



**Hydrogeologische Beurteilung
zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes**

**Stadt Emmerich am Rhein,
ehem. Pionierübungsplatz Dornick,
46446 Emmerich am Rhein**

Projekt Nr. 2019-131

Auftraggeber:



Stadt Emmerich am Rhein
Fachbereich 5 -Stadtentwicklung
Geistmarkt 1
46446 Emmerich am Rhein

Bearbeiter:

Dipl.-Geol. Jens-Uwe Pietzsch
Dipl.-Geol. Pascal van Elsbergen-Wardthuysen

Emmerich am Rhein, 25.04.2019

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Verwendete Unterlagen	4
1 Veranlassung	6
2 Standortverhältnisse.....	8
3 Allgemeine Darstellung der Untergrundverhältnisse	10
3.1 Regionalgeologischer Überblick	10
3.2 Hydrologie und Hydrogeologie	10
4 Durchgeführte Untersuchungen.....	11
5 Untersuchungsergebnisse	12
5.1 Bodenaufschlüsse	12
5.2 Grundwasser	14
5.3 Wasserdurchlässigkeit in situ.....	15
5.4 Siebanalysen.....	17
6 Beurteilung der Versickerungsfähigkeit Im Bereich des Neubaugebietes	19
7 Beurteilung der Versickerungsfähigkeit Im Bereich der Pumpstation	21
8 Allgemeine Hinweise	22
9 Schlussbemerkung.....	24

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Übersichtslageplan und Lageplan mit Ansatzpunkten
- Anlage 2: Schichtenverzeichnisse, Bohrprofile
- Anlage 3: Versickerungsversuche nach USBR Earth Manual
- Anlage 4: Körnungslinien/Siebungen

Verwendete Unterlagen

- /1/ Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, Krefeld, Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt C4302 (Bocholt), M 1:100.000
- /2/ Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, Krefeld, Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt 4103 (Emmerich am Rhein), Maßstab 1:25.000
- /3/ Bezirksregierung Köln, Abteilung 07 – Geobasis NRW, Topographische Karte Blatt 4103 (Emmerich am Rhein), Maßstab 1:25.000
- /4/ Verwendete Normen:
 - DIN 1054 Zulässige Belastungen des Baugrundes
 - DIN 1055 Lastannahmen für Bauten; Bodenkenngößen
 - DIN 4019/1 Baugrund: Setzungsberechnung bei lotrechter mittiger Belastung
 - DIN 4020 Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke
 - DIN 4023 Baugrund- und Wasserbohrungen: Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse
 - DIN 4094 Erkundung durch Sondierungen
 - DIN 4123 Gebäudesicherung im Bereich von Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen
 - DIN 4124 Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau
 - DIN 18130 Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit
 - DIN EN ISO 14688 Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden
 - DIN EN ISO 22475-1 Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung
 - DIN EN ISO 22476-2 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Felduntersuchungen - Teil 2: Rammsondierungen
- /5/ Prof. Dr. Ing. Dr. Ing. E.h. Rudolf Floss, Rottach-Egern, Handbuch ZTVE, 3. Auflage, Oktober 2006
- /6/ www.elwasweb.nrw.de

- /7/ Deichschutzverordnung (DSchVO), Ordnungsbehördliche Verordnung zum Schutze der Deiche und sonstigen Hochwasserschutzanlagen an den Gewässern erster Ordnung im Regierungsbezirk Düsseldorf, 01.09.2000
- /8/ AQUA Technik, Orientierende Gefährdungsabschätzung Phase IIa, Ehemaliger Pionierübungsplatz in Emmerich-Dornick, Liegenschaftsnummer: 300253, Stand 13.05.2016
- /9/ Amtlicher Lageplan (1:500), Ehem. Pionierübungsplatz in Emmerich-Dornick, Dipl.-Ing. Klaus te Laak, Rudolpf-Diesel-Str. 5, 46459 Rees, 13.12.2018
- /10/ Aufteilungsplan (1:500), Ehem. Pionierübungsplatz in Emmerich-Dornick, Dipl.-Ing. Klaus te Laak, Rudolpf-Diesel-Str. 5, 46459 Rees, 29.01.2019

1 Veranlassung

Die Stadt Emmerich am Rhein, Fachbereich 5 – Stadtentwicklung, Geistmarkt 1, 46446 Emmerich am Rhein benötigt eine Hydrogeologische Beurteilung zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes für den Bebauungsplan D2/1 Pionierstraße, auf dem ehem. Pioniergeländes in Emmerich - Dornick (Gemarkung Dornick, Flur 2, Flurstücke 178, 181 und Flur 1, Flurstück 424).

Das ehem. Pioniergelände wurde von der Projektentwicklung Brouwer GmbH, Fischerort 17, 46446 Emmerich am Rhein erworben. Die Projektentwicklung Brouwer GmbH plant eine Umnutzung des Geländes. Das Kasernengelände besitzt etwa eine Größe von 3,7 ha.

Der südliche Teil des ehem. Pioniergeländes in Emmerich - Dornick, wird mit dem Hauptgebäude bis in eine Entfernung von 50 m von der Deichkrone unberührt belassen (rote Linie). Die Gebäude sowie die vorhandene Oberflächenbefestigung aus Beton werden in ihrem ursprünglichen Zustand belassen. Der Bereich befindet sich in der Deichschutzzone I bis III.

Der daran anschließende Bereich wird seitens der Stadt Emmerich am Rhein als Ausgleichsfläche genutzt. In diesem Bereich soll eine Obstwiese entstehen. Die Fläche befindet sich überwiegend in der Deichschutzzone III. Die in dem Bereich vorhandenen Gebäudeteile und Oberflächenbefestigungen wurden rückgebaut (grün).

Der nördliche Teil der Fläche wird als Baufläche ausgewiesen (rot). Zwischen der Baufläche und der Ausgleichsfläche bleibt eine Ausgleichsfläche der Gesellschaft (blau).

Für die ausgewiesene Baufläche wird seitens der Stadt Emmerich am Rhein eine Hydrogeologische Beurteilung zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes benötigt (Gemarkung Dornick, Flur 2, Flurstücke 178, 181).

Zudem wird für den Bereich nördlich der Pumpstation eine Hydrogeologische Beurteilung zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes benötigt (Gemarkung Dornick, Flur 1, Flurstück 424). Die gesamte Oberflächenentwässerung der befestigten Flächen wurde über ein Kanalsystem zu einer Pumpstation geleitet. Die Pumpstation befindet sich im Südosten der Fläche unmittelbar am Deich. Aufgrund des Rückbaus Gebäude und der Oberflächenbefestigung wird der zu versickernde Anteil an Niederschlagswasser erheblich reduziert. Die Pumpstation soll ggfs. rückgebaut werden.

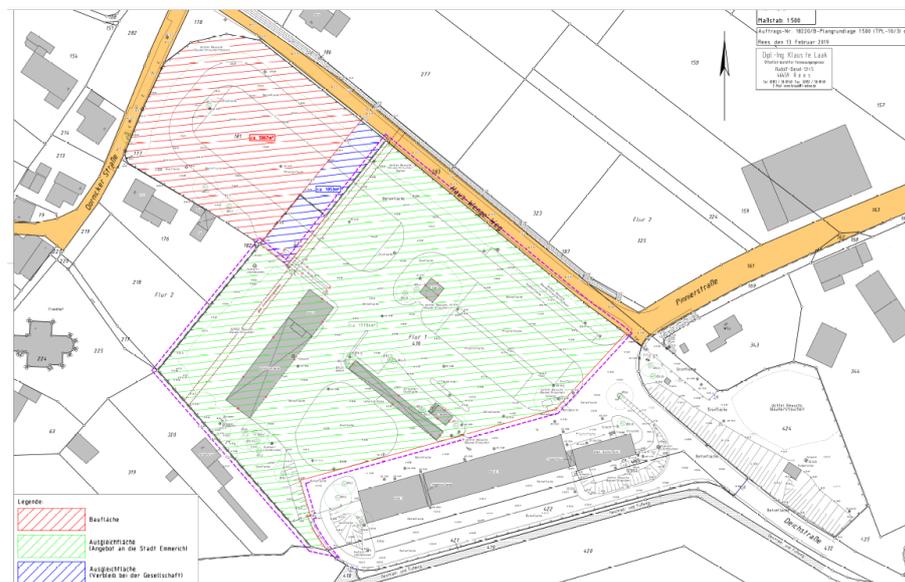


Abbildung 1: Blick auf das ehem. Kasernengelände: Aufteilungsplan

Die Hydronik GmbH, Reeser Straße 420, Emmerich am Rhein, wurde von Herrn Bartel, Stadt Emmerich am Rhein, Geistmarkt 1, 46446 Emmerich am Rhein, gemäß dem Angebot A201900031 vom 13.03.2018 mit der Erstellung einer Hydrogeologischen Beurteilung zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes beauftragt.

Die anstehenden Untergrundverhältnisse am Projektstandort sind in Bezug auf die Versickerungsfähigkeit des Untergrundes darzustellen und zu erläutern.

Grundlage des zu erarbeitenden Gutachtens bilden die vom AG zur Verfügung gestellten Unterlagen, das im Archiv der Hydronik GmbH vorhandene Kartenmaterial sowie die Ergebnisse der im Rahmen der Untersuchungen durchgeführten Aufschlüsse und ergänzenden Feld- und Laboruntersuchungen.

Die Erkundungsarbeiten auf dem ehemaligen Pioniergelände in Dornick wurden am 08.04.2019 durchgeführt.

2 Standortverhältnisse

Das ehem. Pioniergelände liegt im Südosten von Emmerich am Rhein im Ortsteil Dornick an der Straße Pionierstraße/Hans-Wenge-Weg.

Das etwa 124,0 m lange und 15,0 m breite Hauptgebäude verläuft parallel zum Deich. Es handelt sich um ein zweigeschossiges Gebäude. Bei dem östlichen Teil des Gebäudes handelt es sich um ein Bürogebäude. Im überwiegenden Teil des Gebäudes befinden sich Hallen. Die unteren Hallen sind offen und sind vom nördlichen Kasernengelände anfahrbar. Der oberen Hallen sind über die Deichanlage anfahrbar. Das Hauptgebäude soll erhalten bleiben und ist Teil eines etwa 50 m breiten Streifens, der inklusive der Oberflächenbefestigung nicht rückgebaut wurde.

Die übrigen Gebäudeteile sowie die Oberflächenbefestigungen der Verkehrsflächen wurden bzw. werden im Zuge der Maßnahme vollständig rückgebaut.

Die Oberflächenentwässerung der Gebäudeteile sowie die Oberflächenbefestigungen der Verkehrsflächen, wurden bzw. werden über ein ausgeprägtes Kanalsystem zu einer Pumpstation geleitet. Die Pumpstation befindet sich im Südosten der Fläche unmittelbar am Deich. Das Wasser wird zunächst in einen unterirdischen Speicherraum geleitet, der sich vor der Pumpstation befindet. Die genauen Abmessungen des Speicherraumes liegen nicht vor. Das gesammelte Niederschlagswasser wird von hier in einen Nebenarm des Rheins (Grietherorter Altrhein) geleitet. Bei Hochwasser wird die Rohrleitung geschlossen, um einen Rückfluss durch das Hochwasser zu verhindern.

Es besteht die Überlegung, die Pumpstation rückzubauen und das Wasser im Bereich der angrenzenden Fläche zu versickern.

Im Bereich der geplanten Obstwiese befindet sich eine Rinne zur Entwässerung der Oberlieger, die erhalten bleiben soll.

Die Freiflächen des ehem. Pioniergeländes sind mit einer Wiesenfläche, mit Sträuchern oder mit kleineren Bäumen bewachsen.



Abbildung 2: Blick auf das ehem. Kasernengelände im Luftbild (www.googlemaps.de)

Das Gelände ist im Bereich des ehem. Pionierübungsplatzes relativ eben. Die Höhe des Geländes liegt laut dem Vermessungshöhen des amtlichen Lageplans /8/ und der DGK 5 zwischen etwa 15,8 m - 16,30 m ü NHN. Im Bereich des südlich gelegenen Deiches steigt die Geländehöhe bis auf etwa 19,70 - 20,25 m ü NHN an. Die Durchführung eines Höhennivellements war nicht Teil der Beauftragung.

Die untersuchte Fläche im Bereich der Pumpstation befindet sich aufgrund der Nähe zum Rheindeich in der Deichschutzzzone III, dessen äußere Grenze 100 m vor dem landseitigen Fuß verläuft. Die Deichschutzzzone II umfasst einen Streifen, dessen äußere Grenze 10 m vor dem landseitigen Fuß verläuft. Das geplante Neubaugebiet befindet sich außerhalb der Deichschutzzzone III.

Die nächste Vorflut bildet der Grietherorter Altrhein in etwa 200 m Entfernung. Der Hauptvorfluter bildet der südlich anschließende Rhein.

3 Allgemeine Darstellung der Untergrundverhältnisse

3.1 Regionalgeologischer Überblick

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Zentrum der Niederrheinischen Tieflandsbucht des Rheinisch-Westfälischen Tieflands. Das Oberflächenrelief wird durch umgelagerte Lockersedimente geprägt und besitzt eine überwiegend ebene Morphologie.

Im Bereich des Untersuchungsgebietes stehen oberflächennah laut /1/ und /3/ Auenlehme (Ton, Schluff, Feinsand) aus dem Jungholozän an. Es handelt sich um Bach- und Flußablagerungen, die während des Holozäns abgelagert wurden. Im Liegenden folgen wechsellagernde Ablagerungen (Sande und Kiese) der Niederterrasse des Rheins (Quartär).

Die oberste Bodenschicht kann anthropogen durch künstliche Auffüllungen substituiert sein.

3.2 Hydrologie und Hydrogeologie

Für ingenieurgeologische Fragen ist im Allgemeinen nur das oberste Grundwasserstockwerk von Bedeutung das Sande und Kiese der Terrassen und deren Deckschichten umfasst. Im Untersuchungsgebiet liegt ein zusammenhängendes Grundwasserstockwerk vor, das sich in den Lockersedimenten des Quartärs befindet.

Zwischen dem Rhein und dem obersten Grundwasserstockwerk bestehen in Abhängigkeit der Entfernung zum Rhein hydraulische Verbindungen.

Die Hauptabflussrichtung des Grundwassers ist generell nach Süden gerichtet. Der Hauptvorfluter ist der Rhein.

Freies Grundwasser wurde zum Zeitpunkt der Untersuchung nicht angetroffen.

4 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 08.04.2019 im Bereich des geplanten Neubaugebietes sowie im Bereich der Pumpstation insgesamt fünf Rammkernsondierungen (VS 1 bis VS 5) niedergebracht. Zur Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit wurden die Rammkernsondierungen ausgebaut und jeweils ein Versickerungsversuch in situ nach USBR Earth Manual durchgeführt. Die Versickerungsversuche VS 1, VS 3 und VS 5 wurden bis in eine Tiefe von 3,0 m in die anstehenden Sande abgeteuft. VS 2 und VS 4 wurden bis in eine Tiefe von 2,0 m im Bereich der Schluffe durchgeführt.

Die Lage der Aufschlusspunkte geht aus der Anlage 1.2 hervor. In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die Kenndaten der Ansatzstellen im Untersuchungsgebiet zusammengestellt.

Tabelle 1: Erkundungstiefen der RKS

Nr.	Bezeichnung	Bereich	Erkundungstiefe [m u. GOK]
1	VS 1	Neubaugebiet	3,0
2	VS 2	Neubaugebiet	2,0
3	VS 3	Neubaugebiet	3,0
4	VS 4	Pumpstation	2,0
5	VS 5	Pumpstation	3,0

Hinweis: RKS = Kleinbohrung gemäß DIN EN ISO 22475-1 (Sondierbohrung)

Die Ergebnisse der Sondierungen sind in den Anlagen 2.1 - 2.5 gem. DIN EN ISO14688 in Form von Schichtenverzeichnissen bzw. Bohrprofilen dargestellt. Aus den niedergebrachten Rammkernsondierungen wurden gestörte Bodenproben entnommen. Die Bohrlöcher der Sondierungen wurden anschließend mit Tonpellets (Quellton) verfüllt.

5 Untersuchungsergebnisse

5.1 Bodenaufschlüsse

Bei den genannten Mächtigkeitsangaben handelt es sich um die in den punktuellen Untersuchungspunkten ermittelten Werte. Es ist nicht auszuschließen, dass an nicht untersuchten Stellen hiervon abweichende Schichtmächtigkeiten vorliegen, was insbesondere für den Bereich der aufgefüllten Böden gilt.

Die Ansatzpunkte der Rammkernsondierungen (RKS) sind in Anlage 1.2 dargestellt; die Bohrprofile gemäß DIN 4023 sind in der Anlage 2.1 bis 2.5 enthalten.

Als Ergebnis der untersuchten Untergrundaufschlüsse lässt sich der folgende Schichtenaufbau benennen:

Bei den Sondierungen VS 1 bis VS 3 war die Fläche abgeschoben. In den Sondierungen VS 4 und VS 5 wurde eine Wiese angetroffen.

Schicht 1, Auffüllung (S 1):

In allen Sondierungen der Versickerungsversuche VS 1 - VS 5 stehen aufgefüllte Bodenschichten an.

1. Bereich Neubaugebiet

In den Sondierungen VS 1, VS 2 und VS 3 im Bereich des Neubaugebietes konnte eine Auffüllung erkundet werden. Sie besteht im Wesentlichen aus Sand und Schluff mit kiesigen, tonigen und anthropogenen Komponenten. Die anthropogenen Anteile bestehen aus Ziegel- und Mörtelbruchstücken. Die Auffüllung konnte bis in Tiefen zwischen 0,6 m - 0,7 m u.GOK verfolgt werden. Die Auffüllung besitzt eine hellbraune - dunkelbraune Farbe. Während der Begehung der Fläche konnten Fundamentreste der ehemaligen Bebauung beobachtet werden. Bei den aufgefüllten Böden handelt es sich z.T. um die anstehenden Bodenschichten, die umgelagert wurden.

2. Bereich Pumpstation

Die Sondierungen VS 4 und VS 5 wurde Im Bereich der Grünfläche nördlich der Pumpstation abgeteuft. Hier konnte ebenfalls eine Auffüllung angetroffen werden. Sie besteht aus einem Gemenge an Sand, Schluff und Ton mit kiesigen und anthropogenen Anteilen (Ziegel- und Mörtelreste, Schlacke). Die Auffüllung konnte in der RKS 4 bis zur Endteufe von 2,0 m u. GOK verfolgt werden. Eventuell liegt diese im ehemaligen Arbeitsraum des unterirdischen Speicherraums. Die genauen Abmessungen sind nicht bekannt. In der RKS 5 konnte die Auffüllung bis in eine Tiefe von 0,7 m u. GOK verfolgt werden.

Schicht 2, Lehm (S 2):

Unterhalb der Auffüllung konnte in nahezu allen Sondierungen bindige Bodenschichten erbohrt werden. Sie bestehen zunächst aus einem sandigen Schluff mit geringen tonigen Anteilen. Die oberen Schichten können als schluffiger Feinsand angesprochen werden. In zunehmender Tiefe konnte in den Sondierungen VS 1 - VS 3 ein schluffiger Ton mit wechselnden Anteilen an Feinsand erbohrt werden. Der Schluff reicht bis in eine Tiefe von etwa 1,8 - 2,0 m u. GOK. In der VS 5 reicht der Schluff bis in eine Tiefe von 2,4 m u. GOK. Der schluffige Ton zeigt eine Mächtigkeit von etwa 0,5 m. Die bindigen Bodenschichten zeigten z. Zeitpunkt der Untersuchung eine weiche bzw. weich – steife Konsistenz. Laut geologischer Karte können die bindigen Bodenschichten als Auenlehme aus dem Jungholozän angesprochen werden.

Schicht 3, Sand (S 3):

Unterhalb der bindigen Bodenschichten konnten in den Sondierungen VS 1, VS 3 und VS 5 wechsellagernde Sande detektiert werden. Bei den Sanden handelt es sich überwiegend um einen Mittelsand mit Anteilen an Fein- und Grobsand. Der Übergangsbereich zwischen den Schluffen und Sanden besteht zumeist aus einem Feinsand mit geringen schluffigen Anteilen, die mit zunehmender Tiefe abnehmen. Die Farbe der Sandschichten reicht von hellbraun bis beige. Die Sande konnten bis zur Endteufe von 3,0 m u. GOK verfolgt werden. Die Sandschichten zeigen eine lockere bis mitteldichte Lagerung. Die Sande sind laut geologischer Karte den Terrassenablagerungen der Niederterrasse des Rheins zuzuordnen.

In nachfolgender Tabelle 2 sind die Schichtenkenndaten der abgeteuften Bohrungen zusammengestellt.

Tabelle 2: Angaben zum Baugrundaufbau

Nr.	Bezeichnung	Bereich	Erkundungstiefe [m u. GOK]	Übergang zu Lehm (S 2) [m u. GOK]	Übergang zu Sand (S 3) [m u. GOK]
1	VS 1	Neubaugebiet	3,0	0,7	2,5
2	VS 2	Neubaugebiet	2,0	0,7	-
3	VS 3	Neubaugebiet	3,0	0,6	2,2
4	VS 4	Pumpstation	2,0	-	-
5	VS 5	Pumpstation	3,0	0,7	2,4

5.2 Grundwasser

Das Grundwasser wurde während der Erkundungsarbeiten nicht angetroffen.

Mit dem Fachinformationssystem ELWAS (elektronisches wasserwirtschaftliches Verbundsystem) und dem Auswertewerkzeug ELWAS-WEB des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalens konnten Informationen zu einer in der Nähe befindlichen Grundwassermessstelle angezeigt und ausgewertet werden.

Es handelt sich um die etwa 400 m östlich gelegene Grundwassermessstelle Messstelle 081330145 - DORNICK NR 404. Die allgemeinen Informationen zur Grundwassermessstelle sind nachfolgender Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 3: Grundwassermessstelle allgemeine Daten

Bezeichnung Grundwassermessstelle	Rechts-/Hochwert	Messpunkt- höhe [m ü. NHN]	Gelände- höhe [m ü. NHN]	Mess zeitraum	Status	Turnus
081330145	x/x	15,54	15,26	1954 - 2010	inaktiv	halb- jährlich

In der Abbildung 3 ist die Grundwasserganglinie für die Grundwassermessstelle aufgezeigt. Die Grundwasserstände, die im Zeitraum der Messungen aufgezeichnet wurden, bewegen sich in

etwa zwischen 10,5 - 14,0 m ü. NHN. Die Grundwasserschwankungen sind auf die unmittelbare Rheinnähe zurückzuführen. Der höchste Grundwasserstand wurde mit 14,94 m ü NHN (1988.04) erfasst.

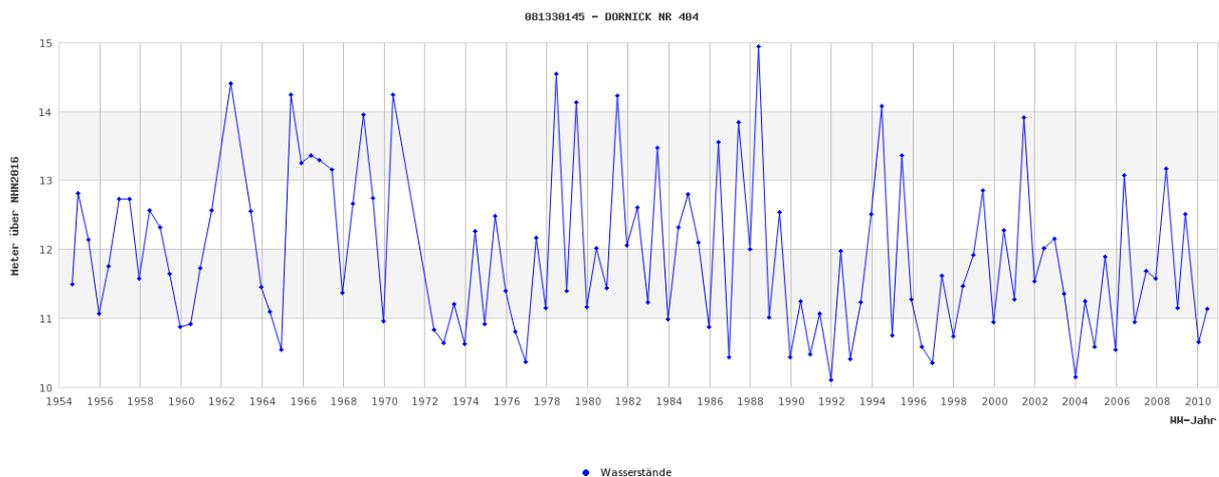


Abbildung 3: Grundwasserganglinie (Messstellennummer: 081330145)

Hierbei ist zu beachten, dass der Turnus der Messungen nur halbjährlich durchgeführt wurde. Da nicht gewährleistet ist, dass der höchste Grundwasserstand im Beobachtungszeitraum tatsächlich erfasst wurde, ist u.U. auch mit geringfügig höheren Grundwasserständen zu rechnen.

Eine exakte Einschätzung des höchsten Grundwasserstandes ist von vielen Faktoren abhängig. Neben den hydrogeologischen Verhältnissen am Projektstandort sind die Grundwasserstände von der Grundwasserneubildungsrate abhängig, die wiederum vom Wetter abhängig ist. Aufgrund des geringen Beobachtungszeitraumes können die angegebenen Wasserstände nur als Richtwert dienen und nicht als tatsächlich eintretendes Ereignis. Darüber hinaus können keine zukünftigen Prognosen getroffen werden.

5.3 Wasserdurchlässigkeit in situ

Die Durchlässigkeit in Lockergesteinen ist die wesentliche quantitative wie auch qualitative Voraussetzung für das Versickern von Niederschlagswasser. Die Wasserdurchlässigkeit hängt im

Wesentlichen von ihrer Korngröße, Kornverteilung und Lagerungsdichte ab, bei bindigen Böden entscheidend auch vom Gefüge und der Wassertemperatur und wird durch den Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) ausgedrückt.

Zur Erkundung der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes wurden insgesamt fünf Versickerungsversuche (VS 1 bis VS 3) zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes nach USBR Earth Manual durchgeführt. Hierzu wurden die Rammkernsondierungen zunächst mit einem wirksamen Bohrdurchmesser von 50 mm abgeteuft und der Schichtenaufbau aufgenommen. Die Sondierungen wurden anschließend mit einer HDPE-Vollrohrgarnitur ausgebaut und mit einer Quelltonabdichtung zur Oberfläche hin versehen.

Die Lage der Versickerungsbohrungen ist dem Lageplan in Anlage 1.2 zu entnehmen. Die zeichnerische Darstellung der Rammkernsondierungen wurden nach DIN EN ISO 14688 in Form von Schichtenverzeichnissen abgebildet (Anlage 2.1 – 2.5).

Durch die Befüllung des Standrohres wurde nach einer ausreichenden Sättigungszeit die Sickerrate pro Zeiteinheit gemessen. Auf der Grundlage dieser Sickerrate lässt sich der k_f -Wert (Durchlässigkeitsbeiwert) als bestimmende Kenngröße für die Aufnahmefähigkeit des Untergrundes für Niederschlagswasser berechnen. Die Auswertung erfolgte nach USBR Earth Manual. Der nach dem Gesetz von DARCY für die anstehende Bodenschicht ermittelte k_f -Wert liegt für die entsprechenden Versickerungsversuche bei:

Tabelle 4: Durchlässigkeitsbeiwert

Nr.	Bezeichnung	Tiefe [m u. GOK]	Durchlässigkeitsbeiwert k_f - Wert [m/s]
1	VS 1	3,0	$4,24 \times 10^{-6}$
2	VS 2	2,0	$9,45 \times 10^{-7}$
3	VS 3	3,0	$1,71 \times 10^{-6}$
4	VS 4	2,0	$1,92 \times 10^{-6}$
5	VS 5	3,0	$1,01 \times 10^{-5}$

Die anstehenden Bodenschichten im Bereich der abgeteuften Versickerungsversuche VS 1, VS 3 bis VS 5 sind nach DIN 18130 als durchlässig bzw. gerade noch durchlässig zu klassifizieren. Der Durchlässigkeitsbeiwert der VS 2 liegt im Randbereich zwischen schwach durchlässig und durchlässig.

Tabelle 5: Durchlässigkeitsbereiche in Abhängigkeit vom Durchlässigkeitsbeiwert (n. DIN 18130-1, 1998)

K _F -Wert [m/s]	Bereich
unter 10 ⁻⁸	sehr schwach durchlässig
10 ⁻⁸ bis 10 ⁻⁶	schwach durchlässig
über 10 ⁻⁶ bis 10 ⁻⁴	durchlässig
über 10 ⁻⁴ bis 10 ⁻²	stark durchlässig
über 10 ⁻²	sehr stark durchlässig

5.4 Siebanalysen

Aus den durchgeführten Versickerungsversuchen VS 1 bis VS 5, im Bereich des geplanten Neubaugebietes bzw. im Bereich der Pumpstation, wurden aus den anstehenden Bodenschichten, insgesamt fünf gestörte Proben entnommen und anhand von Siebanalysen Körnungslinien erstellt (s. Anl. 4). Um eine mögliche Versickerung des Niederschlagswassers zu überprüfen, wurde das Material im Hinblick auf die generelle Kornzusammensetzung untersucht und der Durchlässigkeitsbeiwert (k_F-Wert [m/s]) nach HAZEN bestimmt.

Tabelle 6: Bodengruppe n. DIN 18196

Nr.	Bezeichnung	Tiefe [m u. GOK]	Material	Bodengruppe n. DIN 18196
1	VS 1	1,0 - 2,0	Lehm (Schluff, Sand)	UL, SU*
2	VS 1	2,5 - 3,0	Fein - Mittelsand	SE
3	VS 3	0,6 - 1,1	Lehm (Schluff, Sand)	UL, SU*
4	VS 5	0,7 - 2,0	Lehm (Schluff, Sand)	UL, SU*
5	VS 5	2,6 - 3,0	Mittelsand, stark feinsandig	SE

Das Verfahren zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes nach *HAZEN* basiert auf der Grundlage, dass der Feinkornanteil in einem Lockergestein den größten Einfluss auf die hydraulische Leitfähigkeit und damit auf die Wasserdurchlässigkeit besitzt. Des Weiteren wird vorausgesetzt, dass der wirksame Korndurchmesser dem Siebdurchgang bei 10 % (d_{10}) entspricht. Demnach ergibt sich nachfolgende Gleichung zur Bestimmung des k_f -Wertes nach *HAZEN*:

$$\rightarrow k_f = 0,0116 * d_{10}^2 * (0,70 + 0,03 \Theta)^1$$

¹ (mit der Anwendungsgrenze $U = d_{60}/d_{10} \leq 5$; mit $\Theta = 10$ °C für die mittlere GW-Temperatur ergibt der Klammerausdruck = 1)

In der nachfolgenden Tabelle 7 sind die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte anhand der Siebungen aufgeführt:

Tabelle 7: Durchlässigkeitsbeiwerte ermittelt nach *HAZEN*

Nr.	Bezeichnung	Tiefe [m u. GOK]	Material	Durchlässigkeits- beiwert k_f -Wert [m/s]
1	VS 1/2	1,0 - 2,0	Lehm (Schluff, Sand)	$1,16 \times 10^{-6}$
2	VS 1/4	2,5 - 3,0	Fein - Mittelsand	$4,8 \times 10^{-5}$
3	VS 3/2	0,6 - 1,1	Lehm (Schluff, Sand)	$3,0 \times 10^{-6}$
4	VS 5/2	0,7 - 2,0	Lehm (Schluff, Sand)	$1,20 \times 10^{-6}$
5	VS 5/4	2,6 - 3,0	Mittelsand, stark feinsandig	$8,8 \times 10^{-5}$

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Siebungen, im Bereich der bindigen Bodenschichten (Lehm), ist das Material der Proben VS 1/2, VS 3/2 und VS 5/2 nach DIN 18130 als gerade noch durchlässig zu klassifizieren. im Bereich der unterhalb der bindigen Böden anstehenden Sande, ist das Material der Proben VS 1/4 und VS 5/4 nach DIN 18130 als durchlässig zu klassifizieren.

6 Beurteilung der Versickerungsfähigkeit Im Bereich des Neubaugebietes

Voraussetzung für die Versickerung ist nach § 51a Landeswassergesetz (LWG) eine hinreichende Durchlässigkeit und ein ausreichendes Speichervermögen des Untergrundes bzw. der anstehenden Bodenschichten.

Im Bereich der geplanten Versickerung stehen unterhalb der Auffüllung in allen Sondierungen bindige Bodenschichten (S 2) an. Sie bestehen im Wesentlichen aus einem sandigen Schluff der in der Tiefe in einen schluffigen Ton übergeht. Sie können als Auenlehm/Hochflutlehm bezeichnet werden. Im Liegenden konnten unterhalb der Lehme bis zur Endteufe in allen Sondierungen ein Sand (Fein-Mittelsand, S 3) erbohrt werden.

Mulde

Als Grenz-Durchlässigkeitsbeiwert nach Arbeitsblatt DWA A 138 für die Wasseraufnahme ist bei einer oberflächennahen Versickerungsanlage (Mulde) von einem k_f -Wert $\geq 5,0 \times 10^{-6}$ m/s auszugehen, damit eine ausreichende Versickerung im Sinne des § 51a LWG erzielt wird. Versickerungsmulden sind flache (max. Tiefe 0,50 m), meist mit Gras bepflanzte Bodenvertiefungen, in denen das zulaufende Regenwasser kurzzeitig zwischengespeichert werden kann, um dort an Ort und Stelle in den Untergrund zu versickern.

Die o. a. Anforderungen an die Durchlässigkeit des Untergrundes für eine Versickerung in einer Mulde werden nicht erfüllt. Eine reine Versickerungsmulde kann für die Versickerung des Niederschlagswassers nicht in Betracht gezogen werden.

Rigole

Im Hinblick auf eine zentrale Versickerungsanlage in Form einer Rigole ist gemäß DWA Arbeitsblatt A138 ein Grenz-Durchlässigkeitsbeiwert (K_f -Wert) von $> 1,0 \times 10^{-6}$ m/s für einen ordnungsgemäßen Betrieb vorauszusetzen. Bei einer Rigole handelt es sich um einen unterirdischen Speicherraum, der in der Regel durch Kies, ähnlich abgestufte Materialien oder Rigolenelementen aufgefüllt ist.

Die ab einer Tiefe von etwa 0,70 m unter GOK anstehenden versickerungsfähigen Lehme (S 2) reichen bis in eine Tiefe von etwa 1,8 m - 2,0 m u. GOK. Daran schließen sich eher tonig

ausgebildete Lehme an, die nach DIN 18130 als eher schwach durchlässig zu klassifizieren sind. Im Liegenden ab etwa 2,2 m - 2,5 m u. GOK stehen gut durchlässige Sandschichten (S 3) an. Mit den nachgewiesenen Durchlässigkeitsbeiwerten der bindigen Bodenschichten (S 2) bzw. der anstehenden Sandschichten (S 3), die zwischen $9,45 \times 10^{-7}$ m/s und $4,8 \times 10^{-5}$ m/s liegen, werden die Anforderung an die Durchlässigkeit des Untergrundes nach §51 a LWG und DWA Arbeitsblatt A138 für die anstehenden Bodenschichten weitestgehend erreicht. Der mittlere Durchlässigkeitsbeiwert (K_f -Wert) der Lehme liegt bei **$1,66 \times 10^{-6}$ m/s**, der anstehenden Sandschichten bei **$3,04 \times 10^{-5}$ m/s**. Generell zeigen die Versickerungsversuche einen geringeren Durchlässigkeitsbeiwert, da durch die Zugabe des Wassers die Standfestigkeit des Bohrloches abnimmt und sich die für die Versickerung maßgebende Filterstrecke verkürzt.

Die o. a. Anforderungen an die Durchlässigkeit des Untergrundes für eine Versickerung in einer Rigole werden daher erfüllt.

Alternativ kann für eine bessere Versickerung des Niederschlagswassers die tonige Lehmschicht durchteuft werden um eine Anbindung an die gut durchlässigen Sandschichten zu schaffen. Dies ist jedoch aufgrund der Nähe des Rheindeichs mit den zuständigen Behörden abzusprechen.

Alternativ kann die Versickerung über eine Rohr-Rigole oder über Rigolenelemente vorgenommen werden.

7 Beurteilung der Versickerungsfähigkeit Im Bereich der Pumpstation

Voraussetzung für die Versickerung ist nach § 51a Landeswassergesetz (LWG) eine hinreichende Durchlässigkeit und ein ausreichendes Speichervermögen des Untergrundes bzw. der anstehenden Bodenschichten.

Im Bereich der geplanten Versickerung im Bereich der Pumpstation stehen unterhalb der Auffüllung in den Sondierungen bindige Bodenschichten (S 2) an bzw. die Auffüllung reicht bis zur Endteufe von 2,0 m u. GOK. Inwieweit die aufgefüllten Bodenschichten mit der Herstellung des unterirdischen Bauwerkes der Pumpstation in Verbindung stehen, ist zu klären.

Die anstehenden Lehme bestehen im Wesentlichen aus einem sandigen Schluff der bis in eine Tiefe von 2,4 m u. GOK verfolgt werden konnte. Sie können als Auenlehm/Hochflutlehm bezeichnet werden. Im Liegenden konnten unterhalb der Lehme bis zur Endteufe ein Sand (Fein-Mittelsand, S 3) erbohrt werden.

Mulde

Als Grenz-Durchlässigkeitsbeiwert nach Arbeitsblatt DWA A 138 für die Wasseraufnahme ist bei einer oberflächennahen Versickerungsanlage (Mulde) von einem k_f -Wert $\geq 5,0 \times 10^{-6}$ m/s auszugehen, damit eine ausreichende Versickerung im Sinne des § 51a LWG erzielt wird. Versickerungsmulden sind flache (max. Tiefe 0,50 m), meist mit Gras bepflanzte Bodenvertiefungen, in denen das zulaufende Regenwasser kurzzeitig zwischengespeichert werden kann, um dort an Ort und Stelle in den Untergrund zu versickern. Die vorhandene Oberflächenmorphologie im Bereich nördlich der Pumpstation ist als natürliche Mulde, z.T. mit Bäumen bestandene Mulde ausgebildet.

Die o. a. Anforderungen an die Durchlässigkeit des Untergrundes für eine Versickerung in einer Mulde werden mit einem mittleren Durchlässigkeitsbeiwert von **$1,62 \times 10^{-6}$ m/s** nur knapp unterschritten. Aufgrund der zur Verfügung stehenden Fläche und der durch den Rückbau der Gebäudeteile und der Oberflächenbefestigung reduzierten Entwässerungsflächen, der noch vorhandenen versiegelten Flächen, kann die geringe Unterschreitung des geforderten Wertes gem. Arbeitsblatt DWA A 138 vernachlässigt werden. Dies sollte jedoch mit den zuständigen Behörden abgestimmt werden.

8 Allgemeine Hinweise

Die Bemessung der Versickerungsanlage erfolgt auf der Grundlage des Regelwerkes der Abwassertechnischen Vereinigung e.V. (ATV) Arbeitsblatt DWA A 138 (Fassung 2005: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser).

Die Planung der Versickerungsanlage sollte generell mit der unteren Wasserbehörde des Kreises Kleve abgestimmt werden (Antrag auf Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis zur Einleitung von Niederschlagswasser in ein Gewässer).

Da das erforderliche Speichervolumen auf der Grundlage von Regenspenden aus jährlichen Serien von Messstationen statistisch errechnet wird, muss von tatsächlichen Abweichungen ausgegangen werden. Die statistische Versagenshäufigkeit beträgt $n = 0,2/a$, d. h. statistisch ist alle 5 Jahre mit einem Regenereignis zu rechnen, dass das berechnete Speichervolumen übersteigt. Darüber hinaus kann sich die Durchlässigkeit während der Betriebszeit vermindern. Sollte die gefahrlose Überflutung der Anlage und der umgebenden Freiflächen nicht möglich sein, wird empfohlen, das Einstauvolumen der Rigole zu erhöhen, d. h. die Rigole zu vergrößern.

Das Porenvolumen des Füllmaterials für die Rigole darf 30 % nicht unterschreiten. Es kann z.B. ein Material der Körnung 8/32 -16/32 vorgesehen werden. Die Filterstabilität der Rigole ist durch Auskleidung des Grabens mit einem geeigneten Geotextil zu gewährleisten. Die Bemessung des Geotextils erfolgt auf der Grundlage des „Merkblattes für die Anwendung von Geotextilien und Geogittern im Erdbau des Straßenbaus“ von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.

Um den Eintrag von Schmutzpartikeln in die Rigole zu verhindern, ist vor dem Einlauf in die Rigole ein Filterschacht/Schlammfang anzuordnen von diesem entsprechend der anlagenspezifischen Anforderungen Reinigungsarbeiten (Spülen) durchgeführt werden können.

Der Abstand der Versickerungsanlage zu Grundstücksgrenzen ist so zu wählen, dass eine Beeinträchtigung der Nachbargrundstücke auszuschließen ist. Als Richtwert kann ein Abstand von 3,0 m angenommen werden.

An dieser Stelle sei auf die Anforderungen des § 51a LWG, Pkt. 11.1 in Bezug auf den Flurabstand verwiesen.

Der Rückbau bzw. der Verbleib der Pumpstation und des daran anschließenden unterirdischen Bauwerkes und die damit verbundene Versickerung des Niederschlagswassers sollte mit den zuständigen Behörden abgestimmt werden.

9 Schlussbemerkung

Entsprechend der vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen Baugrund und Bauwerk ist das Gutachten nur in seiner Gesamtheit verbindlich. Änderungen in den Grundlagen und vom Gutachten abweichende Bauausführungen bedürfen daher der Überprüfung und der Zustimmung.

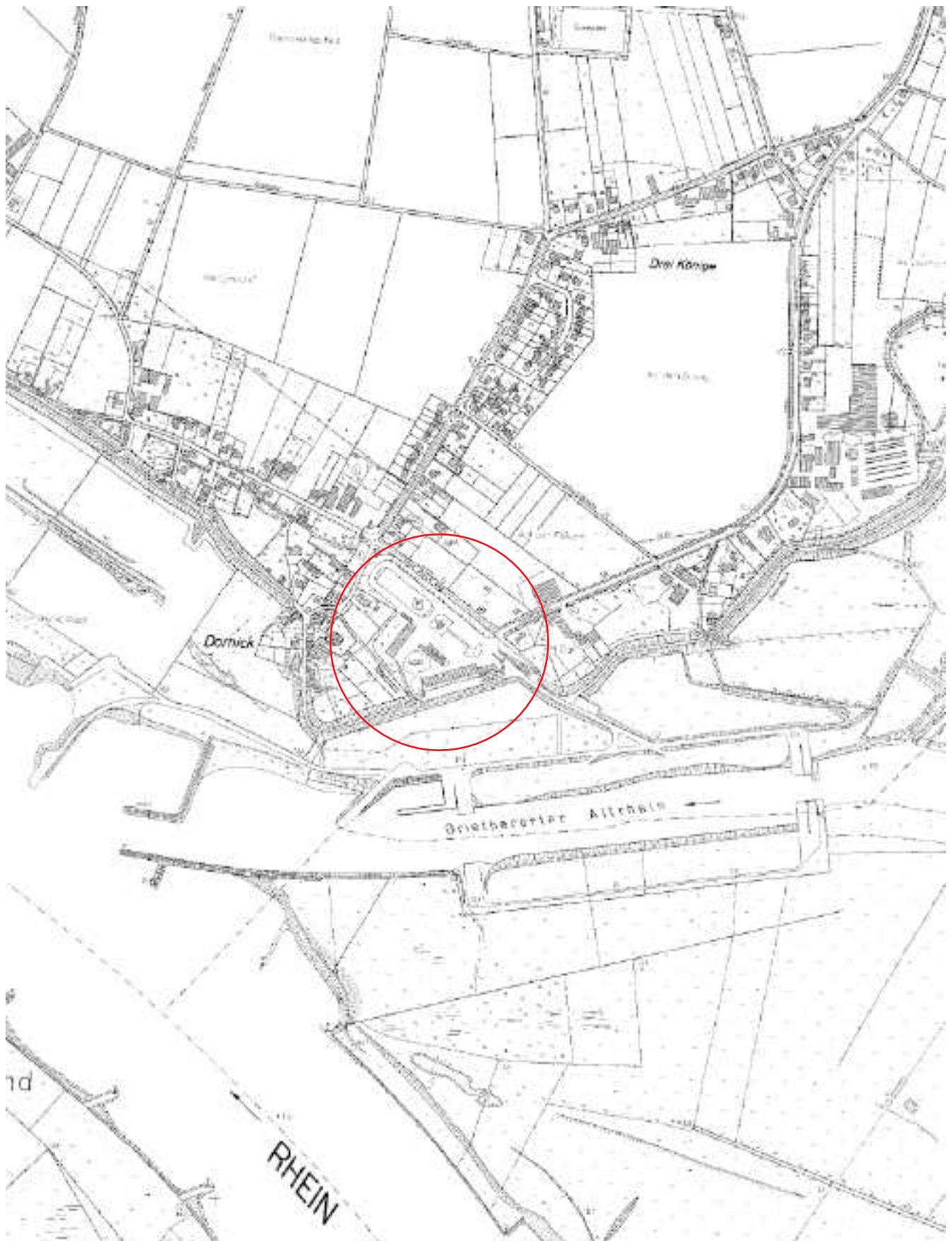
Dieses Gutachten ist von unserem Auftraggeber oder dessen Vertreter allen am Bau maßgeblich Beteiligten vollständig zur Kenntnis zu bringen.

H y d r o n i k GmbH

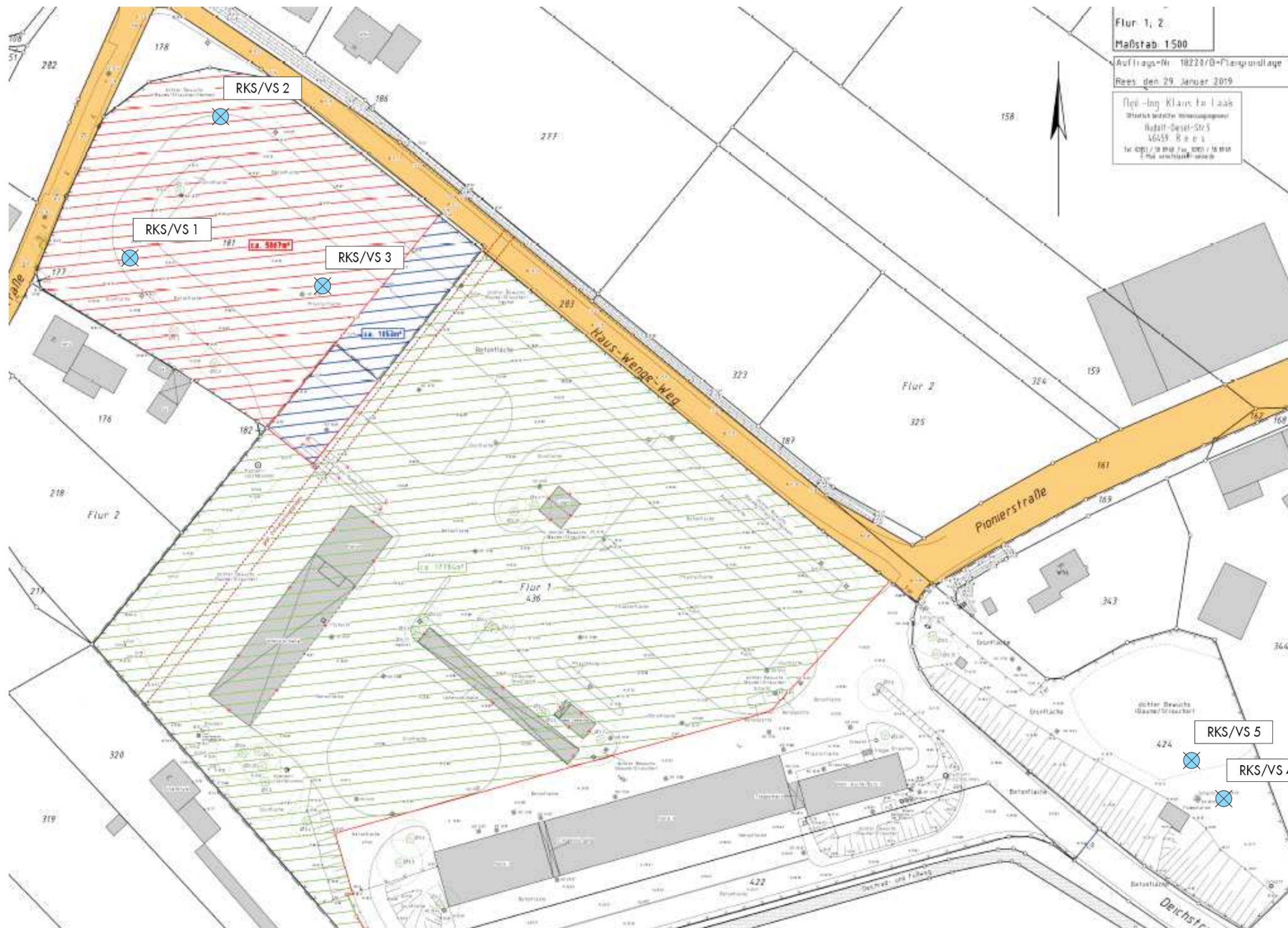


Dipl.-Geol. Jens-Uwe Pietzsch

i.A. Dipl.-Geol. Pascal van Elsbergen-Wardthuysen



<p>Auftraggeber: Stadt Emmerich am Rhein Geistmarkt 1 46446 Emmerich Am Rhein</p>	<p>Projekt: Stadt Emmerich am Rhein ehem. Pioniergelände Dornick 46446 Emmerich Am Rhein</p>		
<p>Planverfasser:</p> 	<p>Zeichnung: Übersichtslageplan</p>	<p>Plan-Nr.: 1.1</p>	
	<p>Projektnr.: 2019-131</p>	<p>Maßstab: 1:10.000</p>	<p>Datum: 23.04.2019</p>



Plangrundlage Dipl.-Ing. Klaus te Laak

Legende:
 Rammkernsondierung RKS
 Versickerungsversuch VS

Auftraggeber:
 Stadt Emmerich am Rhein
 Geistmarkt 1
 46446 Emmerich am Rhein

Projekt:
 Stadt Emmerich am Rhein
 ehem. Pioniergelände Dornick
 46446 Emmerich am Rhein

Planverfasser:


Zeichnung:
 Übersichtslageplan

Plan-Nr.:
 1.2

Projektnr.:
 2019-131

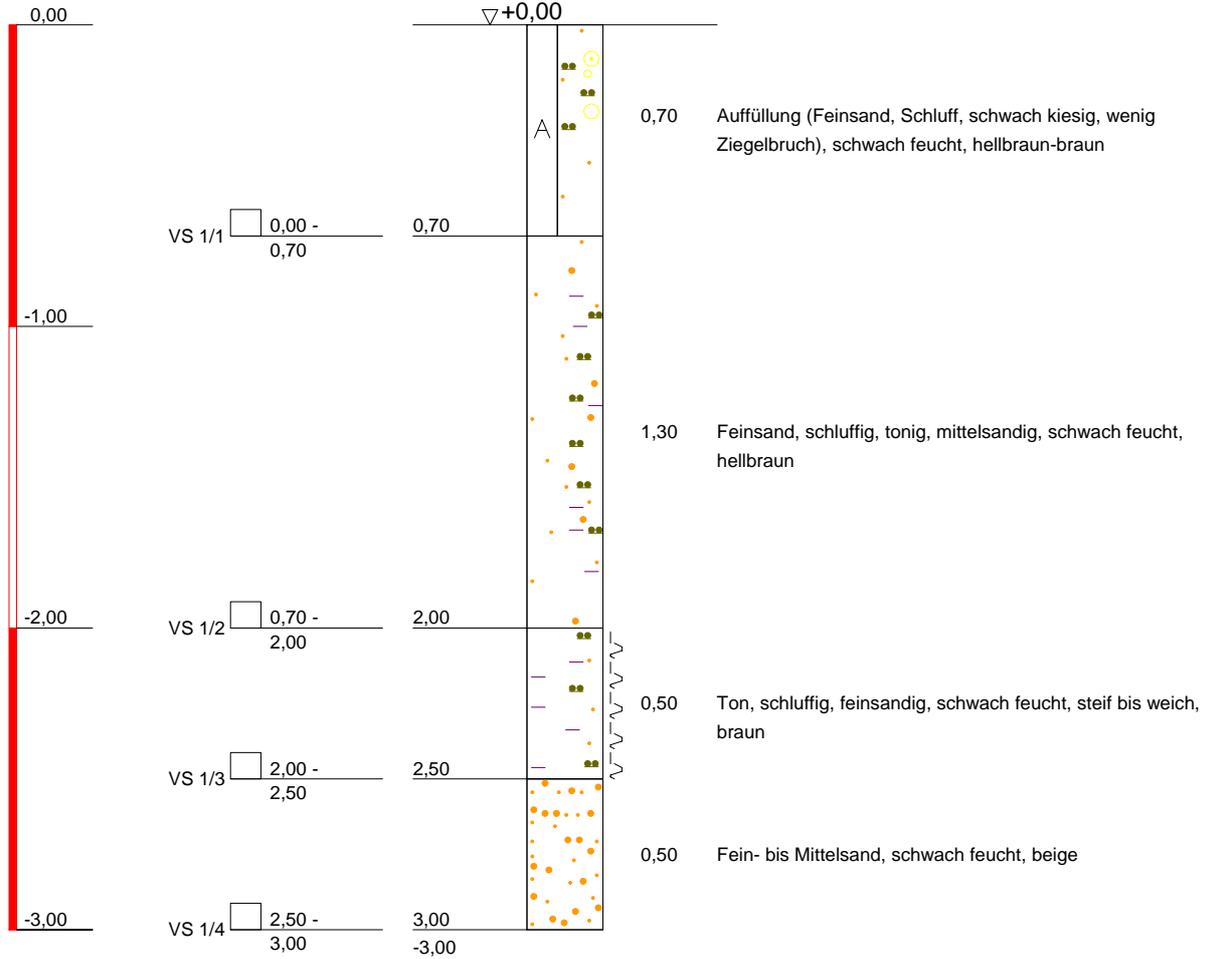
Massstab:
 -

Datum:
 23.04.2019

VS 1

Bohrprofil

GOk



Reeser Straße 420
46446 Emmerich am Rhein
Tel.: 02822 / 53937-0

Bauvorhaben:

Ehem. Pioniergelände Emmerich-Dornick
Stadt Emmerich am Rhein

Planbezeichnung:

VS 1
Bohrprofil

Anlage-Nr: 2.1

Projekt-Nr: 2019-131

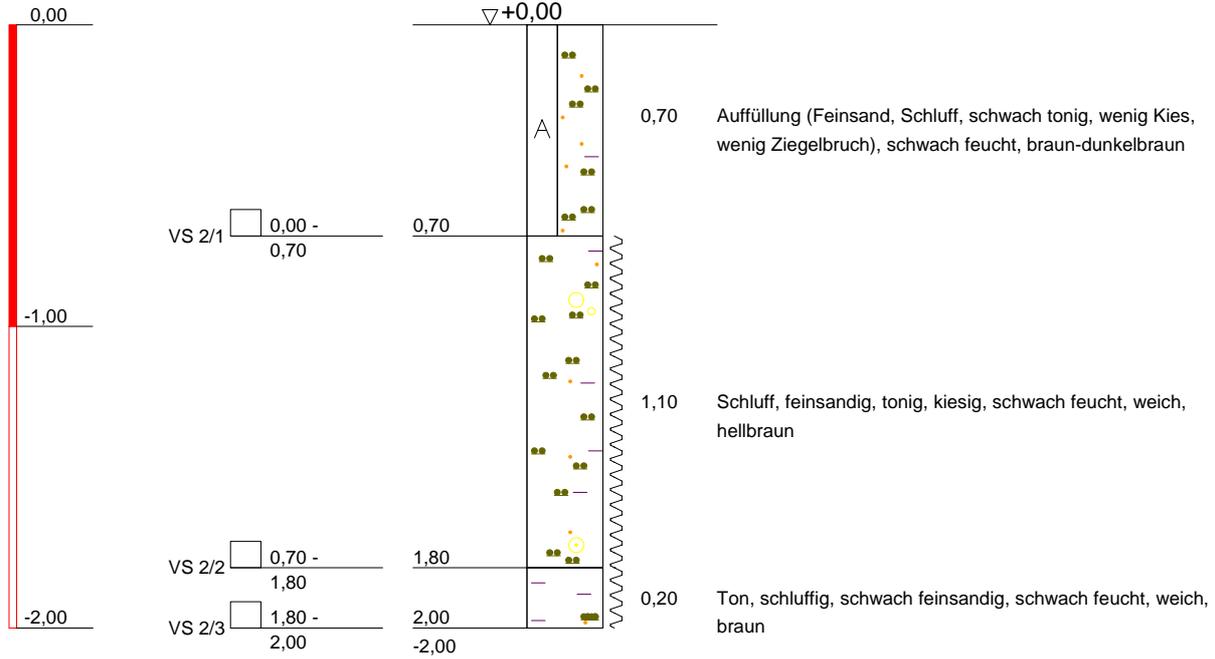
Datum: 08.04.2019

Maßstab: 1:25

Bearbeiter: P. van Elsbergen

VS 2 Bohrprofil

GOk



Reeser Straße 420
46446 Emmerich am Rhein
Tel.: 02822 / 53937-0

Bauvorhaben:

Ehem. Pioniergelände Emmerich-Dornick
Stadt Emmerich am Rhein

Planbezeichnung:

VS 2
Bohrprofil

Anlage-Nr: 2.2

Projekt-Nr: 2019-131

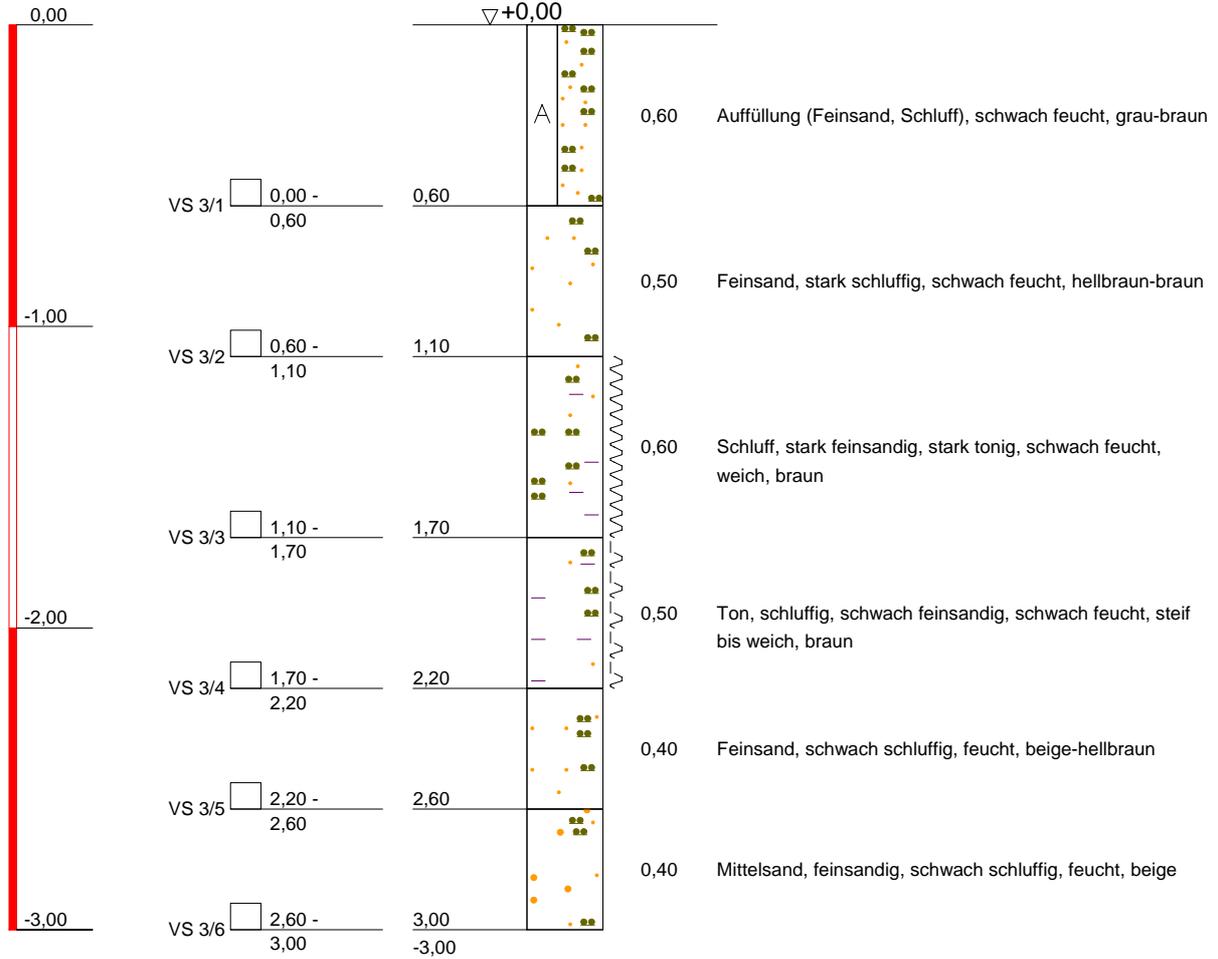
Datum: 08.04.2019

Maßstab: 1:25

Bearbeiter: P. van Elsbergen

VS 3 Bohrprofil

GOk



Reeser Straße 420
46446 Emmerich am Rhein
Tel.: 02822 / 53937-0

Bauvorhaben:
Ehem. Pioniergelände Emmerich-Dornick
Stadt Emmerich am Rhein

Planbezeichnung:
VS 3
Bohrprofil

Anlage-Nr: 2.3

Projekt-Nr: 2019-131

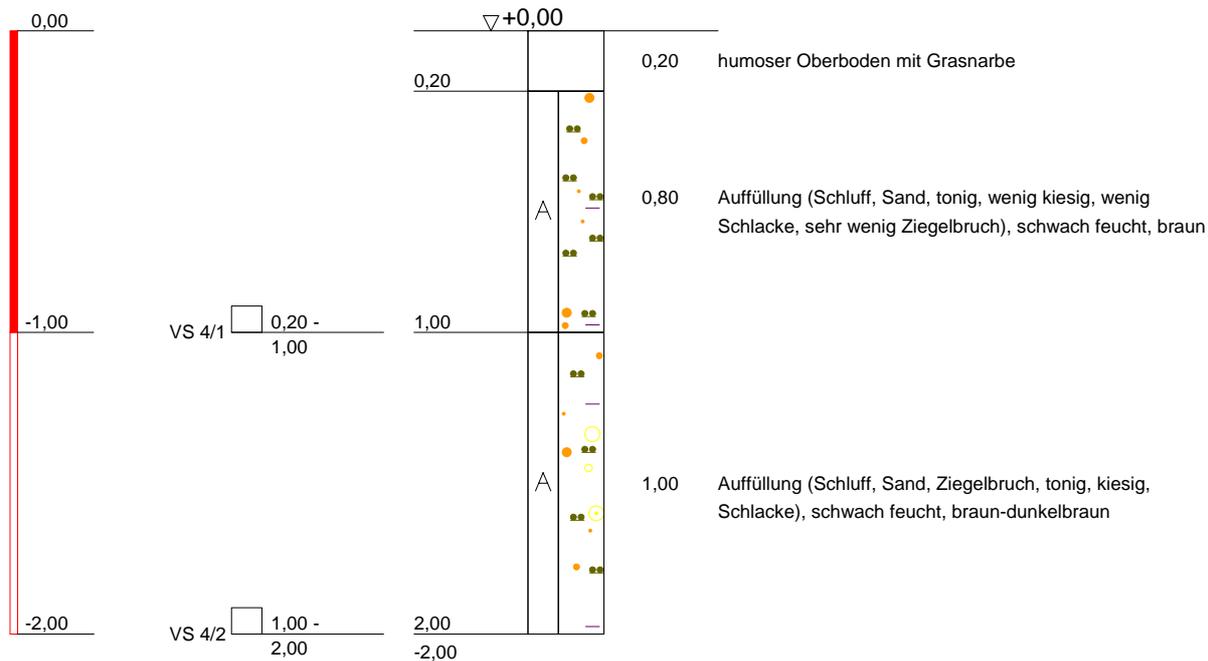
Datum: 08.04.2019

Maßstab: 1:25

Bearbeiter: P. van Elsbergen

VS 4 Bohrprofil

GOk



Reeser Straße 420
46446 Emmerich am Rhein
Tel.: 02822 / 53937-0

Bauvorhaben:

Ehem. Pioniergelände Emmerich-Dornick
Stadt Emmerich am Rhein

Planbezeichnung:

VS 4
Bohrprofil

Anlage-Nr: 2.4

Projekt-Nr: 2019-131

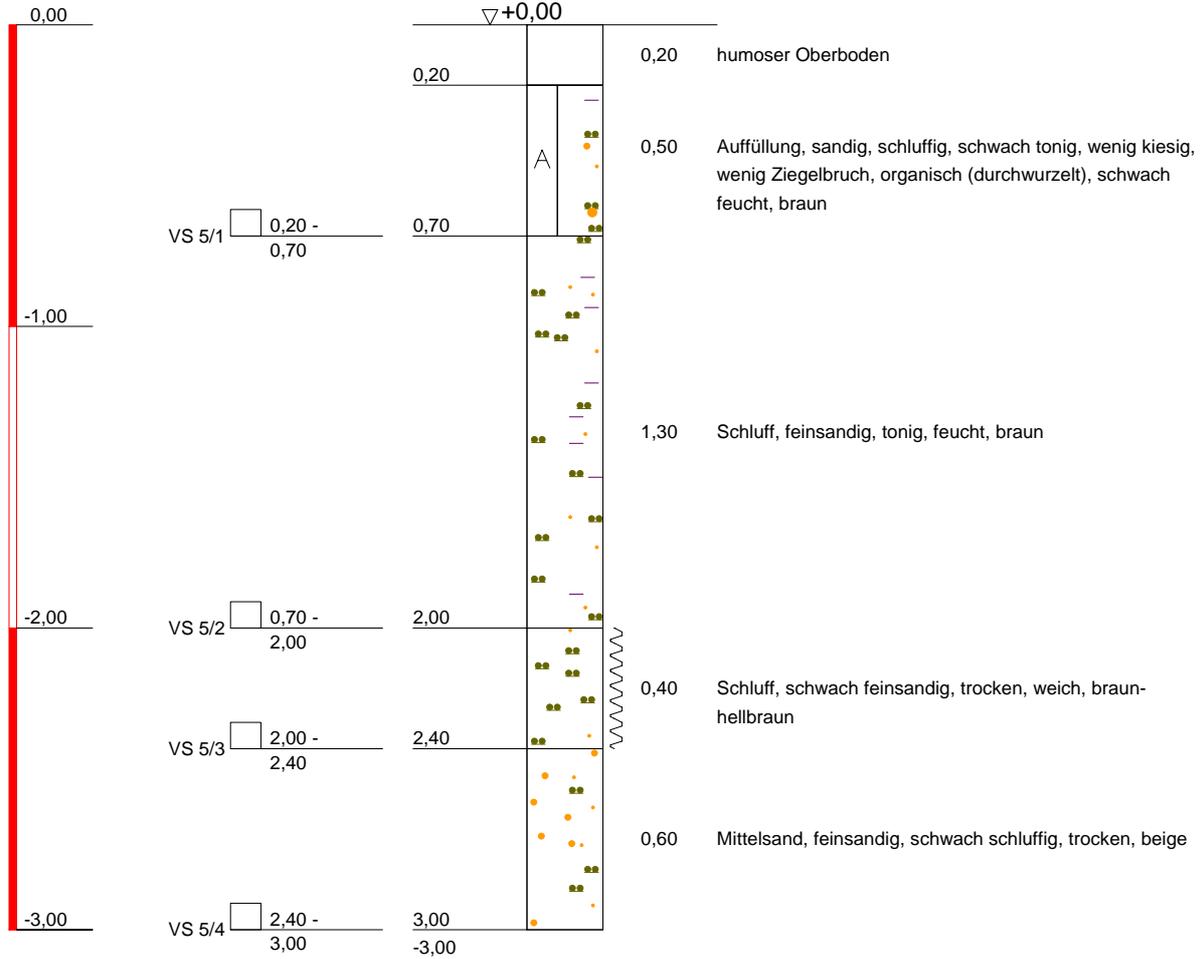
Datum: 08.04.2019

Maßstab: 1:25

Bearbeiter: P. van Elsbergen

VS 5 Bohrprofil

GOk



Reeser Straße 420
46446 Emmerich am Rhein
Tel.: 02822 / 53937-0

Bauvorhaben:

Ehem. Pioniergelände Emmerich-Dornick
Stadt Emmerich am Rhein

Planbezeichnung:

VS 5
Bohrprofil

Anlage-Nr: 2.5

Projekt-Nr: 2019-131

Datum: 08.04.2019

Maßstab: 1:25

Bearbeiter: P. van Elsbergen

Überstand der Verrohrung über GOK	50 cm		
h = Mittellage des Wasserspiegels über GOK	-25 cm		
a = Tiefe der Verrohrung	150 cm		
A = Länge unverrohrtes Bohrloch	150 cm		
H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	350 cm		
Tu = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	375 cm		
e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	100 cm		
2r = Bohrl Lochdurchmesser	5 cm		
r = 1/2 Bohrl Lochdurchmesser	2,5		
a) Versickerte Wassersäule im Standrohr	150 cm		
b) Versickerte Wassermenge Q:	2945,2 cm ³ in	111 sec	
c) Die Wartezeit betrug:	15 min		
d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU =	350 / 375 =	0,93
	TU / A =	375 / 150 =	2,5

maßgebend: Formel I
Formel II

x

Formel I : $K = \frac{Q}{C_u \times r \times H}$

$A / H = 51 / 251 = 0,32$
 $H / r = 251 / 2,5 = 117,2$

→ $= C_u$

$K = \frac{Q}{x \times x} = \text{cm/sec}$
 m/sec

Formel II : $K = \frac{2 \cdot Q}{(C_s + 4) \times r \times (T_u + H - A)}$

$A / r = 150 / 2,5 = 60,0$

→ $83 = C_s$

$K = \frac{53,07}{(83 + 4) \times 2,5 \times r \times (375 + 350 - 150)} = 4,24E-04 \text{ cm/sec}$
 m/sec

Überstand der Verrohrung über GOK	50 cm		
h = Mittellage des Wasserspiegels über GOK	15 cm		
a = Tiefe der Verrohrung	150 cm		
A = Länge unverrohrtes Bohrloch	50 cm		
H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	250 cm		
Tu = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	315 cm		
e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	100 cm		
2r = Bohrl Lochdurchmesser	5 cm		
r = 1/2 Bohrl Lochdurchmesser	2,5		
a) Versickerte Wassersäule im Standrohr	70 cm		
b) Versickerte Wassermenge Q:	1374,4 cm ³ in	367 sec	
c) Die Wartezeit betrug:	15 min		
d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU =	250 / 315 =	0,79
	TU / A =	315 / 50 =	6,3

maßgebend: Formel I
Formel II

x

Formel I : $K = \frac{Q}{C_u \times r \times H}$

$A / H = 50 / 250 = 0,2$
 $H / r = 250 / 2,5 = 100$

→

= C_u

$K = \frac{Q}{C_u \times r \times H} = \frac{1374,4}{x \times 2,5 \times 250} = \text{cm/sec}$
 m/sec

Formel II : $K = \frac{2 \cdot Q}{(C_s + 4) \times r \times (T_u + H - A)}$

$A / r = 50 / 2,5 = 20,0$

→

57 = C_s

$K = \frac{2 \cdot Q}{(C_s + 4) \times r \times (T_u + H - A)} = \frac{2 \cdot 1374,4}{(57 + 4) \times 2,5 \times (315 + 250 - 50)} = 9,54E-05 \text{ cm/sec}$
 m/sec

Überstand der Verrohrung über GOK	50 cm		
h = Mittellage des Wasserspiegels über GOK	0 cm		
a = Tiefe der Verrohrung	150 cm		
A = Länge unverrohrtes Bohrloch	150 cm		
H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	350 cm		
Tu = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	400 cm		
e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	100 cm		
2r = Bohrl Lochdurchmesser	5 cm		
r = 1/2 Bohrl Lochdurchmesser	2,5		
a) Versickerte Wassersäule im Standrohr	100 cm		
b) Versickerte Wassermenge Q:	1963,5 cm³ in	176 sec	
c) Die Wartezeit betrug:	15 min		
d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / Tu =	350 / 400 =	0,88
	Tu / A =	400 / 150 =	2,7

maßgebend: Formel I
Formel II

x

Formel I : $K = \frac{Q}{C_u \times r \times H}$

$A / H = 51 / 251 = 0,32$
 $H / r = 251 / 2,5 = 117,2$

→ $= C_u$

$K = \frac{Q}{x \times x} = \text{cm/sec}$
 $= \text{m/sec}$

Formel II : $K = \frac{2 \cdot Q}{(C_s + 4) \times r \cdot (T_u + H - A)}$

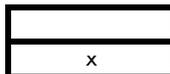
$A / r = 150 / 2,5 = 60,0$

→ $83 = C_s$

$K = \frac{22,31}{(83 + 4) \times 2,5 \times r \times (400 + 350 - 150)} = 1,71E-04 \text{ cm/sec}$
 $= 1,71E-06 \text{ m/sec}$

Überstand der Verrohrung über GOK	50 cm		
h = Mittellage des Wasserspiegels über GOK	-13 cm		
a = Tiefe der Verrohrung	150 cm		
A = Länge unverrohrtes Bohrloch	50 cm		
H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	250 cm		
Tu = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	288 cm		
e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	100 cm		
2r = Bohrl Lochdurchmesser	5 cm		
r = 1/2 Bohrl Lochdurchmesser	2,5		
a) Versickerte Wassersäule im Standrohr	125 cm		
b) Versickerte Wassermenge Q:	2454,4 cm ³ in	344 sec	
c) Die Wartezeit betrug:	15 min		
d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU =	250 / 288 =	0,87
	TU / A =	287,5 / 50 =	5,8

maßgebend: Formel I
Formel II



Formel I : $K = \frac{Q}{Cu \times r \times H}$

$A / H = 51 / 251 = 0,32$
 $H / r = 251 / 2,5 = 117,2$



= Cu

$K = \frac{Q}{x \times x} = \text{cm/sec}$
 $= \text{m/sec}$

Formel II : $K = \frac{2 Q}{(Cs + 4) \times r (Tu + H - A)}$

$A / r = 50 / 2,5 = 20,0$



57 = Cs

$K = \frac{14,27}{(57 + 4) \times 2,5 \times r \times (288 + 250 - 50)} = 1,92E-04 \text{ cm/sec}$
 $= 1,92E-06 \text{ m/sec}$

Überstand der Verrohrung über GOK	50 cm		
h = Mittellage des Wasserspiegels über GOK	-75 cm		
a = Tiefe der Verrohrung	150 cm		
A = Länge unverrohrtes Bohrloch	150 cm		
H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	350 cm		
Tu = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	325 cm		
e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	100 cm		
2r = Bohrl Lochdurchmesser	5 cm		
r = 1/2 Bohrl Lochdurchmesser	2,5		
a) Versickerte Wassersäule im Standrohr	250 cm		
b) Versickerte Wassermenge Q:	4908,7 cm ³ in	85 sec	
c) Die Wartezeit betrug:	15 min		
d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU =	350 / 325 =	1,08
	TU / A =	325 / 150 =	2,2

maßgebend: Formel I
Formel II

x

Formel I : $K = \frac{Q}{C_u \times r \times H}$

$A / H = 150 / 350 = 0,43$
 $H / r = 350 / 2,5 = 140$

→ $K = \frac{Q}{C_u \times r \times H} = \frac{4908,7}{C_u \times 2,5 \times 350} = \frac{561,1}{C_u}$ cm/sec

Formel II : $K = \frac{2 \cdot Q}{(C_s + 4) \times r \times (T_u + H - A)}$

$A / r = 150 / 2,5 = 60,0$

→ $83 = C_s$

$K = \frac{2 \cdot 4908,7}{(83 + 4) \times 2,5 \times (325 + 350 - 150)} = \frac{115,50}{115,50} = 1,01E-03$ cm/sec
 $= 1,01E-05$ m/sec

HYDRONIK GmbH
 Reeser Straße 420
 46446 Emmerich am Rhein
 Tel.: 02822 / 5 39 37 - 0

Bearbeiter: Dipl.-Geol. P. van Elssbergen-Wardthuysen

Datum: 25.04.2019

Körnungslinie

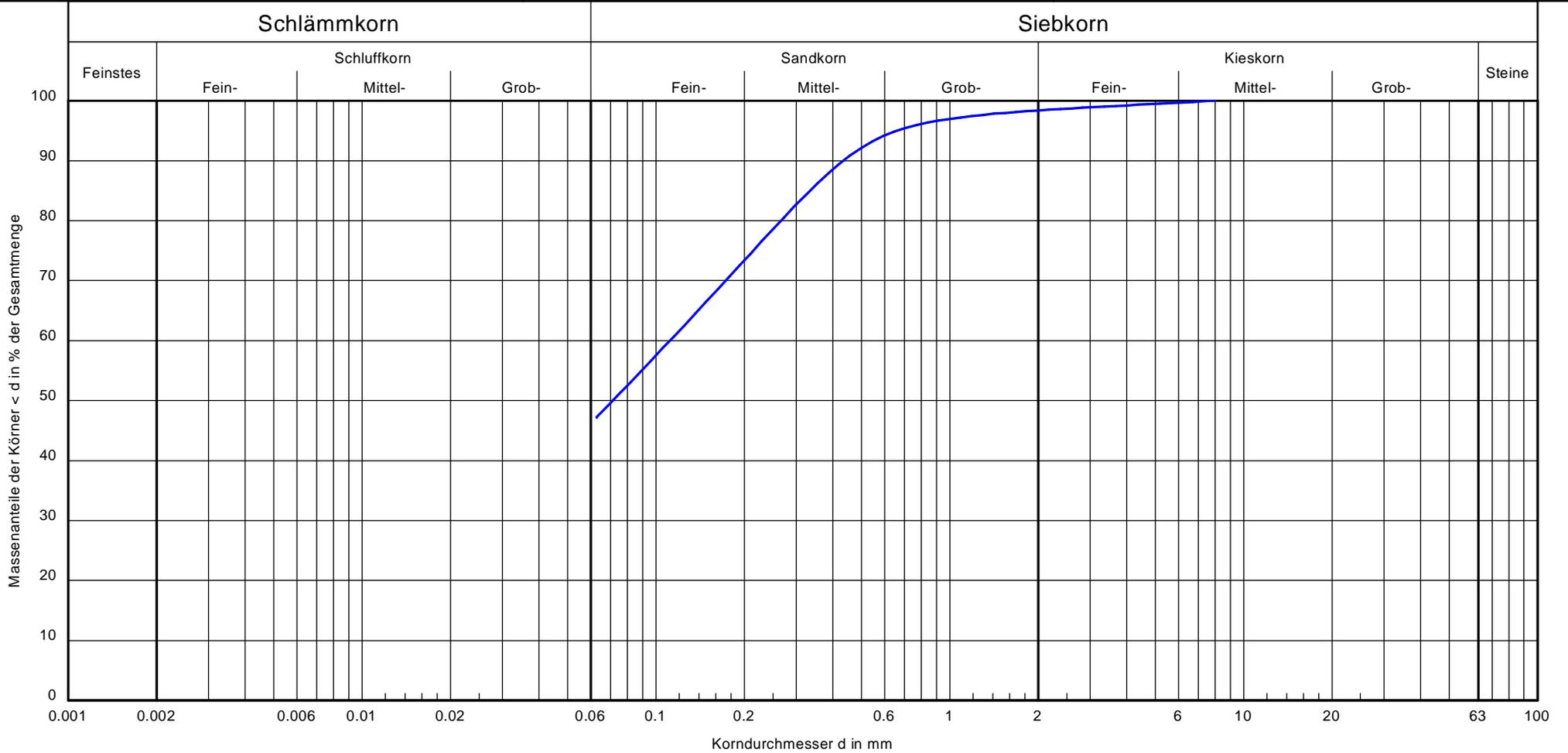
2019-131 Stadt Emmerich am Rhein
 ehem. Pioniergelände, Emmerich-Dornick

Prüfungsnummer: 1

Probe entnommen am: 08.04.2019

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung mit Nassabtrennung der Feinbestandteile



Bezeichnung:	VS 1/2
Bodenart:	fS, ms
Tiefe:	1,00 - 2,00 m
k [m/s] (Hazen):	-
Entnahmestelle:	VS 1
U/Cc	-/-

Bemerkungen:

Bericht:
 2019-131
 Anlage:
 4.1

HYDRONIK GmbH
 Reeser Straße 420
 46446 Emmerich am Rhein
 Tel.: 02822 / 5 39 37 - 0

Bearbeiter: Dipl.-Geol. P. van Elssbergen-Wardthuysen

Datum: 25.04.2019

Körnungslinie

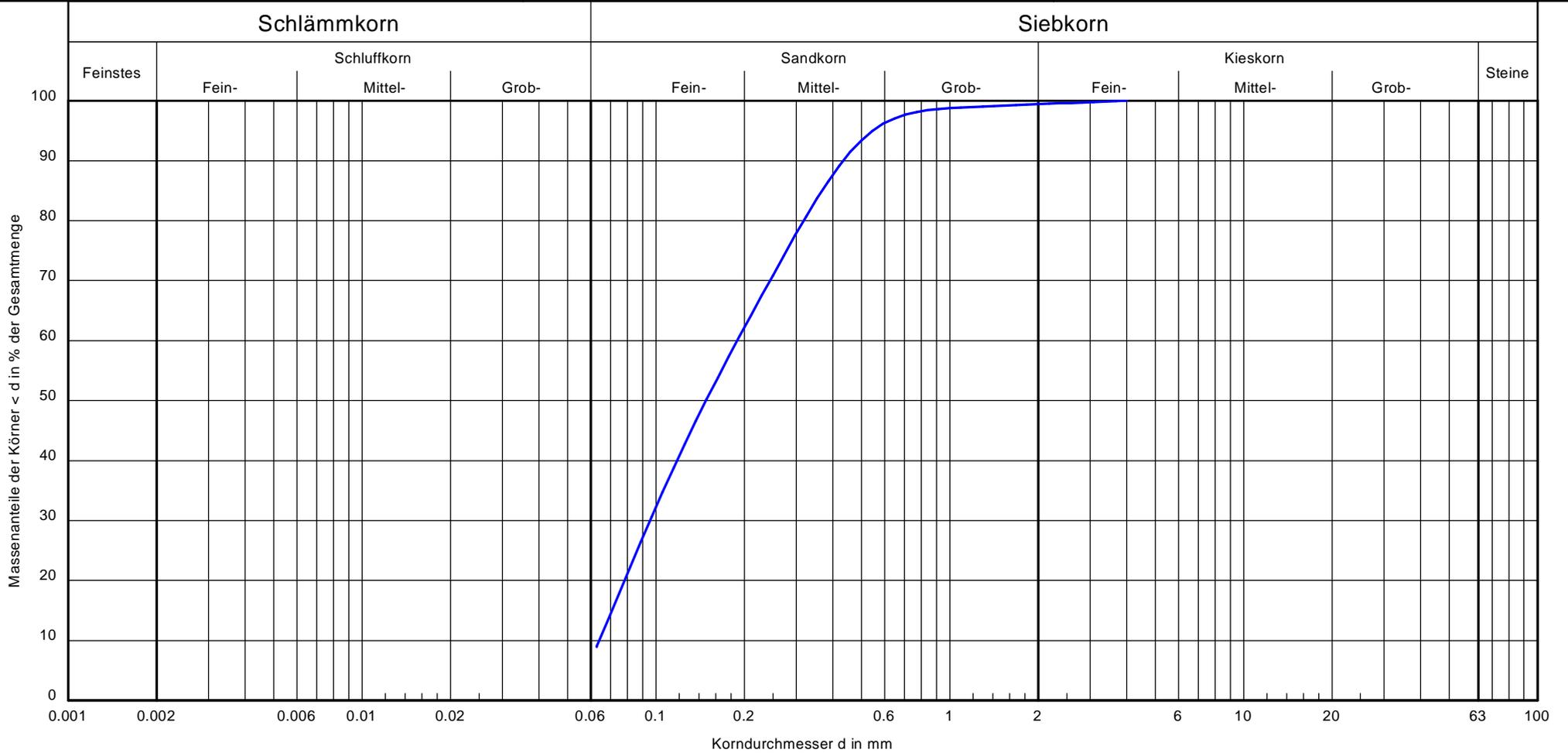
2019-131 Stadt Emmerich am Rhein
 ehem. Pioniergelände, Emmerich-Dornick

Prüfungsnummer: 2

Probe entnommen am: 08.04.2019

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung mit Nassabtrennung der Feinbestandteile



Bezeichnung:	VS 1/4
Bodenart:	fS, m \bar{s}
Tiefe:	2,50 - 3,00 m
k [m/s] (Hazen):	$4.8 \cdot 10^{-5}$
Entnahmestelle:	VS 1
U/Cc	3.0/0.8

Bemerkungen:

Bericht:
 2019-131
 Anlage:
 4.2

HYDRONIK GmbH
 Reeser Straße 420
 46446 Emmerich am Rhein
 Tel.: 02822 / 5 39 37 - 0

Bearbeiter: Dipl.-Geol. P. van Elssbergen-Wardthuysen

Datum: 25.04.2019

Körnungslinie

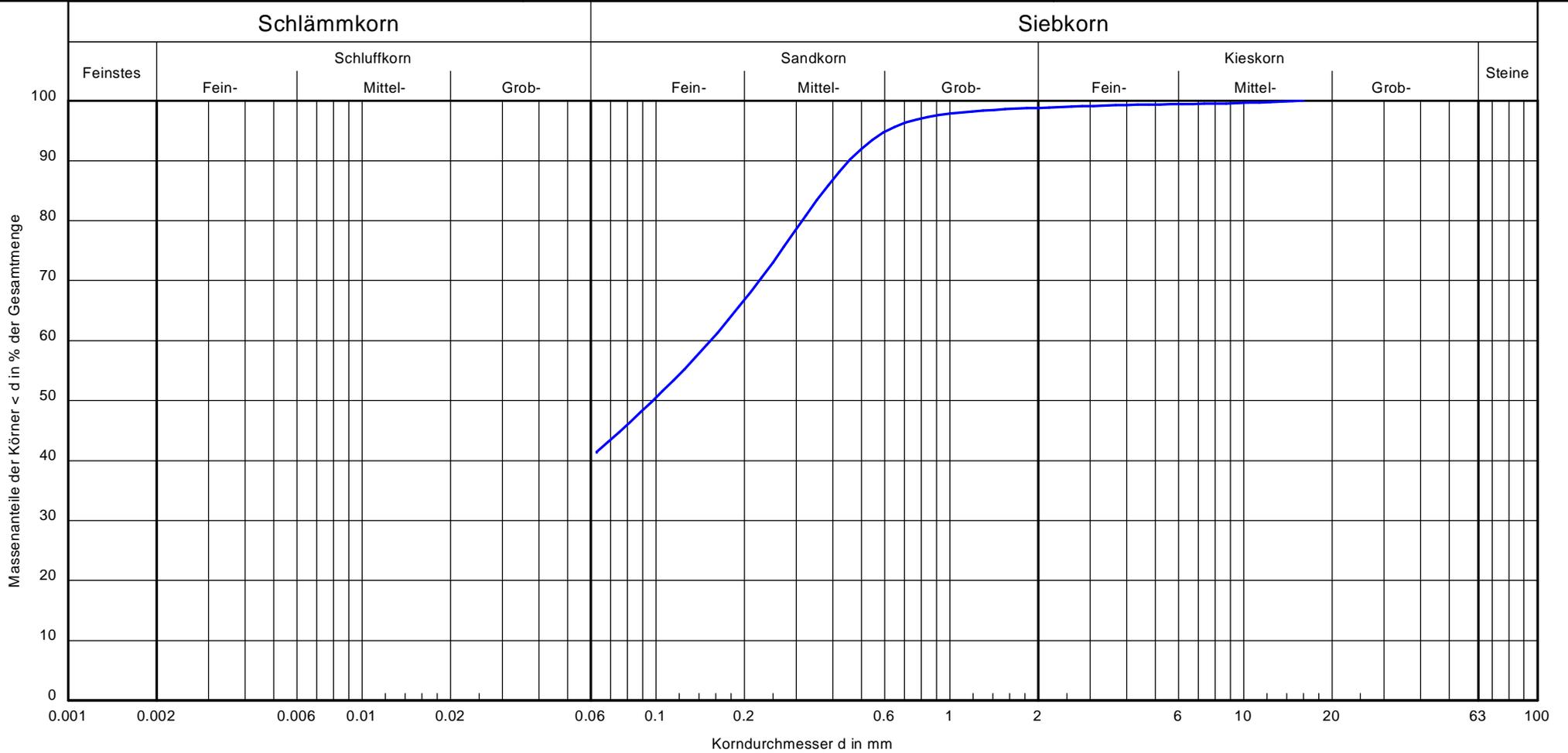
2019-131 Stadt Emmerich am Rhein ehem. Pioniergelände, Emmerich-Dornick

Prüfungsnummer: 3

Probe entnommen am: 08.04.2019

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung mit Nassabtrennung der Feinbestandteile



Bezeichnung:	VS 3/2	Bemerkungen:	Bericht: 2019-131 Anlage: 4.3
Bodenart:	fS, ms		
Tiefe:	0,60 - 1,10 m		
k [m/s] (Hazen):	-		
Entnahmestelle:	VS 3		
U/Cc	-/-		

HYDRONIK GmbH
 Reeser Straße 420
 46446 Emmerich am Rhein
 Tel.: 02822 / 5 39 37 - 0

Bearbeiter: Dipl.-Geol. P. van Elssbergen-Wardthuysen

Datum: 25.04.2019

Körnungslinie

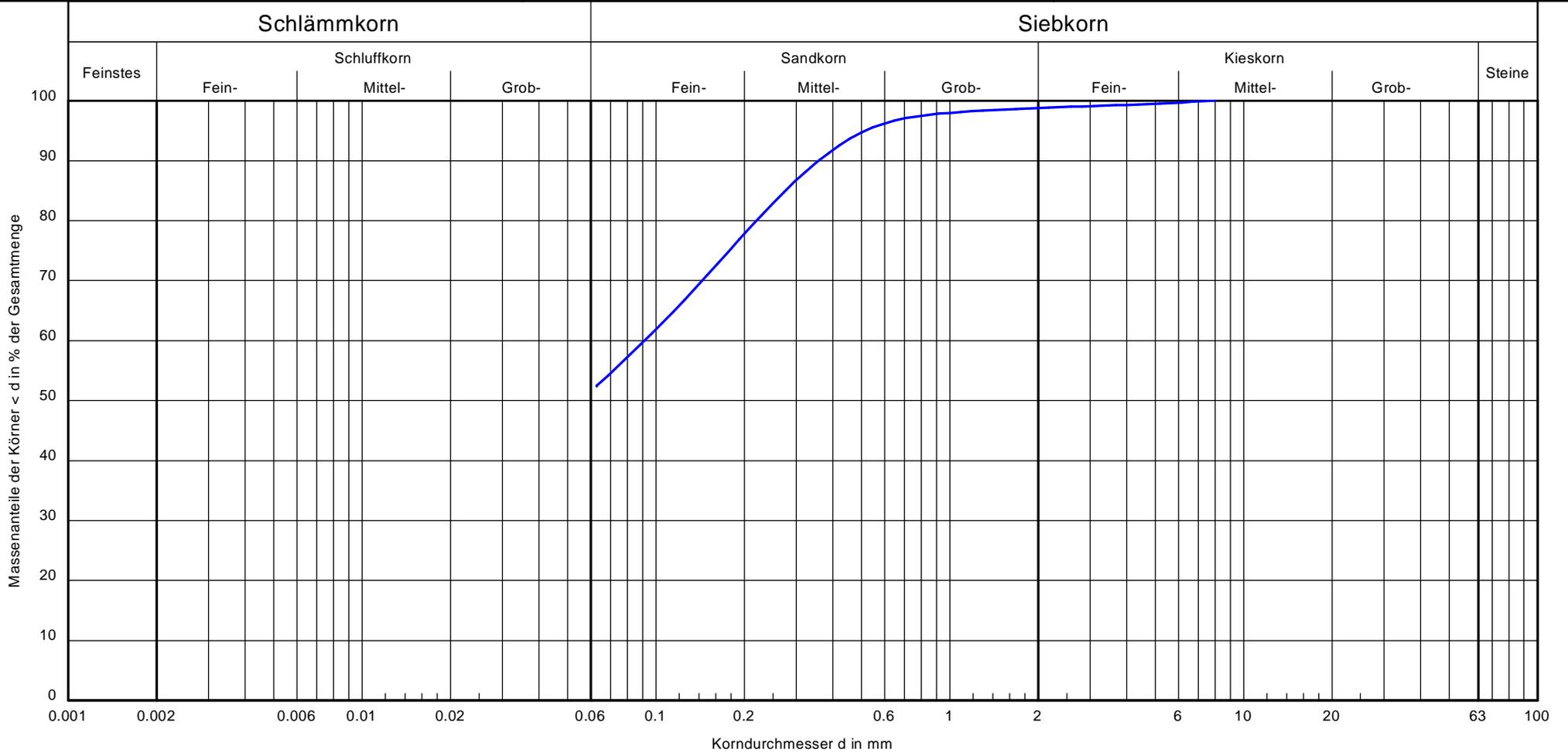
2019-131 Stadt Emmerich am Rhein
 ehem. Pioniergelände, Emmerich-Dornick

Prüfungsnummer: 4

Probe entnommen am: 08.04.2019

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung mit Nassabtrennung der Feinbestandteile



Bezeichnung:	VS 5/2
Bodenart:	fS, ms
Tiefe:	0,70 - 2,00 m
k [m/s] (Hazen):	-
Entnahmestelle:	VS 5
U/Cc	-/-

Bemerkungen:

Bericht:
 2019-131
 Anlage:
 4.4

HYDRONIK GmbH
 Reeser Straße 420
 46446 Emmerich am Rhein
 Tel.: 02822 / 5 39 37 - 0

Bearbeiter: Dipl.-Geol. P. van Elssbergen-Wardthuysen

Datum: 25.04.2019

Körnungslinie

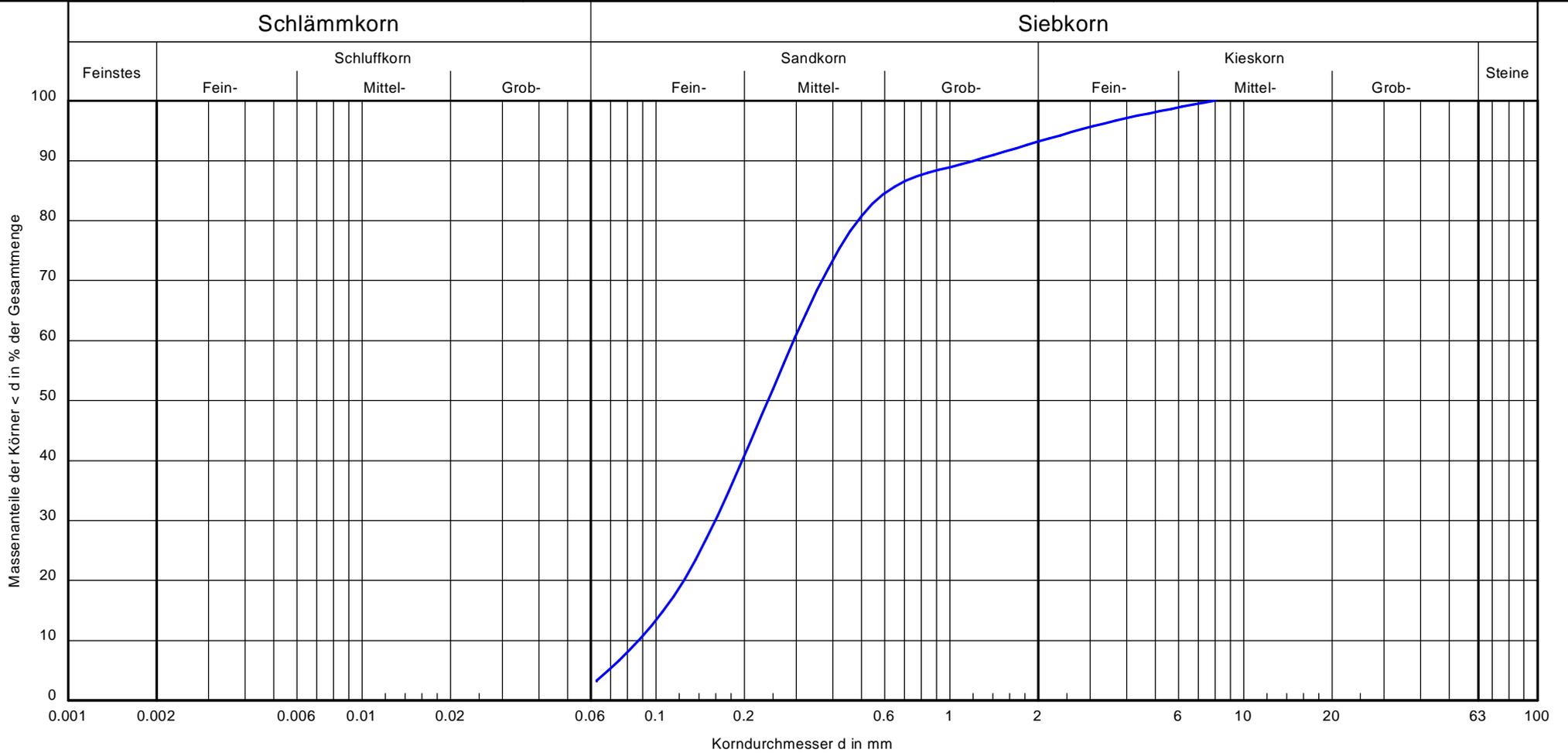
2019-131 Stadt Emmerich am Rhein
 ehem. Pioniergelände, Emmerich-Dornick

Prüfungsnummer: 5

Probe entnommen am: 08.04.2019

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung mit Nassabtrennung der Feinbestandteile



Bezeichnung:	VS 5/4
Bodenart:	fS, mS, gs', fg'
Tiefe:	2,60 - 3,00 m
k [m/s] (Hazen):	$8.8 \cdot 10^{-5}$
Entnahmestelle:	VS 5
U/Cc	3.4/1.0

Bemerkungen:

Bericht:
 2019-131
 Anlage:
 4.5