

**Baugebietsentwicklung
"In den Hühelner Benden"
in 52249 Eschweiler-Weisweiler**

Baugrund- und Versickerungsgutachten

Auftraggeber:	NRW.URBAN Kommunale Entwicklung GmbH Planung Steuerung Bau Fritz-Vomfelde-Str. 10 40547 Düsseldorf
Ansprechpartner:	Herr Hartmut Möller
Auftragnehmer:	HYDR.O. GEOLOGEN UND INGENIEURE Sigmundstraße 10-12 52070 Aachen
Bearbeiter:	M. Sc. Simon Merk Dipl.-Geol. Andreas Vogel
Projekt-Nr.:	21063

Aachen, 09.08.2021



Hartwig Reisinger / von der IHK
Aachen öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger



Inhalt:

	Seite
1. Veranlassung	4
2. Unterlagen	4
3. Standortbeschreibung	4
4. Geologischer und hydrogeologischer Überblick	6
5. Durchgeführte Untersuchungen	7
5.1 Geländeuntersuchungen	7
5.2 Laboruntersuchungen	7
6. Untersuchungsergebnisse	8
6.1 Ergebnisse der Geländeuntersuchungen – Schichtenbeschreibung	8
6.2 Ergebnisse der Geländeuntersuchungen – Grundwasserstände	9
6.3 Ergebnisse der Geländeuntersuchungen – Versickerungsversuche	10
6.4 Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen	11
7. Homogenbereiche für Böden nach DIN 18300 (2019-09)	11
8. Bodenkennwerte und -eigenschaften	13
9. Kanalbau	14
9.1 Böschungssicherung von Gräben und Gruben	14
9.2 Verbau	15
9.3 Wasserhaltung	15
9.4 Grabenverfüllung und Grabenverdichtung	16
10. Bau von Verkehrsflächen	17
11. Gründung von Gebäuden	18
12. Erdbebenzone	19

13. Versickerung von Niederschlagswasser	19
14. Allgemeine Hinweise für die Bauausführung	21
15. Schlussbemerkung	21

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lageplan des Bebauungsplangebiets	5
--	---

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Schichtoberkanten Talterrasse	9
Tabelle 2: Grundwasserstände 08.07.2021	10
Tabelle 3: Ergebnisse der Versickerungsversuche	10
Tabelle 4: Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen	11
Tabelle 5: Eigenschaften Homogenbereiche 0 - 3	12
Tabelle 6: Bodenkennwerte	13

Anlagen

Anlage 1: Lageplan der Untersuchungspunkte

Anlage 2: Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse RKB B 1 – B 6 und Schlagzahldiagramme DPM B 1 – B 6

Anlage 3: Protokolle der Versickerungsversuche

Anlage 4: Ergebnistabelle und Prüfbericht der chemischen Untersuchungen

1. Veranlassung

Die Stadt Eschweiler hat sich mit der geplanten Baugebietsentwicklung "In den Hühelner Benden" im Stadtteil Weisweiler erfolgreich um die Aufnahme in das Landesprogramm "Kooperative Baulandentwicklung" beworben. Die Realisierung dieser Baugebietsentwicklung erfolgt mit Unterstützung des Landes Nordrhein-Westfalen im Rahmen eines Projektes der kooperativen Baulandentwicklung im Sinne des § 20 Absatz 5 Haushaltsgesetz 2020. Hierzu hat die Stadt Eschweiler die NRW.URBAN Kommunale Entwicklung GmbH als treuhänderische Entwicklungsträgerin im eigenen Namen und auf Rechnung der Stadt beauftragt. Träger der Entwicklung ist die NRW.URBAN Kommunale Entwicklung GmbH, die Treuhänder der Stadt Eschweiler ist.

Auf dem untersuchten Gelände "In den Hühelner Benden" in 52249 Eschweiler, Gemarkung Weisweiler, Flur 12 (Flurstücke 186, 23 und 25) und Flur 39 (Flurstücke 15 und 16) ist ein Wohngebiet, bestehend aus sechs Mehrfamilienhäusern, acht Reihenhäusern, 32 Doppelhaushälften und fünf freistehenden Einfamilienhäusern geplant.

HYDR.O. GEOLOGEN UND INGENIEURE wurde mit der Durchführung von Baugrunduntersuchungen und der Erstellung eines Baugrundgutachtens inkl. einer Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes beauftragt.

2. Unterlagen

Zur Bearbeitung wurden folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- Lageplan Städtebaulicher Entwurf – Stadt Eschweiler "Bebauungsplan 305 – Hühelner Straße/Stadionstraße", Stand: 19.10.2020, Maßstab 1 : 1.000

3. Standortbeschreibung

Das Bebauungsplangebiet befindet sich im Osten der Stadt Eschweiler, im Stadtteil Weisweiler. Das Planungsgrundstück umfasst die Flurstücke 186, 23 und 25 (Flur 12) im Nordosten und die Flurstücke 15 und 16 (Flur 39) im Südwesten des Untersuchungsgebietes.

Das Projektgebiet wird durch die Stadionstraße, die Kölner Straße (B264), die Wenauer Straße und die Hühelner Straße begrenzt. Bei dem rund 26.400 m² großen Bebauungsplangebiet handelt es sich um derzeit landwirtschaftlich genutzte Flächen. Im Nordosten (Stadionstraße) und im Südosten grenzt das Projektgebiet an bestehende Wohnsiedlungen an. Das Grundstück weist mit Geländehöhen zwischen 126,9 m NHN und 122,1 m NHN ein Gefälle in Richtung Nordwesten auf, hin zum Böschungsfuß der B264. Die Lage des Projektgebietes, sowie die Lage der Bohransatzpunkte ist in der nachfolgenden Abbildung 1 dargestellt.

Im Rahmen der Baugebietsentwicklung ist die Errichtung von Erschließungsstraßen sowie der Neubau von Ein- und Mehrfamilienhäusern zur Wohnnutzung geplant.

Laut dem Vorentwurf des Bebauungsplans 305 sollen im Plangebiet errichtet werden:

- 6 Mehrfamilienhäuser
- 8 Reihenhäuser
- 32 Doppelhaushälften
- 5 freistehende Einfamilienhäuser

Die Gebäude und Garagen sollen durch Erschließungsstraßen von der Stadionstraße aus erschlossen werden. Die Verkehrsflächen von insgesamt rd. 3.440 m² innerhalb des Wohngebiets sind als gepflasterte Mischverkehrsflächen geplant. Die Anbindung an die Hühelner Straße soll nur für Fuß- und Radverkehr, sowie für Rettungs- und Entsorgungsfahrzeuge zugänglich sein. Insgesamt sind 970 m² für die Anlage einer Grünfläche vorgesehen, die am Nordrand des Baugebiets liegen soll. In Abbildung 1 und Anlage 1 ist ein Lageplan des Bebauungsplangebiets dargestellt.



Abbildung 1: Lageplan des Bebauungsplangebiets mit Bohransatzpunkten B1-B6, Ausschnitt aus Bebauungsplan 305 – Hühelner Straße/Stadionstraße – Städtebaulicher Entwurf – Stadt Eschweiler (Umrandung = Bebauungsplangebiet)

4. Geologischer und hydrogeologischer Überblick

Die geologischen Verhältnisse werden im Wesentlichen durch quartäre Ablagerungen (Pleistozän) geprägt. Nach der Hydrologischen Karte von NRW, Blatt 5103 Eschweiler, sind unter einer geringmächtigen (ca. 2 - 3 m) Überdeckung aus Löss- oder Auen-/Tallehm die kiesig-sandigen Sedimente der Älteren Talterrasse der Inde anzutreffen. Die Gesamtmächtigkeit der Terrassensedimente beträgt im Untersuchungsgebiet ca. 5-10 m. Im Liegenden der Lösslehms und der Sedimente der Inde bzw. im südöstlichen Teilbereich des Projektgebietes bereits oberflächennah, treten tertiäre Braunkohlen- und Meeressande (Oligozän) mit Mächtigkeiten bis zu 50 m auf. Das Grundgebirge bildet das Steinkohlengebirge aus Tonsteinen mit Sandsteinbänken aus dem Oberkarbon.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich am Rand der Niederrheinischen Bucht, welche durch ein ausgeprägtes tektonisches Bruchsystem mit einer Untergliederung in zahlreiche Bruchschollen charakterisiert ist. Im Bereich des Untersuchungsgebietes verläuft ein NW-SE-gerichteter Ausläufer einer damit in Zusammenhang stehenden Störung.

Das oberste Grundwasserstockwerk im Bereich des Untersuchungsgebiets wird durch die pleistozänen, überwiegend sandig-kiesigen Terrassensedimente aufgebaut. Die übergeordnete Grundwasserfließrichtung ist nach Nordosten zur Inde hin gerichtet. Die Inde verläuft rund 200 – 350 m nordwestlich des Projektgebiets mit Strömungsrichtung nach Nordosten. In einem Abstand von ca. 200 m südwestlich verläuft der Bovenicher Graben, der in den Otterbach entwässert. Der Otterbach verläuft auf der nordwestlichen Seite, des an das Baugebiet angrenzenden Straßendamms der Kölner Straße (B264).

Die Grundwasseroberfläche ist im Projektgebiet in einer Tiefe von ca. 1 – 3 m u. GOK bzw. 119 – 122 m NHN zu erwarten. Aufgrund der Überdeckung mit gering wasserdurchlässigen Bodenschichten sind lokal gespannte Grundwasserverhältnisse zu erwarten. In den oberflächennahen gering durchlässigen Deckschichten ist insbesondere nach langanhaltenden, starken Niederschlagsereignissen mit dem Auftreten von Hang- bzw. Schichtenwasser zu rechnen.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in einem Abstand von ca. 6 km zum Tagebau Inden. Eine Beeinflussung des Grundwasserstandes durch Sumpfungsmaßnahmen ist daher nicht auszuschließen. Den aktuellen Grundwassergleichen- bzw. Grundwasserdifferenzplänen des Erft-Verbandes (Stand: Oktober 2020) ist für den Untersuchungsbereich kein Absenkungsbetrag im Vergleich zum unbeeinflussten Zustand zu entnehmen. Auch aufgrund der bei den Geländearbeiten festgestellten vergleichsweise hohen Grundwasserstände ist kein relevanter Absenkungsbetrag anzunehmen.

Gemäß Kartenangaben ist den quartären Deckschichten (Löss-/Tal-/Auenlehm) ein Durchlässigkeitsbeiwert von ca. $k_f = 1 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-6}$ m/s, den Kiesen und Sanden der Talterrasse ein Wert von ca. $k_f = 1 \cdot 10^{-4}$ m/s und den tertiären Einheiten ein k_f -Wert von ca. $5 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-6}$ m/s zuzuordnen.

Gemäß der aktuellen Hochwasserrisiko- und -gefahrenkarten sowie der Karten für Überschwemmungsflächen (Stand: 09.08.2021) befindet sich das Untersuchungsgebiet außerhalb von Hochwassereinflüssen.

5. Durchgeführte Untersuchungen

5.1 Geländeuntersuchungen

Am 08.07.2021 wurden zur Erkundung der Untergrundverhältnisse und zur Entnahme von Bodenproben im Bereich des zu untersuchenden Gebietes insgesamt 6 Rammkernbohrungen (RKB B 1 – RKB B 6, D = 50 mm) bis in Tiefen zwischen 3,7 m u. GOK und 5,0 m u. GOK sowie 6 mittelschwere Rammsondierungen (DPM B 1 - DPM B 6) bis in Tiefen zwischen 3,6 m u. GOK und 5,0 m u. GOK abgeteuft. Die mittelschweren Rammsondierungen und die Rammkernbohrungen wurden in einem Abstand von ca. 1,0 m zueinander jeweils als Doppelaufschluss durchgeführt.

Aus den Rammkernbohrungen wurden insgesamt 35 Bodenproben entnommen. Die Entnahmetiefe der Proben ist in den Bohrprofilen und Schichtenverzeichnissen vermerkt.

Im Anschluss an die Erkundung wurden alle 6 Doppelaufschlüsse auf ihre Lage (Maßband) und Höhe (Nivellement) eingemessen. Als Höhenbezug wurden Kanaldeckelhöhen der umliegenden Verkehrsflächen herangezogen.

Die Lage der Untersuchungspunkte ist im Lageplan in Anlage 1 dargestellt.

Die Bohrprofile, Schichtenverzeichnisse und Schlagzahldiagramme sind in Anlage 2 dokumentiert.

Im Anschluss an die Durchführung der Rammkernbohrungen RKB B 1 – RKB B 6 wurden in den Bohrlöchern Versickerungsversuche nach der Methode des EARTH MANUAL zur Bestimmung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes durchgeführt.

Neben den Versickerungsversuchen im Bohrloch wurden im Bereich der 6 Untersuchungsstellen zusätzlich Versickerungsversuche mittels Doppelringinfiltrometer zur Bestimmung der Versickerungsfähigkeit der unmittelbar unterhalb des Oberbodens anstehenden Bodenschichten durchgeführt.

Die Auswertungen der Versickerungsversuche sind der Anlage 3 zu entnehmen.

5.2 Laboruntersuchungen

Die entnommenen Bodenproben wurden im Probeneingang von HYDR.O. GEOLOGEN UND INGENIEURE erneut begutachtet und Proben für die Durchführung von chemischen Laboruntersuchungen ausgewählt sowie Mischproben gebildet. Die Laboruntersuchungen erfolgten bei der Eurofins Umwelt West GmbH, Wesseling.

Es wurde eine Mischprobe der unmittelbar unterhalb des Oberbodens anstehenden umgelagerten bzw. aufgefüllten schluffigen bis feinsandigen Schichten aus den Bohrungen RKB B 1 – RKB B 5 (Probenbezeichnung: B1_1 - B5_1) analysiert. Zudem wurde eine Mischprobe weiterer umgelagerter Böden

aus den Bohrungen RKB B 2 und RKB B 5, die eine vergleichbare Zusammensetzung aufweisen, gebildet und chemisch analysiert (Probenbezeichnung: B2_2 - B5_2).

Eine dritte charakteristische Probe eines umgelagerten Bodens aus der Bohrung RKB B 3 wurde separat untersucht (Probenbezeichnung: B3_2).

Die drei Proben wurden auf die Parameterliste nach LAGA M20, TR Boden (2004) untersucht.

Die Prüfberichte der chemischen Laboruntersuchungen sind als Anlage 4 beigefügt.

6. Untersuchungsergebnisse

6.1 Ergebnisse der Geländeuntersuchungen – Schichtenbeschreibung

In den Rammkernbohrungen RKB B 1 bis RKB B 6 wurde zuoberst eine dunkelbraune **Oberbodenschicht (Schicht 1)** in Mächtigkeiten zwischen 0,1 m und 0,4 m angetroffen.

Darunter folgt bis in Tiefen zwischen 0,5 – 1,3 m u. GOK ein **umgelagerter bzw. aufgefüllter Boden (Schicht 2)**, der eine überwiegend fein- bis gemischtkörnige, schluffig-feinsandige und lokal eine grobkörnige Zusammensetzung aufweist. In dem umgelagerten bzw. aufgefüllten Boden wurden mitunter geringe Beimengungen an Ziegelbruch oder Bauschuttresten festgestellt. Der Boden weist braune, graubraune und dunkelbraune Farben auf und enthält zum Teil erhöhte oberbodenartige, humose Beimengungen (vgl. Schicht 1).

Unterhalb der umgelagerten bzw. aufgefüllten Schicht folgt der natürlich gewachsene Boden in Form eines quartären **Löss- bzw. Tal-/Auenlehms (Schicht 3)**. Aufgrund des leichten Gefälles (Höhenunterschied ca. 3,5 m) und der unterschiedlichen Abstände zum Vorfluter "Inde" sind im Untersuchungsgebiet unterschiedliche Lehme vorhanden. Mit geringer werdendem Abstand zur Inde ist mit dem Auftreten von Tal- oder Auenlehmen zu rechnen (RKB B 1, RKB B 2, RKB B 4 und RKB B 6), die mitunter schwach organisch und in aufgeweichter Form vorliegen können. Höher gelegene Bereiche mit größerem Abstand zur Inde weisen eher Lösslehmablagerungen auf (RKB B 3 und RKB B 5). Die Mächtigkeit der bindigen quartären Deckschichten reicht von 1,3 m (RKB B 1) bis 2,5 m (RKB B 4) bzw. bis in Tiefen zwischen 1,9 m u. GOK (RKB B 1) und 3,0 m u. GOK (RKB B 4). Die braunen bis graubraunen Böden weisen anhand der Bohrgutansprache und der Ergebnisse der mittelschweren Rammsondierungen DPM B 1 – DPM B 6 eine überwiegend steife Konsistenz auf. Lediglich in der Bohrung RKB B 2 wurde ein Horizont mit weicher Konsistenz aufgeschlossen. In den auenlehmartigen Bereichen (vor allem RKB B 2) wurden geringe Beimengungen an Pflanzen- und Holzresten vorgefunden.

In den Aufschlüssen RKB / DPM B 1, B 2, B 4 und B 6 folgen unterhalb der Schicht 3 die **Kiese und Sande der Talterrasse der Inde (Schicht 4)**. Diese stellen sich als sandige Feinkiese oder als kiesige Grobsande dar und weisen eine braune bis braungraue Farbe auf. Anhand der Schlagzahlen N_{10} der mittelschweren Rammsondierungen ist der Talterrasse im oberen Schichtbereich (ca. 1,0 m) eine mitteldichte, lokal auch lockere Lagerung und mit zunehmender Tiefe eine dichte Lagerung zuzuordnen. Die Schichtoberkanten der Talterrasse in den vier Aufschlüssen sind Tabelle 1 zu entnehmen. Die unterhalb der Terrasse zu erwartenden tertiären Einheiten wurden in den RKB bis zur maximalen Endteufe von 5,0 m u. GOK nicht vorgefunden.

Tabelle 1: Schichtoberkanten Talterrasse

Aufschlussbezeichnung	OK Terrasse [m u. GOK]	OK Terrasse [m NHN]
RKB / DPM B 1	1,90	120,50
RKB / DPM B 2	2,60	120,80
RKB / DPM B 4	3,00	120,50
RKB / DPM B 6	2,30	120,80

In den beiden Aufschlüssen RKB / DPM B 3 und RKB / DPM B 5 wurde die Terrasse nicht bzw. nur in sehr geringmächtiger Ausprägung vorgefunden. Ggf. kann die geringmächtige (0,5 m) Mittelsandschicht im Aufschluss RKB / DPM B 3 von 2,8 – 3,3 m u. GOK noch der Terrasse zugeordnet werden. Stattdessen wurden in diesen beiden höher gelegenen Aufschlüssen unterhalb der quartären bindigen Deckschichten bereits die **tertiären Schluffe (Schicht 5)** erbohrt. Diese stellen sich als braune bis dunkelbraungraue tonig-feinsandige Schluffe dar. Im Vergleich zu den überlagernden Deckschichten kann den tertiären Böden eine steife bis halbfeste Konsistenz zugeordnet werden.

6.2 Ergebnisse der Geländeuntersuchungen – Grundwasserstände

Die aufgeschlossenen bindigen Böden (Schicht 2, Schicht 3 und Schicht 5) wurden überwiegend in erdfeuchtem Zustand angesprochen. Stellenweise wurden auch klopfnasse Böden festgestellt, was auf das temporäre Vorhandensein von Schichten- bzw. Hangwasser hindeutet.

Grundwasser wurde in den Aufschlüssen RKB B 1, B 2, B 4 und B 6 in den Kiesen und Sanden der Talterrasse (Schicht 4) angetroffen. Nach Abschluss der Bohrarbeiten wurden die Grundwasserstände in den offenen Bohrlöchern gemessen, die in der nachfolgenden Tabelle 2 (gerundet) aufgeführt sind.

Tabelle 2: Grundwasserstände 08.07.2021

Aufschlussbezeichnung	Flurabstand [m u. GOK]	Gw-Höhe [m NHN]
RKB B 1	1,70	120,70
RKB B 2	1,90	121,50
RKB B 4	3,10	120,40
RKB B 6	3,60	119,50

Aus den gemessenen Grundwasserständen ergibt sich erwartungsgemäß eine zum Vorfluter Inde gerichtete Grundwasserfließrichtung nach Norden bis Nordosten.

In den beiden Aufschlüssen RKB B 3 und RKB B 5 ohne Terrassensedimente wurde bis zur Endteufe von 5,0 m u. GOK kein Grundwasser gemessen.

6.3 Ergebnisse der Geländeuntersuchungen – Versickerungsversuche

In Tabelle 3 sind die Ergebnisse der Versickerungsversuche tabellarisch zusammengestellt.

Tabelle 3: Ergebnisse der Versickerungsversuche

Untersuchungspunkt	k_f -Wert Versickerungsversuch Bohrloch (VV)	k_f -Wert Versickerungsversuch Doppelring (DR)
1	VV 1: $k_f = 2,0 * 10^{-5}$ m/s	DR 1: $k_f = 5,0 * 10^{-5}$ m/s
2	VV 2: $k_f = 8,7 * 10^{-7}$ m/s	DR 2: $k_f = 7,5 * 10^{-5}$ m/s
3	VV 3: $k_f = 7,4 * 10^{-7}$ m/s	DR 3: $k_f = 3,8 * 10^{-5}$ m/s
4	VV 4: $k_f = 2,0 * 10^{-6}$ m/s	DR 4: $k_f = 3,3 * 10^{-5}$ m/s
5	VV 5: $k_f = 4,6 * 10^{-7}$ m/s	DR 5: $k_f = 2,2 * 10^{-5}$ m/s
6	VV 6: $k_f = 2,0 * 10^{-5}$ m/s	DR 6: $k_f = 5,2 * 10^{-5}$ m/s

Die in den oberen Bodenbereichen durchgeführten Versickerungsversuche mittels Doppelringinfiltrometer haben **k_f -Werte von $2,2 * 10^{-5}$ bis $7,5 * 10^{-5}$ m/s** ergeben.

Die in den tieferen Bodenschichten durchgeführten Versickerungsversuche im Bohrloch haben **k_f -Werte von $2,0 * 10^{-5}$ bis $4,6 * 10^{-7}$ m/s** ergeben.

Die Protokolle der Versickerungsversuche sind in Anlage 3 beigefügt.

6.4 Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen

Die Detailergebnisse der chemischen Untersuchungen sind in einer Tabelle in Anlage 4 dargestellt. In der Tabelle sind den ermittelten Gehalten die Zuordnungswerte Z 0 bis Z 2 der LAGA Boden (TR LAGA Boden 2004) gegenübergestellt. Der Prüfbericht des Labors befindet sich ebenfalls in Anlage 4.

In Tabelle 4 sind die Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen zusammengefasst.

Tabelle 4: Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen

Probe	Einstufung nach LAGA Boden 2004	Auffällige Parameter
B1_1 - B5_1	Z2	Cadmium: 3,2 mg/kg TS > LAGA Z1.2 TOC: 2,4 Ma.-% TS > LAGA Z1.2
B2_2 - B5_2	Z2 / Z1.1	TOC: 1,6 Ma.-% TS > LAGA Z1.2
B3_2	Z0	-

Insgesamt sind in den untersuchten Bodenproben nur geringe Auffälligkeiten festzustellen.

Lediglich in der Probe B1_1 – B5_1 aus den umgelagerten obersten Bodenschichten ist ein erhöhter Cadmium-Gehalt von 3,2 mg/kg TS auffällig. Zudem liegen erhöhte TOC-Gehalte bei den Proben B1_1 - B5_1 und B2_2 - B5_2 von 2,4 bzw. 1,6 Ma.-% vor, die vermutlich auf humose Anteile in den Proben zurückzuführen sind. Die TOC-Gehalte können bei der Zuordnung in die LAGA-Klassen relativiert werden (Fußnote 3: LAGA und MKULNV-NRW-Erlass 2014 zur Aufbringung von Materialien), so dass abweichende Einstufungen vorgenommen werden können.

7. Homogenbereiche für Böden nach DIN 18300 (2019-09)

Die im Untersuchungsbereich aufgeschlossenen Böden können entsprechend ihres Zustandes vor dem Lösen sowie ihrer Eigenschaften für einen Wiedereinbau anhand der Untersuchungsergebnisse sowie allgemeiner Erfahrungen mit vergleichbaren Böden in nachfolgende Homogenbereiche nach DIN 18300 (2019-09) für "Erdarbeiten" eingeteilt werden.

Der schützenswerte Oberboden (Schicht 1) ist nach DIN 18320 (2019-09) unabhängig von seinem Zustand vor dem Lösen ein eigener Homogenbereich (Homogenbereich 0).

Die Schichten 2 und 3 werden dem Homogenbereich 1 zugeordnet. Dabei sind jedoch die unterschiedlichen Verwertungs-/Entsorgungsmöglichkeiten für die umgelagerten bzw. aufgefüllten Böden und den natürlich gewachsenen Boden zu berücksichtigen.

Die Kiese und Sande der Talterrasse bilden den Homogenbereich 2, die tertiären Schluffe mit steifer bis halbfester sowie halbfester Konsistenz werden dem Homogenbereich 3 zugeordnet.

Der nachfolgenden Tabelle 5 können die Parameter der Homogenbereiche 0 – 3 entnommen werden:

Tabelle 5: Eigenschaften Homogenbereiche 0 - 3

	Homogenbereich 0	Homogenbereich 1	Homogenbereich 2	Homogenbereich 3
	Oberboden	bindige Deckschichten (Schichten 2 und 3)	Talterrasse Inde	Tertiäre Schluffe
Bodengruppe nach DIN 18196	OU	TL / TM, SU* / ST*	GW / GI / GU, SW / SI / SU	TL / TM, UL / UM
Wichte (feucht) γ	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 18-20 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 19-21 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 19-21 \text{ kN/m}^3$
Kohäsion c		2-6 kN/m ²	0 kN/m ²	2-10 kN/m ²
Wassergehalt w		15 - 30 %	10 - 20 %	10 - 20 %
Konsistenzzahl I_c		0,6 - 1,0	-	0,7 - 1,2
Plastizitätszahl I_p		5 - 15 %	-	10 - 25 %
Lagerungsdichte		-	mitteldicht bis dicht D = 0,4 - 0,7	-
Undrainierte Scherfestigkeit c_u		30 - 180 kN/m ²	-	100 - 350 kN/m ²
Anteil Steine / Blöcke	< 5 % / 0 %	< 10 % / 0 %	< 30 % / < 10 %	< 10 % / < 5 %
Organischer Anteil TOC-Gehalt	< 8 %	< 3 %	< 1 %	< 3 %
Körnungsziffer (T-U-S-G)		40-60-0-0 bis 0-10-50-40	15-05-80-0 bis 0-0-05-95	40-60-0-0 bis 0-50-30-20
Bodenklasse nach DIN 18915	6, 8	-	-	-
Bodenklasse nach DIN 18300₂₀₁₂	1	4	4-5	4

Bei den oben genannten Parametern für die Beschreibung der Homogenbereiche handelt es sich nicht um Kennwerte, die für erdstatische Berechnungen verwendet werden dürfen, sie dienen lediglich der Beschreibung der Bandbreiten der Bodeneigenschaften.

8. Bodenkennwerte und -eigenschaften

Die aus den durchgeführten Untersuchungen ermittelten Bodenkennwerte sind in der nachfolgenden Tabelle 6 zusammengefasst:

Tabelle 6: Bodenkennwerte

	Schicht 2 / Schicht 3	Schicht 4	Schicht 5
	umgelagerte bzw. aufgefüllte Böden, Löss- /Tal-/Auenlehm	Talterrasse Inde	Tertiäre Schluffe
Wichte (feucht)	$\gamma = 18-19 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 20-21 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Ersatzreibungswinkel	$\varphi' = 22,5 - 25^\circ$	$\varphi' = 32,5 - 35^\circ$	$\varphi' = 25-27,5^\circ$
Steifemodul	$E_s = 6-10 \text{ MN/m}^2$	$E_s = 50 - 100 \text{ MN/m}^2$	$E_s = 20 - 35 \text{ MN/m}^2$
Kohäsion	$c' = 2-4 \text{ kN/m}^2$	-	$c' = 3-6 \text{ kN/m}^2$
Lagerung/ Konsistenz	steif, mitunter weich	mitteldicht bis dicht	steif bis halbfest, halbfest
Frostempfindlichkeitsklasse	F3 (sehr frostempfindlich)	F1 – F2 (nicht bis gering frostempfindlich)	F3 (sehr frostempfindlich)

Die Böden der Schichten 2, 3 und 5 sind als stark witterungsempfindlich einzustufen und neigen bei Wasserzutritt zum Aufweichen. Bei ungünstiger Witterung und ungeschütztem Erdplanum oder bei unsachgemäßer Zwischenlagerung können durch Niederschläge oder hohe mechanische Beanspruchung durch Baustellenverkehr deutliche Verschlechterungen der bodenmechanischen Eigenschaften eintreten.

Die Böden der Schichten 2, 3 und 5 eignen sich im unverbesserten Zustand nicht zur Wiederverwertung bei Erdbaumaßnahmen im Bereich von Gebäude- oder Verkehrslasten bzw. beim Kanalbau.

9. Kanalbau

9.1 Böschungssicherung von Gräben und Gruben

Bis zur Endteufe der Rammkernbohrungen wurden überwiegend gut bis mäßig baggerbare Böden aufgeschlossen. Die Grundwasseroberfläche ist im zentralen und nordwestlichen Bereich des Gebietes in Tiefen zwischen ca. 1,7 m und ca. 3,6 m u. GOK bzw. 121,5 – 119,5 m NHN in der Talterrasse der Inde, bereichsweise in gespannter Form, festgestellt worden. Jahreszeitlich bedingt sind auch geringfügig höhere Grundwasserstände zu erwarten. Je nach Planung der Kanaltrasse liegt diese ggf. unterhalb der Grundwasseroberfläche. Dies ist auch von der jahreszeitlichen Schwankung des Grundwasserspiegels abhängig. Nach langanhaltenden, starken Regenereignissen ist zudem mit Hang- bzw. Schichtenwasser in den oberflächennahen Deckschichten zu rechnen.

Bei der Herstellung von Kanal- und Leitungsgräben sowie von Gruben für Schächte ist die DIN 4124 zu beachten. Gruben und Gräben dürfen bis zu 1,25 m Tiefe ohne besondere Sicherung senkrecht ausgeschachtet werden. Gräben mit Tiefen > 1,25 m müssen mit abgeböschten Wänden oder mit einem Verbau hergestellt werden. Freie Grabenböschungen können ohne rechnerischen Nachweis bei den hier anstehenden Böden unter Böschungswinkeln von $\beta \leq 60^\circ$ (bindige Schichten 2/3 und Schicht 5 mit mindestens steifer Konsistenz) bis $\beta \leq 45^\circ$ (grobkörnige Schicht 3 und Böden der Schicht 3 mit weicher Konsistenz) angelegt werden. Freie Böschungen dürfen nur über dem GW-Spiegel ausgebildet werden. Baugrubenböschungen sind mit Folie abzudecken. Den Gruben und Gräben zulaufendes Oberflächenwasser ist durch Tagwassersperrern oder Drainagen etc. fernzuhalten. Drainageleitungen müssen nach Fertigstellung der Kanalgräben beseitigt werden.

Hierbei müssen Baugeräte bis 12 t sowie Fahrzeuge, welche die nach § 34 Abs. 4 der Straßenverkehrszulassungsordnung zulässigen Achslasten nicht überschreiten, einen Abstand zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante von mindestens 1,0 m und Baugeräte von mehr als 12 t bis 40 t sowie Fahrzeuge, welche die nach § 34 Abs. 4 der Straßenverkehrszulassungsordnung zulässigen Achslasten überschreiten, einen Abstand zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante von mindestens 2,0 m einhalten.

Werden die Flächen direkt neben den Gräben durch Verkehrslasten bzw. ständige Lasten (Gebäudelasten) beansprucht, sind dynamische Beanspruchungen durch Ramm- und Rüttelarbeiten zu erwarten oder steigt das Gelände neben der Böschungskante steiler als 1:10 an, ist im Einzelfall ein rechnerischer Standsicherheitsnachweis notwendig.

9.2 Verbau

Ist aufgrund von Platzmangel die Ausbildung von freien Böschungen nicht möglich, sind die Gräben mittels offenem Verbau zu sichern. Bei den vorliegenden Bodenverhältnissen, mit z. T. dicht gelagerten, mitunter auch steinigen Kiesen, ist eine Verbauart zu wählen, die nicht in die Baugrubensohle einbindet. Hierfür eignen sich Verbauboxen bzw. -elemente. Unter dem GW-Spiegel können entsprechende für die erforderliche Tiefe zugelassene Grabenverbaugeräte verwendet werden, sofern das Grundwasser bis unter die Aushubsohle abgesenkt wird. Für den Einsatz eines solchen Systemverbaus sind die Vorgaben der DIN 4124 zu beachten.

9.3 Wasserhaltung

Anhand der durchgeführten Versickerungsversuche weisen die grundwasserführenden Kiese und Sande der Talterrasse einen Durchlässigkeitsbeiwert k_f zwischen ca. 2×10^{-5} m/s bis ca. 2×10^{-6} m/s auf und sind daher als gut bis mäßig durchlässig einzustufen. Die am Erkundungstag ermittelten Grundwasserstände sind in Abschnitt 6.2 aufgeführt. Hierbei sind die jahreszeitlichen Schwankungen zu beachten.

In Bereichen, in denen die geplante Kanalsole bzw. Bodenaustauschsole nur gering unterhalb der zu erwartenden Grundwasseroberfläche zu liegen kommt, wird die Durchführung einer offenen Wasserhaltung über Pumpensümpfe mittels Tauchpumpen empfohlen. Es ist auf eine ausreichende Anzahl von Pumpensümpfen zu achten, um mögliche Pumpenausfälle auffangen zu können. Die Pumpensümpfe (z. B. mittels Betonschachtrohr mit Sickerpackung aus Rollierungskies) sind bis ca. 50 cm unterhalb der geplanten Kanal-/Bodenaustauschsole zu führen.

Sollte nach starken Niederschlagsereignissen bei den Erdarbeiten Hang- bzw. Schichtwasser den oberhalb der Grundwasseroberfläche liegenden Gräben bzw. Gruben zufließen, ist ebenfalls eine offene Wasserhaltung über Pumpensümpfe vorzusehen.

In Bereichen, in denen die geplante Sohle deutlich unterhalb der zu erwartenden Grundwasseroberfläche zu liegen kommt, ist bei den vorliegenden gut durchlässigen Kiesen eine offene Wasserhaltung nicht zielführend. Stattdessen ist in diesem Fall eine geschlossene Wasserhaltung erforderlich. Hierfür wird im Vorfeld des Grabenaushubs eine geschlossene Anlage aus mehreren Absenkbrunnen (Schwerkraftbrunnen) installiert, um den Grundwasserspiegel mittels Unterwasserpumpen auf die erforderliche Tiefe abzusenken.

Für Grundwasserhaltungen bzw. -absenkungen ist bei der zuständigen Unteren Wasserbehörde der StädteRegion Aachen eine wasserrechtliche Genehmigung einzuholen.

Das abgepumpte Grundwasser kann ggf. der vorhandenen (Regenwasser-)Kanalisation zugeführt werden. Die entsprechenden Einleiterrichtlinien der noch zu beantragenden wasserrechtlichen Erlaubnis sind zu beachten. Üblicherweise muss ein Absetzbecken vor der Einleitung zwischengeschaltet werden.

9.4 Grabenverfüllung und Grabenverdichtung

Kanalgräben sind ggf. mit einer Erosionssicherung durch Schottereinbau in der Sohle und eine Längsdrainage zu sichern.

Im Allgemeinen ist die Grabensohle mindestens 10 cm tiefer auszuheben und ein Auflager bzw. Bettungsmaterial einzubringen, das so beschaffen und hergestellt sein muss, dass es der Rohrumhüllung oder dem Rohrmaterial nicht schadet und den Anforderungen an das Rohraufleger und an die Verfüllung der Kanalgräben der DIN EN 1610 "Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen" genügt.

Die Kanalsohle wird in den bindigen Böden der Schichten 3 und 5 oder in den grobkörnigen Böden der Schicht 4 zu liegen kommen. Sollte die Kanalsohle im Schichtbereich der unverlehmten Terrasse (Schicht 4) zu liegen kommen, ist unterhalb des Auflagers bzw. Bettungsmaterials kein zusätzlicher Bodenaustausch erforderlich. Sollte die Kanalsohle im Schichtbereich des bindigen Löss-/Auen-/Tallehms (Schicht 3) bzw. im Bereich der tertiären Schluffe (Schicht 5) zu liegen kommen, wird unterhalb des Auflagers bzw. Bettungsmaterials ein zusätzlicher Austausch dieser Böden durch gut tragfähigen, kornabgestuften Boden (z. B. Kies / Schotter 0/45 mm) in einer Mächtigkeit von **20 cm** empfohlen. Aufgrund der zu erwartenden variierenden Schichtverhältnisse wird eine fachgutachterliche Begleitung der Ausschachtungsarbeiten empfohlen.

Für den Bereich der **Kanal- und Leitungszone** (Raum zwischen Grabensohle und -wänden bis 0,15 m Höhe über Rohrscheitel) wird nach ZTV A-StB 12 empfohlen, gering kompressibles, gut verdichtbares Material nach den Vorschriften der jeweiligen Rohrhersteller einzubauen. Die Verdichtung in der Leitungszone darf nur mit leichtem Verdichtungsgerät erfolgen. Innerhalb der Leitungszone müssen Verdichtungsgrade $D_{Pr} \geq 98 \%$ erreicht werden.

Als Verfüllmaterial in der **Verfüllzone** werden nichtbindige bis schwach bindige und gemischtkörnige Böden empfohlen. Die Mindestanforderungen an den Verdichtungsgrad D_{Pr} in Abhängigkeit des verwendeten Verfüllmaterials für Grabenverfüllungen unter befestigten Wegen sind der ZTV E-StB 17 und ZTV A-StB 12 zu entnehmen. Ein Mindestverdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 98 \%$ ist einzuhalten.

Die im Untersuchungsgebiet angetroffenen bindigen Böden (Schichten 2, 3 und 5) sind für eine Wiederverwendung im Rahmen der Kanalbauarbeiten nicht geeignet. Die grobkörnigen Böden der Schicht 4 können zur Rückverfüllung der Kanalgräben verwendet werden. Die geotechnische Eignung der vorhandenen Böden für eine Wiederverwendung ist im Rahmen einer fachgutachterlichen Begleitung der Baumaßnahme kontinuierlich zu prüfen.

Die **oberen 30 bis 50 cm** in einer Graben- bzw. Grubenverfüllung sollten bis zum Erdplanum mit gut tragfähigem, kornabgestuftem Boden wie z.B. Kies 0/45 mm verfüllt werden, um die Anforderung an die Tragfähigkeit auf OK Erdplanum von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreichen zu können.

Für die Gründung von Stauraumkanälen und Kanalschächten wird in den Schichtbereichen der bindigen Böden (Schichten 3 und 5) ein zusätzlicher Bodenaustausch an der Gründungssohle in einer Mächtigkeit von **30 cm** gegen gut tragfähigen, kornabgestuften Boden (Kies / Schotter 0/45 mm) empfohlen.

10. Bau von Verkehrsflächen

Für den Aufbau von Verkehrs- und Parkflächen finden die Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO-12) Anwendung. Die Anforderungen an den Aufbau und die Tragfähigkeit des Straßenoberbaus hängen von der nach RStO 12 gewählten Belastungsklasse und Bauweise ab. Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus ist nach Kapitel 3.2 der RStO 12 zu bestimmen. Das Baufeld liegt nach Bild 6 der RStO 12 in der Frosteinwirkungszone I.

Die Mindestdicke des frostsicheren Aufbaus hat unter der Annahme der Bauklasse Bk1,0 nach RStO 12 mind. 60 cm zu betragen.

Der Regelaufbau für Asphalt- und Pflasterflächen der maßgebenden Belastungsklasse kann den Tafeln 1 (Asphalt) und 3 (Pflaster) der RStO 12 in verschiedenen Bauweisen entnommen werden. Den Tafeln können auch die Vorgaben für die Tragfähigkeitsanforderungen (Verformungsmodul E_{v2} in MN/m^2) auf OK Frostschutzschicht bzw. Tragschicht entnommen werden. Bei Pflasterflächen ist auf eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit aller Tragschichten zu achten. Die Anforderungen an Tragschichten sind zudem in den ZTV Asphalt-StB und den ZTV Pflaster-StB enthalten.

Auf dem Erdplanum von Verkehrsflächen wird ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ gefordert. Der oberflächennah anstehende bindige Boden mit mindestens steifer Konsistenz (Schicht 3) erreicht erfahrungsgemäß nur geringe E_{v2} -Werte. Um die geforderte Ausgangstragfähigkeit auf dem Erdplanum erreichen zu können, ist ein Bodenaustausch mit gut tragfähigem grobkörnigem Boden, eine Stabilisierung des Untergrundes mittels Bindemittel oder eine Tragfähigkeitsverbesserung mittels Geogittern erforderlich.

Sollte ein Bodenaustausch mit gut tragfähigem grobkörnigem Boden durchgeführt werden, empfiehlt sich bei den anstehenden Böden eine Bodenaustauschmächtigkeit von ca. 35 cm, um die geforderte Tragfähigkeit am Erdplanum zu erreichen.

Auf dem derart verbesserten Untergrund kann dann der Regelaufbau nach RStO 12 aufgebracht werden. Der Einbau der Frostschutz-/ Kiestragschicht hat lagenweise ($d \leq 30 \text{ cm}$) bei einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu erfolgen.

Der Nachweis der Verdichtung kann mittels statischem Plattendruckversuch mit einem Verhältniswert $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$ nachgewiesen werden. Die erforderliche Tragfähigkeit (Anforderung E_{v2} – Wert nach RStO 12 gewählter Belastungsklasse und Bauweise) auf OK Frost-/ Tragschicht ist ebenfalls mittels statischem Plattendruckversuch nachzuweisen.

Herstellung von Baustraßen

Für die Herstellung von Baustraßen wird der Einbau von Grobschlag (Korngröße > 63 mm) in einer Mächtigkeit von 50 cm empfohlen. Zwischen der Grobschlagschicht und dem anstehenden Untergrund sollte ggf. ein geotextiles Vlies eingebaut werden.

11. Gründung von Gebäuden

Innerhalb des Erschließungsgebietes ist der Neubau von Mehrfamilienhäusern, Einfamilienhäusern, Doppelhäusern und Reihenhäusern geplant. Genauere Angaben zur Geschoszahl bzw. zu Gebäudelasten, zur Ausbildung von Kellergeschossen oder Tiefgaragen lagen zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht vor.

Bis in eine Tiefe von ca. 2 – 3 m u. GOK wurden im Untersuchungsgebiet bindige Deckschichten (Schicht 2 und Schicht 3) mit steifer, lokal auch weicher Konsistenz aufgeschlossen, die als mäßig tragfähig einzustufen sind. Abhängig von der Gebäudelast ist eine konventionelle Gründung von (nicht unterkellerten) Gebäuden in diesen Schichten nach der Durchführung von Bodenverbesserungsmaßnahmen (Bodenaustausch bzw. Kiespolster) möglich. Bei einer Gründung von Gebäuden in diesen Schichten wird zur Verminderung von bauwerksschädlichen Setzungsdifferenzen eine Gründung über eine lastverteilende, elastisch gebettete Stahlbetonplatte empfohlen.

Die unterhalb der bindigen Deckschichten anstehende Schicht 4 (mitteldicht bis dicht gelagerte Terrassenkiese / -sande) ist für die Abtragung von Gebäudelasten als sehr gut tragfähig anzusehen. Die Oberkante der Terrasse ist im zentralen und nordwestlichen Bereich des Gebietes in einer Tiefe von ca. 2 – 3 m u. GOK zu erwarten. Bei einer Gründung von (unterkellerten) Gebäuden in dieser Schicht sind keine zusätzlichen Bodenverbesserungsmaßnahmen möglich. Eine Gründung von Gebäuden ist in diesen Schichten über Einzel-/Streifenfundamente oder über eine elastische gebettete Gründungsplatte möglich. Sollten unterkellerte Gebäude im Bereich der grundwasserführenden Terrassenschichten geplant werden, ist ein abhängig von der Gründungstiefe auftretender Grundwasserzufluss in die Baugrube zu berücksichtigen. In diesem Fall ist je nach Wassereinstau eine offene Wasserhaltung über Pumpensümpfe oder eine geschlossene Wasserhaltung erforderlich.

Die im südöstlichen Bereich des Gebietes unterhalb der Deckschichten anstehenden tertiären Schluffe mit steifer bis halbfester und halbfester Konsistenz sind als gut tragfähig einzustufen. Bei einer Gründung in diesen Schichten ist ggf. ein geringmächtiger Bodenaustausch unterhalb von Fundamenten Gründungsplatten erforderlich. Eine Gründung von Gebäuden ist in diesen Schichten bei den zu erwartenden Lasten über Einzel-/Streifenfundamente oder über eine elastische gebettete Gründungsplatte möglich.

Da es sich beim vorliegenden Gutachten um eine orientierende Untersuchung handelt, sind für genauere Angaben zur Gründungsvariante und zur erforderlichen Bodenaustauschmächtigkeit sowie zur Angabe von

Berechnungsgrößen für die Tragwerksplanung (zulässige Sohlnormalspannung, Bettungsmodul) bauwerkspezifische Betrachtungen unter Berücksichtigung der tatsächlich anfallenden Bauwerkslasten mit weiteren Baugrunduntersuchungen innerhalb der jeweiligen Baufelder erforderlich.

Baufeldbezogene Untersuchungen empfehlen sich auch aufgrund des Lithologiewechsels zwischen quartären Terrassensedimenten im zentralen und nordwestlichen Bereich und tertiären Schluffen im südöstlichen Bereich des Baugebietes.

12. Erdbebenzone

Das Baugrundstück liegt in der Erdbebenzone 3 (Intensitätsintervall 7,5 bis < 8,0), Untergrundklasse T, Baugrundklasse B. Der zugehörige Bemessungswert der Bodenbeschleunigung a_g beträgt in dieser Erdbebenzone 0,8 m/s².

13. Versickerung von Niederschlagswasser

Die Grundlage zur Beurteilung der Flächen zur Versickerung von Niederschlagswasser bilden die Anforderungen und Berechnungsverfahren, die von der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA, vormals ATV-DVWK) in ihren Regelwerken und Arbeitsberichten aufgeführt werden. Weiterhin wird der vom MURL (jetzt Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW; MKULNV) herausgegebene Runderlass zur "Niederschlagswasserbeseitigung gemäß § 51a des Landeswassergesetzes (LWG NRW)" berücksichtigt.

Der Untergrund sollte nach Empfehlungen der DWA einen Durchlässigkeitsbeiwert k_f zwischen $5 * 10^{-6}$ und $1 * 10^{-3}$ m/s besitzen. Nach dem Runderlass des MURL *"kann bei Durchlässigkeitsbeiwerten $\leq 5 * 10^{-6}$ m/s keine Versickerung im Sinne des § 51a des Landeswassergesetzes gefordert werden. Der Abwasserbeseitigungspflichtige kann jedoch freiwillig auch bei Durchlässigkeitsbeiwerten $\leq 5 * 10^{-6}$ m/s Versickerungsanlagen errichten, die entsprechend groß dimensioniert werden müssen"*.

In den Versickerungsversuchen mittels Doppelringinfiltrometer wurden k_f -Werte von **$2,2 \cdot 10^{-5}$ bis $7,5 \cdot 10^{-5}$ m/s** ermittelt. Die Feldversuche mittels Doppelringinfiltrometer haben im Vergleich zu den nach Kartenangaben zu erwartenden k_f -Werten (**$1 \cdot 10^{-5}$ bis $5 \cdot 10^{-6}$ m/s**) realistische Werte ergeben.

In den Versickerungsversuchen im Bohrloch wurden k_f -Werte von **$2,0 \cdot 10^{-5}$ bis $4,6 \cdot 10^{-7}$ m/s** ermittelt. Die Feldversuche im Bohrloch haben im Vergleich zu den nach Kartenangaben zu erwartenden k_f -Werten (**$1 \cdot 10^{-4}$ bis $5 \cdot 10^{-5}$ m/s**) zum Teil deutlich geringere Werte ergeben. Dies kann auf eine durch den Bohrvorgang hervorgerufene Zusetzung der Bohrlochwandung sowie insgesamt auf eine Verlehmung der Schichten zurückzuführen sein.

Zu beachten ist, dass ein Abstand von mindestens 1 m von der Unterkante der Versickerungsanlage bis zur Grundwasseroberfläche einzuhalten ist. Da Grundwasser bei den Geländearbeiten bereits in geringer Tiefe, z.T. ab ca. 1,7 m unter GOK angetroffen wurde, kommen im Bebauungsplangebiet nur Versickerungsanlagen in den oberen Bodenschichten z.B. in Form von Versickerungsmulden oder flachen Versickerungsrigolen in Frage. Demnach sind für die Vorbemessung von Versickerungsanlagen vor allem die o.g. mittels Doppelringinfiltrometer in den oberflächennahen Schichten ermittelten k_f -Werte von **$2,2 \cdot 10^{-5}$ bis $7,5 \cdot 10^{-5}$ m/s** relevant. Für eine Vorbemessung von Versickerungsanlagen wird vorgeschlagen, einen mittleren k_f -Wert von **$5,0 \cdot 10^{-5}$ m/s** anzusetzen. Im Rahmen der Bauausführung müssen die für die Vorbemessung getroffenen Annahmen durch in-situ-Versuche auf dem entsprechenden Versickerungsniveau überprüft werden.

Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist im Bebauungsplangebiet "In den Hühelner Benden" für das auf den Dach- und Verkehrsflächen anfallenden Niederschlagswasser demnach in den oberflächennahen Bodenschichten grundsätzlich über dezentrale Versickerungsanlagen z.B. auf den einzelnen Grundstückspartellen möglich.

Beim Bau der Versickerungsanlagen ist grundsätzlich ein Mindestabstand von 1 m zur Grundwasseroberfläche zu berücksichtigen. Zu Nachbargrundstücken ist ein Mindestabstand von 2 m einzuhalten, wobei bei gemeinschaftlichen Versickerungsanlagen diese Vorgabe entfällt. Zu unterkellerten Gebäuden ohne wasserdichte Ausbildung ist ein Mindestabstand von 6 m einzuhalten.

Das auf den öffentlichen Verkehrsflächen anfallende Niederschlagswasser kann aufgrund der Höhenverhältnisse nicht ohne Weiteres im Freispiegelgefälle in eine zentrale Versickerungsanlage geführt werden, da aufgrund des geringen Grundwasserflurabstands lediglich oberflächennahe Systeme in Frage kommen. Möglich wäre der Einsatz eines Pumpwerks, wovon jedoch aufgrund des hohen Kosten- und Wartungsaufwands abgeraten wird. Eine zentrale Versickerungsanlage in der Grünfläche am nördlichen Rand des Bebauungsplangebiets ist grundsätzlich denkbar, wobei vorab die genauen Höhenverhältnisse des Regenwasserkanals im Rahmen einer Detailplanung zu ermitteln wären.

Es wird stattdessen empfohlen, das auf den öffentlichen Verkehrsflächen anfallende Niederschlagswasser über ein Rückhaltebecken bzw. einen Staukanal in den ca. 100 m nördlich des Bebauungsplangebiets verlaufenden Otterbach bzw. in die Inde einzuleiten. Die Trassenführung könnte von der Einmündung der

nördlichen Planstraße in die Stadionstraße entlang der Stadionstraße bis zur Einleitung in den Otterbach auf Höhe des Stadions erfolgen.

Eine Einleitung des Niederschlagswassers in den öffentlichen Regenwasserkanal ist u.E. nicht notwendig, da mittels der beiden o.g. Möglichkeiten eine geregelte Ableitung des Niederschlagswassers möglich ist.

Für die Versickerung oder Direkteinleitung des Niederschlagswassers sind wasserrechtliche Erlaubnisse bei der StädteRegion Aachen einzuholen.

14. Allgemeine Hinweise für die Bauausführung

Erdarbeiten

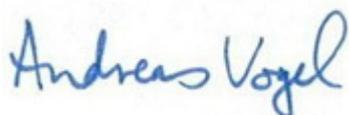
Feinkörnige Böden auf der Gründungssohle bzw. am Planum sind vor dynamischer Belastung zu schützen. Bei den Erdarbeiten ist darauf zu achten, dass der Boden nicht zerfahren wird. Lösen und Laden sollten rückschreitend erfolgen. Bei der Herstellung des Baugruben- und Grabenaushubs soll möglichst ein Glattschneidelöffel eingesetzt werden, um Auflockerungen der Sohle zu vermeiden. Falls sich in den Sohlbereichen aufgeweichte Stellen zeigen sollten, sind diese mit tragfähigem Material auszutauschen.

Empfohlene Untersuchungen im Rahmen der Ausführung

Im Rahmen der Kanal- und Straßenbaumaßnahmen wird die baubegleitende Durchführung von Verdichtungs- bzw. Tragfähigkeitskontrollen mittels leichten Rammsondierungen (DPL) in der Kanalgrabenverfüllung sowie mittels statischen Lastplattendruckversuchen auf der Oberkante der Bodenaustausch- bzw. Frostschutzschichten empfohlen. Es wird zudem empfohlen, den verwendeten Frostschutzkies hinsichtlich der Frostsicherheit und der Körnung mittels kombinierten Sieb-/Schlammanalysen zu prüfen.

15. Schlussbemerkung

Die Aussagen in diesem Gutachten für das Gelände beruhen auf punktuellen Aufschlüssen und sind als orientierend anzusehen. Es wird empfohlen, im Rahmen der Erdarbeiten zur Erschließung des Baugebietes einen Fachgutachter zur Begutachtung der Kanal- bzw. Baugrubensohlen bzw. des Planums von Verkehrsflächen hinzuzuziehen. Für konkrete Baumaßnahmen (Wohnbebauung) sollte jeweils eine spezifische Gründungsempfehlung erarbeitet sowie eine grundstücksbezogene Bemessung von Versickerungsanlagen durchgeführt werden.



Dipl.-Geol. Andreas Vogel



M. Sc. Simon Merk

Anlage 1

Lageplan der Untersuchungspunkte



Im Plangebiet:

- 6 MFH
- 8 Reihenhäuser
- 32 Doppelhaushälften
- 5 Einfamilienhäuser (freistehend)

ca. 970 m² Grünfläche insges.
ca. 3.440 m² Verkehrsfläche

Bebauungsplan 305 - Hühelner Straße/Stadionstraße -
Städtebaulicher Entwurf - Stadt Eschweiler

Stand 19.10.2020

M. 1 : 1.000

Anlage 2

Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse der
Rammkernbohrungen

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

Datum: 08.07.2021

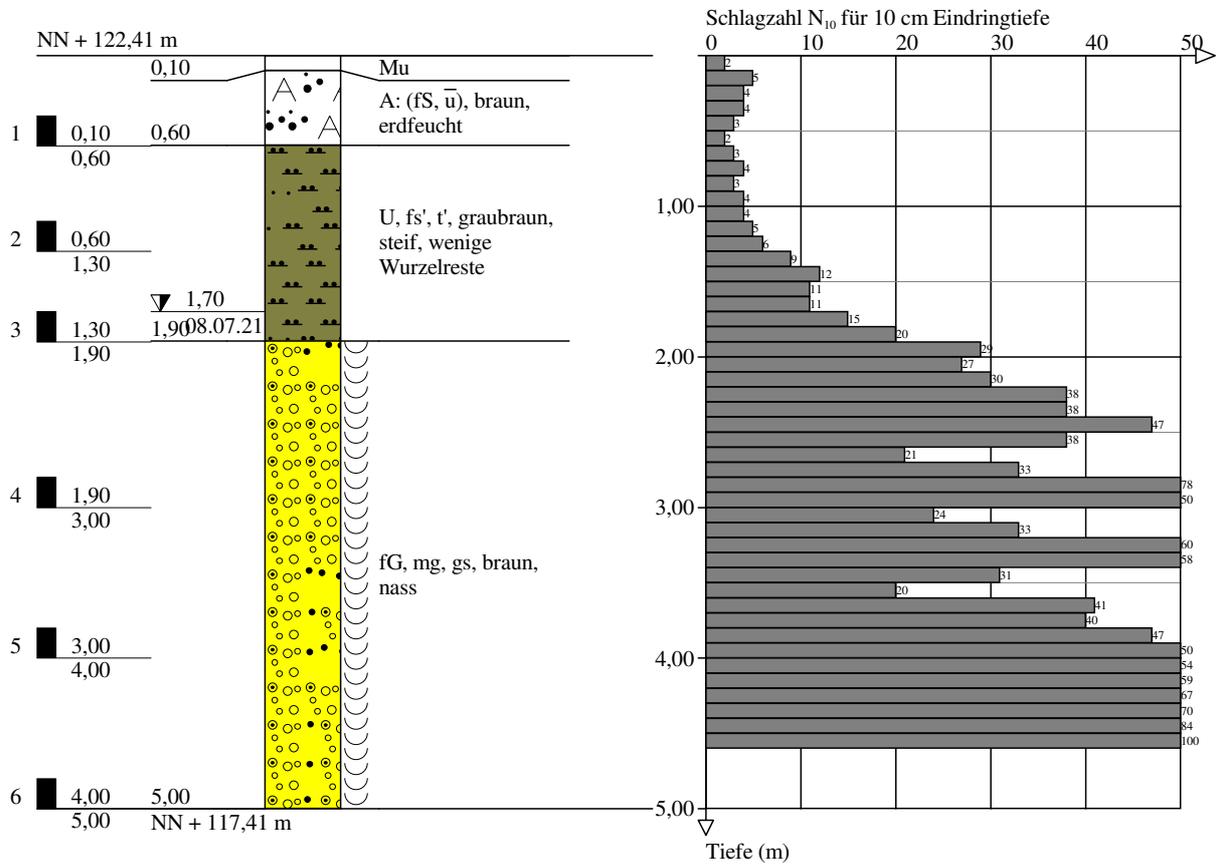
Projekt: Eschweiler, Hücheler Straße/Stadionstraße

Projektnummer: 21.10501

Bohrung/Schurf: RKB / DPM B 1

Bearb.: Terratec GmbH
02054/873615

RKB / DPM B 1



Höhenmaßstab 1:50

Hoch- und Rechtswert:
310686/5632956

Schlagzahlen mit der mittelschweren Rammsonde
DPM, Ac = 15 cm², m = 30 kg, h = 0,5 m, N10 =
Schlagzahlen je 10 cm Eindringtiefe

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

Datum: 08.07.2021

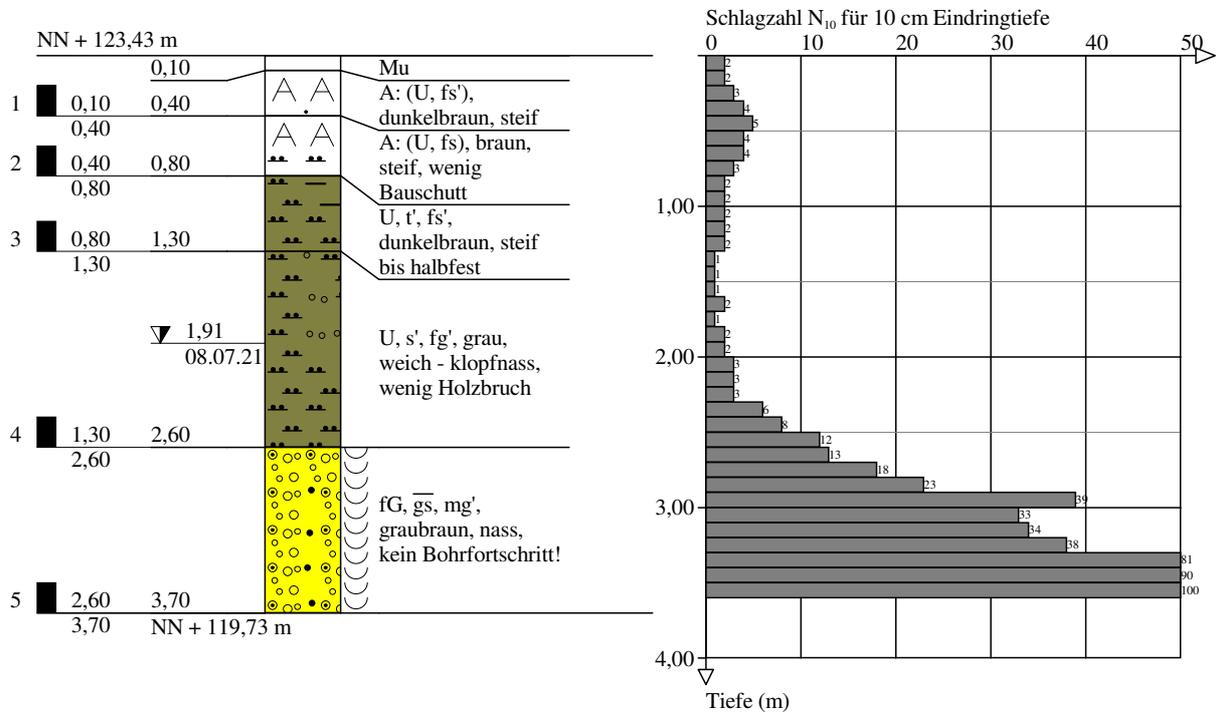
Projekt: Eschweiler, Hühelner Straße/Stadionstraße

Projektnummer: 21.10501

Bohrung/Schurf: RKB / DPM B 2

Bearb.: Terratec GmbH
02054/873615

RKB / DPM B 2



Höhenmaßstab 1:50

Hoch- und Rechtswert:
310748/5632949

Schlagzahlen mit der mittelschweren Rammsonde
DPM, Ac = 15 cm², m = 30 kg, h = 0,5 m, N10 =
Schlagzahlen je 10 cm Eindringtiefe

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

Datum: 08.07.2021

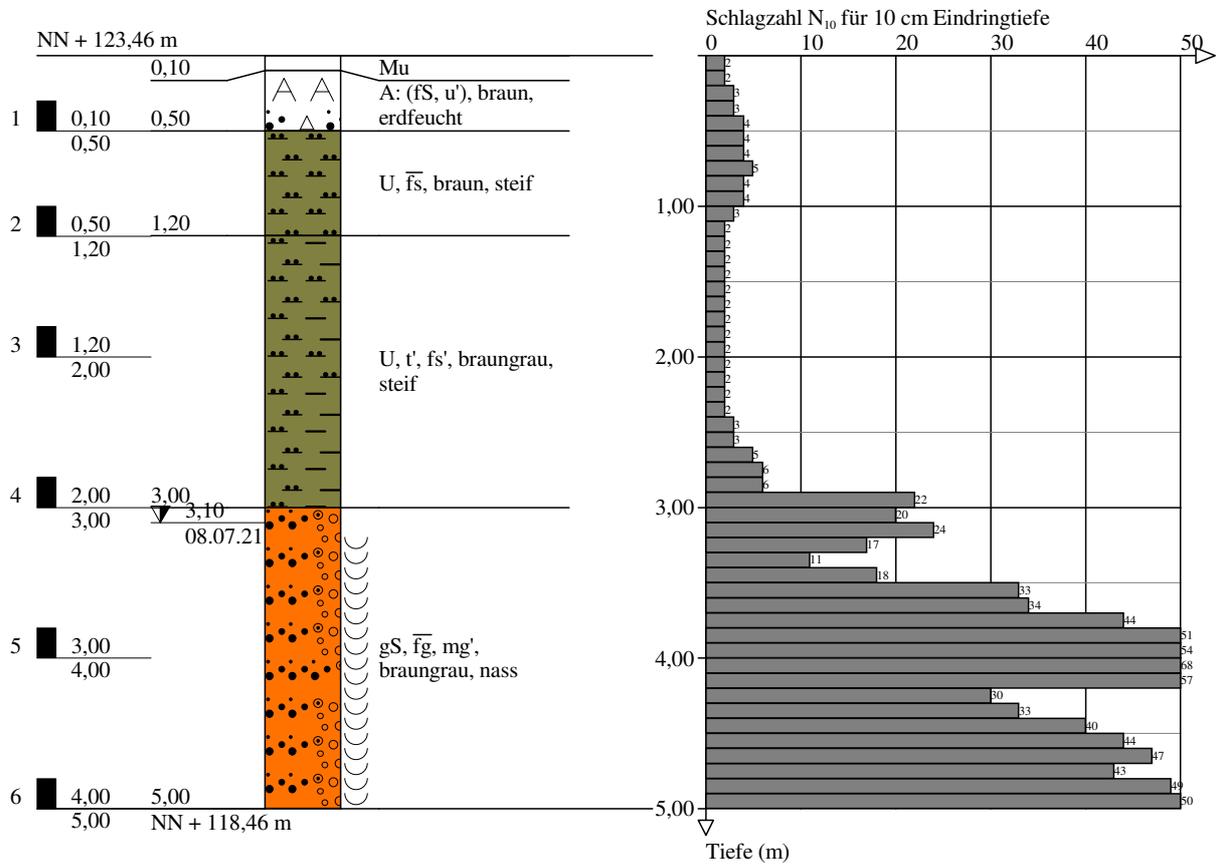
Projekt: Eschweiler, Hücheler Straße/Stadionstraße

Projektnummer: 21.10501

Bohrung/Schurf: RKB / DPM B 4

Bearb.: Terratec GmbH
02054/873615

RKB / DPM B 4



Höhenmaßstab 1:50

Hoch- und Rechtswert:
310771/5632999

Schlagzahlen mit der mittelschweren Rammsonde
DPM, $A_c = 15 \text{ cm}^2$, $m = 30 \text{ kg}$, $h = 0,5 \text{ m}$, $N_{10} =$
Schlagzahlen je 10 cm Eindringtiefe

		Schichtenverzeichnis				Anlage ss	
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:	
						Az.: 21.10501	
Bauvorhaben: Eschweiler, Hühelner Straße/Stadionstraße							
Bohrung Nr RKB / DPM B 1 /Blatt 1					Datum: 08.07.2021		
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe				
0,10	a) Mu						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				
0,60	a) A: (fS, \bar{u}), braun, erdfeucht				1		0,60
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				
1,90	a) U, fs', t', graubraun, steif, wenige Wurzelreste				2 3		1,30 1,90
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				
5,00	a) fG, mg, gs, braun, nass				4 5 6		3,00 4,00 5,00
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage ss	
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:	
						Az.: 21.10501	
Bauvorhaben: Eschweiler, Hühelner Straße/Stadionstraße							
Bohrung Nr RKB / DPM B 2 /Blatt 1						Datum: 08.07.2021	
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe		i) Kalk- gehalt		
0,10	a) Mu						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
0,40	a) A: (U, fs'), dunkelbraun, steif				1		0,40
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
0,80	a) A: (U, fs), braun, steif, wenig Bauschutt				2		0,80
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g) A+U	h) i)				
1,30	a) U, t', fs', dunkelbraun, steif bis halbfest				3		1,30
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
2,60	a) U, s', fg', grau, weich - klopfmass, wenig Holzbruch				4		2,60
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage ss	
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:	
						Az.: 21.10501	
Bauvorhaben: Eschweiler, Hühelner Straße/Stadionstraße							
Bohrung Nr RKB / DPM B 2 /Blatt 2						Datum: 08.07.2021	
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe i) Kalk- gehalt				
3,70	a) fG, \overline{gs} , mg', graubraun, nass, kein Bohrfortschritt!				5		3,70
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage ss	
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:	
						Az.: 21.10501	
Bauvorhaben: Eschweiler, Hühelner Straße/Stadionstraße							
Bohrung Nr RKB / DPM B 3 /Blatt 1					Datum: 08.07.2021		
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe		i) Kalk- gehalt		
0,20	a) Mu						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				
0,50	a) A: (fS, u, ms, gs'), braun, erdfeucht, wenig Ziegelbruch				1		0,50
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				
1,30	a) A: (fS, \bar{u} , m-gs, g'), braun, erdfeucht				2		1,30
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g) A, fs	h)				
2,80	a) U, fs', braun, steif				3 4		2,00 2,80
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				
3,30	a) mS, $\bar{f}s$, u, braun, erdfeucht bis feucht				5		3,30
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage ss	
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:	
						Az.: 21.10501	
Bauvorhaben: Eschweiler, Hühelner Straße/Stadionstraße							
Bohrung Nr RKB / DPM B 3 /Blatt 2						Datum: 08.07.2021	
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe		i) Kalk- gehalt		
4,00	a) U, fs', braun, steif bis halbfest, schwach klopfnass				6		4,00
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
5,00	a) U, t', fs', grau, halbfest				7		5,00
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage ss	
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:	
						Az.: 21.10501	
Bauvorhaben: Eschweiler, Hühelner Straße/Stadionstraße							
Bohrung Nr RKB / DPM B 4 /Blatt 1						Datum: 08.07.2021	
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe		i) Kalk- gehalt		
0,10	a) Mu						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
0,50	a) A: (fS, u'), braun, erdfeucht				1		0,50
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
1,20	a) U, f _s , braun, steif				2		1,20
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
3,00	a) U, t', fs', braungrau, steif				3 4		2,00 3,00
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
5,00	a) gS, f _g , mg', braungrau, nass				5 6		4,00 5,00
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage ss	
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:	
						Az.: 21.10501	
Bauvorhaben: Eschweiler, Hühelner Straße/Stadionstraße							
Bohrung Nr RKB / DPM B 5 /Blatt 1						Datum: 08.07.2021	
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe				
0,10	a) Mu						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
0,50	a) A: (S, fg), braungrau, trocken, Bauschutt 20%				1		0,50
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
0,80	a) A: (fS, u), braun, trocken				2		0,80
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g) A, fs	h) i)				
2,90	a) U, fs', braun, steif, schwach klopfnass				3 4 5		1,50 2,20 2,90
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
4,00	a) U, t', braun, steif				6		4,00
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage ss	
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:	
						Az.: 21.10501	
Bauvorhaben: Eschweiler, Hühelner Straße/Stadionstraße							
Bohrung Nr RKB / DPM B 5 /Blatt 2						Datum: 08.07.2021	
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe		i) Kalk- gehalt		
5,00	a) U, s', f-mg, dunkelbraungrau, steif, tiefer halbfest				7		5,00
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage ss	
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:	
						Az.: 21.10501	
Bauvorhaben: Eschweiler, Hühelner Straße/Stadionstraße							
Bohrung Nr RKB / DPM B 6 /Blatt 1						Datum: 08.07.2021	
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe		i) Kalk- gehalt		
0,40	a) Mu						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
1,00	a) U, fs, braun, steif				1		1,00
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
2,20	a) U, fs', ms', braun, steif				2		2,20
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
2,30	a) U, fs', ms', t', grau, steif, schwach klopfnass						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
4,30	a) fG, mg, s, braun, erdfeucht bis feucht, ab 3,6m nass - kein Bohrfortschritt!				3 4		3,30 4,30
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				

Anlage 3

Protokolle der Versickerungsversuche

Projekt: Hüchelner Benden, Eschweiler-Weißweiler
Projekt-Nr.: 21063

Versickerungsversuch mit Doppelringinfiltrometer

Ein Doppelringinfiltrometer besteht aus einem Innenring von ca. 0,30 m und einem Außenring von ca. 0,55 m Durchmesser. Die Höhe der Ringe beträgt jeweils 0,25 m. Beide Ringe werden mit einer Prallplatte ca. 0,10 m in den Boden eingeschlagen und mit etwa gleichem Wasserstand aufgefüllt.

Vor Beginn der Messungen wird durch eine längere Wassereingabe ein weitgehend gesättigter Sickerkörper geschaffen. Gemessen wird anschließend die Wassermenge, die pro Zeiteinheit zugegeben werden muß, um den Wasserstand im inneren Ring konstant zu halten. Die gleichzeitige Versickerung aus dem Außenring soll eine horizontale Komponente der Sickerströmung aus dem Innenring verhindern.

Die Durchführung und Auswertung der Versuche sind auf den folgenden Seiten dokumentiert.

Die Infiltrationsrate Q wird aus der verfloßenen Zeit t und der versickerten Wassermenge q nach $Q = q/t$ errechnet. Die für jedes Messintervall errechneten Versickerungsraten werden gegen t aufgetragen und die Mindestversickerungsrate Q_{\min} graphisch bestimmt. Mit diesem Wert wird die Versickerungsrate für einen gesättigten Sickerkörper abgeschätzt.

Der Durchlässigkeitsbeiwert k wird nach folgender Gleichung bestimmt:

$$k = \frac{Q_{\min}}{\frac{L+h}{L} \cdot F} \quad [\text{m/s}]$$

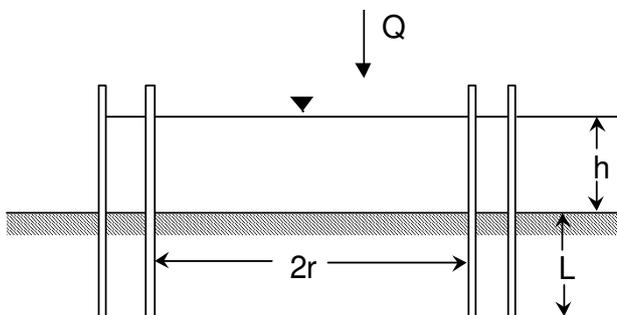
wobei

Q_{\min} = Mindestversickerungsrate [m^3/s]

L = Eindringtiefe der Infiltrometerringe [m]

F = Versickerungsfläche im inneren Ring [m^2]

h = Wasserstand im inneren Ring [m]



Prinzipische Skizze: Versickerungsversuch mit Doppelringinfiltrometer

Projekt: Hühelner Benden, Eschweiler-Weißweiler
Projekt-Nr.: 21063



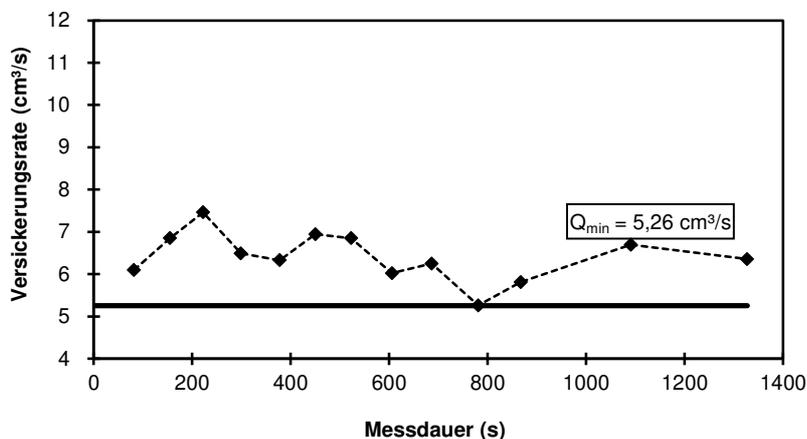
Versickerungsversuch mittels Doppelringinfiltrometer DR 1

Datum:	08.07.2021
Gelände:	Mutterboden (0-0,10 m), Auffüllung - Feinsand, stark schluffig (0,10 - 0,60 m) (Versuchstiefe 0,10 m)
Radius innerer Ring:	0,15 m
Versickerungsfläche:	0,071 m ²
Einbautiefe:	0,1 m
Durchlässigkeitsbeiwert:	k = 5,0E-5 m/s

Auffüllversuch mit konstanter Druckhöhe

Höhe der Wassersäule: 0,05 m

Messdauer		Wassermenge		
t (h)	t (s)	q (ml)	Q (l/s)	Q (cm ³ /s)
00:01:22	82	500	6,10E-03	6,10
00:02:35	155	500	6,85E-03	6,85
00:03:42	222	500	7,46E-03	7,46
00:04:59	299	500	6,49E-03	6,49
00:06:18	378	500	6,33E-03	6,33
00:07:30	450	500	6,94E-03	6,94
00:08:43	523	500	6,85E-03	6,85
00:10:06	606	500	6,02E-03	6,02
00:11:26	686	500	6,25E-03	6,25
00:13:01	781	500	5,26E-03	5,26
00:14:27	867	500	5,81E-03	5,81
00:18:11	1091	1500	6,70E-03	6,70
00:22:07	1327	1500	6,36E-03	6,36



Projekt: Hühelner Benden, Eschweiler-Weißweiler
Projekt-Nr.: 21063



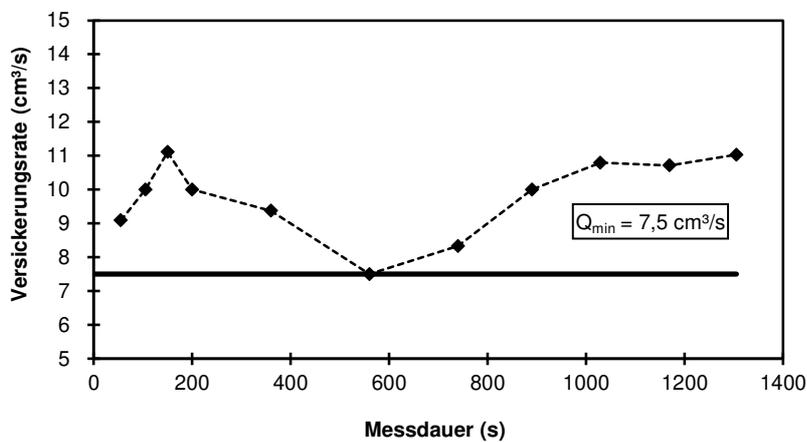
Versickerungsversuch mittels Doppelringinfiltrometer DR 2

Datum:	08.07.2021
Gelände:	Mutterboden (0 - 0,10 m), Auffüllung - Schluff, schwach feinsandig (0,10 - 0,40 m) (Versuchstiefe 0,12 m)
Radius innerer Ring:	0,15 m
Versickerungsfläche:	0,071 m ²
Einbautiefe:	0,12 m
Durchlässigkeitsbeiwert:	$k = 7,5E-5$ m/s

Auffüllversuch mit konstanter Druckhöhe

Höhe der Wassersäule: 0,05 m

Messdauer		Wassermenge		
t (h)	t (s)	q (ml)	Q (l/s)	Q (cm ³ /s)
00:00:55	55	500	9,09E-03	9,09
00:01:45	105	500	1,00E-02	10,00
00:02:30	150	500	1,11E-02	11,11
00:03:20	200	500	1,00E-02	10,00
00:06:00	360	1500	9,38E-03	9,38
00:09:20	560	1500	7,50E-03	7,50
00:12:20	740	1500	8,33E-03	8,33
00:14:50	890	1500	1,00E-02	10,00
00:17:09	1029	1500	1,08E-02	10,79
00:19:29	1169	1500	1,07E-02	10,71
00:21:45	1305	1500	1,10E-02	11,03



Projekt: Hühelner Benden, Eschweiler-Weißweiler
Projekt-Nr.: 21063



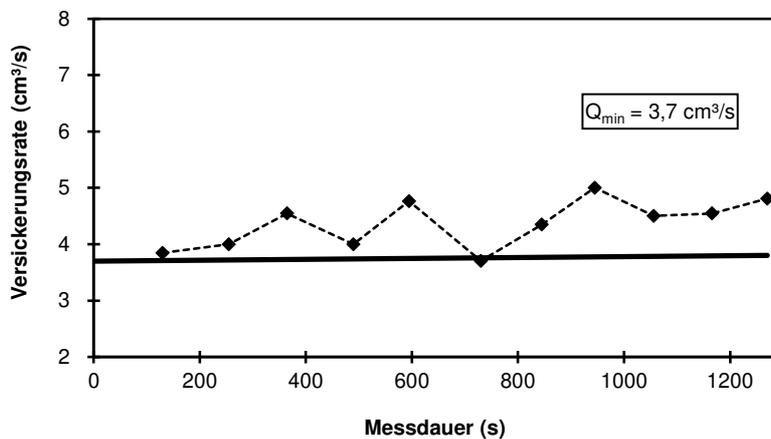
Versickerungsversuch mittels Doppelringinfiltrometer DR 3

Datum:	08.07.2021
Gelände:	Mutterboden (0 - 0,20 m), Auffüllung - Feinsand, schluffig, mittelsandig, schwach grobsandig (0,20 - 0,50 m) (Versuchstiefe 0,12 m)
Radius innerer Ring:	0,15 m
Versickerungsfläche:	0,071 m ²
Einbautiefe:	0,12 m
Durchlässigkeitsbeiwert:	$k = 3,8E-5$ m/s

Auffüllversuch mit konstanter Druckhöhe

Höhe der Wassersäule: 0,05 m

Messdauer		Wassermenge		
t (h)	t (s)	q (ml)	Q (l/s)	Q (cm ³ /s)
00:02:10	130	500	3,85E-03	3,85
00:04:15	255	500	4,00E-03	4,00
00:06:05	365	500	4,55E-03	4,55
00:08:10	490	500	4,00E-03	4,00
00:09:55	595	500	4,76E-03	4,76
00:12:10	730	500	3,70E-03	3,70
00:14:05	845	500	4,35E-03	4,35
00:15:45	945	500	5,00E-03	5,00
00:17:36	1056	500	4,50E-03	4,50
00:19:26	1166	500	4,55E-03	4,55
00:21:10	1270	500	4,81E-03	4,81



Projekt: Hühelner Benden, Eschweiler-Weißweiler
Projekt-Nr.: 21063



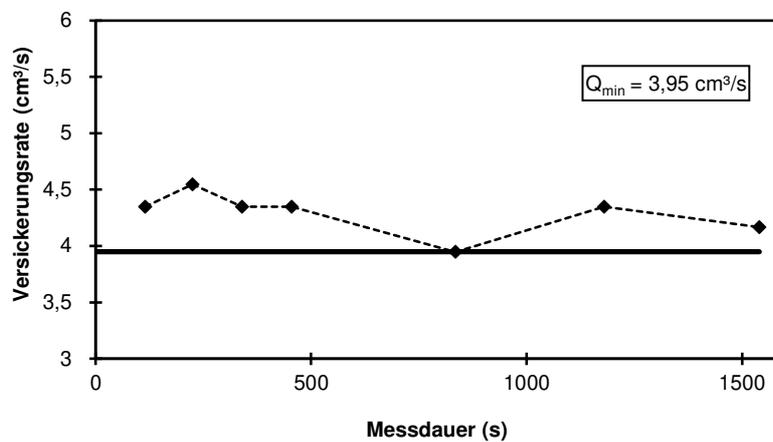
Versickerungsversuch mittels Doppelringinfiltrometer DR 4

Datum:	08.07.2021
Gelände:	Mutterboden (0 - 0,10 m), Auffüllung - Feinsand, schwach schluffig (0,10 - 0,50 m) (Versuchstiefe 0,10 m)
Radius innerer Ring:	0,15 m
Versickerungsfläche:	0,071 m ²
Einbautiefe:	0,1 m
Durchlässigkeitsbeiwert:	$k = 3,3E-5$ m/s

Auffüllversuch mit konstanter Druckhöhe

Höhe der Wassersäule: 0,07 m

Messdauer		Wassermenge		
t (h)	t (s)	q (ml)	Q (l/s)	Q (cm ³ /s)
00:01:55	115	500	4,35E-03	4,35
00:03:45	225	500	4,55E-03	4,55
00:05:40	340	500	4,35E-03	4,35
00:07:35	455	500	4,35E-03	4,35
00:13:55	835	1500	3,95E-03	3,95
00:19:40	1180	1500	4,35E-03	4,35
00:25:40	1540	1500	4,17E-03	4,17



Projekt: Hühelner Benden, Eschweiler-Weißweiler
Projekt-Nr.: 21063



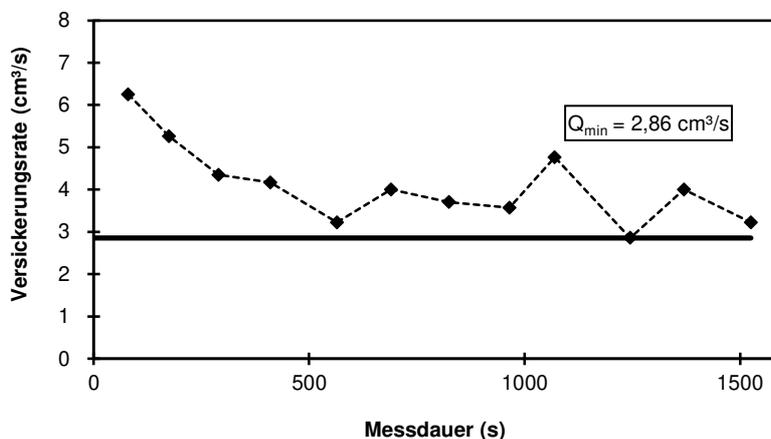
Versickerungsversuch mittels Doppelringinfiltrometer DR 5

Datum:	08.07.2021
Gelände:	Mutterboden (0 - 0,10 m), Auffüllung - Sand, feinkiesig (0,10 - 0,50 m) (Versuchstiefe 0,10 m)
Radius innerer Ring:	0,15 m
Versickerungsfläche:	0,071 m ²
Einbautiefe:	0,1 m
Durchlässigkeitsbeiwert:	$k = 2,2E-5$ m/s

Auffüllversuch mit konstanter Druckhöhe

Höhe der Wassersäule: 0,08 m

Messdauer		Wassermenge		
t (h)	t (s)	q (ml)	Q (l/s)	Q (cm ³ /s)
00:01:20	80	500	6,25E-03	6,25
00:02:55	175	500	5,26E-03	5,26
00:04:50	290	500	4,35E-03	4,35
00:06:50	410	500	4,17E-03	4,17
00:09:25	565	500	3,23E-03	3,23
00:11:30	690	500	4,00E-03	4,00
00:13:45	825	500	3,70E-03	3,70
00:16:05	965	500	3,57E-03	3,57
00:17:50	1070	500	4,76E-03	4,76
00:20:45	1245	500	2,86E-03	2,86
00:22:50	1370	500	4,00E-03	4,00
00:25:25	1525	500	3,23E-03	3,23



Projekt: Hühelner Benden, Eschweiler-Weißweiler
Projekt-Nr.: 21063



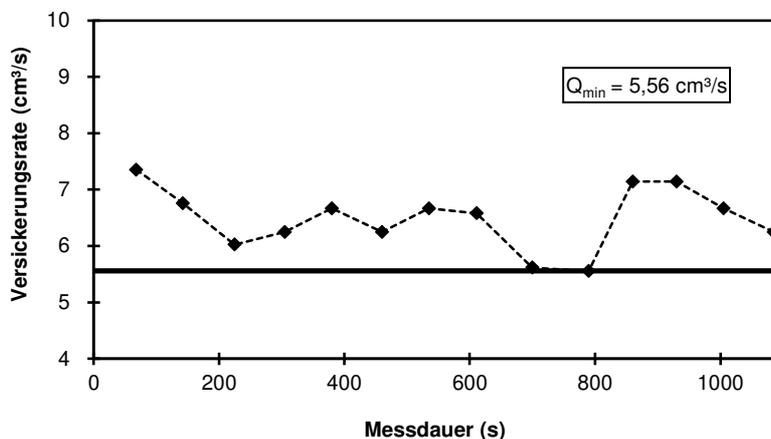
Versickerungsversuch mittels Doppelringinfiltrometer DR 6

Datum:	08.07.2021
Gelände:	Mutterboden (0 - 0,40 m), Schluff, stark feinsandig (0,40 - 1,00 m) (Versuchstiefe 0,10 m)
Radius innerer Ring:	0,15 m
Versickerungsfläche:	0,071 m ²
Einbautiefe:	0,1 m
Durchlässigkeitsbeiwert:	k = 5,2E-5 m/s

Auffüllversuch mit konstanter Druckhöhe

Höhe der Wassersäule: 0,05 m

Messdauer		Wassermenge		
t (h)	t (s)	q (ml)	Q (l/s)	Q (cm ³ /s)
00:01:08	68	500	7,35E-03	7,35
00:02:22	142	500	6,76E-03	6,76
00:03:45	225	500	6,02E-03	6,02
00:05:05	305	500	6,25E-03	6,25
00:06:20	380	500	6,67E-03	6,67
00:07:40	460	500	6,25E-03	6,25
00:08:55	535	500	6,67E-03	6,67
00:10:11	611	500	6,58E-03	6,58
00:11:40	700	500	5,62E-03	5,62
00:13:10	790	500	5,56E-03	5,56
00:14:20	860	500	7,14E-03	7,14
00:15:30	930	500	7,14E-03	7,14
00:16:45	1005	500	6,67E-03	6,67
00:18:05	1085	500	6,25E-03	6,25



Projekt: Hüchelner Benden, Eschweiler-Weißweiler
Projekt-Nr.: 21063

Versickerungsversuch im offenen Bohrloch

Beim Bohrlochtest nach EARTH MANUAL (Des. E-19) wird die Versickerung in einem unverrohrten Bohrloch (Radius r) gemessen.

Bei Versuchsdurchführung mit konstanter Druckhöhe (Auffüllversuch) wird in die Messbohrung Wasser eingegeben und der Wasserstand h durch ständige Wasserzugabe konstant gehalten. Aus der gemessenen Wasserzugabe q in der Zeit t wird die Versickerungsrate $Q = q/t$ bestimmt. Die errechneten Versickerungsraten werden gegen t aufgetragen und die Mindestversickerungsrate Q_{\min} graphisch bestimmt.

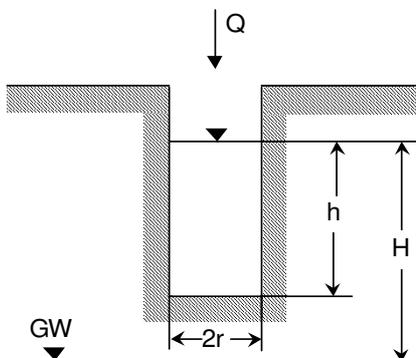
Nach EARTH MANUAL gilt entsprechend der Tiefenlage H des Grundwassers zum Wasserstand h in der Meßbohrung, wenn $H > 3h$:

$$k = 0,265 \frac{Q_{\min}}{h^2} \left[\ln \left(\frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r} \right)^2 + 1} \right) - 1 \right] \quad [\text{m/s}]$$

Für höhere Grundwasserstände ($h < H < 3h$) gilt nach EARTH MANUAL folgende Formel zur Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k :

$$k = 0,265 \cdot \frac{Q_{\min}}{h^2} \cdot \frac{\ln \left(\frac{h}{r} \right)}{\left(\frac{1}{6} + \frac{H}{3h} \right)} \quad [\text{m/s}]$$

Beim Absinkversuch mit variabler Druckhöhe wird für jedes Messintervall nach den obigen Formeln ein Durchlässigkeitsbeiwert berechnet. Diese werden graphisch gegen die Messdauer aufgetragen und anhand des Verlaufs ein maßgeblicher



Prinzipskizze: Versickerungsversuch im offenen Bohrloch

Projekt: Hüchelner Benden, Eschweiler-Weißweiler
 Projekt-Nr.: 21063



Versickerungsversuch im offenen Bohrloch

VV 1

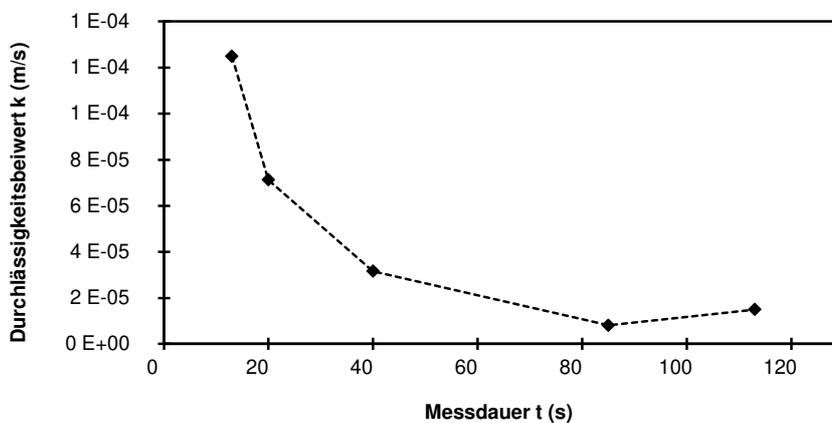
Datum:	08.07.2021	
Bohrverfahren:	RKB	Bohrdurchmesser: 0,05 m
Bohrtiefe:	2,9 m	Flurabstand (ca.): > 1,7 m
Bohrprofil:	0,00-0,10 m	Mutterboden
	0,10-0,60 m	Auffüllung - Feinsand, stark schluffig
	0,60-1,90 m	Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig
	1,90-5,00 m	Feinkies, mittelkiesig, grobsandig

Bohrtiefe 5 m - offenes Bohrloch bis 2,90 m!!

abgeschätzter Durchlässigkeitsbeiwert: $k = 2 \text{ E-5 m/s}$

Absinkversuch mit variabler Druckhöhe

Messdauer		Wassersäule	Versickerungsrate	k-Wert (m/s)
t (h)	t (s)	h (cm)	Q (cm ³ /s)	
00:00:00	0	190	0	
00:00:13	13	150	60,415	1,2 E-04
00:00:20	20	140	28,050	7,1 E-05
00:00:40	40	130	9,817	3,2 E-05
00:01:25	85	125	2,182	8,04E-06
00:01:53	113	120	3,506	1,50E-05



Projekt: Hüchelner Benden, Eschweiler-Weißweiler
Projekt-Nr.: 21063



Versickerungsversuch im offenen Bohrloch

VV 2

Datum:	08.07.2021	
Bohrverfahren:	RKB	Bohrdurchmesser: 0,05 m
Bohrtiefe:	2,7 m	Flurabstand (ca.): > 5,0 m
Bohrprofil:	0,00-0,10 m	Mutterboden
	0,10-0,40 m	Auffüllung - Schluff, schwach feinsandig
	0,40-0,80 m	Auffüllung - Schluff, feinsandig
	0,80-1,30 m	Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig
	1,30-2,60 m	Schluff, schwach sandig, schwach feinkiesig
	2,60-3,70 m	Feinkies, stark grobsandig, schwach mittelkiesig

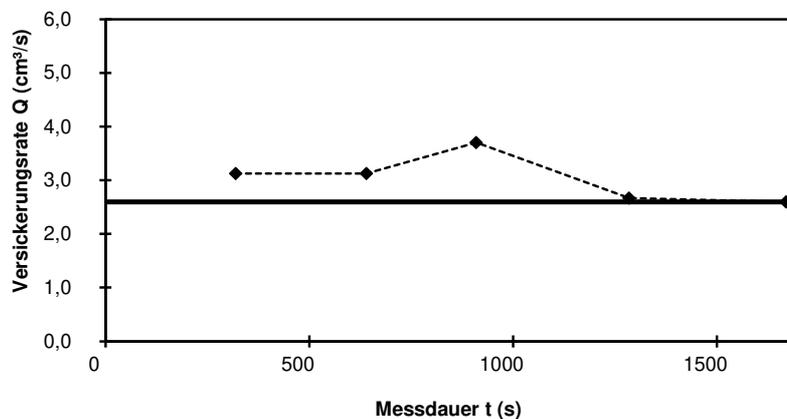
Bohrtiefe 3,70 m - offenes Bohrloch bis 2,70 m !!

Durchlässigkeitsbeiwert: $k = 8,5E-7$ m/s

Auffüllversuch mit konstanter Druckhöhe

Höhe der Wassersäule: 2 m

Messdauer		Wassermenge		
t (h)	t (s)	q (ml)	Q (l/s)	Q (cm³/s)
00:05:20	320	1000	3,13E-03	3,13
00:10:40	640	1000	3,13E-03	3,13
00:15:10	910	1000	3,70E-03	3,70
00:21:25	1285	1000	2,67E-03	2,67
00:27:50	1670	1000	2,60E-03	2,60



Projekt: Hüchelner Benden, Eschweiler-Weißweiler
Projekt-Nr.: 21063



Versickerungsversuch im offenen Bohrloch

VV 3

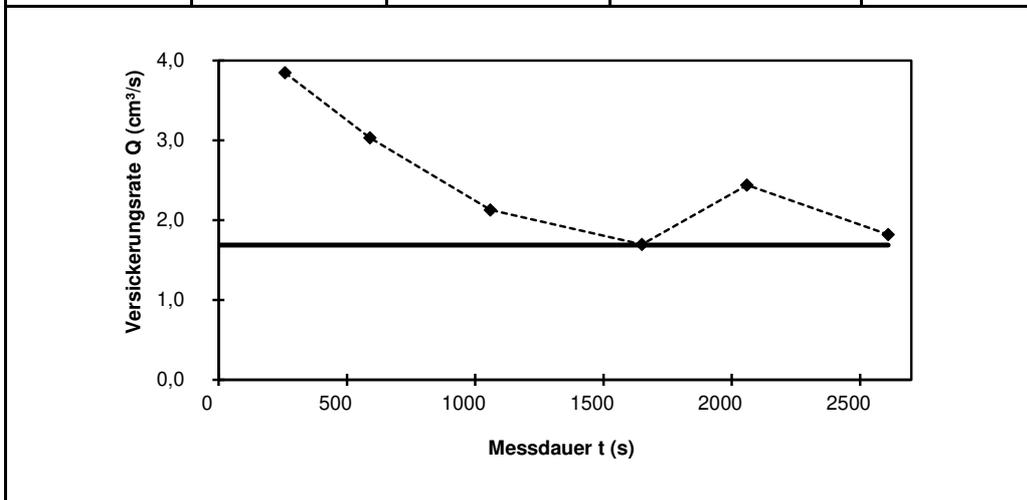
Datum:	08.07.2021	
Bohrverfahren:	RKB	Bohrdurchmesser: 0,05 m
Bohrtiefe:	4 m	Flurabstand (ca.): > 5,0 m
Bohrprofil:	0,00-0,20 m Mutterboden 0,20-0,50 m Auffüllung - Feinschluff, schluffig, mittelsandig, schwach grobsandig 0,50-1,30 m Auffüllung - Feinsand, stark schluffig, mittel-grobsandig, schwach kiesig 1,30-2,80 m Schluff, schwach feinsandig 2,80-3,30 m Mittelsand, stark feinsandig, schluffig 3,30-4,00 m Schluff, schwach feinsandig 4,00-5,00 m Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig	
Bohrtiefe 5 m - offenes Bohrloch bis 4 m !!		

Durchlässigkeitsbeiwert: $k = 7,4E-7$ m/s

Auffüllversuch mit konstanter Druckhöhe

Höhe der Wassersäule: 2 m

Messdauer		Wassermenge		
t (h)	t (s)	q (ml)	Q (l/s)	Q (cm³/s)
00:04:20	260	1000	3,85E-03	3,85
00:09:50	590	1000	3,03E-03	3,03
00:17:40	1060	1000	2,13E-03	2,13
00:27:30	1650	1000	1,69E-03	1,69
00:34:20	2060	1000	2,44E-03	2,44
00:43:30	2610	1000	1,82E-03	1,82



Projekt: Hüchelner Benden, Eschweiler-Weißweiler
 Projekt-Nr.: 21063



Versickerungsversuch im offenen Bohrloch

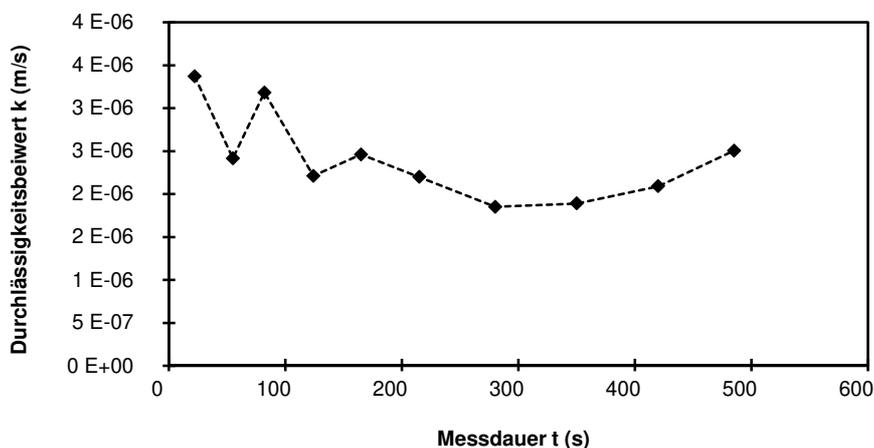
VV 4

Datum:	08.07.2021	
Bohrverfahren:	RKB	Bohrdurchmesser: 0,05 m
Bohrtiefe:	4 m	Flurabstand (ca.): > 3,1 m
Bohrprofil:	0,00-0,10 m	Mutterboden
	0,10-0,50 m	Auffüllung - Feinsand, schwach schluffig
	0,50-1,20 m	Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig
	1,20-3,00 m	Feinkies, mittelkiesig, grobsandig
	3,00-5,00 m	Grobsand, stark feinkiesig, schwach mittelkiesig
Bohrtiefe 5 m - offenes Bohrloch bis 4 m!!		

abgeschätzter Durchlässigkeitsbeiwert: $k = 2 \text{ E-6 m/s}$

Absinkversuch mit variabler Druckhöhe

Messdauer		Wassersäule	Versickerungsrate	k-Wert (m/s)
t (h)	t (s)	h (cm)	Q (cm³/s)	
00:00:00	0	300	0	
00:00:22	22	290	8,925	3,4 E-06
00:00:55	55	280	5,950	2,4 E-06
00:01:22	82	270	7,272	3,2 E-06
00:02:04	124	260	4,675	2,21E-06
00:02:45	165	250	4,789	2,46E-06
00:03:35	215	240	3,927	2,20E-06
00:04:40	280	230	3,021	1,85E-06
00:05:50	350	220	2,805	1,89E-06
00:07:00	420	210	2,805	2,09E-06
00:08:05	485	200	3,021	2,51E-06



Projekt: Hühelner Benden, Eschweiler-Weißweiler
 Projekt-Nr.: 21063



Versickerungsversuch im offenen Bohrloch

VV 5

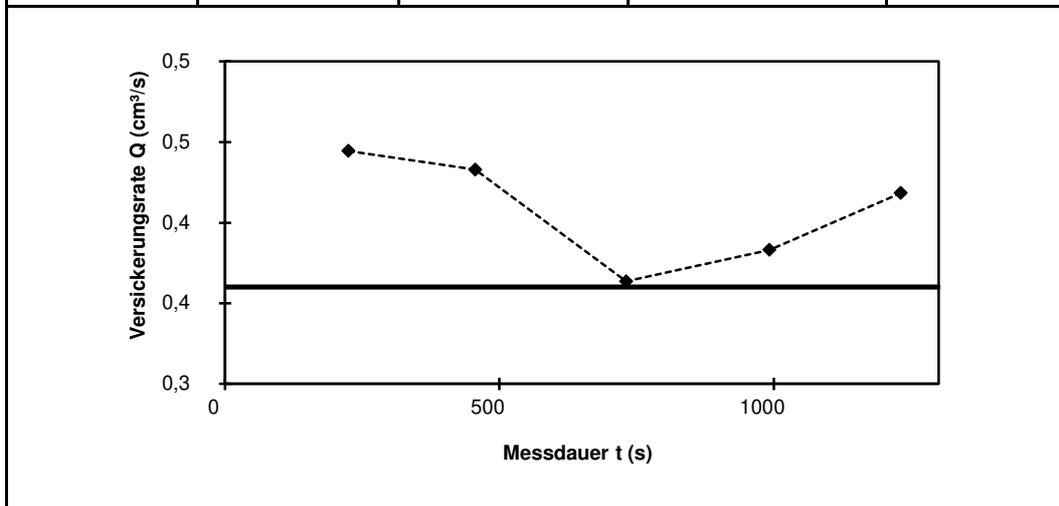
Datum:	08.07.2021	
Bohrverfahren:	RKB	Bohrdurchmesser: 0,05 m
Bohrtiefe:	4,2 m	Flurabstand (ca.): > 5,0 m
Bohrprofil:	0,00-0,10 m Mutterboden 0,10-0,50 m Auffüllung - Sand, feinkiesig 0,50-0,80 m Auffüllung - Feinsand, schluffig 0,80-2,90 m Schluff, schwach feinsandig 2,90-4,00 m Schluff, schwach tonig 4,00-5,00 m Schluff, schwach sandig, fein-mittelkiesig	

Bohrtiefe, 5 m - offenes Bohrloch bis 4,20 m !!
 Durchlässigkeitsbeiwert: $k = 4,6E-7$ m/s

Auffüllversuch mit konstanter Druckhöhe

Höhe der Wassersäule: 1 m

Messdauer		Wassermenge		
t (h)	t (s)	q (ml)	Q (l/s)	Q (cm³/s)
00:03:45	225	100	4,44E-04	0,44
00:07:36	456	100	4,33E-04	0,43
00:12:11	731	100	3,64E-04	0,36
00:16:32	992	100	3,83E-04	0,38
00:20:31	1231	100	4,18E-04	0,42



Projekt: Hüchelner Benden, Eschweiler-Weißweiler
Projekt-Nr.: 21063



Versickerungsversuch im offenen Bohrloch

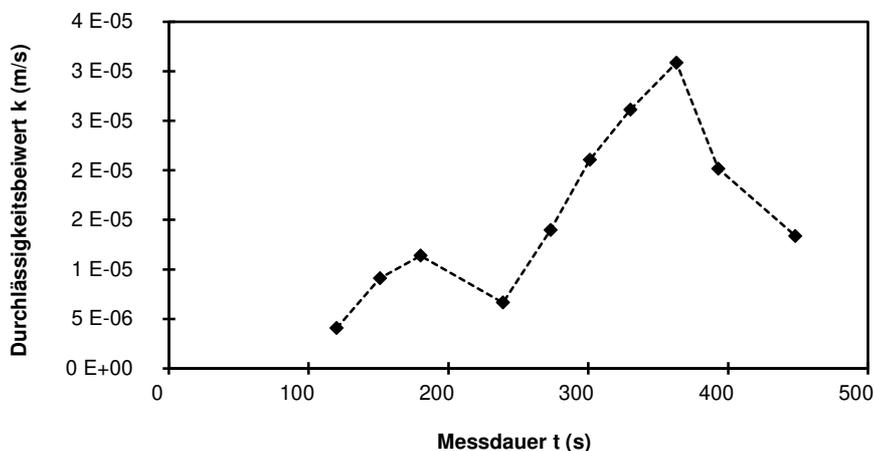
VV 6

Datum:	08.07.2021	
Bohrverfahren:	RKB	Bohrdurchmesser: 0,05 m
Bohrtiefe:	4,3 m	Flurabstand (ca.): > 3,6 m
Bohrprofil:	0,00-0,40 m	Mutterboden
	0,40-1,00 m	Schluff, stark feinsandig
	1,00-2,20 m	Schluff, schwach feinsandig, schwach mittelsandig
	2,20-2,30 m	Schluff, schwach feinsandig, schwach mittelsandig, schwach tonig
	2,30-4,30 m	Feinkies, mittelkiesig, sandig
Bohrtiefe 5 m - offenes Bohrloch bis 4,3 m!!		

abgeschätzter Durchlässigkeitsbeiwert: $k = 2 \text{ E-}5 \text{ m/s}$

Absinkversuch mit variabler Druckhöhe

Messdauer		Wassersäule	Versickerungsrate	k-Wert (m/s)
t (h)	t (s)	h (cm)	Q (cm ³ /s)	
00:00:00	0	180	0	
00:02:00	120	160	3,272	4,1 E-06
00:02:31	151	150	6,334	9,1 E-06
00:03:00	180	140	6,771	1,1 E-05
00:03:59	239	130	3,328	6,65E-06
00:04:33	273	120	5,775	1,40E-05
00:05:01	301	110	7,012	2,11E-05
00:05:30	330	100	6,771	2,61E-05
00:06:03	363	90	5,950	3,09E-05
00:06:33	393	85	3,272	2,02E-05
00:07:28	448	80	1,785	1,34E-05



Anlage 4

Ergebnistabelle und
Prüfbericht der chemischen Untersuchungen

angewendete Vergleichstabelle: LAGA TR Boden (2004) Tabelle II.1.2-2/-4 + -3/-5

Bezeichnung	Einheit	BG	Methode	B1_1 - B5_1	B2_2 - B5_2	B3_2	Z0 Lehm/ Schluff	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Probennummer				021138087	021138088	021138089					
Zuordnung:				Z2	Z2 / Z1.1*	Z0					
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz											
Trockenmasse	Ma.-%	0,1	DIN EN 14346: 2007-03	83,5	85,0	84,8					
Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01											
Arsen (As)	mg/kg TS	0,8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	16,6	19,2	6,8	15	15	45	45	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	176	67	11	70	140	210	210	700
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	3,2	1,4	< 0,2	1	1	3	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	28	26	23	60	120	180	180	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	27	25	12	40	80	120	120	400
Nickel (Ni)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	17	21	23	50	100	150	150	500
Thallium (Tl)	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,3	< 0,2	< 0,2	0,7	0,7	2,1	2,1	7
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	0,07	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,16	0,07	< 0,07	0,5	1	1,5	1,5	5
Zink (Zn)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	319	166	40	150	300	450	450	1500
Anionen aus der Originalsubstanz											
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	0,5	DIN ISO 17380: 2013-10	< 0,5	< 0,5	< 0,5			3	3	10
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz											
TOC	Ma.-% TS	0,1	DIN EN 15936: 2012-11	2,4	1,6	0,3	0,5	0,5	1,5	1,5	5
EOX	mg/kg TS	1,0	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1	1	3	3	10
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	40	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	< 40	< 40	< 40	100	200	300	300	1000
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	40	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	< 40	< 40	< 40		400	600	600	2000
BTEX aus der Originalsubstanz											
Benzol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
Toluol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
Ethylbenzol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
m-/p-Xylol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
o-Xylol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
Summe BTEX	mg/kg TS		DIN EN ISO 22155: 2016-07	(n. b.)	(n. b.)	(n. b.)	1	1	1	1	1
LHKW aus der Originalsubstanz											
Dichlormethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
Chloroform (Trichlormethan)	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
Tetrachlormethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
Trichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
Tetrachlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
Summe LHKW (10 Parameter)	mg/kg TS		DIN EN ISO 22155: 2016-07	(n. b.)	(n. b.)	(n. b.)	1	1	1	1	1
PCB aus der Originalsubstanz											
PCB 28	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01	< 0,01	< 0,01					
PCB 52	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01	< 0,01	< 0,01					
PCB 101	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01	< 0,01	< 0,01					
PCB 153	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01	< 0,01	< 0,01					
PCB 138	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01	< 0,01	< 0,01					
PCB 180	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01	< 0,01	< 0,01					
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	mg/kg TS		DIN EN 15308: 2016-12	(n. b.)	(n. b.)	(n. b.)	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5
PAK aus der Originalsubstanz											
Naphthalin	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
Acenaphthen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
Fluoren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
Phenanthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
Anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
Fluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,19	< 0,05	< 0,05					
Pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,11	< 0,05	< 0,05					
Benzo[a]anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,10	< 0,05	< 0,05					
Chrysen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,09	< 0,05	< 0,05					
Benzo[b]fluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,12	< 0,05	< 0,05					
Benzo[k]fluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,09	< 0,05	< 0,05	0,3	0,6	0,9	0,9	3
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
Dibenzo[a,h]anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
Benzo[ghi]perylen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05	< 0,05	< 0,05					
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	mg/kg TS		DIN ISO 18287: 2006-05	0,70	(n. b.)	(n. b.)	3	3	3	3	30
Physikal.-chem. Kenngrößen a.d. 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01											
pH-Wert			DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04	7,9	8,1	8,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	5	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	187	42	31	250	250	250	1500	2000
Anionen aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01											
Chlorid (Cl)	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	< 1,0	< 1,0	< 1,0	30	30	30	50	100
Sulfat (SO4)	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	< 1,0	< 1,0	< 1,0	20	20	20	50	200
Cyanide, gesamt	µg/l	5	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	< 5	< 5	< 5	5	5	5	10	20
Elemente aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01											
Arsen (As)	µg/l	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	2	2	1	14	14	14	20	60
Blei (Pb)	µg/l	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	10	12	7	40	40	40	80	200
Cadmium (Cd)	µg/l	0,3	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 0,3	< 0,3	< 0,3	1,5	1,5	1,5	3	6
Chrom (Cr)	µg/l	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 1	2	3	12,5	12,5	12,5	25	60
Kupfer (Cu)	µg/l	5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	6	7	6	20	20	20	60	100
Nickel (Ni)	µg/l	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	4	2	15	15	15	20	70
Quecksilber (Hg)	µg/l	0,2	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink (Zn)	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	10	30	20	150	150	150	200	600
Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01											
Phenolindex, wasserdampfflüchtig	µg/l	10	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	< 10	< 10	< 10	20	20	20	40	100
Zusätzliche Messungen: Probenvorbereitung Feststoffe											
Probenmenge inkl. Verpackung	kg		DIN 19747: 2009-07	0,9	1,0	0,7					
Fremdstoffe (Art)			DIN 19747: 2009-07	nein	nein	nein					
Fremdstoffe (Menge)	g		DIN 19747: 2009-07	0,0	0,0	0,0					
Siebrückstand > 10mm			DIN 19747: 2009-07	ja	ja	nein					
Zusätzliche Messungen: PAK aus der Originalsubstanz											
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	mg/kg TS		DIN ISO 18287: 2006-05	0,70	(n. b.)	(n. b.)					
Zusätzliche Messungen: PCB aus der Originalsubstanz											
PCB 118	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01	< 0,01	< 0,01					
Summe PCB (7)	mg/kg TS		DIN EN 15308: 2016-12	(n. b.)	(n. b.)	(n. b.)					
Zusätzliche Messungen: Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01											
Temperatur pH-Wert	°C		DIN 38404-4 (C4): 1976-12	21,9	22,3	22,3					

n.b. : nicht berechenbar
 Z1.1* : ohne Berücksichtigung TOC

Eurofins Umwelt West GmbH - Zieglerstraße 11 a - 52078 - Aachen

**HYDR.O. Geologen und Ingenieure Hartwig
Reisinger und Timm Reisinger GbR
Sigmundstr. 10-12
52070 Aachen**

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 02134002

Prüfberichtsnummer: AR-21-JA-003367-01

Auftragsbezeichnung: 21063_NRW.URBAN_Hüchelner_Benden_Eschweiler-W.

Anzahl Proben: 3

Probenart: Boden

Probenahmedatum: 08.07.2021

Probenehmer: angeliefert vom Auftraggeber

Probeneingangsdatum: 12.07.2021

Prüfzeitraum: 12.07.2021 - 21.07.2021

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Günter Heimbüchel
Niederlassungsleiter
Tel. +49 241 94 68 621

Digital signiert, 21.07.2021
Günter Heimbüchel
Niederlassungsleitung



Probenbezeichnung	B1_1 - B5_1	B2_2 - B5_2	B3_2
Probenahmedatum/ -zeit	08.07.2021	08.07.2021	08.07.2021
Probennummer	021138087	021138088	021138089

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--	--

Probenvorbereitung Feststoffe

Probenmenge inkl. Verpackung	AN	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07		kg	0,9	1,0	0,7
Fremdstoffe (Art)	AN	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07			nein	nein	nein
Fremdstoffe (Menge)	AN	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07		g	0,0	0,0	0,0
Siebrückstand > 10mm	AN	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07			ja	ja	nein

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	AN	RE000 GI	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	83,5	85,0	84,8
--------------	----	-------------	-----------------------	-----	-------	------	------	------

Anionen aus der Originalsubstanz

Cyanide, gesamt	AN	RE000 GI	DIN ISO 17380: 2013-10	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	< 0,5
-----------------	----	-------------	------------------------	-----	----------	-------	-------	-------

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01[#]

Arsen (As)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,8	mg/kg TS	16,6	19,2	6,8
Blei (Pb)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	2	mg/kg TS	176	67	11
Cadmium (Cd)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	3,2	1,4	< 0,2
Chrom (Cr)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	28	26	23
Kupfer (Cu)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	27	25	12
Nickel (Ni)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	17	21	23
Quecksilber (Hg)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,07	mg/kg TS	0,16	0,07	< 0,07
Thallium (Tl)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	0,3	< 0,2	< 0,2
Zink (Zn)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	319	166	40

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

TOC	AN	RE000 GI	DIN EN 15936: 2012-11	0,1	Ma.-% TS	2,4	1,6	0,3
EOX	AN	RE000 GI	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40

BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz

Benzol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Toluol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
m-/p-Xylol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
o-Xylol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

Probenbezeichnung	B1_1 - B5_1	B2_2 - B5_2	B3_2
Probenahmedatum/ -zeit	08.07.2021	08.07.2021	08.07.2021
Probennummer	021138087	021138088	021138089

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit			
LHKW aus der Originalsubstanz								
Dichlormethan	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlormethan	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Trichlorethen	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlorethen	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1-Dichlorethen	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,2-Dichlorethan	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

PAK aus der Originalsubstanz

Naphthalin	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phenanthren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Anthracen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoranthen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,19	< 0,05	< 0,05
Pyren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,11	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]anthracen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,10	< 0,05	< 0,05
Chrysen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,09	< 0,05	< 0,05
Benzo[b]fluoranthen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,12	< 0,05	< 0,05
Benzo[k]fluoranthen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,09	< 0,05	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[ghi]perylen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	0,70	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	0,70	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

Probenbezeichnung	B1_1 - B5_1	B2_2 - B5_2	B3_2
Probenahmedatum/ -zeit	08.07.2021	08.07.2021	08.07.2021
Probennummer	021138087	021138088	021138089

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	-------	---------	----	---------	--	--	--

PCB aus der Originalsubstanz

PCB 28	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 52	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 101	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 153	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 138	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 180	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
PCB 118	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe PCB (7)	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

pH-Wert	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			7,9	8,1	8,5
Temperatur pH-Wert	AN	RE000 GI	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	21,9	22,3	22,3
Leitfähigkeit bei 25°C	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 14403-2: 1993-11	5	µS/cm	187	42	31

Anionen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Chlorid (Cl)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Sulfat (SO ₄)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cyanide, gesamt	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Arsen (As)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,002	0,002	0,001
Blei (Pb)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,010	0,012	0,007
Cadmium (Cd)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0003	mg/l	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
Chrom (Cr)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	0,002	0,003
Kupfer (Cu)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,005	mg/l	0,006	0,007	0,006
Nickel (Ni)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,001	0,004	0,002
Quecksilber (Hg)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,0002	mg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Zink (Zn)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,01	mg/l	0,01	0,03	0,02

Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Phenolindex, wasserdampfflüchtig	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01
-------------------------------------	----	-------------	------------------------------------	------	------	--------	--------	--------

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Aufschluss mittels temperaturregulierendem Graphitblock

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ nicht berechenbar, da alle Werte < BG.

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit RE000GI gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 akkreditiert.