Einzugsgebietes einer einzelnen Messstelle schwierig ist.

Flurabstand

Für eine Abschätzung der Flurabstände wurde neben dem Fachinformationsdienst *ELWAS* bzw. den dort genannten Wasserständen auch entsprechende Angaben aus der landesweit vorliegenden Bodenkarte 1 : 50.000 verwendet (insb. Grundwasserstufe *I34/*). Andere Quellen waren Grundwassergleichenpläne oder weitere, dem *IWW* bereits vorliegende, Daten.

Die Abstände wurden so gewählt, dass ein potenzieller Eintrag aus undichten Kanälen nur wenige Meter bzw. maximal 10 m betragen sollte. So wurde die Bodenpassage bis zum Auftreten des Sickerwassers auf die Grundwasseroberfläche begrenzt. Der Mindestflurabstand wurde mit 3 m angesetzt, um zu gewährleisten, dass die Kanalisation in der Mehrzahl der Fälle über dem Grundwasser liegt. Da die Tiefe der Abwasserleitungen allerdings von Kommune zu Kommune stark variieren kann (bis zu fünf Meter unterhalb der Geländeoberkante vgl. **Tabelle 3-2 in Kapitel 3.1**), wurde über diese Randbedingung einzelfallspezifisch entschieden. Weiterhin kam es vor, dass die öffentliche Kanalisation lokal auch im Grundwasser lag, so dass es zu einer Infiltration von Grundwasser in den Schmutzwasserkanal kommt und die der Kanal bei entsprechender Undichtigkeit eine Vorflutfunktion entwickelt. Fälle mit einer derartigen hydraulischen Situation wurden als potenzielles Gebiet verworfen.

Höhenlage der Kanalisation

Einträge von Abwasser aus undichten Kanalleitungen in das Grundwasser erfolgen nur dann, wenn die Kanalisation über dem Grundwasserspiegel liegt (Exfiltration). Im umgekehrten Fall kommt es zur Infiltration von (unbelastetem) Grundwasser in den Kanal und damit zu einer Verdünnung des Abwassers. Bei allen Betrachtungen wurde daher auch die Tiefe der Kanalleitungen geprüft. Bei Flurabständen von mehr als 4 m wurde davon ausgegangen, dass dieses Kriterium erfüllt ist und der Kanal dauerhaft oberhalb des Grundwassers liegt.

Grundwasserströmung

Um die Grundwasserqualität im zu betrachtenden Siedlungsbereich festzustellen, wurden ausschließlich Messstellen ausgewählt, die innerhalb der Siedlung oder damit im Abstrom bebauter Bereiche liegen. Die Strömung wurde aus vorliegenden Grundwassergleichenkarten oder aus hydrogeologischen Detailbetrachtungen der jeweiligen Betreiber ermittelt.

Altablagerungen und Altstandorte

Informationen zu Altablagerungen und Altstandorten wurden bei den zuständigen Behörden angefragt (Amt für Grünflächen, Umweltkataster). Die Anfragen erfolgten nach einer bis dahin

erfolgreichen Gebietsauswahl. Die Nachfragen hatten lediglich informativen Charakter und beinhalteten keine personenbezogenen Daten.

Wichtig für die Betrachtungen waren insbesondere die Flächen, auf denen zu einem früheren Zeitpunkt Boden entnommen und dann wieder u. a. mit Siedlungsabfällen verfüllt worden ist. Bauschutt und Boden waren in diesem Zusammenhang nicht relevant. Standorte, die organische Schadstoffe oder Schwermetalle im Untergrund angereichert haben könnten (z.B. Tankstellen), stellten kein Ausscheidungskriterium dar, da kein Eintrag der hier betrachteten Parameter zu erwarten ist.

Messstellennetz

Die Ermittlung der Grundwasserqualität sollte über Messstellen erfolgen, die aufgrund ihres Ausbaus den obersten Teil eines Grundwasserleiters erfassen. Flaches Grundwasser weist das höchste Risiko für Einträge aus einer undichten privaten Kanalisation auf. Erwartungsgemäß wären hier die höchsten Konzentrationen zu messen. Es wurden daher ausschließlich Messstellen mit flacher Verfilterung ausgewählt (ca. 4 - 10 m unter Geländeoberkante, Filteroberkante ca. 3,9 - 9,5 m u. GOK, Filterunterkante 6,0 - 10,0 m u. GOK, in drei Fällen bis ca. 11,5 m u. GOK).

Zur Recherche vorhandener Messstellen wurde in einem ersten Schritt das Fachinformationssystem *ELWAS* genutzt. Die Verfügbarkeit weiterer Messstellen sowie deren Ausbau und Funktionstüchtigkeit erfolgt anhand entsprechender Anfragen bei den ansässigen Stadtwerken oder Städten bzw. den jeweiligen Wasserverbänden. Die Auswahl wurde auf Messstellen begrenzt, die zu Zwecken der Qualitäts- und Wasserstandserfassung betrieben werden. Schachtbrunnen und andere Bauwerke, die keine exakt definierte Entnahme erlauben, wurden nicht miteinbezogen.

Siedlungsbereiche, Zustand der öffentlichen Kanalisation

Für die vorliegenden Untersuchungen wurden Siedlungsbereiche recherchiert, die neben einer hohen Siedlungsdichte auch eine Bausubstanz aufwiesen, die zumindest teilweise im Bereich von 30 Jahren liegt **/35/**. Der Anteil an Neubaugebieten sollte hingegen möglichst gering sein. Laut einer aktuellen DWA-Untersuchung lag das durchschnittliche Alter der öffentlichen Kanalisation im Jahr 2013 bei etwa 40 Jahren **/36/**.

Das Screening abwasserbürtiger Substanzen im Grundwasser bzw. die Zuordnung potenzieller Nachweise mit defekten privaten Hausanschlüssen setzt einen geringen bis nicht vorhandenen Eintrag aus Leckagen der öffentlichen Abwasserleitungen voraus. Daher kamen nur Siedlungsgebiete mit weitgehend dichter öffentlicher Kanalisation in Frage. Angaben zur Dichte als Einzelkriterium waren in der Regel allerdings nicht immer verfügbar. Zudem erwies

sich die Datenlage bei den Kanalnetzbetreibern aufgrund verschiedener Standards als zum Teil sehr heterogen. Ein Grund hierfür ist ein Wechsel in der Zustandsklassifizierung mit Einführung der DIN EN 13508-2 im Jahr 2003. Zuvor wurde die Zustandsbewertung gemäß ATV-M 143-2 durchgeführt, bei der die Auswahlmöglichkeiten zur Schadenscharakterisierung gering waren **/37/**. Dies führte dazu, dass das Kriterium „Dichtheit“ nicht immer erfasst wurde. In diesem Fall lagen die für die Fragestellung erforderlichen Hinweise nicht vor. Erst mit Einführung der DIN EN 13508-2 wurde ein europaweiter Standard für die Inspektion von Entwässerungssystemen erstellt, welcher das alte Inspektionsmodell nach **/37/** abgelöst hat. Schließlich wurde die Klassifizierung der Kanäle durch das neue Merkblatt DWA M 149-3 ersetzt, das nicht nur auf der DIN beruht, sondern auch eine detailliertere Erfassung und Bewertung von Schäden erlaubt **/38/**. Das Merkblatt sieht für die bautechnische Zustandsklassifizierung eine Einzelschadensbewertung nach Dichtigkeit, Standsicherheit und Betriebssicherheit vor. Aufbauend auf dieser Wichtung werden Kanalleitungen schacht- bzw. haltungsweise in sechs Zustandsklassen eingeteilt (**Tabelle 2-5**). Innerhalb eines Siedlungsgebietes ist es daher möglich, dass sowohl die alte (ATV-M 143-2) als auch die neuen Zustandsklassifizierungen nach DIN EN 13508-2 bzw. DWA M 149-3 verwendet wurden. Eine Vergleichbarkeit ist daher nicht immer möglich.

Tabelle 2-5: Zustandsbeurteilung einer Kanalisation nach Merkblatt DWA M 149-3 **/38/**

Klasse nach DWA		Handlungsbedarf
5	Keine Mängel	Kein Handlungsbedarf
4	Geringfügiger Mangel	Sehr langfristiger Handlungsbedarf
3	Leichter Mangel	Langfristiger Handlungsbedarf
2	Mittlerer Mangel	Mittelfristiger Handlungsbedarf
1	Starker Mangel	Kurzfristiger Handlungsbedarf
0	Sehr starker Mangel	Sofortiger Handlungsbedarf

Bei den Kanalbetreibern wurde schließlich auch die Betriebsfähigkeit erfragt, zu der in der Regel unabhängig vom Bewertungssystem weitere Angaben gemacht werden konnten.

2.2.3 Ergebnis der Anfragen bei den Kanalnetzbetreibern

Für insgesamt 21 Siedlungsgebiete wurde bei den zuständigen Kanalnetzbetreibern eine Zustandsbeschreibung der öffentlichen Schmutz- und Mischwasserkanäle angefragt. Informationen zu privaten Abwasserleitungen wurden nicht miteingeschlossen. Die Daten lagen in sehr unterschiedlichen Formaten vor. In der Regel konnten Plandarstellungen von Zustandsklassen zur Verfügung gestellt werden, die eine Bewertung von einzelnen Straßenzügen erlaubten.

Die Ergebnisse der Anfragen wurden in **Tabelle 2-6** zusammengefasst. Unter den 21 Anfragen konnten zwei Gebiete identifiziert, in denen die öffentliche Kanalisation den erforderlichen Zustandsklassen entsprach und auch alle weiteren Randbedingungen erfüllt waren (Siedlungsgebiet 1 und 2). Neben den Gründen, warum die weiteren 19 Gebiete letztendlich ausgeschieden sind, wurden einige ausgewählte Kriterien exemplarisch angeführt (Tiefenlage Filterstrecke, Flurabstand und Geologie / Substrat / Genese etc.). Es ist zudem darauf hinzuweisen, dass einige der Gebiete in Wasserschutzgebieten liegen.

Die Zahl der potenziell über eine Beprobung der Grundwasseroberfläche zu untersuchenden Siedlungsgebiete war stark begrenzt. Landesweit standen hierfür trotz umfassender Recherche nur zwei für die Probenahme geeignete Siedlungsgebiete zur Verfügung. Es zeigte sich, dass die beschriebene Zerteilung einer sanierten öffentlichen Kanalisation und potenziell defekter privater Hausanschlüsse in Verbindung mit den sonstigen Kriterien landesweit nur sehr begrenzt gegeben war.

Tabelle 2-6: Siedlungsgebiete mit Anfragen zum Zustand der öffentlichen Kanalisation

Nr.	Siedlungsgebiet	Betreiber öffentliche Kanalisation	Filter GWM (m u. GOK)	Flurabstand (m u. GOK)	Geologie / Substrat / Genese	Eignung	Bemerkung
1	Siedlungsgebiet 1	Dienstleistungsunternehmen	0 - 7	> 4	Terrasse	ja	öffentliche Kanalisation in den erforderlichen Zustandsklassen, nicht alle Randbedingungen erfüllt
2	Siedlungsgebiet 2	Tiefbauamt	0 - 5	1 - 3	Sand / Kies	ja	öffentliche Kanalisation in den erforderlichen Zustandsklassen, nicht alle Randbedingungen erfüllt
3	Viersen	Dienstleister: New	0 - 10	3 - 6	Quartär	nein	abgesagt
4	Krefeld Nord	SWK / Stadt Krefeld	2 - 10	1 - 3	Quartär	nein	Kanalisation nicht in den erforderlichen Zustandsklassen
5	Mönchengladbach (Süd), Wickrath, Hermges	NEW	0 - 13	2 - 5	Terrasse	nein	abgesagt
6	Euskirchen	Städt. Betriebe / Tech. Dienste	0 - 10	1 - 3	Terrasse	nein	Kanalisation nicht in den erforderlichen Zustandsklassen, saniertes Gebiet zu klein
7	Odenkirchen	NEW	0 - 15	5 - 15	Terrasse	nein	abgesagt
8	Wassenberg	Tiefbau / Stadtbetriebe	0 - 25	1 - 10	Tertiär / Quartär	nein	keine Rückmeldung
9	Gütersloh Norden	Tiefbauamt / Abt. Stadtentwässerung	0 - 10	3 - 5	Quartär	nein	keine Exfiltration gegeben
10	Jülich	Tiefbauamt	0 - 150	4 - 6	Terrasse / Löss	nein	Kanalisation nicht in den erforderlichen Zustandsklassen, private Hausanschlüssen parallel mit saniert
11	Duisburg-Rumeln Kaldenhausen	Stadt Duisburg	2 - 15	2 - 6	Terrasse	nein	Kanalisation nicht in den erforderlichen Zustandsklassen
12	Emsdetten	Technische Betriebe	0 - 20	2 - 3	Sand / Kies	nein	Kanalisation nicht in den erforderlichen Zustandsklassen, saniertes Gebiet zu klein
13	Ratingen West	Tiefbauamt / Stadtentwässerung	0 - 16	4 - 8	Terrasse	nein	es liegen keine vollständigen Daten zum Kanalnetz vor
14	Dinslaken	Technisches Rathaus, Fachdienst Tiefbau				nein	Exfiltration nicht gegeben, erforderliche Zustandsklassen fehlen
15	Emmerich	Technische Werke				nein	Kanalisation nicht in den erforderlichen Zustandsklassen
16	Dortmund-Bodelschwingh					nein	keine Exfiltration gegeben, Kanalisation nicht in den erforderlichen Zustandsklassen, nicht alle Randbedingungen erfüllt, abgesagt
17	Kempen	Stadtentwässerung	0 - 8	3 - 5	Terrasse	nein	Kanalisation nicht in den erforderlichen Zustandsklassen
18	Kerken	Stadtentwässerung		1 - 6	Geschiebe, Sander	nein	Randbedingungen nicht erfüllt
19	Brüggen / Bracht	Tiefbauverwaltung, technische Bauverwaltung		3 - 12	Braunerden	nein	Kanalisation nicht in den erforderlichen Zustandsklassen
20	Wegberg			2 - 7		nein	Kanalisation nicht in den erforderlichen Zustandsklassen, Daten unvollständig
21	Dorsten/Rhade	Stadtentwässerung				nein	Kanalisation nicht in den erforderlichen Zustandsklassen

GWM: Grundwassermessstelle GOK: Geländeoberkante

2.2.4 Untersuchungsumfang und -methoden

In zwei Siedlungsgebieten wurde an insgesamt 19 Stellen der Zustrom der dort betriebenen Grundwassermessstellen beprobt und u. a. auf das in der **Tabelle 2-1** dargestellte Parameterspektrum analysiert. Die Analyse der Grundwasserproben erfolgte analog zu den Proben aus Projektteil A (siehe **Kapitel 2.1.4**) Die Proben wurden zunächst durch *IUTA* aliquotiert und anschließend ohne allgemeine Probenvorbereitung der jeweiligen Analytik zugeführt. Die Aufarbeitung erfolgte methodenspezifisch, wie sie bereits in **Kapitel 2.1.4** beschrieben wurde.

Die Wasserproben wurden mittels Saug- bzw. Unterwasserpumpe entnommen, wobei standardmäßig die Unterwasserpumpe eingesetzt wurde. Die Saugpumpe kam nur bei Nennweiten < DN 50 zum Einsatz. Die Unterkante der in der Messstelle eingebauten Filterstrecken lag mehrheitlich oberhalb einer Tiefe von ca. 10 m unter Flur. Es wurden ausschließlich Messstellen beprobt, zu denen die erforderlichen Ausbaudaten vorlagen. Im Siedlungsgebiet 1 wurden Wasserproben an 10 Grundwassermessstellen und 2 Pumpanlagen gewonnen, im Siedlungsgebiet 2 wurden sieben Grundwassermessstellen beprobt. Details hierzu finden sich in den folgenden Kapiteln.

2.2.5 Siedlungsgebiet 1

Das Siedlungsgebiet 1 kennzeichnet eine Bebauung, die weitgehend jünger als 50 Jahre ist und damit eine der hier gestellten Anforderungen erfüllt. Laut der Zustandserfassung der öffentlichen Kanäle im Gebiet besteht kein Handlungsbedarf zur Sanierung. Hausanschlüsse wurden in diesem Bereich nicht untersucht, Einträge aus undichten Leitungen können daher nicht ausgeschlossen werden. Das Gebiet liegt auf gut durchlässigen, quartären Terrassenablagerungen. Aus diesem bodenbildenden Ausgangssubstrat sind weitgehend Braunerden hervorgegangen. Es wurde der Zustrom von insgesamt zehn Grundwassermessstellen beprobt. An zwei weiteren Stellen wird das Grundwasser durch Pumpanlagen der *LINEG* gefasst und reguliert (sog. PAG). Ziel dieser Maßnahme ist die Flurabstandsregulierung des Grundwassers. Der Förderstrom der Anlagen wurde ebenfalls beprobt.

Die generelle Grundwasserströmung verläuft von Süd nach Nord. Hydrogeologisch ist das Gebiet durch eine permanente Wasserhaltung der *LINEG* geprägt, wobei Flurabstände von ca. 4 - 6 m unter Geländeoberkante (GOK) eingestellt werden. Die Filterstrecken der beprobten 10 Grundwassermessstellen liegen bei ca. 4 - 11 m u. GOK. Der Ausbau der Messstellen ist damit geeignet, mögliche Belastungen im Bereich der Grundwasseroberfläche zu erfassen. Die Beprobung der PAG's ermöglicht einen integrierten Blick auf das Belastungsbild im Siedlungsbereich. Der Zustand des neugebildeten Grundwassers wird über das beschriebene Vorgehen ausreichend und repräsentativ erfasst.

die sich in einer primär linearen Struktur über etwa 60 Kilometer erstrecken. Die Sedimente bilden einen wichtigen Grundwasserleiter der Region. Im Siedlungsgebiet selbst werden die Ablagerungen durch z. T. lehmige Sedimente begrenzt, die im Zuge des Vorstoßes einer saalezeitlichen Grundmoräne in das Gebiet transportiert wurden.

Die Schmutz- und Regenwasserkanalisation wird vom zuständigen Tiefbauamt betrieben. Sie wurde weitgehend mit den Zustandsklassen 3 und 4 bewertet (**Abbildung 2-5**). Sämtliche Muffen und Rohrleitungen wurden in den zurückliegenden zwanzig Jahren mehrmals auf Dichtheit überprüft, wobei der Schwerpunkt auf den Leitungen innerhalb des Wasserschutzgebietes lag. Undichte Stellen wurden per Injektionsverfahren abgedichtet und abermals geprüft. Es ist davon auszugehen, dass für die Kanalisation kein baulicher oder betrieblicher Sanierungsbedarf besteht. Im Siedlungsgebiet liegt ein Großeinleiter (Krankenhaus).



Abbildung 2-5: Zustand der öffentlichen Kanalisation im Siedlungsgebiet 2 (bewertet nach DWA-M 149 /38/)

Basierend auf den Daten vom Zensus 2011 erfolgte eine Abschätzung des Alters der Bebauung. Etwa 20% wurde vor dem 01.01.1965 errichtet, 52% wurden vor dem 31.12.1989 erbaut. Rückmeldungen über den Zustand der vor 1965 erbauten privaten Hausanschlüsse bzw. deren Sanierungsstand, liegen nicht vor /39/.

Hydrogeologisch ist das Siedlungsgebiet klar abgrenzbar. Das Grundwasser strömt generell von Süd nach Nord, wobei es örtlich zu einer lokalen Ablenkung kommen kann, u. a. durch Absenkungen im Bereich von Förderbrunnen. Im Zentrum der Siedlung liegt der höchste Punkt der Isohypsen im Bereich einer morphologischen Erhebung. Ein entsprechender Grundwas-

sergleichenplan wurde zur Verfügung gestellt. Diese markiert den Bereich, für den mit tendenziell jungem Grundwasser zu rechnen ist. Die in der **Abbildung 2-6** gezeigten und am 31.08.2016 beprobten Grundwassermessstellen (n = 7) werden aufgrund ihrer Lage im Wasserschutzgebiet überwiegend vom zuständigen Wasserversorgungsunternehmen betrieben. An den gezeigten Messstellen wurde die **Filterstrecke** oberflächennah, d. h. < 10 m u. GOK eingebaut. Die **Abbildung 2-7** vermittelt einen Eindruck von der Beprobung, den angetroffenen Messstellen sowie der Art der Bebauung. Die entsprechenden Protokolle sind in **Anhang 80** aufgeführt.



Abbildung 2-6: Grundwasserströmung und beprobte Messstellen im Siedlungsgebiet 2



Abbildung 2-7: Probenahme Grundwasser, 31.08.2016, Siedlungsgebiet 2 (©Fotos: IWW)

2.3 Ableitung von Beurteilungswerten

Zur Bewertung der im Rahmen dieser Studie gewonnenen Ergebnisse galt es, die in der wässrigen Phase gemessenen Konzentrationen mit allgemein gültigen Beurteilungswerten zu vergleichen. Als Ort der Beurteilung wurde die *Grundwasseroberfläche* unter der jeweiligen Schadstelle bzw. in dem untersuchten Siedlungsgebiet festgelegt. Primär wurden die entsprechenden Ergebnisse aus den Wasser- und (Boden-) Eluatuntersuchungen hinzugezogen.

Bei einer Freisetzung von Stoffen in die Umwelt gilt als wasserrechtlicher Bewertungsmaßstab, dass eine nachteilige Veränderung der Grundwasserqualität nicht zu besorgen sein darf (§ 48 Abs. 1 WHG /40/). Nachteilige Veränderungen der chemischen Grundwasserbeschaffenheit liegen i.d.R. vor, wenn es bei einem oder mehreren Wasserinhaltsstoffen zur Überschreitung der jeweils festgelegten Geringfügigkeitsschwelle (GFS) kommt. Diese ist definiert als die Konzentration, bei der trotz einer Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber regionalen Hintergrundwerten keine relevanten ökotoxischen Wirkungen auftreten können und die Anforderungen der Trinkwasserverordnung oder entsprechend abgeleiteter Werte eingehalten werden /41/. Damit soll das Grundwasser überall für den menschlichen Gebrauch als Trinkwasser nutzbar bleiben und der Lebensraum Grundwasser als Bestandteil des Naturhaushalts intakt gehalten werden.

In diesem Projekt kam das hierarchisch aufgebaute Konzept zur Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser zur Anwendung **/41/**. Dabei gilt, dass bei unterschiedlichen Beurteilungswerten für das Schutzgut Mensch (Trinkwasser) bzw. Ökotoxikologie (u.a. aquatische Toxizität) der Geringfügigkeitsschwellenwert immer dem niedrigeren Wert entspricht. Liegen nur ökotoxikologische Daten vor, muss dennoch das Schutzgut Mensch (Trinkwasser) ausreichend Berücksichtigung finden. Aus diesem Grund wird nach dem Geringfügigkeitsschwellenwertkonzept der LAWA **/41/** das so genannte GOW-Konzept (GOW: Gesundheitlicher Orientierungswert) des Umweltbundesamtes **/42/** zur Beurteilung bisher humantoxikologisch nicht oder nur teilweise bewerteter Stoffe herangezogen. Da nicht für alle zu bewertenden Stoffe ein GOW vom UBA abgeleitet wurde, wird an dieser Stelle das GOW-Konzept durch den in Nordrhein-Westfalen geltenden „Trinkwasserspezifischen Zielwert“ (TWZ_{mittel}) ergänzt. Beim TWZ werden alle für das Schutzgut Mensch analog zur TrinkwV abgeleiteten Werte (Trinkwassergrenzwerte, Trinkwasserleitwerte, gesundheitliche Orientierungswerte, allgemeine Vorsorgewerte, spezifische Vorsorgewerte gemäß MUNLV-Konzept „Reine Ruhr“) unter dem Oberbegriff „trinkwasserspezifischer Zielwert“ zusammengefasst und vom LANUV gelistet.

Bei fast allen der hier betrachteten Parametern erwies sich das Schutzgut Mensch (Trinkwasser) als der sensibelste Rezeptor (oder es war noch kein ökotoxikologischer Schwellenwert vorhanden), so dass nach dem Geringfügigkeitsschwellenkonzept der LAWA der jeweilige trinkwasserspezifische Zielwert (hier: „TWZ“) als Beurteilungsgrundlage zu verwenden war (Ausnahmen: EEQ, Triclosan). Dabei schließt entsprechend dem Geringfügigkeitsschwellenkonzept der LAWA **/41/** somit das GOW-Konzept des Umweltbundesamtes (bzw. hier: die Verwendung des jeweiligen Trinkwasserspezifischen Zielwertes in Anlehnung an das MUNLV-Programm „Reine Ruhr“ **/43/ /44/** in Bezug auf die hier diskutierten Stoffe die Lücke, die bei alleiniger Berücksichtigung der bestehenden Grenz- und Schwellenwertkataloge der Grundwasserverordnung, Oberflächengewässerverordnung und Trinkwasserverordnung bestanden hätte **/45/ /46/ /47/ /48/**.

Damit wurde dem Anspruch des WHG (§ 48), der EU-Grundwasserrichtlinie (Richtlinie zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung) und der deutschen Grundwasserverordnung (§ 13) genüge geleistet, dass die Konzentration naturferner und anthropogen eingetragener, potenziell schädlicher Stoffe im Grundwasser (im Bereich der Eintrittsstelle, d.h. am „Ort der Beurteilung“) nur so hoch ausfallen darf, dass eine uneingeschränkte Nutzung des Grundwassers gewährleistet bleibt.

Die durch das LANUV NRW bereitgestellte Liste enthält für alle in diesem Projekt ausgewählten abwassertypischen Indikatorparameter entsprechende Beurteilungswerte für den Schutz des Grundwassers vor schädlicher Veränderung durch anthropogene Schadstoffeinträge. Die

Herleitung dieser Beurteilungswerte erfolgte nach dem oben beschriebenen Verfahren (d.h. grundsätzlich gemäß dem Geringfügigkeitsschwellenkonzept der /41/, wobei zur Bewertung bislang nicht nach TrinkwV geregelter Stoffe für das Schutzgut Trinkwasser jeweils vorhandene Trinkwasserleitwerte, GOW oder stoffspezifische Vorsorgewerte nach dem Konzept „Reine Ruhr“ verwendet wurden. Diese Kriterien entsprechen auch nach BBodSchV den Vorsorge-bezogenen Anforderungen für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser. Werte für andere Wirkungspfade nach BBodSchV existierten für diese Stoffe nicht. Die zeigt die für die weitere Bewertung verwendeten Werte.

Tabelle 2-7: Geringfügigkeitsschwellenwerte der untersuchten Analyten (= Beurteilungswert BW, nach /49/)

Stoffgruppe	Parameter	Beurteilungswert [ng/l]	Herkunft
Antibiotika	Sulfamethoxazol	100	TWZ
	Acetyl-Sulfamethoxazol	100	TWZ
	Ciprofloxacin	100	TWZ
	Erythromycin	100	TWZ
Antiepileptikum	Carbamazepin	300	TWZ
Schmerzmittel	Diclofenac	300	TWZ
	Phenazon	300	TWZ
Betablocker	Metoprolol	100	TWZ
	Atenolol	100	TWZ
	Propranolol	100	TWZ
	Sotalol	100	TWZ
Süßstoff	Acesulfam	10.000	TWZ
Korrosions- schutzmittel	1H-Benzotriazol	3.000	TWZ
	∑ 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol	3.000	TWZ
Östrogene	17β-Estradioläquivalent-kon- zentration (EEQ) β	0,40	UQN OGewV (Beobachtungsliste)
Duftstoff	Galaxolid	100	TWZ
	Tonalid	100	TWZ
Stimulant	Coffein	10.000	TWZ
Komplexbildner	EDTA	10.000	TWZ
Desinfektion	Triclosan	20	OGewV 2016 Anlage 6
Tensid	TMDD	10.000	TWZ
Antidiabetikum (inkl. Trans- formationsprodukt)	Metformin	1.000	TWZ
	Guanylharnstoff	100	TWZ

3 Ergebnisse

3.1 Projektteil A: Belastungen aus schadhafte Hausanschlüssen

Im Projektverlauf sowie im Vorprojekt wurden an insgesamt 29 Standorten mit schadhafte, privaten HAL Wasser- und Bodenproben entnommen. Die dargestellte Ergebnisse basieren auf den Untersuchungen an insgesamt 29 Standorten, von denen zehn im Vorprojekt (s. **Kapitel 2.1.5**) und 19 im Hauptprojekt (s. **Kapitel 2.1.2**) entnommen wurden. Die Standorte, an denen im Rahmen des Monitorings Beprobungen durchgeführt wurden, zeigt **Abbildung 3-1**.



Abbildung 3-1: Lage der realisierten Untersuchungsstandorte mit konkreten Schadstellen (grüne Punkte, 10 Standorte des Vorprojekts sowie 19 Standorte aus Projektteil A des Hauptprojekts) sowie urban beeinflusste Siedlungsgebiete (gelbe Punkte, Projektteil B) in Bezug auf die Bebauung nach CORINE Landcover 2006 /32/

In der **Abbildung 3-1** wurden neben den Untersuchungsstandorten die Landesgrenzen Nordrhein-Westfalens, die Regierungsbezirke, das Gewässernetz wichtiger Vorfluter sowie die nach CORINE Landcover 2006 ausgewiesenen Siedlungsbereiche dargestellt. Es werden die Untersuchungsstandorte mit der Entnahme von Wasser- und Bodenproben an offenen Baugruben (Projektteil A, grün) von den zwei Siedlungsgebieten mit der ausschließlichen Entnahme von Grundwasser an Grundwassermessstellen (Projektteil B, gelb) unterschieden.

Bei der Probenahme im Teil A wurden die folgenden Entnahmehorizonte, Medien und Aufbereitungsmethoden unterschieden:

- Wasser (unter der Schadstelle, soweit innerhalb der offenen Baugrube vorhanden; ges. fünf Wasserproben)
- Boden (unter / unmittelbar neben der Schadstelle; Entnahme in folgenden Schrittweiten: 0 - 10 cm, 10 - 40 cm, 40 - 100 cm, 100 - 200 cm, 300 - 400 cm; ges. 86 Bodenproben, Aufbereitung der Proben in wässriger Lösung zum Eluat)
- Boden (wie zuvor; ges. 86 Bodenproben, Aufbereitung der Proben mit Methanol zum ASE-Extrakt).

Die Anzahl der realisierten, tiefengestaffelten Proben je Standort variiert in Abhängigkeit der vor Ort angetroffenen Gegebenheiten. So war es z.B. aufgrund des oberflächennah anstehenden Festgesteins teilweise nicht möglich, alle genannten Kompartimente zu beproben. An anderen Standorten erfolgte aufgrund des anstehenden sandig, kiesigen Materials eine Entnahme bis zur maximalen Tiefe von 400 cm (bezogen auf die Unterkante des schadhaften Abwasserrohres). Einen Überblick über die analysierten Proben gibt die **Tabelle 3-1**.

Tabelle 3-1: Probenahmestandorte aus dem Vorprojekt der Hochschule Ostwestfalen-Lippe (VP) dem Projektteil A des Hauptprojekts (HP) in chronologischer Reihenfolge mit Angabe zur Probenart (Wasser, Eluat, ASE-Extrakt) und Entnahmetiefe [cm unterhalb der Schadstelle]

Nr.	Schadstelle / Gebiet	Datum	Vor-/ Hauptprojekt	Wasser	Boden Eluat						Boden ASE-Extrakt						Anzahl			
					0-10	10-40	40-100	100-200	200-300	300-400	0-10	10-40	40-100	100-200	200-300	300-400	Wasser	Eluat	ASE	
1	Münsterland-3	16.06.2015	HP	X	X	X						X	X	X				1	2	3
2	Detmold	11.08.2015	VP		X	X	X					X	X	X					3	3
3	Herford	01.09.2015	VP		X	X	X					X	X	X					3	3
4	Münsterland-2	01.09.2015	HP	X	X	X	X					X	X					1	3	2
5	Siegerland-1	08.09.2015	HP		X							X							1	1
6	Paderborn	20.10.2015	VP		X							X							1	1
7	Dörentrup (1)	11.11.2015	VP		X							X							1	1
8	Ruhrgebiet-3	07.12.2015	HP		X	X						X	X						2	2
9	Niederrhein-3	22.03.2016	HP	X	X	X	X	X				X	X	X	X			1	4	4
10	Ruhrgebiet-1	11.04.2016	HP		X	X	X					X	X	X					3	3
11	Münsterland-1	12.04.2016	HP	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		1	5	5
12	Eifel-1	04.05.2016	HP		X	X	X					X	X	X					3	3
13	Espelkamp	10.05.2016	VP		X	X	X					X	X	X					3	3
14	Rahden	30.05.2016	VP		X	X	X	X				X	X	X	X				4	4
15	Niederrhein-6	31.05.2016	HP								X						X		1	1
16	Niederrhein-4	01.06.2016	HP		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X			5	5
17	Niederrhein-2 (1)	09.06.2016	HP		X	X	X					X	X	X					3	3
18	Lemgo (1)	14.07.2016	VP		X							X							1	1
19	Ruhrgebiet-2	15.07.2016	HP	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		1	5	5
20	Niederrhein-1	19.07.2016	HP		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X			5	5
21	Niederrhein-5	10.08.2016	HP		X	X						X	X						2	2
22	Dörentrup (2)	16.08.2016	VP		X	X	X	X				X	X	X	X				4	4
23	Lemgo (2)	17.08.2016	VP		X	X	X					X	X	X					3	3
24	Lemgo (3)	13.09.2016	HP		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			5	5
25	Lage	26.09.2016	VP		X	X	X					X	X	X					3	3
26	Lemgo (4)	06.10.2016	HP		X	X						X	X						2	2
27	Niederrhein-2 (2)	18.05.2017	HP		X	X	X					X	X	X					3	3
28	Bergisches Land-1	21.08.2017	HP		X	X	X	X				X	X	X	X				4	4
29	Sauerland-1	10.10.2017	HP		X	X						X	X						2	2
Summe					5	28	24	19	9	5	1	28	24	19	9	5	1	5	86	86

Die zu Projektbeginn aufgestellt Arbeitshypothese, dass die Belastung des unmittelbar an der Schadstelle entnommenen Bodens zwingend am Höchsten ausfällt, musste im Projektverlauf verworfen werden. Dort, wo untere Tiefen von Beginn an mit untersucht worden sind, traten z. T. höhere Werte auf, als in der Tiefe 0 - 10 cm. Dies führte zu der mit dem Auftraggeber und dem Projektbegleitkreis abgestimmten Entscheidung, insbesondere gegen Projektende alle bis dahin entnommenen Proben zu untersuchen. Die vorliegenden Ergebnisse stellen damit,

losgelöst von dem beschriebenen sukzessiven Vorgehen bei der Probenbearbeitung, den maximal zu erzielenden Erkenntnisgewinn dar.

Die **Tabelle 3-1** gibt auch Auskunft über die Chronologie der Beprobungen sowie die Art und Zahl der analysierten Proben. Insgesamt wurden 86 Bodenproben und fünf Wasserproben in Projektteil A entnommen. Die Bodenproben wurden sowohl mit wässriger Lösung (Eluat) als auch mit Methanol (ASE-Extrakt) aufgearbeitet. An fünf der insgesamt dargestellten 29 Standorte wurde im Rahmen der Aufschlussarbeiten Grundwasser angetroffen und beprobt. Mit Ausnahme der Standorte mit oberflächennah anstehendem Festgestein (z. B. Siegerland-1) war immer eine Beprobung bis mindestens 100 cm Tiefe möglich. Am Standort Niederrhein-3 konnte aufgrund eines Kernverlusts beim Ziehen der Sonden ausschließlich der Bereich 300 - 400 cm in ausreichender Menge beprobt werden.

Die **Tabelle 3-2** fasst die wichtigsten Informationen zur jeweils vorliegenden Bodenart, zur Schadensart sowie zur Tiefenlage des Schadens zusammen (vereinfacht immer der Bereich der Rohrsohle). Die mittlere Tiefenlage der aufgenommenen Schäden lag demnach bei ca. 2,0 m unter der Geländeoberfläche, wobei eine Spanne von ca. 0,4 bis 5,0 m zu verzeichnen war. Die Mehrzahl der Schäden wies ein sandiges, z. T. kiesiges Substrat im Untergrund auf (n = 18), in neun Fällen wurde Schluff als Hauptbodenart ausgewiesen. An zwei Standorten überwogen tonige Fraktionen.

Die Bandbreite der angetroffenen Schadensarten reichte von Loch, Riss, Versatz und Bruch über defekte Muffen bis hin zu eingewachsenen Wurzeln. Es ergibt sich ein heterogenes Bild vorkommender Schadensfälle, das keinen Anspruch auf Repräsentativität in Bezug auf allgemein vorkommende Defekte privater Hausanschlussleitungen erhebt.

Tabelle 3-2: Bodenart, Schadensart sowie Tiefenlage [m. u. GOK] des Schadens der im Rahmen des Vorprojekts und Hauptprojekts (Teil A) untersuchten und hier zusammen im Pool ausgewerteten Standorte mit konkreten Schadstellen. Auflistung der Standorte in chronologischer Reihenfolge der Beprobungen. Die Probenahme erfolgte im Zeitraum 16.06.2015 bis 10.10.2017.

Nr.	Standort	Bodenart	Schadensart	Tiefenlage des Schadens [m u. GOK]
1	Münsterland-3	Mittelsand	Riss	2,35 ¹
2	Detmold*	Mittelsand	Rohrbruch	1,80
3	Herford*	Ton, Mergelgestein	Rohrbruch in Rohrsohle	3,50
4	Münsterland-2	Sand, lehmig	Risse und Löcher	2,10 ¹
5	Siegerland-1	Schluff	Risse / Wurzeleinwuchs	1,70
6	Paderborn*	Schluff, sandig, z. T. kiesig	Scherbenbildung, Riss am Übergang PVC / Steinzeug	1,70
7	Dörentrup (1)*	Schluff, schwach sandig, z. T. kiesig	Querriss, 2 mm	3,00
8	Ruhrgebiet-3	Schluff	undichter Revisionschacht / undichte Leitung	2,50
9	Niederrhein-3	Fein- / Mittelsand	Wurzeleinwuchs	1,75 ¹
10	Ruhrgebiet-1	Schluff	Rohrbruch, Scherbenbildung	2,50
11	Münsterland-1	Fein- / Mittelsand	Rohrbruch	1,60 ¹
12	Eifel-1	Schluff	Riss	1,25
13	Espelkamp*	Sand, schluffig, schwach humos	Rohrbruch, ohne fehlende Teile	0,60
14	Rahden*	Sand, schwach schluffig, z. T. kiesig	vertikaler Versatz, 2 cm	1,50
15	Niederrhein-4	Mittelsand	Riss	0,40
16	Niederrhein-6	Kies	Anschlusskanal abgesackt	1,60
17	Niederrhein-2 (1)	Grobsand / Feinkies	Loch, undichter Anschluss	2,20
18	Lemgo (1)*	Sand (Bettungsmaterial), sonst Kies	Scherbenbildung, 2 mm, und Wurzeleinwuchs	5,00
19	Ruhrgebiet-2	Schluff	Riss / Loch	1,80 ¹
20	Niederrhein-1	Fein- / Mittelsand	undichte Muffenverbindung (verrottete Dichtung)	2,75
21	Niederrhein-5	Mittelsand	defekte Muffe	1,00
22	Dörentrup (2)*	Sand, stark schluffig	Riss/Scherbe, Rohrbruch/Einsturz im Verbindungsbereich	2,20
23	Lemgo (2)*	Schluff, schwach sandig, tonig	vertikaler Versatz 1 cm	2,50
24	Lemgo (3)	Feinsand	vertikaler Versatz 2 cm	2,60
25	Lage*	Ton, schluffig, z. T. kiesig	Scherbenbildung, Boden sichtbar	2,50
26	Lemgo (4)	Feinsand	Lageabweichung	1,80
27	Niederrhein-2 (2)	Mittel- / Feinsand	nicht bekannt	keine Angabe
28	Bergisches Land-1	Schluff, lehmig	Altschaden, repariert (punktueller Reparatur)	1,40
29	Sauerland-1	Feinsand	defekte / undichte Muffe	1,40

¹ Im Rahmen der Aufschlussarbeiten Grundwasser in Baugrube angetroffen

* Die mit einem Sternchen (*) gekennzeichneten Standorte (n = 10) wurden im Rahmen des **Vorprojekts** im Auftrag der Bezirksregierung Detmold durch die Hochschule Ostwestfalen-Lippe untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden mit den Ergebnissen des Hauptprojekts in einem Datenpool zusammengeführt und gemeinsam ausgewertet.

3.1.1 Auswertung der Messwerte zur Belastung aus schadhafte Hausanschlüssen

Die Ergebnisse des Monitorings der undichten Hausanschlussleitungen in NRW sind dem Anhang zu entnehmen (**Anhang 40** bis **Anhang 68**). Die Tabellen mit den Messergebnissen je Probenahmestandort sind in der chronologischen Folge der Probenahme dem Anhang zu entnehmen.

Die Darstellung von nicht-aggregierten Daten wurde anonymisiert. Da die Ergebnisse nicht repräsentativ für eine bestimmte Stadt, sondern nur für eine ganz spezielle Konstellation von Bodenbeschaffenheit, Schadensausprägung und weiteren regionalen Besonderheiten ist, werden die Projektpartner (Kommunen, Verbände) nicht namentlich im Zusammenhang mit den Befunden genannt. Die Bezeichnung des Probenahmestandorts wurde daher unschärfer gefasst. Anstelle der genauen Zuordnung zu der Kommune, die die Probenahme ermöglicht hat, wird ausschließlich eine großräumliche Zuordnung gegeben (Münsterland, Ruhrgebiet etc.), bei mehreren Standorten in derselben Region unterschieden durch eine fortlaufende Nummerierung.

Eine Ausnahme bilden die Standorte des so genannten Vorprojekts. Hier wurden die Namen der beteiligten Kommunen bereits in einer Publikation **/9/** genannt.

Im Projektverlauf zeichnete sich ab, dass die Ergebnisse der anorganischen Parameter nur wenige Erkenntnisse erbrachten und für die aktuelle Aufgabenstellung wenig zielführend waren. Zudem bestand nur ein loser Zusammenhang zu der Befundlage aus der Spurenstoffanalytik. Das Hauptaugenmerk in der Diskussion mit dem Auftraggeber und dem Projektbegleitkreis lag aus diesem Grund in der Betrachtung der Befundlage der organischen Parameter. Der Fokus der nachfolgenden Auswertung liegt daher auf der Auswertung der organischen Parameter. Eine zusammenfassende Darstellung zu den anorganischen Parametern gibt das **Kapitel 3.1.1.2**.

3.1.1.1 Organische Parameter

Die zusammengefassten Ergebnisse der Eluat-Untersuchungen sind der **Tabelle 3-3** zu entnehmen. Im Projektverlauf wurden die Substanzen *Metformin* und *Guanylharnstoff* zusätzlich mit in das Analytikspektrum aufgenommen, wobei sich die Untersuchungen ausschließlich auf die Eluatproben beschränkten.

Tabelle 3-3: Ergebnisse der Eluatuntersuchungen im Projektteil A mit Angabe von Beurteilungswert (BW, ng/l) und Bestimmungsgrenze (BG, ng/l)

Stoffgruppe	Parameter	Beurteilungswert (BW, ng/l)	Bestimmungsgrenze (BG, ng/l)	Anzahl alle Proben (Zählwert)	Max (ng/l)	Zahl der Proben > BW	Zahl der Proben > BW (%)	Zahl der Proben > BG	Zahl der Proben > BG (%)
Antibiotika	Sulfamethoxazol	100	0,05 - 40	89	678	8	8	34	38
	Acetyl-Sulfamethoxazol	100	0,03 - 20	88	35	0	0	11	12
	Ciprofloxacin	100	0,2 - 100	87	110	1	1	10	11
	Erythromycin	100	0,05 - 100	87	22	0	0	18	21
Antiepileptikum	Carbamazepin	300	0,1 - 20	88	10.447	3	3	34	38
Schmerzmittel	Diclofenac	300	0,1 - 16	89	3.400	8	8	59	66
	Phenazon	300	0,04 - 25	88	78	0	0	33	37
Betablocker	Metoprolol	100	0,04 - 30	88	2.807	8	8	30	44
	Atenolol	100	0,05 - 2.200	88	134	1	1	10	11
	Propranolol	100	0,05 - 10	88	52	0	0	36	39
Sulfidstoff	Sotalol	100	0,05 - 80	88	2.425	7	8	25	28
	Acetsulfam	10.000	9 - 2.000	88	6.203	0	0	50	56
Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol	3.000	5 - 25	88	1.440	0	0	89	100
	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol	3.000	0,7 - 100	88	4.700	2	2	73	82
Ölring	Estradioläquivalenzkonzentration (EEQ)	0,4	0,008 - 7	80	0,7	9	5	17	28
Duftstoff	Gelaxolol	100	20	87	420	7	8	30	34
Stimulant	Coffein	10.000	10 - 50	87	1.880	0	0	50	60
Duftstoff	Tonalid	100	20 - 100	61	190	2	3	12	20
Korrosionsbildner	EDTA	10.000	20	8	3.500	0	0	6	100
Desinfektion	Triclosan	20	40 - 200	61	320	3	5	3	5
Tensid	TMDD	10.000	20	81	500	0	0	81	84
Amdorfenium bzw. Formulationsprodukt	Metformin	1.000	30 - 60	19	4.500	2	11	6	32
	Guanylharnstoff	-	50 - 1.000	18	80	0	0	1	8

In den Eluat-Proben wurde der Beurteilungswert von 13 Substanzen überschritten ($\approx 57\%$). Der Beurteilungswert der Stoffe *Acetyl-Sulfamethoxazol*, *Erythromycin*, *Phenazon*, *Propranolol*, *Acetsulfam*, *1H-Benzotriazol*, *Coffein*, *EDTA*, *TMDD* und *Guanylharnstoff* wurden in keiner der untersuchten Proben überschritten. Die Überschreitungen wurden dabei in ein bis neun Prozent der Proben nachgewiesen (von insgesamt 61 bis 89 Proben). Bei den 19 auf *Metformin* untersuchten Proben wurde der Beurteilungswert in elf Prozent der Fälle überschritten.

Jede der analysierten Substanzen konnte in mindestens einer Eluat-Probe nachgewiesen werden. *1H-Benzotriazol* und *EDTA* wurden sogar in allen untersuchten Eluat-Proben nachgewiesen. Zudem wurden vergleichsweise häufig die Substanzen *Diclofenac*, *Acetsulfam*, *Coffein* und *TMDD* nachgewiesen ($> 60\%$ der Proben).

In **Tabelle 3-4** werden die Ergebnisse der Eluat-Proben direkt unterhalb der Schadstelle (0 - 10 cm) und in der jeweils untersten beprobten Tiefe gezeigt. Die Maximaltiefe der Beprobung variiert zwischen den Standorten und reichte bis zu einer Tiefe von max. 4 m. Sie war durch das Antreffen von Grundwasser in der Baugrube oder durch die vorgefundenen geologischen Gegebenheiten bzw. technisch Randbedingungen begrenzt.

Die Ergebnisse zeigen zwölf Substanzen, die in den Proben direkt unterhalb der Schadstelle das Beurteilungskriterium in mindestens einer Probe überschritten (farbig hinterlegt in **Tabelle 3-4**). In fünf Proben und somit am häufigsten (= 19%) wurde das Beurteilungskriterium für *Sotalol* überschritten. Insgesamt kam es - bezogen auf die zwölf Stoffe - zur Überschreitung

des Beurteilungswertes in vier bis 19% der Proben unmittelbar unterhalb der Schadstelle. Die Beurteilungswerte der Einzelsubstanzen wurden in der obersten Tiefe um das zwei- bis maximal 108-fache überschritten.

In der Tiefe 0 - 10 cm konnten alle analysierten Substanzen, mit Ausnahme von *EDTA* und *Guanylharnstoff*, in mindestens einer Probe nachgewiesen werden. Wie bei den Wasserproben aus der offenen Baugrube (vgl. **Kapitel 3.1.4**) wurden neben *Benzotriazol* am häufigsten die Stoffe *Diclofenac*, *Acesulfam*, *Coffein* und *TMDD* mit Werten über der jeweiligen Bestimmungsgrenze ausgewiesen.

In den Proben aus den untersten Tiefen wurden von den 23 untersuchten Substanzen die Stoffe *Sulfamethoxazol*, *Carbamazepin*, *Metoprolol* und *Sotalol* in Konzentrationen oberhalb des jeweiligen Beurteilungswertes ausgewiesen (= 17% der analysierten Parameter).

In den untersten Tiefen wurde lediglich *Guanylharnstoff* in keiner Probe nachgewiesen. Alle weiteren Substanzen des Analytikspektrums wurden in mindestens einer Probe nachgewiesen. Abgesehen von *EDTA* mit nur zwei untersuchten Proben traten in Bezug auf die Nachweishäufigkeit die Parameter *Diclofenac*, *Acesulfam*, *Benzotriazol*, *Coffein* und *TMDD* hervor (> 44% der Proben).

Alle Ergebnisse für die organischen Parameter der je Standort untersuchten Bodentiefe sind in den **Tabelle 1** bis **Tabelle 3** im **Anhang 69** aufgeführt.

Die Ergebnisse des erweiterten Spurenstoffscreening am Standort Niederrhein-3 sind in **Anhang 78** dargestellt. In der Wasserprobe unterhalb der Schadstelle konnten lediglich sieben Substanzen nachgewiesen werden (*Clarithromycin*, *Cyclophosphamide*, *Tamoxifen*, *Risperidone*, *19-Norethindron*, *Bisphenol A* und *Estriol-3glucoronid*). Nur die Substanz *Estriol-3glucoronid* lag über einer Konzentration von 100 ng/L (160 ng/L) zeigte aber eine geringere Konzentration als in der Referenzprobe. Alle weiteren untersuchten Substanzen konnten nicht nachgewiesen werden, so dass keine weiteren relevanten Substanzen identifiziert werden konnten.

Aus der Gegenüberstellung der Befundlage der obersten und der jeweils untersten untersuchten Bodentiefe ergibt sich in Bezug auf die Zahl der detektierten Stoffe eine Minderung von zwölf auf vier Stoffe, die den Beurteilungswert überschritten. Überschreitungen in den hier verglichenen Tiefen ergaben sich für Stoffe *Sulfamethoxazol*, *Carbamazepin*, *Metoprolol* und *Sotalol*. Es zeigten sich Überschreitungen des Beurteilungswertes um das zwei- bis zwölffache, wobei sich im Vergleich mit den Spitzenkonzentrationen in der obersten Tiefe eine deutliche Minderung ergab.

Tabelle 3-4: Ergebnisse der Eluatuntersuchungen, Proben unterhalb der Schadstelle (0 - 10 cm) sowie in der tiefsten, je Standort beprobten Tiefe

Stoffgruppe	Parameter	Beurteilungswert (BW, ng/l)	Bestimmungsgrenze (BG, ng/l)	Anzahl Proben 0 - 10 cm (28 Standorte)	Max (ng/l)	Zahl der Proben > BW	Zahl der Proben > BW (%)	Zahl der Proben > BG	Zahl der Proben > BG (%)	Anzahl Proben unterste Tiefe (25 Standorte)	Max (ng/l)	Zahl der Proben > BW	Zahl der Proben > BW (%)	Zahl der Proben > BG	Zahl der Proben > BG (%)
Antibiotika	Sulfamethorazol	100	0,05 - 40	28	173	2	7	16	57	25	300	1	4	6	24
	Acetyl-Sulfamethorazol	100	0,03 - 20	28	5	0	0	6	21	25	3	0	0	2	8
	Ciprofloxacin	100	0,2 - 900	27	110	1	4	3	11	25	14	0	0	3	12
	Erythromycin	100	0,05 - 100	28	22	0	0	11	39	25	4	0	0	2	8
Antiepileptikum	Carbamazepin	300	0,1 - 20	28	32 442	1	4	13	46	25	3 500	1	4	10	40
Schmerzmittel	Diclofenac	300	0,1 - 36	28	460	1	4	24	86	25	140	0	0	12	48
	Phenazon	300	0,04 - 25	28	34	0	0	12	43	25	4	0	0	8	32
Betablocker	Metoprolol	100	0,04 - 30	28	2 607	3	11	15	54	25	190	1	4	8	32
	Atenolol	100	0,05 - 2 200	28	134	1	4	4	14	25	0,9	0	0	2	8
	Propranolol	100	0,05 - 10	28	52	0	0	16	57	25	28	0	0	7	28
	Sotalol	100	0,05 - 60	27	2 425	5	19	9	33	25	1 200	1	4	6	24
Süßstoff	Acesulfam	10 000	9 - 2 000	28	3 900	0	0	19	68	25	6 200	0	0	15	60
Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol	3 000	5 - 25	28	1 440	0	0	28	100	25	1 100	0	0	25	100
	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol	3 000	0,7 - 100	28	4 700	1	4	23	82	25	1 700	0	0	19	76
Ostrogen	Estradioläquivalentkonzentration (EEQ)	0,4	0,008 - 7	17	0,6	1	6	6	35	17	0	0	0	4	24
Duftstoff	Galaxolid	100	20	26	420	4	15	12	46	25	80	0	0	6	24
Stimulant	Coffein	10 000	10 - 50	26	1 850	0	0	19	73	25	230	0	0	11	44
Duftstoff	Tonalid	100	20 - 100	16	120	1	6	6	38	18	50	0	0	1	6
Komplexbildner	EDTA	10 000	20	0	0	0	0	0	0	2	500	0	0	2	100
Desinfektion	Triclosan	20	40 - 200	16	40	1	6	1	6	18	90	1	6	1	6
Tensid	TMDD	10 000	20	16	410	0	0	12	75	18	430	0	0	16	89
Antidiabetikum bzw. Transformationsprodukt	Metformin	1 000	30 - 60	7	240	0	0	1	14	4	240	0	0	2	50
	Guanythamstoff	-	50 - 1 000	7	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0

Aufgrund der unterschiedlichen physikochemischen Eigenschaften der Analyten kommt es zu sehr unterschiedlichen Adsorptionsverhalten im Boden. Die **Abbildung 3-2** greift diesen Aspekt auf und zeigt das Verhältnis der gemessenen mittleren Stoffkonzentrationen von ASE-Extrakt und Eluat aller Einzelproben. Hierbei blieben standort- und bodenspezifische Kriterien unberücksichtigt. Die Konzentration der Substanzen im ASE-Extrakt übersteigt die Konzentration im Bodeneluat um den Faktor eins (*Carbamazepin*, *Acesulfam*,) bis über 100 (*Propranolol*, *Coffein*). Hierbei ist der bereits in **Kapitel 2.1.4** beschriebene unterschiedliche Ansatz zwischen Eluat und ASE-Proben zu beachten.

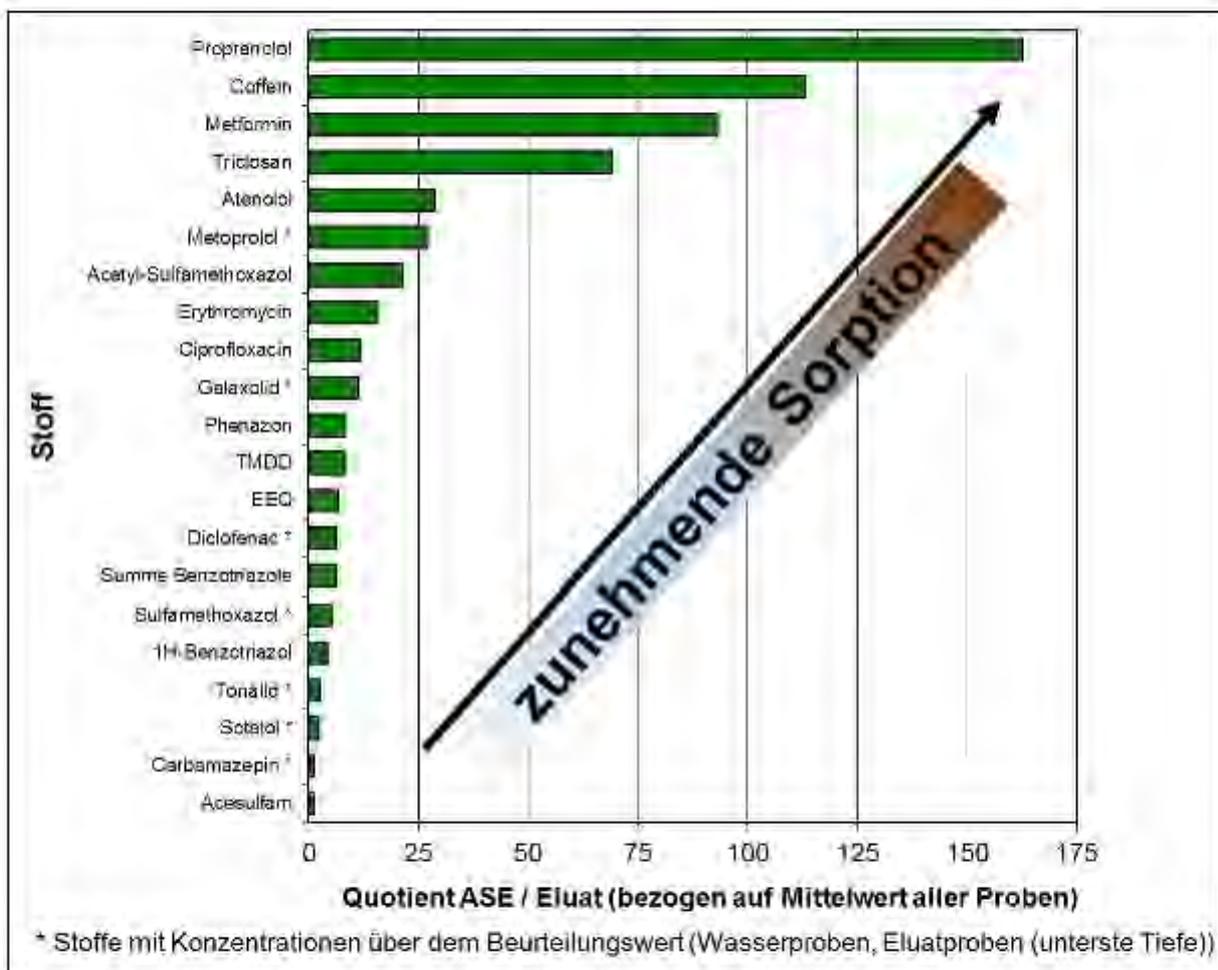


Abbildung 3-2: Quotient ASE- und Eluat-Analysen, nach absteigender Größe sortiert

Am Beispiel des Standortes Ruhrgebiet-2 wird dieser Zusammenhang deutlich (**Abbildung 3-3**). Die Messwerte der Substanz *Metoprolol* zeigten in den Eluat-Proben tendenziell geringe Konzentrationen, während im ASE-Extrakt und hier insbesondere im Bereich der mittleren Entnahmetiefen deutlich höhere Werte gemessen wurden. Im Gegensatz dazu wurde *Diclofenac* in den oberen und mittleren Tiefen sowohl im Eluat als auch im ASE-Extrakt in weitgehend identischen Konzentrationen bestimmt. Hier kam es erst in den untersten Tiefen (100 - 200 cm, 200 - 300 cm) zu einer Zunahme der Konzentrationen im ASE-Extrakt. Diese

Verteilung wird mit der für diesen Standort anzunehmenden steigenden Sorption mit zunehmender Tiefe in Verbindung mit dem stoffspezifischen Sorptionsverhalten der hier betrachteten Stoffe erklärt. Hinzuweisen ist auf die an diesem Standort über die gesamte Tiefe ausgebildete Hauptbodenart Schluff. Weitere Details zur Bodenansprache und der Standortcharakteristik sind dem Standortdatenblatt im **Anhang 12** sowie der Profilbeschreibung im **Anhang 32** zu entnehmen.

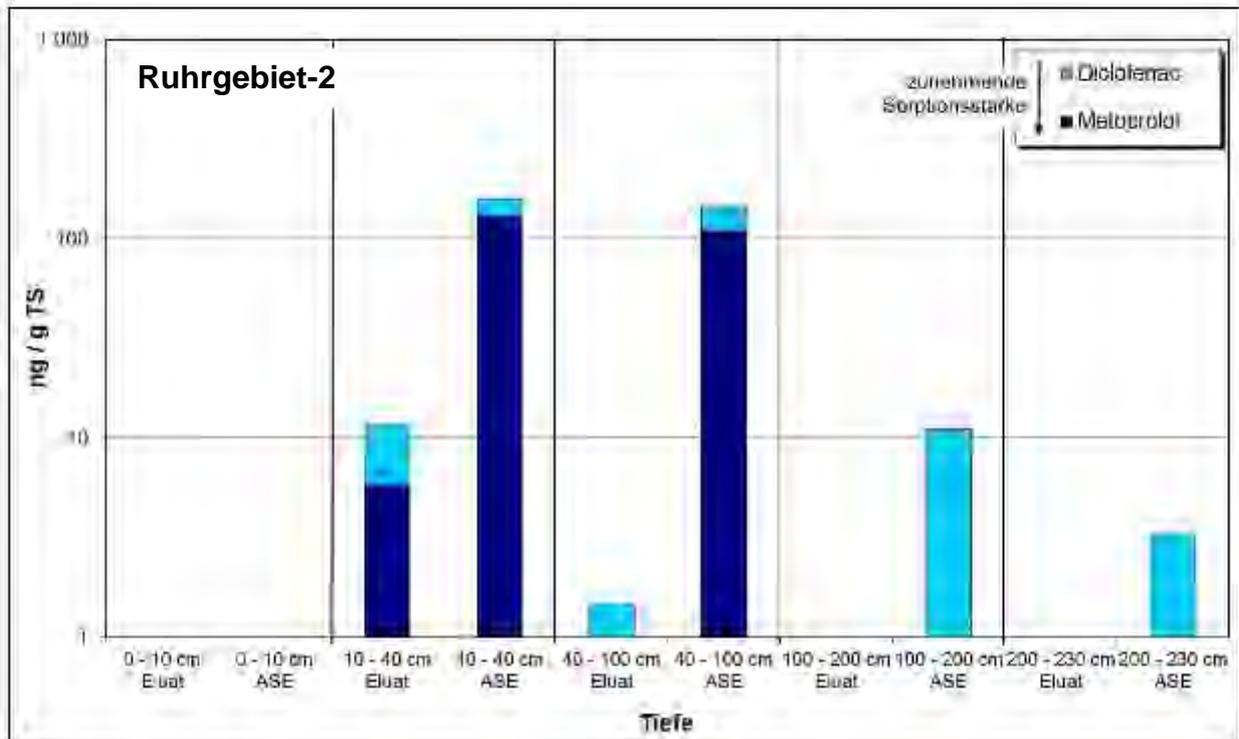


Abbildung 3-3: Konzentration ausgewählter Stoffe in Eluat- (links) und ASE-Proben (rechts), Standort Ruhrgebiet-2 (0 - 10, 10 - 40, 40 - 100, 100 - 200 und 200 - 300 cm)

3.1.1.2 Anorganische Parameter

In Wasserproben wurden anorganische Parameter lediglich am Standort Münsterland-1 bestimmt. Die Ergebnisse zeigt **Tabelle 3-5**.

Tabelle 3-5: Ergebnisse der anorganischen Parameter in der Wasserprobe vom Standort Münsterland-1

Substanzen	Konzentration	Bewertungskriterium
	[mg/L]	
Sulfat	142	250
Chlorid	nicht analysiert	250
Natrium	10,0	200
Pges	360.000	nicht bewertbar
Cadmium	< 200	3.000
Chrom	< 1.000	50.000

Substanzen	Konzentration	Bewertungskriterium	
	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]
Nickel	6.700	4.000	
Blei	< 2.000	1.200	
Zink	11.000	5.000.000	
Kupfer	6.000	2.000.000	

Lediglich für *Nickel* konnte eine Überschreitung des Bewertungskriteriums festgestellt werden. Alle anderen Ergebnisse liegen unterhalb der Bewertungskriterien.

Die zusammengefassten Ergebnisse der Eluatproben sind in **Tabelle 3-6** gezeigt.

Tabelle 3-6: Zusammengefasste Ergebnisse der anorganischen Substanzen in den Eluatproben

Substanzen	Bestimmungs grenze	Bewertungs kriterium	Minimum	Maximum	0-10 cm			10-40 cm			40-100 cm			100-200 cm			200-300 cm			300-400 cm		
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	Anzahl	> BG	> BW	Anzahl	> BG	> BW	Anzahl	> BG	> BW	Anzahl	> BG	> BW	Anzahl	> BG	> BW	Anzahl	> BG	> BW
Sulfat	1,0	250	< 1	107	14	13	0	17	16	0	13	13	0	8	8	0	6	6	0	1	0	0
Chlorid	1,0	250	< 1	9	4	3	0	11	8	0	7	5	0	4	4	0	3	2	0	0	0	0
Natrium	0,5	200	< 0,5	64	14	9	0	17	17	0	13	13	0	8	8	0	6	5	0	1	1	0
Pges	30.000	nicht bewertbar	< 30.000	4.700.000	12	10	n.b.	11	8	n.b.	12	10	n.b.	8	5	n.b.	6	5	n.b.	1	0	n.b.
Cadmium	200	3.000	< 200	8.400	14	12	0	17	4	0	13	4	0	8	3	1	6	1	0	1	0	0
Chrom	1.000	50.000	< 1.000	107.000	13	12	1	17	11	0	13	12	2	8	7	1	6	5	0	1	1	0
Nickel	2.000	4.000	< 2.000	280.000	15	10	6	17	8	5	13	10	7	8	7	5	6	5	4	1	0	0
Blei	2.000	1.200	< 2.000	164.000	14	7	7	17	8	7	13	8	8	8	5	5	6	4	4	1	0	0
Zink	10.000	5.000.000	< 10.000	813.000	14	7	0	17	6	0	13	6	0	8	4	0	6	4	0	1	0	0
Kupfer	2.000	2.000.000	< 2.000	150.000	13	9	0	16	11	0	12	11	0	8	8	0	6	5	0	1	1	0
Gadolinium	-	100	63	7.900	5	9	4	0	10	0	0	9	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Gadolinium-Anomalie	-	-	1,10	1,60	5	6	n.b.	0	7	n.b.	0	6	n.b.	0	4	n.b.	0	0	n.b.	0	0	n.b.

Die Ergebnisse zeigen eine Überschreitung des Bewertungskriteriums für die Substanzen *Cadmium*, *Chrom*, *Nickel*, *Blei* und *Gadolinium*. *Cadmium* wird dabei nur in einer Probe in der Tiefe 100-200 cm überschritten. *Gadolinium* ist in vier Proben direkt unterhalb der Schadstelle (0-10 cm) überschritten. *Chrom*, *Nickel* und *Blei* zeigen in mehreren Proben und in allen Tiefen bis 300 cm Überschreitungen des Bewertungskriteriums. Anorganische Parameter wurden außerdem direkt in Bodenproben (aus dem Feststoff) analysiert. Diese Ergebnisse sind in **Tabelle 3-7** gezeigt.

Tabelle 3-7: Zusammengefasste Ergebnisse der anorganischen Substanzen in Bodenproben (Feststoffproben)

Substanzen	0-10 cm		10-40 cm		40-100 cm		100-200 cm		200-300 cm		300-400 cm	
	Anzahl untersuchte Proben	In Anzahl Proben nachgewiesen	Anzahl untersuchte Proben	In Anzahl Proben nachgewiesen	Anzahl untersuchte Proben	In Anzahl Proben nachgewiesen	Anzahl untersuchte Proben	In Anzahl Proben nachgewiesen	Anzahl untersuchte Proben	In Anzahl Proben nachgewiesen	Anzahl untersuchte Proben	In Anzahl Proben nachgewiesen
Phosphor	11	11	7	7	6	6	4	4	3	3	1	1
Cadmium	13	12	16	13	12	10	7	6	5	4	1	1
Chrom	13	13	16	16	12	12	7	7	5	5	1	1
Kupfer	13	13	16	16	12	12	7	6	5	5	1	1
Kalium	13	13	16	16	12	12	7	7	5	5	1	1
Natrium	13	6	16	1	12	2	7	1	5	0	1	0
Nickel	13	13	16	15	12	11	7	7	5	5	1	1
Blei	13	13	16	14	12	11	7	7	5	5	1	1
Phosphor	13	13	16	16	12	12	7	7	5	5	1	1
Zink	13	13	16	13	12	10	7	6	5	5	1	1
Bor	11	7	16	9	12	7	7	6	5	3	1	1
Borat	11	4	16	2	12	4	7	3	5	2	1	0
Phosphat	11	11	16	16	12	12	7	7	5	5	1	1

Für die Bestimmung in Feststoff liegt kein Bewertungskriterium vor. Es ist jedoch zu beobachten, dass *Natrium*, *Borat* und *Bor* in deutlich weniger Proben nachgewiesen werden konnte als die übrigen Substanzen. *Phosphor*, *Chrom*, *Kupfer*, *Kalium* und *Phosphat* wurden in jeder Proben nachgewiesen.

3.1.2 Sickerwasserprognose (verbal-argumentativ)

Überschreitungen des Beurteilungswertes im Eluat wurden im Rahmen des Monitorings an insgesamt 15 der 29 untersuchten Standorte (Vorprojekt und Hauptprojekt) für mindestens einen der untersuchten Parameter (vgl. **Tabelle 3-8**) nachgewiesen. An vier Standorten des Hauptprojekts wurde im Rahmen der Aufschlussarbeiten Grundwasser angetroffen, welches direkt untersucht werden konnte (siehe **Kapitel 3.1.4**). Eine Sickerwasserprognose war für diese Standorte somit nicht erforderlich. Für die übrigen fünf Standorte des Hauptprojekts wurde eine verbal-argumentative Sickerwasserprognose durchgeführt (**Kapitel 3.1.2.1 bis 3.1.2.5**) mit dem Ziel der Abschätzung eines potenziellen Stoffeintrags über das Sickerwasser in das Grundwasser (vgl. **Kapitel 2.1.6**). Die Standorte aus den Untersuchungen der *HS OWL* (Detmold, Herford, Espelkamp, Lemgo 1 und 2 und Lage) wurden aufgrund der geringeren Datengrundlage aus der Bodenansprache in einer verkürzten Betrachtung diskutiert (Kapitel 3.1.2.6).

Tabelle 3-8: Standorte mit nachweislich erhöhten Stoffkonzentrationen im Eluat (> Beurteilungswert); x = Eluatergebnis ist < Beurteilungswert; --- = keine Probenahme / Analytik; **Fettdruck, blau:** Standorte mit Grundwasser, keine Sickerwasserprognose erforderlich)

Standort	0-10 cm	10-40 cm	40-100 cm	100-200 cm	>200 cm
A-2-Münsterland-2	Dic., Gal.	x	x	---	---
A-3-Siegerland-1	Gal./Ton, Tricl.	---	---	---	---
A-5-Niederrhein-3	Aten/Sot	x	x	x	---
A-6-Ruhrgebiet-1	Met/Sot, Carb, Gal	Met/Sot, Carb, Gal, Tricl, EEQ	Carb, Met/Sot	---	---
A-7-Münsterland-1	Met, Gal	Met	x	Met	Tricl
A-8-Eifel-1	Sot	Sot	x	---	---
A-12-Ruhrgebiet-2	Sot	Dic, Met, Gal/Ton, Metf	Dic, EEQ, Gal/Ton, Metf	x	x
A-13-Niederrhein-1	Sot	x	x	x	x
A-17-Niederrhein-2 (2)	EEQ	x	x	---	---
Detmold	Cipr	x	x	---	grundsätzlich keine Probenahme
Herford	Sulf	x	x	---	
Espelkamp	Sulf, Gal	Sulf	x	---	
Lemgo 1	Met/Sot	--	--	--	
Lemgo 2	x	Sulf	Sulf	---	
Lage	Benzotr	Benzotr	x	---	

Benzotr=Summe Methyl-1H-Benzotriazole, Aten=Atenolol, Met=Metoprolol, Sot=Sotalol, Dic=Diclofenac, Carb=Carbamazepin, Sulf=Sulfamethoxazol, Cipr=Ciprofloxacin, Gal=Galaxolid, Ton=Tonalid, Met= Metformin, Tric=Triclosan, EEQ= Estradioläquivalentkonzentration

Für die Stoffe in **Tabelle 3-8** wurden, wie bereits in **Kapitel 2.1.6**, beschrieben, zunächst die für die Sickerwasserprognose relevanten Stoffeigenschaften ermittelt und deren Mobilität sowie biologische Abbaubarkeit und damit deren theoretisches Rückhaltepotenzial beurteilt. Da in der Literatur mehrfach unterschiedliche Angaben zu finden sind, wurden im Sinne einer

worst-case-Betrachtung in der Regel die jeweils ungünstigeren Werte bzw. bei deutlich voneinander abweichenden Werten z.T. auch Wertebereiche bzw. ein mittlerer Literaturwert zugrunde gelegt.

Die in **Kapitel 2.1.6** genannten Stoffeigenschaften und die Gesamtbeurteilungen sind nachfolgend in **Tabelle 3-9** bis **Tabelle 3-12** unter Angabe der Quellen zusammengefasst.

Tabelle 3-9: Stoffeigenschaften der Parameter *Galaxolid*, *Tonalid* und *Triclosan* sowie Beurteilung des (theoretischen) Rückhaltepotenzials der Stoffe im Boden, zunächst für die einzelnen Stoffeigenschaften (Spalte 3 und 5) sowie in Summe unter Berücksichtigung aller Stoffeigenschaften (letzte Zeile)

Stoffeigenschaften	<i>Galaxolid/ Tonalid</i>	Rückhaltepotenzial	<i>Triclosan</i>	Rückhaltepotenzial
Sorptionsstärke	stark (logKoc: 3,4) /66/	hoch	mittel (- stark) (logKoc: 2,92) /69/	mittel (- hoch)
Löslichkeit	praktisch unlöslich (1,7 mg/l /57/)	hoch	praktisch unlöslich (4,6 mg/l /55/)	hoch
Mobilität	mäßig mobil	mittel	mäßig mobil	mittel
biolog. Abbaubarkeit	persistent (DT ₅₀ > 1a) /66/	gering	wenig abbaubar (DT ₅₀ : 57-60 d /70/)	gering
Henry-Konstante	1,06 /67/ bzw. 1,39E-04 /68/ atm*m ³ /mol (mittlere Flüchtigkeit)		4,99E-09 atm*m ³ /mol /55/, /71/ (geringe Flüchtigkeit)	
Dampfdruck (bei 25°C)	7,2 bzw. 6,1E-02 Pa /57/		6,45E-07 Pa /71/	
Gesamtbeurteilung Rückhalt (theoretisch)		mittel - hoch		mittel - hoch

Tabelle 3-10: Stoffeigenschaften der Parameter *Carbamazepin* und *Diclofenac* sowie Beurteilung des (theoretischen) Rückhaltepotenzials der Stoffe im Boden, zunächst für die einzelnen Stoffeigenschaften (Spalte 3 und 5) sowie in Summe unter Berücksichtigung aller Stoffeigenschaften (letzte Zeile)

Stoffeigenschaften	<i>Carbamazepin</i>	Rückhaltewirkung	<i>Diclofenac</i>	Rückhaltewirkung
Sorptionsstärke	mittel (logKoc: 1,92 – 3,42) /53/ /56/ /59/ /29/	mittel (gering-hoch)	gering (logKoc: 2,39/53/)	gering
Löslichkeit in Wasser	sehr schwer (17,7 mg/l /56/ /57/)	hoch	praktisch unlöslich (2,37 mg/l /53/ /61/)	hoch
Mobilität	mäßig mobil	mittel	mäßig mobil	mittel
biolog. Abbaubarkeit	persistent bis wenig abbaubar* (DT ₅₀ : 47 – 328d) /53/ /59/ /73/)	gering	wenig abbaubar (DT ₅₀ : 38d /52/)	gering
Henry-Konstante	1,08E-10 atm m ³ /mol /52/ /56/ /57/ (geringe Flüchtigkeit)		4,73E-12 atm*m ³ /mol /52/ (sehr geringe Flüchtigkeit)	
Dampfdruck (bei 25°C)	1,84E-07 Pa /57/		6,1E-08 Pa /56/	
Gesamtbeurteilung Rückhalt (theoretisch)		mittel		(gering -) mittel

* nach /17/ allenfalls geringer Abbau, wobei der Abbau nur unter aeroben Bedingungen in der wassergesättigten Zone zu beobachten war

Tabelle 3-11: Stoffeigenschaften für die Parameter *Metoprolol*, *Sotalol*, *Atenolol* sowie *Sulfamethoxazol* und *Ciprofloxacin* und Beurteilung der des (theoretischen) Rückhaltepotenzials der Stoffe im Boden, zunächst für die einzelnen Stoffeigenschaften (Spalte 3 und 5) sowie in Summe unter Berücksichtigung aller Stoffeigenschaften (letzte Zeile)

Stoffeigenschaften	<i>Metoprolol</i> / <i>Sotalol</i> / <i>Atenolol</i>	Rückhalte- wirkung	<i>Sulfamethoxazol</i> , <i>Ciprofloxacin</i>	Rückhalte- wirkung
Sorptionsstärke	sehr gering – gering (logKoc: 1,8*/1,58/2,17) <i>/55/ /60/ /61/</i>	(sehr) gering	sehr gering (logKoc: 1,2-1,9 <i>/79/</i> , logKoc:1,55 <i>/61/</i>)	(sehr) gering
Löslichkeit in Wasser	leicht löslich (16,9 / 5,5 / 13,3 g/l) <i>/58/</i> <i>/57/ /61/</i>	gering	gut / leicht (0,61 <i>/78/</i> / 30 g/l <i>/56/</i>)	hoch / gering
Mobilität	mobil / mäßig mobil (A)	gering – mittel (A)	mobil	gering
biolog. Abbaubarkeit	wenig abbaubar <i>/58/</i>	gering	persistent (DT ₅₀ : > 400d <i>/80/</i> , 18-44 d <i>/63/</i>)	gering
Henry-Konstante	1,42E-08 / 2,49E-14 / 1,37E-18 atm m ³ /mol (sehr gering flüchtig) <i>/58/</i> <i>/55/ /61/</i>		1,6E-09 atm*m ³ /mol <i>/77/</i> , 5,09E-19 atm*m ³ /mol <i>/61/</i> (sehr geringe Flüchtigkeit)	
Dampfdruck (bei 25°C)	3,84E-05 / 7,07E-07 / 7,25E-09 Pa <i>/58/</i> <i>/77/</i>		9,24E-06 Pa <i>/78/</i> , 7,27E-08 Pa <i>/61/</i>	
Gesamtbeurteilung Rückhalt (theoretisch)		gering		gering

*mittlerer Literaturwert

Tabelle 3-12: Stoffeigenschaften für die Parameter 17β-Estradiol und Metformin sowie Beurteilung des (theoretischen) Rückhaltepotenzials der Stoffe im Boden, zunächst für die einzelnen Stoffeigenschaften (Spalte 3 und 5) sowie in Summe unter Berücksichtigung aller Stoffeigenschaften (letzte Zeile)

Stoffeigenschaften	EEQ hier: 17β-Estradiol (E2)	Rückhalte- wirkung	Metformin	Rückhalte- wirkung
Sorptionsstärke	mittel - sehr stark (logKoc 2,9 <i>/82/</i> bis 4,21 <i>/81/</i> ; 5,85-7,18 0)	hoch (mittel – sehr hoch)	sehr gering – gering (logKoc: 1,1 <i>/57/</i> bis logKoc 2,15 <i>/61/</i>)	(sehr) gering
Löslichkeit in Wasser	praktisch unlöslich (3,6 mg/l <i>/57/ /82/</i>)	hoch	leicht löslich (300 mg/l <i>/57/ /62/</i>)	gering
Mobilität	immobil	hoch	mobil - mäßig mobil	gering-mittel
biolog. Abbaubarkeit	wenig abbaubar (DT ₅₀ : 2d (aerob) <i>/83/</i> bis > 10d <i>/82/</i>)	hoch - mittel	schnell abbaubar (aerob in Böden, DT ₅₀ <10d <i>/57/</i> bzw. wenig abbaubar DT50 bis 55d <i>/62/</i>)	hoch - mittel
Henry-Konstante	3,64E-011 atm m ³ /mol <i>/81/</i> (sehr geringe Flüchtigkeit)		7,6E-16 atm m ³ /mol <i>/57/</i>	
Dampfdruck (bei 25°C)	3,0E-008 Pa <i>/82/</i>		1,00E-2 Pa <i>/57/</i>	
Gesamtbeurteilung Rückhalt (theoretisch)		(mittel -) hoch		gering (- mittel)

Eine Betrachtung der Stoffeigenschaften der *Methyl-1H-Benzotriazole* erfolgt nicht, da es sich zum einen um einen Summenparameter handelt, zum anderen die Beurteilungswerte der *Benzotriazole* mit einer Ausnahme immer deutlich unterschritten bleiben (siehe **Kapitel 3.1.2.6**).

Auch die Bestimmung der „*östrogenen Aktivität*“ erfolgt als Summenparameter (*EEQ*), wobei alle östrogen wirkenden Substanzen erfasst werden, ohne zwischen Einzelsubstanzen unterscheiden zu können. Es können eine Vielzahl unterschiedlichster Substanzen östrogen wirken, die unterschiedliche Strukturen und physikalisch-chemische Eigenschaften aufweisen (Pestizide, Weichmacher, Arzneimittel, etc.). Im Test erfolgt die Auswertung der östrogenen Aktivität bezogen auf die Referenzsubstanz *17 β -Estradiol* (siehe auch **Kapitel 2.1.4**), die auch bei der Sickerwasserprognose herangezogen wird.

3.1.2.1 Standort Siegerland-1

Am Standort Siegerland-1 erfolgte am 07.09.2015 die Probenahme im Bereich eines durch **Risse und Wurzeleinwuchs** geschädigten Kanalrohrs (DN 150, Steinzeug, Baujahr 1976). Angeschlossen ist ein Einfamilienhaus mit zwei Bewohnern. Die Rohrsohle befand sich 1,70 m unter GOK im tonig-schluffigen Verwitterungshorizont des devonischen Festgesteins. Die Probenahme konnte nur bis 25 cm Tiefe, bis zur Oberkante des anstehenden Festgesteins, durchgeführt werden (vgl. Standortdatenblatt, **Anhang 3**, und Schichtenprofil, **Anhang 22**).

Es erfolgte die Analyse der Probe 0 – 10 cm unter Rohrsohle. Es wurden für die Parameter **Galaxolid** und **Tonalid** sowie **Triclosan** Überschreitungen des Beurteilungswertes im Eluat nachgewiesen (**Abbildung 3-4**).

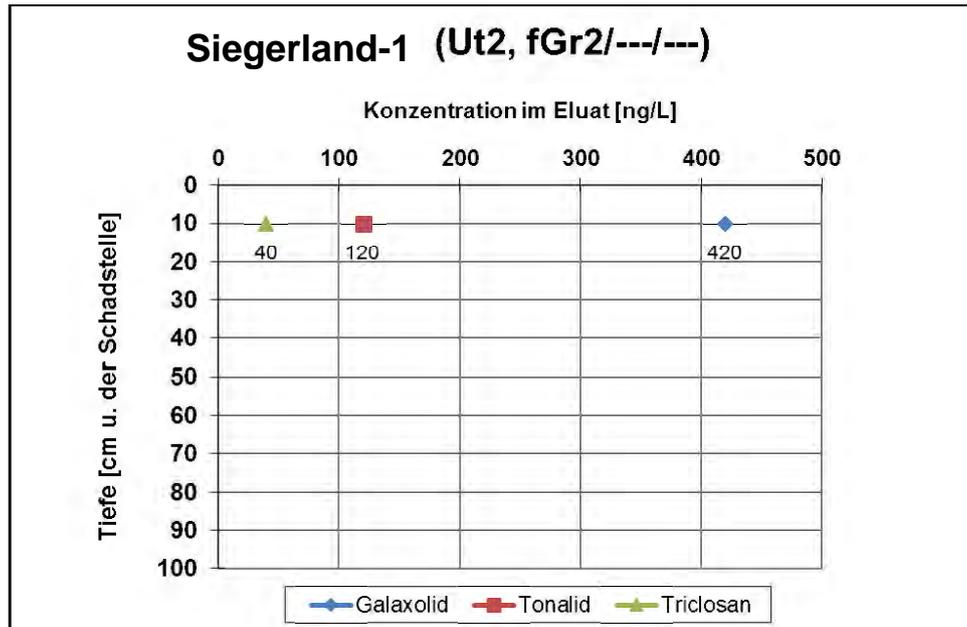


Abbildung 3-4: Ergebnisse der Bodenprobe 0 – 10 cm für die im Eluat erhöhten Parameter *Galaxolid* / *Tonalid* (> 100 ng/l = BW) und *Triclosan* (> 20 ng/l = BW); Bodenart gemäß KA 5 /50/ (Fein- und Grobboden) für den Standort Siegerland-1

Am Standort Siegerland-1 befindet sich das defekte Kanalrohr nur wenige Dezimeter über dem Festgestein (Kluftgrundwasserleiter). Es wird angenommen, dass das Sickerwasser mit Erreichen der Festgesteinsoberfläche schnell über Klüfte und andere Trennfugen das tieferliegende Kluftgrundwasser erreicht. Die Felsoberkante wird somit der Sickerwasserprognose als Ort der Beurteilung zugrunde gelegt.

Trotz der positiven Rückhalteeigenschaften (hohe Sorptionsstärke, geringe Löslichkeit/Mobilität) der hier betrachteten Parameter *Galaxolid* / *Tonalid* und *Triclosan* (siehe **Tabelle 3-13**) ist aufgrund der geringmächtigen Verwitterungsschicht bzw. der kurzen Sickerwasserstrecke bis zum Ort der Beurteilung kein Rückhalt der Schadstoffe zu erwarten. Eine **Überschreitung der Beurteilungswerte am Ort der Beurteilung ist am Standort Siegerland-1** für die hier betrachteten Parameter **zu erwarten**.

Tabelle 3-13: Beurteilung der für die Sickerwasserprognose relevanten Faktoren am Standort Siegerland-1 im Hinblick auf das Abbau- und Rückhaltepotenzial der ungesättigten Bodenzone

Siegerland-1	Standortfaktoren	Abbau- und Rückhaltevermögen der ungesättigten Bodenzone (Rohrsohle - Ort der Beurteilung)
Schutzfunktion der ungesättigten Zone	1. Mächtigkeit	gering (< 2 m) ¹
	2. Bodenart	mittel (Ut2, fGr2)
	3a. Sickerwasserrate/ GW-Neubildung	hoch (< 150 mm/a: 95% versiegelt, kaum Infiltration von Niederschlagswasser, ggf. randlicher Zufluss)
	3b. Exfiltrationsrate	mittel-gering (Risse/Wurzeleinwuchs; 2-Pers-Haushalt: Annahme: 0,2% der Abflussmenge* = 194 mm/a)
	4a. Durchlässigkeit	mittel (verwitterter Ton-/Schluffstein, Durchlässigkeiten entlang von Trennflächen)
	4b. Lagerungsdichte Ld Trockenrohdichte pt	Ld 4-5 (pt = Ld - 0,009 * Tongehalt = 1,9 g/cm ³)
	4c. Gesamtporenvolumen (Feld-* + Luftkapazität*)	37% (FK: 34Vol%, LK: 3 Vol%), vernachlässigbar ¹
Sorptionsvermögen Boden	5. Gehalt an nicht-kaol. Tonmin.	gering (geringmächtiger Schluff, schwach tonig)
	6. Anteil C org.	gering (0,2%)
	7. pH-Wert	7,1
Gesamtbeurteilung des Rückhaltevermögens der ungesättigten Bodenzone		gering
Bemerkung		¹ Abbau- und Sorptionsprozesse werden im Wesentlichen durch die Verweildauer des SW in der ungesättigten Zone beeinflusst. Beurteilung: je länger, desto wirksamer die Prozesse. Ist die Mächtigkeit gering (< 2m), können Abbau- und Rückhaltevermögen in der ungesättigten Zone i.d.R. vernachlässigt werden

* in NRW: 133 l Wasserabgabe pro Tag und Einwohner (Quelle: Statistisches Bundesamt 2013)

3.1.2.2 Standort Ruhrgebiet-1

Am Standort Ruhrgebiet-1 erfolgte am 11.02.2016 die Probenahme im Bereich eines gebrochenen Kanalrohrs (**Scherbenbruch**, DN 150, Steinzeug, Baujahr nicht bekannt). Angeschlossen ist ein Einfamilienhaus (Anzahl der Einwohner nicht bekannt). Das Rohr befand sich in größerer Tiefenlage (Rohrsohle: 2,2 m unter GOK). Das in dieser Tiefenlage anstehende Sediment ist ein schwach toniger, schwach feinsandiger Schluff (Löß, 5-10 m mächtig /51/). Im Bereich der Schadstelle befanden sich zahlreiche Versorgungsleitungen, so dass nur ein kleiner Arbeitsraum zur Verfügung stand und eine Probenahme nur mittels Handbohrer bis in 1 m Tiefe möglich war (siehe Standortdatenblatt, **Anhang 6**, und Schichtenprofil, **Anhang 25**).

Es wurden alle drei Probenabschnitte (0 – 10 cm / 10 – 40 cm / 40 – 100 cm u. RS) analysiert. Überschreitungen des Beurteilungswertes im Eluat wurden für die in **Abbildung 3-5** aufgeführten Parameter ermittelt. In **Abbildung 3-5** sind die gemessenen Konzentrationen grafisch dargestellt.

Am Standort Ruhrgebiet-1 befindet sich das defekte Kanalrohr innerhalb der geringdurchlässigen quartären Deckschichten (Lößablagerungen). Die Deckschichten sind in weiten Teilen

mit Grundwasser gefüllt und bilden als Porenaquifer ein oberes, überwiegend gering ergebnisreiches Grundwasserstockwerk. Eindringende Sickerwässer infiltrieren in den unterlagernden Grundwasserleiter (hier: Kluftgrundwasserleiter der Oberen Kreide) oder treten in kleineren Quellen zutage /51/. Als mittlerer Grundwasserhöchststand wird im Sinne einer worst-case-Betrachtung ein Flurabstand von 5 m angenommen (5 - 10 m gemäß /51/). Dies entspricht einem Abstand Rohrsohle - Ort der Beurteilung von 2,8 m.

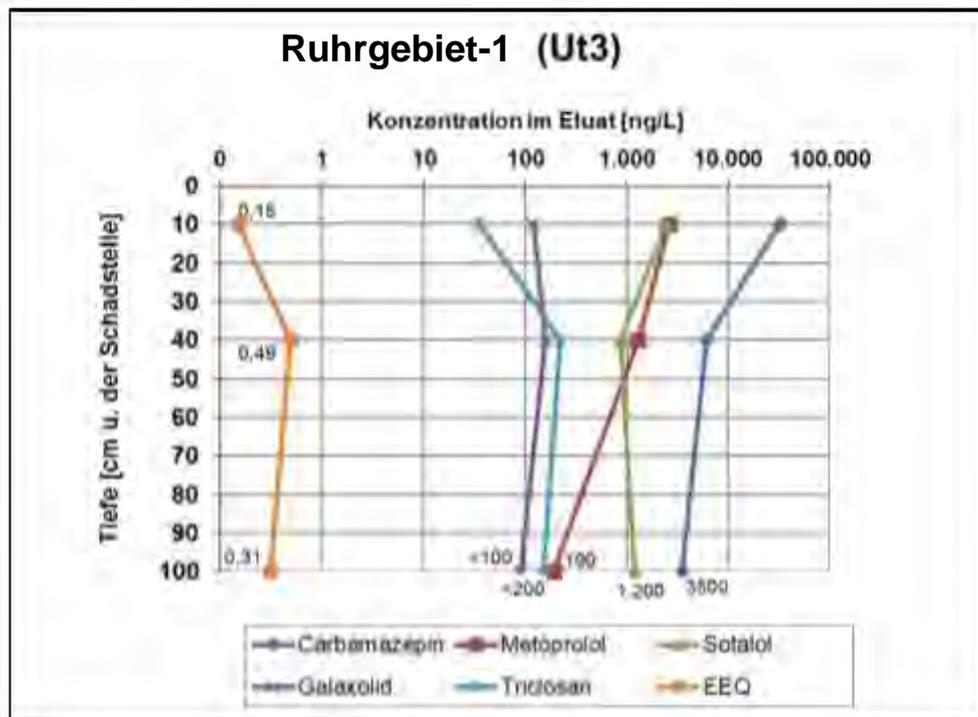


Abbildung 3-5: Ergebnisse der Bodenproben 0 - 10 cm / 10 - 40 cm / 40 - 100 cm (Ruhrgebiet-1) für die im Eluat gemessenen Parameter (Konzentration > BW; Achtung: logarithmische Skalierung); Bodenart gemäß KA 5 /50/ (Fein- und Grobboden)

Unter Berücksichtigung des als „mittel stark“ eingestuftes Rückhaltevermögens der ungesättigten Bodenzone kann zunächst **nicht ausgeschlossen** werden, **dass die Sickerwasserkonzentrationen** der hier relevanten Parameter den jeweiligen **Beurteilungswert (BW) auch am Ort der Beurteilung überschreiten**. Für die einzelnen Parameter sind dabei unterschiedliche Wahrscheinlichkeiten für eine Überschreitung des Beurteilungswertes am Ort der Beurteilung anzunehmen:

Metoprolol / Sotalol: Aufgrund der Stoffeigenschaften weisen diese Parameter ein sehr geringes Rückhaltepotenzial im Boden auf (vgl. **Tabelle 3-14**). Es wurden bis zur Endteufe von 1 m unter Rohrsohle sehr hohe Konzentrationen für diese Parameter ermittelt (> 1.000 ng/l), so dass **Überschreitungen des Beurteilungswertes am Ort der Beurteilung** mit hoher Wahrscheinlichkeit **zu erwarten** sind.

Carbamazepin: Die Stoffdaten für *Carbamazepin* zeigen ein mittleres Rückhaltepotenzial (**Tabelle 3-10**). Eine Überschreitung des Beurteilungswertes (100 ng/l) am Ort der Beurteilung ist nicht auszuschließen. Vor dem Hintergrund der am Standort Ruhrgebiet-1 dokumentierten großen Leckage und der bis in 1 m Tiefe nachgewiesenen sehr hohen Eluat-Konzentrationen ist eine **Überschreitung des Beurteilungswertes am Ort der Beurteilung** auch für den Parameter *Carbamazepin* zu erwarten.

Tabelle 3-14: Beurteilung der für die Sickerwasserprognose relevanten Faktoren am Standort Ruhrgebiet-1 im Hinblick auf das Abbau- und Rückhaltepotenzial der ungesättigten Bodenzone

Ruhr- gebiet-1	Standortfaktoren	Abbau- und Rückhaltevermögen der ungesättigten Bodenzone (Rohrsohle - Ort der Beurteilung)
Schutzfunktion der ungesättigten Zone	1. Mächtigkeit	mittel (> 2 m, < 10 m)
	2. Bodenart	mittel (Ut3)
	3a. Sickerwasserrate/ GW-Neubildung	hoch (< 150 mm/a: 100% versiegelt, kaum Infiltration von Niederschlagswasser, ggf. randlicher Zufluss)
	3b. Exfiltrationsrate	mittel (Rohrbruch; Annahme: 4-Pers-Haushalt, mind. 0,2% der Abflussmenge*: > 388 mm/a)
	4a. Durchlässigkeit	mittel (überwiegend Schluff)
	4b. Lagerungsdichte Ld Trockenrohdichte pt	Ld 4 (pt = Ld – 0,009 * Tongehalt = 1,7 g/cm ³)
	4c. Gesamtporenvolumen (Feld-* + Luftkapazität*)	38% (FK: 35 Vol%, LK: 3 Vol%)
Sorptions- vermögen Boden	5. Gehalt an nicht-kaol. Tonmin.	gering-mittel (Schluff, tonig)
	6. Anteil C org.	gering (0,2%)
	7. pH-Wert	7,6 – 8,8
Gesamtbeurteilung des Rückhaltevermögens der ungesättigten Bodenzone		mittel
Bemerkungen		<ul style="list-style-type: none"> - Lößlehm: in weiten Teilen mit Grundwasser gefüllt; eindringende Sickerwässer werden an den unterlagernden Grundwasserleiter abgegeben(0 geol. Karte Essen) - massiver Rohrbruch: höhere Exfiltrationsraten wahrscheinlich; insbes. bei hydraulischen Stößen: die im Porenraum sorbierten Stoffe verlagern sich in die tieferen Bodenzone

* in NRW: 133l Wasserabgabe pro Tag und Einwohner (Quelle: Statistisches Bundesamt 2013)

Triclosan: Wie das *Carbamazepin* weist auch das *Triclosan* ein mittleres Rückhaltepotenzial auf. Der Beurteilungswert von 20 ng/l ist in dem Bereich 10 - 40 cm unter Rohrsohle um das elffache überschritten. In der Probe 40 - 100 cm sind die Konzentrationen niedriger, allerdings liegt aufgrund der matrixbedingten höheren Bestimmungsgrenze von 200 ng/l kein genauer Messwert vor. Eine **Überschreitung des Beurteilungswertes am Ort der Beurteilung** ist insgesamt betrachtet **nicht auszuschließen**.

Galaxolid: Das *Galaxolid* weist ein vergleichsweise hohes Rückhaltepotenzial aus. Es wurde auch nur im oberen Profilbereich bis 40 cm unter Rohrsohle eine erhöhte Eluatkonzentrationen

von 160 ng/l gemessen. Unter Berücksichtigung der für die Sickerwasserprognose relevanten Standortfaktoren kann eine **Überschreitung des Beurteilungswertes am Ort der Beurteilung** jedoch **nicht ausgeschlossen** werden.

EEG bzw. Referenzsubstanz (17 β -Estradiol): Im Hinblick auf eine Grundwassergefährdung weist das 17 β -Estradiol insgesamt günstige Stoffeigenschaften auf (vgl. **Tabelle 3-14**). Aber wie für das *Galaxolid* kann auch für diesen Parameter aufgrund der Standortgegebenheiten (insbesondere aufgrund der relativ kurzen Transportstrecke von 3 m bis max. 8 m und der Schadensklasse mit einer vermutlich deutlich höheren Exfiltrationsrate) eine **Überschreitung des Beurteilungswertes am Ort der Beurteilung nicht ausgeschlossen** werden.

3.1.2.3 Standort Eifel-1

Am Standort Eifel-1 erfolgte am 04.05.2016 die Probenahme im Bereich eines Mischwasserkanals (DN 150, Steinzeug, Baujahr nicht bekannt), der an eine Kindertages- und Familienbildungsstätte angeschlossen ist. Die Rohrsohle befand sich 1,25 m unter GOK, im sandig-schluffigen Verwitterungshorizont des kambrischen Festgesteins. Der Schaden (**Riss**) lag unterhalb einer Mauer. Aus diesem Grund konnte die Probenahme nur mit einem Abstand von 30 cm zum Schaden erfolgen. Die Endteufe lag bei ca. 1,1 m unter Rohrsohle, im Bereich der Oberkante des Festgesteins (siehe Standortdatenblatt, **Anhang 8** und Schichtenprofil Eifel-1, **Anhang 27**).

Es wurden alle drei Probenabschnitte (0 – 10 cm / 10 – 40 cm / 40 – 100 cm unter Rohrsohle) analysiert. Trotz des Abstandes zur Leckage wiesen zwei Proben deutlich erhöhte *Sotalol*-Konzentrationen auf (Eluatwerte > 100 ng/l = Beurteilungswert). In **Abbildung 3-6** sind die gemessenen Konzentrationen grafisch dargestellt.

Die Schadstelle befindet sich am Standort Eifel-1 nur wenige Dezimeter über dem Festgestein (Kluftgrundwasserleiter). Es ist anzunehmen, dass das Sickerwasser mit Erreichen der Festgesteinsoberfläche schnell über Klüfte und andere Trennfugen das tieferliegende Kluftgrundwasser erreicht. Die Felsoberkante wird der Sickerwasserprognose entsprechend als Ort der Beurteilung definiert. Die Mächtigkeit der ungesättigten Bodenzone ist damit sehr gering. Der Parameter *Sotalol* weist ein sehr geringes Rückhaltepotenzial im Boden auf (**Tabelle 3-15**). In Verbindung mit der hohen Exfiltrationsrate sind **erhöhte Konzentrationen** auch **am Ort der Beurteilung zu erwarten**.

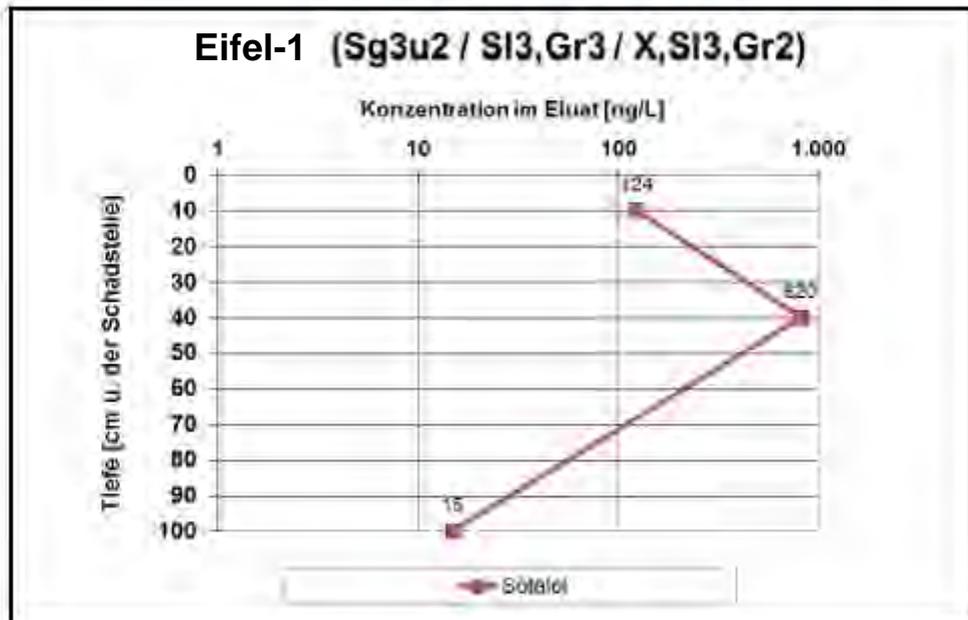


Abbildung 3-6: Ergebnisse der Bodenproben 0 – 10 cm / 10 – 40 cm / 40 - 100 cm (Eifel-1) für den im Eluat erhöhten Parameter *Sotalol* (logarithmische Skalierung); Beurteilungswert: 100 ng/l; Bodenart gemäß /50/ (Fein- und Grobboden)

Tabelle 3-15: Beurteilung der für die Sickerwasserprognose relevanten Faktoren am Standort Eifel-1 im Hinblick auf das Abbau- und Rückhaltepotenzial der ungesättigten Bodenzone

Eifel-1	Standortfaktoren	Abbau- und Rückhaltevermögen der ungesättigten Bodenzone (Rohrsohle-Ort der Beurteilung.)
Schutzfunktion der ungesättigten Zone	1. Mächtigkeit	gering (< 2 m) ¹
	2. Bodenart	gering - mittel (Su2, SI3, ab 0,5 m: dtl. grusiger, steiniger)
	3a. Sickerwasserrate/ GW-Neubildung	hoch (< 100 mm/a: 100% versiegelt, kaum Infiltration von Niederschlagswasser)
	3b. Exfiltrationsrate	gering (Riss; Annahme: > 10-Pers-Haushalt: 0,2% der Abflussmenge* = > 970 mm/a)
	4a. Durchlässigkeit	gering-mittel (verwitterter Ton-/Sandstein, ab 0,5 m u. RS: Durchlässigkeiten entlang von Trennflächen)
	4b. Lagerungsdichte Ld Trockenrohdichte pt	Ld 5 (pt = Ld – 0,009 * Tongehalt = 1,8 g/cm ³), vernachlässigbar ¹
	4c. Gesamtporenvolumen (Feld-* + Luftkapazität*)	23% (FK: 13 Vol%, LK: 10 Vol%), vernachlässigbar ¹
Sorptionsvermögen Boden	5. Gehalt an nicht-kaol. Tonmin.	gering (Schluff, sandig, schwach tonig, geringmächtig)
	6. Anteil C org.	gering (Annahme: < 1%)
	7. pH-Wert	6,9 – 8,3
Gesamtbeurteilung des Rückhaltevermögens der ungesättigten Bodenzone		gering
Bemerkung		¹ Abbau- und Sorptionsprozesse werden im Wesentlichen durch die Verweildauer des SW in der ungesättigten Zone beeinflusst. Beurteilung: je länger, desto wirksamer die Prozesse. Ist die Mächtigkeit gering (< 2 m), können Abbau- und Rückhaltevermögen in der ungesättigten Zone i.d.R. vernachlässigt werden

* in NRW: 133 l Wasserabgabe pro Tag und Einwohner (Quelle: Statistisches Bundesamt 2013)

3.1.2.4 Standort Niederrhein-1

Die Untersuchungsstelle lag am Standort Niederrhein-1 in ca. 2,7 m Tiefe in einem Horizont aus feinsandigen bis tonigen Auenablagerungen (ca. 0,5 m mächtig), im Hangenden wurden sandig-kiesige Lockersedimente der Rhein-Niederterrasse angetroffen. Bei der Schadensart handelte es sich um eine **undichte Muffenverbindung** (verrottete Dichtung) eines Steinzeugrohres (DN 150, Baujahr ca. 1920/1939). Zum Untersuchungszeitpunkt im Juli 2016 entwässerte der private Kanalanschluss im Trennsystem ein Mehrfamilienhaus mit insgesamt 12 Bewohnern.

Die Endteufe lag bei ca. 2,6 m unter Rohrsohle (= 5,35 m unter der Geländeoberkante). In den mit zunehmender Tiefe stark verdichteten Sanden und Kiesen war kein weiterer Bohrfortschritt zu erzielen. Grundwasser wurde nicht angetroffen, obwohl der Standort nur weniger als 200 m vom Rheinhafen entfernt ist. Der Flurabstand wird vermutlich in Form künstlicher Grundwasserentnahmen reguliert. Gemäß dem Informationssystem der Stadt liegt am Standort ein mittlerer Grundwasserstand von ca. 8,5 m unter GOK vor (Grundwasserhöchststände bei Rheinhochwasser: 4-5 m unter GOK). Der Ort der Beurteilung befindet sich somit im Mittel bei ca. 6 m unter Rohrsohle (temporär bei Höchstständen: Anstieg auf ca. 1,5 bis 2,5 m unter Rohrsohle). Eine erhöhte Konzentration, d. h. den Eluat-Beurteilungswert überschreitende Konzentration, wurde ausschließlich in der obersten Bodenprobe (0 - 10 cm) für die Substanz *Sotalol* ermittelt.

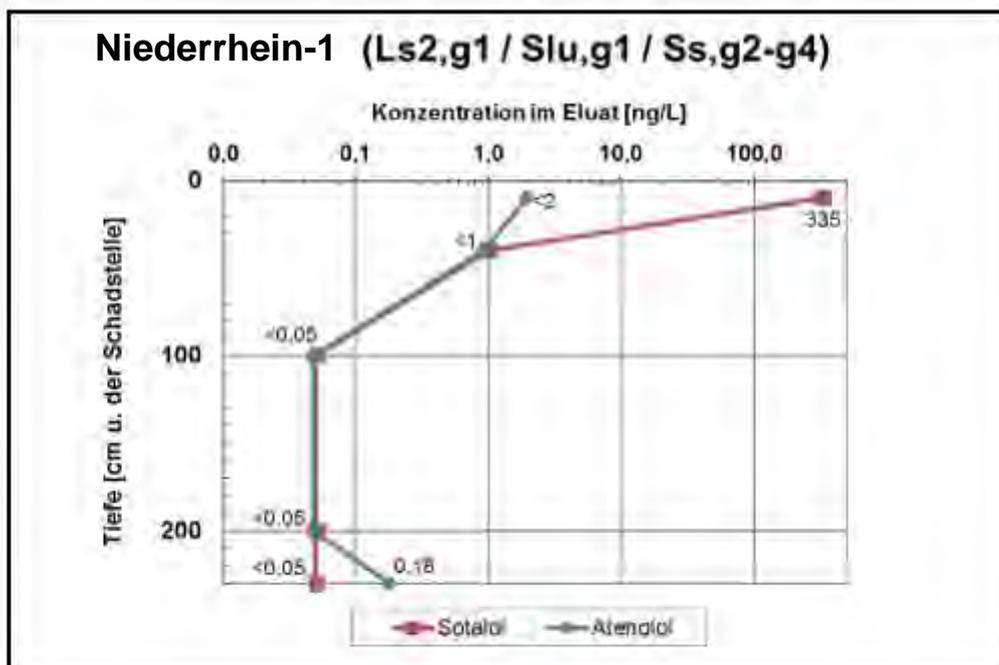


Abbildung 3-7: Ergebnisse der Bodenproben 0 - 10 / 10 - 40 / 40 - 100 / 100 - 200 / 200 - 230 cm für die Parameter *Sotalol* und *Atenolol* (Beurteilungswert: jeweils 100 ng/l; logarithmische Skalierung; Bodenart gemäß **/50/** (Fein- und Grob-boden)) für den Standort Niederrhein-1

Der Konzentrationsverlauf für den Parameter Sotalol in **Abbildung 3-7** lässt einen deutlichen Schadstoffrückhalt innerhalb der obersten Bodenschicht bis 10 cm unter Rohrsohle erkennen. Es handelte sich hierbei um umgelagerten geogenen Boden (mit feinen Ziegelbruchstücken). Der darunter anstehende bindige Auenlehm wies eine geringe Durchlässigkeit auf und scheint den vertikalen Schadstoffaustrag weitestgehend zu unterbinden. Die Mächtigkeit dieser bindigen Schutzschicht ist mit ca. 0,5 m vergleichsweise gering.

Tabelle 3-16: Beurteilung der für die Sickerwasserprognose relevanten Faktoren am Standort Niederrhein-1 im Hinblick auf das Abbau- und Rückhaltepotenzial der ungesättigten Bodenzone

Niederrhein-1	Standortfaktoren	Abbau- und Rückhaltevermögen der ungesättigten Bodenzone (Rohrsohle - Ort der Beurteilung)
Schutzfunktion der ungesättigten Zone	1. Mächtigkeit	mittel (in der Regel > 2 m, < 10 m), temporär gering (< 2 m)
	2. Bodenart	mittel – gering (Ls2 / Slu: < 1,5 m, darunter: fS,g2 – G,fs3)
	3a. Sickerwasserrate/ GW-Neubildung	hoch (< 100 mm/a: 100% versiegelt, kaum Infiltration von Niederschlagswasser)
	3b. Exfiltrationsrate	gering (undichte Muffe; Annahme: 12-Pers-Haus, max. 0,2% der Abflussmenge* = 1.165 mm/a)
	4a. Durchlässigkeit	mittel - gering (ab 0,65 m: überwiegend Sand und Kies)
	4b. Lagerungsdichte Ld Trockenrohdichte pt	Ld 3 / Ld3/ Ld4-5 (pt = Ld – 0,009 * Tongehalt = 2,0 / 1,8 / 2,0 g/cm ³)
	4c. Gesamtporenvolumen (Feld- * + Luftkapazität*)	35-36% (FK: 29 / 29 / 8 Vol%, LK: 6 / 7/ 27 Vol%)
Sorptionsvermögen Boden	5. Gehalt an nicht-kaol. Tonmin.	gering-mittel (tonige Anteile nur bis rd. 60 cm unter RS)
	6. Anteil C org.	gering (0,4%) (<i>C_{org} nicht relevant: polare Substanzen adsorbieren kaum an unpolarem organischem Material</i>)
	7. pH-Wert	7,6 – 8,1
Gesamtbeurteilung des Rückhaltevermögens der ungesättigten Bodenzone		(mittel) - gering
Bemerkungen		- nur eine geringmächtige Lehmschicht unter dem Rohr, danach überwiegend Sand und Kies -> geringer Rückhalt - temporär (bei Rheinhochwasser) geringe Abstände RS – O.d.B (1,5-2,5 m).

* in NRW: 133 l Wasserabgabe pro Tag und Einwohner (Quelle: Statistisches Bundesamt 2013)

Maßgebend für den Schutz des Grundwassers ist unter anderem die Fließzeit bis zur Grundwasser Oberfläche. Die Fließgeschwindigkeit des Sickerwassers hängt wiederum vom wassererfüllten und damit durchflusswirksamen Porenvolumen ab. Gemäß der DIN 19732 /65/ wird die Fließgeschwindigkeit als Quotient aus der Sickerwasser- bzw. Grundwasserneubildungsrate und dem Volumenanteil an Wasser (= Feldkapazität) der Grundwasserüberdeckung beschrieben. Hieraus ergibt sich, dass die Fließgeschwindigkeit umso höher ausfällt, je kleiner die zur Verfügung stehende Durchflussfläche bzw. das speicherbare Wasservolumen ist.

Vor diesem Hintergrund und aufgrund der sehr geringen Sorptionsstärke von *Sotalol* muss eine geringe Verweilzeit des Sickerwassers und ein geringer Rückhalt angenommen werden (**Tabelle 3-16**).

Zusätzlich sind für diesen Standort auch die temporären Grundwasserhochstände bei Rheinhochwasser zu berücksichtigen. Diese begünstigen ein Freisetzen der gelösten oder an Bodenpartikel gebundenen Schadstoffe und ermöglichen möglicherweise auch über diesen Prozess einen Eintrag der Schadstoffe in das Grundwasser. Ein Hinweis hierauf könnte der Nachweis von *Atenolol* in der Probe der Tiefe 200 - 230 cm sein. Der Negativbefund für *Sotalol* in den tieferen Bodenkompartmenten könnte auf Desorptionsprozesse bei temporärem Grundwasserkontakt zurückzuführen sein. Insgesamt betrachtet ist eine **Überschreitung des Beurteilungswertes am Ort der Beurteilung** bei entsprechend hohen Eingangskonzentrationen **nicht auszuschließen bzw. bei Grundwasserhochständen zu erwarten**.

3.1.2.5 Standort Niederrhein-2 (2)

Die Probenahme am Standort Niederrhein-2 (2) erfolgte am 18.05.2017. Der *BLB NRW Aachen* führte zu dieser Zeit Kanalsanierungsarbeiten in offener und geschlossener Bauweise durch. Bei dem hier untersuchten Altschaden handelte es sich gemäß Inspektionsbericht um „**einragendes Dichtungsmaterial**“. Vor Ort zeigte sich, dass das ursprüngliche Kanalrohr aus Grauguss bereits vor wenigen Jahren ausgetauscht worden war. Das Rohr verlief unterhalb einer Rasenfläche in ca. 1 m Tiefe, im Untergrund standen kiesige Sande der Hauptterrassensedimente des Rheins an. Da der Standort im Einflussbereich des Tagebaus Hambach liegt wird die Tiefenlage der Grundwasseroberfläche künstlich abgesenkt (> 30 m, siehe **Anhang 11**). Vor dem Hintergrund der Standortgegebenheiten (Schaden bereits vor einigen Jahren saniert, keine Versiegelung, sandig-kiesiger Untergrund) wurde vor Ort entschieden, nur den oberen Meter im Bereich des Altschadens zu beproben bzw. zu analysieren (Proben aus 0 - 10 cm / 10 - 40 cm / 40 - 100 cm unterhalb der aktuellen Rohrsohle).

Es wurden nur sehr geringe Konzentrationen einiger Spurenstoffe gemessen. Einzig der Summenparameter *EEQ* wies in der Probe 0 - 10 cm eine Konzentration von 0,64 ng/l auf und lag damit über dem Beurteilungswert in Höhe von 0,4 ng/l. Die tieferen Proben (10 - 40 cm / 40 - 100 cm) waren unauffällig (jeweils < Bestimmungsgrenze).

Die Stoffeigenschaften der Referenzsubstanz *17 β -Estradiol* sind im Hinblick auf eine Grundwassergefährdung insgesamt als günstig zu beurteilen. Die Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone kann für das *17 β -Estradiol* aufgrund der langen Sickerstrecke und der in den Hauptterrassenablagerungen vorhandenen Tonlagen als hoch eingestuft werden. Eine **Überschreitung des Beurteilungswertes am Ort der Beurteilung** ist **nicht zu erwarten**.

Tabelle 3-17: Beurteilung der für die Sickerwasserprognose relevanten Faktoren am Standort Niederrhein-2 (2) im Hinblick auf das Abbau- und Rückhaltepotenzial der ungesättigten Bodenzone

Niederrhein-2 (2)	Standortfaktoren	Abbau- und Rückhaltevermögen der ungesättigten Bodenzone (Rohrsohle - Ort der Beurteilung)
Schutzfunktion der ungesättigten Zone	1. Mächtigkeit	mittel - hoch* ¹ (GW-Flurabstand >> 10 m)
	2. Bodenart	mittel: gering (Sand, Kies), z. T. hoch (Tonlagen* ²)
	3a. Sickerwasserrate/ GW-Neubildung	gering (ca. 250 mm/a: 0% versiegelt, Rasenfläche)
	3b. Exfiltrationsrate	gering (undichte Muffe; hier: Amtsgericht mit > 15 Personen an 5 Tagen in der Woche und max. 0,2% der Abflussmenge* = > 1.037 mm/a)
	4a. Durchlässigkeit	mittel (gering bis hoch, vgl. Pkt. 2)
	4b. Lagerungsdichte Ld Trockenrohdichte pt	Sand/Kies: Ld 4-5 (pt = Ld – 0,009 * Tongehalt = min. 1,8 g/cm ³)
	4c. Gesamtporenvolumen (Feld-* + Luftkapazität*)	Sand/Kies: 30 - 34 Vol% (FK: 4 - 8 Vol%, LK: 26 Vol%) Tonlagen: ca. 46 Vol% (FK: 42 Vol%, LK: 4 Vol%)
Sorptionsvermögen Boden	5. Gehalt an nicht-kaol. Tonmin.	mittel: gering (Sand, Kies) bzw. hoch (Tonlagen)
	6. Anteil C org.	nicht bestimmt, keine nennenswerten Gehalte zu erwarten
	7. pH-Wert	7,6 – 8,1
Gesamtbeurteilung des Rückhaltevermögens der ungesättigten Bodenzone		mittel - gering
Bemerkungen		<ul style="list-style-type: none"> - ^{*1} Bei der Einstufung der Mächtigkeit sollen gemäß 0 (LABO 2003) nur solche Gesteine berücksichtigt werden, die einen relevanten Beitrag zur Schutzfunktion erbringen. Dazu zählen in erster Linie Lockergesteine mit geringen Durchlässigkeiten.“ - ^{*2} „Im Bereich der südlichen Niederrheinischen Bucht (Erft-Scholle) besteht der tiefere Abschnitt der Niederrhein-Hauptterrassen-Formation (Älteste Hauptterrasse bis Ältere Hauptterrasse) vom Liegenden zum Hangenden aus einem mehrfachen Wechsel von Kies und Tonlagen.“ 0

* in NRW: 133 l Wasserabgabe pro Tag und Einwohner (Quelle: Statistisches Bundesamt 2013)

3.1.2.4 Standorte der Voruntersuchungen (HS OWL)

Im Rahmen des Vorprojektes (vgl. **Kapitel 2.1.5** und **/9/**) wurden an insgesamt sechs Standorten erhöhte, d. h. über den jeweiligen Beurteilungswerten liegende Konzentrationen nachgewiesen (Eluat, siehe **Anhang 69**). Die Ergebnisse sind im Detail den Anhängen 39-47 zu entnehmen.

In **Abbildung 3-8** wurden die Tiefenprofile der Parameter dargestellt, die die Beurteilungswerte überschritten. Am Standort Lemgo 1 konnte aufgrund des unmittelbar anstehenden Festgesteins keine Sondierung durchgeführt werden. Es wurde nur eine Probe (0-10 cm) des Bettungsmaterials gewonnen, die Konzentrationsverteilung der erhöhten Parameter Metoprolol (181 ng/l) und Sotalol (327 ng/l) zur Tiefe hin ist somit nicht darstellbar.

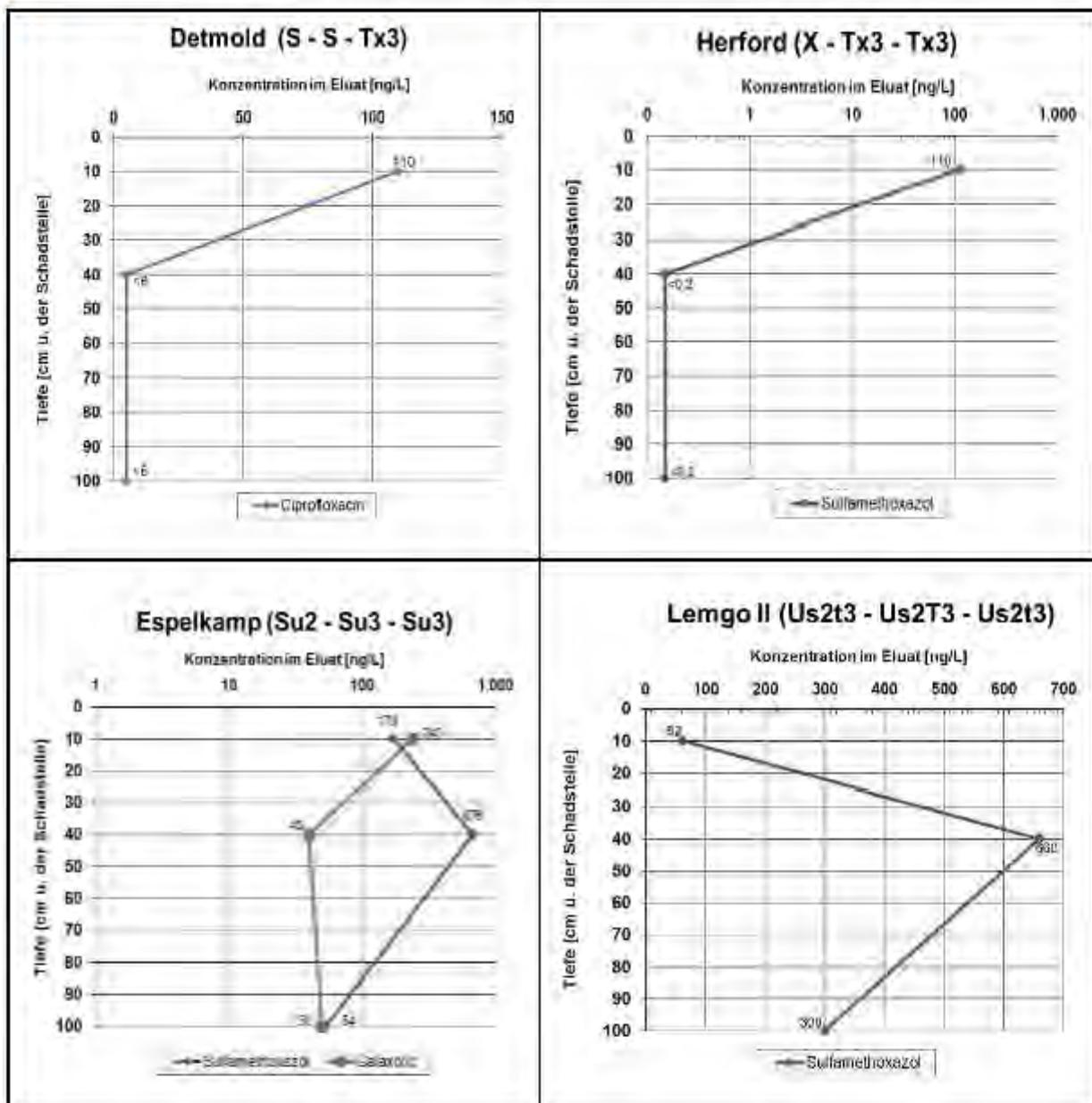


Abbildung 3-8: Ergebnisse der Bodenproben 0 - 10 / 10 - 40 / 40 - 100 cm für die im Rahmen Vorprojektes an den Standorten Detmold, Herford, Espelkamp und Lemgo II auffälligen Parameter Ciprofloxacin, Sulfamethoxazol und Galaxolid (Beurteilungswert: jeweils 100 ng/l)

Eine verbal-argumentative Sickerwasserprognose konnte für diese Standorte des Vorprojektes nicht in dem Umfang wie für die Standorte des Hauptprojektes durchgeführt werden. Es erfolgte keine Bodenansprache nach KA 5 /50/, so dass nicht alle Standortdaten in dem für die Sickerwasserprognose erforderlichen Umfang vorlagen. Die vorliegenden Stoff- und Standortdaten ermöglichten eine grobe Abschätzung des Gefährdungspotenzial:

Die Antibiotika Ciprofloxacin und Sulfamethoxazol kennzeichnet ihre sehr geringe Sorptionsstärke sowie eine gute Löslichkeit, eine fehlende Abbaubarkeit und eine hohe Mobilität. Das Gefährdungspotenzial für das Grundwasser ist für diese Parameter

grundsätzlich als erhöht zu beurteilen. In Abhängigkeit von der Sickerstrecke und der am jeweiligen Standort vorliegenden Hauptbodenart ist eine **Überschreitung der Beurteilungswerte am Ort der Beurteilung** grundsätzlich **nicht auszuschließen** (Lemgo II: da keine Angaben zum GW-Stand vorliegen) bzw. **zu erwarten** (Detmold und Herford: Abstände Rohrsohle - OK Festgestein < 2 m; Espelkamp: ca. 2-4 m Abstand Rohrsohle - Ort der Beurteilung).

Entgegen den meisten Arzneistoffen weist der Duftstoff Galaxolid ein vergleichsweise hohes Rückhaltepotenzial im Boden auf (**Tabelle 3-9**). Bezogen auf den Standort Espelkamp mit einem geringen Abstand des Schadens zur Grundwasseroberfläche (ca. 2 - 4 m) ist in Verbindung mit der anstehenden Hauptbodenart Sand und der festgestellten Schadensart Rohrbruch eine **Überschreitung des Beurteilungswertes am Ort der Beurteilung zu erwarten**.

Am Standort Lemgo I ist aufgrund des unmittelbar anstehenden Festgesteins und der geringen Sorptionsstärke der Betablocker *Metoprolol* und *Sotalol* (vgl. **Tabelle 3-11**) eine Überschreitung des Beurteilungswertes (= 100 ng/l) am Ort der Beurteilung zu erwarten.

Darüber hinaus wurden am Standort Lage erhöhte Summengenhalte der Methyl-1H-Benzotriazole (4.700 ng/l und 3.700 ng/l) ermittelt (siehe **Anhang 49**). Der Schaden lag unterhalb eines Kontrollschachtes, der zunächst entfernt werden musste. Dabei wurde die Rohrleitung zerstört und Abwasser trat aus und versickerte. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die hohen Summengenhalte in den beiden oberen Probenabschnitten bis 40 cm darauf zurückzuführen sind. Hierfür spricht auch, dass in der Probe 40-100 cm nur noch 170 ng/l gemessen worden sind. Eine Sickerwasserprognose erfolgt nicht.

Benzotriazole wurden an allen Standorten nachgewiesen; der Beurteilungswert blieb jedoch mit Ausnahme des o. g. Standortes immer deutlich unterschritten.

3.1.3 Sickerwasserprognose mit ALTEX-1D

Es sind vor allem Rückhalte- und Abbauprozesse, die zu einer Minderung bzw. Verzögerung beim Transport der Schadstoffe mit dem Sickerwasser führen /24/. Anhand der in **Kapitel 3.1.2** vorgenommenen Parametrisierung der Transportstrecken an den betrachteten Standorte (Ermittlung der relevanten chemisch-physikalischen und biologischen Stoffdaten sowie der hydro-(geo-)logischen Standortdaten) erfolgte bereits eine erste grobe Einschätzung der Dauer des Transportes und eines theoretischen Schadstoffrückhalts sowie einer damit einhergehenden Schadstoffminderung im Sickerwasser:

Es ist danach davon auszugehen, dass **bei Abständen Rohrsohle - Ort der Beurteilung, von < 2 m** grundsätzlich ein **erhöhtes Gefährdungspotenzial** für das Grundwasser besteht,

da die Abbau- und Rückhalteprozesse auf der verkürzten Transportstrecke i. d. R. vernachlässigbar sind. Bei oberflächennah anstehendem Festgestein (Kluftgrundwasserleiter) besteht ebenfalls keine relevante Schutzfunktion /23/.

Auch bei einem **kiesig-sandigen Untergrund** ist im Schadensfall eine **Beeinträchtigung des Grundwassers zu erwarten** (siehe auch **Kapitel 1.2**).

Dagegen liegt eine **hohe Schutzfunktion** der ungesättigten Bodenzone vor, wenn diese aus **tonigen bzw. schluffig-tonigen Sedimenten** besteht (> 2 m und lateral durchgehend), die ein hohes Sorptionsvermögen aufweisen /23/. An solchen Standorten ist eine **Beeinträchtigung des Grundwassers nicht zu erwarten**.

Nach der verbal-argumentativen Sickerwasserprognose in **Kapitel 3.1.2** besteht für die in diesem Monitoring im Eluat erhöhten Parameter vor allem bei mittleren Sickerstrecken von > 2 – 10 m ein hinreichender Verdacht für eine Grundwassergefährdung. **Tabelle 3-18** sind die prognostizierten Wahrscheinlichkeiten für eine Überschreitung des Beurteilungswertes am Ort der Beurteilung in Abhängigkeit der Hauptbodenarten zu entnehmen.

Tabelle 3-18: Ergebnisse der verbal-argumentativen Abschätzung einer potenziellen Überschreitung des Beurteilungswertes am Ort der Beurteilung für mittlere Sickerstrecken (= Abstand Rohrsohle - Ort der Beurteilung > 2 m - 10 m), differenziert nach Hauptbodenarten

Hauptbodenarten		Schluffe / (stark) schluffige Feinsande	Fein- bis Mittelsande	Grobsande, (sandige) Kiese
Parametergruppen				
(1)	<i>Galaxolid, Tonalid Triclosan, EEQ</i>	nicht auszuschließen		zu erwarten
(2)	<i>Carbamazepin, Diclofenac</i>	nicht auszuschließen	zu erwarten	
(3)	<i>Metoprolol, Sotalol, Atenolol Sulfamethoxazol, Ciprofloxacin, Metformin</i>	zu erwarten		

Als ein Verfahren zur quantifizierenden Abschätzung der Konzentrationen und Frachten im Sickerwasser für den Ort der Beurteilung wird in der LABO/ALA-Arbeitshilfe „Sickerwasserprognose bei Detailuntersuchungen“ /24/ die analytische Lösung der Advektions-Dispersions-Transportgleichung für den eindimensionalen Fall beschrieben (Lösungsgleichungen nach VAN GENUCHTEN /86/ mit der vereinfachenden Annahmen z. B. eines homogenen Aufbaus des Sickerraums). Mit dem Excel-Arbeitsblatt **ALTEX-1D** (Analytische Lösung der 1D-Transportgleichung mit MS-EXCEL) existiert ein Berechnungsinstrument, mit dem die **Konzentrations- und Frachtentwicklung „grob“ quantifizierend abgeschätzt** werden kann.

Die wesentlichen Prozesse, die bei der ALTEX-Berechnung berücksichtigt werden, sind Advektion, Dispersion, Sorption und Abbau 1. Ordnung. Die berechneten Konzentrationen und Frachten am Ort der Beurteilung werden dabei tendenziell überschätzt.

Es ist jedoch anzumerken, dass allen Berechnungen mit ALTEX-1-D der sogenannte Standardfall zugrunde liegt, wonach aus einer Schadstoffquelle im Boden ein Stofftransport mit dem Sickerwasser in das Grundwasser erfolgt (Fallkonstellation A: bis zur Erschöpfung der Quelle konstante Quellkonzentration; lösungslimitierte Freisetzung).

Mit den im Rahmen dieses Projektes ermittelten standortspezifischen Feld- und Laborergebnissen kann mit Hilfe von ALTEX-1D dagegen nur die Betrachtung der zum Zeitpunkt der Probenahme vorherrschenden Belastungssituation erfolgen, d.h. es wird berechnet, u.a. mit welchen maximalen Konzentrationen am Ort der Beurteilung aufgrund der zum Probenahmezeitpunkt nachgewiesenen Schadstoffgehalte im Boden (Feststoff und Eluat) zu rechnen ist. Ein fortwährender Schadstoffeintrag mit dem Abwasser (⇒ Sickerwasser) und ggf. eine Vorbelastung der Transportstrecke wird nicht berücksichtigt, da hierzu keine Untersuchungen stattgefunden haben und die Stoffkonzentrationen im lokalen Abwasser stark vom Nutzerverhalten abhängen (temporär schwankend). Der regelmäßige Zustrom belasteten Abwassers wird nur insofern berücksichtigt, als dass mit der Fallkonstellation A eine konstante Quellkonzentration unterstellt wird.

Um belastbare Aussagen zur Dauer des Schadstoffaustrags mit dem Sickerwasser sowie zu den Frachten aus der Schadstoffquelle treffen zu können, müssten weitere Aspekte wie die räumliche Ausdehnung und / oder die Verteilung und die Gesamtmasse der Schadstoffe bekannt sein (= Schadstoffinventar). Diese konnten aufgrund der hier gewählten Methodik (eine Rammkernsondierung je Schadstelle) nicht abgeschätzt werden. Angaben zu Austragsdauer Frachten erfolgen daher nicht.

Ein Vorteil der *analytischen Lösung der Advektions-Dispensions-Transportgleichung* ist es jedoch, dass durch Variation der Eingabeparameter/Randbedingungen eine **schnelle orientierende Einschätzung der Ergebnisbandbreite** möglich wird.

Die Sickerwasserprognose mittels ALTEX-1D wird nachfolgend für jeweils einen Parameter aufgeführten drei Stoffgruppen durchgeführt. Es handelt sich dabei um Parameter, die nach der verbal-argumentativen Sickerwasserprognose aufgrund ihrer Stoffeigenschaften auch an Standorten mit einer Transport-/Sickerstrecke von *> 2 m bis 10 m* mindestens ein nicht auszuschließendes Gefährdungspotenzial für das Grundwasser aufweisen.

Diese mittlere Transportstrecke entspricht unter Berücksichtigung einer Kanalverlegetiefe von überwiegend 1-2 m unter GOK Grundwasserflurabständen von 3-12 m, welche in NRW weit-

verbreitet und somit von besonderem Interesse für die Eintragsprognose sind. In den folgenden Betrachtungen werden zudem nur schluffige bis sandige Hauptbodenarten betrachtet, da hierfür die vergleichsweise größten Unsicherheiten bei der Gefährdungsbeurteilung bestehen bzw. die weiteren Eingabeparameter einen stärkeren Einfluss auf das Ergebnis haben können - im Gegensatz zu den eher tonigen Untergründen mit einer hohen Schutzfunktion und den eher kiesigen Untergründen mit einer sehr niedrigen Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone.

Unter diesen Aspekten erfolgten die ALTEX-1D-Berechnungen für den bereits in **Kapitel 3.1.2.2** verbal-argumentativ betrachteten Standort Ruhrgebiet-1, an dem sowohl Stoffe aus den drei Parametergruppen der **Tabelle 3-18** in z. T. sehr stark erhöhten Eluat-Konzentrationen detektiert wurden, als auch eine mittlere Sickerwasserstrecke vorliegt. Die Eingangsparameter (Ist-Werte) wurden, sofern nicht genau bekannt, im Sinne einer worst-case-Betrachtung festgelegt.

Dabei war es für die Eingangsparameter *Ort der Beurteilung*, *Oberkante der Quelle* und *Unterkante der Quelle* in Meter unter GOK unerheblich, ob als Ort der Beurteilung der Grundwasserflurabstand oder der Abstand Rohrsohle - Grundwasseroberfläche / Ort der Beurteilung als Transportstrecke zugrunde gelegt wird. Entsprechende Berechnungen ergaben nahezu identische Konzentrationen bzw. Zeitpunkte der Überschreitung des Beurteilungswertes. Im Folgenden sind ausschließlich die Angaben der Standortdatenblätter verwendet worden (hier: bezogen auf GOK = 0 m).

In **Tabelle 3-19** sind sämtliche Eingangsdaten für die ALTEX-1-D-Berechnungen (Fall A) aufgeführt:

Tabelle 3-19: Eingangsparameter für die ALTEX-1D-Berechnung /23/ /24/

EINGANGSPARAMETER ALTEX-1D	ERLÄUTERUNG
Prüfwert	Hier Beurteilungswert nach /49/
Kontaminierte Fläche	Emissionsfläche ca. 2 m ² (mittlerer Literaturwert), hat keinen Einfluss auf das berechnete max. Konzentration (beeinflusst die zu erwartenden Gesamtfrachten)
Ort der Beurteilung	= mittlerer Grundwasserhöchststand (m. u. GOK)
Oberkante der Quelle	hier: Rohrsohle (m u. GOK)
Unterkante der Quelle	bestimmt mit dem Ort der Beurteilung die Länge der Transportstrecke, Standardannahme: Hauptbelastungszone i.d.R. bis rd. 0,4 m unter Rohrsohle (worst case)
Bodenart	gemäß der KA5 (Bodenansprache, siehe Standortdatenblätter)
Feldkapazität [%]	Das Modell geht von einem einschichtigen homogenen Aufbau der Transportstrecke aus. Der Wert kann in dem Tabellenblatt „Feldkap“ ermittelt werden bzw. wird bei mehreren Bodenschichten im Tabellenblatt „Äquival“ entsprechend gemittelt
Trockenraumdichte der Quelle	(siehe Zeile 4b in Tabelle 8/ Standortfaktoren), wird für die Berechnung der Gesamtschadstoffmasse der Quelle benötigt

EINGANGSPARAMETER ALTEX-1D	ERLÄUTERUNG
Trockenraumdichte der Transportstrecke	ermittelt aus der Bodenansprache bzw. für ggf. tiefere Bodenschichten abgeschätzt für die jeweilige Bodenart; bei mehrschichtigen Profilen ist der äquivalente Wert aus dem Tabellenblatt „Äquival“ einzusetzen; wird für die Berechnung des Retardationsfaktors R benötigt
Schadstoffgesamtgehalt	Feststoffgehalt in der Quelle (mg/kg)
Mobilisierbarer Anteil	Standardannahme: 100% (worst case) (i.d.R. der durch Niederschlagswasser freisetzbare Anteil des Gesamtgehaltes; hier: Stoffe im Abwasser gelöst; bestimmt im Normalfall die Emissionsdauer und somit das Gesamtergebnis)
Quellkonzentration	Schadstoffkonzentration im Sickerwasser der Quelle (hier: max. Boden-Eluatwert im Bereich 0 - 40 cm u.RS), im Fall A als konstant über die „Lebensdauer der Quelle“ angenommen
Vorbelastung der Transportstrecke	Anfangswert der Sickerwasserkonzentration, Standardannahme: 0 µg/l (eine ggf. zu Beginn in der Transportstrecke vorhandene Vorbelastung könnte hiermit berücksichtigt werden)
Sickerwasserrate (SWR)	Standardannahme: Exfiltrationsrate von 0,2% der Abflussmenge [mm/a]; aus Zeile 3b in den Tabellen „Standortfaktoren“ zu entnehmen
Dispersivitäts-Skalenfaktor	Standardannahme ist 0,1 genaue Berechnung erfolgt im Tabellenblatt „Äquival“ basierend auf Standortfaktoren und Stoffdaten; insbesondere bei Transportstrecken > 10 m ist ggf. eine Reduzierung des Faktors um eine Zehnerpotenz zu empfehlen (Prüfung der möglichen Bandbreite: Min./Max.-Werte)
C_{org}-Gehalt [%]	Laborergebnis (ggf. über Humusgehalt abschätzbar: $C_{org} = \text{Humusgehalt}/1,72$)
Linearer Verteilungskoeffizient [kd]	Wird für die Berechnung des Retardationsfaktors R benötigt (beschreibt die Verzögerung der Schadstoffverlagerung durch Sorptionsprozesse); hängt bei organischen Schadstoffen vor allem vom C _{org} -Gehalt des Bodens ab und hat großen Einfluss auf das berechnete Ergebnis <i>Berechnung: $K_{oc} = K_D \times 100/\%C_{org}$ [l/kg]</i>
Halbwertszeit Abbau T_{1/2} [a]	Für persistente/nicht abbaubare Stoffe ist aus programmtechnischen Gründen 1.000.000 einzusetzen. Hieraus resultiert ein praktisch vernachlässigbarer Abbaukoeffizient Für abbaubare Stoffe wird im Sinne einer worst-case-Betrachtung zunächst der höchste Wert berücksichtigt

Galaxolid

Aufgrund der Stoffeigenschaften besteht für den Parameter **Galaxolid** theoretisch ein **mittleres bis hohes Rückhaltepotenzial**. Die relevanten Rückhalte- und Abbauprozesse hängen letztendlich von den Standortfaktoren ab, vor allem den Bodeneigenschaften und der Mächtigkeit der Sickerwasserstrecke. In **Tabelle 3-20** wurden zunächst alle für die ALTEX-1D-Berechnung benötigten Stoff- und Standortdaten zusammengetragen (= Ist-Werte in Spalte 2).

In den Spalten 3 - 5 wurden für die Parameter, die einen signifikanten Einfluss auf das Berechnungsergebnis haben können, modifizierte Annahmen getroffen. Als Ergebnis dieser Variationen wurde letztendlich jeweils der Zahlenwert eingetragen, ab dem eine Überschreitung bzw. Unterschreitung des Beurteilungswertes errechnet wurde.

Einen erheblichen Einfluss auf das Ergebnis hat die Tiefenlage des *Ortes der Beurteilung*, der zusammen mit der Tiefenlage des Schadens die Länge der Transportstrecke definiert. Zudem spielt der angenommene $C_{org.}$ -Gehalt eine entscheidende Rolle, da die Sorption an Feststoffen mit dem Gehalt an organischem Kohlenstoff zunimmt. Im konkreten Fall des Standortes Ruhrgebiet-1 tritt bereits bei einer Erhöhung der Sickerstrecke um nur 1 m eine Unterschreitung des Beurteilungswertes ein. Gleiches gilt für einen nur 0,1% höheren $C_{org.}$ -Gehalt. Die Beispiele unterstreichen die Bedeutung der Eingangsparameter bzw. deren Stellenwert in Bezug auf das erzielte Ergebnis.

Unterschiedliche *Sickerwasserraten* führten hingegen nicht zu maximalen Konzentrationen am Ort der Beurteilung vielmehr bestimmte diese Größe den Zeitpunkt der Überschreitung sowie die zu erwartenden Gesamtfrachten. Bei Sickerwasserraten von ca. 2% der Abflussmenge (= Faktor zehn der Standardannahme, hier: Rohrbruch mit Scherbenbildung) wurde mit ATEX-1-D eine Überschreitung des Beurteilungswertes am Ort der Beurteilung bereits nach sechs Jahren berechnet.

Eine Erhöhung des *Gesamtgehaltes* (mg/kg) bedingt eine höhere maximale Konzentration am Ort der Beurteilung; der Zeitpunkt der Überschreitung ändert sich hingegen nicht.

Variationen der *Bodenart* führten zu einer geringfügig höheren maximalen Konzentration (126 ng/l) und einer um 2 Jahre früheren Überschreitung des Beurteilungswertes (hier berechnet für einen reinen Sandboden). Bei einer Transportstrecke von > 6 m (Ist-Wert +1 m) wurde keine Überschreitung des Beurteilungswertes mehr ausgewiesen.

Die Eingabe einer *Vorbelastung der Transportstrecke* hat im Fall der Ist-Werte in Spalte 2 der **Tabelle 3-20** keinen wesentlichen Einfluss auf die maximale Konzentration am Ort der Beurteilung. Vielmehr bedingt diese Variation einen deutlich früheren Zeitpunkt der Überschreitung des Beurteilungswertes. Zudem wirkt sich die Belastung bis in eine größere Tiefe aus.

Tabelle 3-20: Eingabeparameter für die ALTEX-1D-Berechnung für das *Galaxolid* am Standort Ruhrgebiet-1

Eingabeparameter	Ruhrgebiet-1				
	Ist-Werte	Geänderte Annahmen			
Beurteilungswert <i>Galaxolid</i> [ng/l]	100				
Kontaminierte Fläche [m ²]	2				
Ort der Beurteilung [m u. GOK]	5,0	6,0			6,0
Oberkante der Quelle [m u. GOK]	2,2				
Unterkante der Quelle [m u. GOK]	2,6				
Bodenart	Ut3				Ss
Feldkapazität [%]	35				10
Trockenraumdichte Quelle [g/cm ³]	1,7				
Trockenraumdichte Transportstrecke	1,7				
Schadstoffgesamtgehalt [mg/kg]	0,005				
Mobilisierbarer Anteil [%]	100				
Quellkonzentration [µg/l]	0,16				
Vorbelastung Transportstrecke [µg/l]	0	(Konzentration im Abwasser nicht bekannt)			
Sickerwasserrate (SWR) [mm/a]	388		195 / 3884		
Dispersivitäts-Skalenfaktor	0,102	0,102	0,105 / 0,1		0,101
C _{org} -Gehalt [%]	0,2			0,3	
Lin. Verteilungskoeffizient [kd, l/kg] (in Abhängigkeit d. C _{org} -Gehaltes)	5,024			7,536	
Halbwertszeit Abbau T _{1/2} [a]	persistent 1.000.000				
Maximale Konzentration [ng/l]	124	98	123 / 124	95	101
Zeitpunkt BW-Überschreitung [a]	63	keine Ü.	126 / 6	keine Ü.	92

Es lässt sich festhalten, dass das Ergebnis der verbal-argumentativen Sickerwasserprognose für den Standort Ruhrgebiet-1 und den hier diskutierten Parameter *Galaxolid* über das Ergebnis der Berechnungen mit ALTEX-1D-Berechnungen bestätigt wird. Eine **Überschreitung des Beurteilungswertes am Ort der Beurteilung** ist mindestens **nicht auszuschließen**, insbesondere die Länge der Transportstrecke ist aufgrund der hohen Sorptionsstärke von *Galaxolid* entscheidend. In Abhängigkeit der Sickerwasserraten (hier getroffenen Annahmen waren 0,2%, 0,1%, 10%) lagen die berechneten Zeitpunkte einer Überschreitung des Beurteilungswertes zwischen sechs Jahren und mehr als 100 Jahren. Berücksichtigt man zusätzlich eine Vorbelastung der Transportstrecke bzw. des mit Abwasser belasteten Sickerwassers verkürzt sich dieser Zeitpunkt in Abhängigkeit vom Ausmaß der Vorbelastung deutlich. In diesem Fall muss von einem deutlich höheren Grundwassergefährdungspotenzial ausgegangen werden.

3.1.3.2 Carbamazepin

Neben *Galaxolid* wurde am Standort Ruhrgebiet-1 auch erhöhte *Carbamazepinkonzentrationen* ermittelt. Nach Eingabe der Ist- bzw. Standardwerte wurde eine deutliche Überschreitung des Beurteilungswertes am Ort der Beurteilung prognostiziert (um Faktor > 20, **Tabelle 3-21**, dort Spalte 2).

Tabelle 3-21: Eingabeparameter für die ALTEX-1D-Berechnung für das *Carbamazepin* am Standort Ruhrgebiet-1

Eingabeparameter	Ist-Werte	Ruhrgebiet-1					
		Geänderte Annahmen					
Beurteilungswert <i>Carbamazepin</i> [ng/l]	300						
Kontaminierte Fläche [m ²]	2						
Ort der Beurteilung [m u. GOK]	5	11		6		26	10
Oberkante der Quelle [m. u. GOK]	2,2						
Unterkante der Quelle [m u. GOK]	2,6						
Bodenart	Ut3				Ss	Ss	Ss
Feldkapazität [%]	35				10	10	10
Trockenraumdichte Quelle [g/cm ³]	1,7						
Trockenraumdichte Transportstrecke	1,7						
Schadstoffgesamtgehalt [mg/kg]	0,084						
Mobilisierbarer Anteil [%]	100						
Quellkonzentration [ng/l]	32.400						
Vorbelastung Transportstrecke [µg/l]	0	(Konzentration im Abwasser nicht bekannt)					
Sickerwasserrate (SWR) [mm/a]	388		195				
Dispersivitäts-Skalenfaktor	0,102	0,101	0,104		0,1	0,1	0,1
Corg.-Gehalt [%]	0,2						
Lin. Verteilungskoeffizient [kd, l/kg] ($k_d = (K_{oc} * \%C_{org})/100$)	0,166			5,26	0,166 (5,26)		5,26
Halbwertszeit Abbau $T_{1/2}$ [a]	0,9 =328d						
Maximale Konzentration [µg/l]	6.202	242	1.843	335	19.263 (1.819)	300	286
Zeitpunkt BW-Überschreitung [a]	1	keine Ü.	3	45	< 1	keine Ü.	keine Ü.

Eine Prognoseberechnung für die Hauptbodenart Sand war damit nicht weiter angezeigt, da höhere Durchlässigkeiten einen schnelleren Schadstofftransport erwarten ließen. Die durchgeführten Berechnungen bestätigen dies (Spalte 6). So ergab sich für einen reinen Sandboden auch bei hohen Abständen zwischen der Rohrsohle - Ort der Beurteilung eine Überschreitung des Beurteilungswertes (im vorliegenden Fall bis zu einer Transportstrecke von ca. 24 m; siehe Spalte 7). Im Fall des am Standort Ruhrgebiet-1 ausgebildeten Hauptbodenart Schluff trat eine Überschreitung des Beurteilungswertes für *Carbamazepin* (= 300 ng/l) bei Transportstrecken von ≤ 9 m am Ort der Beurteilung ein (**Tabelle 3-21**, Spalte 3).

Unterstellt man einen höheren k_d -Wert (aufgrund eines höheren K_{OC} -Wertes und / oder eines höheren C_{org} -Gehaltes) wäre sowohl für die Hauptbodenart Schluff als auch für die Hauptbodenart Sand eine Überschreitung zu erwarten (**Tabelle 3-21**, Spalten 5 und 6). Erst bei Transportstrecken von über 9 m wäre eine Überschreitung des Beurteilungswertes am Ort der Beurteilung hohen Quellkonzentrationen nicht mehr grundsätzlich zu erwarten.

Es lässt sich festhalten, dass eine **Grundwassergefährdung** durch den Stoff Carbamazepin am Standort Ruhrgebiet-1 **zu erwarten** ist. Damit wird das Ergebnis der verbal-argumentative Gefährdungsbeurteilung bestätigt.

Die Sensitivitätsanalyse (Variation der ALTEX-Eingangsparameter) zeigt, dass das Grundwassergefährdungspotenzial für das Carbamazepin bei mittleren Transportstrecken (> 2 m bis 10 m) wesentlich von den Parametern „Gesamtgehalt“, „Quellkonzentration“, „Tiefenlage des Ortes der Beurteilung“ sowie der „Bodenart“ abhängt. So blieb z. B. für den Standort Ruhrgebiet-1 der Beurteilungswert am Ort der Beurteilung rechnerisch unterschritten, würden deutlich geringere Quellkonzentrationen (< 3.000 ng/l, hier jedoch: ca. 32.000, 6.000 bzw. 3.500 ng/l in 0 - 10, 10 - 40 und 40 - 100 cm Tiefe) und einer Transportstrecke von > 4 m unterstellt. Im Vergleich dazu bleibt eine Überschreitung des Beurteilungswertes bei einer sandigen und bis zu 10 m mächtigen Transportstrecke insgesamt bestehen. Bei einer angenommenen Transportstrecke von ca. 10 m wäre ab einer Quellkonzentration von < 2 µg/l der Beurteilungswert rechnerisch nicht mehr überschritten.

3.1.3.3 Metoprolol

Die höchste Metoprolol-Konzentration wurde am Standort Ruhrgebiet-1 im Eluat der Bodenprobe 0 - 10 cm gemessen (2.607 ng/l). Im Kompartiment 10 - 40 cm unter der Rohrsohle wurden 1.300 ng/l nachgewiesen. In dieser Probe wurde zudem ein maximaler Feststoffwert in Höhe von 0,16 mg/kg ausgewiesen (ASE-Extrakt). Im Sinne einer worst-case-Betrachtung wurde der jeweilige Maximalwert für den gesamten Abschnitt 0 - 40 cm als Gesamtgehalt bzw. Quellkonzentration der Berechnung zugrunde gelegt.

Metoprolol zeichnet sich durch ein sehr geringes Rückhaltepotenzial im Boden aus (vgl. **Tabelle 3-22**). Eine **Überschreitung des Beurteilungswertes am Ort der Beurteilung** war nach Ableitung des Ergebnisses aus der verbal-argumentativen Sickerwasserprognose **zu erwarten**.

Die Berechnungen mittels ALTEX-1-D kamen für den Standort Ruhrgebiet-1 zu dem Ergebnis, dass am Ort der Beurteilung bereits nach einem Zeitraum von ca. einem Jahr eine Überschreitung des Beurteilungswertes zu erwarten ist (**Tabelle 3-22**, Spalte 2).

Tabelle 3-22: Eingabeparameter für die ALTEX-1D-Berechnung für das *Metoprolol* am Standort Ruhrgebiet-1

Eingabeparameter	Ruhrgebiet-1				
	Ist-Werte	Geänderte Annahmen			
Beurteilungswert <i>Galaxolid</i> [ng/l]	100				
Kontaminierte Fläche [m ²]	2				
Ort der Beurteilung [m u. GOK]	5,0			12	12
Oberkante der Quelle [m u. GOK]	2,2				
Unterkante der Quelle [m u. GOK]	2,6				
Bodenart	Ut3				Ss
Feldkapazität [%]	35				10
Trockenraumdichte Quelle [g/cm ³]	1,7				
Trockenraumdichte Transportstrecke [g/cm ³]	1,7				
Schadstoffgesamtgehalt [mg/kg]	0,16				
Mobilisierbarer Anteil [%]	100				
Quellkonzentration [µg/l]	2,61				
Vorbelastung Transportstrecke [µg/l]	0	(Konzentration im Abwasser nicht bekannt)			
Sickerwasserrate (SWR) [mm/a]	388	195 / 3884			
Dispersivitäts-Skalenfaktor	0,102	0,104 / 0,1	0,101 (0,01)		0,1 (0,01)
Corg.-Gehalt [%]	0,2				
Lin. Verteilungskoeffizient [kd, l/kg] (in Abhängigkeit d. C _{org} -Gehaltes)	0,126				
Halbwertszeit Abbau T _{1/2} [a]	persistent 1.000.000	0,39 (142d)			
Maximale Konzentration [ng/l]	2.610	104	2.610	2.610	2.610
Zeitpunkt BW-Überschreitung [a]	1	4	5 / < 1a	6 (10)	3 (5)

Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass aufgrund der (nahezu) fehlenden biologischen Abbaubarkeit und der geringen Sorptionsstärke von *Metoprolols* je nach Mächtigkeit der Transportstrecke, der Bodenart und / oder der Sickerwasserrate der Stoff innerhalb weniger Jahre bis zur Grundwasseroberfläche gelangen kann. Sorption und Dispersion nehmen dabei lediglich nur einen Einfluss auf die Dauer des Stofftransports.

Eine deutliche Minderung der Schadstoffkonzentration im Sickerwasser am Ort der Beurteilung wird bei Variation der Eingangsparameter einzig durch die Annahme eines biologischen Abbaus erreicht (Spalte 3).

Die Ergebnisse spiegeln damit den Fall wider, dass hier eine „konstante Quellkonzentration mit praktisch unbegrenzter Emissionsdauer“ vorliegt, d. h. dass die Emissionsdauer wesentlich länger anhält als die Transportdauer des Schadstoffes /24/.

3.1.4 Grundwasser in offener Baugrube

Bei den Probenahmen wurde in den offenen Baugruben der Standorte Münsterland-3, Münsterland-2, Niederrhein-3, Münsterland-1 und Ruhrgebiet-2 Grundwasser angetroffen und beprobt. An den Standorten Münsterland-3 und Münsterland-2 stand das Grundwasser zum Zeitpunkt der Probenahme nur wenige Dezimeter unterhalb der Rohrsohle an. An den anderen drei Standorten betragen die Abstände Rohrsohle - Ort der Beurteilung 1,6 m bis 2,05 m. Die Ergebnisse sind in der **Tabelle 3-23** zusammengefasst.

Tabelle 3-23: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen im Projektteil A mit Angabe von Beurteilungswert (BW, ng/l) und Bestimmungsgrenze (BG, ng/l)

Stoffgruppe	Parameter	Beurteilungswert (BW, ng/l)	Bestimmungsgrenze (BG, ng/l)	Warendorf, Gescher, Dinslaken, Münster, Herne					
				Anzahl Proben, Wasser	Max (ng/l)	Zahl der Proben > BW	Zahl der Proben > BW (%)	Zahl der Proben > BG	Zahl der Proben > BG (%)
Antibiotika	Sulfamethoxazol	100	0,01 - 1,0	5	1	0	0	1	20
	Acetyl-Sulfamethoxazol	100	0,4 - 5,0	5	0	0	0	0	0
	Ciprofloxacin	100	0,3 - 5,0	5	11	0	0	1	20
	Erythromycin	100	0,07 - 5,0	5	0	0	0	0	0
Antiepileptikum	Carbamazepin	300	0,1 - 1,0	5	19	0	0	4	80
Schmerzmittel	Diclofenac	300	0,1 - 1,0	5	1.090	2	40	5	100
	Phenazon	300	0,05 - 10,0	5	53	0	0	2	40
Betablocker	Metoprolol	100	0,12 - 1,0	5	4.900	1	20	2	40
	Atenolol	100	0,3 - 20,0	5	0	0	0	0	0
	Propranolol	100	0,025 - 10,0	5	0	0	0	0	0
	Sotalol	100	1,0 - 10,0	5	228	1	20	1	20
Süßstoff	Acesulfam	10.000	10,0 - 50,0	5	6.500	0	0	4	80
Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol	3.000	0,3 - 5,0	5	1.640	0	0	5	100
	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol	3.000	1,0 - 5,0	5	140	0	0	5	100
Östrogen	Estradioläquivalentkonzentration (EEQ)	0,4	0,01	5	22	1	20	1	20
Duftstoff	Galaxolid	100	20	4	260	2	50	2	50
Stimulant	Coffein	10.000	10	5	6.690	0	0	3	60
Duftstoff	Tonalid	100	20	3	260	1	33	2	66
Komplexbildner	EDTA	10.000	200	5	3.600	0	0	1	20
Desinfektion	Triclosan	20	40	3	0	0	0	0	0
Tensid	TMDD	10.000	20	3	100	0	0	1	33

Von den hier untersuchten 21 Parametern kam es bei sechs Stoffen zur Überschreitung des jeweiligen Beurteilungswertes (= 29%). Dabei zeigten sich die Substanzen *Diclofenac*, *Metoprolol*, *Sotalol*, *Galaxolid* und *Tonalid* als auffällig. Des Weiteren wurde eine Überschreitung des Beurteilungswertes der *östrogenen Aktivität* detektiert. Es kam in ein bis zwei der insgesamt drei bis fünf Proben zu entsprechenden Überschreitungen.

Bei der Überschreitung des Beurteilungswertes handelte es sich v. a. um die Probe vom Standort Ruhrgebiet-2, in der alle genannten Substanzen den Beurteilungswert überschritten. Am Standort Münsterland-3 war lediglich der Beurteilungswert für *Diclofenac* überschritten, am Standort Münsterland-2 war es *Galaxolid*. Bei den verbleibenden zwei Standorten wurden die Beurteilungswerte aller Parameter eingehalten.

Des Weiteren konnten bis auf *Acetyl-Sulfamethoxazol*, *Erythromycin*, *Atenolol* und *Propranolol* alle Substanzen in mindestens einer Probe nachgewiesen werden. Diese Ergebnisse lagen

damit oberhalb der Bestimmungsgrenze, jedoch unterhalb des Beurteilungswertes. In rund 80% aller Proben wurde damit mindestens einer der hier untersuchten 21 naturfernen Stoffe nachgewiesen.

3.2 Projektteil B: Belastungen aus Siedlungsgebieten

Im **Projektteil B** wurden die Belastungen aus zwei Siedlungsgebieten untersucht, die aufgrund ihrer naturräumlichen Gegebenheiten ein hohes Gefährdungspotenzial für abwasserbürtige Belastungen aus schadhaften Kanälen für das Grundwasser aufweisen.

Die ursprünglich geplante Messstellenzahl von 20 bis 30 Messstellen pro Siedlungsgebiet war nicht realisierbar. Hierfür gab es zwei Gründe: Zum einen waren die recherchierte Siedlungsgebiete, in den eine zusammenhängende, sanierte Kanalisation vorlag, relativ klein. Zum anderen ist eine hohe Messstellendichte im bebauten Bereich in NRW eher untypisch (Ausnahmen: Sanierungsmaßnahmen von Altablagerungen und Altstandorten und / oder sonstige Überwachungen).

Eine Ausnahme bilden Gebiete mit Bergsenkung. Hier wird der Flurabstand auch im bebauten Bereich mit Hilfe einer relativ hohen Dichte von Messstellen überwacht. Konkret erfolgt z. B. ein entsprechendes Monitoring im Verbandsgebiet der *LINEG*. Die Mehrzahl an Grundwassermessstellen in NRW befindet sich in landwirtschaftlich genutzten Gebieten und damit nicht in der für dieses Projekt definierten Zielkulisse. Die erarbeiteten Ergebnisse für Siedlungsgebiete lassen dennoch eine generelle Bewertung des Gefährdungspotenzials aus schadhaften Kanälen zu.

Die **Tabelle 3-24** zeigt das Ergebnis der entsprechenden Wasseruntersuchungen. Dargestellt sind alle organischen Parameter ($n = 21$), die als abwasserspezifische Stoffe Hinweise auf entsprechende Einträge liefern. Die Wasserinhaltsstoffe stammen aus 13 Stoffgruppen, die zusammen die gesamte Bandbreite der in Frage kommenden Eintragsquellen abdecken.

Neben den jeweiligen Bestimmungsgrenzen wurden auch die stoffspezifischen Beurteilungswerte mit aufgeführt (jeweils in ng/l). Es erfolgt die Angabe der Probenzahl, die jeweils gemessenen Maximalkonzentration sowie die Zahl der Überschreitungen des Beurteilungswertes sowie der Bestimmungsgrenze (jeweils absolut und als prozentualer Anteil). Die rot markierten Felder weisen auf eine Überschreitung der Bestimmungsgrenze hin. Die Betrachtungen erfolgten für beide Gebiete getrennt. Alle Einzelwerte finden sich auch in **Anhang 81** (Siedlungsgebiet 1) und **Anhang 82** (Siedlungsgebiet 2).

In beiden Gebieten wurde die Bestimmungsgrenze von 12 der insgesamt 21 untersuchten Parameter überschritten. Damit erfolgten Nachweise über fast alle Stoffgruppen hinweg, nur die Parameter der Gruppen Östrogene, Duftstoffe, Desinfektionsmittel und Tenside blieben

ohne Befund. Die Befunde der zahlreichen, naturfremden Substanzen im oberflächennahen Grundwasser weisen einen Eintrag von Abwasser durch die Exfiltration aus defekten, privaten Hausanschlussleitungen nach.

So wurden die Stoffe Ciprofloxacin, Carbamazepin, 1H-Benzotriazol und EDTA im Siedlungsgebiet 1 im Zustrom aller 12 Stellen detektiert, im Siedlungsgebiet 2 traten Diclofenac, Phenazon, 1H-Benzotriazol und EDTA an allen Stellen auf. Bezogen auf das gesamte Messstellenkollektiv (n = 19 Stellen) gab es keinen Zustrom, in dem nicht ein oder mehrere Parameter in Konzentrationen über der jeweiligen Bestimmungsgrenze ausgewiesen worden sind.

Betrachtet man die absolute Höhe der Werte fällt auf, dass die Mehrzahl der Befunde zwar über der Bestimmungsgrenze, aber unterhalb der ebenfalls in **Tabelle 3-24** angeführten Beurteilungswerte lag. Im Zustrom der Messstellen 1307 (Siedlungsgebiet 1) sowie der Stelle 160902/28 (Siedlungsgebiet 2) wurde *Ciprofloxacin* in Konzentrationen von 137 bzw. 136 ng/l detektiert, der entsprechende Beurteilungswert liegt bei 100 ng/l. Im Siedlungsgebiet 2 überschritt auch die Konzentration des Komplexbildners *EDTA* den Beurteilungswert in Höhe von 10.000 ng/l um 1.600 ng/l (Messstelle 160902/30).

Neben den genannten Stoffen wurden im Siedlungsgebiet 1 v. a. die Parameter *Sulfamethoxazol*, *Carbamazepin*, *Phenazon*, *Acesulfam*, *1H-Benzotriazol* und *Coffein* (Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze zwischen 67 und 100%) sowie in Siedlungsgebiet 2 v. a. *Erythromycin*, *Carbamazepin*, *Diclofenac*, *Phenazon*, *Metoprolol* und *1H-Benzotriazol* detektiert (Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze zwischen 57 und 100%). Nachweise von *Sulfamethoxazol*, *Acesulfam* und *Coffein* traten im Grundwasser des Siedlungsgebietes 2 eher selten auf.

Es lässt sich festhalten, dass in den hier untersuchten 19 Grundwässern mindestens sechs, maximal zwölf der insgesamt analysierten 21 naturfremden Parameter detektiert wurden. Mit anderen Worten bedeutet dies, dass alle Wässer Hinweise auf eingetragenes Abwasser enthielten. Dabei fielen die für die Grundwasseroberfläche ausgewiesenen Konzentrationen für einen (Siedlungsgebiet 1) bzw. für zwei (Siedlungsgebiet 2) Parameter so hoch aus, dass der jeweilige Beurteilungswert überschritten wurde.

Im direkten Vergleich beider Gebiete ergaben sich tendenziell vergleichbare Konzentrationen sowie ähnliche Anteile in Bezug auf die Zahl der betroffenen Messstellen. Lokale Unterschiede in der Höhe der Konzentrationen sowie Variationen bei den detektierten Stoffen belegen jedoch, dass neben dem eigentlichen Abwassereintrag bzw. dessen Zusammensetzung auch der Rückhalt im Boden z. B. durch Sorption oder mikrobiologischen Abbau eine gewisse Rolle spielen. Letztere fällt jedoch nicht so hoch aus, dass es zu einer vollständigen Elimination der hier diskutierten Stoffe kommt.

Die Bewertung der resultierenden Stoffkonzentrationen am Ort der Beurteilung, das heißt am Eintrittspunkt des Sickerwassers an der Grundwasseroberfläche, ist nicht möglich, da der Einmischungsfaktor für die Durchmischung des Sickerwassers mit dem Grundwasser unbekannt ist.

Tabelle 3-24: Ausgewählte Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen in den beiden Siedlungsgebieten 1 und 2 (rot: Bestimmungsgrenze sowie an drei Stellen zusätzlich jeweils ein Beurteilungswert überschritten)

Stoffgruppe	Parameter	Beurteilungswert (BW, ng/l)	Bestimmungsgrenze (BG, ng/l)	Siedlungsgebiet 1 (16.08.2016)						Siedlungsgebiet 2 (31.08.2016)					
				Anzahl Proben	Max (ng/l)	Zahl der Proben > BW	Zahl der Proben > BW (%)	Zahl der Proben > BG	Zahl der Proben > BG (%)	Anzahl	Max (ng/l)	Zahl der Proben > BW	Zahl der Proben > BW (%)	Zahl der Proben > BG	Zahl der Proben > BG (%)
Antibiotika	Sulfamethoxazol	100	0,10	12	3,00	0	0	11	92	7	0,00	0	0	0	0
	Acetyl-Sulfamethoxazol	100	0,10 - 10,0	12	2,20	0	0	1	8	7	0,00	0	0	0	0
	Ciprofloxacin	100	5,00	12	137	1	8	12	100	7	135	1	14	1	14
	Erythromycin	100	0,04 - 0,20	12	1,40	0	0	1	8	7	0,20	0	0	5	71
Antiepileptikum	Carbamazepin	300	0,10	12	18,0	0	0	12	100	7	5,30	0	0	6	86
Schmerzmittel	Diclofenac	300	0,04	12	9,90	0	0	2	17	7	6,20	0	0	7	100
	Phenazon	300	0,20	12	3,00	0	0	11	92	7	12,0	0	0	7	100
Betablocker	Metoprolol	100	0,50 - 5,00	12	0,00	0	0	0	0	7	3,70	0	0	4	57
	Atenolol	100	10,0 - 21,0	12	0,00	0	0	0	0	7	0,00	0	0	0	0
	Propranolol	100	0,20 - 10,0	12	82,0	0	0	4	33	7	0,00	0	0	0	0
	Sotalol	100	1,00 - 10,0	12	0,00	0	0	0	0	7	29,0	0	0	1	14
Süßstoff	Acesulfam	10.000	10,0 - 25,0	12	548	0	0	11	92	7	77,0	0	0	2	29
Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol	3.000	1,00	12	403	0	0	12	100	7	157	0	0	7	100
	Summe 4 + 5-Methyl-1H-Benzotriazol	3.000	1,00 - 2,00	12	0,00	0	0	0	0	7	6,40	0	0	1	14
Östrogen	Estradioläquivalentkonz. (EEQ)	0,40	0,02 - 0,04	12	0,00	0	0	0	0	7	0,00	0	0	0	0
Duftstoff	Galaxolid	100	20,0	12	0,00	0	0	0	0	7	0,00	0	0	0	0
Stimulant	Coffein	10.000	10,0	12	90,0	0	0	8	67	7	40,0	0	0	2	29
Duftstoff	Tonalid	100	20,0	12	0,00	0	0	0	0	7	0,00	0	0	0	0
Komplexbildner	EDTA	10.000	200	12	1.400	0	0	12	100	7	11.600	1	14	7	100
Desinfektion	Triclosan	20	40,0	12	0,00	0	0	0	0	7	0,00	0	0	0	0
Tensid	TMDD	10.000	20,0	12	0,00	0	0	0	0	7	0,00	0	0	0	0

3.3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Nachfolgend werden die wesentlichen Ergebnisse der Boden- und Grundwasseruntersuchungen sowie die wesentlichen Annahmen, Aussagen und Ergebnisse der verbal-argumentativen und der mit Hilfe des Berechnungsinstruments ALTEX-1D durchgeführten Sickerwasserprognosen zusammengefasst.

- Sowohl im oberflächennahen Grundwasser als auch in den Eluat-Proben wurden organische, naturferne (Spuren-)Stoffe detektiert, die eindeutig auf einen Eintrag von häuslichem Abwasser in den Boden und das Grundwasser hinweisen. Das breit aufgestellte Screening deckte dabei viele der in Frage kommenden Herkunftsquellen ab. Die Zahl der jeweils detektierten Stoffe variierte stark, vergleichsweise häufig wurden die Substanzen *Benzotriazole*, *Diclofenac*, *Acesulfam*, *Coffein* und *TMDD* nachgewiesen. Die tiefenorientierte Beprobung bestätigte grundsätzlich das vertikale Verlagerungspotenzial der betrachteten Substanzen.
- In den Proben, die unmittelbar unterhalb der Schadstelle entnommen worden sind, wurde der für den Ort der Beurteilung (= Grundwasseroberfläche) festgelegte Beurteilungswert bei insgesamt zwölf Substanzen überschritten, wobei 4 - 19% der Proben betroffen waren. Die Beurteilungswerte der Einzelsubstanzen wurden in der obersten Tiefe um das zwei- bis maximal 108-fache überschritten. Überschreitungen des Beurteilungswertes im Grundwasser in der offenen Baugrube traten für *Diclofenac*, *Galaxolid*, *Tonalid*, *Metoprolol*, *Sotalol* und *EEQ* auf, wobei drei von fünf Standorte betroffen waren.
- In den Proben aus den untersten Entnahmetiefen wurden die Stoffe *Sulfamethoxazol*, *Carbamazepin*, *Metoprolol* und *Sotalol* in Konzentrationen oberhalb des jeweiligen Beurteilungswertes ausgewiesen. Aus der Gegenüberstellung der Befundlage der *obersten* und der *untersten* untersuchten Bodentiefe ergibt sich in Bezug auf die Zahl der detektierten Stoffe eine Minderung von zwölf auf vier Stoffe. Neben der absoluten Zahl der Stoffe mit Überschreitungen des Beurteilungswertes kam es zu einer deutlichen Minderung der Überschreitungshöhe (um das zwei- bis zwölffache im Vergleich zum zwei- bis max. 108-fachen). Einschränkend muss erwähnt werden, dass bedingt durch die unterschiedlichen Sondiertiefen an den jeweiligen Standorten die „unterste“ untersuchte Bodentiefe zwischen 0 - 10 cm und 300 - 400 cm variiert. Bei der Mehrzahl der Standorte (n = 10) lag sie zwischen 40 - 100 cm.

- Neben organischen Parametern wurden auch ausgewählte anorganische Parameter analysiert (Wasser, Eluat, ASE-Extrakt, Feststoff). Die Ergebnisse zeigten Überschreitungen der jeweiligen Bewertungskriterien für die Substanzen *Cadmium*, *Chrom*, *Nickel*, *Blei* und *Gadolinium* in unterschiedlichen Tiefen.
- Die im Abwasser gelösten Schadstoffe gelangen unabhängig von der Schadensart des Kanals in den Untergrund. Die ermittelten Konzentrationen scheinen dabei wesentlich von der Art und Größe des Schadens, aber auch von der Verbrauchsmenge der Stoffe in den Haushalten abzuhängen. Denn auch bei vergleichsweise kleinen Schäden wie Rissen oder Wurzeleinwuchs wurden z. T. erhebliche Konzentrationen im Eluat gemessen.
- Auf der Grundlage der zuvor beschriebenen Analyseergebnisse und unter Berücksichtigung der für den Stofftransport und Stoffrückhalt in der ungesättigten Bodenzone relevanten Stoffdaten und Standortfaktoren ergaben die für fünf Standorte durchgeführten Sickerwasserprognosen, dass eine Überschreitung eines oder mehrerer Beurteilungswerte(s) im Grundwasser nicht ausgeschlossen werden kann oder sogar zu erwarten ist. Die Ergebnisse der Sickerwasserprognosen bzw. die Grundwassergefährdungspotenziale der im Rahmen dieses Projektes erhöhten Spurenstoffe wurden für die jeweiligen Hauptbodenarten und Längen der Sickerstrecken in **Abbildung 4-2** vereinfacht zusammengefasst.
- Das erweiterte Spurenstoffscreening zeigte keine zusätzlichen Substanzen, die eine Auffälligkeit zeigten.
- Die **Tabelle 3-25** fasst die an den 29 Standorten und zwei Gebieten erzielten Ergebnisse in der Form zusammen, dass die Einhaltung bzw. Überschreitung von Beurteilungswerten (Eluat) bzw. Bestimmungsgrenzen (oberflächennahes Grundwasser) für den Einzelstandort farblich eingestuft wurden (grün bzw. rot). Von den insgesamt betrachteten 31 Szenarien (Betrachtung der 29 Standorte mit konkreten Schadstellen und zwei Siedlungsgebieten) wurden die hier zugrunde gelegten Qualitätsanforderungen in 19 Fällen eingehalten (= 61%), in zwölf Fällen war dies nicht der Fall (= 39%). Hinsichtlich des Aufbaus der Tabelle sei erläutert, dass neben der Darstellung der Kriterien Bodenart und Tiefenlage des Schadens eine Einordnung der tiefenspezifischen Messwerte (Eluat) in Bezug auf ihre Unter- bzw. Überschreitung eines oder mehrerer Beurteilungswerte(s) erfolgte (grün bzw. rot). Zusätzlich ist die jeweilige Anzahl von Parametern mit Überschreitung eines oder mehrerer Beurteilungswerte angegeben. Die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen (Projektteil B) wurden in identischer Form in der Tabelle dargestellt. Neben den eigentlichen Messwerten fanden die Betrachtungen der verbal-argumentativen Sickerwasserprognose Berücksichtigung. Die Spalte

„Bemerkungen“ beinhaltet zusätzliche Angaben wie z. B. die Höhe der Überschreitung.

- Bei den untersuchten Standorten scheinen sich die Gefährdungsfaktoren des a.) sandig / kiesigen Substrats im Untergrund, b.) oberflächennah anstehendem Grundwassers sowie bei c.) oberflächennah anstehendem klüftigen Festgestein abzuzeichnen, allerdings sind diese Faktoren vor dem Hintergrund der geringen Anzahl der Standorte nicht statistisch signifikant bewertbar.

Tabelle 3-25: Abwasserspezifische Stoffe in Konzentrationen über dem Beurteilungswert (Eluat) bzw. der Bestimmungsgrenze (oberflächennahes Grundwasser)

Nr.	Standort / Gebiet	Bodenart	Tiefenlage des Schadens (m u. GOK)	Beurteilungswert eingehalten / überschritten (Zahl der Parameter mit Überschreitung)						Ergebnis verbal-argumentativ	Bemerkung
				Grundwasser in Baugrube	Boden Eluat (cm)						
				0-10	10-40	40-100	100-200	200-300	300-400		
1	Münsterland-3	Mittelsand	2,35	1							hohe Konzentration Grundwasser (3fach)
2	Detmold	Mittelsand	1,80		1						hoch anstehendes Grundwasser
3	Herford	Ton, Mergelgestein	3,50		1						hoch anstehendes Grundwasser
4	Münsterland-2	Sand, lehmig	2,10	1	2						
5	Siegerland-1	Schluff	1,70		3					zu erwarten	oberflächennahes, klüftiges Festgestein
6	Paderborn	Schluff, sandig, kiesig	1,70								
7	Dörentrup (1)	Schluff, schwach sandig, kiesig	3,00								
8	Ruhrgebiet-3	Schluff	2,50								
9	Niederrhein-3	Fein- / Mittelsand	1,75		2						
10	Ruhrgebiet-1	Schluff	2,50		4	6	3			nicht ausgeschlossen / zu erwarten	hohe Konzentrationen (2 - 12fach, unterste Tiefe)
11	Münsterland-1	Fein- / Mittelsand	1,60		2	1		1	1		hohe Konzentration(5fach, unterste Tiefe), hoch anstehendes Grundwasser
12	Eifel-1	Schluff	1,25			1				zu erwarten	oberflächennahes, klüftiges Festgestein
13	Espelkamp	Sand, schluffig, schwach humos	0,60		2	1					hoch anstehendes Grundwasser
14	Rahden	Sand, schwach schluffig, kiesig	1,50								
15	Niederrhein-6	Kies	1,60								
16	Niederrhein-4	Mittelsand	0,40								
17	Niederrhein-2 (1)	Grobsand / Feinkies	2,20								
18	Lemgo (1)	Sand (Bettungsmaterial), sonst Kies	5,00		2						
19	Ruhrgebiet-2	Schluff	1,80	5	1	5	5				hohe Konzentration Grundwasser (2 - 50fach)
20	Niederrhein-1	Fein- / Mittelsand	2,75		1					nicht ausgeschlossen / zu erwarten	hohe Konzentration (3fach)
21	Niederrhein-5	Mittelsand	1,00								
22	Dörentrup (2)	Sand, stark schluffig	2,20								
23	Lemgo (2)	Schluff, schwach sandig, tonig	2,50			1	1				3fach, unterste Tiefe
24	Lemgo (3)	Feinsand	2,60								
25	Lage	Ton, schluffig, kiesig	2,50		1	1					
26	Lemgo (4)	Feinsand	1,80								
27	Niederrhein-2 (2)	Mittel- / Feinsand	keine Angabe		1					nicht zu erwarten	
28	Bergisches Land-1	Schluff, lehmig	1,40								
29	Sauerland-1	Feinsand	1,40								
Bestimmungsgrenze unter- / überschritten (Zahl der Parameter mit Überschreitung)											
1	Siedlungsgebiet 1	Sand		12							1 Beurteilungswert im Zustrom 1 Grundwassermessstelle überschritten
2	Siedlungsgebiet 2	Sand		12							jeweils 1 Beurteilungswert im Zustrom von 2 Grundwassermessstellen überschritten

4 Bewertung und Diskussion

In Bezug auf die erfolgte Kontaktaufnahme zu den Kommunen im Rahmen der Standortakquise in Projektteil A kann festgehalten werden, dass der beschrittene Weg, Betreiber von Teilen der Anschlussleitungen direkt anzusprechen, grundsätzlich richtig war. Nahezu alle kontaktierten Kommunen standen dem Vorhaben zunächst aufgeschlossen gegenüber und versuchten eine Probenahme zu ermöglichen. Bei der tatsächlichen Realisierung gab es dann aber zunehmend Schwierigkeiten.

Anhand der Verteilung der Probenahmestandorte im Land NRW (vgl. **Abbildung 4-1**) wird deutlich, dass die wichtigsten Ballungsräume Nordrhein-Westfalens durch das durchgeführte Monitoring abgedeckt sind (u. a. Rhein-Ruhr, aber auch Oberzentren wie z. B. Münster). Zahlreiche Standorte konnten in Ostwestfalen realisiert werden, da hier insbesondere über die *Hochschule Ostwestfalen-Lippe* ein vergleichsweise hoher Akquisitionserfolg zu verzeichnen war. Die Resonanz auf die im Rahmen des landesweiten Monitorings akquirierten Standorte (Standorte des Hauptprojekts) war deutlich geringer. Die angestrebte Gesamtzahl der Standorte konnte nicht realisiert werden. An dieser Stelle sei auch angemerkt, dass als Folge der sich im Projektverlauf abzeichnenden begrenzten Spielräume der angefragten Kommunen zur Teilnahme an den Untersuchungen eine *Auswahl* von Standorten nicht möglich war. Damit relativierte sich der ursprünglich beabsichtigte Ansatz einer Standortwahl in Abhängigkeit der anteilig landesweit auftretenden Bodenarten, Flurabstände bzw. Grundwasservorkommen (Poren; Kluft; Kaarst) vorzunehmen.

Wie die **Abbildung 4-1** weiterhin zeigt, deckt das hier umgesetzte Monitoring die wasserwirtschaftlich wichtigsten Landesteile ab. Insbesondere die für die Trinkwassergewinnung in NRW bedeutenden Porengrundwasserleiter mit hoher und mäßiger Ergiebigkeit wurden angemessen berücksichtigt (vgl. **Abbildung 4-1**, blaue Flächen). Daneben wurden aber auch die Bereiche beschrieben, in denen das Grundwasser primär in Klüften gespeichert ist und deren Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen hoch bis mäßig ist (grün). Dort, wo mengenmäßig zu vernachlässigende Grundwassermengen auftreten (braun), wurden tendenziell weniger Standorte beprobt. Es lässt sich festhalten, dass die hier realisierten Standorte und Gebiete deutlich unter der angestrebten Zahl von Untersuchungsstandorten / -gebieten liegt, und damit nur eine bedingte Repräsentativität in Bezug auf die hier primär anstehende Frage nach den Auswirkungen des Eintrags von Abwasser aus undichten privaten Abwasserleitungen auf wasserwirtschaftlich genutzte Trinkwasserressourcen in NRW gegeben ist.



Abbildung 4-1: Lage der realisierten Untersuchungsstandorte und Siedlungsgebiete in Bezug auf die Art und Ergiebigkeit von Grundwasservorkommen (blau: Porenaquifer, grün: Kluftaquifer, braun: sonstige, ohne nennenswerte Ergiebigkeit, dunkel: ergiebig, hell: mäßig ergiebig /21/)

Die Bodenuntersuchungen am Feststoff und Eluat erbrachten den Nachweis, dass organische Spurenstoffe über das aus undichten Leitungen exfiltrierende Abwasser in den Untergrund gelangen und dort vor allem in den oberen Dezimetern der ungesättigten Bodenzone in z. T. stark erhöhten Konzentrationen anzutreffen sind. Dabei wurden mehrfach Eluatkonzentrationen ermittelt, die oberhalb des jeweiligen parameterspezifischen Beurteilungswertes lagen.

Über die Auswertung der Messungen der ASE-Extrakte im Projektteil A konnten zusätzlich die an den Feststoff sorbierten Substanzen quantifiziert werden (= Gesamtgehalt). Damit grenzen sich diese Ergebnisse von den Messungen im Eluat ab, über die ausschließlich die (wasser-) lösliche Fraktion beschrieben wurde. Es ergaben sich teilweise deutliche Konzentrationsunterschiede zwischen Bodeneluat und ASE-Extrakten (z. B. Standort Ruhrgebiet-2). Dies lässt darauf schließen, dass ein gewisser Anteil der hier betrachteten Substanzen wasserlöslich ist, ein anderer Teil jedoch an den Bodenpartikeln sorbiert wird und damit nicht mobil ist.

4.1 Risikoanalyse und-bewertung

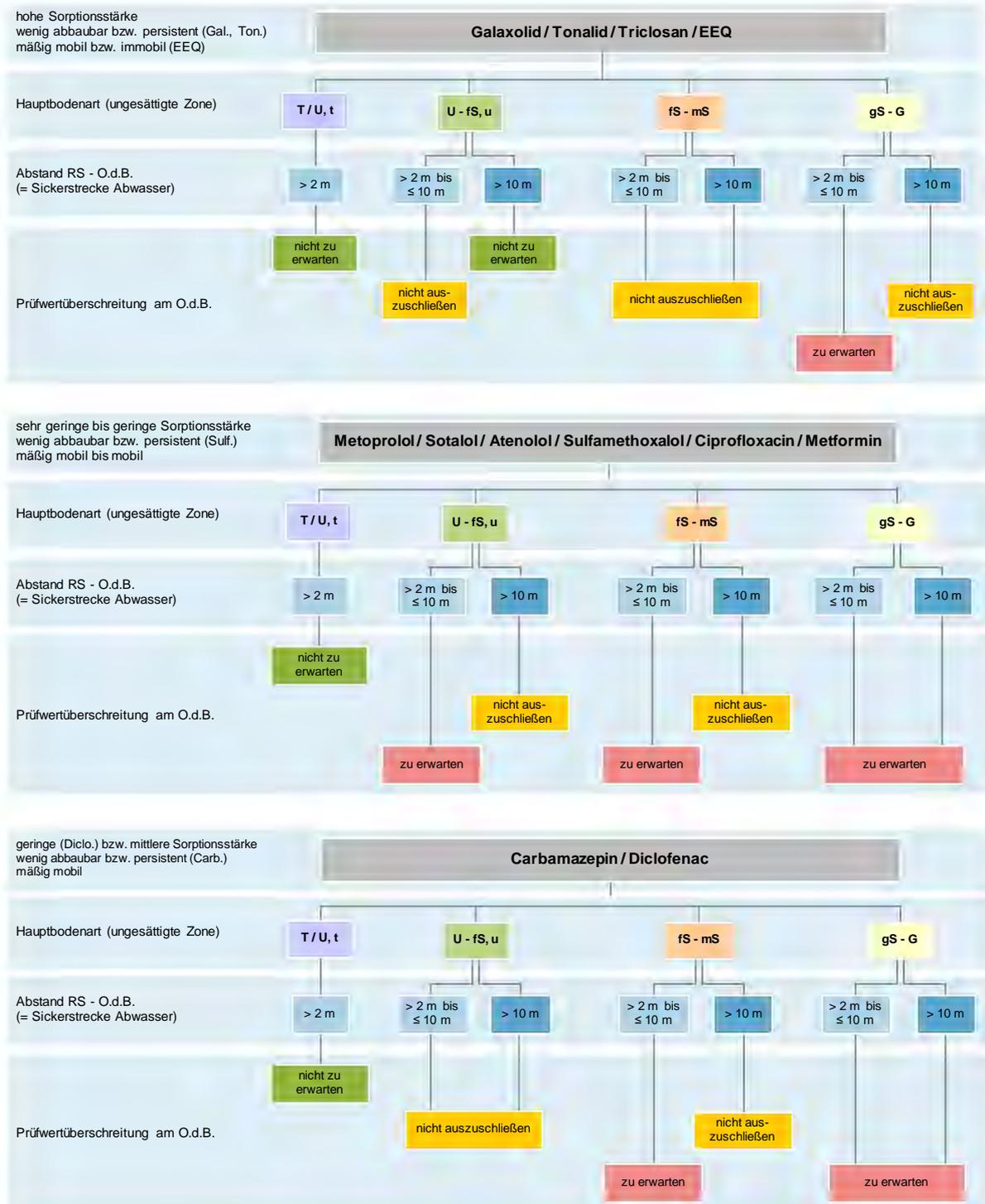
Der Eintrag von Spurenstoffen aus defekten Abwasserleitungen in den Boden und über den Sickerwasserpfad in das Grundwasser ist eine mögliche potenzielle Umweltgefährdung. Wird

das Grundwasser für die Trinkwasserproduktion genutzt, ist zudem der Mensch gefährdet. Im Folgenden gilt es daher, landesweit die Standortfaktoren und Randbedingungen zu identifizieren, bei denen von einem Eintrag in das Grundwasser auszugehen ist (erhöhtes Gefährdungspotenzial).

Mit Hilfe der **Abbildung 4-2** sind die aktuellen Standort- und Laborbefunde sowie die Ergebnisse der verbal-argumentativen Sickerwasserprognose und der Sickerwasserprognosen mittels ALTEX-1D in Form einer Bewertungsmatrix für die relevanten Untersuchungsparameter zusammengefasst. Die Untersuchungsparameter sind darin insbesondere auf der Grundlage ihrer Sorptionsstärke und Mobilität in Gruppen zusammengefasst. Anhand dieser Matrix kann der zu erwartende Weg einzelner Stoffe bzw. Stoffgruppen von der Schadstelle über die ungesättigte Zone bis ins Grundwasser, d.h. die Wahrscheinlichkeit einer Überschreitung des Beurteilungswertes am Ort der Beurteilung abgeschätzt werden (vgl. **Kapitel 2.1.6**, Pkt. (4) sowie **Kapitel 3.1.3**).

Es zeigte sich, dass insbesondere bei sandigen und kiesigen Untergründen erwartungsgemäß ein Grundwassergefährdungspotenzial besteht, welches sich in Verbindung mit geringen bis mittleren Flurabständen (Rohrsohle - Ort der Beurteilung ≤ 10 m) erhöht. Bei geringen Abständen „Rohrsohle - Ort der Beurteilung“ von ≤ 2 m besteht grundsätzlich (für alle Parameter und unabhängig von der Bodenart) ein erhöhtes Grundwassergefährdungspotenzial. Dies gilt auch für oberflächennah anstehendes Festgestein.

Abbildung 4-2: Stoffspezifische Bewertungsmatrix zur Abschätzung der Überschreitungswahrscheinlichkeit eines Beurteilungswertes im oberflächennahen Grundwasser (nach Bodenart und Sickerstrecke differenziert)



4.2 Bewertung der Risikofaktoren für Boden und Grundwasser und Empfehlungen

Die vergleichsweise geringe Anzahl der realisierten Untersuchungen (insgesamt 29 Standorte, aus Vor- und Hauptprojekt) lässt statistisch abgesicherte Aussagen zu Risikofaktoren nicht zu. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass ein Eintrag abwasserspezifischer Stoffe in das oberflächennahe Grundwasser insbesondere dort potenziell möglich ist, wo sandige Böden bzw. ein kiesig / sandiger Untergrund in Verbindung mit geringen Flurabständen (≤ 5 m u. GOK bzw. Rohrsohle - Ort der Beurteilung ≤ 3 m) auftreten. Gleiches gilt auch für oberflächennahes Festgestein in Verbindung mit Klüften zum Grundwasserleiter. Aufgrund der hohen Wasserdurchlässigkeit dieser Standorte könnten im Bedarfsfall vertiefende Untersuchungen angezeigt sein. Zielgröße derartiger Einzelfallbetrachtungen sollte die Beschaffenheit der Grundwasseroberfläche sein. Hierbei wären insbesondere die in **Tabelle 4-1** aufgelisteten organischen Parameter zu untersuchen, über die eine mögliche Beeinflussung durch häusliches Abwasser sicher zu belegen wäre.

Tabelle 4-1: Parameterspektrum für das kleinräumige Monitoring des Einflusses privater Abwasserkanäle

Nr.	Stoffgruppe	Parameter	Einheit
1	Antibiotika	Sulfamethoxazol	ng/L
2	Antiepileptikum	Carbamazepin	
3	Schmerzmittel	Diclofenac	
4	Betablocker	Metoprolol	
5		Sotalol	
6	Süßstoff	Acesulfam	
7	Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol	
8		Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol, 4-MeMethyl-Benzotriazol und 5-Methyl-1H-Benzotriazol	
9	Östrogen	Östrogene Aktivität (EEQ)	
10	Duftstoff	Galaxolid	
11		Tonalid	
12	Stimulant	Coffein	

5 Literatur

- /1/** LANUV NRW LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (2012): Grundwassergefährdung durch undichte Kanäle; Literaturauswertung und Auswertung der Analyseergebnisse der landesweiten Grundwassermessstellen in NRW; LANUV-Fachbericht 43, https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/wasser/abwasser/dichtheit/pdf/4DTG_Leuchs.pdf2012.
- /2/** LEUCHS, WOLFGANG (2012): Grundwassergefährdung durch undichte Kanäle. – Vierter deutscher Tag der Grundstücksentwässerung, 19.11.2012 in Dortmund.
- /3/** THOMA, ROBERT (2011): Auswirkungen undichter Grundleitungen mit häuslichem Abwasser auf Boden und Grundwasser; Hamburger bodenkundliche Arbeiten, Band 64, 2011.
- /4/** AN, PINGLIN (2007): Chemische und biologische Gefährdung für Boden und Grundwasser durch undichte Abwasserkanäle; Dissertation, Universität Karlsruhe, 2007.
- /5/** WEINIG, JOHANNES, RAINER JOSWIG UND JONAS STRUCK (2012): Verbleib von Abwasserinhaltsstoffen aus undichten Abwasserkanälen – Eintragspfade in Untergrund und Grundwasser; Untersuchung mit Unterstützung des Verbandes der unabhängigen Sachkundigen für Dichtheitsprüfung von Abwasseranlagen (VuSD); Abschlussbericht, 2012.
- /6/** EISWIRTH, MATTHIAS, INKA HELD, HEINZ HÖTZL UND LEIF WOLF (2002): Defekte Abwasserkanäle und Grundwasserbeeinträchtigungen. In: Schafmeister, M.-T. und T. Meyer (Hrsg.): Grundwasserressourcen im Spannungsfeld zwischen Erschließung und Naturschutz; Fachtagung der Fachsektion Hydrogeologie in der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 9.-11. Mai 2002; Schriftenreihe der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Heft 19, S. 105.
- /7/** KLINGER, JOCHEN (2007): Beschreibung der Wasser- und Stoffflüsse in einem urbanen Raum unter besonderer Berücksichtigung von Kanalleckagen. – Dissertation, Universität Karlsruhe.
- /8/** HAGENDORF, ULRICH (2004): Gefährdungspotenzial undichter Abwasserkanäle – Risiko für Boden und Grundwasser? In: Seminarband Wasser – Reservoir des Lebens; FLUGS Fachinformationsdienst.
- /9/** AUSTERMANN-HAUN, U., WITTE, H., WEINIG, J., SCHLÖTZER, C. (2017): Abwasser-Boden-Grundwasser - Boden- und Grundwassergefährdung durch undichte Kanäle. Bericht der Arbeitsgemeinschaft der Hochschule Ostwestfalen Lippe (Auftragnehmer) und FH Bielefeld, Az 54.08.08.00 / HS OWL, Aufträge der Bezirksregierung Detmold vom 27.05.2013 und 10.07.2014. 144 S., Detmold.
- /10/** PESCHKA, MANUELA, JAN P. EUBELER UND THOMAS P. KNEPPER (2006): Occurrence and fate of barbiturates in the aquatic environment. – Environ. Sci. Technol. 40 (23): S. 7200-7206.
- /11/** WINKLER, ULRICH (2015): Defekte Kanäle fördern Spurenstoffbelastung im Grundwasser. – wwt, 5/2015: S. 36-38.
- /12/** DIN 19529 (2015): Elution von Feststoffen - Schüttelverfahren zur Untersuchung des Elutionsverhaltens von anorganischen und organischen Stoffen mit einem Wasser-Feststoff-Verhältnis von 2 l/kg. 27 S., Berlin.

- /13/** SCHRAMM, CLAUDIA, OLIVER GANS, MARIA UHL, JOHANNES GRATH, SIGRID SCHARF, IRENE ZIERITZ, MARTIN KRALIK, ANDREAS SCHEIDLEDER, FRANKO HUMER (2006): Carbamazepin und Koffein – potenzielle Screeningparameter für Verunreinigungen des Grundwassers durch kommunales Abwasser? – Report REP-0061, Wien.
- /14/** REINSTORF, FRIDO, SEBASTIAN LESCHIK, ANDREAS MUSOLFF, GERHARD STRAUCH, MONIKA MÖDER, KARSTEN OSENBRÜCK UND MARIO SCHIRMER (2006): Untersuchung zur Verbreitung von Pharmazeutischen und Körperpflegeprodukten (PPCP) im Grund- und Oberflächenwasser der Städte Halle/Saale und Leipzig. – UFZ Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle, Workshop: Pharmaka in der aquatischen Umwelt – Ergebnisse aus Forschung und Praxis; 07.09.2006, Leipzig.
- /15/** BEIER, MEIKE (2008): Urbane Beeinflussung des Grundwassers: Stoffemissionen und –immissionen am Beispiel Darmstadts. – Dissertation, Technische Universität Darmstadt.
- /16/** TRAUTH, ROLAND, CONSTANTIN XANTHOPOULUS UND KLAUS-PETER BARUFKE (1999): Änderung der Grundwasserbeschaffenheit auf dem Fließweg unter der Stadt; Pilotprojekt Karlsruhe – Auswertung der Ergebnisse. – Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Grundwasserschutz, Bd. 7, 63 S.; Karlsruhe.
- /17/** FENZ, ROBERT, ALFRED PAUL BLASCHKE, MANFRED CLARA, HELMUT KROß, MATTHIAS ZESSNER UND D. G. MASCHER (2005): Quantifizierung der Exfiltration aus undichten Kanalnetzen durch Analyse der Carbamazepin-Konzentrationen in Abwasser und Grundwasser. – KA Abwasser, Abfall, 52 (4): S. 388-398, 2005.
- /18/** FEUERSTEIN, WOLFGANG (2015): organische Spurenstoffe im Grundwasser – risikobasierte Untersuchungen in Baden-Württemberg; Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft, Band 223, S. 7 – 27.
- /19/** MUSOLFF, ANDREAS, SEBASTIAN LESCHIK, FRIDO REINSTORF, GERHARD STRAUCH, MONIKA MÖDER UND MARIO SCHIRMER (2007): Xenobiotika im Grundwasser und Oberflächenwasser der Stadt Leipzig. – Grundwasser – Zeitschrift der Fachsektion Hydrogeologie der Deutschen Geologischen Gesellschaft (200) 12: S. 217-231.
- /20/** WOLF, LEIF (2006): Influence of leaky sewer systems on groundwater resources beneath the city of Rastatt, Germany. – Dissertation, Universität Karlsruhe.
- /21/** GEOLOGISCHES LANDESAMT NRW (1999): Im Grunde Wasser Hydrogeologie in Nordrhein-Westfalen, Grundwasserlandschaften S. 12, Krefeld, https://www.gd.nrw.de/zip/broschuer_hydrogeologie.pdf
- /22/** BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV).
- /23/** BUND-/LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (LABO), ALTLASTEN-AUSSCHUSS (ALA), UNTERAUSSCHUSS SICKERWASSERPROGNOSE (2003): Arbeitshilfe Sickerwasserprognose bei orientierenden Untersuchungen.
- /24/** BUND-/LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (LABO), ALTLASTEN-AUSSCHUSS (ALA), UNTERAUSSCHUSS SICKERWASSERPROGNOSE (2006): Arbeitshilfe Sickerwasserprognose bei Detailuntersuchungen mit redaktionellen Anpassungen im Hinblick auf die Verbesserungen des Excel-Arbeitsblattes ALTEX-1D (Stand 12/2008).
- /25/** LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (2007): Hinweise zur Anwendung der Arbeitshilfe Sickerwasserprognose bei orientierenden Untersuchungen des Altlastenausschusses (ALA) der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) 10. Oktober.

- /26/** SAVRIC, I. (2001): Einflussfaktoren auf die Bindung und Mobilität organischer und anorganischer Stoffe inkontaminierter Rieselfeldböden.- Diss. TU Berlin; download: http://webdoc.gwdg.de/ebook/tm/2003/tu-berlin/savric_irena.pdf (Enke).
- /27/** BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTOR-SICHERHEIT (2005): Verhalten von in der Umwelt vorkommenden Pharmaka und ihren Metaboliten in Modelltestsyste-men "Modellsystem Boden".- Forschungsbericht 201 67 401/02 UBA-FB 000805. Download: <https://d-nb.info/976360489/3>
- /28/** BUND-LÄNDER-AUSSCHUSSES BODENFORSCHUNG, UAG SICKERWASSERPROGNOSE DER AD-HOC-AG HYDROGEOLOGIE UND DER AD-HOC-AG BODEN (BLA-GEO 2008): Empfehlungen für die Charakterisierung und Parametrisierung des Transportpfades Boden-Grundwasser als Grundlage für die Sickerwasserprognose. Version 2.0.
- /29/** MERSMANN, P. (2003): Transport und Sorptionsverhalten der Arzneistoffe Carbamazepin, Clofibrinsäure, Diclofenac, Ibuprofen und Prophyphenazon in der wassergesättigten und -ungesättigten Zone, Diss. TU Berlin.
- /30/** HÖLTING, B. (1996): Hydrogeologie: Einführung in die allgemeine und angewandte Hydrogeologie. – 5. überarbeitete und erweiterte Auflage, 441 S.; Stuttgart (Enke).
- /31/** INSTITUT FÜR WASSERFORSCHUNG GMBH KUHLMANN, B., SKARK, C., ZULLEI-SEIBERT, N. (2010): Sachverständigengutachten Definition und Bewertung von trinkwasserrelevanten Chemikalien im Rahmen der REACH-Verordnung und Empfehlungen zum Screening nach potentiell kritischen Substanzen im Auftrag des Umweltbundesamtes http://www.reach-info.de/dokumente/Trinkwasserrelevanz-FKZ_363_01_241-Langfassung.pdf.
- /32/** UMWELTBUNDESAMT (2010): CORINE-Landcover 2006 - Daten zur Bodenbedeckung Deutschland. Berlin.
- /33/** MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, NATUR- UND VERBRAUCHERSCHUTZ NRW (2018): ELWAS - Eine Auswertewerkzeug als elektronisches wasserwirtschaftliches Verbundsystem für die Wasserwirtschaftsverwaltung in NRW. <http://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/index.jsf>
- /34/** MUNLV MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NRW (2003): Erstellung landesweiter Grundlagenkarten/-daten zur Ermittlung diffuser Stoffeinträge - Umsetzung des Fachinformationssystems Diffuse Quellen 1. Phase. Bericht, 68 S., inkl. 5 DVD, Aachen.
- /35/** SÜWVO ABW NRW (2013): Verordnung zur Selbstüberwachung von Abwasseranlagen - Selbstüberwachungsverordnung Abwasser.
- /36/** BERGER C., FALK C., ZHETZEL F., PINNEKAMP J., RODER S., RUPPELT J. (2016): Zustand der Kanalisation in Deutschland, *Korrespondenz Abwasser, Abfall* 63, 6
- /37/** ATV-M-143-2: T2 (2010): Optische Inspektion (zurückgezogen 03/10 - Nachfolgedokumente sind DWA-M 149-2 und DWA-M 149-5)
- /38/** DWA DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E.V. (2013): DWA-M 149-2 Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion. Hennef.
- /39/** TIEFBAUAMT SIEDLUNGSGEBIET 2 (2016): Schriftliche Mitteilung zum Alter der Bausubstanz im Siedlungsgebiet 2. E-Mail vom 04.07.2016.
- /40/** Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts - Wasserhaushaltsgesetz - WHG vom 31. Juli 2009 BGBl. I S. 2585 / FNA 753-13) 70.1-02, 60 S. https://igsvtu.la-nuv.nrw.de/vtu/doc.app?P_VTU_SYSID=002-31&DATEI=7/dokus/70102.pdf

- /41/** LAWA Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2017): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser - Aktualisierte und überarbeitete Fassung. 28 S., Stuttgart. http://www.lawa.de/documents/Geringfuegigkeits_Bericht_Seite_001-028_6df.pdf
- /42/** Umweltbundesamt (2003): Bewertung der Anwesenheit teil- oder nicht bewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus gesundheitlicher Sicht. Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission beim Umweltbundesamt. Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 2003 . 46:249 - 251 DOI 10.1007/s00103-002-0576-7 https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/gow-empfehlung_2003_46.pdf
- /43/** MULNV Ministerium für Umwelt und Programm „Reine Ruhr“ Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2009): Erster Zwischenbericht des Programms „Reine Ruhr“ Strategie zur Verbesserung der Gewässer- und Trinkwasserqualität Expertenkommission Ministerium für Umwelt und Programm „Reine Ruhr“. 51 S., April 2009, Düsseldorf. https://pressemitteilung.ws/files/zwischenbericht_reine_ruhr.pdf
- /44/** MKULNV Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2013): Programm Reine Ruhr zur Strategie einer nachhaltigen Verbesserung der Gewässer- und Trinkwasserqualität in Nordrhein-Westfalen. 168 S., Düsseldorf. https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/Broschuere_NRW_ReineR- uhr.pdf
- /45/** Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung - GrwV). Grundwasserverordnung vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. Mai 2017 (BGBl. I S. 1044), http://www.gesetze-im-internet.de/grwv_2010/
- /46/** Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OgewV). Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373) https://www.gesetze-im-internet.de/ogewv_2016/OGewV.pdf
- /47/** Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV). <https://www.dvgw.de/themen/wasser/trinkwasserverordnung/volltext-der-trinkwasserverordnung/>
- /48/** Verordnung zur Neuordnung trinkwasserrechtlicher Vorschriften vom 3. Januar 2018 Bundesgesetzblatt Jahrgang 2018 Teil I Nr. 2, ausgegeben zu Bonn am 8. Januar 2018, S. 99 - 114, [https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&start=//*\[@attr_id=%27bgbl118s0099.pdf%27\]#__bgbl__%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl118s0099.pdf%27%5D__1527688386135](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&start=//*[@attr_id=%27bgbl118s0099.pdf%27]#__bgbl__%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl118s0099.pdf%27%5D__1527688386135)
- /49/** LANUV LANDESAMT FÜR NATUR-, UMWELT- UND VERBRAUCHERSCHUTZ NRW (2017): Fachgespräch Beurteilungswerte, 03.04.2017, Düsseldorf.
- /50/** BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2009): Arbeitshilfe für die Bodenansprache im vor- und nachsorgenden Bodenschutz – Auszug aus der bodenkundlichen Kartieranleitung KA 5. – Hannover.
- /51/** GEOLOGISCHES LANDESAMT NRW (1990): Geologische Karte NRW 1:25.000, Blatt 4508 Essen mit Erläuterungen und Hydrogeologische Karte (1:50.000), Karte der Quartär-Mächtigkeit (1:50.000).

- /52/** LANUV - LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (2007): „Eintrag von Arzneimitteln und deren Verhalten und Verbleib in der Umwelt: Literaturstudie“, LANUV-Fachbericht Nr. 2, LANUV, Recklinghausen
- /53/** LANUV - LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (2014): Priorisierung und Risikobewertung von Spurenstoffen mit potenzieller Relevanz für nordrhein-westfälische Gewässer. LANUV-Fachbericht 57. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. Recklinghausen.
- /54/** MULL, R. & NORMEYER, H. (1995): Pflanzenschutzmittel im Grundwasser – Eine interdisziplinäre Studie. Hrsg., Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- /55/** US EPA; ESTIMATION PROGRAM INTERFACE (EPI) SUITE: <http://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/episuitedl.htm>]
- /56/** U.S. NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE; TOXNET: Toxicology data network: <https://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search2/f?./temp/~MwBGX2:1>
- /57/** NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY (NCBI) PUBCHEM COMPOUND DATABASE: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pccompound>
- /58/** NENDZA, M. (2014): Revision der Umweltqualitätsnormen der Bundes-Oberflächengewässerverordnung nach Ende der Übergangsfrist für Richtlinie 2006/11/EG und Fortschreibung der europäischen Umweltqualitätsziele für prioritäre Stoffe: EQS DATASHEET ENVIRONMENTAL QUALITY STANDARD METOPROLOL On behalf of the Federal Environment Agency (Umweltbundesamt, UBA).
- /59/** WENZEL, A. & SHEMOTYUK, L. (2014A): EQS DATASHEET - ENVIRONMENTAL QUALITY STANDARD CARBAMAZEPINE EQS DATASHEET ENVIRONMENTAL QUALITY STANDARD CARBAMAZEPINE
- /60/** KÜSTER, A., ALDER, A.C., ESCHER, B.I., DUIS, K., FENNER, K., GARRIC J, HUTCHINSON, T.H., LAPEN, D.R., PÉRY, A., RÖMBKE, J. ET AL. (2009): Environmental risk assessment of human pharmaceuticals in the European Union: A case study with the β -blocker atenolol. - Integrated Environmental Assessment and Management - Volume 6, Supplement 1 - pp. 514-523.
- /61/** ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY: CHEMSPIDER: Search and share chemistry Database; Datasheets of US EPA: <http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.2662.html>
- /62/** ASTRAZENECA, ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT DATA METFORMIN HYDROCHLORIDE: DOWNLOAD: <https://www.astrazeneca.com/content/dam/az/our-company/Sustainability/2017/Metformin.pdf>
- /63/** XIAO QM1, WANG JW, TANG YL. (2012): Degradation and bioaccumulation characteristics of ciprofloxacin in soil-vegetable system. Ying Yong Sheng Tai Xue Bao. (10):2708-14.
- /64/** HANNAPPEL, S., LEMKE, G., SCHWERDTFEGER, B. & S. ZEILFELDER (31.03.2011): Ermittlung der Verweilzeiten des Sickerwassers in der Grundwasserüberdeckung nach der DIN 19732 für Mecklenburg-Vorpommern.-
- /65/** DIN 19732:2011-10: Bodenbeschaffenheit - Bestimmung des standörtlichen Verlagerungspotentials von nicht sorbierbaren Stoffen.
- /66/** BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (2002): Forschungsbericht 299 71 237 „Untersuchung des Stoffverhaltens von polyzyklischen Moschusverbindungen im Klärschlamm und Boden“.

- /167/** HUMAN AND ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT ON INGREDIENTS OF HOUSEHOLD CLEANING PRODUCTS (2004A): HERA Risk Assessment of HHCB (1,3,4,6,7,8-hexahydro-4,6,6,7,8,8-hexamethylcyclopenta-γ-2-benzopyran and related isomers) <http://www.heraproject.com/files/29-hh-04-pcm%20hhcb%20hera%20human%20health%20discl%20ed2.pdf>
- /168/** HUMAN AND ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT ON INGREDIENTS OF HOUSEHOLD CLEANING PRODUCTS (2004B): HERA Risk Assessment of AHTN (6-Acetyl-1,1,2,4,4,7-hexamethyltetraline) <http://www.heraproject.com/files/28-hh-04-pcm%20ahtn%20hera%20human%20health%20discl%20ed2.pdf>
<http://www.heraproject.com/files/28-hh-04-pcm%20ahtn%20hera%20human%20health%20discl%20ed2.pdf>
- /169/** REGULATION (EU) NO 528/2012 CONCERNING THE MAKING AVAILABLE ON THE MARKET AND USE OF BIOCIDAL PRODUCTS (2015): Evaluation of active substances: Assessment Report Triclosan Product-type 1 (human hygiene) http://dissemination.echa.europa.eu/Biocides/ActiveSubstances/1406-01/1406-01_Assessment_Report.pdf
- /170/** SCHLICH, K., WENZEL, A. & SHEMOTYUK, L. (2014): EQS DATASHEET - ENVIRONMENTAL QUALITY STANDARD TRICLOSAN.
- /171/** U.S. NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE; TOXNET: Toxicology data network: <https://chem.nlm.nih.gov/chemidplus/rn/3380-34-5> Triclosan
- /172/** www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/annex1Carbamazepine.pdf
- /173/** WENZEL, A. & SHEMOTYUK, L. (2014B): EQS DATASHEET - ENVIRONMENTAL QUALITY STANDARD CARBAMAZEPINE. <https://webetox.uba.de/webETOX/public/basics/literatur/download.do?id=12> carbamazepine
- /174/** UBA (2014): EQS DATASHEET - ENVIRONMENTAL QUALITY STANDARD DICLOFENAC. <https://webetox.uba.de/webETOX/public/basics/literatur/download.do?id=45> Diclofenac
- /175/** SCHEYTT, T., MERSMANN, P., LINDSTÄDT, R. AND HEBERER, T. (2005): Determination of sorption coefficients of pharmaceutically active substances carbamazepine, diclofenac, and ibuprofen, in sandy sediments. Chemosphere 60, 245-253
- /176/** CHRISTIAN SKARK, BIRGIT KUHLMANN NINETTE ZULLEI-SEIBERT (2011): Verfeinerung und Validierung des Screenings nach trinkwasserrelevanten Chemikalien im Geltungsbereich der REACH-Verordnung
- /177/** <https://comptox.epa.gov/dashboard/dsstoxdb/results?search=DTXSID2022628> atenolol
- /178/** https://mediendb.ecomed-storck.de/ecomedSicherheit/texte/leseprobe/9783609590578_leseprobe_02.pdf sulfamethoxazol
- /179/** <https://researchcommons.waikato.ac.nz/bitstream/handle/10289/4684/Sorption.pdf?sequence=1>
- /180/** http://www.reach-info.de/dokumente/Trinkwasserrelevanz-FKZ_363_01_241-Langfassung.pdf dt50 SMX
- /181/** <http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.5554.html> beta-estradiol
- /182/** <https://circabc.europa.eu/sd/a/c5356fa7-be0e-4d3b-b199-208d6e144a91/E2%20EQS%20dossier%202011.pdf> beta-estradiol
- /183/** https://www.researchgate.net/publication/249488892_Attenuation_of_Two_Estrogen_Compounds_in_Aquifer_Materials_Supplemented_with_Sewage_Effluent beta estradiol

- /84/** Lithostratigraphisches Lexikon - Lithostratigraphische Einheiten Deutschlands: Niederrhein-Hauptterrassen-Formation: https://litholex.bgr.de/gesamt_ausgabe_neu.php?id=1000038
- /85/** SHORE, L. S., PRUDEN, A. EMERGING TOPICS IN ECOTOXICOLOGY (2009): Hormones and pharmaceuticals generated by concentrated Animal feeding operations – Transport in water and soil. Springer Science + Business Media, LLC.
- /86/** VAN GENUCHTEN, M. (1982): Analytical Solutions of the one-dimensional convective-dispersive solute transport equation, Tech. Bulletin 1661, Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture, Washington DC.

6 Anhang

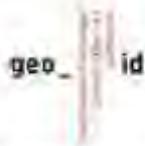
Verzeichnis der Anhänge

Anhang 1: Standortdatenblatt Standort Münsterland-3 (HP), Probenahme vom 16.06.2015	105
Anhang 2: Standortdatenblatt Standort Münsterland-2 (HP), Probenahme vom 01.09.2015	108
Anhang 3: Standortdatenblatt Standort Siegerland-1 (HP), Probenahme vom 07.09.2015	111
Anhang 4: Standortdatenblatt Standort Ruhrgebiet-3 (HP), Probenahme vom 07.12.2015.....	114
Anhang 5: Standortdatenblatt Standort Niederrhein-3 (HP), Probenahme vom 22.03.2016.....	117
Anhang 6: Standortdatenblatt Standort Ruhrgebiet-1 (HP), Probenahme vom 11.04.2016.....	120
Anhang 7: Standortdatenblatt Standort Münsterland-1 (HP), Probenahme vom 12.04.2016	123
Anhang 8: Standortdatenblatt Standort Eifel-1 (HP), Probenahme vom 04.05.2016	126
Anhang 9: Standortdatenblatt Standort Niederrhein-4 (HP), Probenahme vom 01.06.2016.....	129
Anhang 10: Standortdatenblatt Standort Niederrhein-6 (HP), Probenahme vom 31.05.2016.....	132
Anhang 11: Standortdatenblatt Standort Niederrhein-2 (1, HP), Probenahme vom 09.06.2016.....	135
Anhang 12: Standortdatenblatt Standort Ruhrgebiet-2 (HP), Probenahme vom 15.07.2016.....	138
Anhang 13: Standortdatenblatt Standort Niederrhein-1 (HP), Probenahme vom 19.07.2016.....	141
Anhang 14: Standortdatenblatt Standort Niederrhein-5 (HP), Probenahme vom 10.08.2016.....	144
Anhang 15: Standortdatenblatt Standort Lemgo (3; HP), Probenahme vom 13.09.2016	147
Anhang 16: Standortdatenblatt Standort Lemgo (4; HP), Probenahme vom 06.10.2016	150
Anhang 17: Standortdatenblatt Standort Niederrhein-2 (2, HP), Probenahme vom 18.05.2016.....	153
Anhang 18: Standortdatenblatt Standort Bergisches Land-1 (HP), Probenahme vom 21.08.2016 ..	156
Anhang 19: Standortdatenblatt Standort Sauerland-1 (HP), Probenahme vom 10.10.2016	159
Anhang 20: Profilsondierung Standort Münsterland-3 (HP), Probenahme vom 16.05.2015	162
Anhang 21: Profilsondierungen Standort Münsterland-2 (HP), Probenahme vom 01.09.2015.....	163
Anhang 22: Profilsondierungen Standort Siegerland-1 (HP), Probenahme vom 07.09.2015.....	165
Anhang 23: Profilsondierungen Standort Ruhrgebiet-3 (HP), Probenahme vom 07.12.2015	167
Anhang 24: Profilsondierungen Standort Niederrhein-3 (HP), Probenahme vom 22.03.2016	169
Anhang 25: Profilsondierung Standort Ruhrgebiet-1 (HP), Probenahme vom 11.04.2016	171
Anhang 26: Profilsondierung Standort Münsterland-1 (HP), Probenahme vom 12.04.2016	172
Anhang 27: Profilsondierung Standort Eifel-1 (HP), Probenahme vom 04.05.2016.....	173
Anhang 28: Profilsondierung Standort Niederrhein-4 (HP), Probenahme vom 01.06.2016	174

Anhang 29: Profilsondierung Standort Niederrhein-6 (HP), Probenahme vom 31.05.2016	175
Anhang 30: Profilsondierung Standort Niederrhein-2 (1, HP), Probenahme vom 09.06.2016	176
Anhang 31: Profilsondierung Standort Ruhrgebiet-2 (HP), Probenahme vom 15.07.2016	177
Anhang 32: Profilsondierung Standort Niederrhein-1 (HP), Probenahme vom 19.07.2016	178
Anhang 33: Profilsondierung Standort Niederrhein-5 (HP), Probenahme vom 10.08.2016	179
Anhang 34: Profilsondierung Standort Lemgo (3; HP), Probenahme vom 13.09.2016	180
Anhang 35: Profilsondierung Standort Lemgo (4; HP), Probenahme vom 06.10.2016	181
Anhang 36: Profilsondierungen Standort Niederrhein-2 (2; HP), Probenahme vom 18.05.2017	182
Anhang 37: Profilsondierung Standort Bergisches Land-1 (HP), Probenahme vom 21.08.2017	184
Anhang 38: Profilsondierung Standort Sauerland-1 (HP), Probenahme vom 10.10.2017	185
Anhang 39: Bestimmungsgrenzen der Wasser- und Eluatanalytik.....	186
Anhang 40: Ergebnisse der Analytik am Standort Detmold (VP 1), Probenahme vom 11.08.2015..	187
Anhang 41: Ergebnisse der Analytik am Standort Herford (VP 2), Probenahme vom 01.09.2015 ...	188
Anhang 42: Ergebnisse der Analytik am Standort Paderborn (VP 3), Probenahme 19.10.2015	189
Anhang 43: Ergebnisse der Analytik am Standort Dörentrup (VP 4), Probenahme vom 11.11.2015	190
Anhang 44: Ergebnisse der Analytik am Standort Espelkamp (VP 5), Probenahme 10.05.2016	191
Anhang 45: Ergebnisse der Analytik am Standort Rahden (VP 6), Probenahme vom 30.05.2016...	192
Anhang 46: Ergebnisse der Analytik am Standort Lemgo (1; VP 7), Probenahme vom 14.07.2016	193
Anhang 47: Ergebnisse der Analytik am Standort Dörentrup (VP 8), Probenahme vom 16.08.2016	194
Anhang 48: Ergebnisse der Analytik am Standort Lemgo (2; VP 9), Probenahme vom 17.08.2016	195
Anhang 49: Ergebnisse der Analytik am Standort Lage (VP 10), Probenahme vom 26.09.2016	196
Anhang 50: Ergebnisse der Analytik am Standort Münsterland-3 (HP), Probenahme 16.06.2015...	197
Anhang 51: Ergebnisse der Analytik am Standort Münsterland-2 (HP), Probenahme 01.09.2015...	198
Anhang 52: Ergebnisse der Analytik am Standort Siegerland-1 (HP), Probenahme 07.09.2015	199
Anhang 53: Ergebnisse der Analytik am Standort Ruhrgebiet-3 r (HP), Probenahme 07.12.2015...	200
Anhang 54: Ergebnisse der Analytik am Standort Niederrhein-3 (HP), Probenahme 22.03.2016	201
Anhang 55: Ergebnisse der Analytik am Standort Ruhrgebiet-1 (HP), Probenahme 11.04.2016	202
Anhang 56: Ergebnisse der Analytik am Standort Münsterland-1 (HP), Probenahme 12.04.2016...	203
Anhang 57: Ergebnisse der Analytik am Standort Eifel-1 (HP), Probenahme 04.05.2016.....	204
Anhang 58: Ergebnisse der Analytik am Standort Niederrhein-6 (HP), Probenahme 31.05.2016	205

Anhang 59: Ergebnisse der Analytik am Standort Niederrhein-4 (HP), Probenahme 01.06.2016	206
Anhang 60: Ergebnisse der Analytik am Standort Niederrhein-2 (1, HP), Probenahme 09.06.2016	207
Anhang 61: Ergebnisse der Analytik am Standort Ruhrgebiet-2 (HP), Probenahme 15.07.2016	208
Anhang 62: Ergebnisse der Analytik am Standort Niederrhein-1 (HP), Probenahme 19.07.2016	209
Anhang 63: Ergebnisse der Analytik am Standort Niederrhein-5 (HP), Probenahme 10.08.2016	210
Anhang 64: Ergebnisse der Analytik am Standort Lemgo (3; HP), Probenahme vom 13.09.2016 ...	211
Anhang 65: Ergebnisse der Analytik am Standort Lemgo (4; HP), Probenahme vom 06.10.2016 ...	212
Anhang 66: Ergebnisse der Analytik am Standort Niederrhein-2 (2; HP), Probenahme 18.05.2016	213
Anhang 67: Ergebnisse der Analytik am Standort Bergisches Land-1 (HP) Probenah. 21.08.2017.	214
Anhang 68: Ergebnisse der Analytik am Standort Sauerland-1 (HP), Probenahme 10.10.2017	215
Anhang 69 : Messergebnisse der organischen Parameter im Bodeneluat [ng/l], aufgeschlüsselt nach der Beprobungstiefe je Standort.....	216
Anhang 70: Probenahmeprotokoll der Grundwasserbeprobung im Projektteil A, Standort Münsterland-3 (HP), Probenahme vom 16.06.2015.....	221
Anhang 71: Probenahmeprotokoll der Sickerwasserbeprobung im Projektteil A, Standort Münsterland-3 (HP), Probenahme vom 16.06.2015.....	222
Anhang 72: Probenahmeprotokoll der Sickerwasserbeprobung im Projektteil A, Standort Münsterland-2 (HP), Probenahme vom 01.09.2015.....	223
Anhang 73: Probenahmeprotokolle der Grundwasserbeprobungen im Projektteil A, Standort Niederrhein-3 (HP), Probenahme vom 22.03.2016.....	224
Anhang 74: Probenahmeprotokoll der Sickerwasserbeprobung im Projektteil A, Standort Niederrhein-3 (HP), Probenahme vom 22.03.2016.....	226
Anhang 75: Probenahmeprotokoll der Grundwasserbeprobung im Projektteil A, Standort Münsterland-1 (HP), Probenahme vom 12.04.2016.....	227
Anhang 76: Probenahmeprotokoll der Sickerwasserbeprobung im Projektteil A, Standort Münsterland-1 (HP), Probenahme vom 12.04.2016.....	228
Anhang 77: Probenahmeprotokoll der Sickerwasserbeprobung im Projektteil A, Standort Ruhrgebiet-2 (HP), Probenahme vom 15.07.201	229
Anhang 78: Ergebnisse des erweiterten Spurenstoffscreenings	230
Anhang 79: Probenahmeprotokolle Grundwasser, Teil B, Siedlungsgebiet 1	232
Anhang 80: Probenahmeprotokolle Grundwasser, Teil B, Siedlungsgebiet 2	246
Anhang 81: Ergebnisse der Analytik Siedlungsgebiet 1 (HP, Teil B), iProbenahme 16.08.2016,	253
Anhang 82: Ergebnisse der Analytik Siedlungsgebiet 2 (HP, Teil B 2), Probenahme 31.08.2016, ...	255

Anhang 1: Standortdatenblatt Standort Münsterland-3 (HP), Probenahme vom 16.06.2015



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

Standortdatenblatt

Münsterland-3

Untersuchungsstelle, Adresse:			
Datum der Probenahme	16.06.2015	Uhrzeit	ca. 10.00 – 12.30
Probennehmer	(geo-id), (Ansprache: geo-id)		
Anwesende Personen	(geo-id), (EW), (OWL)		
Witterung am Tag der Probenahme u. Vortagen	bewölkt/bedeckt: trocken	Temperatur Außenluft [°C]	18°C
Einrichtung d. Baustelle am	16.06.2015 / 7.00 Uhr		
Baujahr	1956	Angeschlossene Einwohner	6
Entwässerungssystem	<input checked="" type="checkbox"/> Mischsystem <input type="checkbox"/> Trennsystem	Wasserschutzgebiet	<input type="checkbox"/> ja, Zone <input checked="" type="checkbox"/> nein
Art des Kanalschlusses	<input type="checkbox"/> öffentlich <input checked="" type="checkbox"/> privat		
Schadensart	Riss		
Erwarteter Schaden bei Station im Kanalvideo	1,0 – 1,5 m	Schaden tatsächlich gefunden bei	wie erwartet
DN + Leitungsmaterial	DN 150, Steinzeug	Rohrummantelung / Bettung vorhanden	nein
Tiefenlage des Schadens	OK = RS (Rohrsohle): 2,35 m u. GOK		UK: nicht bekannt
Bohrwerkzeug	Handbohrer (Ø100mm), RKS (Ø80mm)	Bohrgerätetyp	Edelmann, Makita
Bohrtiefe/Endtiefe [m]:	1 m u. RS / 3,35 m u. GOK		
mittlerer GW-Höchststand:	ca. 56,50 mNN (?)	Niederschlag mm/a	830 (Quelle: DWD)
GW angetroffen bei	2,45 m u. GOK / 0,1 m u. RS		
Bemerkungen: Auszug Lageplan/Skizze/ Foto	Passivdrainage (DN100) im Bereich der Baumaßnahme		
			

Standortdatenblatt

Münsterland-3

Fotos Baugrube und Bohrgut



Standortdatenblatt

Münsterland-3

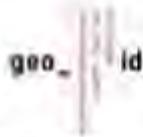
Kontaminierte Fläche (Emissionsfläche) in m ² : nicht bekannt			
OK Quelle 2,36 m u. GOK		UK Quelle : nicht bekannt	
Versiegelungsgrad: 95% Pflaster, ebenflächig			
Vegetationsart: Rasen/Baet 5% (im Randbereich)			
Bodenart gem. Bodenkarte:		Gley-Podsol, stellenweise Grauer Plaggensch über Flugsand (Jungpleistozän bis Holozän) und Talsand/ Terrassenablagerung (Jungpleistozän)	
Proben-Nr.	Horizonttiefe (m ab Rohrsohle)	Bodenart KA 5	Parameter SiWa-Prognose
Münsterland-3	0,0 – 0,3 m	Su 3	Grobbodenanteil (%): 0 Ton Gehalt _{geom.} : 0-8% Kalkgehalt: c0 Humusgehalt: h0
	0,3 – 1,0 m (ET)	Su 4	Grobbodenanteil (%): 0 Ton Gehalt _{geom.} : 0-8% Kalkgehalt: c4 Humusgehalt: h0
			Grobbodenanteil (%): Ton Gehalt _{geom.} : Kalkgehalt: Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%): Ton Gehalt _{geom.} : Kalkgehalt: Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%): Ton Gehalt _{geom.} : Kalkgehalt: Humusgehalt:
Entnommene Bodenproben:		Entnommene Wasserproben:	
Münsterland-3	(REF 0-10 cm)	Referenzprobe: Zapfprobe aus dem Hausbrunnen (s. Skizze auf S. 2 und PN-Protokoll), Tiefe des Brunnen: 30 m	
	(0 – 10 cm)		
	(10 – 40 cm)	Wasserprobe im Bereich der Schadstelle: mittels Fußventilpumpe aus dem GW-Hilfspegel, sehr geringe Ergiebigkeit (Drainage lt. Probeentnahme abgebrochen). Danach: Handdrückung und Schöpfprobeentnahme	
	(40 – 100 cm)		

Übergabe der Proben an:

Iuta, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Bliersheimer Str. 58-60, 47229 Duisburg,
am 16.06.2015 um ca. 15.30 Uhr


Unterschrift geo-id

Anhang 2: Standortdatenblatt Standort Münsterland-2 (HP), Probenahme vom 01.09.2015



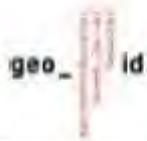
Landesweites Monitoring über die Auswirkungen undichter privater Abwasserleitungen auf Boden und Grundwasser

Standortdatenblatt

Münsterland-2

Untersuchungsstelle, Adresse:			
Datum der Probenahme	01.09.2015	Uhrzeit	09:00 - 13:00 Uhr
Probenehmer	[redacted] (geo-id)		
Anwesende Personen	[redacted] (EWLW)		
Witterung am Tag der Probenahme u. Vortagen	Dauerregen, Vortage trocken	Temperatur Außenluft [°C]	16
Einrichtung d. Baustelle am	31.08.2015		
Baujahr	1968	Angeschlossene Einwohner	7
Entwässerungssystem	<input checked="" type="checkbox"/> Mischsystem <input type="checkbox"/> Trennsystem	Wasserschutzgebiet	<input type="checkbox"/> ja, Zone _____ <input checked="" type="checkbox"/> nein
Art des Kanalan schlusses	<input type="checkbox"/> öffentlich <input checked="" type="checkbox"/> privat		
Schadensart	Risse und Löcher		
Erwarteter Schaden bei Station im Kanalvideo	Sohlschaden bei 3,8/4,0 m ab Haltung	Schaden tatsächlich gefunden bei:	Wie erkundet:
DN - Leitungsmaterial	DN 150, Beton	Rohrummantelung / Bettung vorhanden	nein
Tiefenlage des Schadens	OK - RS (Rohrsohle): 2,10 m u. GOK	UK: nicht bekannt	
Bohrwerkzeug	Handbohrer	Bohrgerädetyp	Edelmann, Makita
Bohrtiefe/Endtiefe [m]:	3,1 m u. GOK / 1,0 m u. RS		
mittlerer GW-Hochstand:	rd. 59-60 mmW (Umräumung wechsellnd)	Niederschlag mm/a	790 (Quelle: ewas)
GW angetroffen bei	2,5 m u. GOK / 0,4 m u. RS		
Auszug Lageplan/Skizze			

Seite 1/3



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

Standortdatenblatt

Münsterland-2

Foto Baugrube



Kanalvideo-
schnappschuss



Standortdatenblatt

Münsterland-2

Kontaminierte Fläche (Emissionsfläche) in m ² : nicht bekannt			
OK Quelle: 2,1 m u. GOK		UK Quelle: nicht bekannt	
Versiegelungsgrad: 95% (Pflasterung Gehweg)			
Vegetationsart: 5% (Vorgarten, Rasen) im Randbereich			
Bodenart gem. Bodenkarte:		Podsol-Gley über Niederterrasse	
Proben-Nr.	Horizonttiefe [m ab Rohrsohle]	Bodenart KA 5	Parameter SiWa-Prognose
Münsterland-2	0 – 1,0 m (ET)	Su 2	Grobbodenanteil (%): <2
			Tongehalt _{ges.} : 0-5%
			Kalkgehalt: <0
			Humusgehalt _{tot} (%):
			Grobbodenanteil (%):
			Tongehalt _{ges.} :
			Kalkgehalt:
			Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%):
			Tongehalt _{ges.} :
			Kalkgehalt:
			Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%):
			Tongehalt _{ges.} :
			Kalkgehalt:
			Humusgehalt:
Entnommene Bodenproben:		Entnommene Wasserproben:	
Münsterland-2	(0-10 cm)	Referenzprobe aus Hilfspegel / Rammkernsondierung außerhalb der Baugrube: (Referenzprobe)	
	(10-40 cm)		
	(40-100 cm)		
Referenzprobenahme innerhalb der Baugrube (nicht möglich (kein ausreichender Abstand zum Schaden) - Sondierung außerhalb der Baugrube: (0-10 cm u.RS - Ref.) (10-40 cm u.RS - Ref.) (40-100 cm u.RS - Ref.)		Wasserprobe im Bereich der Schadstelle: ab 0,4 m u. RS – wassergesättigte Bodenzone: Entnahme aus GW Hilfspegel mit Fußventilpumpe geringe Durchlässigkeit/Ergebnigkeit, kaum Nachfluss	

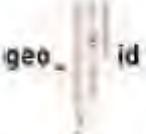
Übergabe der Proben an:

Iuta, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Biersheimer Str. 58-60, 47229 Duisburg

am 01.09.2015 um 17:10 Uhr


Unterschrift: geyd

Anhang 3: Standortdatenblatt Standort Siegerland-1 (HP), Probenahme vom 07.09.2015



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

Standortdatenblatt
Siegerland-1

Untersuchungsstelle, Adresse:			
Datum der Probenahme	07.09.2015	Uhrzeit	10:35 – 12:15 Uhr
Probenahmer	[redacted] (geo-id)		
Anwesende Personen	[redacted] EWLW		
Witterung am Tag der Probenahme u. Vortagen	regnerisch	Temperatur Außenluft [°C]	10°C
Einrichtung d. Baustelle am	07.09.2015		
Baujahr	1976	Angeschlossene Einwohner	2
Entwässerungssystem	<input checked="" type="checkbox"/> Mischsystem <input type="checkbox"/> Trennsystem	Wasserschutzgebiet	<input type="checkbox"/> ja, Zone ____ <input checked="" type="checkbox"/> nein
Art des Kanalanschlusses	<input type="checkbox"/> öffentlich <input checked="" type="checkbox"/> privat		
Schadensart	Rissa/Wurzelschwamm		
Erwarteter Schaden bei Station im Kanalvideo	In den Verbindungsbereichen, insb. bei 6,54 m	Schaden tatsächlich gefunden bei	hier: bei 5,5 m (0,8 m vom Schacht)
DN + Leitungsmaterial	150; Steinzeug	Rohrumschichtung / Bettung vorhanden	nein
Tiefenlage des Schadens	OK = RS (Rohrsohle): 1,7 m u. GOK		UK; nicht bekannt
Bohrwerkzeug	Handbohrer (Ø100mm), RKS (Ø80mm)	Bohrgerätetyp	Edelmann, Makita
Bohrtiefe/Endtiefe [m]:	1,95 m u. GOK / 0,25 m u. RS		
mittlerer GW-Höchststand:	Keine Angaben	Niederschlag mm/a	1.220
GW angetroffen bei	kein Wasser angetroffen		
Bemerkungen: Auszug Lageplan/Skizze/ Foto	Referenzprobe in ca. 5 m Entfernung aus gleicher Schicht (rd. 30 cm u. GOK) 		

geo_id

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

Standortdatenblatt

Siegerland-1

<p>Kanalvideo-schnappschuss</p>	
<p>Fotos Baugrube und Bohrgut</p>	

Standortdatenblatt

Siegerland-1

Kontaminierte Fläche (Emissionsfläche) in m ² : ca. 2 m ²				
OK Quelle: 1,7 m u. GOK		UK Quelle: Nicht bekannt		
Versiegelungsgrad: 100 % Asphalt, Verbundpflaster, angrenzende Grünfläche				
Vegetationsart: keine				
Bodenart gem. Bodenkarte:		Braunerde über Ton- und Schluffstein (Devon)		
Proben-Nr.	Horizonttiefe [m ab Rohrsohle]	Bodenart KA 5	Parameter SIWa-Prognose	
Siegerland-1	0 – 0,25 m	U. 2	Grobbodenanteil (%): 5	Tongehalt _{gem.} : 9-12%
			Kalkgehalt: 0	Humusgehalt: 10
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt _{gem.} :
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt _{gem.} :
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt _{gem.} :
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt _{gem.} :
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
Entnommene Bodenproben:		Entnommene Wasserproben: keine		
Siegerland-1	0,0 – 0,1 m u. RS)		Referenzprobe: keine	
	(Referenz)			
Referenzsondierung siehe Lageplan bis rd. 30 cm Tiefe, Bohrwiderstand (verwitterter Feil?)		Wasserprobe im Bereich der Schichttiefe: keine		

Übergabe der Proben an:

Iuta, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Biersheimer Str. 58-60, 47229 Duisburg

am 08.09.2015, 8.00 Uhr


Unterschrift: [Name]

Anhang 4: Standortdatenblatt Standort Ruhrgebiet-3 (HP), Probenahme vom 07.12.2015



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

Standortdatenblatt Ruhrgebiet-3

Untersuchungsstelle, Adresse: _____			
Datum der Probenahme	07.12.2015	Uhrzeit	14:00 – 16:30
Probenehmer	_____ (geo-id)		
Anwesende Personen	_____ (EW), _____		
Witterung am Tag der Probenahme u. Vortagen	bedeckt	Temperatur Außenluft [°C]	11° C
Einrichtung d. Baustelle am	keine Baumaßnahme		
Baujahr	n. b.	Angeschlossene Einwohner	n. b.
Entwässerungssystem	<input checked="" type="checkbox"/> Mischsystem <input type="checkbox"/> Trennsystem	Wasserschutzgebiet	<input type="checkbox"/> ja, Zone _____ <input checked="" type="checkbox"/> nein
Art des Kanalanschlusses	<input type="checkbox"/> öffentlich <input checked="" type="checkbox"/> privat		
Schadensart	Undichter Revisionschacht/undichte Leitung		
Erwarteter Schaden bei Station im Kanalvideo	./.	Schaden tatsächlich gefunden bei	./.
DN + Leitungsmaterial	n. b.	Rohrummantelung / Bettung vorhanden	n. b.
Tiefenlage des Schadens	OK = RS (Rohrsohle): ca. 2,5 m u. GOK		UK: nicht bekannt
Bohrwerkzeug	Handbohrgerät	Bohrgerätetyp	Makita
Bohrtiefe/Endtiefe [m]	4,0 m u. GOK		
mittlerer GW-Höchststand:	n. b.	Niederschlag mm/a	900 mm/a (DWD)
GW angetroffen bei	kein Grund-/Sickerwasser angetroffen (Pegel trocken)		
Auszug Lageplan/Skizze/ Foto			

geo_ id

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

Standortdatenblatt

Ruhrgebiet-3

Fotos



Standortdatenblatt

Ruhrgebiet-3

Kontaminierte Fläche (Emissionsfläche) in m²: nicht bekannt				
OK Quelle		2,45 m u. GOK		
UK Quelle:		nicht bekannt		
Versiegelungsgrad: 0%				
Vegetationsart: Rasen				
Bodenart gem. Bodenkarte:		Braunerde über Löss/Sandlöss		
Proben-Nr.	Horizonttiefe [m ab Rohrsohle]	Bodenart KA 5	Parameter SiWs-Prognose	
Ruhrgebiet-3	0 – 0,35 m	Ul 2	Grobbodenanteil (%): 0	Tongehalt _{gesamt} : 8-12%
			Kalkgehalt: c0	Humusgehalt: h0
Ruhrgebiet-3	0,35 – 1,55 m (ET)	Su 2	Grobbodenanteil (%): <2	Tongehalt _{gesamt} : 0-5%
			Kalkgehalt: c0	Humusgehalt: h0
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt _{gesamt} :
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt _{gesamt} :
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt _{gesamt} :
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
Entnommene Bodenproben: (vgl. Sonderprofil)		Entnommene Wasserproben: keine		
A-4-MH (REF)		Referenzprobe: keine		
Ruhrgebiet-3	(0,0 - 0,1m)			
	(0,1 - 0,4m)			
	(0,4 - 1,0m)	Wasserprobe im Bereich der Schadstelle: keine		

Übergabe der Proben an:

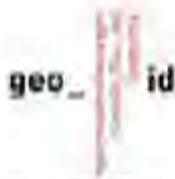
Iuta, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Bliersheimer Str. 58-60, 47229 Duisburg

am 08.12.2015 um 8:00 Uhr



Unterschrift geo-id

Anhang 5: Standortdatenblatt Standort Niederrhein-3 (HP), Probenahme vom 22.03.2016



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

Standortdatenblatt

Niederrhein-3

Untersuchungsstelle, Adresse:			
Datum der Probenahme	22.03.2016	Uhrzeit	10.15 – 16.00 Uhr
Probenehmer	(geo-id)		
Anwesende Personen	(EW),		
Witterung am Tag der Probenahme u. Vortagen	Bedeckt, zeitweise Regen	Temperatur Außenluft [°C]	8 – 11°C
Einrichtung d. Baustelle am	21./22.03.2016		
Entwässerungssystem	<input checked="" type="checkbox"/> Mischsystem <input type="checkbox"/> Trennsystem	Wasserschutzgebiet	<input type="checkbox"/> ja, Zone _____ <input checked="" type="checkbox"/> nein
Baujahr	Nicht bekannt	Angeschlossene Einwohner	Grundschule
Art des Kanalan schlusses	<input checked="" type="checkbox"/> öffentlich <input type="checkbox"/> privat		
Schadensart	multipler Schaden mit Wurzeleinwuchs nahe Schacht 3		
Erwarteter Schaden bei Station im Kanalvideo	von Schacht 2 aus: 12,5 m bis 14,15 m	Schaden tatsächlich gefunden/untersucht bei	14,15 m (Entscheidung vor Ort)
DN - Leitungsmaterial	DN 150, Steinzeug	Rohrummantelung / Bettung vorhanden	nein
Tiefenlage des Schadens	OK = RS (Rohrsohle): 1,75 m u. GOK		UK: nicht bekannt
Bohrwerkzeug	Handbohrer (arborvitae), RKS (perim)	Bohrgerätetyp	Edsimmann, Mikita
Bohrtiefe/Endtiefe [m]	2,1 m u. RS		
mittlerer GW-Höchststand	ca. 2 bis 3 m u. GOK	Niederschlag mm/a	827 mm/a
GW angetroffen bei	3,35 m u. GOK / 1,6 m u. RS (Anstieg auf 1,3 m u. RS)		
Auszug Lageplan/Skizze/Foto			

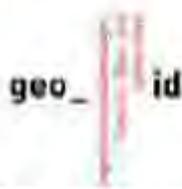
geo_id

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

Standortdatenblatt

Niederrhein-3

<p>Auszug Sanierungsplan mit Lage Schadstelle (rot) und Referenzprobenahmestelle (grün)</p>	
<p>Foto Baugrube</p>	



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

Standortdatenblatt

Niederrhein-3

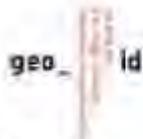
Kontaminierte Fläche (Emissionsfläche) in m²: nicht bekannt			
OK Quelle: 1,75 m u. GOK		UK Quelle: Nicht bekannt	
Versiegelungsgrad: 100% (Schulhof: Schwarzdecke, Verbundpflaster; unter Vordäch Gebäude)			
Vegetationsart: keine			
Bodenart gem. Bodenkarte:		Podsol-Gley über sandig-kiesiger Niederterrasse	
Proben-Nr.	Horizonttiefe [m ab Rohrschle]	Bodenart KA 5	Parameter SiWa-Prognose
Niederrhein-3	0,0 – 1,4 m	Sl 2	Grobbodenanteil (%): < 2% Ton Gehalt (gwt): 5-8% Kalkgehalt: <0 Humusgehalt: h0-f1
	1,4 -2,0 m (ET)	Sl 2 teilw. Sl 4	Grobbodenanteil (%): < 2% Ton Gehalt (gwt): 5-8% Kalkgehalt: <0 Humusgehalt: h0-f1
			Grobbodenanteil (%): Ton Gehalt (gwt): Kalkgehalt: Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%): Ton Gehalt (gwt): Kalkgehalt: Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%): Ton Gehalt (gwt): Kalkgehalt: Humusgehalt:
Entnommene Bodenproben: jeweils min. 4 kg		Entnommene Wasserproben:	
Niederrhein-3	(0,0 – 0,1 m): 3 Einzelproben	Referenzprobe: (Referenz) Aus GWM 045007100 (P32 der FAG)	
	(0,1 – 0,4 m): 2 Einzelproben	Volles Probenvolumen gem. Tab. 4, Tab. B etc. (1,35 l)	
	(0,4 – 1,0 m): 2 Einzelproben	Wasserprobe im Bereich der Schadstelle:	
	(1,0 – 2,0 m): 2 Einzelproben		
	(REF): 2 Einzelproben	Volles Probenvolumen (s.o.)	

Übergabe der Proben an:

Iuta, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Bliersheimer Str. 58-60, 47229 Duisburg
am 22.03.2016 um 16.30 Uhr


Unterschrift gegfd

Anhang 6: Standortdatenblatt Standort Ruhrgebiet-1 (HP), Probenahme vom 11.04.2016



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

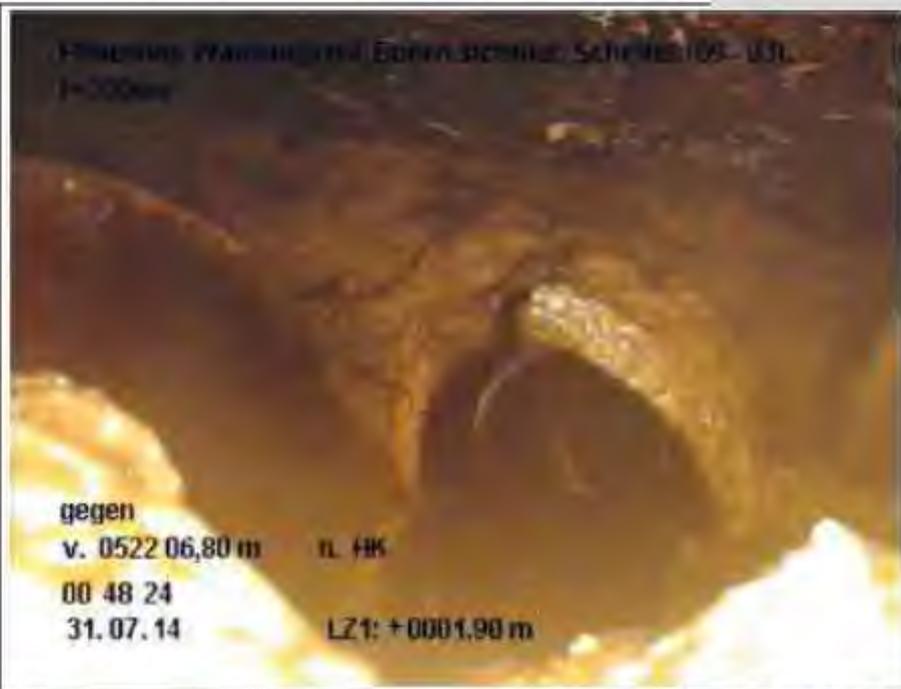
Standortdatenblatt

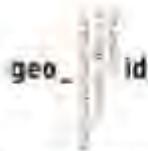
Ruhrgebiet-1

Untersuchungsstelle, Adresse:			
Datum der Probenahme	11.04.2016	Uhrzeit	12.30 – 14.30
Probenehmer	: (geo-id)		
Anwesende Personen	(EWLW)		
Witterung am Tag der Probenahme u. Vortagen	sonnig	Temperatur Außenluft [°C]	16°
Einrichtung d. Baustelle am	11.04.2016		
Baujahr	nicht bekannt	Angeschlossene Einwohner	nicht bekannt (Einfamilienhaus)
Entwässerungssystem	<input checked="" type="checkbox"/> Mischsystem <input type="checkbox"/> Trennsystem	Wasserschutzgebiet:	<input type="checkbox"/> ja, Zone _____ <input checked="" type="checkbox"/> nein
Art des Kanalanschlusses	<input type="checkbox"/> öffentlich <input checked="" type="checkbox"/> privat		
Schadensart	Rohrbruch, Scherbenbildung		
Erwarteter Schaden bei Station im Kanalvideo	Station 6,80 m	Schaden tatsächlich gefunden bei	direkt unter TW-Leitung
DN - Leitungsmaterial	nicht bekannt	Rohrummantelung / Bällung vorhanden	nein
Tiefenlage des Schadens	OK = RS (Rehrsole): 2,20 m u. GOK		UK: nicht bekannt
Bohrwerkzeug	Handbohrer (Ø100mm)	Bohrgerätetyp	Edelmann
Bohrtiefe/Endtiefe [m]:	3,20 m u. GOK / 1,0 m u. RS		
mittlerer GW-Höchststand:	55 m NHN FIab: ≥ 5 m	Niederschlag mm/a	845
GW angetroffen bei	nein		
Bemerkungen: Auszug Lageplan/Skizze/ Foto	querende Trinkwasserleitung: keine RKS möglich; nur Handbohrung		
Kreuzende Trinkwasserleitung DN 700, deren Bau den Schaden verursacht hat			

Standortdatenblatt

Ruhrgebiet-1

<p>Kanalvideo-schnappschuss</p>	 <p>Flussrohr 774mm Ø mit Eppren-bekleid. Scheitel 169-031 I=000mm</p> <p>gegen v. 0522 06,80 m tl. HK 00 48 24 31. 07. 14 LZ1: +0001,90 m</p>
<p>Foto Baugrube</p>	



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

Standortdatenblatt

Ruhrgebiet-1

Kontaminierte Fläche (Emissionsfläche) in m ² : nicht bekannt				
OK Quelle 2,20 m u. GOK		UK Quelle: nicht bekannt		
Versiegelungsgrad: 100% (Gehweg, Straße)				
Vegetationsart: keine				
Bodenart gem. Bodenkarte:		Parabraunerde, schwach pseudovergleyt, über LÖBablagerungen und Sand-Tonmergelstein		
Proben-Nr.	Horizonttiefe [m ab Rohrsohle]	Bodenart KA 5	Parameter SiWa-Prognose	
Ruhrgebiet-1	0,0 – 1,0 m	Ul3	Grobbodenanteil (%): <2	Tongehalt (gest.): 18%
			Kalkgehalt: <0-1	Humusgehalt: h0-h1
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt (gest.):
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt (gest.):
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt (gest.):
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt (gest.):
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
Entnommene Bodenproben:		Entnommene Wasserproben: keine		
Ruhrgebiet-1	(0 – 0,1 m)	Referenzprobe: keine		
	(0,1 – 0,4 m)			
	(0,4 – 1,0 m)			
	(REF)	Wasserprobe im Bereich der Schadensstelle: keine		

Übergabe der Proben an:

Iuta, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Bliersheimer Str. 58-60, 47229 Duisburg

am 11.04.2016 um 16.00 Uhr



Unterschrift geo-id

Anhang 7: Standortdatenblatt Standort Münsterland-1 (HP), Probenahme vom 12.04.2016



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

Standortdatenblatt

Münsterland-1

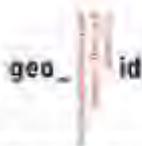
Untersuchungsstelle, Adresse:			
Datum der Probenahme	12.04.2016	Uhrzeit:	10.00 – 12.30 Uhr
Probenahmer	_____ (geo-id)		
Anwesende Personen	_____ (EW/LW)		
Witterung am Tag der Probenahme u. Vorlagen	sonnig, trocken	Temperatur Außenluft [°C]	18°C
Einrichtung d. Baustelle am	12.04.2016		
Baujahr	nicht bekannt	Angeschlossene Einwohner	n.b. (Einfamilienhaus)
Entwässerungssystem	<input checked="" type="checkbox"/> Mischsystem <input type="checkbox"/> Trennsystem	Wasserschutzgebiet	<input type="checkbox"/> ja, Zone _____ <input checked="" type="checkbox"/> nein
Art des Kanalanschlusses	<input type="checkbox"/> öffentlich <input checked="" type="checkbox"/> privat		
Schadensart	Rohrbruch		
Erwarteter Schaden bei Station im Kanalvideo	Station 1,4 m	Schaden tatsächlich gefunden bei	wie erwartet
DN + Leitungsmaterial	DN 150, Steinzeug	Rohrummantelung / Bettung vorhanden	Sandbettung
Tiefenlage des Schaders	OK = RS (Rohrsohle): 1,75 m u. GOK		UK: nicht bekannt
Bohrwerkzeug	Handbohrer (Ø100mm), RKS (Ø50mm)	Bohrgerätetyp	Edelmann, Makita
Bohrtiefe/Endtiefe [m]:	4,75 m u. GOK / 3,0 m u. RS		
mittlerer GW-Höchststand:	54 m ü. NN FIAb ca. 5 m	Niederschlag mm/a	785 mm/a
GW angetroffen bei	3,8 m u. GOK / 2,05 m u. RS		
Bemerkungen: Auszug Lageplan/Skizze/ Foto	Referenzprobe Boden aus Wandbereich oberhalb des Schaders		
GWMS 112011214: Keine Daten			

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

Standortdatenblatt

Münsterland-1

<p>Auszug Kanallageplan</p>	
<p>Kanalvideoschnappschuss</p>	
<p>Fotos Schaden und Baugrube</p>	



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

Standortdatenblatt

Münsterland-1

Kontaminierte Fläche (Emissionsfläche) in m ² : nicht bekannt				
OK Quelle		1,60 / 1,75 m u. GOK		UK Quelle: nicht bekannt
Versiegelungsgrad: 100% (Straße)				
Vegetationsart: keine				
Bodenart gem. Bodenkarte:		Grauer Plaggensch/Podsol über sandig-kläsigem Sedimenten des Münsterländer Kiessandzugs		
Proben-Nr.	Horizonttiefe (m ab Bohrsohle)	Bodenart KA 5	Parameter SiWa-Prognose	
Münsterland-1	0,0 – 0,1 m	Su 2 (Füllsand)	Grobbodenanteil (%): ca. 5	Tongehalt gem.: 0%
			Kalkgehalt: c0	Humusgehalt: h0-h1
Münsterland-1	0,1 – 3,0 m	Ss	Grobbodenanteil (%): 0	Tongehalt gem.: 0
			Kalkgehalt: c0	Humusgehalt: h0
			Grobbodenanteil (%)	Tongehalt gem.:
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%)	Tongehalt gem.:
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%)	Tongehalt gem.:
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
Entnommene Bodenproben:			Entnommene Wasserproben:	
Münsterland-1	(REF) / 2 Beutel		Referenzprobe: aus GWM 112011214	
	0,0 – 0,1 m / 2 Beutel		Münsterland-1 (Ref)	
	0,1 – 0,4 m / 2 Beutel		(Volumen gem. Tab. 4 und 5)	
	0,4 – 1,0 m / 2 Beutel		Wasserprobe im Bereich der Schadefläche:	
	1,0 – 2,0 m		Münsterland-1	
	2,0 – 3,0 m		(Volumen gem. Tab. 4 und 5)	

Übergabe der Proben an:

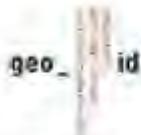
Iuta, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Bliersheimer Str. 58-60, 47229 Duisburg

am 12.04.2016 um 16.00 Uhr



Unterschrift geo-id

Anhang 8: Standortdatenblatt Standort Eifel-1 (HP), Probenahme vom 04.05.2016



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

Standortdatenblatt

Eifel-1

Untersuchungsstelle, Adresse:			
Datum der Probenahme	04.05.2016	Uhrzeit	10.00 – 13.00 Uhr
Probennehmer	[redacted] (geo-id)		
Anwesende Personen	[redacted] (EWLW)		
Witterung am Tag der Probenahme u. Vortagen	trocken, bedeckt	Temperatur Außenluft [°C]	10°C
Einrichtung d. Baustelle am	03.05.2016		
Baujahr	n. b.	Angeschlossene Einwohner	Kita/Schule (ehem. Familienzentrum)
Entwässerungssystem	<input checked="" type="checkbox"/> Mischsystem <input type="checkbox"/> Trennsystem	Wasserschutzgebiet	<input type="checkbox"/> ja, Zone <input checked="" type="checkbox"/> nein
Art des Kanalschlusses	<input checked="" type="checkbox"/> öffentlich <input type="checkbox"/> privat		
Schadensart	Riss		
Erwarteter Schaden bei Station im Kanalvideo	vorab kein Video verfügbar	Schaden tatsächlich bei	20,7 m
DN + Leitungsmaterial	DN 150, Steinzeug	Rohrummantelung / Bettung vorhanden	nein
Tiefenlage des Schadens	OK = RS (Rohrsohle): 1,25 m u. GOK		UK: nicht bekannt
Bohrwerkzeug	Handbohrer (100mm), RKS (200mm)	Bohrgerättyp	Edelmann, Makita
Bohrtiefe/Endtiefe [m]:	2,35 m u. GOK / 1,10 m u. RS (kein weiterer Bohrfortschritt)		
mittlerer GW-Höchststand:	Nicht bekannt	Niederschlag mm/a	1.082 mm/a
GW angetroffen bei	kein GW		
Bemerkungen: Auszug Lageplan/Skizze/ Foto	PN etwa 30 cm vom Schaden entfernt, da Schaden unter einer Mauer gelegen		
Vermessung: ausgehend v. dist. Gebäudeeck 10,6 m nach SE und 4,5 m nach NE			

geo_id

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

Standortdatenblatt

Eifel-1

Skizze/Foto:



Standortdatenblatt

Eifel-1

Kontaminierte Fläche (Emissionsfläche) in m ² : nicht bekannt				
DK Quelle		1,25 m u. GOK		UK Quelle: nicht bekannt
Versiegelungsgrad: 100% (Vorplatz Schule)				
Vegetationsart: keine				
Bodenart gem. Bodenkarte:		Pseudogley über Tonsteinen (Unterkarbon?) und Quarziten des Kambriums (Revin 5)		
Proben-Nr.	Horizonttiefe [m ab Rohrsohle]	Bodenart KA 5	Parameter SIWa-Prognose	
Eifel-1	0,0 – 0,15	Su 2 (Auffällung)	Grobbodenanteil (%): 30	Tongehalt _{gem} : 5 %
			Kalkgehalt: c0-c1	Humusgehalt: H0-H1
Eifel-1	0,15 – 0,5	Sl 3	Grobbodenanteil (%): 40	Tongehalt _{gem} : 8%
			Kalkgehalt: c0-c1	Humusgehalt: H0-H1
	0,5 – 1,0	Sl 3	Grobbodenanteil (%): 50	Tongehalt _{gem} : 8-12%
			Kalkgehalt: c1	Humusgehalt: H0
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt _{gem} :
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt _{gem} :
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
Entnommene Bodenproben: jeweils mind. 4,2 kg			Entnommene Wasserproben: keine	
Eifel-1	(REF)	Referenzprobe: keine		
	(0,0 – 0,1 m)			
	(0,1 – 0,4 m)			
	(0,4 – 1,0 m)	Wasserprobe im Bereich der Schadstelle: keine		

Übergabe der Proben an:

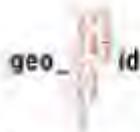
iuta, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Bliersheimer Str. 58-60, 47229 Duisburg

am: 04.05.2016 um 15.00 Uhr



Unterschrift geo-id

Anhang 9: Standortdatenblatt Standort Niederrhein-4 (HP), Probenahme vom 01.06.2016



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

Standortdatenblatt

Niederrhein-4

Untersuchungsstelle, Adresse:			
Datum der Probenahme	01.06.2016	Uhrzeit	10.00-13.30 Uhr
Probennehmer	[redacted] (geo-id)		
Anwesende Personen	[redacted] (geo-id) [redacted] (EWLW)		
Witterung am Tag der Probenahme (Vortag)	Regen (trocken)	Temperatur Außenluft [°C]	20 °C
Einrichtung d. Baustelle am	01.06.2016		
Baujahr	nicht bekannt	Angeschlossene Einwohner	n.b. / Doppelhaus
Entwässerungssystem	<input checked="" type="checkbox"/> Mischsystem <input type="checkbox"/> Trennsystem	Wasserschutzgebiet	<input checked="" type="checkbox"/> ja, Zone 3B* <input type="checkbox"/> nein
Art des Kanaltanschlusses	<input type="checkbox"/> öffentlich <input checked="" type="checkbox"/> privat		
Schadensart	Riss / Versatz		
Erwarteter Schaden bei Station im Kanaltvideo	Stat. 4,90 m/5,20 m**	Schaden tatsächlich gefunden bei	s. u. Bemerkung
DN - Leitungsmaterial	150, Steinzeug	Rohrummantelung / Bettung vorhanden	nein
Tiefenlage des Schadens	OK = RS (Richtsöhle): 0,4 m u. GOK		UK: nicht bekannt
Bohrwerkzeug	Handbohrer, RKS	Bohrgerätyp	Edeimann, Makita
Schrittliefe/Endtiefe [m]	2,9 m u. GOK (kein Bohrfortschritt)		
mittlerer GW-Höchststand	S1 m NHN, >10m FIAb	Niederschlag mm/a	720 mm/a
GW angetroffen bei	nein		
Bemerkungen: Auszug Lageplan/Skizze/ Foto	<p>Probenahmestelle erwies sich in der Örtlichkeit als ungeeignet (an Schadensstelle beiseiteig Beton) -> Probenahme um ca. 2 m Richtung Sammler verschoben</p> 		
* WW Melndorf			
** der Schaden befindet sich im Bereich einer Reparaturstelle			

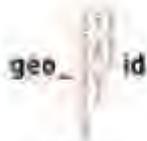
Seite 1/3

Foto Sanierungsbereich



Foto Bohrgut





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

Standortdatenblatt

Niederrhein-4

Kontaminierte Fläche (Emissionsfläche) in m ² : nicht bekannt				
OK Quelle: 0,4 m u. GOK		UK Quelle: nicht bekannt		
Versiegelungsgrad: 100% (Straße, Schwarzdecke)				
Vegetationsart: kein Bewuchs				
Bodenart gem. Bodenkarte:		Braunerde über Sanden und Kiesen der Jüngeren Mittelterrasse des Rheins (Sand und Kies)		
Proben-Nr.	Horizonttiefe [m ab Rotsohle]	Bodenart KA 5	Parameter SIWa-Prognose	
Niederrhein-4	0,0 – 0,6 m	Su 2	Grobbodenanteil (%): <ca.15	Tongehalt _{gem.} : 0-5%
			Kalkgehalt: c0	Humusgehalt: h0-h1
Niederrhein-4	0,6 – 1,2 m	Su 2	Grobbodenanteil (%): <5	Tongehalt _{gem.} : 0-5%
			Kalkgehalt: c0-c1	Humusgehalt: h0
Niederrhein-4	1,2 – 2,0 m	Su 2	Grobbodenanteil (%): <2	Tongehalt _{gem.} : 0-5%
			Kalkgehalt: c0-c1	Humusgehalt: h0
	2,0 – 2,5 m	Sl 3	Grobbodenanteil (%): <2	Tongehalt _{gem.} : 5-12%
			Kalkgehalt: c0-c1	Humusgehalt: h0
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt _{gem.} :
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
Entnommene Bodenproben:		Entnommene Wasserproben: keine		
Niederrhein-4	(REF)			
	(0-10 cm)			
	(10-40 cm)			
	(40-100 cm)			
	(100-200 cm)			
Niederrhein-4	(200-250 cm)			
kein Bohrdurchschnitt				

Übergabe der Proben an:

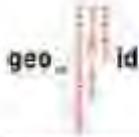
Iuta, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Bliersheimer Str. 58-60, 47229 Duisburg

am 01.06.2016 um 14.30 Uhr



Unterschrift geo-id

Anhang 10: Standortdatenblatt Standort Niederrhein-6 (HP), Probenahme vom 31.05.2016



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

Standortdatenblatt

Niederrhein-6

Untersuchungsstelle, Adresse:			
Datum der Probenahme	31.05.2016	Uhrzeit	09.-13.00 Uhr
Probenahmer	[redacted] (geo-id)		
Anwesende Personen	[redacted] (geo-id), [redacted] (EWLW)		
Witterung am Tag der Probenahme u. Vortagen	trocken (Gewitter/Regen)	Temperatur Außenluft [°C]	15
Einrichtung d. Baustelle am	31.05.2016		
Baujahr	nicht bekannt	Angeschlossene Einwohner	1-Fam-Haus
Entwässerungssystem	<input checked="" type="checkbox"/> Mischsystem <input type="checkbox"/> Trennsystem	Wasserschutzgebiet	<input checked="" type="checkbox"/> ja, Zone 3B <input type="checkbox"/> nein
Art des Kanalschlusses	<input type="checkbox"/> öffentlich <input checked="" type="checkbox"/> privat		
Schadensart	Anschlusskanal abgesackt (s. Foto)		
Erwarteter Schaden bei Station im Kanalvideo	Stat. 0,00 m fl.	Schaden tatsächlich gefunden bei	wie erwartet
DN + Leitungsmaterial	DN 150 / Steingut	Rohrummantelung / Bettung vorhanden	nein / anstehender sandiger Kies
Tiefenlage des Schadens	DK = RS (Rohrsohle): 1,8 m u. GOK		UK: nicht bekannt
Bohrwerkzeug	RKS (ø20mm)	Bohrgerätotyp	Makita
Bohrtiefe/Endtiefe (m)	5,8 m u. GOK / 4,0 m u. RS		
mittlerer GW-Höchststand	46 m NHN, 9 m FIAb	Niederschlag mm/a	760 mm/a
GW angehtroffen bei	rein		
Bemerkungen: Auszug Lageplan/Skizze/ Foto			
<p>Hinweis: GWMS an der Reichensteinstraße Genauer Schadensort nicht bekannt; gesamte Grundstücksanschlussleitung abgesackt</p>			

geo_ id

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

Standortdatenblatt

Niederrhein-6

Skizze/Foto:



Standortdatenblatt

Niederrhein-6

Kontaminierte Fläche (Emissionsfläche) in m ² : nicht bekannt			
OK Quelle		1,8 m u. GOK	UK Quelle: nicht bekannt
Versiegelungsgrad: 100%			
Vegetationsart: kein Bewuchs			
Bodenart gem. Bodenkarte:		Braunerde über Kiesen und Sanden (Ältere Niedertartaste)	
Proben-Nr.	Horizonttiefe [m ab Rohrsohle]	Bodenart KA 5	Parameter SIWa-Prognose
Niederrhein-6	0 – 2,5 m	Ss	Grobbodenanteil (%): ca. 90 Tonengehalt _{gest} : 0–5% Kalkgehalt: c0 Humusgehalt: h0
	2,5 – 3,4 m	Ss	Grobbodenanteil (%): ca. 20 Tonengehalt _{gest} : 0–5% Kalkgehalt: c0 Humusgehalt: h0
Niederrhein-6	3,4 – 4,0 m (ET)	Ss	Grobbodenanteil (%): < 2 Tonengehalt _{gest} : 0–5% Kalkgehalt: c0 Humusgehalt: h0
			Grobbodenanteil (%): Tonengehalt _{gest} : Kalkgehalt: Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%): Tonengehalt _{gest} : Kalkgehalt: Humusgehalt:
Entnommene Bodenproben, Anzahl:		Entnommene Wasserproben: keine	
Niederrhein-6	(REF) 2x		
	(0-16 cm) 2x		
	(16-40 cm) 1x		
	(40-100 cm) 1x		
	(100-200 cm) 1x		
	(200-300 cm) 1 3x (2,0-2,1/2,1-2,4/2,4-3,0)		
	(300-400 cm) 1x		

Übergabe der Proben an:

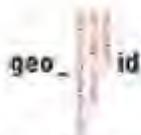
Iuta, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Biersheimer Str. 58-60, 47229 Duisburg

am 31.05.2016 um 15 Uhr



Unterschrift geo-ld

Anhang 11: Standortdatenblatt Standort Niederrhein-2 (1,HP), Probenahme vom 09.06.2016



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

Standortdatenblatt

Niederrhein-2 (1)

Untersuchungsstelle, Adresse:			
Datum der Probenahme	09.06.2016	Uhrzeit	09.00 – 12.00 Uhr
Probennehmer	(geo-id)		
Anwesende Personen	(geo-id) (EWLW)		
Witterung am Tag der Probenahme (Vortage)	bewölkt, trocken (Wechselhaft/Gewitter)	Temperatur Außenluft [°C]	20°C
Einrichtung d. Baustelle am	08.06.2016 (Nachmittag)		
Baujahr	1960er Jahrg	Angeschlossene Einwohner	1-Fam.-Haus
Entwässerungssystem	<input checked="" type="checkbox"/> Mischsystem <input type="checkbox"/> Trennsystem	Wasserschutzgebiet	<input type="checkbox"/> ja, Zone <input checked="" type="checkbox"/> nein
Art des Kanalan schlusses	<input type="checkbox"/> öffentlich <input checked="" type="checkbox"/> privat		
Schadensart	Loch / undichter Anschluss		
Erwarteter Schaden bei Station... im Kanalvideo	keine Inspektiondaten	Schaden gefunden bei	s. Skizze
DN + Leitungsmaterial	DN 150, Steinzeug	Rohrummantelung / Bettung vorhanden	nein
Tiefenlage des Schadens	2,5 m u. GOK (hier ca. OK Rohr, siehe Foto)		UK: nicht bekannt
Bohrwerkzeug	Handbohrer (Ø100mm) RKS (Ø60mm)	Bohrgerätetyp	Edelmann, Makita
Bohrtiefe/Endtiefe [m]:	1 m u. RS / 3,5 m u. GOK		
mittlerer GW-Höchststand:	ca. 80 m u. GOK*	Niederschlag mm/a	700 mm/a
GW angetroffen bei	nein (!) Einflussbereich Tagebau Hambach, GW-Absenkung)		
Bemerkungen; Ausschnitt Karte/ Skizze/Foto	Sanierung nach Augenschein!		
			
GW MS (inaktiv)			

geo_ id

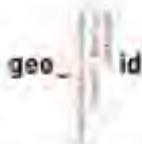
Landesweites Monitoring über die Auswirkungen undichter privater Abwasserleitungen auf Boden und Grundwasser

Standortdatenblatt

Niederrhein-2 (1)

Skizze/Foto:





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

Standortdatenblatt

Niederrhein-2 (1)

Kontaminierte Fläche (Emissionsfläche) in m ² : nicht bekannt			
OK Quelle: 2,50 m u. GOK		UK Quelle: nicht bekannt	
Versiegelungsgrad: 100%			
Vegetationsart: keine			
Bodenart gem. Bodenkarte:		Parabraunerde aus L08, über Sanden und Kiesen der jüngeren Hauptterrasse	
Proben-Nr.	Horizonttiefe (m ab Rohrsohle)	Bodenart (KA 5)	Parameter SIWa-Prognose
Niederrhein-2 (1)	0,0 – 0,2 m	Auffüllung (Sl 4)	Grobbodenanteil (%): <5 Tonengehalt: 12-17%
	0,2 – 0,3 m	Auffüllung (fGr, Ss)	Kalkgehalt: cI Humusgehalt: h0-hI
Grobbodenanteil (%): ca. 70 Tonengehalt _{gest.} : 0-5%			
Niederrhein-2 (1)	0,3 – 1,0 m	Ss	Kalkgehalt: c0-cI Humusgehalt: h0
			Grobbodenanteil (%): >75 Tonengehalt _{gest.} : 0-5%
			Kalkgehalt: c0-cI Humusgehalt: h0
			Grobbodenanteil (%): Tonengehalt _{gest.} :
			Kalkgehalt: Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%): Tonengehalt _{gest.} :
			Kalkgehalt: Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%): Tonengehalt _{gest.} :
			Kalkgehalt: Humusgehalt:
Entnommene Bodenproben / Probenanzahl		Entnommene Wasserproben: keine	
Niederrhein-2 (1)	(Referenz) / 2		
	(0-10 cm) / 2		
	(10-40 cm) / 1		
	(40-100 cm) / 1		
kein Bohrdortschritt			

Übergabe der Proben an:

Iuta, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Bliersheimer Str. 58-60, 47229 Duisburg

am 09.06.2016 um 14.00 Uhr


Unterschrift geo-id

Anhang 12: Standortdatenblatt Standort Ruhrgebiet-2 (HP), Probenahme vom 15.07.2016



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

Standortdatenblatt

Ruhrgebiet-2

Untersuchungsstelle, Adresse:			
Datum der Probenahme	15.07.2016	Uhrzeit	9.00 – 12.00 Uhr
Probennehmer	[redacted] (geo-id)		
Anwesende Personen	[redacted] (EWLW)		
Witterung am Tag der Probenahme u. Vortagen	trocken, wolkig	Temperatur Außenluft [°C]	17,5°C
Einrichtung d. Baustelle am	15.07.2016		
Baujahr	(1950er Jahre?)	Angeschlossene Einwohner	2 (1-Fam.-Haus)
Entwässerungssystem	<input checked="" type="checkbox"/> Mischsystem <input type="checkbox"/> Trennsystem	Wasserschutzgebiet	<input type="checkbox"/> ja, Zone ____ <input checked="" type="checkbox"/> nein
Art des Kanalschlusses	<input type="checkbox"/> öffentlich <input checked="" type="checkbox"/> privat		
Schadensart	Fehlendes Wandungsteil/Rohrbruch und Riss		
Erwarteter Schaden bei: (gem. Inspektionsbericht)	4,1 m (ab Haupts.)	Schaden tatsächlich gefunden bei:	4,1 m
DN + Leitungsmaterial	150 / Steinzeug	Rohrummantelung / Bettung vorhanden	nein
Tiefenlage des Schadens	1,8 m u. GOK	UK: nicht bekannt	
Bohrwerkzeug	RKS (Ø90mm)	Bohrgeratetyp	Wacker
Bohrtiefe/Endtiefe [m]:	2,3 m u. RS / 4,1 m u. GOK		
mittlerer GW-Höchststand:	n.b.	Niederschlag mm/a	820 mm/a
GW angetroffen bei	3,7 m u. GOK / 1,9 m u. RS		
Auszug Lageplan/Skizze/Foto			

geo_ id

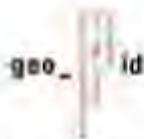
Landesweites Monitoring über die Auswirkungen undichter privater Abwasserleitungen auf Boden und Grundwasser

Standortdatenblatt

Ruhrgebiet-2

Skizze/Foto:





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

Standortdatenblatt

Ruhrgebiet-2

Kontaminierte Fläche (Emissionsfläche) in m ² : nicht bekannt (ca. 2 m ²)				
OK Quelle 1,8 m u. GOK		UK Quelle: nicht erkennbar		
Versiegelungsgrad: 0%				
Vegetationsart: Rasen 100% (Vorgarten)				
Bodenart gem. Bodenkarte:		Nieder(?)moor über Löß und Ältere Hauptterrasse der Ruhr (Castroper Höhenschotter)		
Aufschluss-Nr.	Horizonttiefe [m ab Rohrsohle]	Bodenart KA 5	Parameter SiWa-Prognose	
Ruhrgebiet-2	0,0 – 0,1 m	Us	Grobbodenanteil (%): 0	Tongehalt _{geom.} : 0-5%
			Kalkgehalt: c4	Humusgehalt: h0-h1
Ruhrgebiet-2	0,1 – 1,0 m	Ls 2	Grobbodenanteil (%): 0	Tongehalt _{geom.} : 17-25%
			Kalkgehalt: c3	Humusgehalt: h0
Ruhrgebiet-2	1,0 - 2,0 m	Lu	Grobbodenanteil (%): 0	Tongehalt _{geom.} : ca. 20%
			Kalkgehalt: c3	Humusgehalt: h0
Ruhrgebiet-2	2,0 – 2,3 m (ET)	St 3	Grobbodenanteil (%): 40	Tongehalt _{geom.} : 5-10%
			Kalkgehalt: c3	Humusgehalt: h0
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt _{geom.} :
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
Entnommene Bodenproben:		Menge	Entnommene Wasserproben:	
Ruhrgebiet-2	(REF)	2	Referenzproben: keine	
	(0,0 – 0,1 m)	2		
	(0,1 – 0,4 m)	2		
	(0,4 - 1,0 m)	2	Wasserprobe im Bereich der Schadstelle:	
	(1,0 – 2,0 m)	1	ca. 5 l / gem. Tab. 4 (Standardfall)	
	(2,0 – 2,3 m)	1/2		

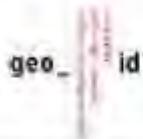
Übergabe der Proben an:

Iuta, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Bliersheimer Str. 58-60, 47229 Duisburg

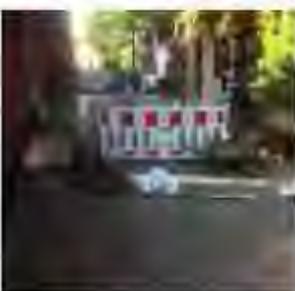
am 15.07.2016 um 14.10 Uhr


Unterschrift geo-id

Anhang 13: Standortdatenblatt Standort Niederrhein-1 (HP), Probenahme vom 19.07.2016



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

Standortdatenblatt		Niederrhein-1	
Untersuchungsstelle, Adresse:			
Datum der Probenahme	19.07.2016	Uhrzeit	9.00 – 13.30 Uhr
Probenehmer	(geo-id)		
Anwesende Personen	(EW/LW)		
Witterung am Tag der Probenahme u. Vortagen	sonnig	Temperatur Außenluft [°C]	25-29°C
Einrichtung d. Baustelle am	18.07.2016		
Baujahr	ca.1920/1930	Angeschlossene Einwohner	4 + 8
Entwässerungssystem	<input type="checkbox"/> Mischsystem <input checked="" type="checkbox"/> Trennsystem	Wasserschutzgebiet	<input type="checkbox"/> ja, Zone _____ <input checked="" type="checkbox"/> nein
Art des Kanalanschlusses	<input type="checkbox"/> öffentlich <input checked="" type="checkbox"/> privat		
Schadensart	undichte Muffenverbindung (verrotete Dichtung)		
Erwarteter Schaden bei Station im Kanalvideo	n.b./kein Video	Schaden tatsächlich gefunden bei	4 m ab Sammler
DN + Leitungsmaterial	DN 150, Steinzeug	Rohrummantelung / Bettung vorhanden	nein
Tiefenlage des Schadens	OK = RS (Rohrsohle): 2,75 m u. GOK		UK: nicht bekannt
Bohrwerkzeug	Handbohrer (Ø100mm), RKS (Ø30mm)	Bohrgerätetyp	Edelmann, Makita
Bohrtiefe/Endtiefe [m]	5,35 m u. GOK / 2,6 m unter RS (kein weiterer Bohrfortschritt)		
mittlerer GW-Hochststand:	29 m NHN, FIAb > 6 m	Niederschlag mm/a	800 mm/a
GW angetroffen bei	kein Grundwasser (Halennähe; FIAb. durch GW-Entnahmen erhöht)		
Bemerkungen: Ausschnitt Lageplan/ Skizze/Foto			
			

geo_id

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

Standortdatenblatt

Niederrhein-1

<p>Undichte Muffe</p>	
<p>Bodenprofil: 1. und 2. Meter unter Rohrsohle</p>	

geo_id

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

Standortdatenblatt

Niederrhein-1

Kontaminierte Fläche (Emissionsfläche) in m ² : nicht bekannt				
OK Quelle:		2,75 m unter GOK	UK Quelle:	
			nicht bekannt	
Versiegelungsgrad: 95-100% (Pflaster, Gehweg)				
Vegetationsart: keine				
Bodenart gem. Bodenkarte:		Braunerde (sandig-schluffig) bzw. Auffüllungen über Auenterrasse (Sand, Schluff, Ton) und Niederterrasse (Sand, Kies)		
Proben-Nr.	Horizonttiefe [m ab Rohrsohle]	Bodenart gem. KA 5	Parameter SIWa-Prognose	
Niederrhein-1	0,0 – 0,65 m	Ls 2	Grobbodenanteil (%): 5-10	Tongehalt gem.: 15-20%
			Kalkgehalt: c0-c1	Humusgehalt: h0-h1
Niederrhein-1	0,65 – 0,85 m	Slu	Grobbodenanteil (%): 5	Tongehalt gem.: 15-10%
			Kalkgehalt: c0	Humusgehalt: h0-h1
	0,85 – 2,6 m	Se	Grobbodenanteil (%): 10-20 ab 1,4m ca. 40-50 (f-mg)	Tongehalt gem.: <5%
			Kalkgehalt: c0	Humusgehalt: f0
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt gem.:
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt gem.:
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
Entnommene Bodenproben:			Entnommene Wasserproben: kein Wasser angezapft	
Niederrhein-1	(REF)		Referenzprobe: keine	
	(0-10 cm)			
	(10-40 cm)			
	(40-100 cm)		Wasserprobe im Bereich der Schadstelle: keine	
	(100-200 cm)			
	(200-260 cm)			

Übergabe der Proben an:

iuta, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Bliersheimer Str. 58-60, 47229 Duisburg
am 19.07.2016 um Uhr ca. 14.00 Uhr



Unterschrift geo-id

Anhang 14: Standortdatenblatt Standort Niederrhein-5 (HP), Probenahme vom 10.08.2016



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

Standortdatenblatt

Niederrhein-5

Untersuchungsstelle, Adresse:			
Datum der Probenahme	10.09.2016	Uhrzeit	10.00
Probenehmer	[redacted] (geo-id GmbH)		
Anwesende Personen	[redacted] (EWLW)		
Witterung am Tag der Probenahme u. Vorlagen	Regen (bewölkt, trocken)	Temperatur Außenluft [°C]	15°C
Einrichtung d. Baustelle am	09.09.2016		
Baujahr	1976 (?)	Angeschlossene Einwohner	Schulzentrum
Entwässerungssystem	<input checked="" type="checkbox"/> Mischsystem <input type="checkbox"/> Trennsystem	Wasserschutzgebiet	<input type="checkbox"/> ja, Zone _____ <input checked="" type="checkbox"/> nein
Art des Kanalanschlusses	<input checked="" type="checkbox"/> öffentlich <input type="checkbox"/> privat		
Schadensart	Defekte Muffe, Riss		
Erwarteter Schaden bei Station im Kanalvideo	siehe Lageplan	Schaden tatsächlich gefunden bei	3,5 m vor Außenwand
DN + Leitungsmaterial	DN 150 PVC/Sleinzeug	Rohrummantelung / Bettung vorhanden	? Sand/Kies
Tiefenlage des Schaders	OK = RS (Rohrsohle): ca. 0,85 m / 1 m u. GOK (Böschungfuß)		UK: nicht bekannt
Bohrwerkzeug	Handbohrer (Ø100mm), RKS (Ø80mm)	Bohrgerätetyp	Edelmann, Makita
Bohrtiefe/Endtiefe [m]:	0,7 m u. RS / ca. 1,7 m u. GOK (kein Bohrfortschritt)		
mittlerer GW-Höchststand:	192 m NHN (Flurabst. 12 m)	Niederschlag mm/a	720 mm/a
GW angetroffen bei	kein Grundwasser angetroffen		
Bemerkungen: Ausschnitt Lageplan/ Skizze/Foto			
Keine GWMS verfügbar (nur 071100702 im Seilenstrom)			

Standortdatenblatt

Niederrhein-5

<p>Mögliche Probennahmepunkte (gelb umrandet und tatsächliche Entnahmestelle) Niederrhein-5</p>	
<p>Foto Baugrube</p>	
<p>Foto Schaden: Rissbildung im Bereich der Muffe</p>	

Standortdatenblatt

Niederrhein-5

Kontaminierte Fläche (Emissionsfläche) in m ² : nicht bekannt			
OK Quelle:		ca. 1 m unter GOK	UK Quelle:
			max. 1,7 m (Festgestein?)
Versiegelungsgrad: 0%, Böschungfuß			
Vegetationsart: Rasenfläche 100%			
Bodenart gem. Bodenkarte:		Pseudogley-Gley über Ton-/Sandsteinen des Unterdevons (Ems), ggf. mit dünner Lössauflage	
Proben-Nr.	Horizonttiefe (m ab Rohrsohle)	Bodenart KA 5	Parameter SiWa-Prognose
Niederrhein-5	0 – 0,1 m	Sl 4	Grobbodenanteil (%): 5-10 Tonengehalt _{gesamt} : 15% Kalkgehalt: c3 Humusgehalt: h0
	0,1 – 0,4 m	Su 2	Grobbodenanteil (%): 47 Tonengehalt _{gesamt} : 9% Kalkgehalt: c3 Humusgehalt: h0
Niederrhein-5	0,4 – 0,7 m	Tu 2	Grobbodenanteil (%): <5 Tonengehalt _{gesamt} : 60% Kalkgehalt: c2 Humusgehalt: h0
			Grobbodenanteil (%): Tonengehalt _{gesamt} : Kalkgehalt: Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%): Tonengehalt _{gesamt} : Kalkgehalt: Humusgehalt:
Entnommene Bodenproben: Anzahl:		Entnommene Wasserproben: keine	
Niederrhein-5	(Referenz) / 2	Referenzprobe: keine	
	(0-10 cm) / 2		
	(10-40 cm) / 1		
	(40-70 cm) / 1	Wasserprobe im Bereich der Schadstelle: keine	
kein Bohrfortschritt			

Übergabe der Proben an:

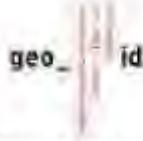
uta, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Bliersheimer Str. 58-60, 47229 Duisburg

am 10.08.2018 um 13.05 Uhr



Unterschrift geo-id

Anhang 15: Standortdatenblatt Standort Lemgo (3; HP), Probenahme vom 13.09.2016



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

Standortdatenblatt

Lemgo (3)

Untersuchungsstelle, Adresse: A-15-LE, Lemgo			
Datum der Probenahme	13.09.2016	Uhrzeit	10:30
Probennehmer	[redacted] (geo-id)		
Anwesende Personen	[redacted] (EWLW), [redacted]		
Witterung am Tag der Probenahme u. Vortagen	sonnig	Temperatur Außenluft [°C]	23°C
Einrichtung d. Baustelle am	12.09.2016		
Baujahr	1967	Angeschlossene Einwohner	4
Entwässerungssystem	<input type="checkbox"/> Mischsystem <input checked="" type="checkbox"/> Trennsystem	Wasserschutzgebiet	<input checked="" type="checkbox"/> ja, Zone 3A <input type="checkbox"/> nein
Art des Kanalanschlusses	<input checked="" type="checkbox"/> öffentlich <input checked="" type="checkbox"/> privat	Die Stadt Lemgo ist bis zum Übergabeschicht zuständig. Der Schaden liegt bei 3,80 m ab Hauptkanal, die Grenze bei 5,00 m und der Schacht bei 5,00 m.	
Schadensart	Vertikaler Versatz (2 cm)		
Erwarteter Schaden bei Station im Kanalvideo	3,80 m	Schaden tatsächlich gefunden bei	wie erwartet
DN + Leitungsmaterial	DN 150 Steinzeug	Rohrummantelung / Befüllung vorhanden	nein
Tiefenlage des Schadens	OK = RS (Rohrsohle): 2,6 m u. GOK	UK: nicht bekannt	
Bohrwerkzeug	Handbohrer (Ø100mm), RKS (Ø80mm)	Bohrgerätetyp	Edelmann, Makita
Bohrtiefe/Endtiefe [m]:	2,8 m u. RS / 5,4 m u. GOK		
mittlerer GW-Höchststand:	nicht bekannt	Niederschlag mm/a	850 mm/a
GW angetroffen bei	nicht angetroffen, Steunasse temporär möglich		
Bemerkungen: Ausschnitt Lageplan, Skizze/Foto Der Hausanschluss zweigt bei Station 14,4 m vom SW-Kanal ab			

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

Standortdatenblatt

Lemgo (3)

<p>Kanalvideoschnappschuss (Rohrversatz)</p>	
<p>Foto Baugrube</p>	
<p>Entnahmebereich Referenzprobe (grüner Pfeil)</p>	

Standortdatenblatt

Lemgo (3)

Kontaminierte Fläche (Emissionsfläche) in m ² : nicht bekannt				
OK Quelle		2,6 m u. GOK	UK Quelle: nicht bekannt	
Versiegelungsgrad: 100% (Straßenfläche)				
Vegetationsart: keine				
Bodenart gem. Bodenkarte:		Pseudogley/Braunerde aus Geschiebeablagerungen entstanden, evtl. staunass (tonig-schluffig) über Grundmoräne (Schluff, Sand, Kies) und Ton- bis Mergelstein, Sandstein (Keuper)		
Aufschluss-Nr.	Horizonttiefe [m ab Rohrsohle]	Bodenart KA 5	Parameter SiWa-Prognose	
A-15-LE	0,0 – 2,5 m	Sl 3	Grobbodenanteil (%): <2	Tongehalt spez.: 10%
			Kalkgehalt: c0	Humusgehalt: h0
A-15-LE	2,5 – 2,8 m	Ul s	Grobbodenanteil (%): 0	Tongehalt spez.: 10%
			Kalkgehalt: c0	Humusgehalt: h0
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt spez.:
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt spez.:
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt spez.:
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
Entnommene Bodenproben:		Menge [kg]	Entnommene Wasserproben: keine	
A-15-LE (Referenz)		jeweils ca. 4 kg	Referenzprobe: keine	
A-15-LE (0 – 10 cm)				
A-15-LE (10 – 40 cm)				
A-15-LE (40-100 cm)				
A-15-LE (100 – 200 cm)				
A-15-LE (200 – 280 cm)		3,1 kg	Wasserprobe im Bereich der Schadstelle: keine	

Übergabe der Proben an:

Iuz, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Bliersheimer Str. 58-60, 47229 Duisburg

am 13.09.2016 um 14.50 Uhr



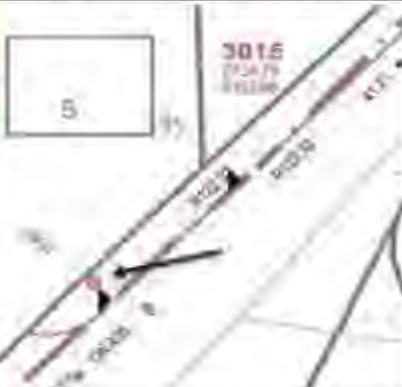
Unterschrift geo-id

Seite 3/3

Anhang 16: Standortdatenblatt Standort Lemgo (4; HP), Probenahme vom 06.10.2016



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

Standortdatenblatt		Lemgo (4)	
Untersuchungsstelle, Adresse: A-16-LEM, Lemgo			
Datum der Probenahme	06.10.2016	Uhrzeit	10.00 – 13.00
Probenehmer	[redacted] (geo-id)		
Anwesende Personen	[redacted]		
Witterung am Tag der Probenahme (u. Vortagen)	bedeckt, trocken, (sonnig)	Temperatur Außenluft [°C]	9°C
Einrichtung d. Baustelle am	06.10.2016		
Baujahr	1967	Angeschlossene Einwohner	Einfam.-Haus
Entwässerungssystem	X Mischsystem - Trennsystem	Wasserschutzgebiet	Zone 3a, Lemgoer Mark
Art des Kanalausschlusses	<input type="checkbox"/> öffentlich (Die Stadt Lemgo hat laut Satzung die Leitung bis zum Übergabeschacht in ihrer Verantwortung. Schaden liegt vor der Grundstücksgrenze (bei 3,60 m)) <input checked="" type="checkbox"/> privat		
Schadensart	Lageabweichung/vertikaler Versatz, 1 cm (Sohle)		
Erwarteter Schaden bei Station im Kanalvideo	1,90 m	Schaden tatsächlich gefunden bei	wie erwartet
DN + Leitungsmaterial	DN 150 Steinzeug	Rohrummantelung / Bettung vorhanden	nein
Tiefenlage des Schadens	DK = RS (Rohrsohle): 1,8 m u. GOK	DK nicht bekannt	
Bohrwerkzeug	Handbohrer (ø100mm), RKS (ø60mm)	Bohrgerätetyp	Edelmann, Makita
Bohrtiefe/Endtiefe [m]:	2,5 m u. RS / 4,3 m u. GOK (kein Bohrfortschritt)		
mittlerer GW-Höchststand:	nicht bekannt	Niederschlag mm/a	850
GW angetroffen bei	kein GW angetroffen		
Bemerkungen: Ausschnitt Lageplan, Skizze/Foto:	Der Hausanschluss zweigt bei Station 15,8 m vom MW-Kanal ab  		

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

Standortdatenblatt	Lemgo (4)
<p>Kanalvideoschnappschuss</p>	
<p>Foto Baugrube</p>	
<p>Bodenprofil unter RS: 0 - 1m / 1 - 2m / 2 - 2.5m</p>	



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

Standortdatenblatt

Lemgo (4)

Kontaminierte Fläche (Emissionsfläche) in m ² : nicht bekannt				
OK Quelle: 1,8 m ü. GOK		UK Quelle: nicht bekannt		
Versiegelungsgrad: 0%				
Vegetationsart: Randstreifen, Wiese, geringer Bewuchs				
Bodenart gem. Bodenkarte:		Parabraunarde über Grundmoräne (Schluff, Sand, Kies) und Ton-Sandstein (Kauper)		
Aufschluss-Nr.	Horizonttiefe [m ab Rohrschle]	Bodenart KA 5	Parameter SIWa-Prognose	
A-16-LEM	0,0 – 2,1 m	Stu	Grobbodenanteil: Gr2	Tongehalt gem.: 15%
			Kalkgehalt: c0	Humusgehalt: h0
A-16-LEM	2,1 – 2,5 m	Ls 2	Grobbodenanteil (%): Gr 1	Tongehalt gem.: 30%
			Kalkgehalt: c0	Humusgehalt: h0
			Grobbodenanteil (%)	Tongehalt gem.:
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%)	Tongehalt gem.:
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%)	Tongehalt gem.:
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
Entnommene Bodenproben:		Menge [kg]	Entnommene Wasserproben: keine	
A-16-LEM (REF)		jeweils: ca. 4 kg	Referenzprobe: keine	
A-16-LEM (0-10)			Wasserprobe im Bereich der Schadstelle: keine	
A-16-LEM (10-40 cm)				
A-16-LEM (40-100 cm)				
A-16-LEM (100 – 200 cm)				
A-16-LEM (200 – 250 cm)		2,1 kg		

Übergabe der Proben an:

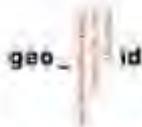
Iuta, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Bliersheimer Str. 58-60, 47229 Duisburg
am 06.10.2016 um 16.00 Uhr



Unterschrift geo-id

Seite 3/3

Anhang 17: Standortdatenblatt Standort Niederrhein-2 (2,HP), Probenahme vom 18.05.2016



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

Standortdatenblatt

Niederrhein-2 (2)

Untersuchungsstelle, Adresse:			
Datum der Probenahme	18.05.2017	Uhrzeit	9,30 – 11,15 Uhr
Probennehmer	[redacted] (geo-id)		
Anwesende Personen	[redacted] (IBL)		
Witterung am Tag der PN (Vortage)	sonnig	Temperatur Außenluft [°C]	17°C
Einrichtung d. Baustelle am	Vortage		
Baujahr	Erneuert in 2012?-2014?	Angeschlossene Einwohner	Amtsgericht
Entwässerungssystem	<input type="checkbox"/> Mischsystem <input checked="" type="checkbox"/> Trennsystem, SW	Wasserschutzgebiet	<input type="checkbox"/> ja, Zone ____ <input checked="" type="checkbox"/> nein
Art des Kanalanschlusses	<input checked="" type="checkbox"/> öffentlich <input type="checkbox"/> privat		
Schadensart	einragendes Dichtungsmaterial / altes Steinzeugrohr wurde vor ca. 3-5 Jahren gegen PE-Rohr ausgetauscht		
Erwarteter Schaden bei Station	Gem. Inspektionsbericht vom 22.05.12 bei 3,2 m	Schaden tatsächlich gefunden bei	aktuell kein Schaden mehr / PN bei 3,2 m
DN + Leitungsmaterial	DN 150 PE	Rohrummantelung / Bettung vorhanden	nein
Tiefenlage des Schadens	? / aktuelle Rohrsohle bei 1,05 m u. GOK		
Bohrwerkzeug	Handbohrer (Ø100mm)	Bohrgerätetyp	Edelmann
Bohrtiefe/Endtiefe [m]:	1 m u. RS / 2,05 m unter GOK		
mittlerer GW-Höchststand:	FIAb > 30 m*	Niederschlag mm/a	700 mm/a
GW angetroffen bei	kein Grundwasser angetroffen (*Einflussbereich Tagebau Hambach)		
Bemerkungen: Ausschnitt Lageplan/ Skizze/Foto GWMS inaktiv			

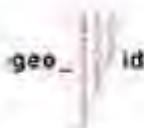
geo_ id

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

Standortdatenblatt

Niederrhein-2 (2)

<p>Probenahmestelle / Sanierungsbereich 6:</p>	
<p>Foto Baugrube</p>	



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

Standortdatenblatt

Niederrhein-2 (2)

Kontaminierte Fläche (Emissionsfläche) in m ² : nicht bekannt, bereits sanierter Schaden				
OK Quelle ca. 1 m unter GOK		UK Quelle: nicht bekannt		
Versiegelungsgrad: 0% (Freifläche neben dem Gebäude)				
Vegetationsart: Rasen 100%				
Bodenart gem. Bodenkarte:		Parabraunerde über Sanden und Kiesen der Jüngerer Hauptterrasse		
Aufschluss-Nr.	Horizonttiefe [m ab Rohrsohle]	Bodenart KA 5	Parameter SiWa-Prognose	
Niederrhein-2 (2)	0,0 – 1,0	Ss	Grobbodenanteil (%): 10-25	Tongehalt _{best.} : < 5%
			Kalkgehalt: 00-01	Humusgehalt: < 1%
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt _{best.} :
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt _{best.} :
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt _{best.} :
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
Entnommene Bodenproben:		Menge [kg]	Entnommene Wasserproben: keine	
Niederrhein-2 (2)	(0,0-0,1 m)	ca. 4 kg	Referenzprobe: J.	
	(0,1-0,4 m)	ca. 4 kg		
	(0,4-0,1,0 m)	ca. 4 kg		
	(REF)	ca. 4 kg		
			Wasserprobe im Bereich der Schadstelle: <input type="checkbox"/> gemäß Tabelle 4 (2x 2l, 2x Sarstedt, 1x 250ml PE, 1x 250 ml Glas) <input type="checkbox"/> gemäß Tabelle 6 (5x Sarstedt, 1x 250 ml Glas) <input type="checkbox"/> erweitertes Screening (2x 2l Braunglas)	

Übergabe der Proben an:

Iuta, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Bliersheimer Str. 58-60, 47229 Duisburg

am 18.05.2017 um 13.00 Uhr


Unterschrift gemäß

Anhang 18: Standortdatenblatt Standort Bergisches Land-1 (HP), Probenahme vom 21.08.2016

geo-id

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

Standortdatenblatt

Bergisches Land-1

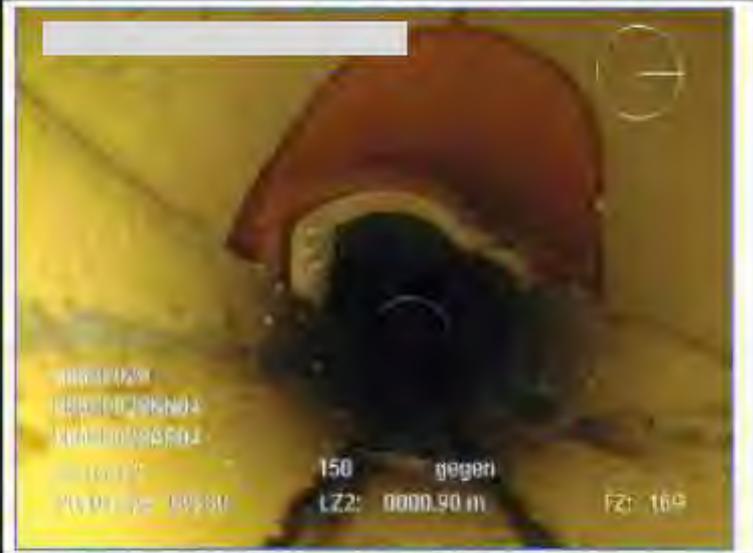
Untersuchungsstelle, Adresse:			
Datum der Probenahme	21.08.2017	Uhrzeit	10:30 – 12:00
Probenehmer	[redacted] (geo-id)		
Anwesende Personen	[redacted]		
Witterung am Tag der Probenahme u. Vortagen	sonnig, trocken	Temperatur Außenluft [°C]	20°C
Einrichtung d. Baustelle am	21.08.2017		
Baujahr	ca. 1972	Angeschlossene Einwohner	1
Entwässerungssystem	<input checked="" type="checkbox"/> Mischsystem <input type="checkbox"/> Trennsystem	Wasserschutzgebiet	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein
Art des Kanalanschlusses	<input type="checkbox"/> öffentlich <input checked="" type="checkbox"/> privat		
Schadensart	fehlende Wandung, punktuelle Reparatur (fehlende Wandung mit PVCU-Halbschale abgedeckt)		
Erwarteter Schaden bei Station im Kanalvideo	Stat. 1,00 m	Schaden tatsächlich gefunden bei	wie erwartet
DN + Leitungsmaterial	DN 150, Steinzeug	Rohrummantelung / Bettung vorhanden	Reparaturstelle/ nein
Tiellage des Schadens	OK = RS (Rohrschleife 1,55 m u. GOK)		UK: nicht bekannt
Bohrwerkzeug	Handbohrer (Ø100mm), RKS (Ø80mm)	Bohrgerätetyp	Edelmann, Makita
Bohrtiefe/Endtiefe [m]:	1,6 m u. RS / 3,05 m u. GOK (OK Festgestein)		
mittlerer GW-Höchststand:	unbekannt	Niederschlag mm/a.	1.193 mm/a
GW angetroffen bei	kein Stau-/Grundwasser angetroffen (Kluftgrundwasserleiter)		
Ausschnitt Lageplan (Übersichtsplan TV-Befahrung)			

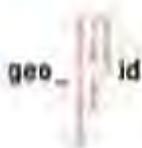
geo_id

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

Standortdatenblatt

Bergisches Land-1

<p>Auszug Maßnahmenplan (11,60 m ab Schacht 88500029 in Fließrichtung)</p>	
<p>Kanalvideoskopie</p>	
<p>Foto Baugrube</p>	



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

Standortdatenblatt

Bergisches Land-1

Kontaminierte Fläche (Emissionsfläche) in m ² : nicht bekannt				
OK Quelle:		ca. 1,45 m u. GOK	UK Quelle:	
			nicht bekannt	
Versiegelungsgrad: 100% (Straße/Asphalt)				
Vegetationsart: keine				
Bodenart gem. Bodenkarte:		Pseudogley/Braunerde über Sand-/Schluff-/Tonsteinen des Mitteldevons		
Aufschluss-Nr.	Horizonttiefe [m ab Rohrmitte]	Bodenart KA 5	Parameter SiWa-Prognose	
Bergisches Land-1	0 – 1,5 m	Ut 3	Grobbodenanteil (%): 5-20	Tongehalt _{ges.} : <20%
			Kalkgehalt: 0	Humusgehalt: 50
Bergisches Land-1	1,5 – 1,8 m	Ut 4	Grobbodenanteil (%): >75	Tongehalt _{ges.} : 25%
			Kalkgehalt: 0	Humusgehalt: 50
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt _{ges.} :
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt _{ges.} :
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt _{ges.} :
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
Entnommene Bodenproben:		Menge [kg]	Entnommene Wasserproben: <u>keine</u>	
Bergisches Land-1	(F=I)	ca. 4 kg	Referenzprobe; keine	
	(0 – 10 cm)	ca. 3,5 kg		
	(10 – 40 cm)	ca. 3,5 kg		
	(40 – 100 cm)	ca. 3,5 kg	<u>Wasserprobe im Bereich der Schadstelle:</u> <input type="checkbox"/> gemäß Tabelle 4 (2x 2l, 2x Sarstedt, 1x 250ml PE, 1x 250 ml Glas) <input type="checkbox"/> gemäß Tabelle 6 (5x Sarstedt, 1x 250 ml Glas) <input type="checkbox"/> erweitertes Screening (2x 2l Braunglas)	
	(100 – 160 cm)	ca. 2,5 kg		

Übergabe der Proben an:

iuta, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Bliersheimer Str. 58-60, 47229 Duisburg

am 21.08.2017 um 13.35 Uhr



Unterschrift geo-id

Seite 3/3

Anhang 19: Standortdatenblatt Standort Sauerland-1 (HP), Probenahme vom 10.10.2016



Standortdatenblatt		Sauerland-1	
Untersuchungsstelle, Adresse:			
Datum der Probenahme	10.10.2017	Uhrzeit	11:30 – 14:00
Probenahmer	[redacted] geo-id		
Anwesende Personen	[redacted]		
Witterung am Tag der Probenahme u. Vorlagen	Regen	Temperatur Außenluft [°C]	15°C
Einrichtung d. Baustelle am	10.10.2017		
Baujahr	ca. 1980	Angeschlossene Einwohner	4
Entwässerungssystem	<input checked="" type="checkbox"/> Mischsystem <input type="checkbox"/> Trennsystem	Wasserschutzgebiet	<input type="checkbox"/> ja, Zone _____ <input checked="" type="checkbox"/> nein
Art des Kanalan schlusses	<input type="checkbox"/> öffentlich <input checked="" type="checkbox"/> privat (f. Anwohner: nur Kellerabwasserrohr)		
Schadensart	defekte/undichte Muffe		
Erwarteter Schaden bei Station im Kanalvideo	3,1 m	Schaden tatsächlich gefunden bei	3,5 m
DN + Leitungsmaterial	DN 200 Beton	Rohrummantelung / Bettung vorhanden	nein
Tiefenlage des Schadens	OK = RS (Rohrsohle): 1,4 m u. GOK		UK: nicht bekannt
Bohrwerkzeug	Handbohrer (privat-m), RKS (öffentlich)	Bohrgerättyp	Edelmann, Makita
Bohrtiefe/Endtiefe [m]:	1,7 m unter Rohrsohle (OK Festgesteint) / 3,3 m unter GOK		
mittlerer GW-Höchststand:	nicht bekannt	Niederschlag mm/a	1.200
GW angetroffen bei	kein Grundwasser angetroffen		
Bemerkungen:	zeitweilig nachlaufendes Abwasser (Waschmaschine) bei der Probenahme		
Skizze/Foto			

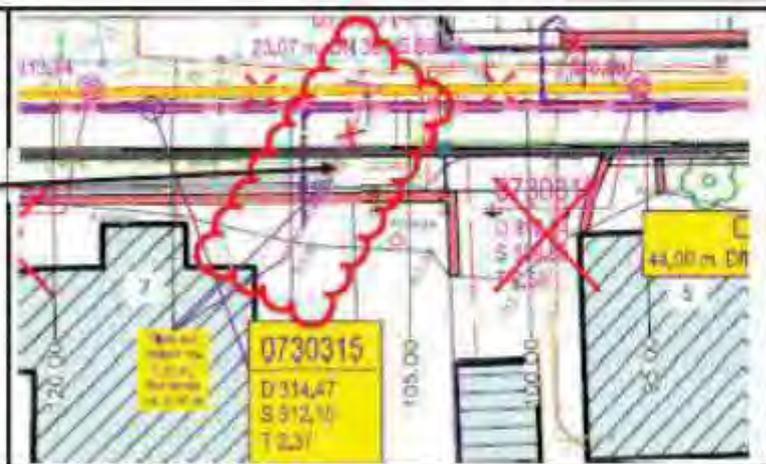
Seite 1/3

geo_id

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

Standortdatenblatt

Sauerland-1

<p>Ausschnitt aus dem Ausführungsplan</p> <p>(Pfeil: PN-Stelle)</p>	
<p>Foto Baugrube</p> <p>Referenzprobe aus Böschungswand (1,3 m u. GOK)</p>	
<p>Festgestein ab 1,3 m u. RS bzw. ab 2,9 m u. GOK</p>	

Standortdatenblatt

Sauerland-1

Kontaminierte Fläche (Emissionsfläche) in m ² : n.b.				
OK Quelle		1,6 m u. GOK (RS)	UK Quelle: n.b.	
Versiegelungsgrad: 100% Asphaltdeckschicht (Straße)				
Vegetationsart: ---				
Bodenart gem. Bodenkarte:		Braunerde, tonig, schluffig		
Aufschluss-Nr.	Horizonttiefe (m ab Rohrohle)	Bodenart KA 5	Parameter SIWa-Prognose	
Sauerland-1	0,0 - 1,3 m	Uls	Grobbodenanteil (%): 5-10%	Tongehalt _{gest.} : 10%
			Kalkgehalt: c0	Humusgehalt: h0
Sauerland-1	1,3 - 1,7 m	gGrB	Grobbodenanteil (%): 95%	Tongehalt _{gest.} : 0%
			Kalkgehalt: c0	Humusgehalt: h0
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt _{gest.} :
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt _{gest.} :
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt _{gest.} :
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
			Grobbodenanteil (%):	Tongehalt _{gest.} :
			Kalkgehalt:	Humusgehalt:
Entnommene Bodenproben:		Menge [kg]	Entnommene Wasserproben:	
Sauerland-1	(Ref)	>3 kg	Referenzprobe: keine	
	(0 - 10 cm)	>3 kg		
	(10 - 40 cm)	>3 kg		
	(40 - 100 cm)	>3 kg	<u>Wasserprobe im Bereich der Schichtstelle:</u>	
	(100 - 170 cm)	>3 kg	kein Wasser angetroffen	

Übergabe der Proben an:

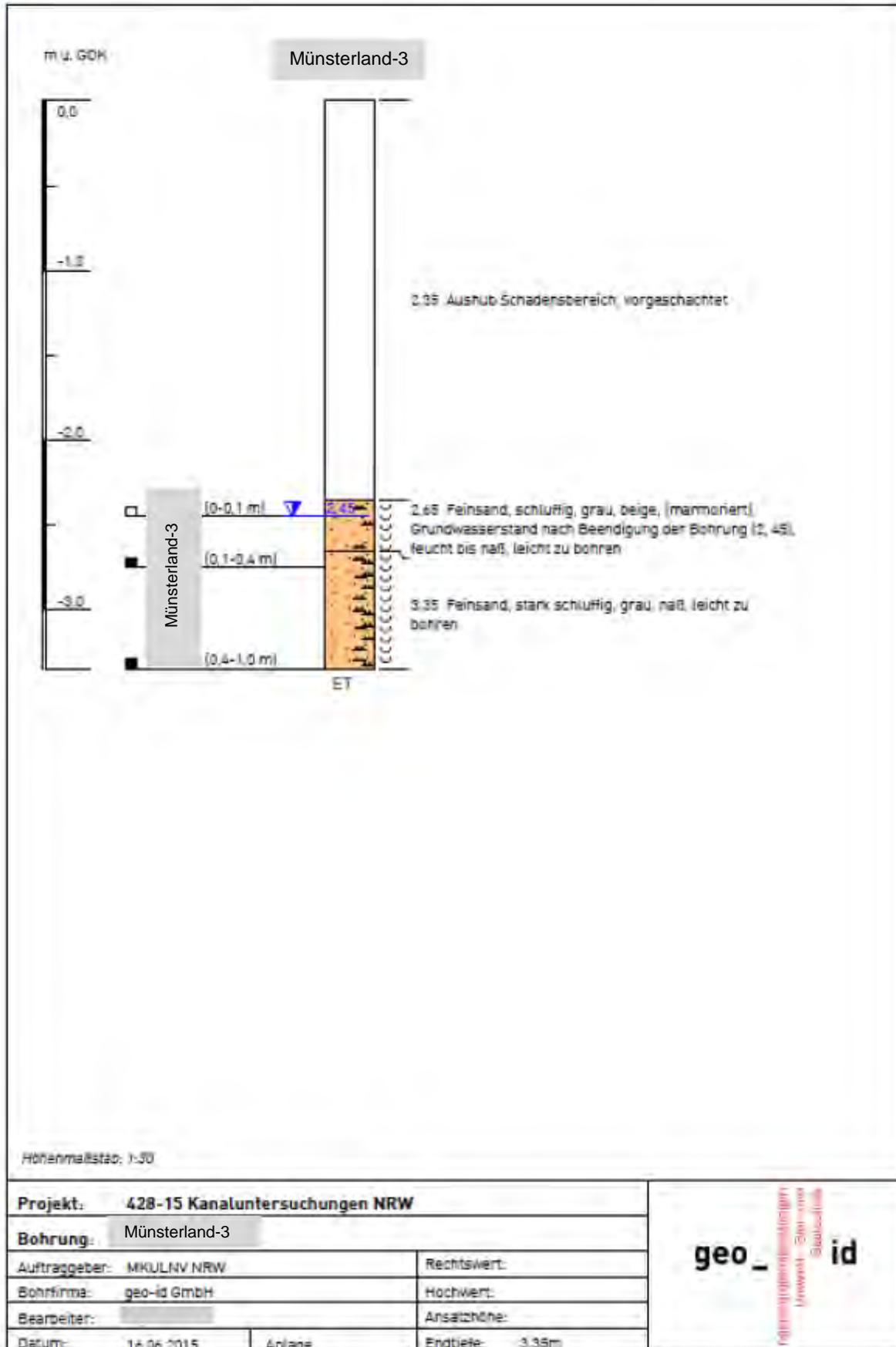
Iuta, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Bilersheimer Str. 58-60, 47229 Duisburg

am 10.10.2017 um 15:10 Uhr

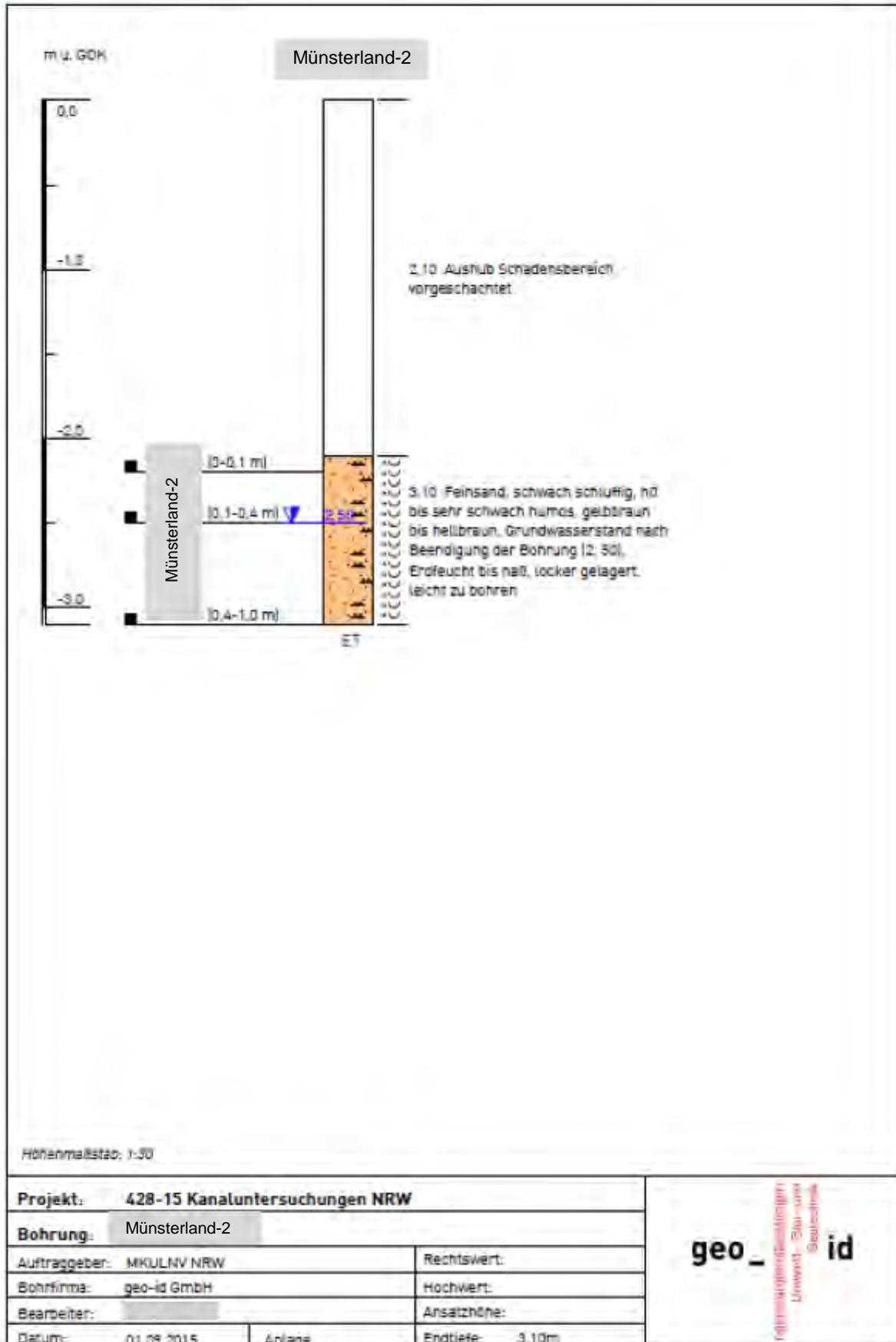


Unterschrift geo-id

Anhang 20: Profilsondierung Standort Münsterland-3 (HP), Probenahme vom 16.05.2015

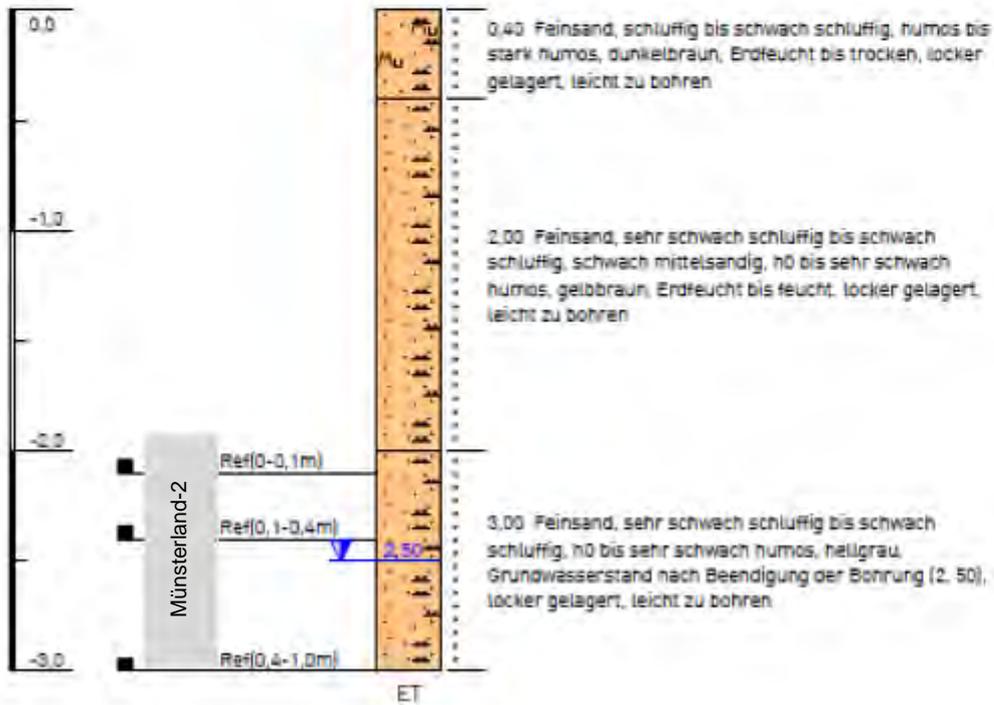


Anhang 21: Profilsondierungen Standort Münsterland-2 (HP), Probenahme vom 01.09.2015

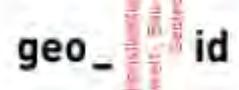


M u. GOK

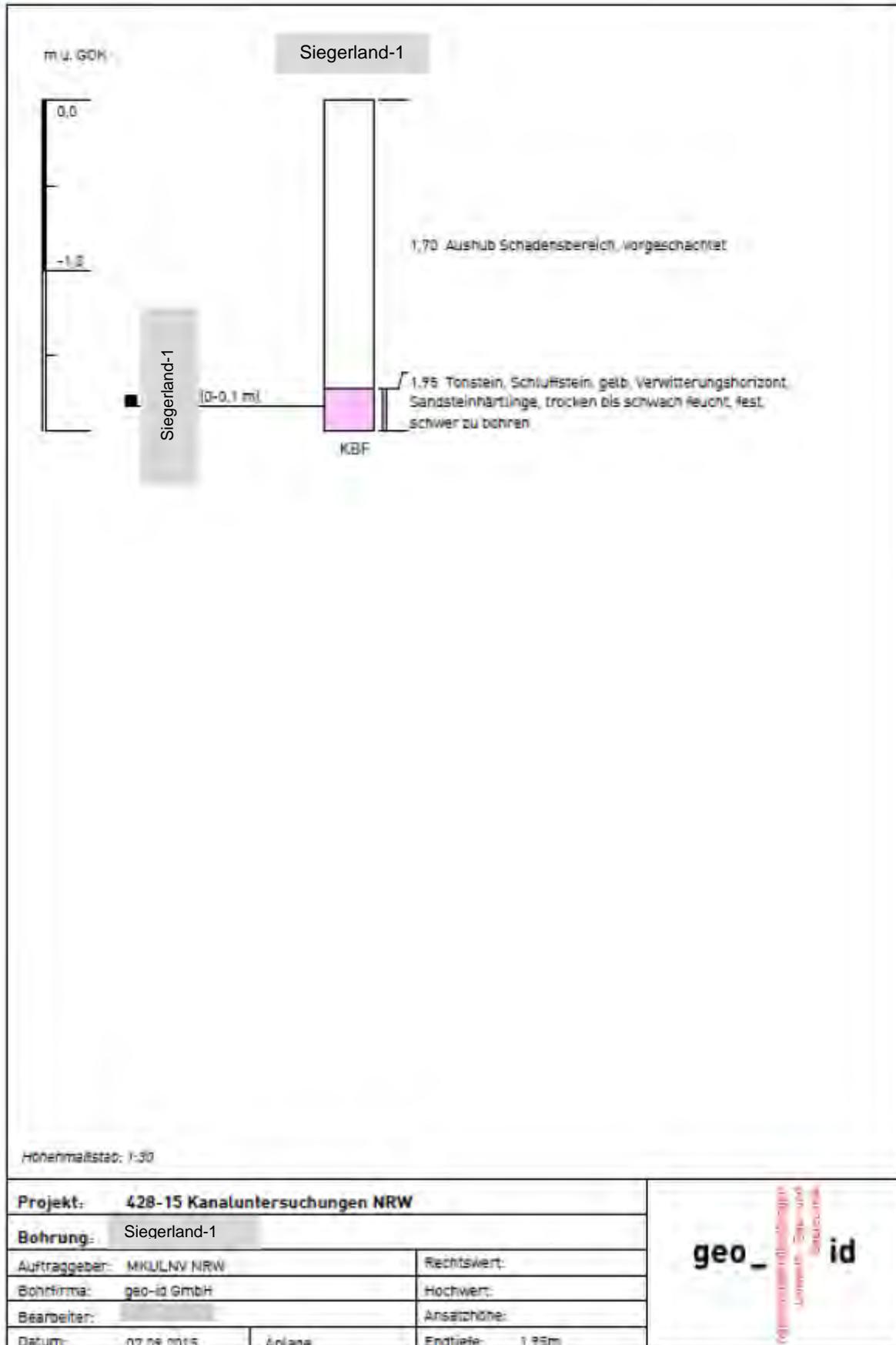
Münsterland-2

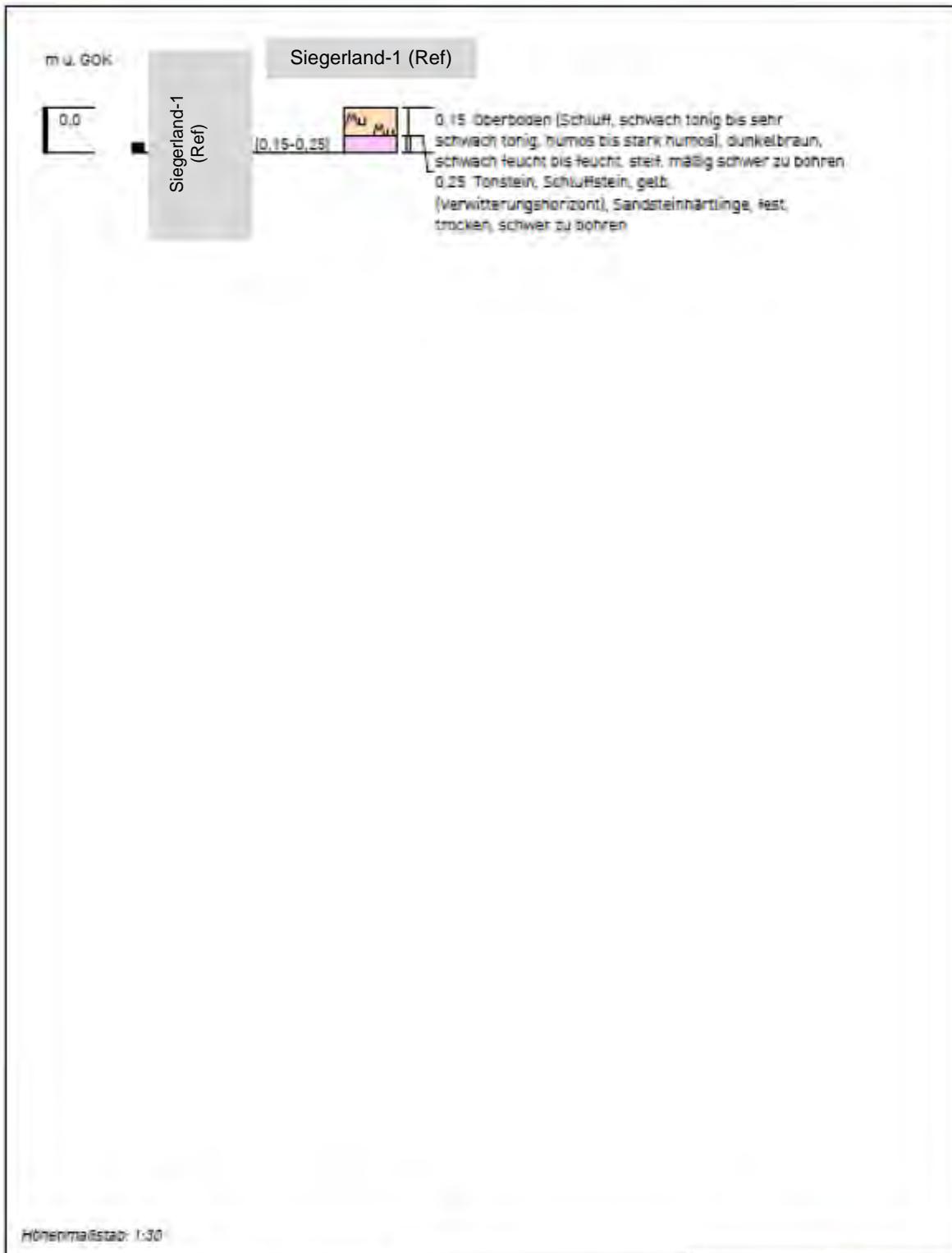


Höhenmaßstab: 1:30

Projekt: 426-15 Kanaluntersuchungen NRW		 <p style="color: red; font-size: small; margin: 0;">Programm/Leistungsangebot Dienste, Bau- und Geotechnik</p>
Bohrung: Münsterland-2		
Auftraggeber: MKULNV NRW	Rechtswert:	
Bohrfirma: geo-id GmbH	Hochwert:	
Bearbeiter:	Ansatzhöhe:	
Datum: 01.09.2015	Anlage	Endtiefe: 3,00m

Anhang 22: Profilsondierungen Standort Siegerland-1 (HP), Probenahme vom 07.09.2015

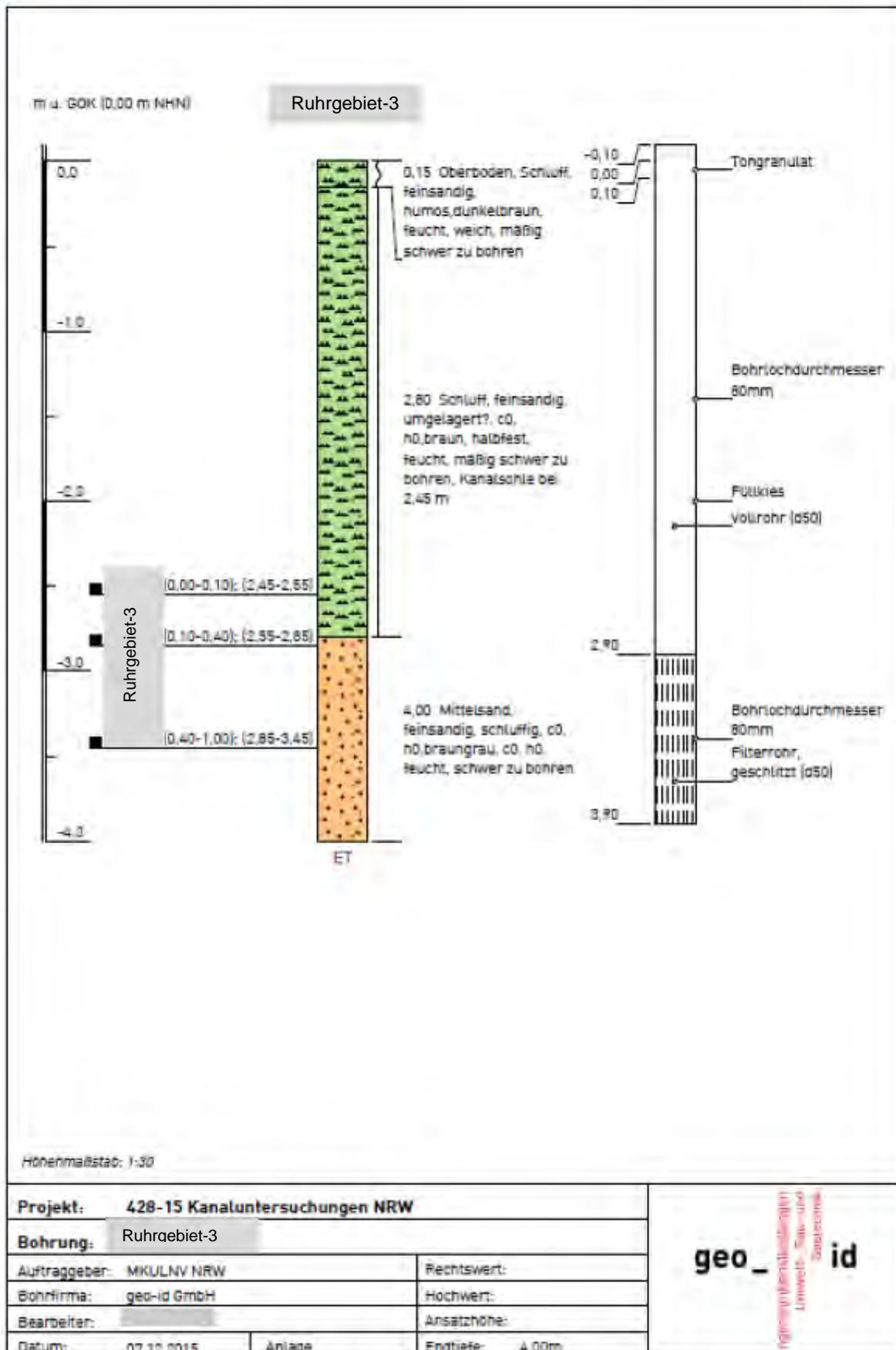


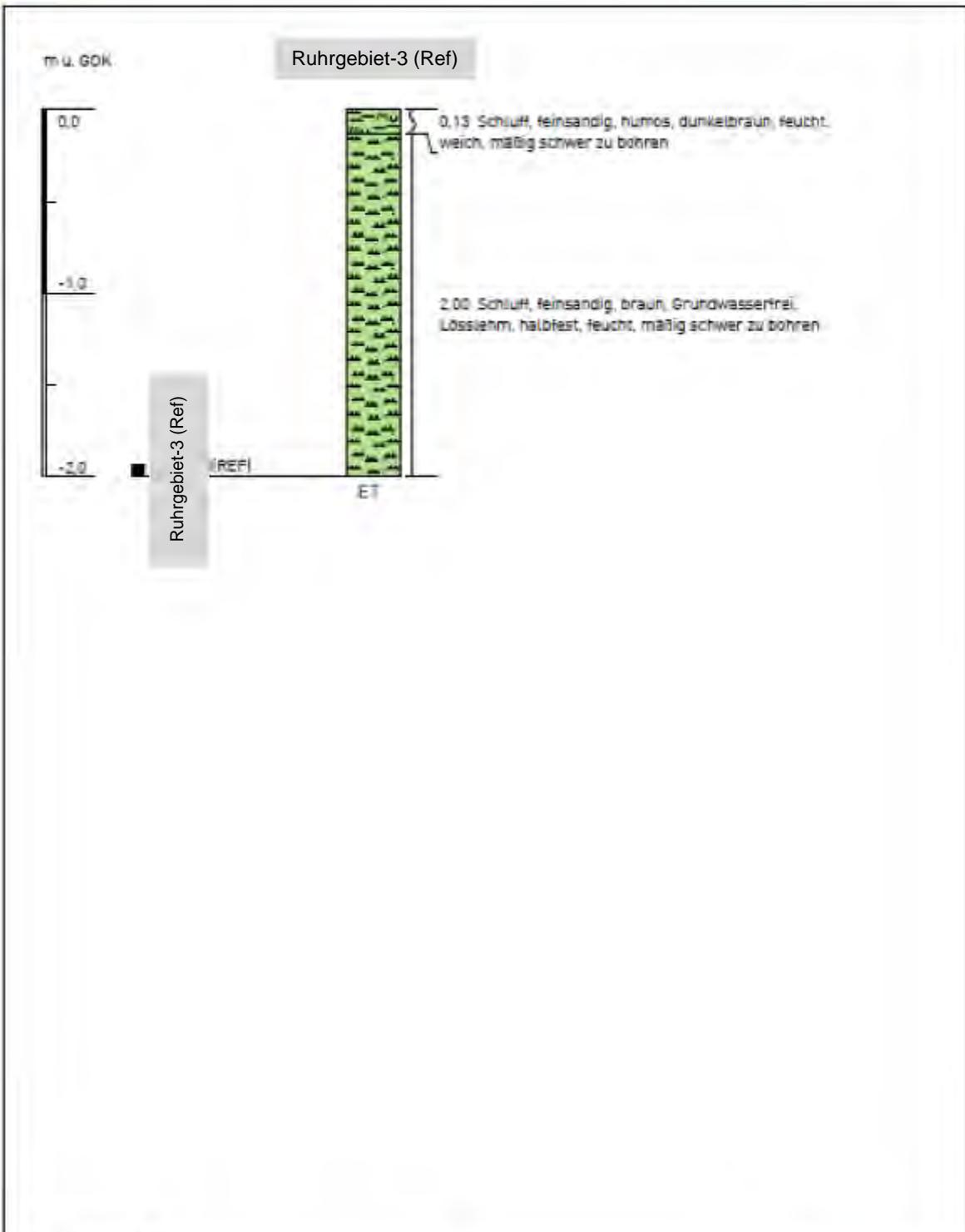


Höhenmaßstab: 1:30

Projekt: 428-15 Kanaluntersuchungen NRW		
Bohrung: Siederland-1 (Ref)		
Auftraggeber: MIKULNV NRW	Rechtswert:	
Bohrfirma: geo-id GmbH	Hochwert:	
Bearbeiter:	Ansatzhöhe:	
Datum: 07.09.2015	Anlage	

Anhang 23: Profilsondierungen Standort Ruhrgebiet-3 (HP), Probenahme vom 07.12.2015

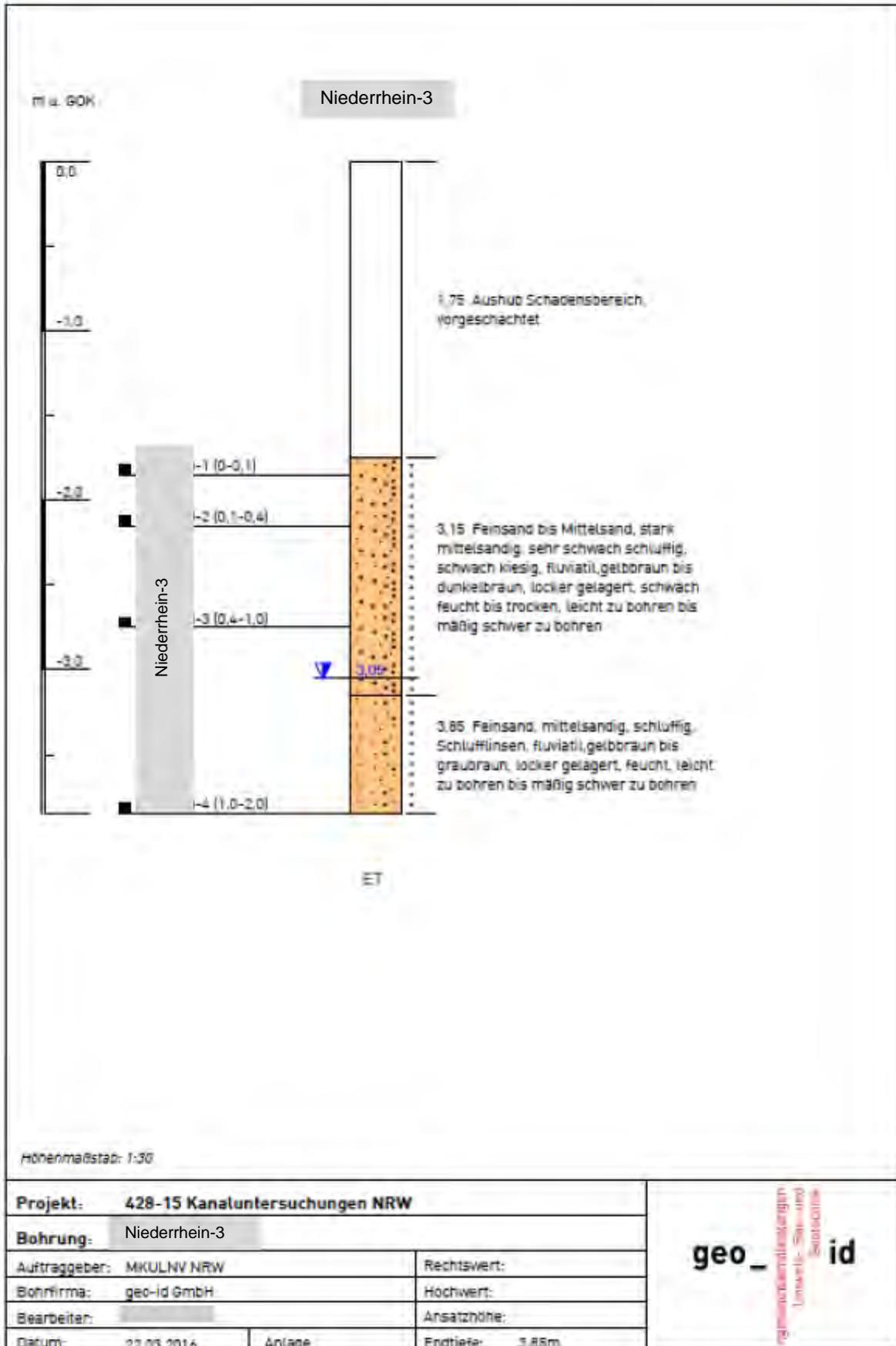


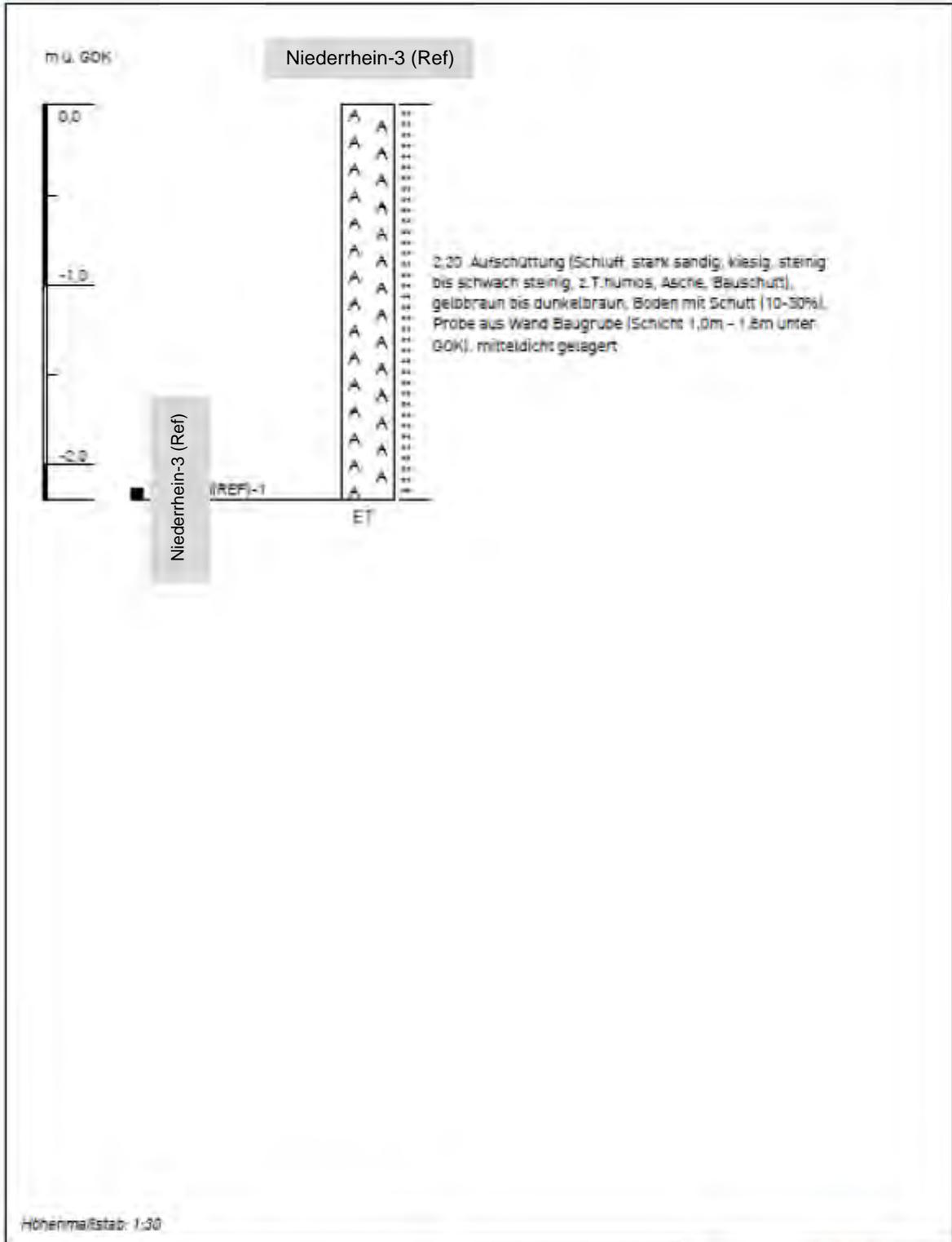


Höhenmaßstab: 1:30

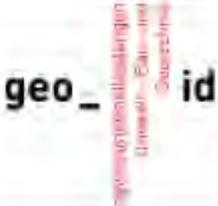
Projekt: 428-15 Kanaluntersuchungen NRW		 <small>regionalentwicklung Umwelt, Öko- und Gesundheit</small>
Bohrung: Ruhgebiet-3 (Ref)		
Auftraggeber: MKULNV NRW	Rechtswert:	
Bohrfirma: geo-id GmbH	Hochwert:	
Bearbeiter:	Ansatzhöhe:	
Datum: 07.12.2015	Anlage	Endtiefe: 2,00m

Anhang 24: Profilsondierungen Standort Niederrhein-3 (HP), Probenahme vom 22.03.2016

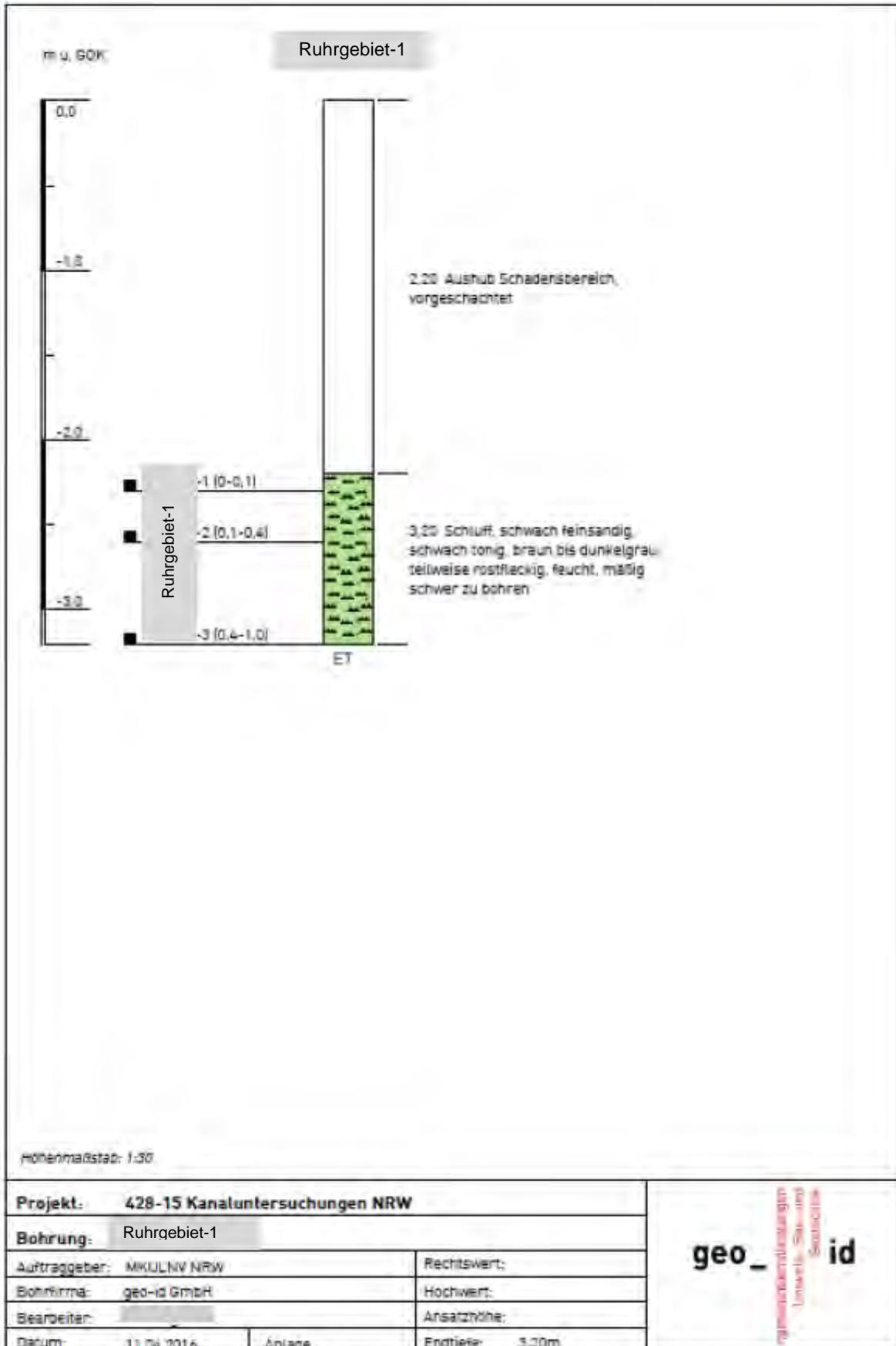




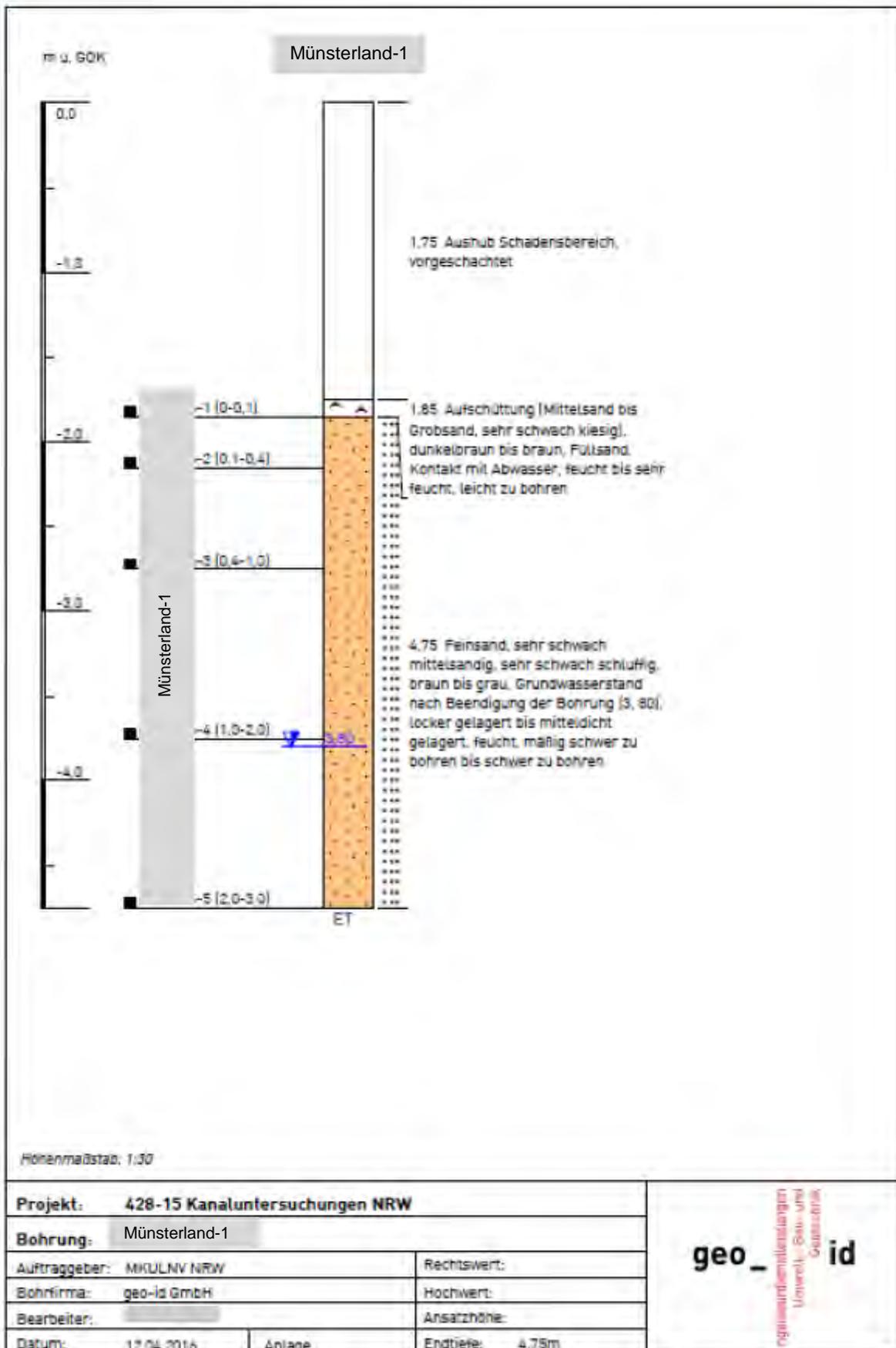
Höhenmaßstab: 1:30

Projekt: 428-15 Kanaluntersuchungen NRW		
Bohrung: Niederrhein-3 (Ref)		
Auftraggeber: MKULNV NRW	Rechtswert:	
Bohrfirma: geo-id GmbH	Hochwert:	
Bearbeiter:	Ansatzhöhe:	
Datum: 22.03.2016	Anlage	Endtiefe: 2,20m

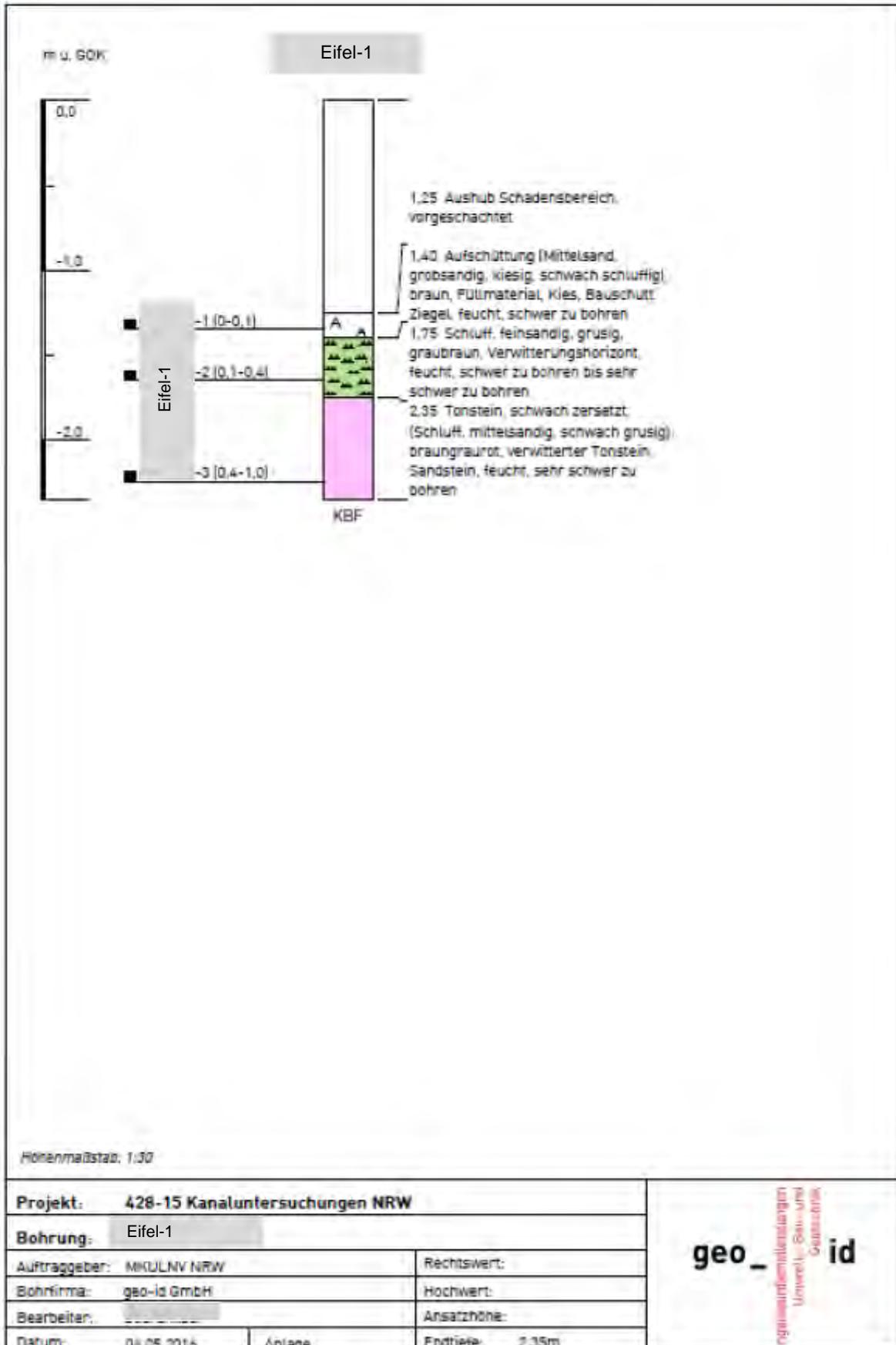
Anhang 25: Profilsondierung Standort Ruhrgebiet-1 (HP), Probenahme vom 11.04.2016



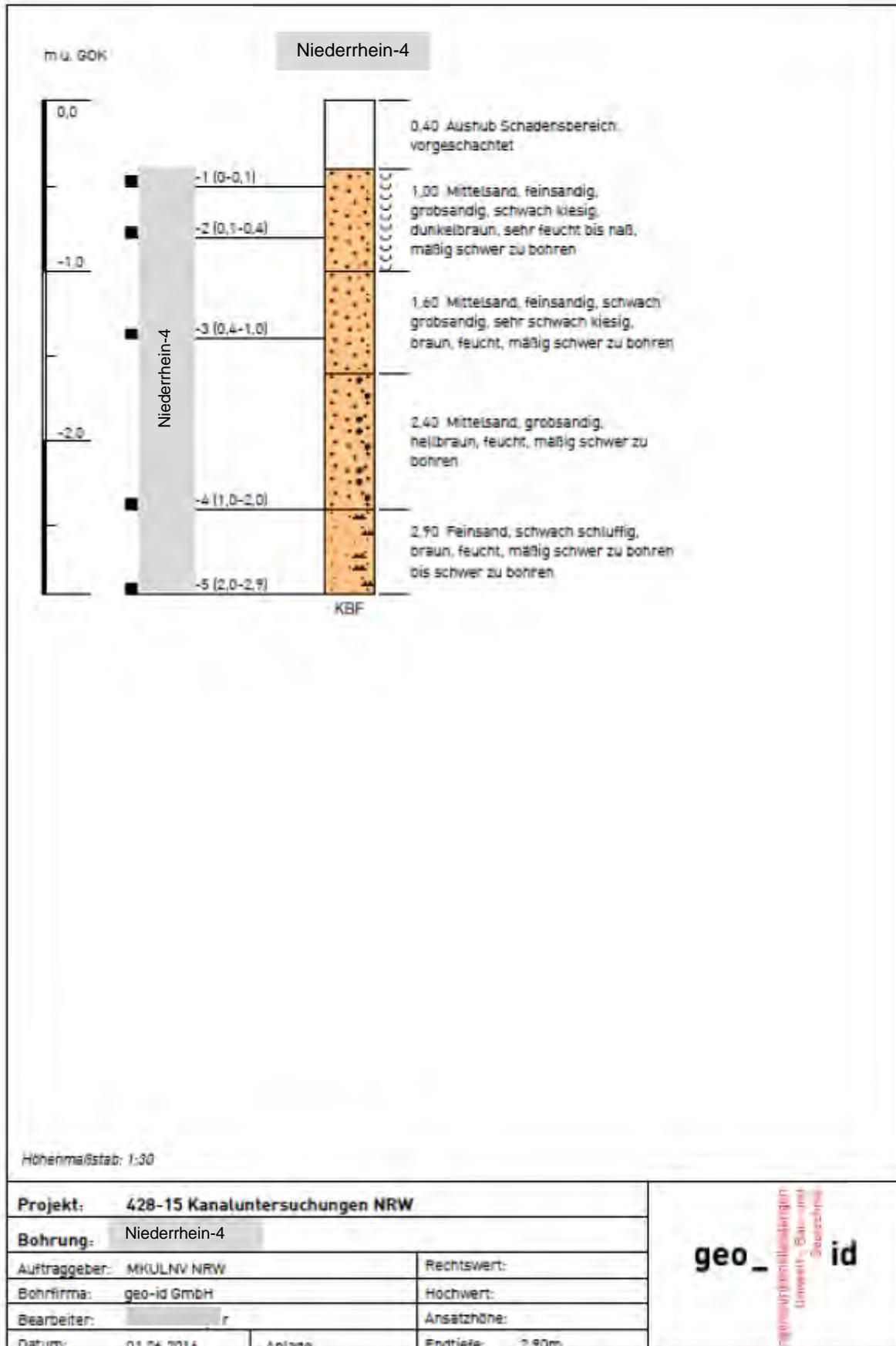
Anhang 26: Profilsondierung Standort Münsterland-1 (HP), Probenahme vom 12.04.2016



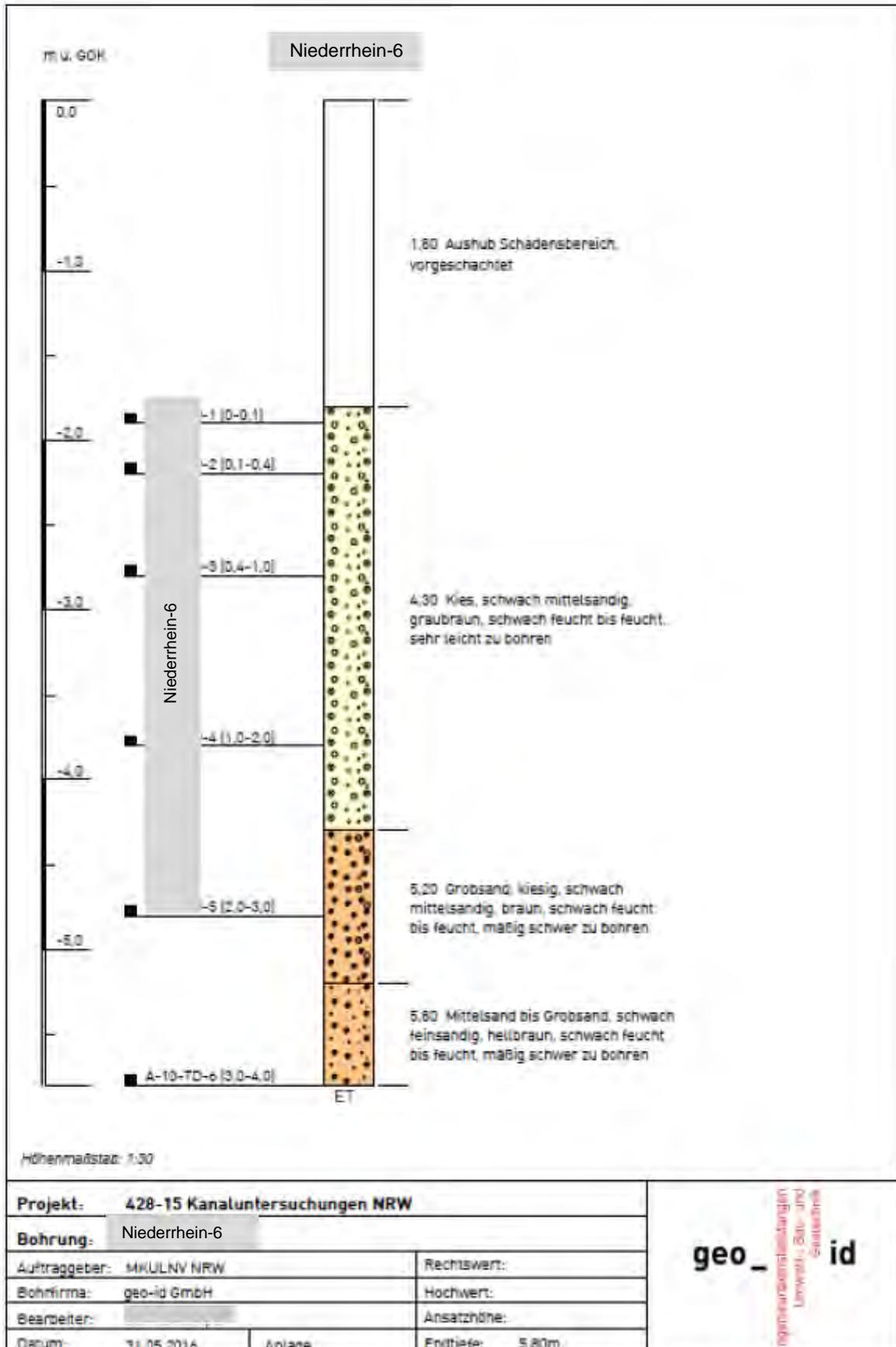
Anhang 27: Profilsondierung Standort Eifel-1 (HP), Probenahme vom 04.05.2016



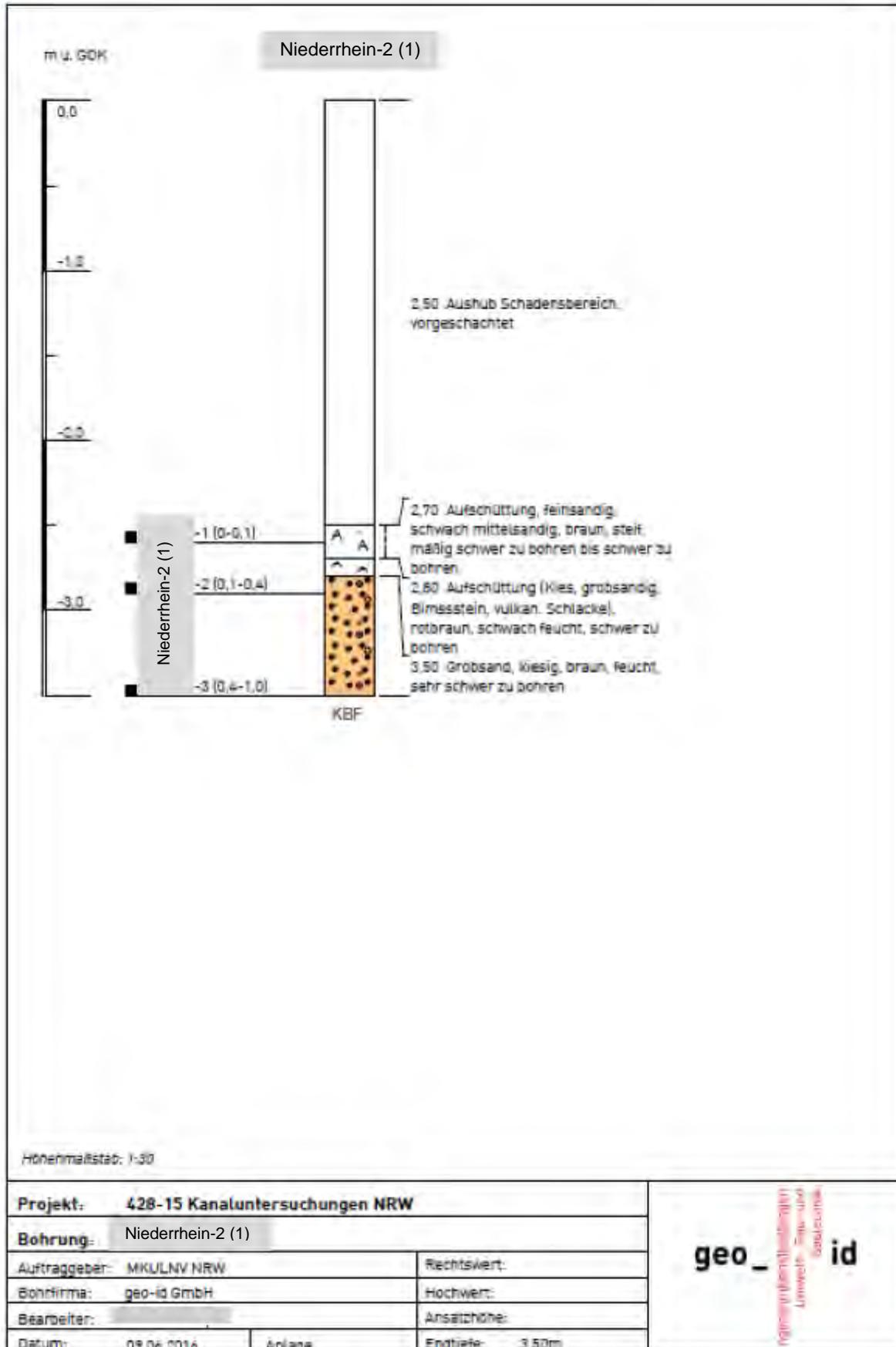
Anhang 28: Profilsondierung Standort Niederrhein-4 (HP), Probenahme vom 01.06.2016



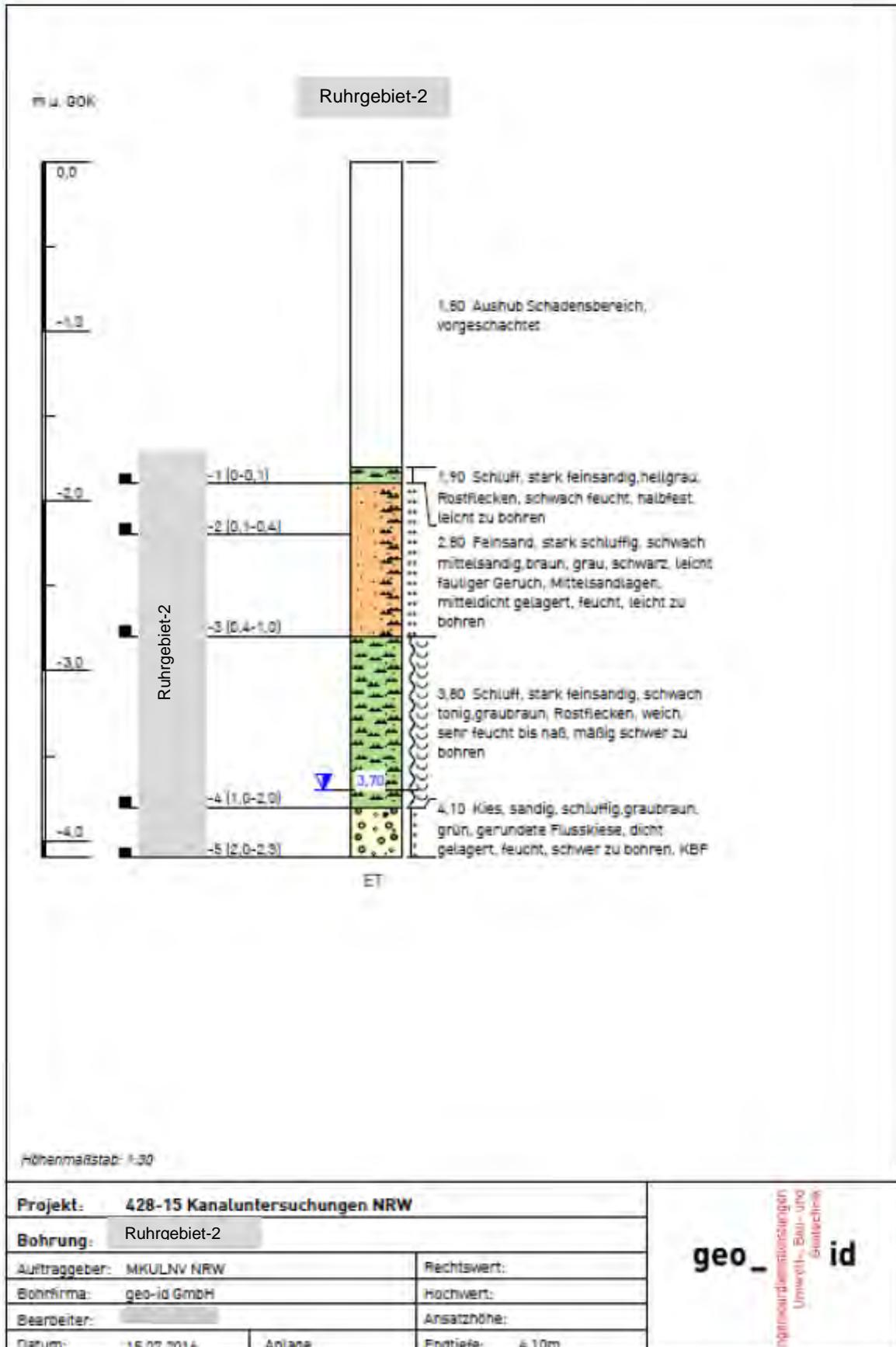
Anhang 29: Profilsondierung Standort Niederrhein-6 (HP), Probenahme vom 31.05.2016



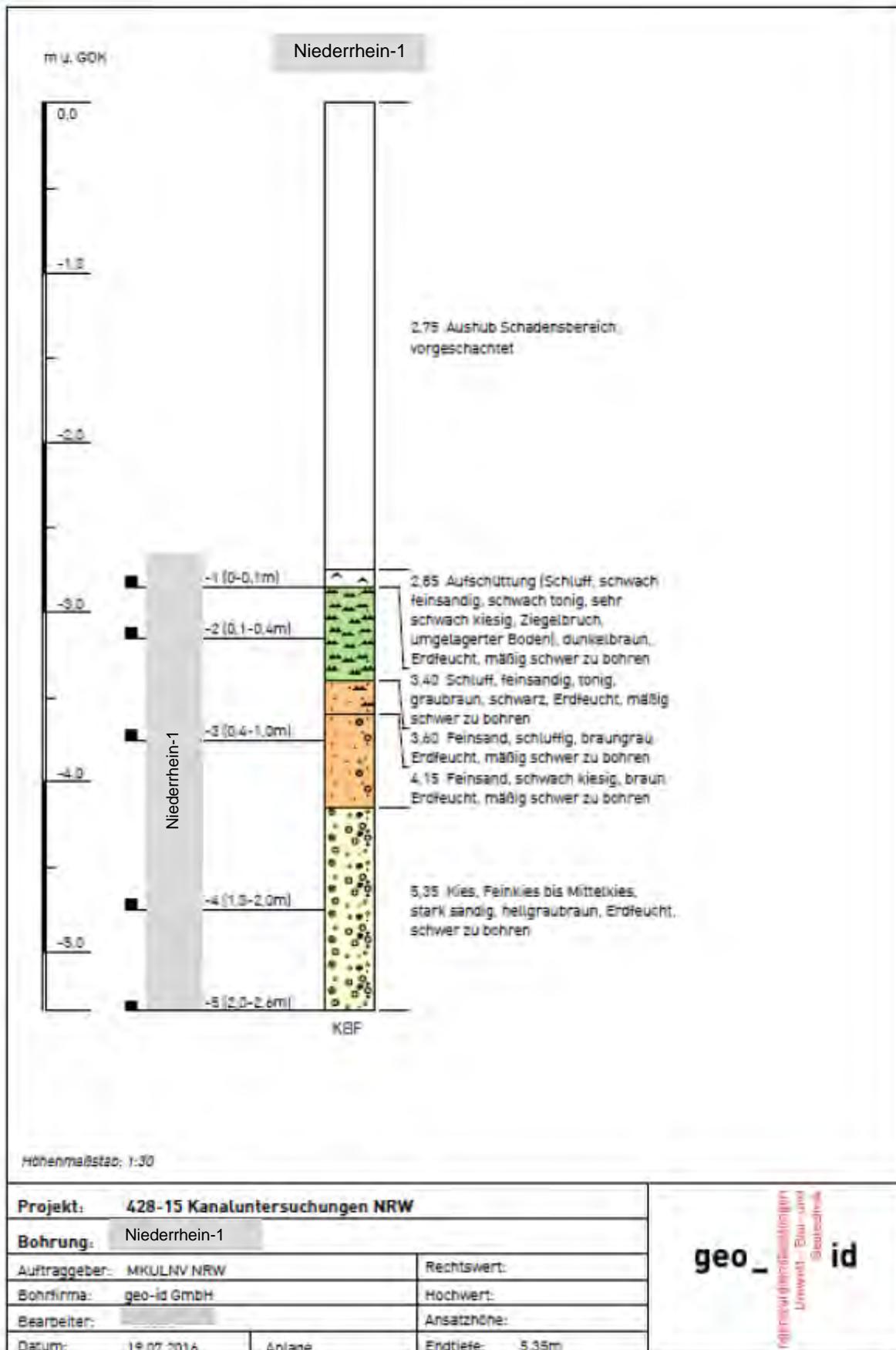
Anhang 30: Profilsondierung Standort Niederrhein-2 (1,HP), Probenahme vom 09.06.2016



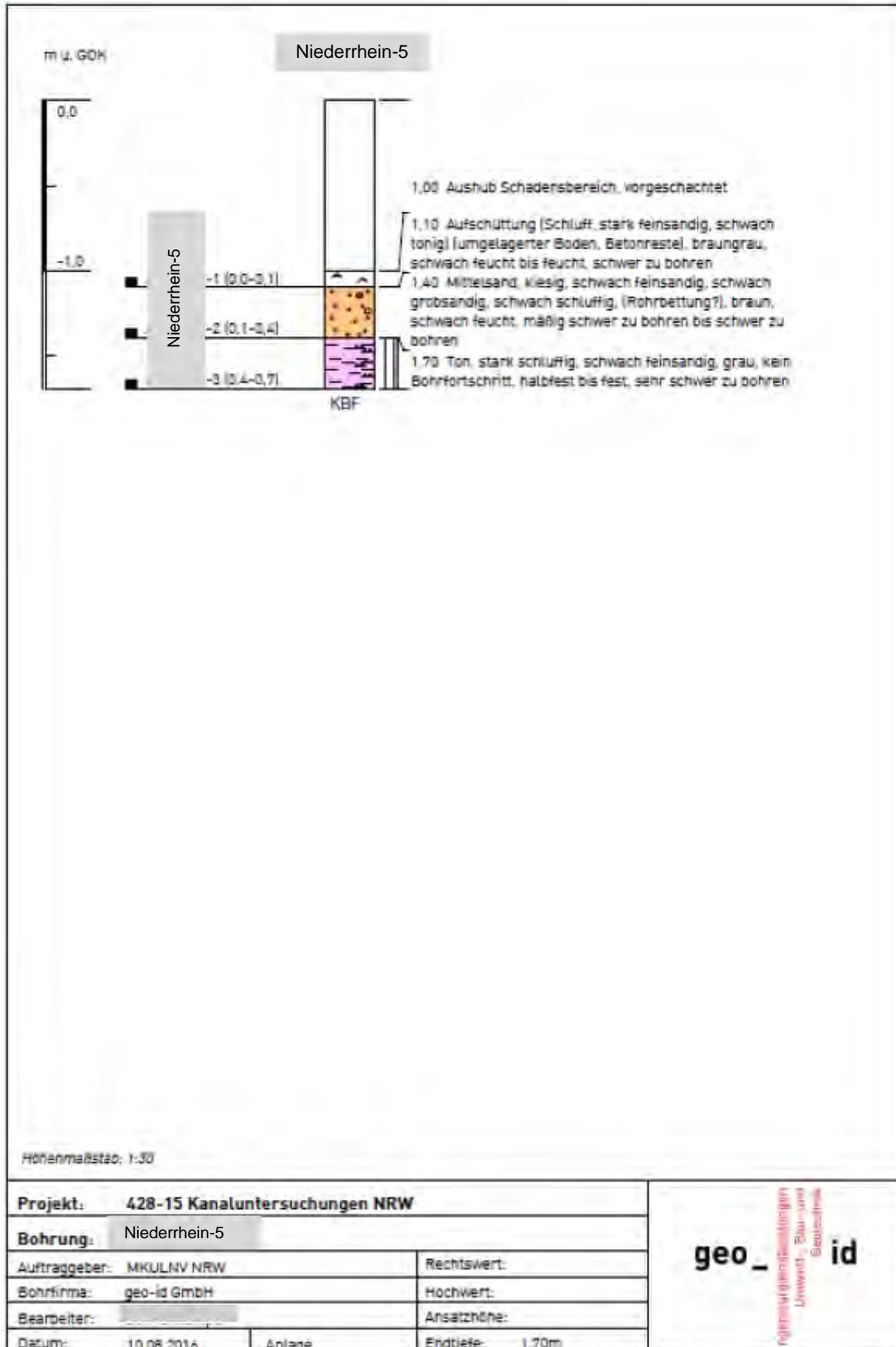
Anhang 31: Profilsondierung Standort Ruhrgebiet-2 (HP), Probenahme vom 15.07.2016



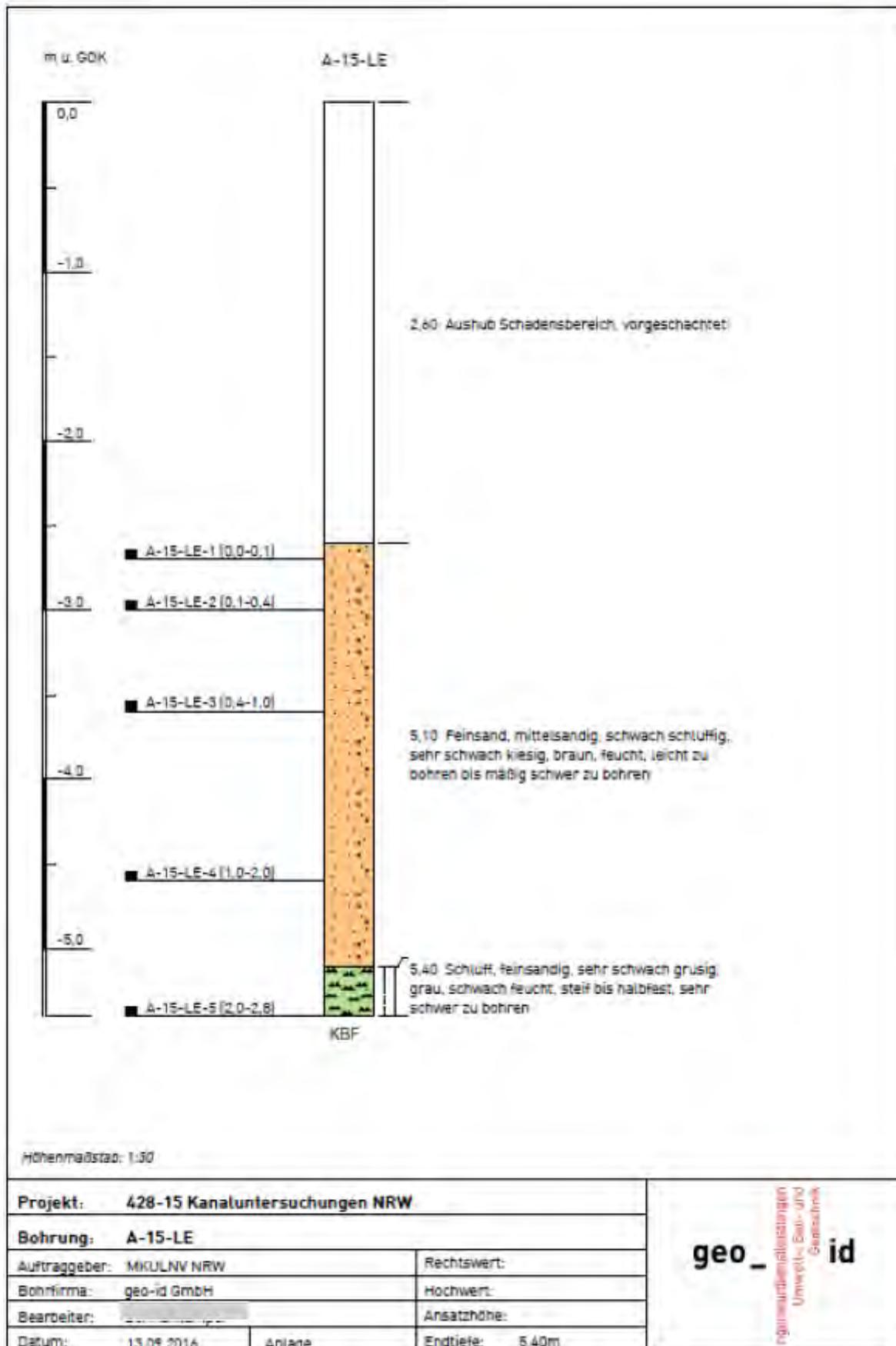
Anhang 32: Profilsondierung Standort Niederrhein-1 (HP), Probenahme vom 19.07.2016



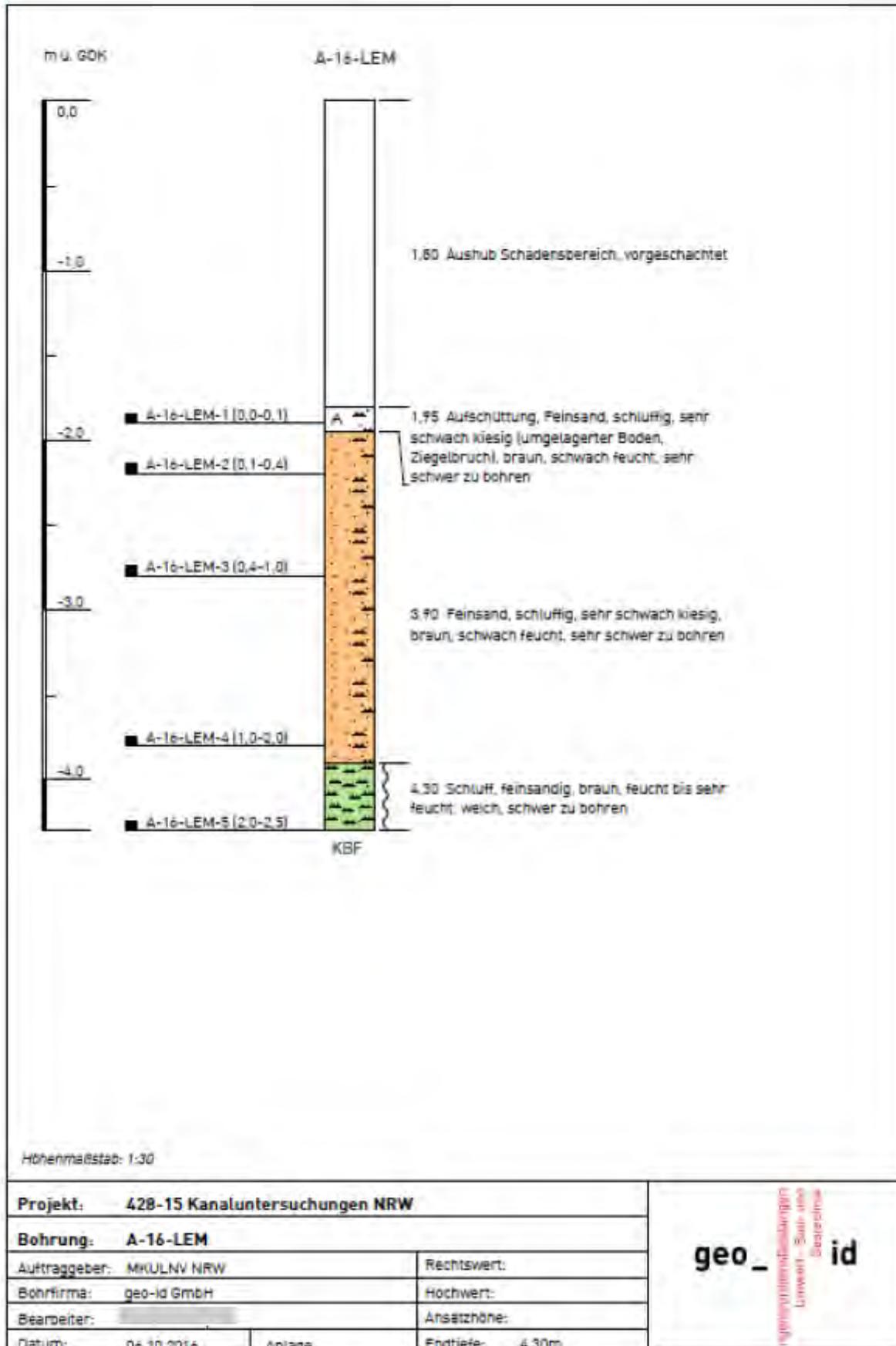
Anhang 33: Profilsondierung Standort Niederrhein-5 (HP), Probenahme vom 10.08.2016



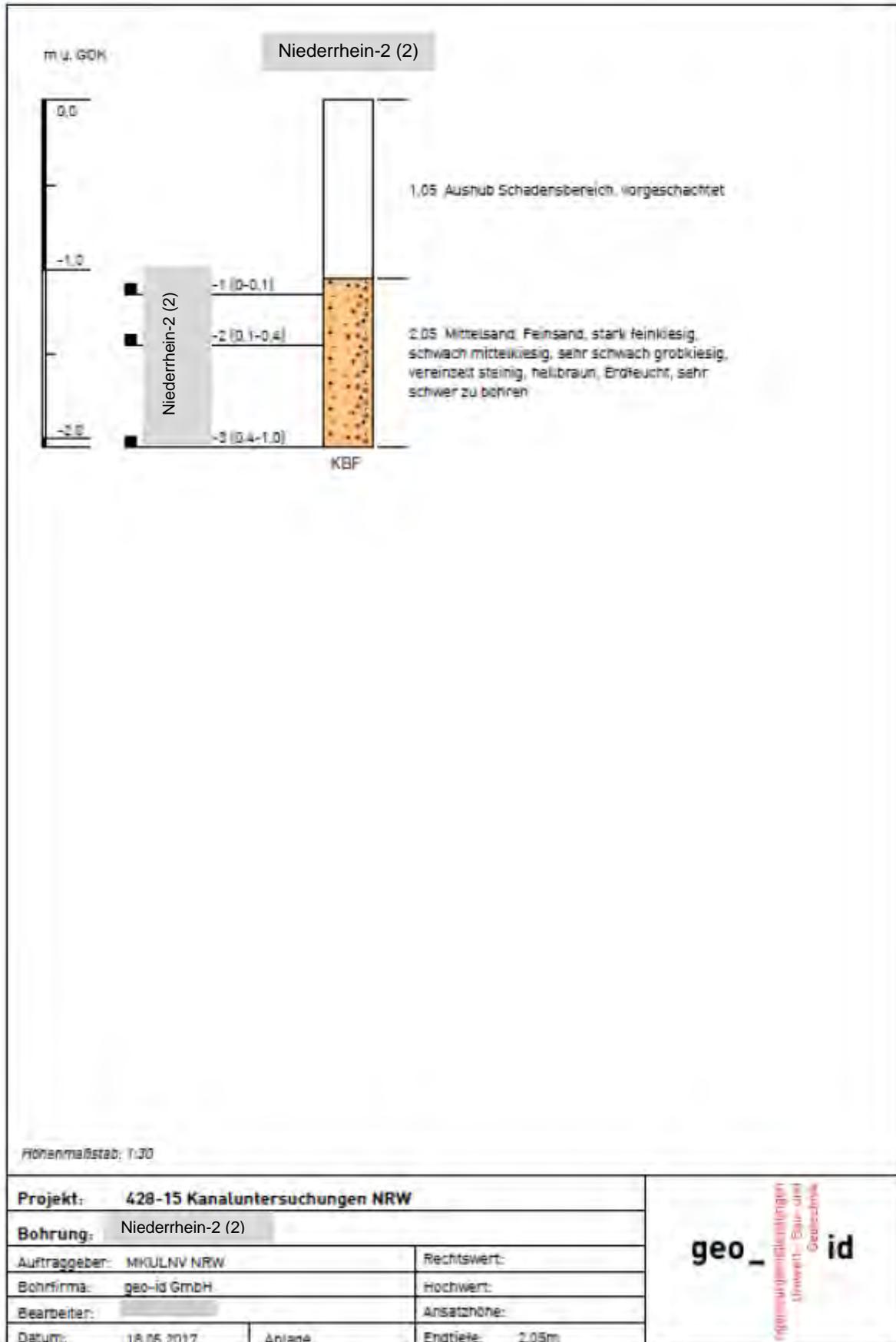
Anhang 34: Profilsondierung Standort Lemgo (3; HP), Probenahme vom 13.09.2016

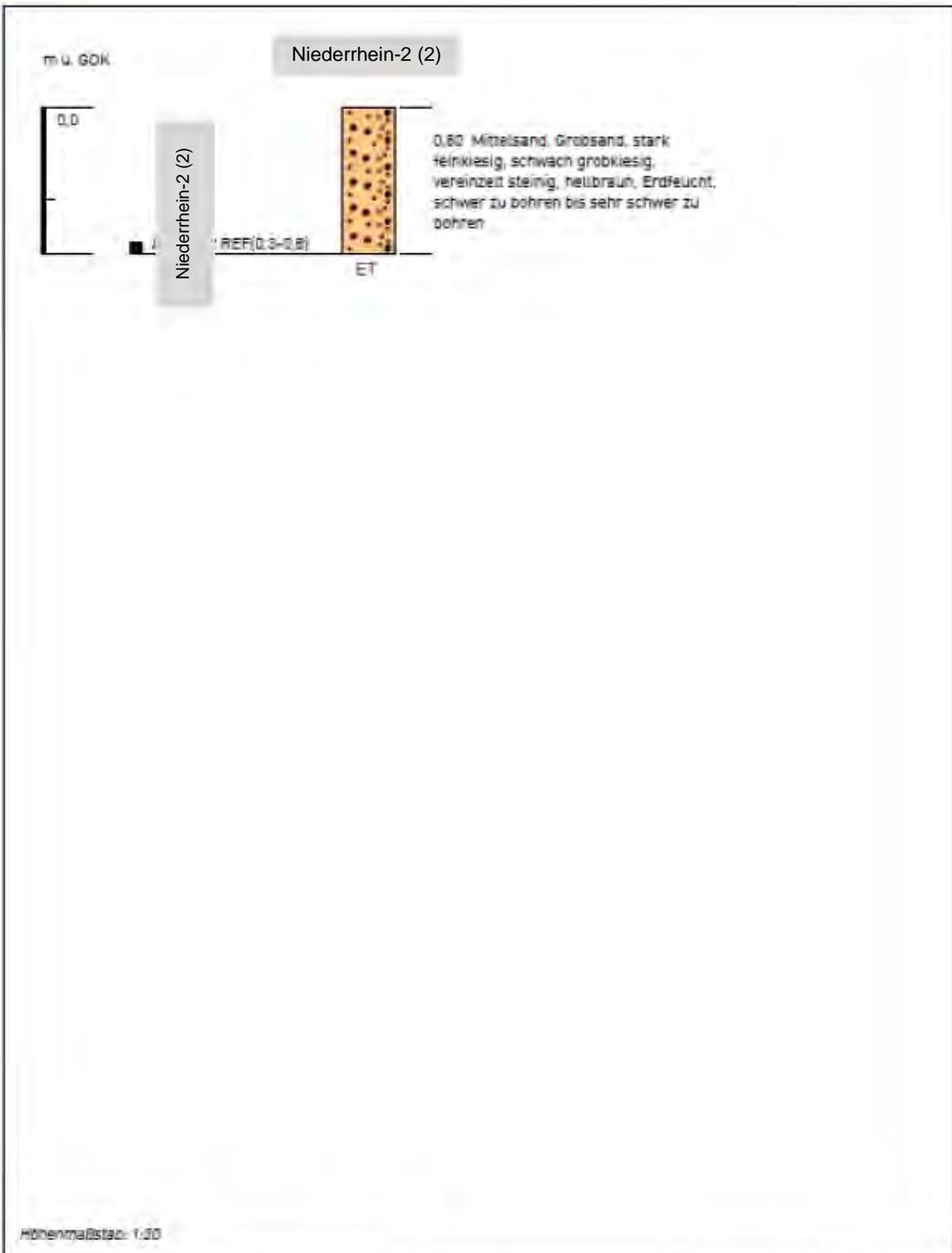


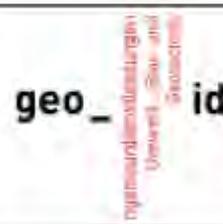
Anhang 35: Profilsondierung Standort Lemgo (4; HP), Probenahme vom 06.10.2016



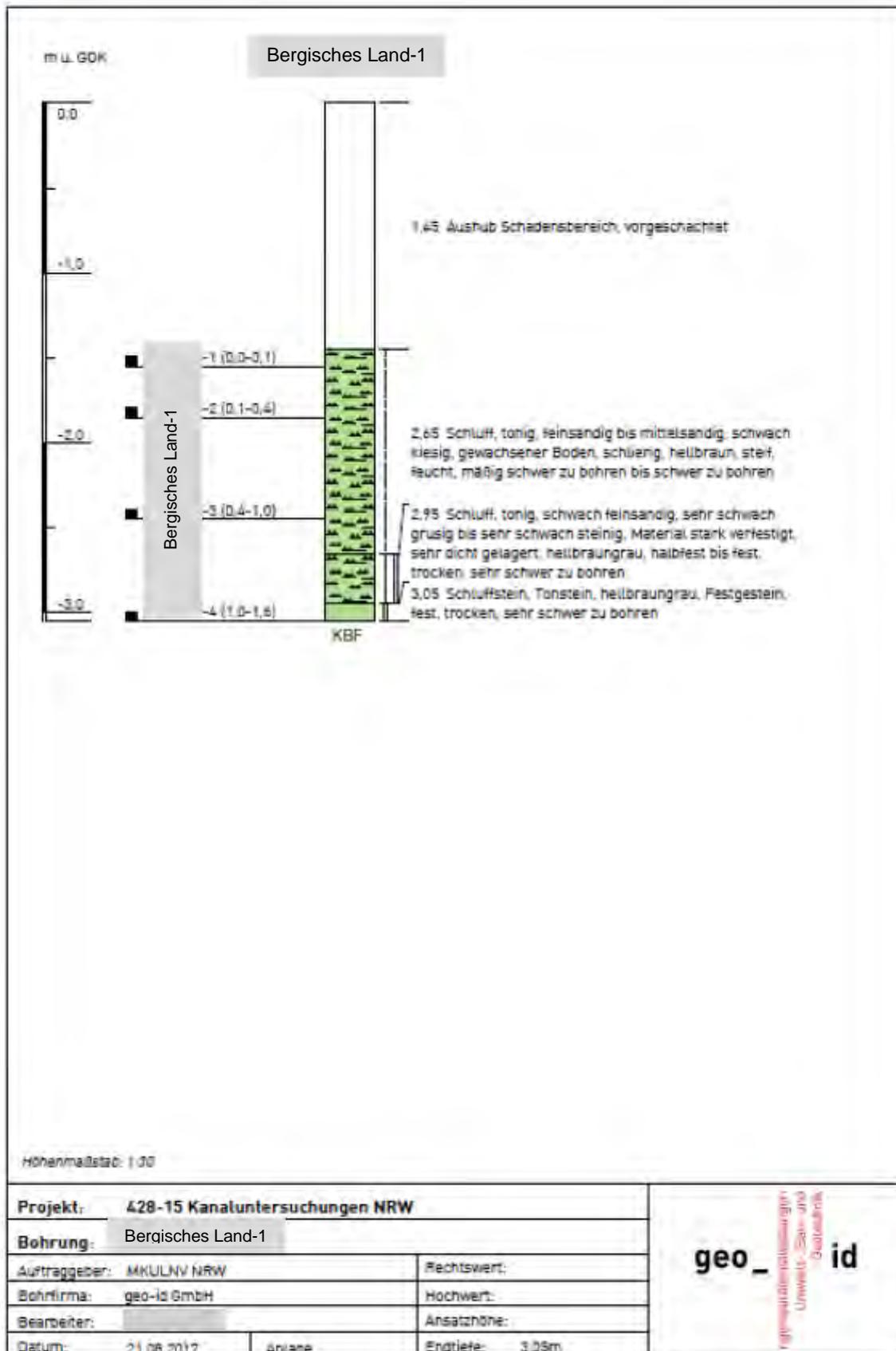
Anhang 36: Profilsondierungen Standort Niederrhein-2 (2.HP), Probenahme vom 18.05.2017



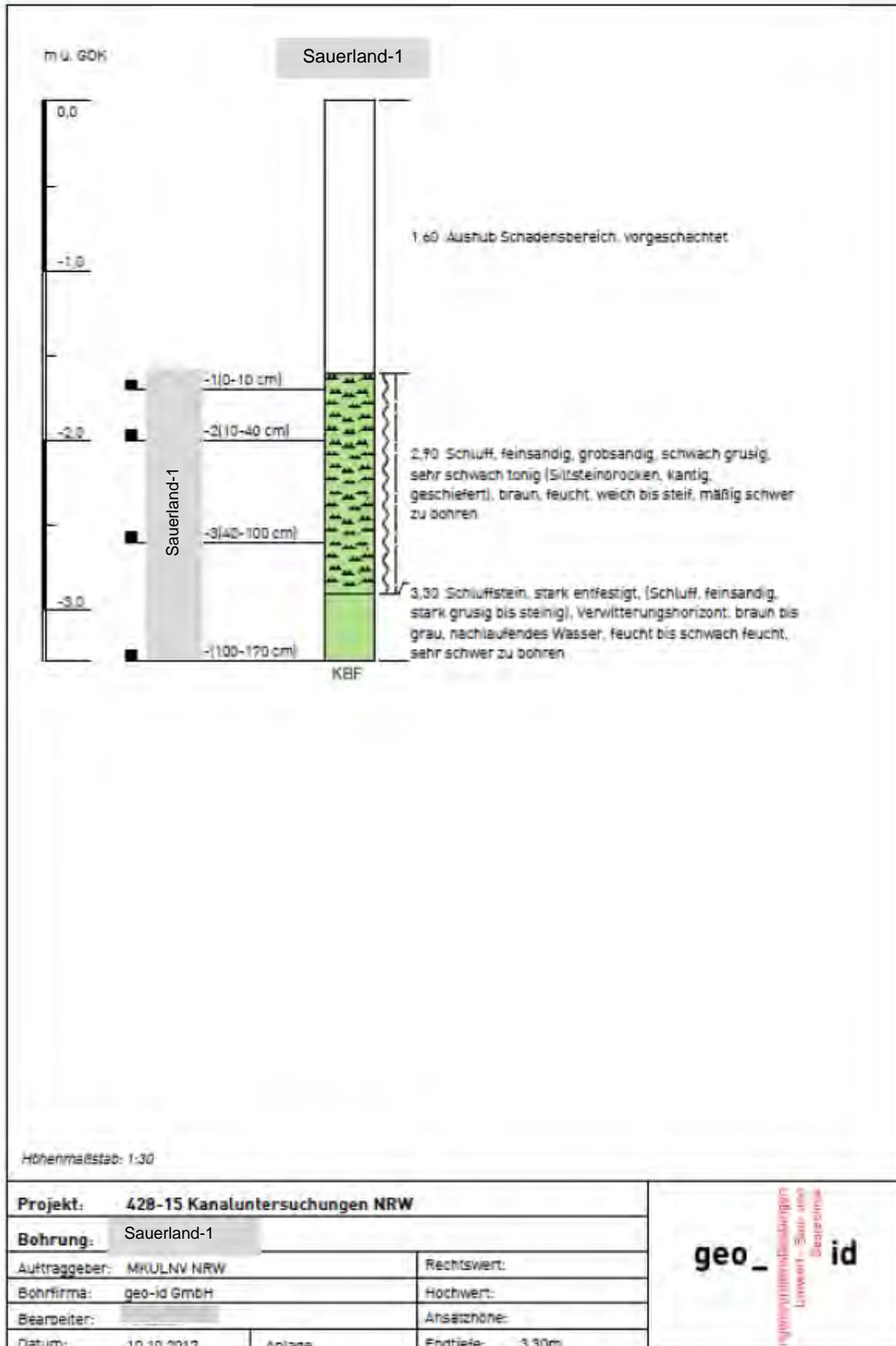


Projekt: 428-15 Kanaluntersuchungen NRW		
Bohrung: Niederrhein-2 (2)		
Auftraggeber: MKULNV NRW	Rechtswert:	
Bohrfirma: geo-id GmbH	Hochwert:	
Bearbeiter:	Ansatzhöhe:	
Datum: 18.05.2017	Anlage	Endtiefe: 0,80m

Anhang 37: Profilsondierung Standort Bergisches Land-1 (HP), Probenahme vom 21.08.2017



Anhang 38: Profilsondierung Standort Sauerland-1 (HP), Probenahme vom 10.10.2017



Anhang 39: Bestimmungsgrenzen der Wasser- und Eluatanalytik

Stoffgruppe	Parameter	Wasserproben		Bodeneeluete	
		Einheit	Wasser	Einheit	Eluat
Antibiotika	Sulfamethoxazol	ng	0,01 - 1,00	ng	0,05 - 40,0
	Acetyl-Sulfamethoxazol		0,40 - 5,00		0,03 - 20,0
	Ciprofloxacin		0,30 - 5,00		0,20 - 900
	Erythromycin		0,07 - 5,00		0,05 - 100
Antiepileptikum	Carbamazepin		0,10 - 1,00		0,10 - 20,00
Schmerzmittel	Diclofenac		0,10 - 1,00		0,10 - 36,0
	Phenazon		0,05 - 10,0		0,04 - 25,0
Betablocker	Metoprolol		0,12 - 1,00		0,04 - 30,0
	Atenolol		0,30 - 20,0		0,05 - 2.200
	Propranolol		0,025 - 10,0		0,05 - 10,0
	Sotalol	1,00 - 10,0	0,05 - 60,0		
Süßstoff	Acesulfam	10,0 - 50,0	9,00 - 2.000		
Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol	0,30 - 5,0	5,00 - 25,0		
	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol	1,00 - 5,00	0,70 - 100		
Östrogen	Estradioläquivalentkonzentration (EEQ)	0,01	0,008 - 7,00		
Duftstoff	Galaxolid	20,0	20,0		
Stimulant	Coffein	10,0	10,0 - 50,0		
Nährstoff	Nitrat	mg	1,00	mg	1,00
	Ammonium	0,02	0,02		
Mikrobiologie	E.coli	KBE/100 ml	10,0	KBE/100 ml	10,0 - 100
	Intestinale Enterokokken	100	100		
Sonstige	Bor	mg	0,01	-	0,01
	TOC	0,10	0,10		
	Kalium	mg	0,50	mg	0,50 - 5,00
	Norg	0,20	0,20		
	Bisphenol A	-	-	<0,00002	
Östrogene	17 α -Ethinylestradiol (EE2)	ng	0,045 - 10,0	ng	0,045 - 40,0
	17 β -Estradiol (E2)	0,045 - 10,0	0,09 - 17,0		
	Estron (E1)	0,045 - 10,0	0,045 - 40,0		
Duftstoff	Tonalid	20,0	20,0 - 100		
Komplexbildner	EDTA	ng	200	200	
	NTA	200	200		
	Phosphat gesamt	mg	0,1	ng	-
	Phosphor (Feststoff)	-	-	-	
Desinfektion	Triclosan	ng	40,0	40,0 - 200	
Tensid	TMDD	20,0	20,0		
Nährstoff	Nitrit	0,02 - 0,20	0,02 - 0,20		
	CSB	15,0	15,0		
	Sulfat	mg	1,00	mg	1,00
	Chlorid	1,00	1,00		
	Natrium	0,50	0,50		
	Pges	30.000	30.000		
	Cadmium	200	200		
	Chrom	1.000	1.000		
	Nickel	ng	2.000	ng	2.000
	Blei	2.000	2.000		
	Zink	10.000	10.000		
	Kupfer	2.000	2.000		
Zusatzparameter	Metformin	ng	30,0	ng	-
	Guanylharnstoff	50,0	50,0		

Anhang 40: Ergebnisse der Analytik am Standort Detmold (VP 1), Probenahme vom 11.08.2015

VP 1 Detmold Sand über Geschiebemergel (PN 11.08.2015)																
Stand: 06.02.2018		Einheiten		Bodeneluat								ASE-Extrakte				
Stoffgruppe	Parameter	Bodentiefe		Referenz		0 - 10 cm		10 - 40 cm		40 - 100 cm		Referenz	0 - 10 cm	10 - 40 cm	40 - 100 cm	
		Bodeneluat	ASE-Extrakt	(g TS) ⁻¹	l ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹								
	Einwaage	g	g	500	500	500	500	500	500	500	500	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	
	Trockensubstanzgehalt	%	%	93,0	93,0	86,0	86,0	88,0	88,0	88,0	88,0	-	-	-	-	
	Masse TS pro Liter	g	g	465	465	430	430	440	440	440	440	-	-	-	-	
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Vor-Ort	pH	-	-	7,39	7,39	7,32	7,32	7,75	7,75	8,27	8,27					
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	32	32	51	51	106	106	117	117					
	Trübung	NTU	NTU	110	110	73	73	5,56	5,56	10,2	10,2					
Antibiotika	Sulfamethoxazol	ng	ng	0,002	0,84	0,003	1,10	0,01	5,01	0,01	2,31	0,001	0,01	0,22	0,04	
	Acetyl-Sulfamethoxazol			<0,0001	<0,04	<0,0001	<0,04	<0,0001	<0,04	<0,0001	<0,04	<0,04	0,01	0,01	0,11	0,18
	Ciprofloxacin			0,71	330	0,26	110	<0,014	<6,02	<0,014	<6,23	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	
	Erythromycin			0,001	0,47	0,001	0,28	0,001	0,22	0,000	0,13	0,002	0,002	0,002	0,003	
Antiepileptikum	Carbamazepin			0,001	0,60	0,03	12,0	0,08	36,1	0,14	60,3	<0,002	0,07	1,02	0,34	
Schmerzmittel	Diclofenac			0,01	4,51	0,23	97,9	0,05	21,0	0,01	3,922	0,01	0,08	0,01	0,01	
	Phenazon			<0,0005	<0,20	0,02	7,50	0,00	<0,20	0,000	<0,20	0,01	0,06	0,04	0,03	
Betablocker	Metoprolol			0,001	0,47	0,17	74,9	0,01	5,71	<0,0005	<0,22	0,004	0,37	0,44	0,05	
	Atenolol			<0,006	<2,796	<0,006	<2,60	<0,006	<2,58	<0,006	<2,67	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	
	Propranolol			0,001	0,28	0,001	0,25	0,000	<0,20	0,000	<0,20	0,001	<0,002	0,002	<0,002	
	Sotalol			<0,004	<1,864	<0,004	<1,74	<0,004	<1,72	<0,004	<1,78	0,07	0,05	0,05	0,06	
Süßstoff	Acesulfam			<0,02	<10,0	0,17	75,0	0,03	12,0	<0,02	<10,0	<0,0067	0,51	0,04	<0,0067	
	1H-Benzotriazol			3,00	1.400	0,70	290	1,50	620	1,19	500	0,26	0,14	2,08	1,38	
Korrosionsschutzmittel	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol			<0,01	<1,00	<0,01	<1,00	4,60	1.900	4,10	1.700	<0,022	<0,022	40,1	32,1	
Duftstoff	Galaxolid	<0,04	<20,0	<0,05	<20,0	<0,05	<20,0	<0,05	<20,0	9,28	2,78	2,04	<0,500			
Stimulant	Coffein	<0,02	<10,0	0,12	50,0	<0,022	<10,0	<0,022	<10,0							
Nährstoff	Nitrat	< 0,002	< 1,00	0,005	2,23	< 0,002	< 1,00	< 0,002	<1,00							
	Ammonium	<4,0E-05	< 0,02	<5,0E-05	< 0,02	<5,0E-05	< 0,02	<5,0E-05	< 0,02							
Mikrobiologie	E.coli	KBE/100 ml	KBE/100 ml	<10,0	<10,0	15.530	15.530	6.800	6.800	155.300	155.300					
	Intestinale Enterokokken	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100					
Sonstige	Bor	-	-								300	200	210	150		
	TOC	0,31	145	0,20	84,0	0,06	25,0	0,01	3,00							
	Kalium	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00							
	Norg	0,01	3,50	0,01	4,60	<0,0005	<0,20	<0,0005	<0,20							
	Bisphenol A	<4,0E-08	<2,0E-05	<5,0E-08	<2,0E-05	<5,0E-08	<2,0E-05	<5,0E-08	<2,0E-05	<3,9E-07	<3,9E-07	<1,0E-06	<0,0005			
Östrogene	17α-Ethinylestradiol (EE2)	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00			
	17β-Estradiol (E2)	<0,004	<2,00	<0,004	<2,00	<0,004	<2,00	<0,004	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00			
	Estron (E1)	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00			

n.b.* = nicht bestimmbar wegen Matrixstörung

Anhang 41: Ergebnisse der Analytik am Standort Herford (VP 2), Probenahme vom 01.09.2015

VP 2 Herford Ton, Mergelgestein (PN 01.09.2015)															
Stand: 06.02.2018		Einheiten		Bodeneluat								ASE-Extrakte			
Stoffgruppe	Parameter	Bodentiefe		Referenz		0 - 10 cm		10 - 40 cm		40 - 100 cm		Referenz	0 - 10 cm	10 - 40 cm	40 - 100 cm
		Bodeneluat	ASE-Extrakt	(g TS) ⁻¹	l ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹						
	Einwaage	g	g	500	500	500	500	500	500	500	500	35,54	31,75	31,08	38,97
	Trockensubstanzgehalt	%	%	89,0	89,0	87,0	87,0	88,0	88,0	88,0	88,0	-	-	-	-
	Masse TS pro Liter	g	g	445	445	435	435	440	440	440	440	-	-	-	-
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vor-Ort	pH	-	-	7,41	7,41	7,32	7,32	7,30	7,30	7,31	7,31				
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	240	240	210	210	240	240	160	160				
Antibiotika	Sulfamethoxazol	ng	ng	0,00	0,86	0,26	110	<0,0005	<0,22	<0,0005	<0,22	<0,01	1,00	<0,01	<0,01
	Acetyl-Sulfamethoxazol			0,00	0,81	0,01	3,60	<9,0E-05	<0,05	<9,0E-05	<0,05	<0,007	1,10	<0,007	<0,007
	Ciprofloxacin			<0,0004	<0,20	<0,0004	<0,20	<0,0004	<0,20	<0,0004	<0,20	<1,20	<1,20	<1,20	<1,20
	Erythromycin			0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	<0,05	0,00	<0,05	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Antiepileptikum	Carbamazepin			0,00	1,30	0,00	0,12	0,00	0,08	0,00	0,12	0,02	<0,003	<0,003	<0,003
Schmerzmittel	Diclofenac			0,04	17,0	0,01	6,20	0,00	1,10	0,01	4,40	0,01	0,13	0,01	<0,002
	Phenazon			0,00	0,91	0,00	1,90	<0,0001	<0,05	0,00	<0,38	0,01	0,12	<0,005	<0,005
Betablocker	Metoprolol	ng	ng	0,00	2,00	0,00	0,23	0,00	0,14	0,00	0,11	0,01	0,07	<0,002	<0,002
	Atenolol			0,00	<0,70	<0,001	<0,70	<0,001	<0,70	<0,001	<0,70	0,05	<0,006	<0,006	<0,006
	Propranolol			0,05	23,0	0,00	2,10	0,00	0,59	0,00	0,30	0,03	0,09	<0,006	<0,006
	Sotalol			0,00	1,10	<0,001	<0,70	<0,001	<0,70	<0,001	<0,70	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Süßstoff	Acesulfam			0,00	<10,0	2,30	770	0,14	28,0	0,08	<10,0	0,03	13,0	1,30	0,12
	1H-Benzotriazol			1,20	540	0,38	170	0,26	120	0,12	54,0	0,73	11,0	0,11	0,06
Korrosionsschutzmittel	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol			0,01	2,80	0,02	8,00	<0,005	<3,00	<0,005	<3,00	0,88	27,0	0,49	0,28
	Galaxolid			0,18	80,0	0,11	50,0	0,11	50,0	0,09	40,0	2,25	9,13	<0,64	<0,51
Stimulant	Coffein			0,63	280	0,16	70,0	0,07	30,0	0,09	40,0				
	Nitrat	mg	mg	< 0,002	<1,00	0,04	15,9	0,05	20,0	< 0,002	<1,00				
Ammonium	5,0E-05			< 0,02	0,0002	0,089	6,6E-04	0,290	5,0E-05	< 0,02					
Mikrobiologie	E.coli	KBE/100 ml	KBE/100 ml	<10	<10	10.462	10.462	1.211	1.211	644	644				
	Intestinale Enterokokken			<100	<100	1.400	1.400	2.300	2.300	2.200	2.200				
Sonstige	Bor	-	-									560	510	550	300
	TOC			0,02	8,90	0,01	3,20	0,005	2,10	0,02	7,40				
	Kalium	mg	mg	0,003	1,12	0,01	3,58	0,004	1,78	0,002	0,91				
	Norg			0,00	0,20	0,001	0,30	5,0E-04	< 0,2	5,0E-04	< 0,20				
	Bisphenol A			1,3E-07	6,0E-05	6,9E-08	3,0E-05	4,5E-08	2,0E-05	1,1E-07	5,0E-05	<5,0E-08	1,57	<5,0E-08	2,0E-05
Östrogene	17α-Ethinylestradiol (EE2)	ng	ng	<0,019	<8,00	<0,016	<7,00	<0,098	<40,0	<0,023	<10,0	<2,00	<30,0*	<2,00	<2,00
	17β-Estradiol (E2)			<0,008	<3,00	<0,007	<3,00	<0,039	<17,0	<0,009	<4,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
	Estron (E1)			<0,019	<8,00	<0,016	<7,00	<0,098	<40,0	<0,023	<10,0	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00

*Matrixstörungen

** zu wenig Probe Nachmessung mit LOQ 50-20-50 ng/L möglich

Anhang 42: Ergebnisse der Analytik am Standort Paderborn (VP 3), Probenahme vom 19.10.2015

		VP 3 Paderborn Schluff, sandig über Sand, schluffig (PN 19.10.2015)							
Stand: 06.02.2018		Einheit		Bodeneluat				ASE-Extrakte	
Stoffgruppe	Parameter	Bodentiefe		Referenz		0 - 10 cm		Referenz	0 - 10 cm
		Bodeneluat	ASE-Extrakt	(g TS) ⁻¹	l ⁻¹	(g TS) ⁻¹	l ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹
	Einwaage	g	g	500	500	500	500	k.A.	k.A.
	Trockensubstanzgehalt	%	%	89,0	89,0	84,0	84,0	-	-
	Masse TS pro Liter	g	g	445,0	445,0	420,0	420,0	-	-
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-
Vor-Ort	pH	-	-	7,08	7,08	7,24	7,24		
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	171	171	239	239		
Antibiotika	Sulfamethoxazol	ng	ng	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<0,002
	Acetyl-Sulfamethoxazol			0,02	10,00	<5,0E-05	<0,03	0,01	<4,0E-05
	Ciprofloxacin			0,27	120	0,03	11,0	<12,0	27,0
	Erythromycin			0,02	8,80	0,01	3,20	0,01	0,00
Antiepileptikum	Carbamazepin	ng	ng	<0,004	<2,00	<0,004	<2,00	<0,04	<0,04
	Schmerzmittel			Diclofenac	0,04	19,0	0,09	39,0	0,14
	Phenazon			0,03	15,0	0,05	19,0	<0,02	0,05
Betablocker	Metoprolol			<0,04	<18,0	0,07	<30,0		
	Atenolol	<0,02	<9,00	<0,02	<9,00	<0,30	<0,30		
	Propranolol	0,08	36,0	<0,004	<2,00	<0,03	<0,03		
	Sotalol	0,14	63,0	0,14	59,0	0,14	0,57		
Süßstoff	Acesulfam	1,30	580	8,30	3.500	0,11	1,30		
	Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol	0,13	58,0	0,03	12,0	4,90	1,60	
	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol	1,90	840	0,50	210	0,70	<0,03		
Duftstoff	Galaxolid	0,04	20,0	0,07	30,0	4,32	10,8		
Stimulant	Coffein	0,07	30,0	<0,02	<10,0				
Nährstoff	Nitrat	mg	mg	< 0,002	<1,00	0,01	3,39		
	Ammonium			8,5E-05	0,038	6,4E-03	2,70		
Mikrobiologie	E.coli	KBE/100 ml	KBE/100 ml	1.640	1.640	248.100	248.100		
	Intestinale Enterokokken	367.000	367.000	17.500	17.500				
Sonstige	Bor	-	-					66,0	71,0
	TOC	mg	mg	0,03	13,0	0,02	8,90		
	Kalium			0,001	0,50	0,01	5,34		
	Norg			0,002	0,80	0,002	0,70		
	Bisphenol A			<5,0E-08	<2,0E-05	<5,0E-08	<2,0E-05	<5,0E-08	<2,0E-05
Östrogene	17α-Ethinylestradiol (EE2)			<0,022	<10,0	<0,024	<10,0	<1,00	<1,00
	17β-Estradiol (E2)	<0,022	<10,0	<0,024	<10,0	<1,00	<1,00		
	Estron (E1)	<0,022	<10,0	<0,024	<10,0	<1,00	<1,00		

Anhang 43: Ergebnisse der Analytik am Standort Dörentrup (VP 4), Probenahme vom 11.11.2015

Stand: 06.02.2018			VP 4 Dörentrup Schluff, sandig (PN 11.11.2015)						
Stoffgruppe	Parameter	Einheit		Bodenuate				ASE-Extrakte	
		Bodentiefe		Referenz		0 - 10 cm		Referenz	0 - 10 cm
		Bodenuat	ASE-Extrakt	(g TS) ⁻¹	l ⁻¹	(g TS) ⁻¹	l ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹
	Einwaage	g	g	500	500	500	500	k.A.	k.A.
	Trockensubstanzgehalt	%	%	91,0	91,0	91,0	91,0	-	-
	Masse TS pro Liter	g	g	455,0	455,0	455,0	455,0	-	-
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-
Vor-Ort	pH	-	-	7,06	7,06	7,49	7,49		
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	330	330	251	251		
Antibiotika	Sulfamethoxazol	ng	ng	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,02	<0,02
	Acetyl-Sulfamethoxazol			<0,0007	<0,40	<0,0007	<0,40	<0,008	<0,008
	Ciprofloxacin			<1,80	<900	<1,80	<900	1,50	10,0
	Erythromycin			<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,02	0,03
Antiepileptikum	Carbamazepin			<0,005	<2,00	<0,005	<2,00	<0,04	<0,04
Schmerzmittel	Diclofenac			0,01	2,40	0,01	4,10	0,21	3,00
	Phenazon			<0,004	<2,00	<0,004	<2,00	<0,04	<0,04
Betablocker	Metoprolol	ng	ng	<0,0009	<0,50	0,016	7,20	0,02	0,40
	Atenolol			<0,08	<40,0	<0,08	<40,0	<0,04	<0,04
	Propranolol			<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	<0,2	<0,2
	Sotalol			<0,13	<60,0	<0,13	<60,0	<0,2	<0,2
Süßstoff	Acesulfam			<4,50	<2.000	<4,50	<2.000	<0,10	<0,10
Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol			0,04	18,0	0,48	210	1,60	3,70
	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol			0,01	2,40	0,09	41	0,14	1,40
Duftstoff	Galaxolid			0,11	50,0	0,07	30,0	0,42	3,69
Stimulant	Coffein			0,04	20,0	0,02	10,0		
Nährstoff	Nitrat	mg	mg	< 0,002	<1,00	< 0,002	<1,00		
	Ammonium			<4,0E-05	< 0,02	<4,0E-05	< 0,02		
Mikrobiologie	E.coli	KBE/100 ml	KBE/100 ml	<10	<10	<10	<10		
	Intestinale Enterokokken			<100	<100	100	100		
Sonstige	Bor	-	-					140	170
	TOC			0,02	7,00	0,003	1,30		
	Kalium	mg	mg	0,005	2,10	0,01	5,13		
	Norg			4,4E-04	0,20	<4,4E-04	<0,20		
	Bisphenol A			<5,0E-08	<2,0E-05	<5,0E-08	<2,0E-05	<5,0E-08	<2,0E-05
Östrogene	17α-Ethinylestradiol (EE2)	ng	ng	<0,022	<10,0	<0,022	<10,0	<1,00	<1,00
	17β-Estradiol (E2)			<0,022	<10,0	<0,022	<10,0	<1,00	<1,00
	Estron (E1)			<0,022	<10,0	<0,022	<10,0	<1,00	<1,00

Anhang 44: Ergebnisse der Analytik am Standort Espelkamp (VP 5), Probenahme vom 10.05.2016

Stand: 06.02.2018		VP 5 Espelkamp Sand, leicht schluffig, leicht humos (PN 10.05.2016)														
Stoffgruppe	Parameter	Einheit		Bodeneluate								ASE-Extrakte				
		Bodentiefe		Referenz		0 - 10 cm		10 - 40 cm		40 - 100 cm		Referenz	0 - 10 cm	10 - 40 cm	40 - 100 cm	
		Bodeneluat	ASE-Extrakt	(g TS) ⁻¹	l ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹							
	Einwaage	g	g	500	500	500	500	500	500	500	500	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	
	Trockensubstanzgehalt	%	%	95,9	95,9	89,7	89,7	85,6	85,6	86,8	86,8	-	-	-	-	
	Masse TS pro Liter	g	g	479,5	479,5	448,5	448,5	428,0	428,0	434,0	434,0	-	-	-	-	
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Vor-Ort	pH	-	-	6,74	6,74	6,77	6,77	6,79	6,79	6,62	6,62					
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	390	390	260	260	300	300	150	150					
Antibiotika	Sulfamethoxazol	ng	ng	0,002	0,75	0,39	173	1,60	676	0,12	54,0	<0,001	10,0	7,40	0,41	
	Acetyl-Sulfamethoxazol			0,002	0,96	0,01	5,10	0,082	35,0	0,0065	2,80	<0,004	0,15	0,15	0,01	
	Ciprofloxacin			<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<4,5*	<4,5*	<4,5*	<4,5*
	Erythromycin			0,005	2,3	0,001	0,43	0,0031	1,40	<0,0002	<0,09	<0,02	<0,02	<0,01	<0,01	
Antiepileptikum	Carbamazepin	ng	ng	0,002	0,85	0,00	1,40	0,00	1,30	0,00	0,35	0,0016	0,01	0,01	0,01	
	Diclofenac			0,055	26,0	0,45	202	0,37	158	0,11	46,0	<0,0075	5,30	4,70	0,67	
Schmerzmittel	Phenazon	ng	ng	0,004	2,00	0,02	10,0	0,02	8,90	0,01	3,60	<0,009	0,16	0,06	<0,01	
	Metoprolol			0,004	1,80	0,01	6,10	0,00	2,00	0,00	0,37	0,0021	0,25	0,02	0,016	
Betablocker	Atenolol	ng	ng	<0,008	<4,00	<0,008	<4,00	<0,008	<4,00	<0,008	<4,00	<1,00	<1,00	<0,40	<0,40	
	Propranolol			<0,02	<9,00	0,11	52,0	0,12	49,0	0,02	10,0	<0,03	60,0	44,0	2,30	
	Sotalol			0,01	3,90	<0,006	<3,10	<0,006	<3,10	<0,006	<3,10	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	
Süßstoff	Acesulfam	ng	ng	<0,02	<10,0	0,09	38,0	0,04	18,0	0,06	26,0	0,01	0,11	0,24	0,16	
Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol			0,12	56,0	0,24	105	0,25	109	0,09	41,0	0,31	2,10	0,93	0,25	
		Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol	0,03	14,0	<0,002	<1,00	0,32	135	0,65	282	<0,03	<0,03	0,81	0,99		
Duftstoff	Galaxolid	ng	ng	<0,04	<20,0	0,54	240	0,09	40,0	0,12	50,0	0,57	14,6	0,84	0,81	
Stimulant	Coffein			0,06	30,0	0,09	40,0	0,07	30,0	0,53	230					
Nährstoff	Nitrat	mg	mg	< 0,002	<1,00	0,06	25,2	0,05	19,8	0,04	18,4					
	Ammonium			<4,0E-05	< 0,02	<4,0E-05	< 0,02	<3,0E-05	< 0,02	<5,0E-05	< 0,02					
Mikrobiologie	E.coli	KBE/100 ml	KBE/100 ml	<10,0	<10,0	74,0	74,0	20,0	20,0	109	109					
	Intestinale Enterokokken			<100	<100	<100	<100	100	100	<100	<100					
Sonstige	Bor	-	-									29,0	14,0	9,80	16,0	
	TOC	mg	mg	0,004	1,80	0,04	17,0	0,22	95,0	0,42	181					
	Kalium			0,01	2,53	0,01	4,14	0,01	5,94	0,01	6,40					
	Norg			<0,004	<0,20	0,02	6,90	0,05	21,3	0,05	19,6					
	Bisphenol A			<5,0E-08	<2,0E-05	<5,0E-08	<2,0E-05	<5,0E-08	<2,0E-05	<5,0E-08	<2,0E-05	<3,9E-07	<2,0E-05	<4,7E-07	<3,9E-07	
Östrogene	17α-Ethinylestradiol (EE2)			ng	ng	<9,0E-05	<0,045	<0,0001	<0,045	<0,0001	<0,045	<0,0001	<0,045	<0,0045	<0,0045	<0,0045
	17β-Estradiol (E2)	<0,0002	<0,09			<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	
	Estron (E1)	<9,0E-05	<0,045			<0,0001	<0,045	<0,0001	<0,045	<0,0001	<0,045	<0,0045	<0,0045	<0,0045	<0,0045	

*schlechte BG wegen Matrixstörung

Anhang 45: Ergebnisse der Analytik am Standort Rahden (VP 6), Probenahme vom 30.05.2016

		VP 6 Rahden Sand, schluffig über Sand (PN 30.05.2016)																		
Stand: 06.02.2018		Einheit		Bodeneluat										ASE-Extrakte						
Stoffgruppe	Parameter	Bodentiefe		Referenz		0 - 10 cm		10 - 40 cm		40 - 100 cm		100 - 200 cm		Referenz	0 - 10 cm	10 - 40 cm	40 - 100 cm	100 - 200 cm		
		Bodeneluat	ASE-Extrakt	(g TS) ⁻¹	l ⁻¹	(g TS) ⁻¹														
	Einwaage	g	g	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.		
	Trockensubstanzgehalt	%	%	94,5	94,5	90,0	90,0	90,5	90,5	94,0	94,0	88,0	88,0	-	-	-	-	-		
	Masse TS pro Liter	g	g	472,5	472,5	450,0	450,0	452,5	452,5	470,0	470,0	440,0	440,0	-	-	-	-	-		
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Vor-Ort	pH	-	-	6,39	6,39	6,03	6,03	4,89	4,89	5,46	5,46	5,42	5,42							
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	57,0	57,0	164	164	97,0	97,0	64,0	64,0	44,0	44,0							
Antibiotika	Sulfamethoxazol	ng	ng	<0,0001	<0,05	0,00	0,98	<0,0001	<0,05	<0,0001	<0,05	0,003	1,50	0,01	<0,001	0,0016	0,0056	0,0016		
	Acetyl-Sulfamethoxazol			<0,0002	<0,08	<0,0002	<0,08	<0,0002	<0,08	<0,0002	<0,08	<0,0002	<0,08	<0,0002	<0,08	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	
	Ciprofloxacin			<0,11*	<50,0*	0,11	50,00	<0,11*	<50,0*	<0,11*	<50,0*	<0,11*	<50,0*	<50,0*	<50,0*	<4,50	<4,50	<4,50	<4,50	
	Erythromycin			0,01	2,40	<0,0003	<0,20	<0,0003	<0,20	<0,0003	<0,20	<0,0003	<0,20	<0,0003	<0,20	<0,006	<0,006	<0,01	<0,01	<0,01
Antiepileptikum	Carbamazepin	ng	ng	0,0025	1,20	0,00	1,90	<0,0004	<0,20	<0,0004	<0,20	<0,0004	<0,20	<0,0005	0,011	0,0024	0,0099	0,0017		
	Schmerzmittel			Diclofenac	0,02	6,90	0,00	0,99	0,00	0,66	0,00	0,21	0,001	0,31	<0,008	0,17	<0,009	0,016	0,04	
Betablocker	Phenazon			0,04	18,0	<0,0001	<0,05	<0,0001	<0,05	<0,0001	<0,05	<0,0001	<0,05	<0,0001	<0,05	<0,006	<0,006	<0,01	<0,01	<0,01
	Metoprolol			0,003	1,50	<0,0001	<0,04	<0,0001	<0,04	<0,0001	<0,04	<0,0001	<0,04	<0,0001	<0,04	<0,0007	0,0035	<0,002	0,0097	0,013
	Atenolol	<0,008	<4,00	<0,008	<4,00	<0,008	<4,00	<0,008	<4,00	<0,008	<4,00	<0,008	<4,00	<0,70	<0,70	<23,0	<23,0	<23,0		
	Propranolol	<0,0003	<0,20	0,00	1,80	0,00	1,10	0,00	0,37	0,001	0,33	<0,02	<0,02	<0,02	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04		
Süßstoff	Sotalol	<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	<0,02	<0,02	<0,10	<0,10	<0,10		
	Acesulfam	<0,05	<25,0	<0,05	<25,0	<0,05	<25,0	<0,05	<25,0	<0,05	<25,0	<0,05	<25,0	0,00	0,0036	0,0053	0,0057	0,0025		
Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol	ng	ng	0,11	50,0	0,01	5,80	0,03	12,0	0,02	8,20	0,03	13,0	0,14	0,21	0,64	1,40	0,75		
	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol			<0,001	<0,70	0,01	4,00	0,57	258	0,08	38,0	0,40	177	<0,01	0,04	0,84	0,51	1,60		
Duftstoff	Galaxolid			<0,04	<20,0	<0,04	<20,00	<0,04	<20,0	<0,04	<20,0	<0,05	<20,0	<0,450	<0,448	<0,533	<0,414	<0,414		
Stimulant	Coffein			0,23	110	0,27	120	<0,02	<10,0	0,04	20,0	<0,02	<10,0							
Nährstoff	Nitrat	mg	mg	0	1	0	2	< 0,002	< 1,00	< 0,002	< 1,00	< 0,002	< 1,00							
	Ammonium			9,5E-05	0,045	<4,0E-05	< 0,02	<4,0E-05	< 0,02	1,1E-04	0,05	8,0E-05	0,035							
Mikrobiologie	E.coli	KBE/100 ml	KBE/100 ml	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100							
	Intestinale Enterokokken			<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100						
Sonstige	TOC	mg	mg	0,15	71,0	0,03	12,0	0,003	1,30	0,002	0,82	0,01	6,40							
	Kalium			<0,001	<0,50	0,001	0,57	0,01	2,46	0,01	4,55	0,01	3,39							
	Norg			0,01	4,90	0,000	0,20													
	Bisphenol A			<5,0E-08	<2,0E-05	6,8E-08	3,0E-05	<4,3E-07	<4,6E-07	<5,2E-07	<5,2E-07	<4,5E-07								
Östrogene	17α-Ethinylestradiol (EE2)	ng	ng	<0,0001	<0,045	<0,0001	<0,045	<0,0001	<0,045	<0,0001	<0,045	<0,0001	<0,045	<0,0045	<0,0045	<0,0045	<0,0045	<0,0045		
	17β-Estradiol (E2)			<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	
	Estron (E1)			<0,0001	<0,045	<0,0001	<0,045	<0,0001	<0,045	<0,0001	<0,045	<0,0001	<0,045	<0,0001	<0,045	<0,0045	<0,0045	<0,0045	<0,0045	

*schlechte BG wegen Matrixstörung
n.b. nicht bestimmbar wg. Matrix

Anhang 46: Ergebnisse der Analytik am Standort Lemgo (1; VP 7), Probenahme vom 14.07.2016

		VP 7 Lemgo (1) Sand / Bettungsmaterial (PN 14.07.2016)							
Stand: 06.02.2018		Einheit		Bodeneluate				ASE-Extrakte	
Stoffgruppe	Parameter	Bodentiefe		Referenz		0 - 10 cm		Referenz	0 - 10 cm
		Bodeneluat	ASE-Extrakt	(g TS) ⁻¹	l ⁻¹	(g TS) ⁻¹	l ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹
	Einwaage	g	g	500	500	500	500	k.A.	k.A.
	Trockensubstanzgehalt	%	%	86,8	86,8	90,7	90,7	-	-
	Masse TS pro Liter	g	g	433,9	433,9	453,5	453,5	-	-
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-
Vor-Ort	pH	-	-	7,87	7,87	7,77	7,77		
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	173	173	170	170		
Antibiotika	Sulfamethoxazol	ng	ng	0,0019	0,81	0,01	5,00	0,0097	0,11
	Acetyl-Sulfamethoxazol			0,0027	1,20	<0,001	<0,50	<0,05	<0,05
	Ciprofloxacin			<0,10	<50,0	<0,10	<50,0	<0,03	<0,03
	Erythromycin			0,0019	0,83	<0,003	<1,00	<0,008	0,049
Antiepileptikum	Carbamazepin	ng	ng	0,0022	0,94	<0,0003	<0,20	<0,01	<0,01
	Schmerzmittel			Diclofenac	0,023	9,80	0,01	2,30	<2,00*
	Phenazon			0,003	1,30	<0,003	<1,00	<1,00*	<1,00*
Betablocker	Metoprolol	ng	ng	<0,02	<10,0	0,4	181	0,023	8,30
	Atenolol			<0,004	<2,00	<0,004	<2,00	0,048	<0,003
	Propranolol			0,086	37,0	0,0024	1,10	0,042	0,008
	Sotalol			0,84	365	0,75	327	<0,02	<0,02
Süßstoff	Acesulfam			<0,02	<10,0	0,048	22,0	0,05	0,095
Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol			<0,10	<25,0	3,20	1.440	0,35	9,00
	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol			0,0057	2,50	0,08	35,0	<0,03	0,53
Duftstoff	Galaxolid			<0,05	<20,0	<0,04	<20,0	<0,499	<0,506
Stimulant	Coffein			0,21	90,0	0,33	150		
Nährstoff	Nitrat	mg	mg	< 0,002	<1,00	< 0,002	<1,00		
	Ammonium			<5,0E-05	< 0,02	<6,0E-05	0,026		
Mikrobiologie	E.coli	KBE/100 ml	KBE/100 ml	10	10	<10	<10		
	Intestinale Enterokokken			<100	<100	<100	<100		
Sonstige	Bor	-	-					39,0	16,0
	TOC	mg	mg	0,002	1,00	0,01	4,80		
	Kalium			0,01	3,20	0,01	4,67		
	Norg			0,000	0,20	0,002	0,70		
	Bisphenol A			<5,0E-08	<2,0E-05	<5,0E-08	<2,0E-05	<5,0E-07	<4,0E-07
Östrogene	17α-Ethinylestradiol (EE2)			ng	ng	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09
	17β-Estradiol (E2)	<0,0002	<0,09			<0,0002	<0,09	<0,009	<0,009
	Estron (E1)	<0,0002	<0,09			<0,0002	<0,09	0,010	<0,009

* schlechte BG aufgrund von Matrixstörungen

Anhang 47: Ergebnisse der Analytik am Standort Döretrup (VP 8), Probenahme vom 16.08.2016

Stand: 06.02.2018		VP 8 Döretrup (2) Sand, stark schluffig (PN 16.08.2016)																							
Stoffgruppe	Parameter	Einheit		Bodeneluate										ASE-Extrakte											
		Bodentiefe		Referenz		0 - 10 cm		10 - 40 cm		40 - 100 cm		100 - 200 cm		Referenz	0 - 10 cm	10 - 40 cm	40 - 100 cm	100 - 200 cm							
		Bodeneluat	ASE-Extrakt	(g TS) ⁻¹	l ⁻¹	(g TS) ⁻¹																			
	Einwaage	g	g	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.		
	Trockensubstanzgehalt	%	%	82,9	82,9	81,3	81,3	80,7	80,7	83,0	83,0	80,3	80,3	80,3	80,3	80,3	80,3	80,3	-	-	-	-	-		
	Masse TS pro Liter	g	g	414,5	414,5	406,5	406,5	403,5	403,5	415,0	415,0	401,5	401,5	401,5	401,5	401,5	401,5	401,5	-	-	-	-	-		
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Vor-Ort	pH	-	-	5,56	5,56	5,88	5,88	6,33	6,33	6,39	6,39	5,68	5,68												
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	23,0	23,0	200	200	127	127	203	203	219	219												
Antibiotika	Sulfamethoxazol	ng	ng	<0,0022	0,89	0,08	34,0	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,05	0,16	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
	Acetyl-Sulfamethoxazol			<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,05	0,004	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
	Ciprofloxacin			<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
	Erythromycin			<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Antiepileptikum	Carbamazepin			<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,05	0,004	0,001	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
Schmerzmittel	Diclofenac			<0,003	<1,30	<0,003	<1,30	0,04	17,0	<0,003	<1,30	<0,003	<1,30	<0,05	<0,05	1,60	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
	Phenazon			<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
Betablocker	Metoprolol	ng	ng	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,001	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
	Atenolol			<0,008	<4,00	<0,008	<4,00	<0,008	<4,00	<0,008	<4,00	<0,008	<4,00	<0,008	<4,00	<0,001	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
	Propranolol			<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,001	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
	Sotalol			<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	0,09	38,0	<0,0009	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	
Süßstoff	Acesulfam			<0,02	<10,0	0,51	210	0,05	19,0	<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	<0,10	3,20	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,14		
	1H-Benzotriazol			0,08	32,0	0,07	28,0	0,08	32,0	0,09	36,0	0,05	18,0	0,21	0,32	0,31	0,25	0,43	0,21	0,32	0,31	0,25	0,43		
Korrosionsschutzmittel	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol			0,55	230	0,02	8,70	0,22	88,0	0,05	22,0	<0,002	<0,90	0,84	0,13	0,32	0,22	<0,03	0,84	0,13	0,32	0,22	<0,03		
Duftstoff	Galaxolid			<0,05	<20,0	<0,05	<20,0	<0,05	<20,0	<0,05	<20,0	<0,05	<20,0	<0,500	<0,495	<0,494	<0,496	<0,495	<0,500	<0,495	<0,494	<0,496	<0,495		
Stimulant	Coffein			<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	0,07	30,0	<0,02	<10,0	<0,02	<10,0												
Nährstoff	Nitrat	mg	mg	<0,002	<1,00	0,02	7,73	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<2,500	<1,00												
	Ammonium			1,1E-04	0,04	<5,0E-05	<0,02	<5,0E-05	<0,02	<5,0E-05	<0,02	<5,0E-05	<0,02	2,1E-03	0,85										
Mikrobiologie	E.coli	KBE/100 ml	KBE/100 ml	<10,0	<10,0	20,0	20,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0												
	Intestinale Enterokokken			<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100											
Sonstige	Bor	-	-											23,0	24,0	24,0	20,0	58,0							
	TOC			0,004	1,80	0,01	4,10	0,004	1,50	0,01	2,60	0,01	4,30												
	Kalium	mg	mg	0,001	0,51	0,01	3,07	0,002	0,89	0,002	0,99	0,004	1,59												
	Norg			0,01	4,10	0,001	0,40	0,000	0,20	0,0005	<0,20	0,001	0,40												
	Bisphenol A			<5,0E-08	<2,0E-05	5,0E-08	2,0E-05	<5,0E-07	<5,0E-07	<5,0E-07	<5,0E-07	<5,0E-07	<5,0E-07	<5,0E-07	<5,0E-07	<5,0E-07									
17α-Ethinylestradiol (EE2)	<0,0002			<0,09	<0,002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	
Östrogene	17β-Estradiol (E2)	ng	ng	<0,0002	<0,09	<0,002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009		
	Estron (E1)			<0,0002	<0,09	<0,002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	0,00	0,16	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	

Anhang 48: Ergebnisse der Analytik am Standort Lemgo (2; VP 9), Probenahme vom 17.08.2016

		VP 9 Lemgo (2) Schluff, leicht sandig, tonig (PN 17.08.2016)													
Stand: 06.02.2018		Einheit		Bodeneluate								ASE-Extrakte			
Stoffgruppe	Parameter	Bodentiefe		Referenz		0 - 10 cm		10 - 40 cm		40 - 100 cm		Referenz	0 - 10 cm	10 - 40 cm	40 - 100 cm
		Bodeneluat	ASE-Extrakt	(g TS) ⁻¹	l ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹								
	Einwaage	g	g	500	500	500	500	500	500	500	500	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	Trockensubstanzgehalt	%	%	84,6	84,6	84,8	84,8	86,8	86,8	86,5	86,5	-	-	-	-
	Masse TS pro Liter	g	g	423,0	423,0	424,0	424,0	434,0	434,0	432,5	432,5	-	-	-	-
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vor-Ort	pH	-	-	7,29	7,29	6,96	6,96	6,49	6,49	5,91	5,91				
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	92,0	92,0	317	317	98,0	98,0	108	108				
Antibiotika	Sulfamethoxazol	ng	ng	<0,002	<1,00	0,15	62,0	1,50	660	0,70	300	<0,05	1,20	0,75	0,85
	Acetyl-Sulfamethoxazol			<0,002	<1,00	0,003	1,30	0,006	2,50	0,01	2,60	<0,05	0,02	0,003	0,002
	Ciprofloxacin			<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,90	<0,90	<0,90	<0,90
	Erythromycin			<0,0001	<0,06	<0,0001	<0,06	<0,0001	<0,06	<0,0001	<0,06	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
Antiepileptikum	Carbamazepin			<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	0,018	7,80	0,013	5,70	<0,05	0,01	0,02	0,02
Schmerzmittel	Diclofenac			<0,003	<1,00	0,01	4,10	<0,003	<1,00	<0,003	<1,00	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Phenazon			<0,02	<1,00	<0,02	<1,00	<0,02	<1,00	<0,02	<1,00	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Betablocker	Metoprolol	ng	ng	<0,02	<1,00	<0,02	<1,00	<0,02	<1,00	<0,02	<1,00	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Atenolol			<0,008	<4,00	<0,008	<4,00	<0,008	<4,00	<0,008	<4,00	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Propranolol			<0,02	<1,00	<0,02	<1,00	<0,02	<1,00	<0,02	<1,00	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Sotalol			<0,02	<1,00	<0,02	<1,00	<0,02	<1,00	<0,02	<1,00	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
Süßstoff	Acesulfam			<0,02	<10,0	0,76	320	1,10	470	1,20	500	<0,10	2,40	2,60	39,0
Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol			0,014	6,00	0,61	260	0,64	280	0,38	160	0,15	9,10	1,30	2,50
	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol			<0,002	<0,93	<0,002	<0,93	0,01	6,10	<0,002	<0,93	<0,03	0,18	<0,03	<0,03
Duftstoff	Galaxolid			<0,05	<20,0	<0,05	<20,0	<0,05	<20,0	<0,05	<20,0	<0,500	0,745	<0,497	<0,495
Stimulant	Coffein			<0,02	<10,0	0,17	70,0	0,09	40,0	<0,02	<10,0				
Nährstoff	Nitrat	mg	mg	<2,400	<1,00	<2,400	<1,00	<2,300	<1,00	0,00	1,25				
	Ammonium			<5,0E-05	<0,02	8,5E-05	0,036	9,9E-05	0,043	<5,0E-05	<0,02				
Mikrobiologie	E.coli	KBE/100 ml	KBE/100 ml	87,0	87,0	>2.000	>2.000	>2.000	>2.000	>2.000	>2.000	<10	<10		
	Intestinale Enterokokken			<100	<100	300	300	<100	<100	<100	<100				
Sonstige	Bor	-	-									100	43,0	58,0	62,0
	TOC	mg	mg	0,02	6,80	0,01	2,90	0,01	3,10	0,001	0,60				
	Kalium			0,003	1,38	0,01	4,72	0,003	1,40	0,002	1,01				
	Norg			0,001	0,50	0,002	0,70	0,000	0,20	0,02	7,10				
Bisphenol A	<5,0E-08			<2,0E-05	<5,0E-08	<2,0E-05	<5,0E-08	<2,0E-05	<5,0E-08	<2,0E-05	<5,0E-07	<5,0E-07	<5,0E-07	<5,0E-07	
Östrogene	17α-Ethinylestradiol (EE2)	ng	ng	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009
	17β-Estradiol (E2)			<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009
	Estron (E1)			<0,0002	<0,09	2,2E-04	0,09	0,001	0,43	<0,0002	<0,09	<0,009	0,071	<0,009	<0,009

Anhang 49: Ergebnisse der Analytik am Standort Lage (VP 10), Probenahme vom 26.09.2016

		VP 10 Lage Ton, schluffig, leicht sandig (PN 26.09.2016)															
Stand: 06.02.2018		Einheit		Bodeneluat								ASE-Extrakte					
Stoffgruppe	Parameter	Bodentiefe		Referenz		0 - 10 cm		10 - 40 cm		40 - 100 cm		Referenz	0 - 10 cm	10 - 40 cm	40 - 100 cm		
		Bodeneluat	ASE-Extrakt	(g TS) ⁻¹	l ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹								
	Einwaage	g	g	500	500	500	500	500	500	500	500	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.		
	Trockensubstanzgehalt	%	%	88,7	88,7	81,0	81,0	81,6	81,6	86,2	86,2	-	-	-	-		
	Masse TS pro Liter	g	g	443,7	443,7	405,2	405,2	408,1	408,1	430,8	430,8	-	-	-	-		
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Vor-Ort	pH	-	-	6,81	6,81	6,79	6,79	7,35	7,35	6,69	6,69						
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	60	60	310	310	420	420	130	130						
Antibiotika	Sulfamethoxazol	ng	ng	<0,002	<1,00	0,0033	1,40	0,0022	0,90	<0,002	<1,00	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
	Acetyl-Sulfamethoxazol			<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Ciprofloxacin			<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,90	<0,90	<0,90	<0,90
	Erythromycin			<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Antiepileptikum	Carbamazepin			<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
Schmerzmittel	Diclofenac			<0,002	<1,00	0,0049	2,00	0,017	6,80	<0,002	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00		
	Phenazon			<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
Betablocker	Metoprolol	ng	ng	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
	Atenolol			<0,01	<6,00	<0,01	<6,00	<0,01	<6,00	<0,01	<6,00	<0,01	<6,00	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Propranolol			<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Sotalol			<0,04	<20,0	<0,04	<20,0	<0,04	<20,0	<0,04	<20,0	<0,04	<20,0	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Süßstoff	Acesulfam			<0,02	<10,0	3,70	1.500	3,40	1.400	14,0	6.200	<0,1	4,30	4,60	73,0		
Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol			0,042	19,0	1,20	490	1,90	780	1,70	750	0,15	2,40	23,0	5,40		
	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol			<0,01	<5,00	11,6	4.700	9,07	3.700	0,39	170	<0,05	29,0	44,0	1,00		
Duftstoff	Galaxolid			<0,05	<20,0	0,10	40,0	0,10	40,0	<0,05	<20,0	<0,494	<0,501	2,75	<0,496		
Stimulant	Coffein			<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	0,02	10,0	<0,02	<10,0						
Nährstoff	Nitrat	mg	mg	<2.300	<1,00	0,18	71,5	0,01	3,17	0,01	4,69						
	Ammonium			5,4E-05	0,024	1,1E-02	4,600	2,0E-03	0,820	<5,0E-05	< 0,02						
Mikrobiologie	E.coli	KBE/100 ml	KBE/100 ml	0,00	0,00	92.080	92.080	145.000	145.000	310	310						
	Intestinale Enterokokken			<100	<100	6.000	6.000	900	900	<100	<100						
Sonstige	Bor	-	-									260	240	270	270		
	TOC	mg	mg	0,004	1,90	0,01	2,30	0,01	5,10	0,004	1,80						
	Kalium			<0,001	<0,50	0,02	7,35	0,01	5,21	0,002	0,86						
	Norg			0,06	26,0	0,002	0,80	0,004	1,50	0,01	6,30						
	Bisphenol A			<5,0E-08	<2,0E-05	<5,0E-07	4,9E-07	7,5E-07	<5,0E-07								
17α-Ethinylestradiol (EE2)	<0,0002			<0,09	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	
Östrogene	17β-Estradiol (E2)	ng	ng	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,0002	<0,09	<0,009	0,02	0,01	<0,009		
	Estron (E1)			<0,0002	<0,09	0,002	0,70	0,004	1,50	<0,0002	<0,09	<0,009	0,19	0,11	<0,009		

Anhang 50: Ergebnisse der Analytik am Standort Münsterland-3 (HP), Probenahme vom 16.06.2015

Stand: 06.02.2018

		Münsterland-Warendorf Mittelsand (PN 16.06.2015)																	
Stoffgruppe	Parameter	Einheit				Wasserproben		Bodenleuate				ASE-Extrakte				Boden (fest)			
		Bodentiefe				Referenz	Schad-stelle	Referenz		0 - 10 cm		10 - 40 cm		Referenz	0 - 10 cm	10 - 40 cm	40 - 100 cm	10 - 40 cm	
		Wasserprobe	Bodeneleuat	ASE-Extrakt	Boden (fest)	r ¹	r ¹	(g TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹										
	Einwaage	g	g	g	g	-	-	500	500	500	500	500	500	k.A.	40,00	40,00	k.A.		
	Trockensubstanzgehalt	%	%	%	%	-	-	86,0	86,0	82,0	82,0	77,38	77,38	-	-	-	-		
	Masse TS pro Liter	g	g	g	g	-	-	430	430	410	410	387	387	-	-	-	-		
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	pH	-	-	-	-	6,66	6,66	-	-	-	-	7,50	7,50	-	-	-	-		
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	µS/cm	µS/cm	-	-	-	-	-	-	200	200	-	-	-	-		
Antibiotika	Sulfamethoxazol					<1,00	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
	Acetyl-Sulfamethoxazol					<5,00	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,002	<1,00	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
	Ciprofloxacin					<5,00	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	0,03	9,60	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		
	Erythromycin					<5,00	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		
Antiepileptikum	Carbamazepin					<1,00	1,20	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
	Diclofenac					16,0	1,000	0,02	6,30	0,00	1,70	<0,002	<1,00	<0,05	<0,05	<0,05	0,07		
Schmerzmittel	Phenazon					<10,0	<10,0	<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	<0,0001	<0,04	<0,10	<0,10	<0,0007	<0,10		
	Metoprolol					<1,00	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
	Atenolol					<20,0	<20,0	<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	<0,002	<1,00	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50		
	Propranolol					<10,0	<10,0	<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	<0,002	<1,00	<0,10	<0,10	<0,05	<0,10		
Süßstoff	Sotalol					<10,0	<10,0	<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	<0,002	<1,00	<0,25	<0,25	<0,05	<0,25		
	Acesulfam					<50,0	<50,0	<0,20	<100	<0,20	<100	<0,018	<9,00	<0,20	<0,20	<0,10	<0,20		
Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol					<5,00	95,0	0,56	240	0,85	350	0,20	77,0	1,00	2,20	0,72	<0,10		
	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol					<5,00	110	<0,01	<5,00	0,01	5,40	0,50	200	<0,10	<0,10	2,90	<0,10		
Östrogen	Estradioläquivalentkonzentration (EEQ)					0,18	0,12	0,00	0,07	0,00	0,06	<6,0E-05	<0,023	<0,30	<0,30	1,90			
	Galaxolid											<0,05	<20,0			<0,50			
Duftstoff	Galaxolid											<0,03	<10,0			<0,30			
	Coffein											<0,0026	<1,00						
Nährstoff	Nitrat											0,0001	0,02						
	Ammonium	mg	mg	mg	mg							<3,0E-05	0,01						
Sonstige	Bor	mg	-	-	-							0,01	3,70						
	TOC	mg	mg	mg	mg							0,002	0,40						
Duftstoff	Norg											<0,05	<20,0			<0,50			
	Tonalid	ng										0,001	0,52						
Desinfektion	Phosphat gesamt											<0,10	<40,0			<1,00			
	Triclosan	ng										0,65	250			1,00			
Tensid	TMDD											<0,0001	<0,02						
Nährstoff	Nitrit											<0,04	<15,0						
	CSB											0,01	5,12						
Sonstige	Sulfat	mg	mg	mg	mg							<0,0026	<1,00						
	Chlorid											0,004	1,37						
	Natrium											0,52	200						
	Cadmium											7,75	3,000						
	Chrom											18,1	7,000						
	Nickel	ng	ng	ng	ng							33,6	13,000						
	Blei											23,3	9,000						
	Zink											22,5	8,700						
	Kupfer																		
	Cadmium (Feststoff)	-	-	-	-														0,312
	Chrom (Feststoff)	-	-	-	-														14,80
	Kupfer (Feststoff)	-	-	-	-														3,84
	Kalium (Feststoff)	-	-	-	-														2,140
	Natrium (Feststoff)	-	-	-	-														< 593
	Nickel (Feststoff)	-	-	-	-														26,10
	Blei (Feststoff)	-	-	-	-														4,31
Phosphor (Feststoff)	-	-	-	-														174	
Zink (Feststoff)	-	-	-	-														< 11,9	
Bor (Feststoff)	-	-	-	-														15,10	
Borat (Feststoff)	-	-	-	-														< 130	
Phosphat (Feststoff)	-	-	-	-														533	
Zusatzparameter	Metformin	ng	ng	ng	ng							<0,06	<30,0	<3,00					
	Guanylharzstoff											<0,10	<50,0	<5,00					

Anhang 51: Ergebnisse der Analytik am Standort Münsterland-2 (HP), Probenahme vom 01.09.2015

Stand: 06.02.2018		Münsterland-2 Gescher Sand, lehmig (PN 01.09.2015)																						
Stoffgruppe	Parameter	Einheit				Wasserproben		Bodeneluate						ASE-Extrakte			Boden							
		Bodentiefe				Referenz	Schad-stelle	Referenz		0 - 10 cm		10 - 40 cm		40 - 100 cm		Referenz	0 - 10 cm	10 - 40 cm	40 - 100 cm	0 - 10 cm	10 - 40 cm	40 - 100 cm		
		Wasserprobe	Bodeneluat	ASE-Extrakt	Boden (fest)			r ¹	r ¹	(g TS) ⁻¹	r ¹	(g TS) ⁻¹	r ¹	(g TS) ⁻¹	r ¹								(g TS) ⁻¹	r ¹
	Einwaage	g	g	g	g	-	-	500	500	500	500	500	500	500	500	50,00	40,69	40,02	40,03	0,25				
	Trockensubstanzgehalt	%	%	%	%	-	-	87,0	87,0	83,0	83,0	84,0	84,0	84,0	84,0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Masse TS pro Liter	g	g	g	g	-	-	435	435	415	415	420	420	420	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27,0	
Vor-Ort	pH	-	-	-	-	7,00	6,90	7,13	7,13	7,10	7,10	7,10	7,10	k.A.	k.A.									
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	µS/cm	µS/cm	290	440	73,0	73,0	220	220	31,0	31,0	k.A.	k.A.									
Antibiotika	Sulfamethoxazol					3,80	1,20	<0,0002	<0,20	0,00	1,10	0,00	0,88	<0,002	<0,20	0,06	0,01	0,04						
	Acetyl-Sulfamethoxazol					<0,40	<0,40	0,00	1,40	<0,0005	<0,20	<0,0002	<0,20	<0,0007	<0,20	0,06	0,01	0,03						
	Ciprofloxacin					15,0	11,0		<200	<0,50	<200			<1,80	<200		<0,004							
	Erythromycin					<0,60	<0,60	0,01	2,20	0,00	0,96	0,00	0,33	<0,002	<0,80	0,01	0,02	0,04						
Antiepileptikum	Carbamazepin					2,20	19,0	0,00	0,21	0,00	1,40	0,02	9,40	0,02	6,50	0,03	0,04	0,05						
	Diclofenac					31,0	220	0,20	88,0	1,10	460	0,35	150	0,16	68,0	0,98	0,29	1,60						
Schmerzmittel	Phenazon					<0,22	14,0	<0,0006	<0,05	<0,0001	<0,05	0,01	5,70	0,00	1,90	0,02	0,06	0,10						
	Metoprolol					<0,12	<0,12	<0,0006	<0,30	0,00	1,30	0,01	2,20	0,00	0,71	0,15	0,03	0,11						
Betablocker	Atenolol					<2,80	<2,80	<0,02	<3,00	<0,007	<3,00	<0,02	<3,00	<0,08	<3,00	<0,004	<0,13	<0,004						
	Propranolol					<0,025	<0,025	0,00	0,32	0,02	7,90	<0,001	<0,20	<0,02	0,01	0,02	0,00							
	Sotalol					<5,50	<5,50	<0,005	<1,00	<0,003	<1,00	<0,005	<1,00	<0,13	<1,00	0,04	<0,01	0,09						
Sulfstoff	Acesulfam					16,0	6,500	<0,02	<10,0	630	360	8,60	3,600	<4,50	<10,0	1,20	2,60	7,50						
Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol					940	800	0,30	130	1,60	670	0,77	320	0,45	190	3,30	1,30	3,60						
	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol					560	140	0,01	3,20	1,40	590	0,11	48,0	0,07	29,0	0,67	0,68	0,75						
Östrogen	Estradioläquivalentkonzentration (EEQ)						0,06		0,00	0,02					<0,57									
Duftstoff	Galaxolid					70,0	110		0,46	190	0,14	60,0	0,10	40,0		21,9	0,50	<0,50	21,9					
Stimulant	Coffein					290	40,0		0,53	220	0,07	30,0	0,07	30,0		2,95	0,50	<0,20	2,95					
Nährstoff	Nitrat					8,07	52,0		12,9	5,35	<0,002	<1	0,01	3,19										
	Ammonium	mg	mg	mg	mg	<0,20	0,43		0,01	2,80	0,002	0,97	0,001	0,30										
Mikrobiologie	E.coli	KBE/100 ml	KBE/100 ml	KBE/100 ml	KBE/100 ml	2.755	46.110																	
	Bor	mg	-	-	-						0,0001	0,06	0,0001	0,057		12,0								
Sonstige	TOC					16,0	19,0				0,06	26,00	0,04	18,00										
	Kalium	mg	mg	mg	mg				0,02	9,70	0,02	7,97	0,01	4,20								0,87		
	Norg								0,003	1,40	0,02	6,90	0,01	2,50										
Duftstoff	Tonalid	ng				<20,0	20,0		0,12	50,0	0,05	20,0	<0,05	<20,0		3,44	<0,50	<0,50	3,44					
	Phosphor (Feststoff)																					913,000		
Desinfektion	Triclosan	ng	ng	ng	ng	<40,0	<40,0		<0,0964	<40,0	<0,10	<40,0	<0,10	<40,0		3,44	<1,00	<1,00	3,44					
Tensid	TMDD					930	100		0,17	70,0	0,10	40,00	0,12	50,00		9,34	1,00	<0,50	9,34					
Nährstoff	Nitrit					<0,20	1,10		<0,48	<0,20	0,00	0,02	<0,48	<0,20										
	CSB								0,29	120	0,48	200,00	0,21	90,00										
Sonstige	Sulfat	mg	mg	mg	mg				0,02	8,39	0,03	11,50	0,02	7,74										
	Chlorid								0,01	2,82	0,01	4,06	0,01	3,23										
	Natrium								0,02	7,00	0,01	5,83	0,01	4,06								0,09		
	Pges								0,01	4.400.000	4.761,90	2.000.000	2.261,90	950.000									0,91	
	Cadmium								1,00	400	1,19	500	0,48	200									<220	
	Chrom								180	74.000	111,90	47.000	42,86	18.000									19,100	
	Nickel								90,0	37.000	42,86	18.000	16,90	7.100									6,290	
	Blei								90,0	36.000	197,62	83.000	104,76	44.000									9,080	
	Zink								420	174.000	464,29	195.000	104,76	44.000										115.000
	Kupfer								80,0	35.000	285,71	120.000	214,29	90.000										91,900
	Cadmium (Feststoff)																							< 0,220
	Chrom (Feststoff)																							< 0,149
	Kupfer (Feststoff)																							< 7,08
	Kalium (Feststoff)																							< 7,45
Natrium (Feststoff)																							< 82,0	
Nickel (Feststoff)																							< 77,9	
Blei (Feststoff)																							301	
Phosphor (Feststoff)																							191	
Zink (Feststoff)																								
Bor (Feststoff)																								
Borat (Feststoff)																								
Phosphat (Feststoff)																								
Gadolinium									19,0	7,900														
Gadolinium-Anomalie									0,003	1,40														

Anhang 52: Ergebnisse der Analytik am Standort Siegerland-1 (HP), Probenahme vom 07.09.2015

		Einheit		Siegerland-1 Kreuztal Schluff (PN 07.09.2015)						
Stoffgruppe	Parameter	Bodentiefe			Bodeneleuate		ASE-Extrakte	Boden (fest)		
		Bodeneleuat	ASE-Extrakt	Boden (fest)	Referenz	0 - 10 cm	0 - 10 cm	0-10 cm		
		(g TS) ⁻¹	l ¹	(g TS) ⁻¹	l ¹	(g TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹			
	Einwaage	g	g	g	500	500	500	500	43,37	0,25
	Trockensubstanzgehalt	%	%	%	84,0	84,0	91,0	91,0	-	-
	Masse TS pro Liter	g	g	g	420	420	455	455	-	-
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-	25,0
Vor-Ort	pH	-	-	-	-	7,10	7,10	-	-	-
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	µS/cm	-	400	400	-	-	-
Antibiotika	Sulfamethoxazol	-	-	-	<0,002	<1,00	<0,0004	<0,20	0,11	-
	Acetyl-Sulfamethoxazol	-	-	-	<0,0007	<0,40	0,00	0,22	0,03	-
	Ciprofloxacin	-	-	-	<0,0007	<0,40	<0,40	<2,00	<0,36	-
	Erythromycin	-	-	-	<0,002	<1,00	0,00	1,00	<0,001	-
Antiepileptikum	Carbamazepin	-	-	-	<0,005	<2,00	0,01	6,10	0,02	-
	Schmerzmittel	-	-	-	0,05	15,0	0,13	57,0	16,0	-
Betablocker	Phenazon	-	-	-	<0,004	<2,00	0,08	34,0	<0,001	-
	Metoprolol	-	-	-	<0,0009	<0,50	0,01	3,00	0,02	-
	Atenolol	-	-	-	<0,08	<40,0	<0,006	<3,00	<0,001	-
	Propranolol	-	-	-	<0,02	<10,0	0,00	1,40	<0,0004	-
Süßstoff	Sotalol	-	-	-	<0,13	<60,0	<0,003	<1,00	<0,003	-
	Acesulfam	-	-	-	<4,50	<10,0	8,60	3,900	5,70	-
Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol	-	-	-	0,03	10,0	0,37	170	14,0	-
	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol	-	-	-	<0,005	<2,00	0,03	14,0	23,0	-
Östrogen	Estradioläquivalentkonzentration (EEQ)	-	-	-	-	0,00	0,02	3,90	-	-
Duftstoff	Galaxolid	-	-	-	-	0,92	420	9,68	-	-
	Coffein	-	-	-	-	3,71	1,690	2,190	-	-
Nährstoff	Nitrat	-	-	-	-	<0,002	<1,00	-	-	-
	Ammonium	mg	mg	mg	-	0,01	4,50	-	-	-
Sonstige	Bor	-	-	-	-	-	-	110	-	-
	Kalium	-	-	-	-	0,01	3,20	-	-	10,4
	Norg	mg	mg	mg	-	0,001	0,40	-	-	-
Duftstoff	Tonalid	-	-	-	-	0,26	120	10,1	-	-
	Phosphor (Feststoff)	-	-	-	-	-	-	-	-	463.000
Desinfektion	Triclosan	ng	ng	ng	-	0,09	40,0	<0,92	-	-
Tensid	TMDD	-	-	-	-	0,37	170	6,46	-	-
Nährstoff	Nitrit	-	-	-	-	0,000	0,12	-	-	-
	CSB	-	-	-	-	<0,03	<15,0	-	-	-
Sonstige	Sulfat	mg	mg	mg	-	0,04	16,3	-	-	-
	Natrium	-	-	-	-	0,04	18,4	-	-	1,95
	Pges	-	-	-	-	<65,9	<30.000	-	-	-
	Cadmium	-	-	-	-	<0,44	<200	-	-	730
	Chrom	-	-	-	-	4,40	2,000	-	-	53.000
	Nickel	ng	ng	ng	-	8,57	3,900	-	-	73.000
	Blei	-	-	-	-	<4,40	<2.000	-	-	92.000
	Zink	-	-	-	-	<22,0	<10.000	-	-	123.000
	Kupfer	-	-	-	-	7,25	3,300	-	-	34.700
	Cadmium (Feststoff)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,730
	Chrom (Feststoff)	-	-	-	-	-	-	-	-	53,00
	Kupfer (Feststoff)	-	-	-	-	-	-	-	-	34,70
	Kalium (Feststoff)	-	-	-	-	-	-	-	-	10,400
	Natrium (Feststoff)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,950
	Nickel (Feststoff)	-	-	-	-	-	-	-	-	73,0
	Blei (Feststoff)	-	-	-	-	-	-	-	-	92,0
Phosphor (Feststoff)	-	-	-	-	-	-	-	-	463	
Zink (Feststoff)	-	-	-	-	-	-	-	-	123	
Gadolinium	-	-	-	-	-	0,75	340	-	-	-
Gadolinium-Anomalie	-	-	-	-	-	0,004	1,60	-	-	-

Anhang 53: Ergebnisse der Analytik am Standort Ruhrgebiet-3 (HP), Probenahme vom 07.12.2015

Stand: 06.02.2018					Ruhrgebiet 3 Mülheim Schluff (PN 07.12.2015)									
Stoff-gruppe	Parameter	Bodeneluat		Boden (fest)	Bodeneluate						ASE-Extrakte			Boden (fest)
		Einheit	Einheit		Referenz		0 - 10 cm		10 - 40 cm		Referenz	0 - 10 cm	10 - 40 cm	
					(g TS) ⁻¹	I ¹	(g TS) ⁻¹	I ¹	(g TS) ⁻¹	I ¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	
	Einwaage	g	g	g	500	500	500	500	500	500	40,0*	40,0*	40,01	
	Trockensubstanzgehalt	%	%	%	83,0	83,0	81,0	81,0	87,59	87,59	-	-	-	
	Masse TS pro Liter	g	g	g	415	415	405	405	438	438	-	-	-	
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Vor-Ort	pH	-	-	-	8,68	8,68	6,74	6,74	6,16	6,16				
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	µS/cm	69,0	69,0	290	290	190	190				
Antibiotika	Sulfamethoxazol				<0,0005	<0,30	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,005	<0,02	2,20	
	Acetyl-Sulfamethoxazol				<7,00E-06	<0,04	<0,0007	<0,40	<0,002	<1,00	<0,003	<0,008	0,90	
	Ciprofloxacin				<0,007	<3,00	<1,80	<900	0,03	14,0	<0,03	<0,08	n.a.	
	Erythromycin				<0,0002	<0,09	<0,002	<1,00	<0,01	<5,00	<0,20	0,02	<0,10	
Schmerzmittel	Carbamazepin				<0,0003	<0,10	0,32	6,00	0,03	11,0	<0,003	0,62	2,50	
	Diclofenac				0,01	5,00	2,70	44,0	<0,002	<1,00	<0,002	3,30	<0,05	
Beta-blocker	Phenazon				<0,0004	<0,20	<0,004	<2,00	<0,00008	<0,04	<0,005	<0,04	2,00	
	Metoprolol				<0,0009	<0,40	<0,0009	<0,40	<0,002	<1,00	<0,90	<0,008	2,00	
	Atenolol				<0,044	<20,0	<0,08	<40,0	<0,002	<1,00	<0,90	<0,04	<0,05	
	Propranolol				<0,0004	<0,20	<0,02	<10,0	<0,002	<1,00	<0,60	<0,20	0,17	
Süßstoff	Sotalol				<0,02	<8,00	<0,13	<60,0	<0,002	<1,00	<0,90	<0,20	0,06	
	Acesulfam				<0,45	<10,0	<4,50	<10,0	1,40	590	<1,10	<0,10	8,30	
Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol				0,02	6,10	1,00	400	0,31	140	0,04	1,00	3,00	
	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol				0,01	5,30	0,19	29	0,04	16,0	<0,006	0,37	2,10	
Ostrogen	Estradioläquivalentkonzentration (EEQ)							<0,00008	<0,035				<0,90	
Duftstoff	Galaxolid							0,05	20,0				0,50	
Stimulant	Coffein							<0,02	<10,0				<0,20	
Nährstoff	Nitrat	mg	mg	mg	0,00	<1,00	0,000	2,95	<0,002	<1,00				
	Ammonium				0,000	0,052	<0,000	<0,020	<0,00005	<0,020				
Sonstige	Bor							0,0001	0,04				<5,00	
	TOC				0,00	4,50			0,003	1,50				
	Kalium	mg	mg	mg	0,00	12,8								
	Norg							<0,0005	<0,20					
Duftstoff	Tonalid							<0,05	<20,0				<0,50	
	Phosphat gesamt							<0,00023	<0,10					
Desinfektion	Triclosan							<0,09	<40,0				<1,00	
Tensid	TMDD							0,48	210				1,20	
Nährstoff	Nitrit				0,00	0,05	0,000	0,021	0,0001	0,03				
	CSB							<0,03	<15,0					
	Sulfat	mg	mg	mg	0,00	3,91			0,020	8,54				
	Chlorid				<0,00	<1,00			0,003	1,21				
	Natrium				0,00	2,31			0,003	3,18				
	pges				3,86	1.600.000								
	Cadmium				<0,0005	<200			<0,46	<200				0,91
	Chrom				0,20	85,000			<2,00	<1,000				30,0
	Nickel				0,14	57,000	12,8	5,200	<5,00	<2,000				10,3
	Blei				0,05	25,000			<5,00	<2,000				2,940
	Zink				0,34	140,000	39,5	16,000	<23,0	<10,000				< 600
	Kupfer				0,10	40,000			<5,00	<2,000				24,7
	Cadmium (Feststoff)	-	-	-										11,2
	Chrom (Feststoff)	-	-	-										530
	Kupfer (Feststoff)	-	-	-										35,4
	Kalium (Feststoff)	-	-	-										17,9
Natrium (Feststoff)	-	-	-										< 132	
Nickel (Feststoff)	-	-	-										1,630	
Blei (Feststoff)	-	-	-											
Phosphor (Feststoff)	-	-	-											
Zink (Feststoff)	-	-	-											
Bor (Feststoff)	-	-	-											
Borat (Feststoff)	-	-	-											
Phosphat (Feststoff)	-	-	-											
Zusatzparameter	Metformin	ng	ng	ng					<0,06	<30,0			49,0	
	Guanylharnstoff								<0,10	<50,0			380	

* keine Angabe, ca. 40 g
n.a. = nicht analysiert

Anhang 54: Ergebnisse der Analytik am Standort Niederrhein-3 (HP), Probenahme vom 22.03.2016

2018		Niederrhein-3 Fein- / Mittelsand (PN 22.03.2016)																						
Parameter	Analyse- methode	Einheit				Wasserproben		Bodenleuate				ASE-Extrakte				Boden (fest)								
		Bodentiefe				Referenz	Schad- stelle	0 - 10 cm		10 - 40 cm		40 - 100 cm		100 - 200 cm		0 - 10 cm		10 - 40 cm		40 - 100 cm		100 - 200 cm		
		Wasserprobe	Bodenleuat	ASE-Extrakt	Boden (fest)	r ¹	r ¹	(g TS) ⁻¹	r ¹	(g TS) ⁻¹	r ¹	(g TS) ⁻¹	r ¹	(g TS) ⁻¹	r ¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹	
Einwaage		g	g	g	g	-	-	500	500	500	500	500	500	500	500	39,91	40,97	40,03	40,09	0,5616	0,3197	0,3413	0,2264	
Trockensubstanzgehalt		%	%	%	%	-	-	91,4	91,4	94,6	94,6	91,1	91,1	84,6	84,6	-	-	-	-	-	-	-	-	
Masse TS pro Liter		g	g	g	g	-	-	457	457	473	473	456	456	423	423	-	-	-	-	-	-	-	-	
Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,0	27,0	27,0	25,0
pH	IUTA	-	-	-	-	6,88	7,20	6,62	6,62	7,13	7,13	7,09	7,09	7,23	7,23									
Leitfähigkeit	IUTA	µS/cm	µS/cm	µS/cm	µS/cm	1.560	1.500	301	301	140	140	120	120	290	290									
Sulfamethoxazol	IUTA					<0,20	<0,20	0,06	27,0	0,03	12,0	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	0,21	0,08	0,26	<0,05					
Acetyl-Sulfamethoxazol	IUTA					<1,00	<1,00	<0,002	<1,00	<0,004	<2,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,05				
Ciprofloxacin	IUTA					23,0	<5,00	<0,07	<37,0	<0,02	<10,0	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<4,50	<0,90	<0,90	<0,90					
Erythromycin	IUTA					<0,07	<0,07	0,03	13,0	0,03	14,0	0,00	1,40	<0,001	<0,05	0,10	0,12	<0,10	<0,10					
Carbamazepin	IUTA					0,38	<0,10	<0,009	<2,00	<0,004	<2,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	0,02	<0,05	<0,05	<0,05					
Diclofenac	IUTA					1,30	2,80	<0,0003	<0,10	<0,08	<36,0	<0,04	<18,0	<0,04	<18,0	<0,02	<0,05	<0,05	<0,05					
Phenazon	IUTA					<0,05	<0,05	<0,002	<1,00	<0,004	<2,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,006	<0,05	<0,05	<0,05					
Metoprolol	IUTA					<0,20	<0,20	<0,003	<1,00	0,01	2,60	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	0,10	<0,05	0,33	<0,05					
Atenolol	IUTA	ng	ng	ng	ng	<0,30	<0,30	0,29	134	<4,00	<2,200	<2,00	<1,100	<2,00	<1,100	0,05	<0,05	0,07	<0,05					
Propranolol	IUTA					1,90	<0,10	<0,001	<0,60	0,02	11,0	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	0,01	<0,05	<0,05	<0,05					
Sotalol	IUTA					<1,00	<1,00	0,79	361	<0,004	<2,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	0,02	<0,03	<0,03	0,07					
Acesulfam	IUTA					71,0	1,380	<0,02	<9,00	0,50	240	2,60	1,200	4,80	2,000	0,20	0,34	6,50	2,80					
1H-Benzotriazol	IUTA					<0,30	86,0	0,51	235	0,20	96,0	0,33	150	0,26	110	5,00	0,37	0,58	0,46					
Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol	IUTA					<0,80	16,0	0,03	14,0	<0,02	<10,0	0,10	47,0	0,09	38,0	0,29	<0,20	0,60	0,62					
Estradioläquivalentkonzentration (EEQ)	IUTA					<0,01	<0,01	<2,0E-05	<0,01	<8,0E-05	<0,04	<8,0E-05	<0,04	<8,0E-05	<0,04	<0,41	<0,70	<0,70	<0,70					
Galaxolid	IWW							<0,04	<20,0	<0,04	<20,0	<0,04	<20,0	<0,05	<20,0	2,00	<2,40	<2,50	<0,50					
Coffein	IWW							<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	0,50	<1,20	<1,20	<0,20					
Nitrat	IWW							<0,002	<1,00	0,01	2,92	0,05	22,4	0,01	4,85									
Ammonium	IWW	mg	mg	mg	mg			0,001	0,30	0,001	0,28	0,000	0,03	0,001	0,25									
Bor	IUTA	mg	-	-	-	0,15	0,15								12,0	14,0	27,0	180						
TOC	IWW							0,09	42,0	0,30	131	0,12	54,0	0,04	15,0									
Kalium	IWW	mg	mg	mg	mg			0,01	2,47	0,01	2,29	0,01	6,40	0,02	10,1					0,82	1,21	2,42	5,60	
Norg	IWW							0,118	54,0	0,05	20,0	0,03	15,0	0,003	1,20									
Tonalid	IWW	ng						<0,04	<20,0	<0,04	<20,0	<0,04	<20,0	<0,05	<20,0	<0,50	<2,40	<2,50	<0,50					
Phosphor (Feststoff)	IWW																			132.000	93.500	160.000	467.000	
Triclosan	IWW	ng	ng	ng	ng			<0,09	<40,0		<40,0	<0,09	<40,0	<0,09	<40,0	<1,00	<4,90	<5,00	<1,00					
TMDD	IWW							0,044	20,0	<0,04	<20,0	<0,04	<20,0	<0,05	<20,0	<0,75	<2,40	<2,50	<0,50					
Nitrit	IWW							<0,00	<0,02	<0,00	<0,02	<0,00	<0,02	0,00	0,16									
CSB	IWW							9,63	4,400	3,69	1,600	1,68	760	0,23	96,0									
Sulfat	IWW	mg	mg	mg	mg			0,08	38,5	0,01	4,93	0,02	7,43	0,09	39,8									
Natrium	IWW							0,06	26,1	0,01	6,10	0,02	8,96	0,04	14,9					<0,22	<0,42	<0,40	<0,55	
Pges	IWW							263	120.000	807	350.000	838	380.000	<78,0	<33.000									
Cadmium	IWW							<0,44	<200	<0,42	<200	<0,44	<200	<0,47	<200					118	<169	281	604	
Chrom	IWW							6,56	3,000	43,8	19,000	19,8	9,000	2,36	1,000					8,470	11,700	17,900	38,500	
Nickel	IWW	ng	ng	ng	ng					<4,23	<2,000	7,72	3,500	7,09	3,000					2,590	5,480	12,100	32,800	
Blei	IWW							6,56	3,000	23,0	10,000	70,6	32,000	7,09	3,000					7,200	3,800	6,380	10,600	
Zink	IWW									<21,1	<10,000	35,3	16,000	<23,6	<10,000					37,100	10,900	18,100	40,900	
Kupfer	IWW							24,070	11,000	122	53,000	146	66,000	37,8	16,000					1,790	1,860	4,720	12,000	
Cadmium (Feststoff)	IWW	-	-	-	-															0,118	< 0,169	0,281	0,604	
Chrom (Feststoff)	IWW	-	-	-	-															8,47	11,70	17,90	38,50	
Kupfer (Feststoff)	IWW	-	-	-	-															1,79	1,86	4,72	12,00	
Kalium (Feststoff)	IWW	-	-	-	-															820	1,210	2,420	5,600	
Natrium (Feststoff)	IWW	-	-	-	-															< 223	< 422	< 396	< 552	
Nickel (Feststoff)	IWW	-	-	-	-															2,59	5,48	12,10	32,80	
Blei (Feststoff)	IWW	-	-	-	-															7,20	3,80	6,38	10,60	
Phosphor (Feststoff)	IWW	-	-	-	-															132	94	160	467	
Zink (Feststoff)	IWW	-	-	-	-															37	11	18	41	
Bor (Feststoff)	IWW	-	-	-	-															< 4,45	< 8,45	9,31	21,30	
Borat (Feststoff)	IWW	-	-	-	-															< 49,0	< 92,9	< 87,0	< 121	
Phosphat (Feststoff)	IWW	-	-	-	-															404	287	491	1,430	
Gadolinium	IWW							0,14	63,0															
Gadolinium-Anomalie	IWW							0,002	1,10															

Anhang 55: Ergebnisse der Analytik am Standort Ruhrgebiet-1 (HP), Probenahme vom 11.04.2016

Stand: 06.02.2018		Ruhrgebiet Bochum Schluff (PN 11.04.2016)														
Stoffgruppe	Parameter	Einheit			Bodeneluate			ASE-Extrakte			Boden (fest)					
		Bodentiefe			0 - 10 cm		10 - 40 cm		40 - 100 cm		0 - 10 cm		10 - 40 cm		40 - 100 cm	
		Bodeneluat	ASE-Extrakt	Boden (fest)	(g TS) ⁻¹	l ⁻¹	(g TS) ⁻¹	l ⁻¹	(g TS) ⁻¹	l ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹
	Einwaage	g	g	g	500	500	500	500	500	500	43,02	40,08	39,99	0,58	0,21	0,28
	Trockensubstanzgehalt	%	%	%	78,6	78,6	81,8	81,8	81,8	81,8	-	-	-	-	-	-
	Masse TS pro Liter	g	g	g	393	393	409	409	409	409	-	-	-	-	-	-
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,0	26,0	25,0
Vor-Ort	pH	-	-	-	7,57	7,57	8,79	8,79	8,18	8,18						
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	µS/cm	700	700	227	227	220	220						
Antibiotika	Sulfamethoxazol				<0,0002	<0,12	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,001	<0,05	<0,05			
	Acetyl-Sulfamethoxazol				<0,002	<0,93	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,001	<0,05	<0,05			
	Ciprofloxacin				n.b.*	n.b.*	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<2,00*	<0,90	<0,90			
	Erythromycin				<0,0001	<0,80	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	0,06	0,03	0,02			
Antiepileptikum	Carbamazepin				83,0	32,442	15,0	6,100	8,50	3,500	84,0	12,0	15,0			
Schmerzmittel	Diclofenac				0,09	36,0	0,12	50,0	0,13	52,0	0,58	0,35	<0,05			
	Phenazon				0,01	5,20	0,00	1,80	0,00	0,93	<0,01	0,03	0,02			
	Metoprolol				8,60	2,607	3,10	1,300	0,46	190	9,50	160	23,0			
Betablocker	Atenolol	ng	ng	ng	0,09	34,0	<0,005	<3,00	<0,005	<3,00	<0,06	<0,05	<0,05			
	Propranolol				0,02	7,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,03	0,02	0,00			
	Sotalol				0,77	2,425	2,20	880	2,90	1,200	0,45	1,50	3,50			
Süßstoff	Acesulfam				0,82	321	1,90	790	1,90	760	0,43	1,80	2,00			
	1H-Benzotriazol				2,40	850	2,50	1,000	2,60	1,100	2,80	2,70	4,80			
Korrosionsschutzmittel	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol				0,09	35,0	0,07	29,0	0,17	69,0	<0,05	<0,20	<0,20			
	Östrogen				0,00	0,15	0,00	0,49	0,00	0,31	3,20	4,20	0,67			
Duftstoff	Galaxolid				0,31	120	0,38	160	<0,24	<100	<0,46	<0,50	<0,50			
	Stimulant				0,08	30,0	0,05	20,0	<0,12	<50,0	<0,23	<5,00	1,00			
Nährstoff	Nitrat				0,02	6,10	<0,002	<1,00	<0,00	<1,00						
	Ammonium	mg	mg	mg	0,01	2,00	0,01	2,30	0,004	1,80						
Sonstige	Bor	-	-	-							73,0					
	TOC				0,04	17,0	0,23	96,0	0,04	15,0						
	Kalium	mg	mg	mg	0,03	12,7	0,01	2,35	0,02	6,79				2,55	5,33	5,47
	Norg				0,002	0,90	0,01	3,00	0,001	0,30						
Duftstoff	Tonalid				0,08	30,0	0,09	40,0	<0,24	<100	<0,46	0,50	<0,50			
	Phosphor (Feststoff)	ng	ng	ng										666.000	627.000	450.000
Desinfektion	Triclosan				<0,10	<40,0	0,52	220	<0,49	<200	<0,93	<20,0	<10,0			
	TMDD				0,05	20,0	0,54	230	0,50	210	<0,46	<0,50	<0,50			
Tensid				0,01	4,70	<0,00	<0,02	0,00	0,03							
Nährstoff	Nitrit				0,16	61,0	0,57	240	0,31	130						
	CSB	mg	mg	mg	0,22	87,7	0,04	16,2	0,03	11,6						
Sonstige	Sulfat				0,08	30,3	0,03	14,3	0,04	15,6				<0,22	<0,61	<0,44
	Natrium				484	190.000	<80,7	<33.000	448	190.000						
	Pges				<0,51	<200	<0,49	<200	<0,49	<200				531	631	606
	Cadmium				7,64	3,000	<2,45	<1,000	2,36	1,000				22,700	35,100	33,000
	Chrom				12,0	4,700	<4,89	<2,000	5,90	2,500				17,300	21,000	18,500
	Nickel				<5,09	<2,000	<4,89	<2,000	<0,49	<2,000				10,900	9,550	8,960
	Blei				<25,5	<10,000	<24,5	<10,000	<24,5	<10,000				43,600	37,400	36,500
	Zink				14,3	5,600	8,75	3,700	25,9	11,000				10,200	8,640	9,250
	Kupfer													0,53	0,63	0,61
	Cadmium (Feststoff)	-	-	-										22,7	35,1	33,0
	Chrom (Feststoff)	-	-	-										10,2	8,64	9,25
	Kupfer (Feststoff)	-	-	-										2,550	5,330	5,470
	Kalium (Feststoff)	-	-	-										< 215	< 611	< 443
	Natrium (Feststoff)	-	-	-										17,3	21,0	18,5
	Nickel (Feststoff)	-	-	-										10,90	9,55	8,96
	Blei (Feststoff)	-	-	-										666	627	450
	Phosphor (Feststoff)	-	-	-										43,6	37,4	36,5
	Zink (Feststoff)	-	-	-										11,8	23,8	23,1
	Bor (Feststoff)	-	-	-										64,4	< 135	126
	Borat (Feststoff)	-	-	-										2,040	1,920	1,380
Phosphat (Feststoff)	-	-	-													
Gadolinium				0,46	180											
Gadolinium-Anomale				0,004	1,40											

n.b.* = Nicht bestimmt

Anhang 57: Ergebnisse der Analytik am Standort Eifel-1 (HP), Probenahme vom 04.05.2016

		Eifel-1 HP 8 Roetgen Schluff (PN 04.05.2016)														
Stoffgruppe	Parameter	Einheit			Bodeneluate						ASE-Extrakte			Boden (fest)		
		Bodentiefe			0 - 10 cm		10 - 40 cm		40 - 100 cm		0 - 10 cm	10 - 40 cm	40 - 100 cm	0 - 10 cm	10 - 40 cm	40 - 100 cm
		Bodeneluat	ASE-Extrakt	Boden (fest)	(g TS) ⁻¹	r ¹	(g TS) ⁻¹	r ¹	(g TS) ⁻¹	r ¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹
	Einwaage	g	g	g	500,0	500	500	500	500	500	38,24	40,24	38,40	0,49	0,31	0,30
	Trockensubstanzgehalt	%	%	%	83,4	83,4	91,5	91,5	87,4	87,4	-	-	-	-	-	-
	Masse TS pro Liter	g	g	g	417	417	457	457	437	437	-	-	-	-	-	-
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,0	27,0	25,0
Vor-Ort	pH	-	-	-	6,93	6,93	8,31	8,31	7,36	7,36						
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	µS/cm	555	555	306	306	155	155						
Antibiotika	Sulfamethoxazol				0,01	4,60	0,01	6,40	0,08	34,0	<0,001	<0,05	0,58			
	Acetyl-Sulfamethoxazol				0,00	0,85	<0,004	<2,00	<0,002	<1,00	<0,004	<0,05	<0,05			
	Ciprofloxacin				<0,005	<3,00	<0,02	<10,0	<0,01	<5,00	<4,50*					
	Erythromycin				0,01	2,30	<0,02	<10,0	<0,01	<5,00	<0,02	<0,10	<0,10			
Antiepileptikum	Carbamazepin				0,04	17,0	0,02	9,40	0,02	9,20	0,03	0,03	0,16			
Schmerzmittel	Diclofenac				0,08	35,0	0,10	44,0	0,31	140	<0,009	0,44	2,00			
	Phenazon				0,01	3,70	<0,0002	<0,10	<0,0001	<0,05	<0,01	<0,05	<0,05			
	Metoprolol				0,01	3,42	0,00	2,00	<0,002	<1,00	0,03	0,18	0,51			
Betablocker	Atenolol	ng	ng	ng	<0,02	<9,90	<0,004	<2,00	<0,002	<0,90	<22,0	0,01	<0,001			
	Propranolol				0,01	5,70	<0,0006	<0,20	<0,0003	<0,10	<0,04	<0,005	0,01			
	Sotalol				(0,30)*	(124)*	1,80	820	0,03	15,0	(<0,10)*	0,33	0,04			
Süßstoff	Acesulfam				0,06	25,0	0,14	65,0	0,54	240	0,03	0,19	1,30			
Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol				0,14	57,0	0,12	56,0	0,08	36,0	0,80	1,10	0,63			
	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol				0,15	61,0	0,12	56,0	<0,01	<5,00	0,49	0,78	0,67			
Östrogen	Estradioläquivalentkonzentration (EEQ)				<6,0E-05	<0,027	<0,0002	<0,08	<6,0E-05	<0,025	<0,70	<0,60	<0,60			
Duftstoff	Galaxolid				0,07	30,0	<0,04	<20,0	<0,05	<20,0	1,05	<0,50	<0,50			
Stimulant	Coffein				0,49	200	<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	<0,20	<0,20	<0,30			
Nährstoff	Nitrat	mg	mg	mg	0,002	1,02	<0,00	<1,00	<0,00	<1,00						
	Ammonium				0,000	0,52	0,002	0,60	0,002	1,00						
Sonstige	Bor	-	-	-							36,0	45,0	70,0			
	TOC				0,05	19,0	0,02	5,90	0,01	4,50						
	Kalium	mg	mg	mg	0,01	3,45	0,01	2,25	0,00	2,10				3,21	1,98	2,43
	Norg				0,005	1,90	0,002	0,60	0,01	5,60						
Duftstoff	Tonalid				<0,05	<20,0	<0,04	<20,0	<0,05	<20,0	0,78	<0,50	<0,50			
	Phosphor (Feststoff)	ng	ng	ng										397.000	230.000	363.000
Desinfektion	Triclosan				<0,10	<40,0	<0,09	<40,0	<0,09	<40,0	<1,05	<1,00	<1,00			
Tensid	TMDD				0,05	20,0	0,13	50,0	0,18	80,0	<0,52	1,70	<0,50			
Nährstoff	Nitrit				0,00	0,19	0,00	0,05	0,00	0,04						
Sonstige	CSB	mg	mg	mg	0,19	76,0	0,06	24,0	0,39	170						
	Sulfat				0,11	46,1	0,05	19,5	0,02	8,95						
	Natrium				0,10	43,0	0,05	18,4	0,08	34,1				0,52	<0,43	0,63
	Pges				1,170	480.000	310	120.000	<75,5	<33.000						
	Cadmium				<0,48	<200	<0,44	<200	<0,46	<200				936	1.042	2.478
	Chrom				17,1	7.000	12,9	5.000	2,29	1.000				23.900	21.400	33.800
	Nickel				5,37	2.200	8,79	3.400	9,61	4.200				13.500	16.600	61.500
	Blei				7,32	3.000	43,9	17.000	9,16	4.000				41.300	57.000	39.600
	Zink				26,8	11.000	163	63.000	<22,9	<10.000				168.000	273.000	157.000
	Kupfer													16.400	16.500	47.000
	Cadmium (Feststoff)	-	-	-										0,94	1,04	2,48
	Chrom (Feststoff)	-	-	-										23,9	21,4	33,8
	Kupfer (Feststoff)	-	-	-										16,4	16,5	47,0
Kalium (Feststoff)	-	-	-										3,210	1,980	2,430	
Natrium (Feststoff)	-	-	-										515	< 430	629	
Nickel (Feststoff)	-	-	-										13,5	16,6	61,5	
Blei (Feststoff)	-	-	-										41,3	57,0	39,6	
Phosphor (Feststoff)	-	-	-										397	230	363	
Zink (Feststoff)	-	-	-										168	273	157	
Bor (Feststoff)	-	-	-										9,66	< 8,60	< 8,44	
Borat (Feststoff)	-	-	-										< 55,9	< 94,6	< 92,8	
Phosphat (Feststoff)	-	-	-										1,220	705	1.110	

Anhang 58: Ergebnisse der Analytik am Standort Niederrhein-3 (HP), Probenahme vom 31.05.2016

Stand: 06.02.2018		Einheit			Niederrhein-3 Kies (PN 31.05.2016)			
Stoffgruppe	Parameter	Bodentiefe			Bodeneleuate	ASE-Extrakte	Boden (fest)	
		Bodeneleuat	ASE-Extrakt	Boden (fest)	300 - 400 cm	300 - 400 cm	300 - 400 cm	300 - 400 cm
					(g TS) ⁻¹	l ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹
	Einwaage	g	g	g	500	500	30,84	0,54
	Trockensubstanzgehalt	%	%	%	93,4	93,4	-	-
	Masse TS pro Liter	g	g	g	467	467	-	-
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	26,0
Vor-Ort	pH	-	-	-	7,56	7,56	-	-
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	µS/cm	117	117	-	-
Antibiotika	Sulfamethoxazol				<0,0002	<0,10	0,01	
	Acetyl-Sulfamethoxazol				<0,0003	<0,20	<0,005	
	Ciprofloxacin				<0,0045	<2,00	<4,50	
	Erythromycin				0,01	4,10	<0,01	
Antiepileptikum	Carbamazepin				0,01	4,00	0,01	
	Schmerzmittel				0,06	28,0	0,05	
Betablocker	Diclofenac				0,00	1,50	<0,01	
	Phenazon				0,01	4,60	0,03	
	Metoprolol				<0,02	<9,00	<23,0	
	Atenolol	ng	ng	ng	0,06	28,0	<0,04	
Süßstoff	Propranolol				<0,002	<1,00	<0,10	
	Sotalol				<0,10	<50,0	0,02	
	Acesulfam				0,21	98,0	1,10	
Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol				0,52	243	1,80	
	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol				0,00	0,18	<0,74	
Duftstoff	Estradioläquivalentkonzentration (EEQ)				<0,04	<20,0	<0,65	
	Galaxolid				0,064	30,0	0,65	
Stimulant	Coffein				<0,00	<1,00		
	Nährstoff				<0,000	<0,02		
Sonstige	Nitrat	mg	mg	mg	0,005	2,50		
	Ammonium				0,002	0,88		1,48
Duftstoff	TOC				<0,00	<0,20		
	Tonalid				<0,04	<20,0	<0,65	
Desinfektion	Phosphor (Feststoff)	ng	ng	ng				727.000
	Triclosan				<0,09	<40,0	<1,30	
Nährstoff	Tensid				0,60	280	20,8	
	TMDD				<0,00	<0,02		
Sonstige	Nitrit				<0,03	<15,0		
	CSB	mg	mg	mg	<0,00	<1,00		
	Sulfat				0,01	2,43		<0,24
	Natrium				<64,2	<30.000		
	Pges				<0,43	<200		664
	Cadmium				2,14	1.000		18.000
	Chrom				<4,28	<2.000		17.700
	Nickel	ng	ng	ng	<4,28	<2.000		32.100
	Blei				<21,4	<10.000		1.110.000
	Zink				5,14	2.400		15.800
	Kupfer							0,664
	Cadmium (Feststoff)	-	-	-				18,00
	Chrom (Feststoff)	-	-	-				15,80
	Kupfer (Feststoff)	-	-	-				1,480
Kalium (Feststoff)	-	-	-				< 241	
Natrium (Feststoff)	-	-	-				17,70	
Nickel (Feststoff)	-	-	-				32,10	
Blei (Feststoff)	-	-	-				727	
Phosphor (Feststoff)	-	-	-				1,110	
Zink (Feststoff)	-	-	-				5,66	
Bor (Feststoff)	-	-	-				< 53,0	
Borat (Feststoff)	-	-	-				2,230	
Phosphat (Feststoff)	-	-	-					

Anhang 60: Ergebnisse der Analytik am Standort Niederrhein-2 (1, HP), Probenahme vom 09.06.2016

		Niederrhein ^{H2} (1) Kerpen Grobsand / Feinkies (09.06.2016)														
Stand: 06.02.2018		Einheit			Bodenleuate				ASE-Extrakte		Boden					
Stoffgruppe	Parameter	Bodentiefe			0 - 10 cm		10 - 40 cm		40 - 100 cm		0 - 10 cm	10 - 40 cm	40 - 100 cm			
		Bodenleuat	ASE-Extrakt	Boden (fest)	(g TS) ⁻¹	l ¹	(g TS) ⁻¹	l ¹	(g TS) ⁻¹	l ¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹
	Einwaage	g	g	g	500	500	500	500	500	500	29,12	40,42	28,70	0,3228		
	Trockensubstanzgehalt	%	%	%	86,4	86,4	91,0	91,0	94,6	94,6	-	-	-	-		
	Masse TS pro Liter	g	g	g	432	432	455	455	473	473	-	-	-	-		
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,0		
Vor-Ort	pH	-	-	-	7,60	7,60	8,30	8,30	7,72	7,72						
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	µS/cm	147	147	193	193	66,0	66,0						
	Sulfamethoxazol				0,000	0,17	<0,002	<1,00	<0,005	<3,00	<0,01	<0,05	<0,02			
Antibiotika	Acetyl-Sulfamethoxazol				<0,0002	<0,08	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,005	<0,05	<0,05			
	Ciprofloxacin				<0,002	<1,00	<0,01	<5,00	<0,02	<10,0	<4,50	n.a.	n.a.			
	Erythromycin				<0,0003	<0,20	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<0,10	<0,10			
Antiepileptikum	Carbamazepin				<0,0005	<0,20	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	0,002	<0,05	<0,05			
Schmerzmittel	Diclofenac				0,004	1,70	0,027	12,0	0,04	20,0	<0,009	<0,05	0,06			
	Phenazon				<0,0001	<0,05	<0,0002	<0,10	0,002	0,75	<0,01	<0,002	<0,002			
	Metoprolol				<0,0001	<0,05	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	0,01	<0,05	<0,05			
Betablocker	Atenolol	ng	ng	ng	<0,009	<5,00	<0,002	<1,00	<0,0002	<0,10	<23,0	<0,05	0,01			
	Propranolol				0,001	0,44	<0,002	<1,00	0,00	0,21	<0,04	<0,05	<0,001			
	Sotalol				<0,001	<0,60	<0,002	<1,00	<0,0005	<0,30	<0,10	<0,05	<0,001			
Süßstoff	Acesulfam				<0,05	<25,0	<0,002	<10,0	0,13	60,0	0,00	<0,10	<0,10			
	1H-Benzotriazol				0,18	78,0	0,16	73,0	0,03	14,0	0,72	0,05	0,16			
Korrosionsschutzmittel	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol				<0,002	<0,80	0,07	31,0	0,02	10,0	<0,03	0,30	<0,05			
Ostrogen	Estradioläquivalentkonzentration (EEQ)				<8,0E-05	<0,036	<5,0E-05	0,02	<2,0E-05	<0,008	<0,74	<0,32				
Duftstoff	Galaxolid				<0,05	<20,0	<0,04	<20,0	<0,04	<20,0	<0,69	<0,50	<0,70			
Stimulant	Coffein				0,11	50,0	0,09	40,0	0,04	20,0	<0,34	0,50	<0,30			
Nährstoff	Nitrat	mg	mg	mg	0,01	3,97	<0,0022	<1,00	<0,002	<1						
	Ammonium				<0,000	<0,02	0,0001	0,06	0,0001	0,06						
	Bor						0,0002	0,11	0,002	0,11			<5,00			
Sonstige	TOC				0,02	7,90	0,002	1,10	0,001	0,63						
	Kalium	mg	mg	mg	0,002	0,95	0,004	1,79	0,01	5,52			5,59			
	Norg				0,002	1,00	<0,0004	<0,20	0,004	2,10						
Duftstoff	Tonalid				<0,05	<20,0	<0,04	<20,0	<0,04	<20	<0,69	<0,50	<0,70			
	Phosphor (Feststoff)												547,000			
Desinfektion	Triclosan	ng	ng	ng	<0,09	<40,0	<0,09	<40,0	<0,08	<40	<1,37	<1,00	<1,40			
Tensid	TMDD				0,35	160	0,37	170	0,19	90,0	1,72	7,70	2,40			
Nährstoff	Nitrit				<0,00	<0,02	0,0001	0,02	0,00	0,02						
	CSB				<0,03	<15,0	<0,03	<15,0	0,04	19,0						
	Sulfat	mg	mg	mg	0,01	5,37	0,004	1,91	0,01	3,66						
	Chlorid						<0,002	<1,00	0,002	<1						
	Natrium				0,04	18,1	0,01	6,18	0,02	8,02			1,30			
	Pges				92,2	42,000	352	160,000	106	50,000						
	Cadmium				<0,46	<200	<0,44	<200	0,42	200			792			
	Chrom				6,58	3,000	13,2	6,000	14,8	7,000			39,800			
	Nickel	ng	ng	ng	<4,63	<2,000	<4,40	<2,000	31,7	15,000			32,300			
	Blei				<4,63	<2,000	<4,40	<2,000	46,5	22,000			16,200			
	Zink				<23,1	<10,000	<22,0	<10,000	48,6	23,000			45,400			
	Kupfer				<4,63	<2,000	4,40	2,000	38,1	18,000			15,200			
Sonstige	Cadmium (Feststoff)	-	-	-									0,79	0,59	0,64	
	Chrom (Feststoff)	-	-	-									39,8	23,8	23,3	
	Kupfer (Feststoff)	-	-	-									15,2	8,88	14,5	
	Kalium (Feststoff)	-	-	-									5,590	2,750	2,500	
	Natrium (Feststoff)	-	-	-									1,300	< 605	< 392	
	Nickel (Feststoff)	-	-	-									32,3	21,3	19,4	
	Blei (Feststoff)	-	-	-									16,2	27,1	11,9	
	Phosphor (Feststoff)	-	-	-									547	188	152	
	Zink (Feststoff)	-	-	-									45,4	42,9	33,4	
	Bor (Feststoff)	-	-	-									17,6	< 12,1	13,2	
	Borat (Feststoff)	-	-	-									95,8	< 133	< 86,3	
	Phosphat (Feststoff)	-	-	-									1,680	576	467	
Zusatzparameter	Metformin	ng	ng	ng			<0,12	<60,0					<3,00			
	Guanylharnstoff						<0,20	<100					<5,00			

* Matrixstörung

Anhang 61: Ergebnisse der Analytik am Standort Ruhrgebiet-2 (HP), Probenahme vom 15.07.2016

Stand: 06.02.2018		Ruhegebiet 12 Herne Schluff (PN 15.07.2016)																													
Stoffgruppe	Parameter	Einheit				Wasser- proben	Bodenleuate										ASE-Extrakte					Boden (fest)									
		Bodentiefe					Schad- stelle	0 - 10 cm		10 - 40 cm		40 - 100 cm		100 - 200 cm		200 - 230 cm		0 - 10 cm	10 - 40 cm	40 - 100 cm	100 - 200 cm	200 - 230 cm	0 - 10 cm	10 - 40 cm	40 - 100 cm	100 - 200 cm	200 - 230 cm				
		Wasserprobe	Bodenleuat	ASE-Extrakt	Boden (fest)			I ¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹																		
	Einwaage	g	g	g	g	-	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	21,66	40,16	41,43	40,22	40,06	0,33	0,30	0,18	0,19	0,20	
	Trockensubstanzgehalt	%	%	%	%	-	80,5	80,5	80,5	80,5	80,7	80,7	81,3	81,3	84,9	84,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Messe TS pro Liter	g	g	g	g	-	403	403	402	402,25	404	403,65	407	407	424	424	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	pH	-	-	-	-	-	7,14	7,44	7,44	7,41	7,41	7,95	7,95	7,55	7,55	8,07	8,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	µS/cm	µS/cm	-	1.367	280	280	654	654	347	347	266	266	295	295	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Sulfamethoxazol	ng	ng	ng	ng	-	<0,10	0,00	1,30	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,004	<2,00	<0,04	<20,0	0,02	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
	Acetyl-Sulfamethoxazol	ng	ng	ng	ng	-	<0,40	<0,0008	<0,40	0,002	0,820	<0,002	<1,00	<0,004	<2,00	<0,04	<20,0	<0,0007	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
	Ciprofloxacin	ng	ng	ng	ng	-	<0,30	<0,0007	<0,30	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,02	<10,0	<0,20	<100	<0,03	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
	Erythromycin	ng	ng	ng	ng	-	<0,20	<0,0005	<0,20	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,02	<10,0	<0,20	<100	0,57	0,80	0,29	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	
	Carbamazepin	ng	ng	ng	ng	-	4,30	0,01	4,00	0,01	2,50	0,01	2,40	<0,004	<2,00	<0,04	<20,0	0,08	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
	Diclofenac	ng	ng	ng	ng	-	1.090	0,12	49,0	5,90	2.400	1,30	510	0,55	220	0,98	21,0	<2,00*	28,0	35,0	11,0	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	
	Phenazon	ng	ng	ng	ng	-	53,0	0,05	20,0	0,19	78	0,03	9,90	0,00	0,62	<0,002	<1,00	0,10	0,78	0,74	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
	Metoprolol	ng	ng	ng	ng	-	4.900	0,15	59,0	5,80	2.300	0,18	74,0	0,00	2,00	<0,04	<20,0	<20,0*	130	110	0,16	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	
	Atenolol	ng	ng	ng	ng	-	<2,00	<0,04	<2,00	<0,002	<0,90	<0,002	<0,90	<0,004	<2,00	<0,04	<20,0	<0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
	Propranolol	ng	ng	ng	ng	-	<0,20	<0,0004	<0,20	0,02	6,70	0,00	0,32	<0,0006	<0,20	<0,006	<2,00	0,03	0,02	0,01	<0,005	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
	Sotalol	ng	ng	ng	ng	-	228	0,76	307	0,05	22,00	0,02	9,30	<0,001	<0,40	<0,01	<4,00	<0,02	0,02	0,03	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	
	Acesulfam	ng	ng	ng	ng	-	5.240	0,52	209	7,50	3.000	2,30	930	0,11	47,0	0,08	32,0	3,00	7,30	2,80	0,48	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	
	1H-Benzotriazol	ng	ng	ng	ng	-	1.640	0,74	298	2,98	1.200	2,97	1.200	1,90	790	0,66	14,0	5,30	19,0	21,0	5,50	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	
	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol	ng	ng	ng	ng	-	106	0,04	17,0	0,68	270	1,00	420	0,10	41,0	<0,20	<100	1,00	8,70	12,0	0,31	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	
	Korrosionsschutzmittel	ng	ng	ng	ng	-	22,0	<9,0E-05	<0,037	0,001	0,37	0,00	0,71	<0,0014	<0,06	<0,014	<0,60	0,14	0,17	0,23	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	
	Estradioläquivalentkonzentration (EEQ)	ng	ng	ng	ng	-	260	<0,05	<20,0	1,20	400	6,00	120	<0,50	<20,0	<0,50	<20,0	3,23	1,25	6,03	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50		
	Oestrogen	ng	ng	ng	ng	-	6.690	0,25	100	5,00	50,0	8,90	20,0	<0,2	<10,0	<0,20	<10,0	<0,46	4,98	8,93	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	
	Duftstoff	ng	ng	ng	ng	-	<1,00	0,09	35,7	0,02	9,05	<0,00	<1,00	<0,00	<1,00	<0,00	<1,00	<0,00	<1,00	<0,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	
	Stimulant	ng	ng	ng	ng	-	0,89	0,000	0,04	0,03	12,0	0,02	9,50	0,001	0,33	<0,000	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
	Nährstoff	mg	mg	mg	mg	-	>24.192	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	
	Mikrobiologie	KBE/100 ml	KBE/100 ml	KBE/100 ml	KBE/100 ml	-	>24.192	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	
	Sonstige	mg	mg	mg	mg	-	0,01	4,90	0,023	9,40	0,01	3,50	0,002	0,77	0,001	0,44	27,0	48,0	72,0	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	
	TOC	mg	mg	mg	mg	-	0,02	6,19	0,05	17,8	0,02	9,77	0,01	2,17	<0,00	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	
	Kalium	mg	mg	mg	mg	-	0,00	0,40	0,01	2,00	0,00	0,40	<0,05	<0,20	<0,00	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	
	Norg	mg	mg	mg	mg	-	260	0,05	20,0	25,4	150	22,9	190	<0,50	<20,0	<0,50	<20,0	11,5	25,4	22,9	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	
	EDTA	ng	ng	ng	ng	-	3.600	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	
	NTA	ng	ng	ng	ng	-	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	
	Phosphor (Feststoff)	ng	ng	ng	ng	-	<40,0	<0,10	<40,0	<1,00	<40,0	<1,00	<40,0	<1,00	<40,0	<1,00	<40,0	<1,85	<1,00	<0,97	<0,99	<1,00	1.080.000	1.220.000	1.110.000	397.000	376.000	376.000	376.000	376.000	
	Triclosan	ng	ng	ng	ng	-	<20,0	<0,05	<20,0	1,20	50,0	1,00	40,0	0,700	40,0	1,70	320	<0,92	1,25	0,97	0,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
	TMDD	ng	ng	ng	ng	-	<0,02	<0,04	<0,02	0,00	0,72	0,00	0,06	<0,00	<0,02	<0,00	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Nährstoff	mg	mg	mg	mg	-	<0,04	<15,0	0,09	35,0	<0,04	<15,0	<0,04	<15,0	<0,04	<15,0	<0,04	<15,0	<0,04	<15,0	<0,04	<15,0	<0,04	<15,0	<0,04	<15,0	<0,04	<15,0	<0,04	<15,0	
	Nitrat	mg	mg	mg	mg	-	0,12																								

Anhang 62: Ergebnisse der Analytik am Standort Niederrhein-1 (HP), Probenahme vom 19.07.2016

		Niederrhein HP13 Neuss Fein- / Mittelsand (PN 19.07.2016)																					
Stand: 06.02.2018		Einheit		Bodeneluate					ASE-Extrakte					Boden (fest)									
Stoffgruppe	Parameter	Bodentiefe			0 - 10 cm		10 - 40 cm		40 - 100 cm		100 - 200 cm		200 - 260 cm		0 - 10 cm	10 - 40 cm	40 - 100 cm	100 - 200 cm	200 - 260 cm	10 - 40 cm	40 - 100 cm	100 - 200 cm	
		Bodeneluat	ASE-Extrakt	Boden (fest)	(g TS) ⁻¹	l ¹	(g TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹													
	Einwaage	g	g	g	500	500	500	500	500	500	500	500	500	21,50	37,83	40,10	40,47	39,23	0,37				
	Trockensubstanzgehalt	%	%	%	85,5	85,5	77,4	77,4	86,3	86,3	94,3	94,3	95,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Masse TS pro Liter	g	g	g	427	427	387	387	432	432	472	472	476	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,00	
Vor-Ort	pH	-	-	-	7,87	7,87	8,10	8,10	7,62	7,62	8,02	8,02	7,68	7,68									
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	µS/cm	234	234	625	625	99,0	99,0	43,0	43,0	36,0	36,0									
Antibiotika	Sulfamethoxazol				0,00	1,20	<0,002	<1,00	<0,08	<40,0	<0,08	<40,0	<0,08	<40,0	0,02	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05				
	Acetyl-Sulfamethoxazol				<0,0008	<0,40	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,0007	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05				
	Ciprofloxacin				<0,0007	<0,30	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,03	n.a.*	n.a.*	n.a.*	n.a.*				
	Erythromycin				<0,0005	<0,20	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,008	<0,1	<0,10	<0,10	<0,10				
Antiepileptikum	Carbamazepin				<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05				
	Schmerzmittel				0,01	3,60	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05				
Betablocker	Phenazon				<0,003	<1,00	<0,002	<0,09	<0,0002	<0,10	<0,0002	<0,10	<0,0002	<0,10	0,01	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001				
	Metoprolol				0,00	1,40	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,50*	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05				
	Atenolol				<0,004	<2,00	<0,002	<1,00	<0,0001	<0,05	0,0001	0,05	0,00	0,18	<0,003	<0,05	<0,0006	0,001	<0,0006				
	Sotalol				<0,0004	<0,20	<0,002	<1,00	<0,0002	<0,10	<0,0002	<0,10	<0,0002	<0,10	0,01	<0,05	<0,001	<0,001	<0,001				
Süßstoff	Proparanolol				0,78	335	<0,002	<1,00	<0,0001	<0,05	<0,0001	<0,05	<0,0001	<0,05	<0,02	<0,05	<0,001	<0,001	<0,001				
	Acesulfam				0,04	19,0	0,24	92,0	0,09	39,0	0,02	12,0	0,09	41,0	2,90	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10				
Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol				0,07	31,0	0,04	17,0	0,03	14,0	0,07	35,0	0,83	40,0	0,42	0,13	0,65	0,14	0,44				
	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol				0,03	12,0	<0,01	<5,00	0,02	6,70	0,05	25,0	0,08	36,0	<0,03	<0,05	0,30	<0,05	0,23				
Düfstoff	Ostrogen				<8,0E-05	<0,036	0,0001	0,03	<0,0003	<0,01	<0,0003	<0,01	<0,0003	<0,02	<0,74	<0,32	<0,30	<0,30	<0,30				
	Galaxolid				<0,05	<20,0	<0,05	<20,0	<0,05	<20,0	<0,04	<20,0	<0,04	<20,0	1,40	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50				
Nährstoff	Coffein				0,12	50,0	<0,03	<10,0	0,02	10,0	<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	<0,47	<0,30	<0,20	<0,20	<0,30				
	Nitrat	mg	mg	mg	0,01	2,91	0,003	1,32	0,005	1,96	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00									
Sonstige	Ammonium				<0,000	<0,02	0,0001	0,04	0,0002	0,08	0,0002	0,08	0,0001	0,06									
	Bor						0,0004	0,14	0,001	0,14	0,002	0,08	0,0024	0,09	33,0		<5,00	<5,00	<5,00				
Düfstoff	TOC				0,01	2,10	0,008	3,20	0,01	4,30	0,01	3,60	0,01	2,50									
	Kalium	mg	mg	mg	0,01	3,46	0,003	1,23	0,02	7,08	0,01	4,97	0,01	2,88								4,02	
Desinfektion	Norg				0,001	0,60	0,004	1,50	0,04	19,0	0,01	2,50	0,003	1,20									
	Tonalid				<0,05	<20,0	<0,05	<20,0	<0,04	<20,0	<0,04	<20,0	<0,04	<20,0	<0,93	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50				
Nährstoff	Phosphor (Feststoff)																					399,000	
	Triclosan	ng	ng	ng	<0,09	<40,0	<0,10	<40,0	<0,09	<40,0	<0,08	<40,0	<0,08	<40,0	<1,86	<1,10	<1,00	<1,00	<1,00				
Nährstoff	Tensid				<0,05	<20,0	<0,05	<20,0	0,12	50,0	0,08	40,0	0,04	20,0	<0,93	<0,50	1,20	1,00	1,30				
	Nitrit				<0,00	<0,02	0,00	0,02	0,0001	0,04	0,0001	0,04	<4,0E-05	<0,02									
Sonstige	CSB				<0,04	<15,0	0,07	27,0	0,79	340	0,08	36,0000	0,04	20,0									
	Sulfat				0,03	12,2	0,02	9,05	0,02	9,87	0,01	2,43	0,01	3,12									
	Chlorid						0,00	1,12	0,003	1,37	0,003	1,52	<0,002	<1,00									
	Natrium				0,02	6,38	0,01	2,86	0,01	5,38	0,01	2,82	0,01	3,24								<0,34	
	Pges				<70,2	<30,000	<258	<100,000	183	79,000	1,166	550,000	883	420,000									
	Cadmium				<0,47	<200	<0,52	<200	4,87	2,100	1,91	900	1,68	800								736	
	Chrom				9,57	4,000	2,58	1,000	248	107,000	76,3	36,000	77,8	37,000								32,700	
	Nickel				<4,68	<2,000	<5,17	<2,000	324	140,000	110	52,000	86,2	41,000									27,200
	Blei				<4,68	<2,000	<5,17	<2,000	380	164,000	182	86,000	156	74,000									20,900
	Zink				<23,4	<10,000	<25,9	<10,000	561	242,000	191	90,000	187	89,000									55,500
	Kupfer				6,70	2,800	<5,17	<2,000	348	150,000	134	63,000	124	59,000									24,600
	Zusatzparameter	Cadmium (Feststoff)																					0,69
Chrom (Feststoff)																						36,6	
Kupfer (Feststoff)																						14,5	
Kalium (Feststoff)																						6,180	
Natrium (Feststoff)																						< 583	
Nickel (Feststoff)																						24,1	
Blei (Feststoff)																						5,09	
Phosphor (Feststoff)																						315	
Zink (Feststoff)																						19,9	
Bor (Feststoff)																						12,0	
Borat (Feststoff)																						< 128	
Phosphat (Feststoff)																						967	
Matrixstörung	Metformin	ng	ng	ng	<0,06	<30,0	<0,12	<60,0						<3,00	<3,00							530	
	Guanylharnstoff				<0,10	<50,0	<0,20	<100							600	<5,00							

Anhang 63: Ergebnisse der Analytik am Standort Niederrhein-5 (HP), Probenahme vom 10.08.2016

		Niederrhein-5 Mittelstand (PN 10.08.2016)										
Stand: 06.02.2018		Einheit		Bodeneluate		ASE-Extrakte		Boden (fest)				
Stoffgruppe	Parameter	Bodentiefe			0 - 10 cm		10 - 40 cm		0 - 10 cm		10 - 40 cm	
		Bodeneluat	ASE-Extrakt	Boden (fest)	(g TS) ⁻¹	l ⁻¹	(g TS) ⁻¹	l ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹
	Einwaage	g	g	g	500	500	500	500	42,46	39,96	0,54	
	Trockensubstanzgehalt	%	%	%	88,7	88,7	87,6	87,6	-	-	-	
	Masse TS pro Liter	g	g	g	444	444	438	438	-	-	-	
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28,00	
Vor-Ort	pH	-	-	-	7,83	7,83	8,60	8,60				
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	µS/cm	181	181	216	216				
Antibiotika	Sulfamethoxazol				<0,0001	<0,05	<0,002	<1,00	0,02	<0,05		
	Acetyl-Sulfamethoxazol				0,002	0,89	<0,002	<1,00	<0,05	<0,05		
	Ciprofloxacin				<0,002	<0,80	<0,01	<5,00	<0,03			
	Erythromycin				0,004	1,60	<0,01	<5,00	<0,008	<0,10		
Antiepileptikum	Carbamazepin				0,004	1,90	<0,002	<1,00	0,02	<0,05		
	Schmerzmittel				0,02	11,0	<0,002	<1,00	<0,05	<0,05		
Betablocker	Diclofenac				<0,05	<25,0	<0,0002	<0,09	0,02	<0,002		
	Phenazon				0,01	3,10	<0,002	<1,00	<0,05	<0,05		
	Metoprolol				<0,02	<8,00	<0,002	<1,00	<0,003	<0,05		
	Atenolol	ng	ng	ng	0,11	51,0	<0,002	<1,00	<1,00**	<0,05		
Süßstoff	Propranolol				<0,02	<8,00	<0,002	<1,00	<0,02	<0,05		
	Sotalol				<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	0,08	<0,10		
Korrosionsschutzmittel	Acesulfam				0,04	19,0	0,08	33,0	<0,30	<0,05		
	1H-Benzotriazol				0,01	4,90	0,02	6,40	<0,03	0,16		
Östrogen	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol				0,001	0,28	0,0001	0,03	<0,50	<0,32		
	Duftstoff				<0,05	<20,0	<0,05	<20,0	2,59	<0,01		
Stimulant	Galaxolid				<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	<0,24	<0,01		
	Coffein				<0,00	<1,00	<0,002	<1,00				
Nährstoff	Nitrat	mg	mg	mg	0,0001	0,06	0,0004	0,18				
	Ammonium						0,001	0,24	12,0			
Sonstige	Bor						0,01	3,00				
	TOC						0,01	3,37			8,43	
	Kalium	mg	mg	mg			0,001	0,50				
	Norg											
Duftstoff	Tonalid				<0,05	<20,0	<0,05	<20,0	0,47	<0,01		
	Phosphor (Feststoff)										271,000	
Desinfektion	Triclosan	ng	ng	ng	<0,09	<40,0	<0,09	<40,0	<0,94	<0,03		
	Tensid				<0,05	<20,0	0,21	90,0	<0,47	<0,01		
Nährstoff	TMDD				<0,00	<0,02	<5,0E-05	<0,02				
	Nitrit											
Sonstige	CSB											
	Sulfat	mg	mg	mg			0,04	17,0				
	Chlorid						0,01	2,29				
	Natrium						0,03	11,6			0,73	
	Pges						274	120,000				
	Cadmium						<0,46	<200			646	
	Chrom						11,4	5,000			41,600	
	Nickel	ng	ng	ng			<4,57	<2,000			22,400	
	Blei						<4,57	<2,000			5,960	
	Zink						<22,8	<10,000			24,400	
	Kupfer						<4,57	<2,000			26,300	
	Cadmium (Feststoff)	-	-	-							0,65	1,585
	Chrom (Feststoff)	-	-	-							41,6	72,0
	Kupfer (Feststoff)	-	-	-							26,3	20,8
Kalium (Feststoff)	-	-	-							8,430	8,640	
Natrium (Feststoff)	-	-	-							732	< 570	
Nickel (Feststoff)	-	-	-							22,4	43,8	
Blei (Feststoff)	-	-	-							5,96	22,4	
Phosphor (Feststoff)	-	-	-							271	332	
Zink (Feststoff)	-	-	-							24,4	79,0	
Bor (Feststoff)	-	-	-							17,7	34,4	
Borat (Feststoff)	-	-	-							96,3	187	
Phosphat (Feststoff)	-	-	-							831	1,020	
Zusatzparameter	Metformin	ng	ng	ng	<0,06	<30,0			<3,00			
	Guanylarnstoff				<1,00	<50,0			<5,00			

Anhang 66: Ergebnisse der Analytik am Standort Niederrhein-2 (2, HP), Probenahme vom 18.05.2017

2018				Niederrhein (2) Mittel- / Feinsand (PN 18.05.2017)											
Parameter	Einheiten			Bodeneluat						ASE-Extrakte			Boden (fest)		
	Bodentiefe			0 - 10 cm		10 - 40 cm		40 - 100 cm		0 - 10 cm	10 - 40 cm	40 - 100 cm	0 - 10 cm	10 - 40 cm	40 - 100 cm
	Bodeneluat	ASE-Extrakt	Boden (fest)	(g TS) ⁻¹	r ¹	(g TS) ⁻¹	r ¹	(g TS) ⁻¹	r ¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹
Einwaage	g	g	g	500	500	500	500	500	500	40,01	39,99	40,13			
Trockensubstanzgehalt	%	%	%	96,1	96,1	95,7	95,7	95,6	95,6	-	-	-			
Masse TS pro Liter	g	g	g	481	481	478	478	478	478	-	-	-			
Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
pH	-	-	-	7,60	7,60	7,90	7,90	8,14	8,14						
Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	µS/cm	50,0	50,0	40,0	40,0	100	100						
Sulfamethoxazol				<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,05	<0,05	<0,05			
Acetyl-Sulfamethoxazol				<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,05	<0,05	<0,05			
Ciprofloxacin				<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<1,00	<1,00	<1,00			
Erythromycin				<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<2,00	<2,00	<2,00			
Carbamazepin				<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,05	<0,05	<0,05			
Diclofenac				0,01	5,50	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	0,06	0,05	<0,05			
Phenazon				0,002	1,10	0,002	0,71	0,002	0,90	<0,001	<0,001	<0,001			
Metoprolol				0,002	1,20	<0,002	<1,00	0,002	1,00	<0,05	<0,05	<0,05			
Atenolol				0,002	0,76	0,002	1,00	0,002	0,89	0,01	<0,002	<0,002			
Propranolol				0,0003	0,15	0,0003	0,14	0,0002	0,10	0,01	<0,003	0,004			
Sotalol				<0,0002	<0,12	<0,0002	<0,12	<0,0002	<0,12	0,005	0,001	0,004			
Acetulfam				<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	0,02	11,0	<0,1	<0,1	<0,1			
1H-Benzotriazol				0,24	110	0,14	69,0	0,27	130	0,76	0,44	0,51			
Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol				0,04	20,0	0,03	15,0	0,02	9,80	<0,05	<0,05	<0,05			
Estradioläquivalentkonzentration (EEQ)				0,001	0,64	<4,0E-05	<0,017	<4,0E-05	<0,017	<0,42	<0,42	<0,42			
Galaxolid				<0,04	<20,0	<0,04	<20,0	<0,04	<20,0	<12,5	<12,5	<12,5			
Coffein				<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	<0,02	<10,0	<5,00	<7,50	<4,98			
Nitrat				<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00			
Ammonium				<0,00	<0,020	0,00	0,04	0,00	0,03						
Bor				0,0002	0,10	0,0002	0,08	0,0002	0,08	<5,00	<5,00	5,80			
TOC				0,005	2,30	0,003	1,50	0,003	1,30						
Kalium				0,005	2,54	0,003	1,65	0,003	1,41						
Norg				0,002	0,80	0,001	0,30	0,001	0,50						
Tonalid				<0,04	<20,0	<0,04	<20,0	<0,04	<20,0	<12,5	<12,5	<12,5			
Phosphat gesamt				0,00	0,83	0,00	0,58	0,00	0,27						
Triclosan				<0,08	<40,0	<0,08	<40,0	<0,08	<40,0	<25,0	<25,0	<25,0			
TMDD				<0,04	<20,0	<0,04	<20,0	<0,04	<20,0	<12,5	<12,5	<12,5			
Nitrit				<0,00	<0,020	<0,00	<0,020	<0,00	<0,020						
Sulfat				<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	0,003	1,28						
Chlorid				<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00						
Natrium				0,003	1,23	0,002	0,85	0,002	1,17						
Cadmium				<0,42	<200	0,42	200	<0,42	<200						
Chrom				14,6	7,000	20,9	10,000	14,7	70,000						
Nickel				13,5	6,500	20,3	9,700	<4,18	<2,000						
Blei				37,5	18,000	23,0	11,000	<4,18	<2,000						
Zink				74,9	36,000	54,4	26,000	<20,9	<10,000						
Kupfer				19,8	9,500	13,6	6,500	<4,18	<2,000						
Cadmium (Feststoff)													0,343	0,379	0,475
Chrom (Feststoff)													12,80	16,90	20,70
Kupfer (Feststoff)													4,35	4,84	6,03
Kalium (Feststoff)													1,380	1,670	1,850
Natrium (Feststoff)													< 284	< 373	< 429
Nickel (Feststoff)													15,30	17,60	23,30
Blei (Feststoff)													5,99	5,32	6,15
Phosphor (Feststoff)													124	133	130
Zink (Feststoff)													19	20	22
Bor (Feststoff)													6,41	7,49	< 8,59
Borat (Feststoff)													< 62,5	< 82,0	< 94,5
Phosphat (Feststoff)													379	410	400
Metformin				<0,06	<30,0	<0,06	<30,0	0,42	200	10,0	<3,00	<3,00			
Guanylharnstoff				<0,10	<50,0	<0,10	<50,0	<0,10	<50,0	620	<5,00	<5,00			

Anhang 67: Ergebnisse der Analytik am Standort Bergisches Land-1 (HP), Probenahme vom 21.08.2017

		Bergisches Land-1 Lehmiger Schluff (PN 21.08.2017)																			
Stand: 06.02.2018		Einheiten				Bodenleuate				ASE-Extrakte				Boden (fest)							
Stoffgruppe	Parameter	Bodentiefe			Boden (fest)	0 - 10 cm		10 - 40 cm		40 - 100 cm		100 - 160 cm		0 - 10 cm		10 - 40 cm		40 - 100 cm		100 - 160 cm	
		Bodenleuat	ASE-Extrakt	Boden (fest)		(g TS) ⁻¹	l ¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹						
	Einwaage	g	g	g	500	500	500	500	500	500	500	500	39,87	39,70	40,36	39,35					
	Trockensubstanzgehalt	%	%	%	88,7	88,7	82,2	82,2	87,3	87,3	83,7	83,7	-	-	-	-					
	Masse TS pro Liter	g	g	g	444	444	411	411	437	437	418	418	-	-	-	-					
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Vor-Ort	pH	-	-	-	7,80	7,80	7,60	7,60	6,21	6,21	6,08	6,08									
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	µS/cm	156	156	204	204,0	70,0	70,0	81,0	81,0									
Antibiotika	Sulfamethoxazol				<0,002	<1,00	0,02	7,10	0,00	1,20	0,00	1,60	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05					
	Acetyl-Sulfamethoxazol				<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05					
	Ciprofloxacin				<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,02	<0,50	<0,02	<0,50	n.a.	n.a.	n.a.*	n.a.*					
	Erythromycin				<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,01	<5,00	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10					
Antiepileptikum	Carbamazepin				<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	0,003	1,20	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05					
	Schmerzmittel				<0,002	<1,00	0,02	6,50	0,00	1,50	0,02	7,40	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05					
Betablocker	Diclofenac				<8,0E-05	<0,04	<0,0008	<0,04	<0,0003	<0,10	<0,0003	<0,10	<0,001	<0,001	<0,004	<0,004					
	Phenazon				<0,002	<1,00	0,16	66,0	0,06	24,0	0,05	21,0	<0,05	0,66	0,12	0,04					
	Metoprolol				<0,002	<1,00	<0,0008	<0,40	0,01	2,70	<0,002	<1,00	<0,05	<0,05	0,02	<0,003					
	Atenolol				<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,0003	<0,20	<0,0003	<0,20	<0,05	<0,05	<0,003	<0,003					
Süßstoff	Propranolol				0,01	4,60	0,13	54,0	0,01	3,90	0,01	2,40	<0,05	<0,05	0,01	0,004					
	Sotalol				0,04	17,0	1,30	520	0,85	370	0,81	340	<0,10	1,80	3,40	9,40					
Korrosionsschutzmittel	Acesulfam				0,16	70,0	1,40	580	0,46	200	0,56	230	0,33	0,08	0,49	2,10					
	1H-Benzotriazol				0,02	9,10	0,10	41,0	0,04	15,0	0,12	51,0	0,14	<0,05	<0,20	0,75					
Ostrogen	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol				<5,0E-05	<0,023	<6,0E-05	<0,023	<2,0E-05	<0,0084	<2,0E-05	<0,0084	<0,60	1,30	<0,20	<0,20					
	Galaxolid				0,07	30,0	0,12	50,0	<0,05	<0,05	20,0	20,0	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50					
Dufstoff	Coffein				<0,02	<10,0	0,07	30,0	0,07	30,0	0,10	40,0	0,50	<0,30	<0,20	0,30					
	Nitrat				<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00	<0,002	<1,00									
Nährstoff	Ammonium	mg	mg	mg	0,0001	0,03	0,0001	0,05	0,0003	0,12	0,0008	0,35									
	Bor				0,0002	0,08	0,0002	0,063	0,0013	0,09	0,0010	0,079	<5,00	<5,00							
Sonstige	TOC				124	2,10	0,01	2,40	0,0034	1,50	0,0043	1,80									
	Kalium	mg	mg	mg			0,01	2,60	0,0041	1,79	0,0056	2,35									
Dufstoff	Norg				0,001	0,50	0,001	0,40	88,24	0,30	0,0060	2,50									
	Tonalid				<0,05	<20,0	0,07	30,0	<0,05	<20,0	<0,05	<20,0	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50					
Phosphat gesamt					0,001	0,26	<2,4E-05	<0,10													
	Triclosan				<0,09	<40,0	<0,10	<40,0	<0,09	<40,0	<0,10	<40,0	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00					
Desinfektion	Tensid				0,43	190	1,17	480	0,05	20,0	0,33	140	<0,50	<0,50	<0,50	1,30					
	TMDD				0,0001	0,04	0,0002	0,08	0,0001	0,04	0,0001	0,04									
Nährstoff	Nitrit				0,0001	0,04	0,0002	0,08	0,0001	0,04	0,0001	0,04									
	CSB				<0,04	<15,0	<0,03	<15,0	<0,03	<15	0,1	45									
Sulfat					0,01	5,39	0,03	10,6	0,01	5,5	0,02	6,6									
	Chlorid				0,003	1,16	0,01	2,26	0,01	2,6	0,01	3,4									
Natrium					0,01	3,10	0,01	4,49	0,01	4,6	0,01	4,6									
	Pges							< 75,59	< 33,000	< 78,90	< 33,000										
Cadmium					<0,50	<200	<0,50	<200	<0,46	< 200	< 0,48	< 200									
	Chrom				<2,40	<1,000	<2,40	<1,000	< 2,29	< 1,000	< 2,39	< 1,000									
Nickel					<4,90	<2,000	<4,90	<2,000	19,01	8,300	5,26	2,200									
	Blei				7,30	3,000	<4,90	<2,000	< 4,58	< 2,000	< 4,78	< 2,000									
Zink					<24,3	<10,000	<24,3	<10,000	< 22,91	< 10,000	< 23,91	< 10,000									
	Kupfer				10,9	4,500	<4,90	<2,000	19,24	8,400	47,82	20,000									
Sonstige	Cadmium (Feststoff)	-	-	-												0,952	0,829	1,018	0,832		
	Chrom (Feststoff)	-	-	-												32,70	36,70	66,50	68,20		
	Kupfer (Feststoff)	-	-	-												12,00	5,48	19,40	17,70		
	Kalium (Feststoff)	-	-	-												4,690	6,240	12,500	13,400		
	Natrium (Feststoff)	-	-	-												< 565	< 1,080	< 584	500		
	Nickel (Feststoff)	-	-	-												39,00	26,00	57,90	37,80		
	Blei (Feststoff)	-	-	-												34,70	< 4,31	17,90	17,60		
	Phosphor (Feststoff)	-	-	-												298	216	289	255		
	Zink (Feststoff)	-	-	-												92	38	66	93		
	Bor (Feststoff)	-	-	-												15,80	23,10	32,40	35,60		
	Borat (Feststoff)	-	-	-												< 124	< 237	176	194		
	Phosphat (Feststoff)	-	-	-												915	663	887	781		
	Zusatzparameter	Metformin	ng	ng	ng	<0,06	<30,0							<3,00							
Guanylharnstoff					<0,10	<50,0							<5,00								

*Matrixeffekte

Anhang 68: Ergebnisse der Analytik am Standort Sauerland-1 (HP), Probenahme vom 10.10.2017

Stand: 06.02.2018		Sauerland-1 Bestwig Feinsand (PN 10.10.2017)										
Stoffgruppe	Parameter	Einheiten			Bodeneluate		ASE-Extrakte		Boden (fest)			
		Bodentiefe			0 - 10 cm	10 - 40 cm	0 - 10 cm	10 - 40 cm	0 - 10 cm	10 - 40 cm		
		Bodeneluat	ASE-Extrakt	Boden (fest)	(g TS) ⁻¹	l ⁻¹	(g TS) ⁻¹	l ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(g TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹	(kg TS) ⁻¹
	Einwaage	g	g	g	500	500	500	500	37,38	35,33		
	Trockensubstanzgehalt	%	%	%	81,0	81,0	82,0	82,0	-	-		
	Masse TS pro Liter	g	g	g	405	405	410	410	-	-		
	Auffüllvolumen (Königswasseraufschluss)	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Vor-Ort	pH	-	-	-	7,77	7,77	7,87	7,87				
	Leitfähigkeit	µS/cm	µS/cm	µS/cm	425	425	520	520				
Antibiotika	Sulfamethoxazol				<0,002	<1,00	<0,004	<2,00	<0,05	<0,05		
	Acetyl-Sulfamethoxazol				<0,002	<1,00	<0,004	<2,00	<0,05	<0,05		
	Ciprofloxacin				<0,01	<5,00	<0,02	<5,00	n.a.**	n.a.**		
	Erythromycin				<0,01	<5,00	<0,02	<5,00	<0,05	<0,05		
Antiepileptikum	Carbamazepin				<0,002	<1,00	<0,004	<2,00	<0,004	<0,004		
	Phenazon				<0,0002	<0,10	<0,0004	<0,20	<0,002	<0,002		
Betablocker	Metoprolol	ng	ng	ng	<0,002	<1,00	<0,004	<2,00	0,005	<0,002		
	Atenolol				<0,002	<1,00	<0,004	<2,00	0,02	<0,003		
	Propranolol				0,00	0,12	0,001	0,36	0,01	<0,007		
	Sotalol				0,01	2,30	0,01	3,60	0,01	<0,002		
Stützstoff	Acesulfam				0,04	15,0	0,03	14,0	0,03	0,45		
	1H-Benzotriazol				0,15	60,0	0,10	40,0	0,26	2,10		
Korrosionsschutzmittel	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol				0,03	10,0	0,04	15,6	<0,13	1,50		
	Ostrogen				< 2,0E-05	<0,0084	< 2,0E-05	<0,0084	<0,20	<0,30		
Duftstoff	Galaxolid				0,12	50,0	0,20	80,0	<13,4	<17,0		
	Coffein				4,59	1,860	0,39	160	21,4	96,2		
Nährstoff	Nitrat	mg	mg	mg	0,006	2,49	< 0,002	< 1				
	Ammonium				0,0002	0,07	0,0001	0,05				
Sonstige	Bor				0,0002	0,10	0,0001	0,06	13,0	11,0		
	TOC				0,006	2,40	0,0046	1,90				
	Kalium	mg	mg	mg	0,010	3,97	0,010	4,04				
	Norg				0,001	0,40	0,002	1,00				
Duftstoff	Tonalid				0,12	50,0	0,12	50,0	<13,4	<17,0		
	Triclosan	ng	ng	ng	<0,10	<40,0	<0,10	<40,0	<26,8	<31,1		
Tensid	TMDD				1,01	410	1,05	430	<13,4	<144		
	Nitrit				< 5,0E-05	< 0,02	< 5,0E-05	< 0,02				
Sonstige	CSB				< 0,04	< 15	0,07	28,0				
	Sulfat	mg	mg	mg	0,02	7,3	0,01	3,4				
	Chlorid				0,02	8,6	0,01	6,0				
	Natrium				0,16	63,7	0,08	33,2				
	Pges				814,41	330.000	2.927	1,E+06				
	Cadmium				< 0,49	< 200	0,98	400				
	Chrom				9,87	4.000	7,32	3.000				
	Nickel				6,91	2.800	7,07	2.900				
	Blei				7,40	3.000	80,5	33.000				
	Zink				< 24,7	< 10.000	183	75.000				
	Kupfer				18,0	7.300	39,0	16.000				
	Cadmium (Feststoff)										1,793	11,590
	Chrom (Feststoff)										25,0	39,6
	Kupfer (Feststoff)										44,8	56,4
	Kalium (Feststoff)										815	878
	Natrium (Feststoff)										655	565
Nickel (Feststoff)										51,9	63,6	
Blei (Feststoff)										54,2	86,1	
Phosphor (Feststoff)										763	988	
Zink (Feststoff)										135	215	
Bor (Feststoff)										< 5,74	< 6,16	
Borat (Feststoff)										< 63,1	< 67,8	
Phosphat (Feststoff)										2,340	3,030	

* Eluat 1:1 verdünnt

**Matrixeffekte

Anhang 69: Messergebnisse der organischen Parameter im Bodeneluat [ng/l], aufgeschlüsselt nach der Beprobungstiefe je Standort

Tabelle 1 von 3: Ergebnisse der Standorte VP 1 (Detmold) bis VP 10 (Lage); Ergebnisse, welche die stoffspezifischen Beurteilungswerte im Eluat überschreiten (Angabe der BW im Tabellenkopf, grau), sind in der Tabelle farbig hinterlegt.

Standorte	Beprobungstiefe [cm]	Schadensart	Sulfamethoxazol	Ciprofloxacin	Carbamazepin	Diclofenac	Metoprolol	Atenolol	Sotalol	Galaxolid	Tonalid	Triclosan	Metformin	Estradiol-äquivalentkonzentration (EEQ)	17β-Estradiol (E2)	Acesulfam	1H-Benzotriazol	Summe 4-/5-Methyl-1H-Benzotriazol	Coffein
			Beurteilungswerte [ng/l]																
			100	100	300	300	100	100	100	100	100	20,0	1.000	0,40	0,40	10.000	3.000	3.000	10.000
			Eluat-Konzentrationen [ng/l]																
(VP 1) Detmold	0 - 10 cm	Rohrbruch	1,10	110	12,0	97,9	74,9	<2,60	<1,74	<20,0					<2,00	75,0	290	<1,00	50,0
	10 - 40 cm		5,01	<6,02	36,1	21,0	5,71	<2,58	<1,72	<20,0					<2,00	12,0	620	1,900	<10,0
	40 - 100 cm		2,31	<6,23	60,3	3,92	0,00	<2,67	<1,78	<20,0					<2,00	<10,0	500	1,700	<10,0
(VP 2) Herford	0 - 10 cm	Rohrbruch in Sohle	110	<0,20	0,12	6,20	0,23	<0,70	<0,70	50,0					<3,00	770	170	8,00	70,0
	10 - 40 cm		<0,22	<0,20	0,08	1,10	0,14	<0,70	<0,70	50,0					<17,0	28,0	120	<3,00	30,0
	40 - 100 cm		<0,22	<0,20	0,12	4,40	0,11	<0,70	<0,70	40,0					<4,00	<10,0	54,0	<3,00	40,0
(VP 3) Paderborn	0 - 10 cm	Scherbenbildg., Riss am Übergang PVC-Stzlg.	<1,00	11,0	<2,00	39,0	<30,0	<9,00	59,0	30,0					<10,0	3.500	12,0	210	<10,0
(VP 4) Dörentrup 1	0 - 10 cm	Querriss, 2mm	<1,00	<900	<2,00	4,10	7,20	<40,0	<60,0	30,0					<10,0	<2.000	210	41,0	10,0
(VP 5) Espelkamp	0 - 10 cm	Rohrbruch, ohne fehlende Teile	173	<5,00	1,40	202	6,10	<4,00	<3,10	240					<0,09	38,0	105	<1,00	40,0
	10 - 40 cm		676	<5,00	1,30	158	2,00	<4,00	<3,10	40,0					<0,09	18,0	109	135	30,0
	40 - 100 cm		54,0	<5,00	0,35	46,0	0,37	<4,00	<3,10	50,0					<0,09	26,0	41,0	282	230
(VP 6) Rahden	0 - 10 cm	vertikaler Versatz, 2 cm	0,98	50,0	1,90	0,99	<0,04	<4,00	<10,0	<20,0					<0,09	<25,0	5,80	4,00	120
	10 - 40 cm		<0,05	<50,0	<0,20	0,66	<0,04	<4,00	<10,0	<20,0					<0,09	<25,0	12,0	258	<10,0
	40 - 100 cm		<0,05	<50,0	<0,20	0,21	<0,04	<4,00	<10,0	<20,0					<0,09	<25,0	8,20	38,0	20,0
	100-200 cm		1,50	<50,0	<0,20	0,31	<0,04	<4,00	<10,0	<20,0					<0,09	<25,0	13,0	177	<10,0
(VP 7) Lemgo 1	0 - 10 cm	Scherbenbildg., 2 mm, Wurzel-einwuchs	5,00	<50,0	<0,20	2,30	181	<2,00	327	<20,0					<0,09	22,0	1.440	35,0	150
(VP 8) Dörentrup 2	0 - 10 cm	Riss/Scherbe, Rohrbruch im Verb.bereich	34,0	<5,00	<1,00	<1,30	<1,00	<4,00	<1,00	<20,0					<0,09	210	28,0	8,70	<10,0
	10 - 40 cm		<1,00	<5,00	<1,00	17,0	<1,00	<4,00	<1,00	<20,0					<0,09	19,0	32,0	88,0	30,0
	40 - 100 cm		<1,00	<5,00	<1,00	<1,30	<1,00	<4,00	<1,00	<20,0					<0,09	<10,0	36,0	22,0	<10,0
	100-200 cm		<1,00	<5,00	<1,00	<1,30	<1,00	<4,00	38,0	<20,0					<0,09	<10,0	18,0	<0,90	<10,0
(VP 9) Lemgo 2	0 - 10 cm	vertikaler Versatz, 1 cm	62,0	<5,00	0,00	4,10	<1,00	<4,00	<1,00	<20,0					<0,09	320	260	<0,93	70,0
	10 - 40 cm		660	<5,00	7,80	<1,00	<1,00	<4,00	<1,00	<20,0					<0,09	470	280	6,10	40,0
	40 - 100 cm		300	<5,00	5,70	<1,00	<1,00	<4,00	<1,00	<20,0					<0,09	500	160	<0,93	<10,0
(VP 10) Lage	0 - 10 cm	Scherbenbildung	1,40	<5,00	<1,00	2,00	<1,00	<6,00	<20,0	40,0					<0,09	1.500	490	4.700	<10,0
	10 - 40 cm		0,90	<5,00	<1,00	6,80	<1,00	<6,00	<20,0	40,0					<0,09	1.400	780	3.700	10,0
	40 - 100 cm		<1,00	<5,00	<1,00	<1,00	<1,00	<6,00	<20,0	<20,0					<0,09	6.200	750	170	<10,0

Tabelle 2 von 3: Ergebnisse der Standorte HP 1 bis HP 10; Ergebnisse, welche die stoffspezifischen Beurteilungswerte im Eluat überschreiten (Angabe der BW im Tabellenkopf, grau), sind in der Tabelle farbig hinterlegt.

Standorte	Beprobungstiefe [cm]	Schadensart	Sulfa-methoxazol	Cipro-floxacin	Carbama-zepin	Diclofenac	Metoprolol	Atenolol	Sotalol	Galaxolid	Tonalid	Triclosan	Metformin	Estradiol-äquivalentkonzentration (EEQ)	17β-Estradiol (E2)	Acesulfam	1H-Benzotriazol	Summe 4-/5-Methyl-1H-Benzotriazol	Coffein
			Beurteilungswerte [ng/l]																
			100	100	300	300	100	100	100	100	100	20,0	1.000	0,40	0,40	10.000	3.000	3.000	10.000
			Eluat-Konzentrationen [ng/l]																
(HP1) Münsterland-3	0 - 10 cm	Riss	<1,00	<5,00	<1,00	1,70	<1,00	<10,0	<10,0					0,06		<100	350	5,4	
	10 - 40 cm		<1,00	9,60	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<20,0	<20,0	<40,0	<30,0	<0,023		<9,00	77,0	200	<10,0
(HP2) Münsterland-2	0 - 10 cm	Riss/Loch Boden sichtbar	1,10	<200	1,40	460	1,30	<3,00	<1,00	190	50,0	<40,0		0,02		360	670	590	220
	10 - 40 cm		0,88		9,40	150	2,20	<3,00	<1,00	60,0	20,0	<40,0				3.600	320	48,0	30,0
	40 - 100 cm		<0,20	<200	6,50	68,0	0,71	<3,00	<1,00	40,0	<20,0	<40,0				<10,0	190	29,0	30,0
(HP3) Siegerland-1	0 - 10 cm	Wurzel-einwuchs	<0,20	<200	6,10	57,0	3,00	<3,00	<1,00	420	120	40,0		0,02		3.900	170	14,0	1.690
(HP4) Mülheimbiet-3	0 - 10 cm	undichter Rev.schacht	<1,00	<900	6,00	44,0	<0,40	<40,0	<60,0							<10,0	400	29,0	
	10 - 40 cm		<1,00	14,0	11,0	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	20,0	<20,0	<40,0	<30,0	<0,035		590	140	16,0	<10,0
(HP5) Niederrhein-3	0 - 10 cm	Loch, Wurzel-einwuchs	27,0	<37,0	<4,00*	<0,10	<1,00	134	361	<20,0	<20,0	<40,0		<0,01		<9,00	235	14,0	<10,0
	10 - 40 cm		12,0	<10,0	<2,00	<36,0	2,60	<2.200	<2,00	<20,0	<20,0	<40,0		<0,04		240	96,0	<10,0	<10,0
	40 - 100 cm		<1,00	<5,00	<1,00	<18,0	<1,00	<1.100	<1,00	<20,0	<20,0	<40,0		<0,04		1.200	150	47,0	<10,0
(HP6) Ruhrgebiet-1	0 - 10 cm	Rohrbruch, Scherben-bildung	<0,12	n.b.	32.442	36,0	2.607	34,0	2.425	120	30,0	<40,0		0,15		321	850	35,0	30,0
	10 - 40 cm		<1,00	<5,00	6.100	50,0	1.300	<3,00	880	160	40,0	220		0,49		790	1.000	29,0	20,0
	40 - 100 cm		<1,00	<5,00	3.500	52,0	190	<3,00	1.200	<100	<100	<200		0,31		760	1.100	69,0	<50,0
(HP7) Münsterland-1	0 - 10 cm	Rohrbruch	0,93	<2,00	16,0	44,0	683	<1,00	<9,00	250	40,0	<40,0		<0,027		83,0	100	303	150
	10 - 40 cm		1,80	<5,00	1,40	17,0	590	<1,00	<8,00	20,0	<20,0	<200		0,06		700	33,0	50,0	60,0
	40 - 100 cm		<1,00	<5,00	<1,00	6,00	88,0	<1,00	<8,00	20,0	<20,0	<200		<7,00		1.300	100	30,0	60,0
	100 - 200 cm		<1,00	<5,00	<1,00	17,0	120	<1,00	<8,00	20,0	<20,0	<200		0,37		190	58,0	73,0	360
	200 - 300 cm		<1,00	<5,00	<1,00	4,50	63,0	<1,00	<8,00	<20,0	<20,0	90,0		0,07		180	58,0	380	190
(HP8) Eifel-1	0 - 10 cm	Riss	4,60	<3,00	17,0	35,0	3,42	<9,90	(124)*	30,0	<20,0	<40,0		<0,027		25,0	57,0	61,0	200
	10 - 40 cm		6,40	<10,0	9,40	44,0	2,00	<2,00	820	<20,0	<20,0	<40,0		<0,08		65,0	56,0	56,0	<10,0
	40 - 100 cm		34,0	<5,00	9,20	140	<1,00	<0,90	15,0	<20,0	<20,0	<40,0		<0,025		240	36,0	<5,00	<10,0
(HP9) Niederrhein-6	300 - 400 cm	Anschlussk.abgesackt	<0,10	<2,00	4,00	28,0	4,60	<9,00	<1,00	<20,0	<20,0	<40,0		0,18		<50,0	98,0	243	30,0
(HP10) Sankt-Augustin	0 - 10 cm	Riss	9,00	<5,00	2,10	1,90	<0,05	<5,00	<0,60	<20,0	<20,0	<40,0		<0,029		83,0	1.240	96,0	90,0
	10 - 40 cm		<1,00	<25,0	<1,00	11,0	4,20	<3,00	1,90	30,0	<20,0	<40,0		<0,02		<10,0	35,0	<5,00	20,0
	40 - 100 cm		<1,00	<25,0	<1,00	9,20	<1,00	<3,00	<1,00	<20,0	<20,0	<40,0		<0,02		12,0	57,0	7,90	50,0
	100 - 200 cm		<1,00	<25,0	<1,00	0,87	<1,00	<3,00	<1,00	<20,0	<20,0	<40,0		<0,02		<10,0	43,0	28,0	50,0
	200 - 250 cm		<1,00	<25,0	<1,00	<1,00	<1,00	<3,00	<1,00	<20,0	<20,0	<40,0		<0,02		<10,0	20,0	29,0	20,0

Tabelle 3 von 3: Ergebnisse der Standorte HP 11 bis HP 19; Ergebnisse, welche die stoffspezifischen Beurteilungswerte im Eluat überschreiten (Angabe der BW im Tabellenkopf, grau), sind in der Tabelle farbig hinterlegt.

Standorte	Beprobungstiefe [cm]	Schadensart	Sulfamethoxazol	Ciprofloxacin	Carbamazepin	Diclofenac	Metoprolol	Atenolol	Sotalol	Galaxolid	Tonalid	Triclosan	Metformin	Estradiol-äquivalentkonzentration (EEQ)	17β-Estradiol (E2)	Acesulfam	1H-Benzotriazol	Summe 4-/5-Methyl-1H-Benzotriazol	Coffein
			Beurteilungswerte [ng/l]																
			100	100	300	300	100	100	100	100	100	100	20,0	1.000	0,40	0,40	10.000	3.000	3.000
			Eluat-Konzentrationen [ng/l]																
(HP 11) Kerpen-Niederhein-2	0 - 10 cm	Loch, undichter Anschluss	0,17	<1,00	<0,20	1,70	<0,05	<5,00	<0,60	<20,0	<20,0	<40,0		<0,036		<25,0	78,0	<0,80	50,0
	10 - 40 cm		<1,00	<5,00	<1,00	12,0	<1,00	<1,00	<1,00	<20,0	<20,0	<40,0	<60,0	0,02		<10,0	73,0	31,0	40,0
	40 - 100 cm		<3,00	<10,0	<1,00	20,0	<1,00	<0,10	<0,30	<20,0	<20,0	<40,0		<0,008		60,0	14,0	10,0	20,0
(HP 12) Herne-Ruhrgebiet-2	0 - 10 cm	Rohrbruch/Scherbenbildung	1,30	<0,30	4,00	49,0	59,0	<2,00	307	<20,0	20,0	<40,0	240	<0,037		209	298	17,0	100
	10 - 40 cm		<1,00	<5,00	2,50	2.400	2.300	<0,90	22,0	400	150	<40,0	4.500	0,37		3.000	1.200	270	50,0
	40 - 100 cm		<1,00	<5,00	2,40	510	74,0	<0,90	9,30	120	190	<40,0	1.600	0,71		930	1.200	420	20,0
	100 - 200 cm		<2,00	<10,0	<2,00	220	2,00	<2,00	<0,40	<20,0	<20,0	<40,0	36,0	<0,06		47,0	790	41,0	<10,0
	200 - 230 cm		<20,0	<100	<20,0	21,0	<20,0	<20,0	<4,00	<20,0	<20,0	<40,0	240	<0,60		32,0	14,0	<100	<10,0
(HP 13) Neuss-Niederhein-1	0 - 10 cm	undichte Muffenverbindung	1,20	<0,30	<1,00	3,60	1,40	<2,00	335	<20,0	<20,0	<40,0	<30,0	<0,036		19,0	31,0	12,0	50,0
	10 - 40 cm		<1,00	<5,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<20,0	<20,0	<40,0	<60,0	0,03		92,0	17,0	<5,00	<10,0
	40 - 100 cm		<40,0	<5,00	<1,00	<1,00	<1,00	<0,05	<0,05	<20,0	<20,0	<40,0		<0,01		39,0	14,0	6,70	10,0
	100 - 200 cm		<40,0	<5,00	<1,00	<1,00	<1,00	0,05	<0,05	<20,0	<20,0	<40,0		<0,01		12,0	35,0	25,0	<10,0
	200 - 260 cm		<40,0	<5,00	<1,00	<1,00	<1,00	0,18	<0,05	<20,0	<20,0	<40,0		<0,02		41,0	400	36,0	<10,0
(HP 14) Meckenheim-Niederhein-5	0 - 10 cm	defekte Muffe, Riss	<0,05	<0,80	1,90	11,0	3,10	<8,00	<8,00	<20,0	<20,0	<40,0	<30,0	0,28		<10,0	19,0	4,90	<10,0
	10 - 40 cm		<1,00	<5,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<20,0	<20,0	<40,0		0,03		<10,0	33,0	6,40	<10,0
(HP 15) Lemgo 3	0 - 10 cm	vertikaler Versatz (2 cm)	<1,00	<5,00	<1,00	4,70	<1,00	<4,20*	<1,00	<20,0	<20,0	<40,0	<30,0	<0,03*		<10,0	37,0	5,0	10,0
	10 - 40 cm		<1,00	14,0	<1,00	<1,00	<1,00	<0,70	<0,30	<20,0	<20,0	<40,0	<30,0	<0,019		<10,0	41,0	11,0	10,0
	40 - 100 cm		9,30	<20,0	<1,00	<1,00	<1,00	<0,10	<0,30	<20,0	<20,0	<40,0		<0,01		220	160	57,0	<10,0
	100 - 200 cm		<5,00	<20,0	<1,00	<1,00	<1,00	<0,10	<0,30	<20,0	<20,0	<40,0		<0,01		110	460	42,0	<10,0
	200 - 280 cm		<5,00	<20,0	<1,00	<1,00	<1,00	<0,10	<0,30	<20,0	<20,0	<40,0		<0,01		20,0	140	<5,00	70,0
(HP 16) Lemgo 4	0 - 10 cm	vertikaler Versatz in der Sohle	<1,00	<5,00	<1,00	4,00	2,40	<9,00*	<9,00*	<20,0	<20,0	<40,0	<30,0	<0,03*		<10,0	45,0	<5,00	20,0
	10 - 40 cm		0,95	<5,00	<1,00	4,70	<1,00	<11	<0,58	<20,0	<20,0	<40,0	<30,0	<0,014		<10,0	45,0	30,0	<10,0
	40 - 100 cm		<2,00	<10,0	1,90	<2,00	<2,00	<0,20	<1,00	<20,0	<20,0	<40,0		<0,02		<20,0	28,0	<10,0	10,0
	100 - 200 cm		<1,00	<5,00	<1,00	<1,00	<1,00	<0,10	<1,00	<20,0	<20,0	<40,0		<0,01		<10,0	47,0	6,90	<10,0
	200 - 250 cm		<2,00	<10,0	<2,00	<2,00	<2,00	<0,20	<1,00	<20,0	<20,0	<40,0		<0,02		<20,0	6,60	14,0	30,0
(HP 17) Kerpen-Niederhein-2 (2)	0 - 10 cm	einragendes Dichtungsmaterial	<1,00	<5,00	<1,00	5,50	1,20	0,76	<0,12	<20,0	<20,0	<40,0	<30,0	0,64		<10,0	110	20,0	<10,0
	10 - 40 cm		<1,00	<5,00	<1,00	<1,00	<1,00	1,00	<0,12	<20,0	<20,0	<40,0	<30,0	<0,017		<10,0	69,0	15,0	<10,0
	40 - 100 cm		<1,00	<5,00	<1,00	<1,00	1,00	0,89	<0,12	<20,0	<20,0	<40,0	200	<0,017		11,0	130	9,80	<10,0
(HP 18) Overath-Brombach Land-1	0 - 10 cm	Altschaden (?), ummantelt	<1,00	<5,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	4,60	30,0	<20,0	<40,0	<30,0	<0,023		17,0	70,0	9,10	<10,0
	10 - 40 cm		7,10	<5,00	<1,00	6,50	66,0	<0,40	54,0	50,0	30,0	<40,0		<0,023		520	580	41,0	30,0
	40 - 100 cm		1,20	<0,50	<1,00	1,50	24,0	2,70	3,90	<20,0	<20,0	<40,0		<0,0084		370	200	15,0	30,0
	100 - 160 cm		1,60	<0,50	1,20	7,40	21,0	<1,00	2,40	20,0	<20,0	<40,0		<0,0084		340	230	51,0	40,0
(HP 19) Sauerland-1	0 - 10 cm	undichte Muffe	<1,00	<5,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	2,30	50,0	50,0	<40,0		<0,0084		15,0	60,0	10,0	1.860
	10 - 40 cm		<2,00	<5,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	3,60	80,0	50,0	<40,0		<0,0084		14,0	40,0	15,6	160

Anhang 70: Probenahmeprotokoll der Grundwasserbeprobung im Projektteil A, Standort Münsterland-3 (HP), Probenahme vom 16.06.2015

Probenahmeprotokoll Grundwasser

geo_id

Ingenieurbüro
 Umwelt- Bau- und
 Geotechnik

Grunddaten:											
Projektbezeichnung / Ort: <u>428-75 Kynckelberg</u>	Probennehmer: _____										
Bezeichnung d. Entnahmestelle/Probe: <u>Rotenstprobe</u>	R-/H-Wert: _____										
Datum: <u>16.6.2015</u>	Witterung: <u>Sonnig</u>										
Ausbau der Entnahmestelle:											
Höhe POK (m): _____	Rohr-/Schachtdurchmesser: _____										
Höhe GOK (m): <u>22,13</u>	Tiefe der Messstelle (m unter POK): <u>150</u>										
Ausbau/Material: _____	Filterlage (von... bis... m unter POK): _____										
Wasserspiegel m unter POK: <u>22,13</u>											
In Ruhe vor dem Abpumpen: _____											
Während des Pumpbetriebes:	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>2 min</td> <td>5 min</td> <td>10 min</td> <td>...min</td> <td>...min</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	2 min	5 min	10 min	...min	...min					
2 min	5 min	10 min	...min	...min							
Vor der Probenahme: _____	Nach der Probenahme: _____										
Probenahmebedingungen:											
Probenahmegerät: <u>Handpumpe</u>	Beginn (Uhrzeit), Ende (Uhrzeit): <u>11:01</u>										
Entnahmetiefe (m u. POK): _____	Förderzeit vor der Probenahme: _____										
Förderleistung (l/s): _____	Gesamtfördervolumen (m ³): _____										
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser:											
Färbung: <input checked="" type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> braun	Geruch: <input type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> modrig <input type="checkbox"/> faulig (H ₂ S) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> Teer <input type="checkbox"/> Mineralöl.										
Trübung: <input checked="" type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark											
Sonst. Auffälligkeiten: _____	Bodensatz: <input type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> geringfügig <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> viel										
Messung der Vor-Ort-Parameter:											
Lufttemperatur (°C): <u>13°</u>	Elektr. Leitfähigkeit (µS/cm): <u>76</u>										
Wassertemperatur (°C): <u>12,1</u>	O ₂ -Gehalt (mg/l): <u>2,5</u>										
pH-Wert: <u>7,20</u>	Redox-Spannung (mV): <u>214mV; -56,2</u>										
Probentransport:											
Anzahl der Proben: <u>4</u>	Probenübergabe an das Labor: <u>16.6.2015</u>										
Probentransport: <u>Kühler</u>	Unterschrift Probennehmer: _____										
Probenkonservierung/-stabilisierung: <u>ja (1x)</u>											

FD-07-01 Probenahmeprotokoll (DW) 2013-409 Bayerisches LG

Hinweis: Umrechnung auf Normal-Wasserstoffaktivität

Anhang 71: Probenahmeprotokoll der Sickerwasserbeprobung im Projektteil A, Standort Münsterland-3 (HP), Probenahme vom 16.06.2015

Probenahmeprotokoll Sickerwasser

geo_id
 Ingenieurbüro
 Umwelt-, Bau- und
 Technik

Grunddaten:	
Projektbezeichnung / Ort: <u>YES-A /</u>	Probennehmer: <u></u>
Bezeichnung der Probe: <u>(Schicht)</u>	Datum / Uhrzeit: <u>16.06.15/12.00</u>
Probenahmestelle:	
Art der Entnahmestelle:	Bezeichnung d. Entnahmestelle:
Wasserstand in g, Messstelle:	Tiefe d. Messstelle:
weitere Angaben zur Messstelle: <u>Schicht aus Schluff / Bogenkante</u>	
Angaben zur Probenahme:	
Probenahmegerät: <u>Schöpfjohr</u>	
Probenahmeart (Einzel-, Misch-, Durchschnittsprobe):	
Entnahmetiefe: <u>ca. 0,1 - 0,2m unter Gelände</u>	
Wahrnehmungen am Sickerwasser:	
<u>Färbung:</u> <input type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> stark	<u>Geruch:</u> <input type="checkbox"/> ohne <input checked="" type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
<input type="checkbox"/> weiß <input checked="" type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> grün (<u>braun</u>)	<input type="checkbox"/> erdig <input checked="" type="checkbox"/> modrig <input type="checkbox"/> faulig (H ₂ S) <input type="checkbox"/> aromatisch
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> Teer <input type="checkbox"/> Mineralöl
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<u>Turbung:</u> <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> stark	<u>Bodensatz:</u> <input type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> geringfügig <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> viel
<u>Ausgasung:</u>	<u>Schwimmstoffe:</u>
<u>Ausfällung:</u>	<u>Schaumbildung:</u>
<u>Sonstiges:</u>	
Messung der Vor-Ort-Parameter:	
Lufttemperatur (°C): <u>16</u>	Elektr. Leitfähigkeit (µS/cm):
Wassertemperatur (°C): <u>15</u>	Dr.-Gehalt (mg/l):
pH-Wert:	Redox-Spannung (mV) = 214mV
Witterungsverhältnisse:	
am Entnahmetag: <u>bewölkt</u>	am Vortag:
Niederschlag: <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein	Niederschlag: <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein
Probentransport:	
Anzahl der Proben: <u>2</u>	Probenübergabe an das Labor: <u>16.06.15</u>
Probentransport: <u>glatte</u>	Unterschrift Probennehmer: <u></u>
Probenkonservierung/-stabilisierung: <u>✓</u>	

FD-075-13, Probenahmeprotokoll Sickerwasser (01.1.99) (Vergleichsstand 1)

Umwelt- Messungen auf dem Bau- Wasserstoffspektrum

Anhang 72: Probenahmeprotokoll der Sickerwasserbeprobung im Projektteil A, Standort Münsterland-2 (HP), Probenahme vom 01.09.2015

Probenahmeprotokoll Sickerwasser

geo_ id

Ingenieurbüro Dr. Ingrid
 Umwelt-, Bau- und
 Geotechnik

Grunddaten:	
Projektbezeichnung / Ort: [redacted]	Probennehmer: [redacted]
Bezeichnung der Probe: [redacted]	Datum / Uhrzeit: 01.09.2015
Probenahmestelle:	
Art der Entnahmestelle: Infiltrations (HP)	Bezeichnung d. Entnahmestelle: [redacted]
Wasserstand in d. Messstelle: 24 cm ± 25	Tiefe d. Messstelle: ca. 1,2 m ± 0,2
weitere Angaben zur Messstelle: Ca = R5	
Angaben zur Probenahme:	
Probenahmegerät: Infiltrationspumpe	
Probenahmeort (Einzel-, Misch-, Durchschnittsprobe): Mischprobe	
Entnahmetiefe: 0,5 - 1,2 m	
Wahrnehmungen am Sickerwasser:	
Färbung: <input type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> schwach <input checked="" type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input checked="" type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> grün <input checked="" type="checkbox"/> braun <input type="checkbox"/>	Geruch: <input type="checkbox"/> ohne <input checked="" type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark <input checked="" type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> faulig (H ₂ S) <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> Teer <input type="checkbox"/> Mineralöl <input type="checkbox"/>
Trübung: <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> stark Ausgasung: Ausfällung: Sonstiges: ✓	Bodensatz: <input type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> geringfügig <input checked="" type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> viel Schwimmstoffe: Schaumbildung: ✓
Messung der Vor-Ort-Parameter:	
Lufttemperatur (°C): 23°C	Elektr. Leitfähigkeit (µS/cm): 517
Wassertemperatur (°C): 12,3	O ₂ -Gehalt (mg/l): /
pH-Wert: 7,06	Redox-Spannung (mV) = 214mV: ✓
Witterungsverhältnisse:	
am Entnahmetag: Sonnig	am Vortag: Sonnig, Regen
Niederschlag: <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein	Niederschlag: <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein
Probentransport:	
Anzahl der Proben: 12	Probenübergabe an das Labor: 02.09.15
Probentransport: [redacted]	Unterschrift Probennehmer: [redacted]
Probenkonservierung/-stabilisierung: /	

ID: 075-16_Probenahmeprotokoll_Sickerwasser-2015-091 - Ressourcennr. 1

Hinweis: Umrechnung auf Normal-Wasserstoffleitfähigkeit

Anhang 73: Probenahmeprotokolle der Grundwasserbeprobungen im Projektteil A, Standort Niederrhein-3 (HP), Probenahme vom 22.03.2016

Probenahmeprotokoll Grundwasser

geo_id

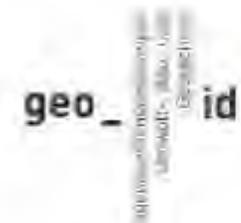
Probenahmeprotokoll
 Umwelt, Staat und
 Geotechnik

Grunddaten:											
Projektbezeichnung / Ort: 428-15 / ...	Probennehmer: [Redacted]										
Bezeichnung d. Entnahmestelle/Probe: SWF 32 01/00 200	Fl / H-Wert:										
Datum: 22.3.16	Witterung: bewölkt										
Ausbau der Entnahmestelle:											
Höhe POK (m.u.M): 25,32	Rohr-/Schachtdurchmesser: DN 125										
Höhe GOK (m.u.M): 26,03	Tiefe der Messstelle (m unter POK): 13,25										
Ausbau/Material: m.k.	Filtertiefe (von ... bis ... m unter POK): m.6.										
Wasserspiegel m unter POK:											
In Ruhe vor dem Abpumpen: 3,15 POK											
Während des Pumpbetriebes:	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>2min</td> <td>5min</td> <td>10min</td> <td>...min</td> <td>...min</td> </tr> <tr> <td>5,52</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	2min	5min	10min	...min	...min	5,52				
2min	5min	10min	...min	...min							
5,52											
Vor der Probenahme:	Nach der Probenahme:										
Probenahmebedingungen:											
Probenahmegerät: MPA	Beginn (Uhrzeit), Ende (Uhrzeit): 10:35 - 10:52										
Entnahmetiefe (m u. POK): 4,25	Förderzeit vor der Probenahme: 20 min										
Förderleistung (l/s): 0,6/55 s	Gesamtfördervolumen (m ³): 0,2										
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser:											
Farbe: <input checked="" type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> braun	Geruch: <input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> modrig <input type="checkbox"/> faulig (MS) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> Teer <input type="checkbox"/> Mineralöl										
Trübung: <input checked="" type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark											
Sonst. Auffälligkeiten: Schwebstoffe in unreg. Abstand	Rodensatz: <input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> geringfügig <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> viel										
Messung der Vor-Ort-Parameter:											
Lufttemperatur (°C): e°	Elektr. Leitfähigkeit (µS/cm): 17856										
Wassertemperatur (°C): 12,3°	O ₂ -Gehalt (mg/l): 7,9										
pH-Wert: 6,38	Redox-Spannung (mV) (+214mV): 1832										
Probentransport:											
Anzahl der Proben: 1 Probe, gemäß Flaschenzahl	Probenübergabe an das Labor: 22.3.16										
Probentransport: gekühlt, Lichtschutz	Unterschrift Probennehmer: [Redacted]										
Probenkonservierung/-stabilisierung: ✓											

(10-07) (5-01) Probenahmeprotokoll (GW-2013-R07) Rev. 01/2011

Hinweis: Anpassungen auf Normal: Wassertemperatur (Temperatur)

Probenahmeprotokoll Grundwasser



Projektbezeichnung: *420-15*

Bezeichnung der Entnahmestelle / Probe: [REDACTED]

Grundwasserprobenahme - Aufzeichnung der Vor-Ort-Parameter

Zeit (t)	GW-Spiegel	Temperatur (T)	Leitfähigkeit (LF)	pH-Wert	O ₂ -Gehalt	Cl ₂ -Gehalt	Redox (U)
[min]	[m]	[°C]	[µS/cm]		[mg/l]	[%]	[mV] + 214mV
2	320	12,1	928	6,98	4,0		224,0
3	320	12,7	1106	6,98	3,0		213,0
10	320	12,9	1256	6,98	3,1		187,2

* Hinweis: Umrechnung auf Normal-Wasserdruck (1013 mbar)

Anhang 74: Probenahmeprotokoll der Sickerwasserbeprobung im Projektteil A, Standort Niederrhein-3 (HP), Probenahme vom 22.03.2016

Probenahmeprotokoll Sickerwasser

geo_ id

Probenahmeleistungen
 Umwelt - Bas. und
 geotechnik

Grunddaten:	
Projektbezeichnung / Ort: <i>422-11</i>	- Probennehmer: <i>[Redacted]</i>
Bezeichnung der Probe: <i>[Redacted]</i>	Datum / Uhrzeit: <i>22.03.16 18:30</i>
Probenahmestelle:	
Art der Entnahmestelle: <i>WTP-punkt</i>	Bezeichnung d. Entnahmestelle: <i>A-5-DIN</i>
Wasserstand in d. Messstelle: <i>1,10m - 700</i>	Tiefe d. Messstelle: <i>1,76 m - 500</i> <i>3,50 m - 600</i>
weitere Angaben zur Messstelle: <i>1,25 m - 600</i> <i>Soll = 1,25 m</i>	
Angaben zur Probenahme:	
Probenahmegerät: <i>Vielstufen-Sperrpumpe</i>	
Probenahmeart (Einzel-, Misch-, Durchschnittsprobe): <i>Mischprobe</i>	
Entnahmetiefe: <i>1,4 m - 500</i>	
Wahrnehmungen am Sickerwasser:	
Färbung: <input type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> weiß <input checked="" type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> grün <input checked="" type="checkbox"/> braun <input type="checkbox"/>	Geruch: <input type="checkbox"/> ohne <input checked="" type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> erdig <input checked="" type="checkbox"/> modrig <input type="checkbox"/> faulig (H ₂ S) <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> Teer <input type="checkbox"/> Mineralöl <input type="checkbox"/>
Trübung: <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> stark Ausgasung: <i>keine</i> Ausfällung: <i>keine</i> Sonstiges: <i>✓</i>	Bodensatz: <input type="checkbox"/> ohne <input checked="" type="checkbox"/> geringfügig <input checked="" type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> viel Schwimmstoffe: <i>keine</i> Schaumbildung: <i>keine</i>
Messung der Vor-Ort-Parameter:	
Lufttemperatur (°C): <i>8,0</i>	Elektr. Leitfähigkeit (µS/cm): <i>1295</i>
Wassertemperatur (°C): <i>12,0</i>	Dr.-Gehalt (mg/l): <i>7,7</i>
pH-Wert: <i>6,97</i>	Redox-Spannung (mV) → Zf4mV: <i>0,7</i>
Witterungsverhältnisse:	
am Entnahmetag:	am Vortag:
Niederschlag: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <i>keine</i>	Niederschlag: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <i>keine</i>
Probentransport:	
Anzahl der Proben: <i>1 Probe</i>	Probenübergabe an das Labor: <i>12.3.16</i>
Probentransport: <i>gekühlt, lichtgeschützt, versiegelt</i>	Unterschrift Probennehmer: <i>[Redacted]</i>
Probekonservierung/-stabilisierung: <i>an Reichardt Labor 10/16</i>	

FU 403 (A) Probenahmeprotokoll_Sickerwasser_0173-RTT_Revisionstand: 1

Hinweis: Limeschritte auf Normmaß-Wasserstaßelektrode

Anhang 75: Probenahmeprotokoll der Grundwasserbeprobung im Projektteil A, Standort Münsterland-1 (HP), Probenahme vom 12.04.2016

Probenahmeprotokoll Grundwasser

geo_ id

Probenahmeort:
 Standort:
 Geostrich:

Grunddaten											
Projektbezeichnung / Ort: <i>V02</i>	Probennehmer: <i>[Redacted]</i>										
Bezeichnung d. Entnahmestelle/Probe: <i>[Redacted]</i>	R- / H-Wert:										
Datum: <i>12.04.2016</i>	Witterung: <i>[Redacted]</i>										
Ausbau der Entnahmestelle:											
Höhe POK (m): <i>1</i>	Rohr-/Schachtdurchmesser: <i>100</i>										
Höhe GOK (m): <i>1</i>	Tiefe der Messstelle (m) unter POK: <i>100</i>										
Ausbau/Material: <i>n.b.</i>	Füllertiefe (von... bis... m) unter POK: <i>100</i>										
Wasserspiegel m unter POK:											
in Ruhe vor dem Abpumpen: <i>5,62</i>											
Während des Pumpbetriebes:	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>2 min</td> <td>3 min</td> <td>10 min</td> <td>... min</td> <td>... min</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	2 min	3 min	10 min	... min	... min					
2 min	3 min	10 min	... min	... min							
Vor der Probenahme:	Nach der Probenahme: <i>5,65</i>										
Probenahmebedingungen:											
Probenahmegerät: <i>Förderpumpe</i>	Beginn (Uhrzeit), Ende (Uhrzeit): <i>10:00 - 11:00</i>										
Entnahmetiefe (m u. POK): <i>100</i>	Förderzeit vor der Probenahme: <i>10 min</i>										
Förderleistung (l/min): <i>1</i>	Gesamtfördervolumen (m³): <i>10</i>										
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser:											
Färbung: <input type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> braun	Geruch: <input checked="" type="checkbox"/> Zöhne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> modrig <input type="checkbox"/> faulig (H ₂ S) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> Teer <input type="checkbox"/> Mineralöl										
Trübung: <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> stark											
Sonst. Auffälligkeiten: <i>✓</i>	Bodensatz: <input type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> geringfügig <input checked="" type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> viel										
Messung der Vor-Ort-Parameter:											
Lufttemperatur (°C): <i>12</i>	Elektr. Leitfähigkeit (µS/cm): <i>884</i>										
Wassertemperatur (°C): <i>10,1</i>	Öl-Gehalt (mg/l):										
pH-Wert: <i>8,92</i>	Redox-Spannung (mV) = 214mV:										
Probentransport:											
Anzahl der Proben: <i>1, 30 ml Flüssigkeit</i>	Probenübergabe an das Labor: <i>[Redacted]</i>										
Probentransport: <i>OK</i>	Unterschrift Probennehmer: <i>[Redacted]</i>										
Probenkonservierung/-stabilisierung:											

Probennummer:
 Probenname:
 Probenort:

Probenname:
 Probennummer:
 Probenort:

Anhang 76: Probenahmeprotokoll der Sickerwasserbeprobung im Projektteil A, Standort Münsterland-1 (HP), Probenahme vom 12.04.2016

Probenahmeprotokoll Sickerwasser

geo_ id

Ingenieurleistungen
Umwelt - Bau - und
Technik

Grunddaten:	
Projektkürzel / Dr.: <u>470-01</u>	Probennehmer: _____
Bezeichnung der Probe: _____	Datum / Uhrzeit: <u>12.04.16</u>
Probenahmestelle:	
Art der Entnahmestelle: <u>teuf. Messstelle</u>	Bezeichnung d. Entnahmestelle: <u>A7M2</u>
Wasserstand in d. Messstelle: <u>3,05 m</u>	Tiefe d. Messstelle: <u>3m POU</u>
weitere Angaben zur Messstelle: <u>(20cm Wasser)</u>	
Angaben zur Probenahme:	
Probenahmegerät: <u>Schöpfeg.-G.</u>	
Probenahmeart (Einzel-, Misch-, Durchschnittsprobe): _____	
Entnahmetiefe: <u>3,20</u>	
Wahrnehmungen am Sickerwasser:	
Färbung: <input type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> braun <input type="checkbox"/>	Geruch: <input type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input checked="" type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> niedrig <input checked="" type="checkbox"/> faulig (H ₂ S) <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> Teer <input type="checkbox"/> Mineralöl <input checked="" type="checkbox"/> <u>Unsch. Ger.</u>
Trübung: <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> stark Ausgasung: Ausfällung: Sonstiges:	Bodensatz: <input type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> geringfügig <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> viel Schwimmstoffe: Schaumbildung:
Messung der Vor-Ort-Parameter:	
Lufttemperatur (°C): <u>13°</u>	Elektr.-Leitfähigkeit (µS/cm): <u>673</u>
Wassertemperatur (°C): <u>12,5</u>	D-Gehalt (mg/l): <u>x</u>
pH-Wert: <u>7,01</u>	Redox-Spannung (mV) ± 75mV: <u>x</u>
Witterungsverhältnisse:	
am Entnahmetag:	am Vortag:
Niederschlag: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Niederschlag: <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein
Probentransport:	
Anzahl der Proben: <u>7, mit Filtertüchern</u>	Probenübergabe an das Labor: <u>12.4.16</u>
Probentransport: <u>gekühlt</u>	Unterschrift Probennehmer: <u>J.R.</u>
Probenkonservierung/-stabilisierung: <u>x</u>	

10_07-3-26_Probenahmeprotokoll_Sickerwasser_2011-01 Rev. 01/2011

Hinweis: Bitte liefern auf Material-Massenauftragkarte

Anhang 77: Probenahmeprotokoll der Sickerwasserbeprobung im Projektteil A, Standort Ruhrgebiet-2 (HP), Probenahme vom 15.07.201

Probenahmeprotokoll Sickerwasser

geo_ id

Grunddaten:	
Projektbezeichnung / Ort: [redacted]	Probennehmer: [redacted]
Bezeichnung der Probe: [redacted]	Datum / Uhrzeit: 15.07.2011 11:20
Probenahmestelle:	
Art der Entnahmestelle: A12 - Messstelle	Bezeichnung d. Entnahmestelle: A-12-HEK
Wasserstand in d. Messstelle: 1,9 m	Tiefe d. Messstelle: 2,2 m
weitere Angaben zur Messstelle:	
Angaben zur Probenahme:	
Probenahmegerät: Fußventilpumpe	
Probenahmeart (Einzel-, Misch-, Durchschnittsprobe):	
Entnahmetiefe: ~ 2,0 m unter Gelände	
Wahrnehmungen am Sickerwasser:	
Färbung: <input type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> schwach <input checked="" type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> weiß <input checked="" type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> braun <input checked="" type="checkbox"/> ...geruchslos	Geruch: <input type="checkbox"/> ohne <input checked="" type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark <input checked="" type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> niedrig <input checked="" type="checkbox"/> faulig (H ₂ S) <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> Feer <input type="checkbox"/> Mineralöl <input type="checkbox"/>
Trübung: <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> schwach <input checked="" type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> stark Ausgasung: ✓ Ausfällung: ✓ Sonstiges: ✓	Bodensatz: <input type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> geringfügig <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> viel Schwimmstoffe: ✓ Schaumbildung: ✓
Messung der Vor-Ort-Parameter:	
Lufttemperatur (°C): 17 °C	Elektr. Leitfähigkeit (µS/cm): 1300
Wassertemperatur (°C): 16 °C	Ca-Gehalt (mg/l): ✓
pH-Wert:	Redox-Spannung (mV) = Z14mV: ✓
Witterungsverhältnisse:	
am Entnahmetag:	am Vortag:
Niederschlag: <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein	Niederschlag: <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein
Probentransport:	
Anzahl der Proben: 4 x 50ml 2 x 20ml f. Filter 2 x 20ml f. Summe	Probenübergabe an das Labor: 15.07.11
Probenkonservierung/-stabilisierung: ✓	Unterschrift(EN) Probennehmer: [redacted]

#11-07-536_Probenahmeprotokoll_Sickerwasser-2011-1011 - Heerdtmann

IWW - Umweltlabor für Normal- Wasserleitfähigkeit

Anhang 78: Ergebnisse des erweiterten Spurenstoffscreenings

	M 160322/24	M 160322/25		M 160322/24	M 160322/25
	Referenz	Schadstelle		Referenz	Schadstelle
	[ng/L]	[ng/L]		[ng/L]	[ng/L]
10,11 Dihydrocarbama- zepin	< 10	< 10	Diuron	< 10	< 10
Allopurinol	< 300	< 300	Enalapril	< 10	< 10
Amidotrizoic Acid	< 10	< 10	Fenofibric acid	< 300	< 300
Amiloride	< 10	< 10	Flucloxacillin	< 10000	< 10000
Amiodarone	< 5000	< 5000	Gabapentin	< 50	< 50
Amoxicillin	< 1000	< 1000	Guanylarnstoff	< 100	< 100
Ampicillin	< 10	< 10	Haloperidol	< 10	< 10
Atorvastatin	< 10	< 10	Hydrocortisone	< 10	< 10
Azithromycin	48	< 10	Ibuprofen	< 10	< 10
Benperidol	23	< 10	Ifosfamide	< 10	< 10
Bezafibrate	< 10	< 10	Imipenem	< 1000	< 1000
Bicalutamide	< 10	< 10	Iohexol	< 10	< 10
Bisoprolol	< 10	< 10	Iomeprol	< 10	< 10
Capecitabine	< 10	< 10	Iopamidol	< 10	< 10
Carbendazim	< 10	< 10	Iopromide	< 20	< 20
Carbetamide	< 100	< 100	Iothalamic acid	< 100	< 100
Carvedilol	< 5000	< 5000	Ioversol	< 10	< 10
Cefadroxil	< 500	< 500	Ipratropium	< 500	< 500
Cefalexin	< 10	< 10	Isoprotrurone	< 10	< 10
Cefazolin	< 10	< 10	Ketoconazole	< 5000	< 5000
Cefixim	< 100	< 100	Ketoprofen	< 500	< 500
Cefotaxime	< 10	< 10	Levofloxacin	< 30	< 30
Cefotiam	< 1000	< 1000	Lidocaine	< 50	< 50
Ceftriaxon	< 5000	< 5000	Linuron	< 50	< 50
Cetirizine	< 10	< 10	Losartan	< 10	< 10
Chloridazon	< 300	< 300	Mefenamic acid	< 10	< 10
Chlorobromourone	< 300	< 300	Megestrol	< 10000	< 10000
Chlorotetracycline	< 300	< 300	Melperone	< 10	< 10
Chlorprothixene	16	< 10	Meropenem	< 1000	< 1000
Cilastatin	< 10	< 10	Metconazole	< 10	< 10
Citalopram	< 10	< 10	Metformin	< 100	< 100
Clarithromycin	< 10	15	Metobromuron	< 100	< 100
Clenbuterol	< 100	< 100	Metronidazole	< 10	< 10
Climbazole	16	< 10	Mianserin	< 30	< 30
Clindamycin	< 10	< 10	Mirtazapine	130	< 10
Clozapine	160	< 10	Monuron	< 100	< 100
Cortisone	< 10	< 10	N4-Acethyl-Sulfadi- azine	< 10	< 10
Cyclophosphamide	32	12	N4-Acethyl-Sulfa- merazine	< 10	< 10
Dapsone	< 1000	< 1000	N4-Acetyl-sulfame- thazin	< 10	< 10
DEET	< 10	< 10	Naficillin	< 1000	< 1000
Diazinon	< 300	< 300	Naproxen	< 50	< 50

	M 160322/24	M 160322/25		M 160322/24	M 160322/25
	Referenz	Schadstelle		Referenz	Schadstelle
Dimethylaminoantipyrine	< 30	< 30	Nebivolol	< 300	< 300
DimethylBenzotriazol	< 10	< 10	Norfloxacin	< 10	< 10
Oxazepam	< 100	< 100	Ofloxacin	45	< 10
Oxcarbazepine	< 10	< 10	Olanzapine	100	< 10
Paracetamol	< 50	< 50	Olmesartan	< 30	< 30
Penicillin G	< 300	< 300	Omeprazole	< 5000	< 5000
Penicillin V	< 100	< 100	Oxacillin	< 100	< 100
Perazine	< 500	< 500	Sulfapyridine	< 10	< 10
Picoxystrobin	< 300	< 300	Tamoxifen	100	91
Pipamperone	17	< 10	Telmisartan	< 500	< 500
Piperacillin	< 500	< 500	Temozolomide	< 100	< 100
Prednisolone	< 10	< 10	Terbutaline	< 10	< 10
Propyphenazone	< 10	< 10	Terbutryn	< 10	< 10
Quinoxyfen	30	< 10	Tetracycline	< 500	< 500
Ranitidine	< 10	< 10	Tramadol	< 10	< 10
Risperidone	270	44	Trimethoprim	< 10	< 10
Ritalinic acid	< 10	< 10	Vancomycin	< 3000	< 3000
Rosuvastatin	< 10	< 10	Venlafaxine	< 10	< 10
Roxithromycin	< 10	< 10	Warfarin	< 10	< 10
Sulfadiazine	< 10	< 10	Xylometazoline	< 30	< 30
Sulfadimethoxine	< 10	< 10	Zopiclone	< 10	< 10
Sulfamethazine	< 10	< 10	Zuclopenthixol	580	< 40
Sulfamethizole	< 100	< 100	Prednisolon	< 10	< 10
Mifepriston	< 11	< 11	Corticosteron	< 10	< 10
Trenbolon	< 10	< 10	Cortison	< 10	< 10
19-Norethindron	48	95	Nandrolon	< 10	< 10
Boldion	< 10	< 10	Tamoxifen	210	37
DHEA	< 11	< 11	Testosteron	< 10	< 10
DHT	< 10	< 10	Hydroxyprogesteron	< 10	< 10
Etiocholanon	< 10	< 10	Progesteron	< 11	< 11
Androsteron	< 10	< 10	Prednison	< 10	< 10
Cyproteronacetat	< 10	< 10	Methylprednisolon	< 10	< 10
Medroxyprogesteron	< 11	< 11	Betamethason	< 10	< 10
Boldenon	< 10	< 10	Hydroxytamoxifen	< 10	< 10
Levonorgestrel	< 10	< 10	Androstenedion	< 11	< 11
Cortexolon	< 10	< 10	Estriol (E3)	< 10	< 10
Hydrocortison	< 10	< 10	17a-E2	< 10	< 10
E2-17G	< 10	< 10	BPA	< 10	29
E1-3G	< 10	< 10	Estron (E1)	< 10	< 10
E3-3G	210	160	Estradiol (E2)	< 10	< 10
E2-3G	< 10	< 10	Ethinylestradiol (EE2)	< 10	< 10

Anhang 79: Probenahmeprotokolle Grundwasser, Teil B, Siedlungsgebiet 1

	ZK PN FRM Protokoll Grundwasser LABbase
Seite: 1 von 1 Stand: 08.07.2016 Version: 1 Bearbeiter:	Probenahmeprotokoll Grundwasser LABbase

Probenahmer: [REDACTED] **Datum:** 16.08.2016
Probennummer: 16-003782-01 **Uhrzeit (Beginn):** 11:15
Auftraggeber / Wasserversorger: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
 Beratungs- und Entwicklungsges. mbH
 - Bereich Wasserressourcen -
Probenbezeichnung:
Probenahme-Objekt: Projekt-Nr.: 23312
Entnahmestelle: 1307 Grundwasserpumpe, Entnahmehahn

Messstellendurchmesser:	50	
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> schöpfen <input checked="" type="checkbox"/> saugen <input type="checkbox"/> drücken mit: ...Hande Saugpumpe	
Grundwasserstand vor Probenahme:	4,62	[m unter MP]
Entnahmetiefe:	5,6	[m unter MP]
Messstellentiefe:	12	[m unter MP]
Förderstrom / Schüttung:	15	[l/min]

Vor-Ort-Bestimmungen im geförderten Grundwasser

nach [min]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Leutf. [µS/cm]	846	848	844							
Temp [°C]	13,5	13,4	13,4							

Wassertemperatur [°C]	13,4	Färbung-Art	<input checked="" type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun
Elektrische Leitfähigkeit [µS/cm]	844	Färbung-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
pH-Wert bei 20°C	6,93	Geruch-Art	<input checked="" type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> faulig-H ₂ S <input type="checkbox"/> sauerlich-NH ₃ <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> mineralisch <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> Andere
Redox-Spannung UG [mV]	185	Geruch-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Sauerstoff [mg/l]	1,86	Trübung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Lufttemperatur [°C]		Bodensatz	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein

Bemerkung: 16.08.16

	ZK PN FRM Protokoll Grundwasser LABbase
Seite: 1 von 1 Stand: 06.07.2016 Version: 1 Bearbeiter:	Probenahmeprotokoll Grundwasser LABbase

Probenehmer: [REDACTED] **Datum:** 16.08.2016
Probennummer: 16-003782-02 **Uhrzeit (Beginn):** 9:20
Auftraggeber / Wasserversorger: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser-
 Beratungs- und Entwicklungsges. mbH
 - Bereich Wasserressourcen -

Probenbezeichnung:
Probenahme-Objekt: Projekt-Nr.: 23312
Entnahmestelle: 1315H Grundwasserpumpe, Entnahmehahn

Messtellendurchmesser:	50	
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> schöpfen <input checked="" type="checkbox"/> saugen <input type="checkbox"/> drücken mit: Honda Saugpumpe	
Grundwasserstand vor Probenahme:	2.9	[m unter MP]
Entnahmetiefe:	3.9	[m unter MP]
Messtellentiefe:	6.0	[m unter MP]
Förderstrom / Schüttung:	15	[l/min]

~~10-50~~
Vor-Ort-Bestimmungen im geförderten Grundwasser

nach [min]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Leitf. [$\mu\text{S}/\text{cm}$]		555	557							
Temp [$^{\circ}\text{C}$]		13.9	13.9							

Wassertemperatur [$^{\circ}\text{C}$]	13.9	Färbung-Art	<input type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> grün <input checked="" type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun
Elektrische Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	557	Färbung-Intensität	<input type="checkbox"/> ohne <input checked="" type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
pH-Wert bei 14.1°C	6.56	Geruch-Art	<input checked="" type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> aromat. <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> faulig- H_2S <input type="checkbox"/> sauchig- NH_3 <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> mineralbl <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> Anders
Redox-Spannung UG [mV]	188	Geruch-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Sauerstoff [mg/l]	4.37	Trübung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Lufttemperatur [$^{\circ}\text{C}$]		Bodensatz	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein

Bemerkung: 16.8.16 C [REDACTED]

	ZK PN FRM Protokoll Grundwasser LABbase
Seite: 1 von 1 Stand: 06.07.2016 Version: Bearbeiter:	Probenahmeprotokoll Grundwasser LABbase

Probenehmer: _____ **Datum:** 16.08.2016
Probennummer: 16-003782-03 **Uhrzeit (Beginn):** 17:10

Auftraggeber / Wasserversorger: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
 Beratungs- und Entwicklungsges. mbH
 - Bereich Wasserressourcen -

Probenbezeichnung:

Probenahme-Objekt: Projekt-Nr.: 23312

Entnahmestelle: 1303 Grundwasserpumpe, Entnahmehahn

Messstellendurchmesser:	DU 50	
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> schöpfen <input checked="" type="checkbox"/> säugen <input type="checkbox"/> drücken mit: <i>Handpumpe</i>	
Grundwasserstand vor Probenahme:	4,94	[m unter MP]
Entnahmetiefe:	5,9	[m unter MP]
Messstellentiefe:	7,8	[m unter MP]
Förderstrom / Schüttung:	15	[l/min]

Vor-Ort-Bestimmungen im geförderten Grundwasser

nach [min]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Leutf. [µS/cm]		1024	1026							
Temp [°C]		13,6	13,8							

Wassertemperatur [°C]	13,5	Färbung-Art	<input type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> grün <input checked="" type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun
Elektrische Leitfähigkeit [µS/cm]	1026	Färbung-Intensität	<input type="checkbox"/> ohne <input checked="" type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
pH-Wert bei 14,2 °C	6,78	Geruch-Art	<input checked="" type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> faulig-H ₂ S <input type="checkbox"/> faulig-NH ₃ <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> mineralöl <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> Andere
Redox-Spannung UG [mV]	162	Geruch-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Sauerstoff [mg/l]	1,29	Trübung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Lufttemperatur [°C]		Bodensatz	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein

Bemerkung: *16.8.16* _____

	ZK PN FRM Protokoll Grundwasser LABbase
Seite: 1 von 1 Stand: 06.07.2016 Version: Bearbeiter:	Probenahmeprotokoll Grundwasser LABbase

Probenehmer: _____ Datum: 16.08.2016
 Probennummer: **16-003782-04** Uhrzeit (Beginn): **10:44**

Auftraggeber / Wasserversorger: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
 Beratungs- und Entwicklungsges. mbH
 - Bereich Wasserressourcen -

Probenbezeichnung:

Probenahme-Objekt: Projekt-Nr.: 23312

Entnahmestelle: 1308 Grundwasserpumpe, Entnahmehahn

Messstellendurchmesser:	50	
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> schöpfen <input checked="" type="checkbox"/> saugen <input type="checkbox"/> drücken	mit: ... Handpumpe
Grundwasserstand vor Probenahme:	4,42	[m unter MP]
Entnahmetiefe:	5,40	[m unter MP]
Messstellentiefe:	10	[m unter MP]
Förderstrom / Schüttung:	15	[l/min]

Vor-Ort-Bestimmungen im geförderten Grundwasser

nach [min]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Leuf. [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	910	914	927							
Temp [$^{\circ}\text{C}$]	13,4	13,4	13,4							

Wassertemperatur [$^{\circ}\text{C}$]	13,4	Färbung-Art	<input checked="" type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun
Elektrische Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	927	Färbung-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
pH-Wert bei 14,0 $^{\circ}\text{C}$	7,09	Geruch-Art	<input checked="" type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> faulig-H ₂ S <input type="checkbox"/> fauchig-NH ₃ <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> mineralisch <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> Andere
Redox-Spannung UG [mV]	79	Geruch-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Sauerstoff [mg/l]	0,26	Trübung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Lufttemperatur [$^{\circ}\text{C}$]		Bodensatz	<input checked="" type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein

Bemerkung: **16.8.15**

	ZK PN FRM Protokoll Grundwasser LABbase
	Probenahmeprotokoll Grundwasser LABbase

Probenehmer: [REDACTED] Datum: 16.08.2016
 Probennummer: **16-003782-05** Uhrzeit (Beginn): **11:40**

Auftraggeber / Wasserversorger: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
 Beratungs- und Entwicklungsges. mbH
 - Bereich Wasserressourcen -

Probenbezeichnung:
 Probenahme-Objekt: Projekt-Nr.: 23312
 Entnahmestelle: 1314H Grundwasserpumpe, Entnahmehahn

Messtellendurchmesser:	50	
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> schöpfen <input checked="" type="checkbox"/> saugen <input type="checkbox"/> drücken mit: <i>Handpumpe</i>	
Grundwasserstand vor Probenahme:	3,02	[m unter MP]
Entnahmetiefe:	4,0	[m unter MP]
Messtellentiefe:	6	[m unter MP]
Förderstrom / Schüttung:	15	[l/min]

Vor-Ort-Bestimmungen im geförderten Grundwasser

nach [min]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Leuf. [$\mu\text{S}/\text{cm}$]		1034-1035								
Temp [$^{\circ}\text{C}$]		14,0/14,0								

Wassertemperatur [$^{\circ}\text{C}$]	14,0	Färbung-Art	<input type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> gelb <input checked="" type="checkbox"/> braun
Elektrische Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	1035	Färbung-Intensität	<input type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input checked="" type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
pH-Wert bei 20°C	6,62	Geruch-Art	<input checked="" type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> arom. <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> faulig-H ₂ S <input type="checkbox"/> sauchig-NH ₃ <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> mineralöl <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> Andere
Redox-Spannung UG [mV]	136	Geruch-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Sauerstoff [mg/l]	3,29	Trübung	<input type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input checked="" type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Lufttemperatur [$^{\circ}\text{C}$]		Bodensatz	<input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein

Bemerkung: *16.8.16*

	ZK PN FRM Protokoll Grundwasser LABbase
	Probenahmeprotokoll Grundwasser LABbase

Probenehmer: [Redacted] **Datum:** 16.08.2016
Probennummer: 16-003782-06 **Uhrzeit (Beginn):** 13:40

Auftraggeber / Wasserversorger: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
 Beratungs- und Entwicklungsges. mbH
 - Bereich Wasserressourcen -

Probenbezeichnung:
Probenahme-Objekt: Projekt-Nr.: 23312
Entnahmestelle: 2071 Grundwasserpumpe, Entnahmehahn

Messstellendurchmesser:	50	
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> schöpfen <input checked="" type="checkbox"/> saugen <input type="checkbox"/> drücken mit: Honda Sump...	
Grundwasserstand vor Probenahme:	6.1	[m unter MP]
Entnahmetiefe:	7.1	[m unter MP]
Messstellentiefe:	12	[m unter MP]
Förderstrom / Schüttung:	12	[l/min]

Vor-Ort-Bestimmungen im geförderten Grundwasser

nach [min]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Leitf. [$\mu\text{S/cm}$]		775	769							
Temp [$^{\circ}\text{C}$]		13.3	13.3							

Wassertemperatur [$^{\circ}\text{C}$]	13.3	Färbung-Art	<input checked="" type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun
Elektrische Leitfähigkeit [$\mu\text{S/cm}$]	769	Färbung-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
pH-Wert bei 13.3 $^{\circ}\text{C}$	6.73	Geruch-Art	<input checked="" type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> faulig-H ₂ S <input type="checkbox"/> fauchig-NH ₃ <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> mineralöl <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> Andere
Redox-Spannung UG [mV]	280	Geruch-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Sauerstoff [mg/l]	3.16	Trübung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Lufttemperatur [$^{\circ}\text{C}$]		Bodensatz	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein

Bemerkung: Vorhandl. Apparatur abgestellt, innenliegende Ab-
 leitung verstopft, Zugschlauch mit 20m, Pumpe mit 50cm
 + Saugen möglich, GWL in Thyja-Herde links zum
 Brunnen um über Privatgrundstück weiter, an Brunnen

	ZK PN FRM Protokoll Grundwasser LABbase
Seite: 1 von 1 Stand: 06.07.2016 Version: 1 Bearbeiter: _____	Probenahmeprotokoll Grundwasser LABbase

Probenehmer: _____ Datum: 16.08.2016
 Probennummer: **16-003782-07** Uhrzeit (Beginn): 13:05

Auftraggeber / Wasserversorger: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
 Beratungs- und Entwicklungsges. mbH
 - Bereich Wasserressourcen -

Probenbezeichnung:

Probenahme-Objekt: Projekt-Nr.: 23312

Entnahmestelle: 144 Grundwasserpumpe, Entnahmehahn

Messstellendurchmesser:	50	
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> schöpfen <input checked="" type="checkbox"/> saugen <input type="checkbox"/> drücken mit: Handsauggaße	
Grundwasserstand vor Probenahme:	4,6	[m unter MP]
Entnahmetiefe:	5,6	[m unter MP]
Messstellentiefe:	11	[m unter MP]
Förderstrom / Schüttung:	12	[l/min]

Vor-Ort-Bestimmungen im geförderten Grundwasser

nach [min]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Leutf. [µS/cm]		905	906							
Temp [°C]		13,1	13,1							

Wassertemperatur [°C]	13,1	Färbung-Art	<input checked="" type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun
Elektrische Leitfähigkeit [µS/cm]	906	Färbung-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
pH-Wert bei 17,7 °C	6,99	Geruch-Art	<input checked="" type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> aromat. <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> faulig-H ₂ S <input type="checkbox"/> sauerlich-NH ₃ <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> mineralöl <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> Andere
Redox-Spannung UG [mV]	185	Geruch-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Sauerstoff [mg/l]	1,15	Trübung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Lufttemperatur [°C]		Bodensatz	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein

Bemerkung: 16.8.16 _____

	ZK PN FRM Protokoll Grundwasser LABbase
Seite: 1 von 1 Stand: 06.07.2016 Version: 1 Bearbeiter:	Probenahmeprotokoll Grundwasser LABbase

Probenehmer: _____ **Datum:** 16.08.2016
Probennummer: 16-003782-08 **Uhrzeit (Beginn):** 19:10

Auftraggeber / Wasserversorger: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
 Beratungs- und Entwicklungsges. mbH
 - Bereich Wasserressourcen -

Probenbezeichnung:

Probenahme-Objekt: Projekt-Nr.: 23312

Entnahmestelle: 1309 Grundwasserpumpe, Entnahmehahn

Messstellendurchmesser:	125	
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> schöpfen <input type="checkbox"/> saugen <input checked="" type="checkbox"/> drücken mit: MP1	
Grundwasserstand vor Probenahme:	4,1	[m unter MP]
Entnahmetiefe:	5,1	[m unter MP]
Messstellentiefe:	12	[m unter MP]
Förderstrom / Schüttung:	15	[l/min]

Vor-Ort-Bestimmungen im geförderten Grundwasser

nach [min]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Leitf. [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	1012	1032	1036							
Temp [$^{\circ}\text{C}$]	16,1	16,1	16,1							

Wassertemperatur [$^{\circ}\text{C}$]	16,1	Färbung-Art	<input checked="" type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun
Elektrische Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	1036	Färbung-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
pH-Wert bei 16,1 $^{\circ}\text{C}$	6,85	Geruch-Art	<input checked="" type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> faulig-H ₂ S <input type="checkbox"/> ächzig-NH ₃ <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> mineralisch <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> Andere
Redox-Spannung UG [mV]	219	Geruch-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Sauerstoff [mg/l]	1,19	Trübung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Lufttemperatur [$^{\circ}\text{C}$]		Bodensatz	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein

Bemerkung: Logge zuvor ausgelesen 16 & 16

	ZK PN FRM Protokoll Grundwasser LABbase
Seite: 1 von 1 Stand: 06.07.2016 Version: 1 Bearbeiter:	Probenahmeprotokoll Grundwasser LABbase

Probenehmer: _____ **Datum:** 16.08.2016
Probennummer: 16-003782-09 **Uhrzeit (Beginn):** 7:40

Auftraggeber / Wasserversorger: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
 Beratungs- und Entwicklungsges. mbH
 - Bereich Wasserressourcen -

Probenbezeichnung:

Probenahme-Objekt: Projekt-Nr.: 23312

Entnahmestelle: 2070 Grundwasserpumpe, Entnahmehahn

Messstellendurchmesser:	50	
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> schöpfen <input checked="" type="checkbox"/> saugen <input type="checkbox"/> drücken mit: Handsa	
Grundwasserstand vor Probenahme:	4,35	[m unter MP]
Entnahmetiefe:	5,35	[m unter MP]
Messstellentiefe:	10	[m unter MP]
Förderstrom / Schüttung:	12	[l/min]

Vor-Ort-Bestimmungen im geförderten Grundwasser

nach [min]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Leitf. [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	960	969	994							
Temp [$^{\circ}\text{C}$]	14,0	14,0	14,0							

Wassertemperatur [$^{\circ}\text{C}$]	14,0	Färbung-Art	<input checked="" type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun
Elektrische Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	994	Färbung-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
pH-Wert bei$14,0^{\circ}\text{C}$	6,79	Geruch-Art	<input checked="" type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> faulig- H_2S <input type="checkbox"/> sauerlich- NH_3 <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> mineralisch <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> Andere
Redox-Spannung UG [mV]	181	Geruch-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Sauerstoff [mg/l]	1,29	Trübung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Lufttemperatur [$^{\circ}\text{C}$]		Bodensatz	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein

Bemerkung: 16.8.16 _____

	ZK PN FRM Protokoll Grundwasser LABbase
Seite: 1 von 1 Stand: 08.07.2016 Version: Bearbeiter:	Probenahmeprotokoll Grundwasser LABbase

Probenehmer: _____ **Datum:** 16.08.2016
Probennummer: 16-003782-10 **Uhrzeit (Beginn):** 12:35

Auftraggeber / Wasserversorger: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
 Beratungs- und Entwicklungsges. mbH
 - Bereich Wasserressourcen -

Probenbezeichnung:
Probenahme-Objekt: Projekt-Nr.: 23312
Entnahmestelle: 1311H Grundwasserpumpe, Entnahmehahn

Messstellendurchmesser:	50	
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> schöpfen <input checked="" type="checkbox"/> saugen <input type="checkbox"/> drücken mit: <i>Hande Saugpumpe</i>	
Grundwasserstand vor Probenahme:	4,13	[m unter MP]
Entnahmetiefe:	5,1	[m unter MP]
Messstellentiefe:	9,6	[m unter MP]
Förderstrom / Schüttung:	15	[l/min]

Vor-Ort-Bestimmungen im geförderten Grundwasser

nach [min]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Leutf. [μ S/cm]		967	960							
Temp [°C]		13,4	13,4							

Wassertemperatur [°C]	13,4	Färbung-Art	<input type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun
Elektrische Leitfähigkeit [μS/cm]	966	Färbung-Intensität	<input type="checkbox"/> ohne <input checked="" type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
pH-Wert bei 14,1°C	6,98	Geruch-Art	<input checked="" type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> aromät. <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> faulig-H ₂ S <input type="checkbox"/> fauchig-NH ₃ <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> mineralö <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> Andere
Redox-Spannung UG [mV]	54	Geruch-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Sauerstoff [mg/l]	0,21	Trübung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Lufttemperatur [°C]		Bodensatz	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein

Bemerkung: 16.8.16 _____

	ZK PN FRM Protokoll Grundwasser LABbase
Seite: 1 von 1 Stand: 08.07.2016 Version: 1 Bearbeiter:	Probenahmeprotokoll Grundwasser LABbase

Probennehmer: _____ **Datum:** 16.08.2016
Probennummer: 16-003782-11 **Uhrzeit (Beginn):** 10:10

Auftraggeber / Wasserversorger: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
 Beratungs- und Entwicklungsge. mbH
 - Bereich Wasserressourcen -

Probenbezeichnung:

Probenahme-Objekt: Projekt-Nr.: 23312

Entnahmestelle: PAG_3 Grundwasserpumpe, Entnahmehahn

Messstellendurchmesser:	
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> schöpfen <input type="checkbox"/> saugen <input checked="" type="checkbox"/> drücken <i>mit: ANSCHLUSS</i>
Grundwasserstand vor Probenahme:	[m unter MP]
Entnahmetiefe:	[m unter MP]
Messstellentiefe:	[m unter MP]
Förderstrom / Schüttung:	[l/min]

Vor-Ort-Bestimmungen im geförderten Grundwasser

nach [min]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Leuf. [$\mu\text{S}/\text{cm}$]										
Temp [$^{\circ}\text{C}$]										

Wassertemperatur [$^{\circ}\text{C}$]	13,0	Färbung-Art	<input checked="" type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun
Elektrische Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	9,4	Färbung-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
pH-Wert bei 25$^{\circ}\text{C}$	7,01	Geruch-Art	<input checked="" type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> aromst. <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> faulig-H ₂ S <input type="checkbox"/> jauchig-NH ₃ <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> mineralöl <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> Andere
Redox-Spannung UG [mV]	251	Geruch-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Sauerstoff [mg/l]	6,58	Trübung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Lufttemperatur [$^{\circ}\text{C}$]		Bodensatz	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein

Bemerkung: *AE 8 16* _____

	ZK PN FRM Protokoll Grundwasser LABbase
Seite: 1 von 3 Stand: 08.07.2016 Version: 1 Bearbeiter:	Probenahmeprotokoll Grundwasser LABbase

Probenehmer: Datum: 16.08.2016

Probennummer: **16-003782-12** Uhrzeit (Beginn): 10:25

Auftraggeber / Wasserversorger: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
Beratungs- und Entwicklungsges. mbH
- Bereich Wasserressourcen -

Probenbezeichnung:

Probenahme-Objekt: Projekt-Nr.: 23312

Entnahmestelle: PAG_4 Grundwasserpumpe, Entnahmehahn

Messstellendurchmesser:	
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> schöpfen <input type="checkbox"/> saugen <input checked="" type="checkbox"/> drücken mit <u>drucklosem</u>
Grundwasserstand vor Probenahme:	[m unter MP]
Entnahmetiefe:	[m unter MP]
Messstellentiefe:	[m unter MP]
Förderstrom / Schüttung:	[l/min]

Vor-Ort-Bestimmungen im gefördertem Grundwasser

nach [min]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Leitf. [µS/cm]										
Temp [°C]										

Wassertemperatur [°C]	13,7	Färbung-Art	<input checked="" type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun
Elektrische Leitfähigkeit [µS/cm]	1036	Färbung-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
pH-Wert bei 14,0 °C	7,07	Geruch-Art	<input checked="" type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> faulig-H ₂ S <input type="checkbox"/> faulig-NH ₃ <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> mineralisch <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> Andere
Redox-Spannung UG [mV]	235	Geruch-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Sauerstoff [mg/l]	13,7 6,83	Trübung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Lufttemperatur [°C]		Bodensatz	<input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein

Bemerkung: 16.8.16

	ZK PN FRM Protokoll Grundwasser LABbase
Seite: 1 von 1 Stand: 06.07.2016 Version: 1 Bearbeiter: _____	Probenahmeprotokoll Grundwasser LABbase

Probenehmer: _____ Datum: 16.08.2016

Probennummer: **16-003782-13** Uhrzeit (Beginn): _____

Auftraggeber / Wasserversorger: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
Beratungs- und Entwicklungsges. mbH
- Bereich Wasserressourcen -

15:15

Probenbezeichnung:

Probenahme-Objekt: Projekt-Nr.: 23312

Entnahmestelle: 150_Reif Grundwasserpumpe, Entnahmehahn

Messtellendurchmesser:	50	
Art der Probenahme:	[] schöpfen [X] saugen [] drücken mit: <i>Hande... Saugpumpe</i>	
Grundwasserstand vor Probenahme:	5,45	[m unter MP]
Entnahmetiefe:	6,5	[m unter MP]
Messtellentiefe:	9	[m unter MP]
Förderstrom / Schüttung:	17	[l/min]

Vor-Ort-Bestimmungen im geförderten Grundwasser

DU 56

nach [min]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Leitf. [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	1046	1047	1045							
Temp [$^{\circ}\text{C}$]	13,4	13,4	13,4							

Wassertemperatur [$^{\circ}\text{C}$]	13,4	Färbung-Art	<input checked="" type="checkbox"/> farblos [] weiß [] grau [] grün [] gelb [] braun
Elektrische Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	1045	Färbung-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne [] schwach [] mittel [] stark
pH-Wert bei <u>14,0</u> $^{\circ}\text{C}$	6,66	Geruch-Art	<input checked="" type="checkbox"/> geruchlos [] aromatis. [] erdig [] faulig-H ₂ S [] sauchig-NH ₃ [] Chlor [] mineralöl [] Phenole [] Andere
Redox-Spannung UG [mV]	188	Geruch-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne [] schwach [] mittel [] stark
Sauerstoff [mg/l]	0,53	Trübung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne [] schwach [] mittel [] stark
Lufttemperatur [$^{\circ}\text{C}$]		Bodensatz	[] Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein

Bemerkung: AE R. 16 _____

	ZK PN FRM Protokoll Grundwasser LABbase
Seite: 1 von 1 Stand: 06.07.2016 Version: 1 Bearbeiter:	Probenahmeprotokoll Grundwasser LABbase

Probennehmer: _____ **Datum:** 16.08.2016
Probennummer: 16-003782-14 **Uhrzeit (Beginn):** 16:00

Auftraggeber / Wasserversorger: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
 Beratungs- und Entwicklungsges. mbH
 - Bereich Wasserressourcen -

Probenbezeichnung:

Probenahme-Objekt: Projekt-Nr.: 23312

Entnahmestelle: 158_Ref Grundwasserpumpe, Entnahmehahn

Messstellendurchmesser:	50	
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> schöpfen <input checked="" type="checkbox"/> saugen <input type="checkbox"/> drücken mit: <u>Hande Sauger</u>	
Grundwasserstand vor Probenahme:	5,5	[m unter MP]
Entnahmetiefe:	6,5	[m unter MP]
Messstellentiefe:	8	[m unter MP]
Förderstrom / Schüttung:	12	[l/min]

Vor-Ort-Bestimmungen im geförderten Grundwasser

nach [min]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Leutf. [µS/cm]		906	907							
Temp [°C]		12,4	12,6							

Wassertemperatur [°C]	12,6	Färbung-Art	<input type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> grün <input checked="" type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun
Elektrische Leitfähigkeit [µS/cm]	907	Färbung-Intensität	<input type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input checked="" type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
pH-Wert bei 12,9 °C	6,89	Geruch-Art	<input checked="" type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> faulig-H ₂ S <input type="checkbox"/> faulig-NH ₃ <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> mineralisch <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> Anders
Redox-Spannung UG [mV]	76	Geruch-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Sauerstoff [mg/l]	1,09	Trübung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Lufttemperatur [°C]		Bodensatz	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein

Bemerkung: 16.8.15

Anhang 80: Probenahmeprotokolle Grundwasser, Teil B, Siedlungsgebiet 2

	ZK PN FRM Protokoll Grundwasser LABbase
Seite: 1 von 1 Stand: 06.07.2016 Version: * Bearbeiter:	Probenahmeprotokoll Grundwasser LABbase

Probenehmer: [REDACTED] Datum: 31.08.2016
 Probennummer: **16-004029-08** Uhrzeit (Beginn): 9:45

Auftraggeber / Wasserversorger: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
 Beratungs- und Entwicklungsges. mbH
 - Bereich Wasserressourcen -

Probenbezeichnung:

Probenahme-Objekt: Projekt-Nr.: 23312

Entnahmestelle: GM_0027 Grundwasserpumpe, Entnahmehahn

Messstellendurchmesser:	50	
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> schöpfen <input checked="" type="checkbox"/> saugen <input type="checkbox"/> drücken mit: Honda Saugpumpe	
Grundwasserstand vor Probenahme:	5,48	(m unter MP)
Entnahmetiefe:	6,5	(m unter MP)
Messstellentiefe:	11,75	(m unter MP)
Förderstrom / Schüttung:	12	(l/min)

Vor-Ort-Bestimmungen im geförderten Grundwasser

nach [min]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Leutf. [µS/cm]	1932	1932								
Temp [°C]	14,0	14,0								

Wassertemperatur [°C]	14,0	Färbung-Art	<input checked="" type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun
Elektrische Leitfähigkeit [µS/cm]	1932	Färbung-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
pH-Wert bei °C	6,7	Geruch-Art	<input checked="" type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> faulig-H ₂ S <input type="checkbox"/> sauerlich-NH ₃ <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> mineralisch <input type="checkbox"/> Phenolisch <input type="checkbox"/> Andere
Redox-Spannung UG [mV]	173	Geruch-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Sauerstoff [mg/l]	0,5	Trübung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Lufttemperatur [°C]		Bodensatz	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein

Bemerkung: [REDACTED] 01.09.16

	ZK PN FRM Protokoll Grundwasser LABbase
Seite: 1 von 1 Stand: 06.07.2016 Version: 1 Bearbeiter: _____	Probenahmeprotokoll Grundwasser LABbase

Probenehmer: _____ **Datum:** 31.08.2016
Probennummer: 16-004029-15 **Uhrzeit (Beginn):** 10:50

Auftraggeber / Wasserversorger: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
 Beratungs- und Entwicklungsges. mbH
 - Bereich Wasserressourcen -

Probenbezeichnung:

Probenahme-Objekt: Projekt-Nr.: 23312

Entnahmestelle: GM_0039 Grundwasserpumpe, Entnahmehahn

Messsteliendurchmesser:	50	
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> schöpfen <input checked="" type="checkbox"/> saugen <input type="checkbox"/> drücken mit Handpumpe	
Grundwasserstand vor Probenahme:	2,8	[m unter MP]
Entnahmetiefe:	3,8	[m unter MP]
Messstellentiefe:	6	[m unter MP]
Förderstrom / Schüttung:	8	[l/min]

Vor-Ort-Bestimmungen im geförderten Grundwasser

nach [min]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Leutf. [$\mu\text{S}/\text{cm}$]		697	689	695						
Temp [$^{\circ}\text{C}$]		19,0	19,0	19,0						

Wassertemperatur [$^{\circ}\text{C}$]	19,0	Färbung-Art	<input checked="" type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun
Elektrische Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	695	Färbung-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
pH-Wert bei 19,8°C	6,85	Geruch-Art	<input checked="" type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> aromatis. <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> faulig-H ₂ S <input type="checkbox"/> äuchig-NH ₃ <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> mineralö <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> Andere _____
Redox-Spannung UG [mV]	234	Geruch-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Sauerstoff [mg/l]	7,5	Trübung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Lufttemperatur [$^{\circ}\text{C}$]		Bodensatz	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein

Bemerkung: _____ 01.09.16

	ZK PN FRM Protokoll Grundwasser LABbase
Seite: 1 von 1 Stand: 06.07.2016 Version: 3 Bearbeiter:	Probenahmeprotokoll Grundwasser LABbase

Probenehmer: [REDACTED] **Datum:** 31.08.2016
Probennummer: 16-004029-16 **Uhrzeit (Beginn):** 11:40

Auftraggeber / Wasserversorger: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
 Beratungs- und Entwicklungsges. mbH
 - Bereich Wasserressourcen -

Probenbezeichnung:

Probenahme-Objekt: Projekt-Nr.: 23312

Entnahmestelle: GM_0040 Grundwasserpumpe, Entnahmehahn

Messstellendurchmesser:	50	
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> schöpfen <input checked="" type="checkbox"/> saugen <input type="checkbox"/> drücken mit: Hand-Saugglocke	
Grundwasserstand vor Probenahme:	2,24	[m unter MP]
Entnahmetiefe:	3,2	[m unter MP]
Messstellentiefe:	6,51	[m unter MP]
Förderstrom / Schüttung:	10	[l/min]

Vor-Ort-Bestimmungen im geförderten Grundwasser

nach [min]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Leitf. [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	228		228							
Temp [$^{\circ}\text{C}$]	15,3		15,3							

Wassertemperatur [$^{\circ}\text{C}$]	15,3	Färbung-Art	<input checked="" type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun
Elektrische Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	228	Färbung-Intensität	<input type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
pH-Wert bei 15,4 $^{\circ}\text{C}$	7,4	Geruch-Art	<input checked="" type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> faulig-H ₂ S <input type="checkbox"/> faulig-NH ₃ <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> mineralisch <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> Andere
Redox-Spannung UG [mV]	93	Geruch-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Sauerstoff [mg/l]	6,95	Trübung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Lufttemperatur [$^{\circ}\text{C}$]		Bodensatz	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein

Bemerkung: [REDACTED] 02.09.16 [REDACTED]

	ZK PN FRM Protokoll Grundwasser LABbase
Seite: 1 von 1 Stand: 06.07.2016 Version: 1 Bearbeiter: _____	Probenahmeprotokoll Grundwasser LABbase

Probenehmer: _____ **Datum:** 31.08.2016
Probennummer: 16-004029-03 **Uhrzeit (Beginn):** 2:38

Auftraggeber / Wasserversorger: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
 Beratungs- und Entwicklungsges. mbH
 - Bereich Wasserressourcen -

Probenbezeichnung:

Probenahme-Objekt: Projekt-Nr.: 23312

Entnahmestelle: 112011597 Grundwasserpumpe, Entnahmehahn

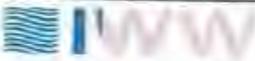
Messstiftendurchmesser:	50	
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> schöpfen <input type="checkbox"/> saugen <input checked="" type="checkbox"/> drücken mit: MP1	
Grundwasserstand vor Probenahme:	7.94	[m unter MP]
Entnahmetiefe:	9	[m unter MP]
Messstellentiefe:	10.2	[m unter MP]
Förderstrom / Schüttung:	12	[l/min]

Vor-Ort-Bestimmungen im geförderten Grundwasser

nach [min]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Leutf. [$\mu\text{S/cm}$]		773	773							
Temp [$^{\circ}\text{C}$]		13.3	13.3							

Wassertemperatur [$^{\circ}\text{C}$]	13.3	Färbung-Art	<input checked="" type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun
Elektrische Leitfähigkeit [$\mu\text{S/cm}$]	773	Färbung-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
pH-Wert bei 22.6°C	6.4	Geruch-Art	<input checked="" type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> arom. <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> faulig-H ₂ S <input type="checkbox"/> fauchig-NH ₃ <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> mineralöl <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> Andere _____
Redox-Spannung UG [mV]	127	Geruch-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Sauerstoff [mg/l]	6.3	Trübung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Lufttemperatur [$^{\circ}\text{C}$]		Bodensatz	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein

Bemerkung: _____ C _____ 07.09.16

	ZK PN FRM Protokoll Grundwasser LABbase
Seite: 1 von 1 Stand: 06.07.2016 Version: 1 Bearbeiter: _____	Probenahmeprotokoll Grundwasser LABbase

Probenehmer: _____ Datum: 31.08.2016

Probennummer: 16-004029-17

Uhrzeit (Beginn): 13:15

Auftraggeber / Wasserversorger: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
Beratungs- und Entwicklungsges. mbH
- Bereich Wasserressourcen -

Probenbezeichnung:

Probenahme-Objekt: Projekt-Nr.: 23312

Entnahmestelle: GM_0041 Grundwasserpumpe, Entnahmehahn

Messstellendurchmesser:	50	
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> schöpfen <input checked="" type="checkbox"/> saugen <input type="checkbox"/> drücken mit: Hand- Saugpumpe	
Grundwasserstand vor Probenahme:	2,56	(m unter MP)
Entnahmetiefe:	3,6	(m unter MP)
Messstellentiefe:	6	(m unter MP)
Förderstrom / Schüttung:	8	l/min

Vor-Ort-Bestimmungen im geförderten Grundwasser

nach [min]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Leitf. [µS/cm]	1042	1042	1044							
Temp [°C]	16,8		17,4							

Wassertemperatur [°C]	17,4	Färbung-Art	<input type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> grün <input checked="" type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun
Elektrische Leitfähigkeit [µS/cm]	1040	Färbung-Intensität	<input type="checkbox"/> ohne <input checked="" type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
pH-Wert bei 16,8 °C	6,6	Geruch-Art	<input checked="" type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> aromat. <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> faulig-H ₂ S <input type="checkbox"/> fauchig-NH ₃ <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> mineralöl <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> Andere _____
Redox-Spannung UG [mV]	257	Geruch-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Sauerstoff [mg/l]	7,5	Trübung	<input type="checkbox"/> ohne <input checked="" type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Lufttemperatur [°C]		Bodensatz	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein

Bemerkung: _____ 01.07.16

	ZK PN FRM Protokoll Grundwasser LABbase
Seite: 1 von 1 Stand: 06.07.2016 Version: 1 Bearbeiter: _____	Probenahmeprotokoll Grundwasser LABbase

Probennehmer: _____ Datum: 31.08.2016

Probennummer: 16-004029-21

Uhrzeit (Beginn): 14:16

Auftraggeber / Wasserversorger: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
Beratungs- und Entwicklungsges. mbH
- Bereich Wasserressourcen -

Probenbezeichnung:

Probenahme-Objekt: Projekt-Nr: 23312

Entnahmestelle: GM_0056 Grundwasserpumpe, Entnahmehahn

Messstellendurchmesser:	10	
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> schöpfen <input checked="" type="checkbox"/> saugen <input type="checkbox"/> drücken mit Handpumpe	
Grundwasserstand vor Probenahme:	2,55	[m unter MP]
Entnahmetiefe:	3,5	[m unter MP]
Messstellentiefe:	5,5	[m unter MP]
Förderstrom / Schüttung:	8	[l/min]

Vor-Ort-Bestimmungen im geförderten Grundwasser

nach [min]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Leutf. [$\mu\text{S}/\text{cm}$]		987	994							
Temp [$^{\circ}\text{C}$]		15,8	15,8							

Wassertemperatur [$^{\circ}\text{C}$]	15,8	Färbung-Art	<input type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> grün <input checked="" type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun
Elektrische Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	994	Färbung-Intensität	<input type="checkbox"/> ohne <input checked="" type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
pH-Wert bei 25,0 $^{\circ}\text{C}$	6,8	Geruch-Art	<input type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> erdig <input checked="" type="checkbox"/> faulig-H ₂ S <input type="checkbox"/> fauchig-NH ₃ <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> mineralöl <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> Andere
Redox-Spannung UG [mV]	53	Geruch-Intensität	<input type="checkbox"/> ohne <input checked="" type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Sauerstoff [mg/l]	8,5	Trübung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Lufttemperatur [$^{\circ}\text{C}$]		Bodensatz	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein

Bemerkung: _____ 07.09.16

	ZK PN FRM Protokoll Grundwasser LABbase
Seite: 1 von 1 Stand: 06.07.2016 Version: 1 Bearbeiter:	Probenahmeprotokoll Grundwasser LABbase

Probenehmer: [REDACTED] **Datum:** 31.08.2016
Probennummer: 16-004029-04 **Uhrzeit (Beginn):** 14:45

Auftraggeber / Wasserversorger: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser
 Beratungs- und Entwicklungsges. mbH
 - Bereich Wasserressourcen -

Probenbezeichnung:

Probenahme-Objekt: Projekt-Nr.: 23312

Entnahmestelle: GM_0023 Grundwasserpumpe, Entnahmehahn

Messstellendurchmesser:	DW 50	
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> schöpfen <input checked="" type="checkbox"/> saugen <input type="checkbox"/> drücken mit: Honda Saugpumpe	
Grundwasserstand vor Probenahme:	6.56	[m unter MP]
Entnahmetiefe:	7.6	[m unter MP]
Messstellentiefe:	7.0	[m unter MP]
Förderstrom / Schüttung:	10	[l/min]

Vor-Ort-Bestimmungen im geförderten Grundwasser

nach [min]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Leutf. [µS/cm]	423	423								
Temp [°C]	13.5	13.5								

Wassertemperatur [°C]	13.5	Färbung-Art	<input checked="" type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun
Elektrische Leitfähigkeit [µS/cm]	423	Färbung-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
pH-Wert bei 13.5°C	8.8	Geruch-Art	<input checked="" type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> faulig-H ₂ S <input type="checkbox"/> sauerlich-NH ₃ <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> mineralisch <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> Andere
Redox-Spannung UG [mV]	743	Geruch-Intensität	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Sauerstoff [mg/l]	0.6	Trübung	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
Lufttemperatur [°C]		Bodensatz	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein

Bemerkung: [REDACTED] 01.09.16

Anhang 81: Ergebnisse der Analytik am Standort Siedlungsgebiet 1 (HP, Teil B 1), inkl. Bestimmungsgrenzen, Probenahme vom 16.08.2016,

Tabelle 1 von 2: Ergebnisse der ersten sieben Grundwassermessstellen aus dem Siedlungsgebiet 1

				HP (Teil B) 1 Siedlungsgebiet 1 (PN 16.08.2016)							
				Bestimmungsgrenzen		Wasserproben					
Stoffgruppe	Parameter		Wasserproben		16-003782-01	16-003782-02	16-003782-03	16-003782-04	16-003782-05	16-003782-06	16-003782-07
			Einheit	Wasser	1307	1315H	1303	1308	1314H	2071	144
Vor-Ort	pH	IUTA	-	-	7,21	6,66	6,56	6,76	6,23	6,28	6,44
	Leitfähigkeit	IUTA	µS/cm	-	1.000	656	1.013	930	941	727	858
Antibiotika	Sulfamethoxazol	IUTA	ng	0,05 - 1,00	3,00	0,94	0,86	<0,10	0,75	1,60	0,99
	Acetyl-Sulfamethoxazol	IUTA		0,04 - 1,00	2,20	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
	Ciprofloxacin	IUTA		0,20 - 5,00	137	69,0	61,0	49,0	36,0	33,0	43,0
	Erythromycin	IUTA		0,05 - 5,00	1,40	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Antiepileptikum	Carbamazepin	IUTA		0,20 - 1,00	2,70	0,45	18,0	2,50	1,60	1,70	2,20
	Schmerzmittel	Diclofenac		IUTA	0,10 - 1,00	9,90	0,49	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
		Phenazon		IUTA	0,05 - 1,00	0,89	<0,20	2,20	3,00	1,30	1,50
Betablocker	Metoprolol	IUTA		0,05 - 1,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
	Atenolol	IUTA		0,50 - 1,00	<20,0	<20,1	<20,2	<20,3	<20,4	<20,5	<20,6
	Propranolol	IUTA		0,10 - 1,00	82,0	1,70	0,66	0,17	<0,20	<0,20	<0,20
	Sotalol	IUTA		0,50 - 1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Süßstoff	Acesulfam	IUTA	10,0	125	38,0	51,0	134	<25,0	97,0	548	
	Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol	IUTA	1,00	128	17,0	39,0	14,0	21,0	31,0	24,0
		Summe 4 + 5-Methyl-1H-Benzotriazol	IUTA	1,00 - 5,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Duftstoff	Galaxolid	IWW	20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	
Stimulant	Coffein	IWW	10,0	40,0	<10,0	<10,0	<10,0	60,0	50,0	<10,0	
Nährstoff	Nitrat	IWW	mg	1,00	15,9	22,4	12,9	6,48	12,8	20,7	11,7
	Ammonium	IWW		0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Mikrobiologie	E.coli	IWW	KBE/100 ml	10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	
Duftstoff	Tonalid	IWW	ng	20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	
Desinfektion	Triclosan	IWW	ng	40,0	<40,0	<40,0	<40,0	<40,0	<40,0	<40,0	
Tensid	TMDD	IWW	ng	20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	
Nährstoff	Nitrit	IWW	mg	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	

Tabelle 2 von 2: Ergebnisse der zweiten sieben Grundwassermessstellen aus dem Siedlungsgebiet 1

		HP (Teil B) 1 Siedlungsgebiet 1 (PN 16.08.2016)									
		Bestimmungsgrenzen		Wasserproben							
Stoffgruppe	Parameter		Wasserproben		16-003782-08	16-003782-09	16-003882-10	16-003782-11	16-003782-12	16-003782-13	16-003782-14
			Einheit	Wasser	1309	2070	1311H	PAG_3	PAG_4	150_Ref	1158_Ref
Vor-Ort	pH	IUTA	-	-	6,41	6,38	6,54	6,54	6,56	6,30	6,53
	Leitfähigkeit	IUTA	µS/cm	-	968	924	907	848	972	982	867
Antibiotika	Sulfamethoxazol	IUTA	ng	0,05 - 1,00	0,77	1,30	1,50	2,10	0,54	1,70	0,67
	Acetyl-Sulfamethoxazol	IUTA		0,04 - 1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
	Ciprofloxacin	IUTA		0,20 - 5,00	22,0	29,0	21,0	18,0	26,0	19,0	14,0
	Erythromycin	IUTA		0,05 - 5,00	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Antiepileptikum	Carbamazepin	IUTA		0,20 - 1,00	1,50	1,50	1,70	2,20	1,50	1,10	1,30
Schmerzmittel	Diclofenac	IUTA		0,10 - 1,00	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
	Phenazon	IUTA		0,05 - 1,00	1,60	<0,20	0,86	1,10	1,80	1,60	1,40
Betablocker	Metoprolol	IUTA		0,05 - 1,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
	Atenolol	IUTA		0,50 - 1,00	<20,7	<20,8	<20,9	<20,10	<20,11	<20,12	<20,13
	Propranolol	IUTA		0,10 - 1,00	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
	Sotalol	IUTA	0,50 - 1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	
Süßstoff	Acesulfam	IUTA	10,0	172	162	195	115	90,0	137	80,0	
Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol	IUTA	1,00	403	41,0	8,60	18,0	13,0	35,0	18,0	
	Summe 4 + 5-Methyl-1H-Benzotriazol	IUTA	1,00 - 5,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	11,0	<2,00	
Duftstoff	Galaxolid	IWW	20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	
Stimulant	Coffein	IWW	10,0	40,0	90,0	30,0	20,0	10,0	20,0	70,0	
Nährstoff	Nitrat	IWW	1,00	19,7	8,39	25,4	14,3	19,0	8,02	11,1	
	Ammonium	IWW	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,03	
Mikrobiologie	E.coli	IWW	KBE/100 ml	10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	
Duftstoff	Tonalid	IWW	ng	20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	
Desinfektion	Triclosan	IWW	ng	40,0	<40,0	<40,0	<40,0	<40,0	<40,0	<40,0	
Tensid	TMDD	IWW	ng	20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	
Nährstoff	Nitrit	IWW	mg	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	

Anhang 82: Ergebnisse der Analytik Siedlungsgebiet 2 (HP, Teil B), inkl. Bestimmungsgrenzen, Probenahme vom 31.08.2016,

		HP (Teil B) 2 Siedlungsgebiet 2 (PN 31.08.2016)								
Stoffgruppe	Parameter	Bestimmungsgrenzen		Wasserproben						
		Wasserproben		M 160902/28	M 160902/29	M 160902/30	M 160902/31	M 160902/32	M 160902/33	M 160902/34
		Einheit	Wasser	l ¹						
Vor-Ort	pH	-	-	6,48	5,19	6,51	6,61	6,87	6,18	6,33
	Leitfähigkeit	µS/cm	-	843	497	1.527	692	714	1.019	978
Antibiotika	Sulfamethoxazol	ng	0,05 - 1,00	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
	Acetyl-Sulfamethoxazol		0,04 - 1,00	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
	Ciprofloxacin		0,20 - 5,00	135	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
	Erythromycin		0,05 - 5,00	0,20	<0,20	<0,20	0,15	0,15	0,15	0,15
Antiepileptikum	Carbamazepin	ng	0,20 - 1,00	<0,10	0,30	5,30	1,20	0,17	1,90	0,96
Schmerzmittel	Diclofenac		0,10 - 1,00	0,68	3,30	1,40	0,40	1,20	6,20	2,60
	Phenazon		0,05 - 1,00	7,00	12,0	4,00	9,90	11,0	8,50	7,70
Betablocker	Metoprolol		0,05 - 1,00	3,70	0,52	<0,50	<0,50	3,70	0,73	<0,50
	Atenolol	0,50 - 1,00	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	
	Propranolol	0,10 - 1,00	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	
	Sotalol	0,50 - 1,00	29,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	
Süßstoff	Acesulfam	ng	10,0	<10,0	<10,0	72,0	<10,0	-*	77,0	<10,0
Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol		1,00	157	10,0	121	9,70	18,0	30,0	21,0
	Summe 4-Methyl-1H-Benzotriazol + 5-Methyl-1H-Benzotriazol		1,00 - 5,00	<1,00	<1,00	6,40	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Östrogen	Estradioläquivalentkonzentration (EEQ)		0,01	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,02	<0,02	<0,02
Duftstoff	Galaxolid	20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	
Stimulant	Coffein	10,0	<10,0	<10,0	<10,0	10,0	<10,0	40,0	<10,0	
Nährstoff	Nitrat	mg	1,00	37,9	37,5	16,3	83,2	<1,00	28,8	<1,00
	Ammonium		0,02	<0,02	<0,02	0,07	0,06	0,09	<0,02	0,18
Mikrobiologie	E.coli	KBE/100	10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Duftstoff	Tonalid		20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0
Komplexbildner	EDTA	ng	700	3.900	11.600	2.400	1.000	300	700	
	NTA		<200	<500	<200	<200	<200	<200	<200	
Desinfektion	Triclosan	ng	40,0	<40,0	<40,0	<40,0	<40,0	<40,0	<40,0	
	Tensid		20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	
Nährstoff	Nitrit	mg	0,02	<0,02	<0,02	0,08	0,03	<0,02	0,14	<0,02

* Probe aufgrund von Glasbruch nicht vorhanden