Geohydrologische Beurteilung

ZUR
VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT DES UNTERGRUNDES

Projekt:	**Erschließungsgebiet B-Plan RO23 Bornheim- Roisdorf**
Projekt-Nr.:	19/01/4775
Auftraggeber:	Fuhrweg Projekt GmbH Johann-Philipp-Reis-Str. 15 53332 Bornheim
Auftragnehmer:	GBU GmbH Auf dem Schurweßel 11 53347 Alfter
Stand:	12 Juni 2019

Bearbeitung:

GBU GmbH
Geologie-, Bau- & Umweltconsult
Beratende Geologen u. Geotechniker
Auf dem Schurweßel 11
53347 Alfter
T. 0228 / 976291-0
F. 0228 / 976291-29

Projektleitung:

Uwe Kania
kania@gbu-consult.de

Projektbearbeiter:

Carsten Jungrichter B. Eng.
jungrichter@gbu-consult.de

Aufgestellt:

Alfter, 12.06.2019

Inhaltsverzeichnis

0 AUFTRAG 5
1 UNTERLAGEN 5
2 LAGE / ÖRTLICHE SITUATION 5
3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN 7
4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE 7
4.1 Schichtenfolge 7
4.2 Wasserführung im Baugrund 9
5 WASSERDURCHLÄSSIGKEIT 10
5.1 Ergebnis Korngrößenverteilung 10
5.2 Ergebnis der Versickerungsversuche 12
5.3 Beurteilung 13
6 BEURTEILUNG 14
6.1 Versickerungsmulden 14
6.2 Mulden – Rigolen – Elemente 14
6.3 Rigole 15
6.4 Versickerungsbecken 15
6.5 Allgemeine Hinweise 16
6.6 Lage im Trinkwasserschutzgebiet 17
7 SCHLUSSBEMERKUNGEN 18

Abbildungen / Tabellen

Abbildung 1: Lage der Untersuchungsfläche im Stadtplan und im Luftbild 6

Abbildung 2: Lage des Baufeldes Innerhalb der Wasserschutzzone III Urfeld 6

Abbildung 3: Kriterien für den Abstand von Versickerungsanlagen zu Gebäuden (gem. ATV-DVWK (2002) (Hrsg.): Versickerung. Kommentar zum ATV-DVWK-Regelwerk. S. 34) 16

Tabelle 1: Schichtenfolge 9

Tabelle 2: Übersicht der Grundwassermessstellen in der näheren Umgebung 10

Tabelle 3: Durchlässigkeitsbeiwert ermittelt nach Seiler 11

Tabelle 4: Durchlässigkeitsbereiche in Abhängigkeit vom Durchlässigkeitsbeiwert (nach DIN 18130-1, 1998) 11

Tabelle 5: k_f-Werte aus Versickerungsversuchen 12

Anlagen:

1. Ausschnitt aus der topographischen Karte
2. Ausschnitt aus der geologischen Karte
3. Lageplan mit Eintragung der Untersuchungspositionen
4. Zeichnerische Darstellung der Bodenaufschlüsse
5. Siebungen und Versickerungsversuche

0 Auftrag

In Bornheim- Roisdorf ist zwischen der Wohnbebauung am Fuhrweg, an der Koblenzer Straße und dem Maarpfad die Erschließung eines Wohngebietes (Bebauungsplan RO23) geplant.

Unser Büro wurde mit der Erstellung eines Gutachtens zur Versickerungsmöglichkeit von Niederschlagswasser für das Bauvorhaben beauftragt.

Die hydrologischen und hydrogeologischen Verhältnisse am Projektstandort sind darzustellen und zu erläutern. Auf Basis aller Aufschlussergebnisse ist zu ermitteln, ob in Bezug auf die Bodenkennwerte eine Versickerung von Niederschlagswasser im Untersuchungsgebiet möglich ist und in Frage kommt.

1 Unterlagen

Zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens lagen unserem Büro folgende Planunterlagen vor:

- Bebauungsplan Ro 23, Vorentwurf Lageplan, M 1:500, Stand Januar 2018,

Benutzt wurden darüber hinaus folgende Karten:

- Topographische Karte, Blatt 5208 Bonn, Maßstab 1:25.000
- Geologische Karte, Blatt 5208 Bonn, Maßstab 1:25.000
- Hydrologische Karte Bonn, Maßstab 1:25.000
- Bodenkarte Nordrhein-Westfalen, Blatt L5308 Bonn, Maßstab 1:50.000

2 Lage / Örtliche Situation

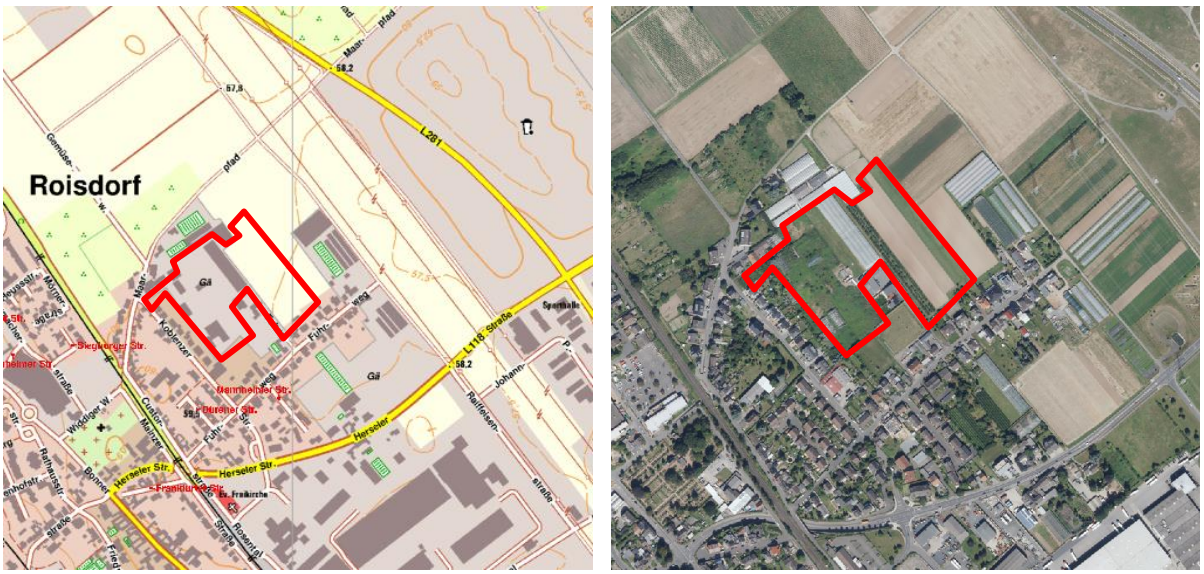
Das Plangebiet liegt im östlichen Bereich des Bornheimer Stadtteils Roisdorf. Das Gelände wird im Nordwesten und Südwesten durch die Wohnbebauung am Maarpfad und der Koblenzer Straße begrenzt. Südöstlich schließt die Wohnbebauung des Fuhrwegs an. Im Norden liegen landwirtschaftliche Flächen.

Im Liegenschafts-Kataster ist die Fläche wie folgt eingetragen.

Gemarkung:	Roisdorf
Flur:	023
Flurstücke:	135 (teilweise), 147 (teilweise), 148, 150 (teilweise), 151, 165, 166, 167, 168, 173, 209, 219 (teilweise), 221 (teilweise)

Die Geländehöhen im Bereich der Projektfläche liegen zwischen ca. 57,1 m ü. NHN und ca. 58,5 m ü. NHN. Das Gelände fällt nach Westen hin ab.

Abbildung 1: Lage der Untersuchungsfläche im Stadtplan und im Luftbild



© Land NRW (2019)

Das Plangebiet liegt in der Wasserschutzzone III des Wasserschutzgebietes Urfeld (510815).

Abbildung 2: Lage des Baufeldes Innerhalb der Wasserschutzzone III Urfeld

Die nächste, nicht verrohrte Vorflut bildet der etwa 800 m südwestlich verlaufende Roisdorf-Bornheimer-Bach.

3 Durchgeführte Untersuchungen

Um Aufschluss über die Bodenverhältnisse am Projektstandort zu erhalten, wurden insgesamt **8 Rammkernsondierungen (RKS n. DIN EN ISO 22475)** zur Entnahme von Bodenproben, Aufnahme des örtlichen Schichtenprofils und der hydrologischen Verhältnisse bis in Tiefen von max. 5,0 m u. GOK niedergebracht.

Alle Untersuchungspositionen wurden nach Lage und Höhe eingemessen und in einem Lageplan eingezeichnet (siehe Anlage 3).

Die Ergebnisse der Aufschlussbohrungen und Rammsondierungen wurden gem. DIN 4023 in Schichtprofilen dargestellt (siehe Anlage 4).

Zur Erkundung der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes wurden die Sondierlöcher der Rammkernsondierungen RKS 1, 4, 6 und 7 ausgebaut und Versickerungsversuche (VS 1, 4, 6 und 7) zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (k_f – Wert) nach USBR Earth Manual durchgeführt.

4 Untersuchungsergebnisse

4.1 Schichtenfolge

Den allgemeinen geologischen Karten- und Literaturangaben zufolge ist im Bereich des Untersuchungsgebietes mit folgenden – für das Bauvorhaben relevanten - geologischen Einheiten zu rechnen:

- Lehm, Sand und Kies mit Kiesuntergrund, ungegliedert
- Sand, oberflächlich entkalkt und verlehmt
- Sand, oberflächlich verlehmt, in der Tiefe kalkig mit schwer durchlässigem Lehmuntergund

Bei den im Folgenden genannten Mächtigkeitsangaben handelt es sich um die in den Untersuchungspunkten ermittelten Werten. Es ist nicht auszuschließen, dass an nicht untersuchten Stellen abweichende Schichtmächtigkeiten vorliegen.

Im Bereich der Untersuchungsfläche stellt sich die Abfolge der Bodenschichten wie folgt dar:

- Zunächst wurde in allen Bohrungen eine Überdeckung aus **Ackerboden** in einer Mächtigkeit 0,50 m angetroffen.
- Unterhalb des Ackerbodens wurde, ein schwach sandiger zum Teil toniger **Schluff** detektiert (Decklehmschichten (**Löß**)). Diese bindigen Böden reichen bis min. 1,20 m u GOK (RKS 1; 57,12 m ü. NHN) und bis max. 2,0 m u GOK (RKS 8; m ü. NHN). Die Schluffe haben eine weiche bis steife Konsistenz.
- Unterhalb des Löß wurden im wesentlichen **Feinsande** detektiert. Hier treten neben den schluffigen Anteilen auch mittelsandige Nebenanteile auf. Die Feinsande wiesen eine mitteldichte Lagerung auf. Die Feinsande reichen min. bis 2,10 m u GOK (RKS 1; 57,12 m ü. NHN) und maximal bis 2,60 m u. GOK (RKS 8; 58,44 m ü. NHN).
- Auf die Sande folgen **Kiese**. Es wurden sandige Nebenanteile detektiert. Die Kiese stehen bis in Teufen ≥ 5,0 m u GOK an. Die Kiese weisen eine mitteldichte bis dichte Lagerung auf.

Die im Einzelnen ermittelte Schichtenabfolge kann den beigefügten Bodenprofilen der Anlage 4 entnommen werden.

Bei den genannten Schichtmächtigkeitsangaben handelt es sich um die in den Untersuchungspunkten ermittelten Werte. Es ist nicht auszuschließen, dass an nicht untersuchten Stellen abweichende Schichtmächtigkeiten vorliegen. Dies gilt insbesondere für aufgefüllte Bodenschichten.

Die angetroffenen Bodenschichten sind aus geologischer und bodenmechanischer Sicht zusammengefasst und in der natürlichen Schichtenfolge, bezogen auf das geplante Baufeld, angegeben (Bodenklassen n. DIN 18300).

Tabelle 1: Schichtenfolge

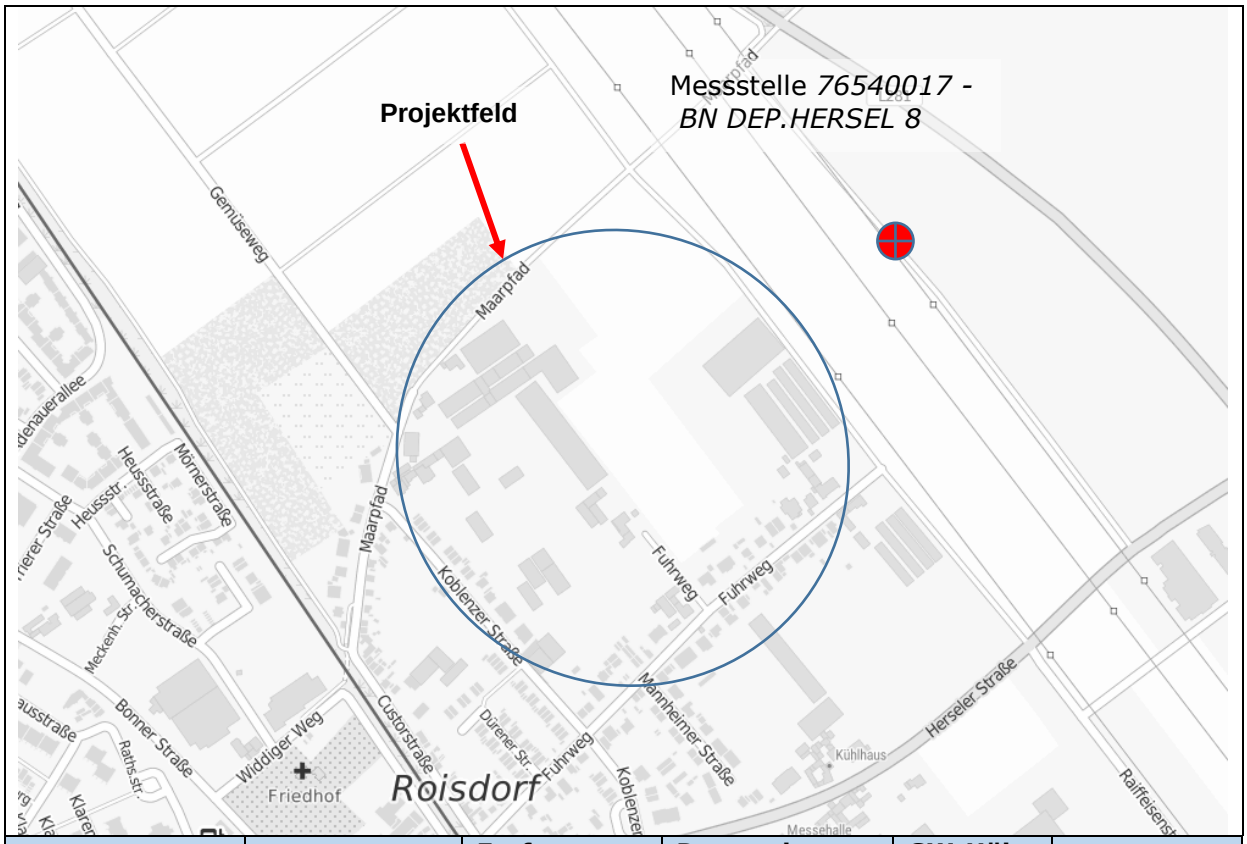
Schichtunterkante von…bis (m u. GOK)	Schicht	Konsistenz / Lagerung	Bodenklasse (DIN 18300/2012)
0,50	**Ackerboden**	---	1
1,20 – 2,00	**Decklehm (Löß)** (Bodengruppen TL / UL / UM / SU* nach DIN 18196)	weich - steif	3 / 4 (2) (2 bei weicher Konsistenz und dynamischer Beanspruchung)
2,10 – 2,60	**Sand** (Bodengruppen SI / SE / SW / SU nach DIN 18196)	mitteldicht	3 / 4
≥ 5,00	**Kies** (Bodengruppen GI / GW / GE / GU nach DIN 18196)	mitteldicht	3 / 4

4.2 Wasserführung im Baugrund

An den Untersuchungstagen konnte in den offenen Bohrlöchern kein Stau-, Grund- oder Schichtwasser gemessen werden.

In einer Entfernung von ca. 470 m nordwestlich vom Baufeld befindet sich eine Grundwassermessstelle (Messstelle *076540017 - BN DEP.HERSEL 8).* Der höchste gemessene Grundwasserstand liegt bei ca. 46,2 m ü. NHN im Jahr 1983.

Tabelle 2: Übersicht der Grundwassermessstellen in der näheren Umgebung



GW-Messstelle	Geländehöhe m ü. [NHN]	Entfernung Projektfeld [m]	Datum der Messung, Turnus	GW-Höhe m ü. [NHN]	Flurabstand in m
076540017 BN DEP.HERSEL 8	57,62	ca. 350 nordöstlich	27.06.1983 halbjährlich	46,21	11,41

Der Flurabstand liegt somit unter Berücksichtigung der derzeitigen mittleren Geländehöhe von etwa 58,7 m ü. NHN dauerhaft über 10 m.

Ein ausreichender Grundwassersohlabstand für Versickerungsanlagen von > 1,00 m kann gewährleistet werden.

5 Wasserdurchlässigkeit

5.1 Ergebnis Korngrößenverteilung

Aus den entnommenen Bodenproben der anstehenden kiesigen Schichten auf dem untersuchten Gelände wurden insgesamt 2 Mischproben (Siebung 1 & 2) erstellt und Korngrößenanalysen als Siebung mit Nassabtrennung gem. DIN 18123 durchgeführt.

Bei den untersuchten Proben handelt es sich um Ablagerungen der Niederterrasse des Rheins.
In Bezug auf die Korngröße handelt es sich bei den Bodengruppen nach DIN 18196 um intermittierend gestufter Kies (GI). Das Material wurde im Hinblick auf die generelle Kornzusammensetzung untersucht und der Durchlässigkeitsbeiwert (k_f-Wert [m/s]) nach *Seiler* bestimmt. Das Verfahren nach *Seiler* wurde herangezogen, da das gängigere Verfahren nach Beyer aufgrund der hohen Ungleichförmigkeitszahl (U ≥ 20) der Mischprobe „Siebung 1 und 2" nicht angewandt werden konnte.

Das Verfahren nach Seiler basiert darauf, dass der wirksame Korndurchmesser dem Siebdurchgang bei 10 % (d10) bzw. 25 % (d25) (für Sande und Kiese) entspricht. Zudem wird ein Korrekturfaktor, abhängig von X_{10} (C_U) bzw. X_{25} (C_U) aus Tabellenwerten (empirische Korrekturfaktoren nach Seiler) herangezogen. Demnach ergibt sich nachfolgende Gleichung zur Bestimmung des kf-Wertes nach Seiler für Kiese und Sande:

- $\mathbf{k_f = (X_{25}\ (C_U)/1000)*d_{25}^2}$ mit der Anwendungsgrenze
  $5 \leq Cu \leq 100$
  Korrekturfaktoren X_{10} (C_U) bzw. X_{25} (C_U)

In der nachfolgenden Tabelle sind die anhand der Siebanalyse nach *Seiler* ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte aufgeführt:

Tabelle 3: Durchlässigkeitsbeiwert ermittelt nach Seiler

Probe	Bodenart	Durchlässigkeitsbeiwert (k_f – Wert) nach *Seiler*
Siebung 1	**Kies, sandig**	**2,7 x 10^{-4} m/s**
Siebung 2	**Kies, sandig**	**1,7 x 10^{-4} m/s**

Tabelle 4: Durchlässigkeitsbereiche in Abhängigkeit vom Durchlässigkeitsbeiwert (nach 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

Die anstehenden Kiese sind unter Zugrundelegung der Korngrößenanalysen durchweg als **stark durchlässig** zu klassifizieren (vgl. Tabelle 4)

Im Mittel ergibt sich der k_f-Wert aus den Laborversuchen zu 2,2 x 10^{-4} m/s.

5.2 Ergebnis der Versickerungsversuche

Die Durchlässigkeit des Sickerraumes ist die wesentliche quantitative wie auch qualitative Voraussetzung für das Versickern von Niederschlagswasser.
Die Durchlässigkeit der Lockergesteine hängt maßgeblich 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 **4 Versickerungsversuche** zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes nach USBR Earth Manual durchgeführt. Hierzu wurden Rammkernsondierungen mit einem wirksamen Bohrdurchmesser von 60 mm abgeteuft und der Schichtenaufbau aufgenommen.
Die Versickerungsbohrung wurde mit einer HDPE - Vollrohrgarnitur ausgebaut und mit einer Quelltonabdichtung zur Oberfläche hin versehen.

Die Lage der Versickerungsbohrungen ist dem Lageplan in Anlage 3 zu entnehmen. Die zeichnerische Darstellung der Rammkernsondierungen nach DIN 4023 kann der Anlage 4 entnommen werden.

Nach einer ausreichenden Sättigungszeit wurde durch Befüllen des Standrohres 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 Bodenschicht ermittelte k_f-Wert liegt bei:

Tabelle 5: k_f-Werte aus Versickerungsversuchen

Versuch	Bodenart	Tiefe (m)	k_f-Wert
VS 1 (RKS 1)	Kies, sandig	2,1 – 5,0	**1,57 x 10^{-5} m/s**
VS 4 (RKS 4)	Kies, sandig	2,2 – 5,0	**2,37 x 10^{-5}m/s**

Versuch	Bodenart	Tiefe (m)	k_f-Wert
VS 6 (RKS 6)	Kies, sandig	2,4 – 5,0	**1,78 x 10^{-5} m/s**
VS 7 (RKS 7)	Kies, sandig	2,2 – 5,0	**2,24 x 10^{-5} m/s**

Nach DIN 18130 sind anstehenden Kiese als **durchlässig** zu klassifizieren (s. Tabelle 3).

Im Mittel ergibt sich der k_f-Wert aus den Feldversuchen zu 2,0 x 10^{-5} m/s.

5.3 Beurteilung

Die Auswertung der durchgeführten **Feldversuche** zeigt einen Durchlässigkeitsbeiwert (k_f-Wert), der im Mittel bei **k_f = 2,0 x 10^{-5} m/s** liegt. Die Auswertung der durchgeführten **Laborversuche** zeigt einen Durchlässigkeitsbeiwert (kf-Wert), der im Mittel bei **kf = 2,2 x 10^{-4} m/s** liegt.

Das Arbeitsblatt DWA-A 138 zu Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser enthält Korrekturfaktoren zur Festlegung des Bemessungs-k_f-Wertes in Abhängigkeit von der gewählten Methodik zur k_f-Wertermittlung. Bei einem Geländeversuch (z.B. open-end-test nach USBR Earth Manual) ist der ermittelte k_f-Wert mit dem Korrekturfaktor 2 zu multiplizieren.
Für k_f-Wertbestimmungen durch die Siebanalysen wird der Korrekturfaktor 0,2 angegeben.

Somit ergibt sich für die:

- Feldversuche ein Bemessungswert k_f = 4,0 x 10^{-5} m/s
- Laborversuche ein Bemessungswert k_f = 4,4 x 10^{-5} m/s

Wir empfehlen, für die Bemessung einer Versickerungsanlage folgenden Bemessungswert anzusetzen:

- **k_f = 4,2 x 10^{-5} m/s**

Nach Auswertung aller Ergebnisse sind die anstehenden Kiesschichten aus gutachterlicher Sicht nach DIN 18130-1 im Mittel als **durchlässig** zu klassifizieren.

6 Beurteilung

Voraussetzung für die Versickerung ist eine hinreichende Durchlässigkeit und ein ausreichendes Speichervermögen des Untergrundes/Bodens.

6.1 Versickerungsmulden

Als Grenz-Durchlässigkeitsbeiwert für die Wasseraufnahme ist bei einer **oberflächennahen Versickerungsanlage (Mulde)** von einem **k_f-Wert ≥ 5,0 x 10^{-6} m/s** auszugehen, damit eine ausreichende Versickerung 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.

In den entsprechenden Tiefen wurden im Untersuchungsgebiet **lehmige Deckschichten** angetroffen, die nach unseren Erfahrungen einen Durchlässigkeitsbeiwert aufweisen, der unterhalb der Anforderung des DWA Arbeitsblatt A138 liegt.

Eine Versickerung des Niederschlagswassers über Mulden kommt daher für das Plangebiet **nicht** in Frage.

6.2 Mulden – Rigolen – Elemente

Die Anwendungsgrenze einer Versickerungsmulde kann prinzipiell erweitert werden, wenn die relativ geringe Versickerungsrate einer Mulde durch ein vergrößertes Speichervolumen ausgeglichen wird. Dies kann z.B. durch ein Mulden - Rigolen - Element erfolgen. Es besteht aus einer begrünten Mulde mit darunterliegender Rigole. Hierdurch wird ein zusätzlicher unterirdischer Speicherraum geschaffen. Bei diesem System handelt es sich um zwei getrennte Speicher mit jeweils eigenen Füll- und Entleerungsprozessen. Für die Mulde sollte allerdings ein Überlauf in die Rigole geplant werden, um lange Einstauzeiten in der Mulde zu vermeiden.
Voraussetzung ist, dass die Rigole Bodenschichten mit einer entsprechenden Durchlässigkeit erreicht. Grundsätzlich werden mit diesem System tiefere Bodenschichten erreicht, hier die gut durchlässigen Sand- und Kiesschichten. Gleichzeitig wird bei diesem System die Reinigungswirkung des Bodens in der Mulde genutzt.
Als Grenz-Durchlässigkeitsbeiwert nach ATV-DVWK Arbeitsblatt A138 ist für ein solches System von einem **kf-Wert ≥ 1,0 x 10^{-6} m/s** auszugehen.

Die o. a. Anforderungen an die Durchlässigkeit des Untergrundes für eine Versickerung über ein **Mulden-Rigolen-System** werden für die **anstehenden Kiesschichten erfüllt**, d.h. der Rigolen-Körper ist bis in den Kies zu führen.

Eine Versickerung über Mulden-Rigolen-Elemente ist damit im Grundsatz möglich.

6.3 Rigole

Eine Rigole ist ein unterirdischer Graben, um eingeleitetes Regenwasser aufzunehmen und zu versickern. Dazu wird ein Graben hergestellt und mit Kies oder anderen, kontakterosionssicher abgestuften Materialien mit hohem Porenvolumen verfüllt. Damit wird ein unterirdischer Speicherraum geschaffen.
Als Grenz-Durchlässigkeitsbeiwert ist für ein solches System von einem **kf-Wert ≥ 1,0 x 10^{-6} m/s** auszugehen.

Die **Anforderung** an die Durchlässigkeit des Untergrundes nach DWA Arbeitsblatt A138 werden für die kiesigen Böden aller Untersuchungspositionen **erfüllt.**

Eine Versickerung über Rigolen ist damit im Grundsatz möglich und wird empfohlen.

Eine Reinigungswirkung durch einen entsprechenden Oberboden ist nicht gegeben, allerdings ist ein großer Sohlabstand der Anlage vom höchsten GW-Spiegel gewährleistet.

Zur Gewährleistung einer dauerhaften Funktionstüchtigkeit der Anlage sind **Absetz-/ Spül-/ Reinigungseinrichtungen** vorzusehen, ansonsten ist mit Verstopfungen (z.B. durch Laub, Feinkornmaterial, etc.) zu rechnen.

6.4 Versickerungsbecken

Als zentrale Anlagen für die Versickerung von Niederschlagswasser im Projektgebiet kommen **Versickerungsbecken** in Frage.
Im Hinblick auf eine zentrale Versickerungsanlage ist gemäß DWA Arbeitsblatt A138 eine Durchlässigkeit von **k_f ≥ 1,0 x 10^{-5} m/s** für einen ordnungsgemäßen Betrieb des Versickerungsbeckens vorauszusetzen, da insbesondere die Sohlflächen der Becken hohen hydraulischen Belastungen ausgesetzt werden. In der Regel werden diesen Anlagen Absetzbecken vorgeschaltet, um eine Selbstabdichtung durch Sedimentation vorzubeugen.

Die o. a. Anforderungen an die Durchlässigkeit des Untergrundes für eine Versickerung über ein **Versickerungsbecken** werden nach §51 a LWG für die **anstehenden Kiesschichten erfüllt**.

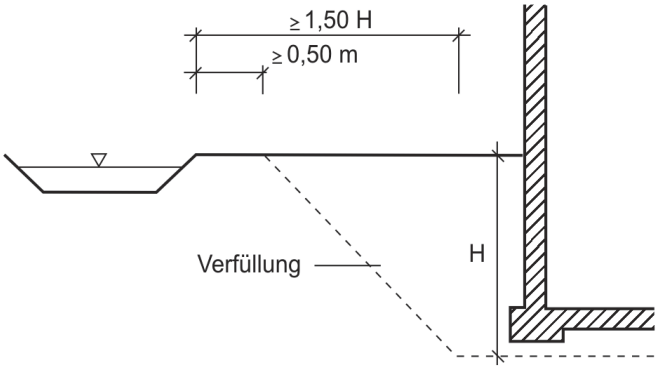
6.5 Allgemeine Hinweise

Die Rigole muss mit der Sohle mindestens 0,50 m in die durchlässigen Kiese einbinden.

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. Die Gefährdungssituation im Versagensfall ist planerisch zu berücksichtigen.
Bei der Planung der Anlage sind die Angaben des Arbeitsblattes DWA-A 138 (Ausgabe Januar 2005) zu beachten.

Es ist ein Abstand von benachbarten Grundstücken einzuhalten, der Gefährdungen und etwaige Beeinträchtigungen ausschließt. Hier ist ein Abstand von 3 m üblich. Der Abstand zu unterkellerten Gebäuden ist entsprechend Abb. 3 zu planen.

Abbildung 3: Kriterien für den Abstand von Versickerungsanlagen zu Gebäuden (gem. ATV-DVWK (2002) (Hrsg.): Versickerung. Kommentar zum ATV-DVWK-Regelwerk. S. 34)



Mindestabstand dezentraler Versickerungsanlagen von Gebäuden ohne wasserdruckhaltende Abdichtung. Sinngemäß gelten die Aussagen auch für unterirdische Anlagen.

Das Porenvolumen des Füllmaterials für die Rigole sollte 30 % nicht unterschreiten. Es kann z.B. ein Material der Körnung 8/32 vorgesehen werden. Die Filterstabilität der Rigole ist durch Auskleidung des Grabens mit einem **geeigneten Geotextil** zu gewährleisten. Des Weiteren sind zur dauerhaften Funktionstüchtigkeit der Anlage **Absetz-/ Spül-/ Reinigungseinrichtungen** vorzusehen, ansonsten ist mit Verstopfungen (z.B. durch Laub, Feinkornmaterial, etc.) zu rechnen.

6.6 Lage im Trinkwasserschutzgebiet

Wir weisen darauf hin, dass in Wasserschutzgebieten für die Beseitigung von Niederschlagswasser die besonderen Anforderungen der jeweiligen Schutzgebietsverordnung zu beachten sind.

7 Schlussbemerkungen

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

Der Bericht gibt den Kenntnisstand vom 12.06.2019 wieder.

GBU
Geologie-, Bau- & Umweltconsult GmbH
Beratende Geologen und Geotechniker BDG/DGG/DGGT
Fachbauleiter & Koordinatoren nach BGR 128 und TRGS 519/524

Alfter, den 12. Juni 2019

Die Gutachter

GBU
GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT GMBH
BERATENDE GEOLOGEN & GEOTECHNIKER BDG/DGG/DGGT
AUF DEM SCHURWEßEL 11 D-53347 ALFTER T 0228/976 291-0 F 0228/976 291-29
W WWW.GBU-CONSULT.DE E INFO@GBU-CONSULT.DE

Uwe Kania
(Geschäftsführer & Projektleiter)

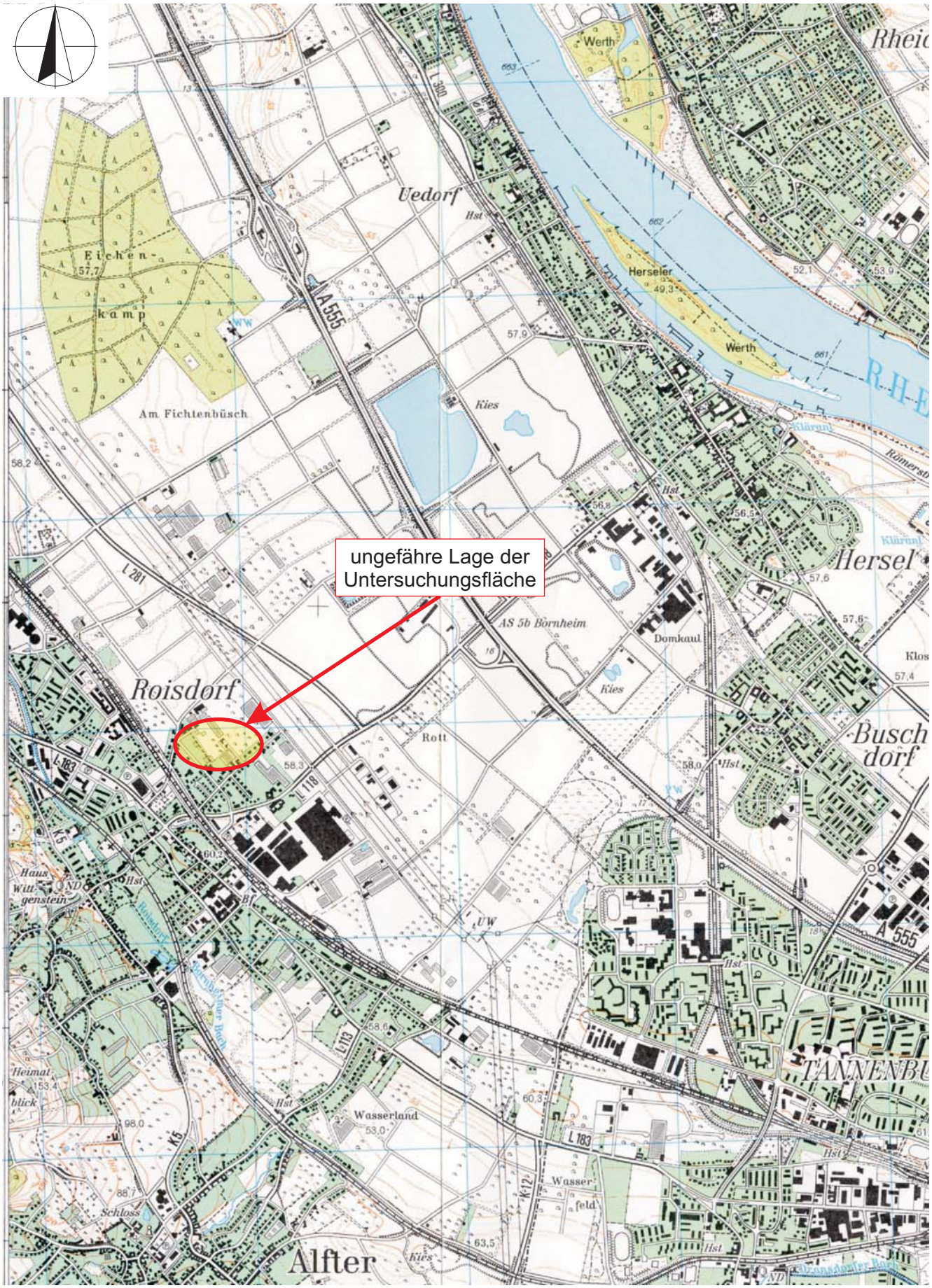
Carsten Jungrichter B. Eng.
(Projektbearbeiter)

Anlagen

Anlage 1

Topographische Karte

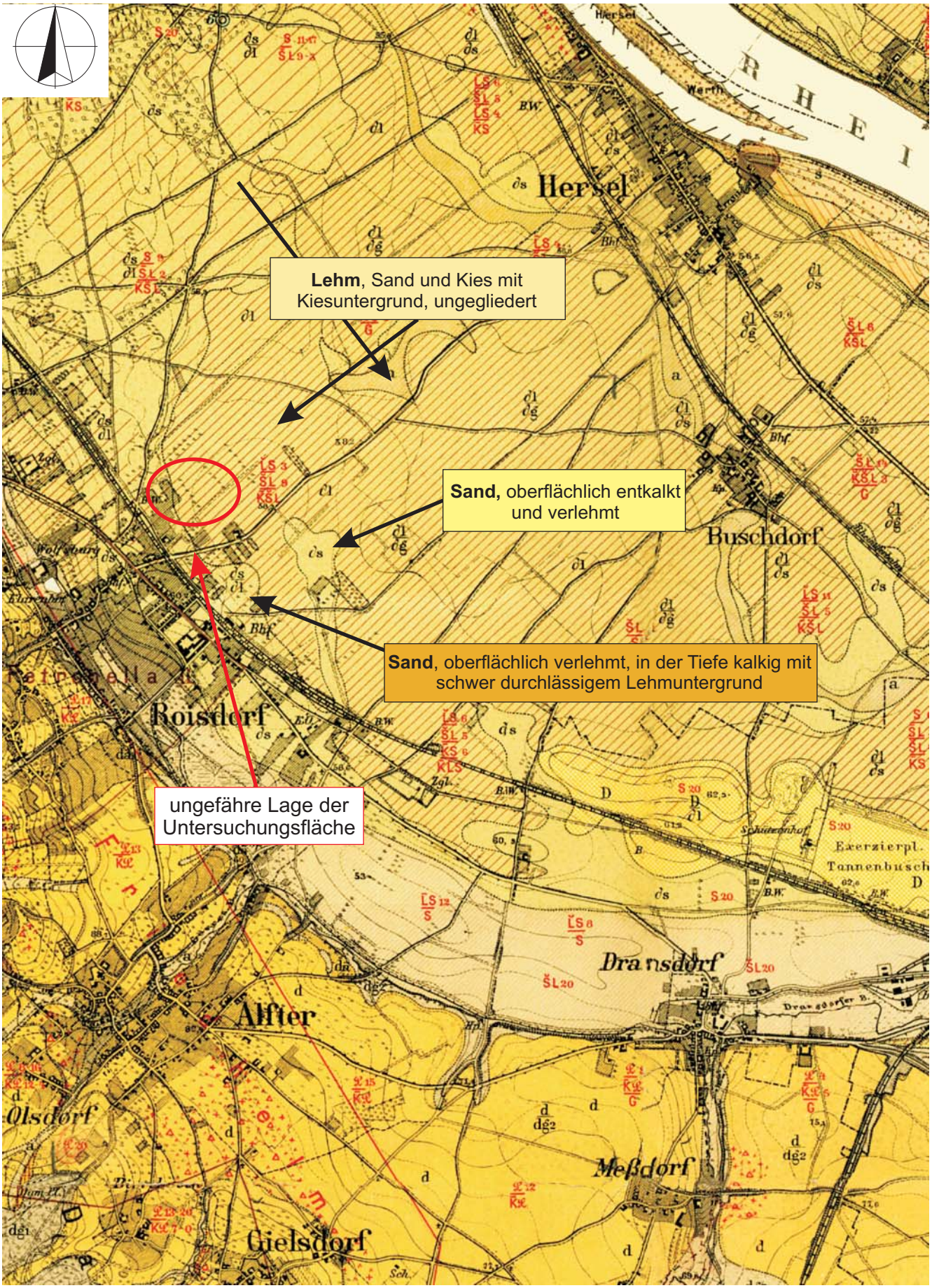
Ausschnitt aus der Topographischen Karte Blatt 5208 Bonn					
Projekt:	B-Plan Ro 23, Bornheim-Roisdorf				
Projekt-Nr: 19/01/4775		Bearbeiter: Se.	Maßstab: 1 : 25 000	Anlage: 1	Datum: 07.02.2019



Anlage 2

Geologische Karte

Ausschnitt aus der Geologischen Karte Blatt 5208 Bonn				GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT
Projekt: B-Plan Ro 23, Bornheim-Roisdorf				
Projekt-Nr: 19/01/4775	Bearbeiter: Se.	Maßstab: 1:25.000	Anlage: 2	Datum: 07.02.2019



Anlage 3

Lageplan

Legende

- Rammkernsondierung RKS
- Rammkernsondierung RKS Versickerungsversuch VS

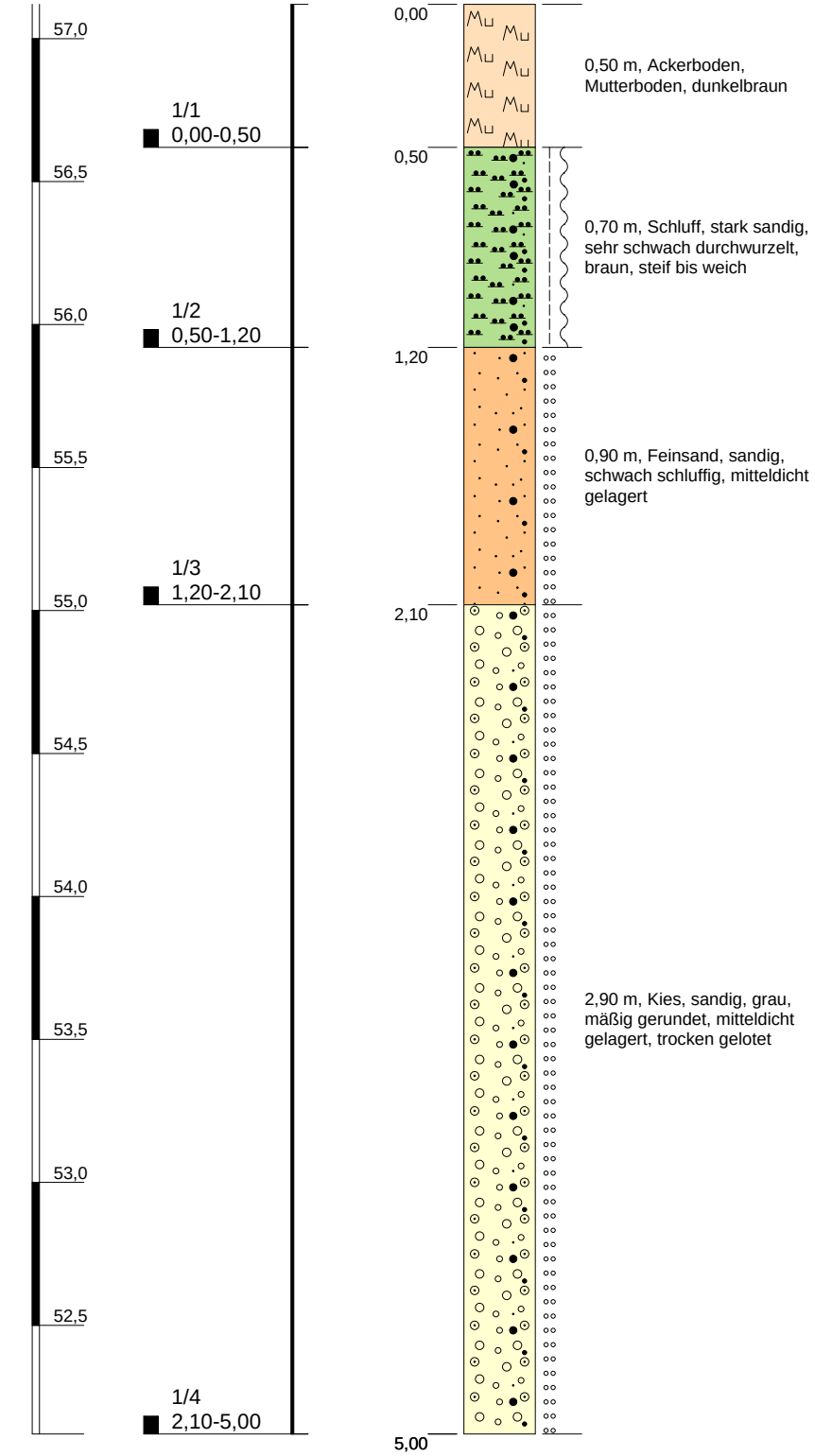
Projekt	B-Plan Ro23, Bornheim-Roisdorf		
Auftraggeber	Fuhrweg Projekt GmbH		
Planart	Lageplan		
Maßstab	1 : 1.000	Anlage	3
Projektbearb.	Se.	Projektleiter	Jac.
Projektnr.	19/01/4775	Datum	06.02.2019
Planident.	19_01_4775_Fuhrweg_GmbH_B-Plan_Ro23_Bornheim-Roisdorf\Anlagen		
Plangrundlagen	Stadt Bornheim, Bebauungsplan Ro 23		

GBU
GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT GMBH
BERATENDE GEOLOGEN & GEOTECHNIKER BDG/DGG/DGGT
AUF DEM SCHURWEBEL 11 D-53347 ALFTER T 0228/976 291-0 F 0228/976 291-29
W WWW.GBU-CONSULT.DE E INFO@GBU-CONSULT.DE

Anlage 4

Bohrprofile

RKS 1



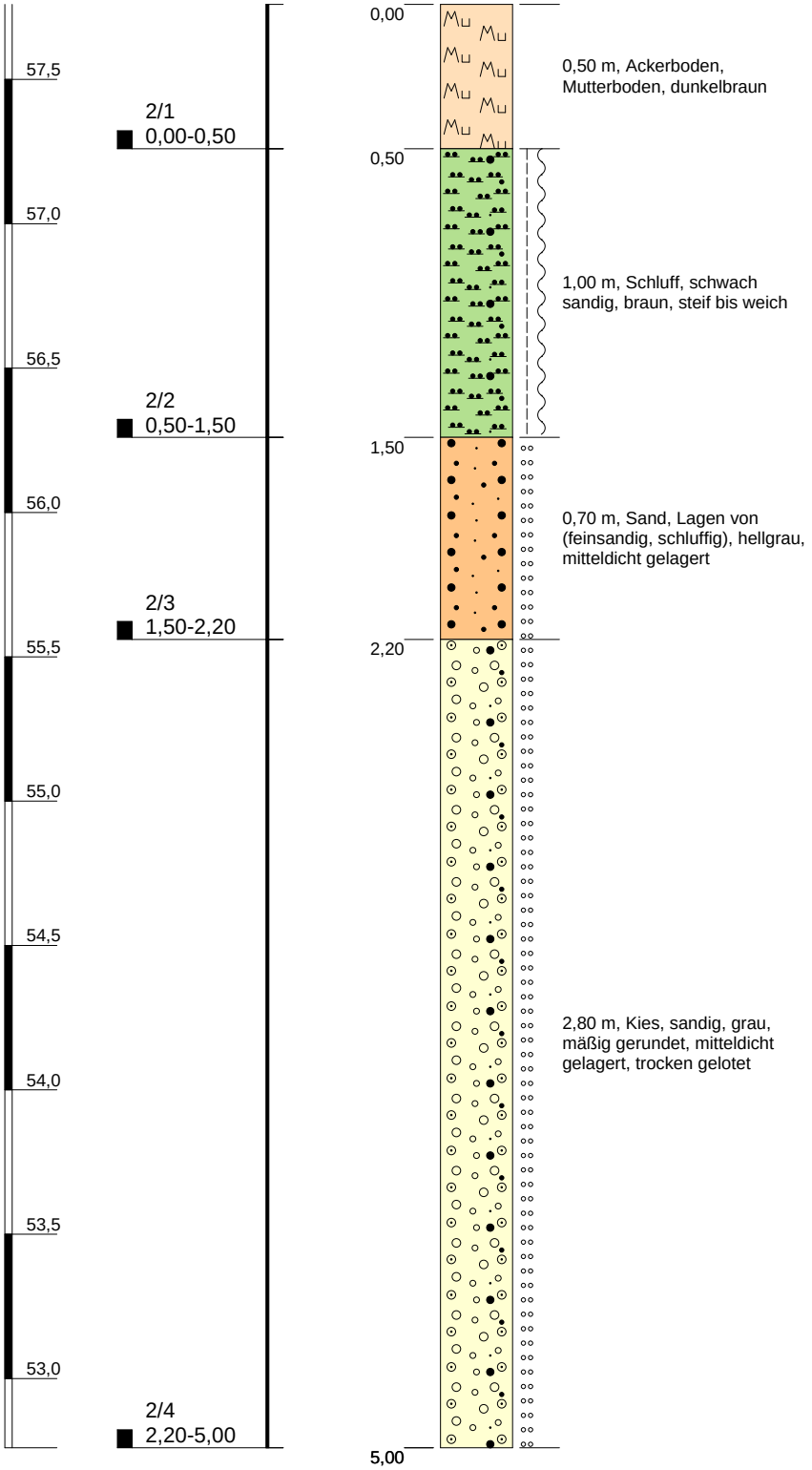
Maßstab: 1:25

Projekt:	**B-Plan Ro23, Bornheim-Roisdorf**		
Bohrung:	**RKS 1**		
Projektnr.:	19/01/4775	Anlage:	4.1
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	04.02.2019
Ansatzhöhe:	57,12 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	He./Ax., Se.	Auftraggeber:	Fuhrweg Projekt GmbH

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 2

57,76 m ü. NHN

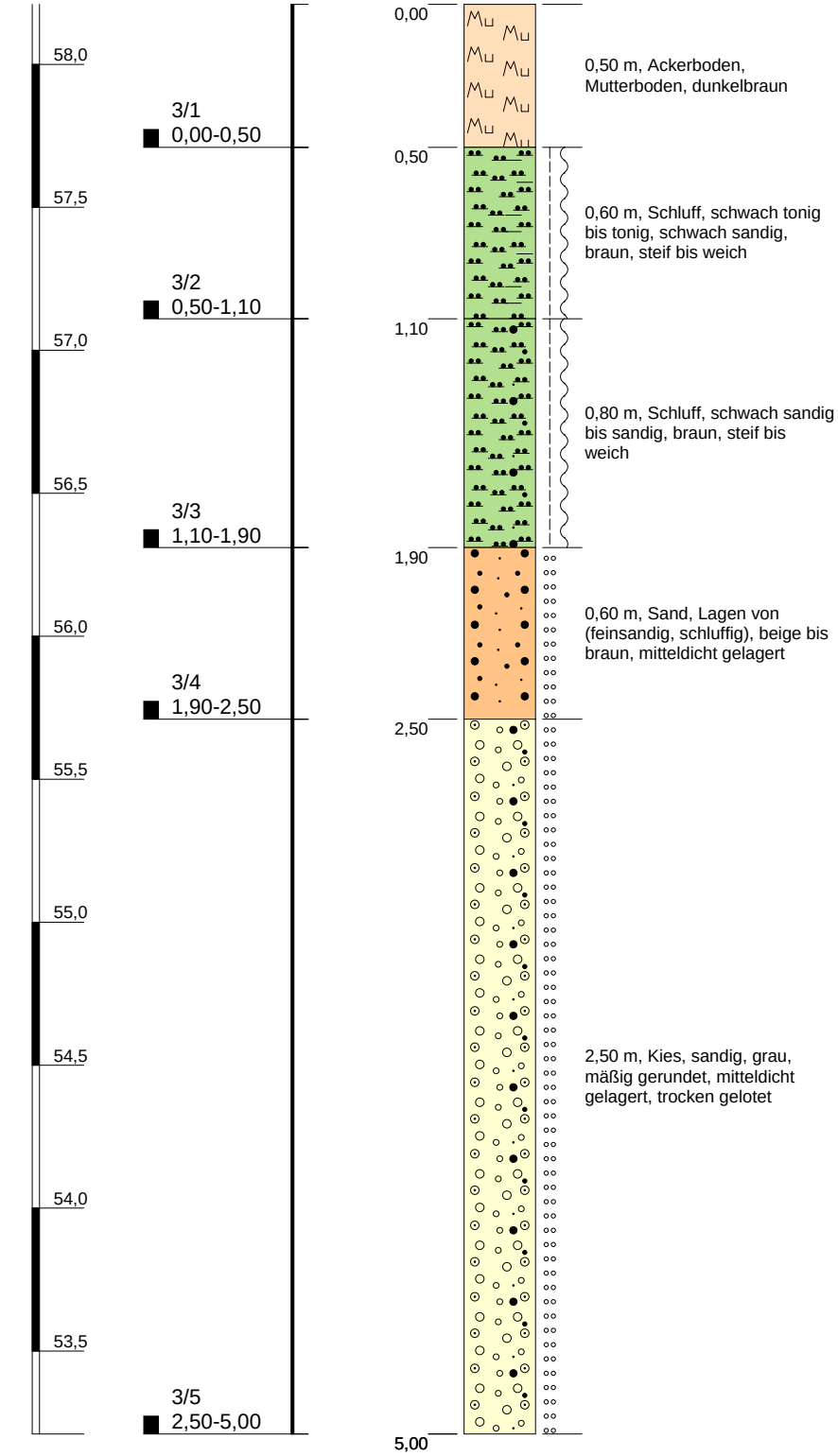


Maßstab: 1:25

Projekt:	**B-Plan Ro23, Bornheim-Roisdorf**		
Bohrung:	**RKS 2**		
Projektnr.:	19/01/4775	Anlage:	4.2
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	04.02.2019
Ansatzhöhe:	57,76 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	He./Ax., Se.	Auftraggeber:	Fuhrweg Projekt GmbH

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 3

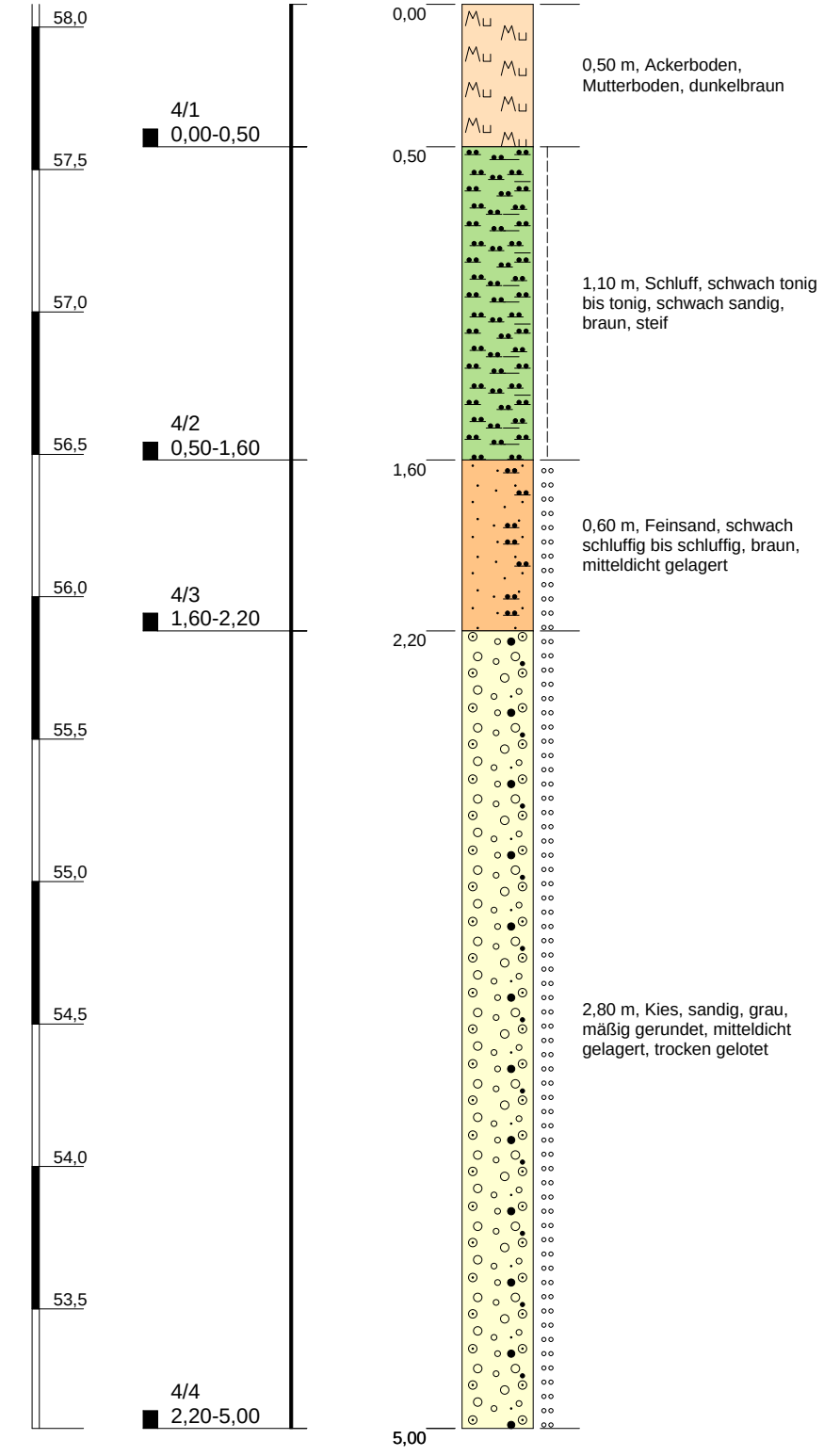


Maßstab: 1:25

Projekt:	**B-Plan Ro23, Bornheim-Roisdorf**		
Bohrung:	**RKS 3**		
Projektnr.:	19/01/4775	Anlage:	4.3
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	04.02.2019
Ansatzhöhe:	58,21 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	He./Ax., Se.	Auftraggeber:	Fuhrweg Projekt GmbH

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 4



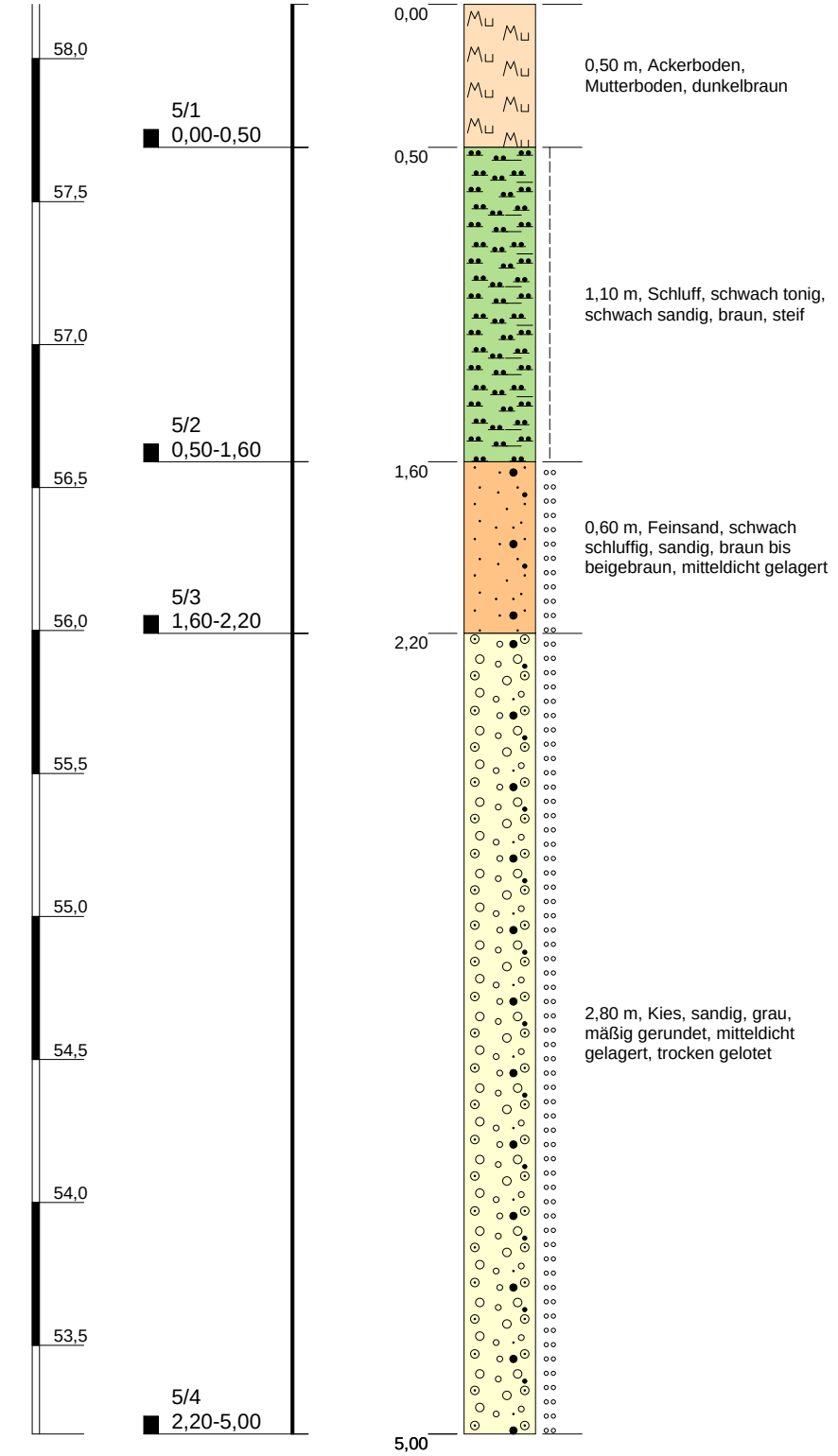
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt:	**B-Plan Ro23, Bornheim-Roisdorf**		
Bohrung:	**RKS 4**		
Projektnr.:	19/01/4775	Anlage:	4.4
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	04.02.2019
Ansatzhöhe:	58,08 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	He./Ax., Se.	Auftraggeber:	Fuhrweg Projekt GmbH

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 5



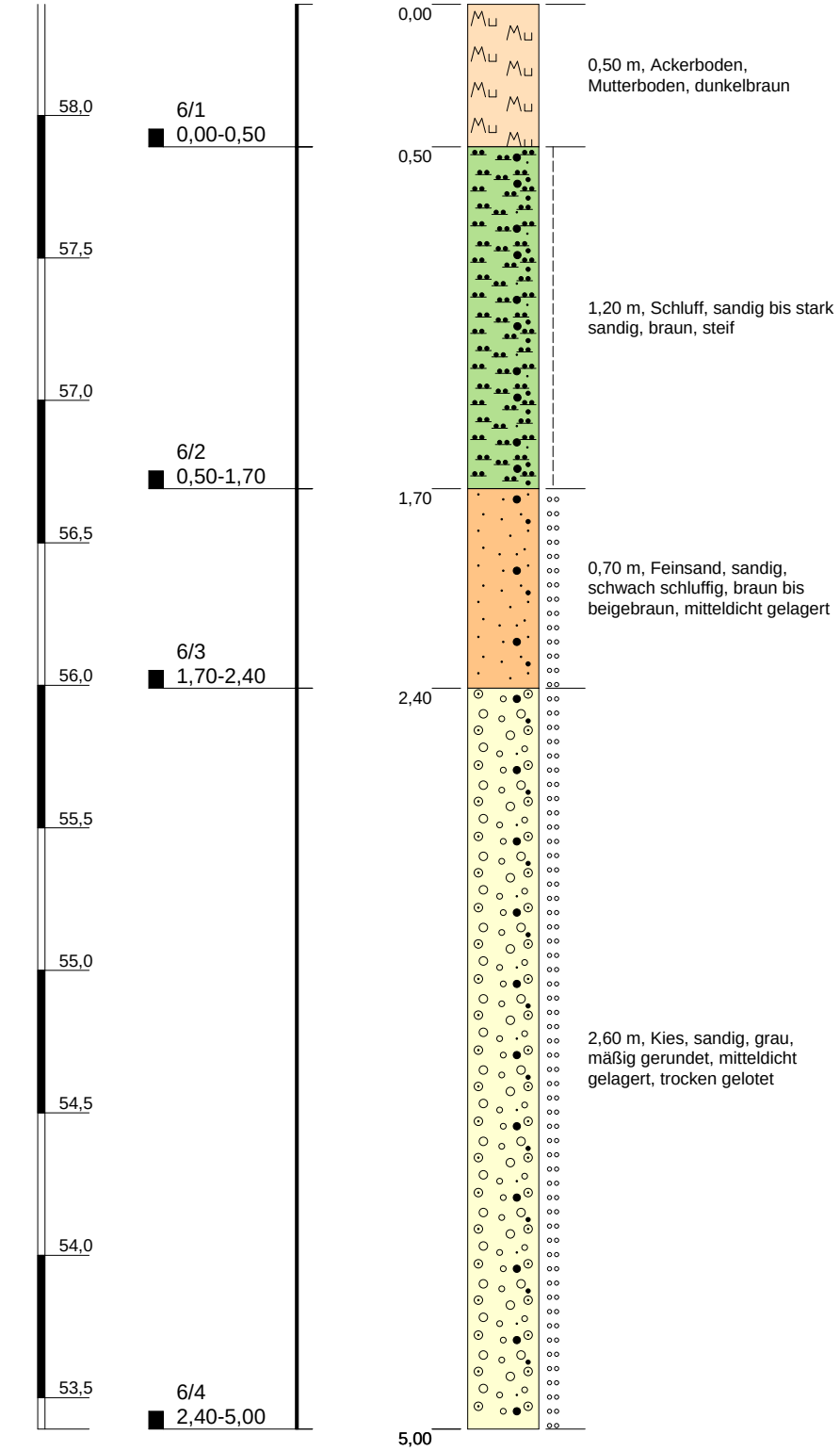
Maßstab: 1:25

Projekt:	**B-Plan Ro23, Bornheim-Roisdorf**		
Bohrung:	**RKS 5**		
Projektnr.:	19/01/4775	Anlage:	4.5
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	04.02.2019
Ansatzhöhe:	58,19 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	He./Ax., Se.	Auftraggeber:	Fuhrweg Projekt GmbH

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 6

58,39 m ü. NHN



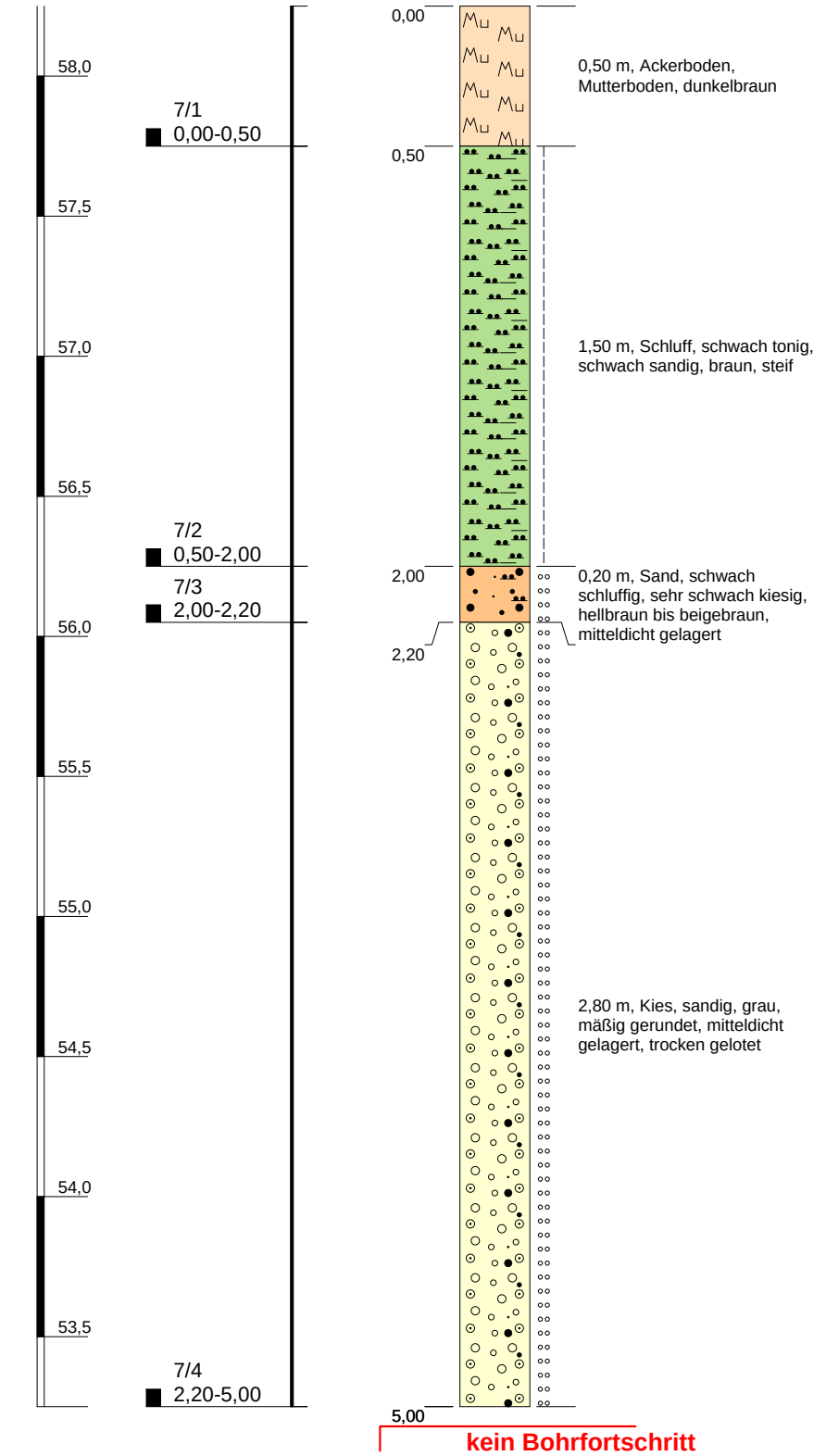
Maßstab: 1:25

Projekt:	**B-Plan Ro23, Bornheim-Roisdorf**		
Bohrung:	**RKS 6**		
Projektnr.:	19/01/4775	Anlage:	4.6
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	04.02.2019
Ansatzhöhe:	58,39 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	He./Ax., Se.	Auftraggeber:	Fuhrweg Projekt GmbH

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 7

58,25 m ü. NHN



Maßstab: 1:25

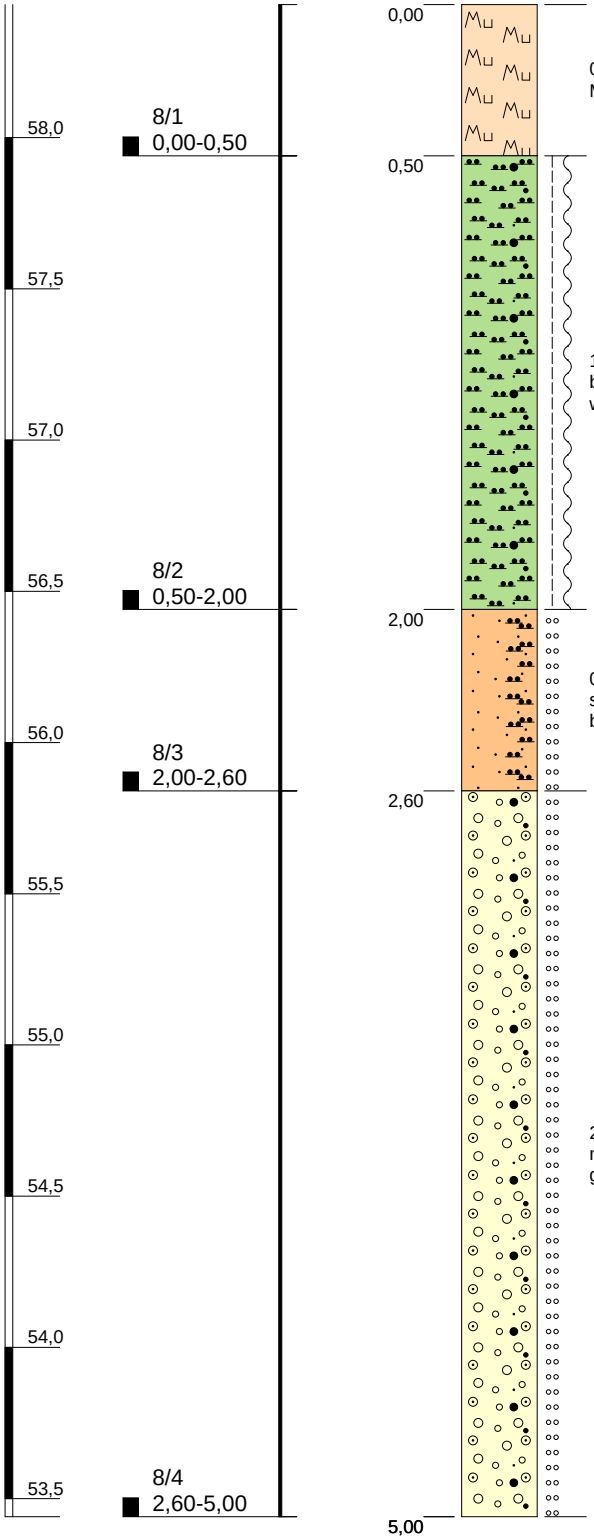
Blatt 1 von 1

Projekt:	**B-Plan Ro23, Bornheim-Roisdorf**		
Bohrung:	**RKS 7**		
Projektnr.:	19/01/4775	Anlage:	4.7
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	04.02.2019
Ansatzhöhe:	58,25 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	He./Ax., Se.	Auftraggeber:	Fuhrweg Projekt GmbH

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 8

58,44 m ü. NHN



0,50 m, Ackerboden, Mutterboden, dunkelbraun

1,50 m, Schluff, schwach sandig bis sandig, braun, steif bis weich

0,60 m, Feinsand, stark schluffig bis schluffig, braun bis beigebraun, mitteldicht gelagert

2,40 m, Kies, sandig, grau, mäßig gerundet, mitteldicht gelagert, trocken gelotet

Maßstab: 1:25

Projekt:	**B-Plan Ro23, Bornheim-Roisdorf**		
Bohrung:	**RKS 8**		
Projektnr.:	19/01/4775	Anlage:	4.8
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	04.02.2019
Ansatzhöhe:	58,44 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	He./Ax., Se.	Auftraggeber:	Fuhrweg Projekt GmbH

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

Anlage 5

Siebung und Versickerungsversuche

GBU
GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT GMBH

Bearbeiter: Pr. Datum: 19.02.2019

Körnungslinie

B-Plan Ro 23, Bornheim-Roisdorf

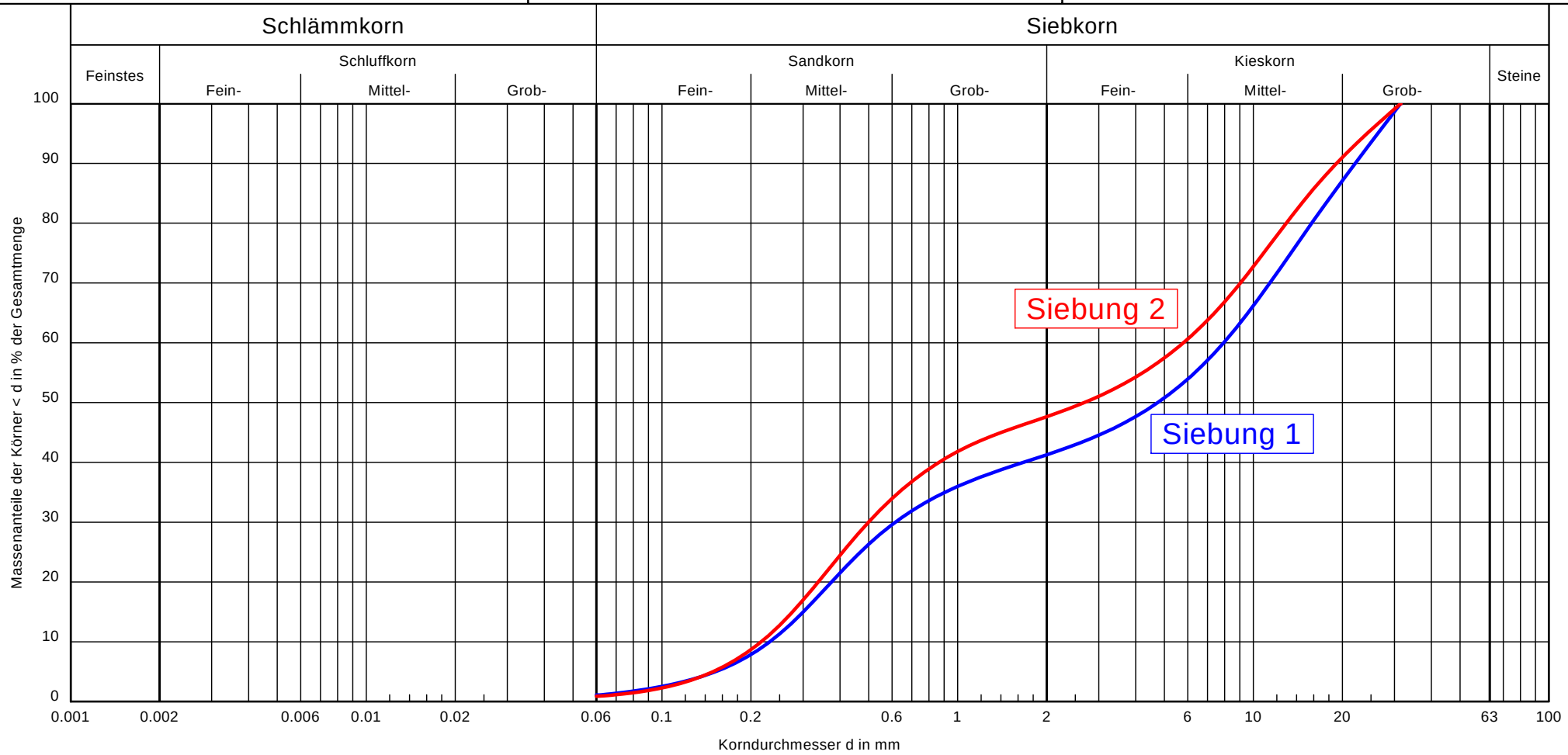
Projekt-Nr.: 19/01/4775

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am: 04.02.2019

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebanalyse mit Nassabtrennung der Feinbestandteile



Bezeichnung:	Siebung 1	Siebung 2
Entnahmestelle:	5/4, 6/4, 7/4, 8/4	1/4, 2/4, 3/5, 4/4
Tiefe:	2,2 - 5,0 m	2,1 - 5,0 m
Bodenart:	S, G	S, G
k [m/s] (Seiler):	$2.7 \cdot 10^{-4}$	$1.7 \cdot 10^{-4}$
U/Cc:	34.3/0.2	26.8/0.2
Bodengruppe	GI	GI

Bemerkungen:

Bodenarten nach DIN 18196
Korngrößenverteilung nach DIN 18123

Anlage:
5

Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (kf-Wert) nach USBR Earth Manual

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	B-Plan Ro 23	**Bearb.:**	He.
	Projektnr.:	19/01/4775	**Anl.:**	5.1.1
	Versuch - Nr.:	VS 1 (RKS 1)	**Datum :**	04.02.19

	Überstand der Verrohrung über GOK	20 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	20 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	80 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	420 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	520 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	1145 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	625 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	36756,6 cm³ in	90 sec
	c) Die Wartezeit betrug:	45 min	
	d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU = 520 / 1145 =	0,45
		TU / A = 1145 / 420 =	2,7
	maßgebend: Formel I		
	Formel II	x	

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

A / H = / =

H / r = / = #WERT!

→ 137 = Cu

K = ——— = cm/sec

x x = **m/sec**

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

A / r = 420 / 3 = 140,0

→ 135 = Cs

$K = \dfrac{816{,}81}{(135 + 4) \times 3 \times r \times (1145 + 520\ \#)}$ = 1,57E-03 cm/sec

= **1,57E-05 m/sec**

Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (kf-Wert) nach USBR Earth Manual

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

Projekt:	B-Plan Ro 23	**Bearb.:**	He.
Projektnr.:	19/01/4775	**Anl.:**	5.1.2
Versuch - Nr.:	VS 4 (RKS 4)	**Datum :**	04.02.19

	Überstand der Verrohrung über GOK	10 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	10 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	90 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	410 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	510 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	1135 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	625 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	

a) Versickerte Wassersäule im Standrohr

b) Versickerte Wassermenge Q: 35342,9 cm³ in 60 sec

c) Die Wartezeit betrug: 45 min

d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)

H / TU = 510 / 1135 = 0,45

TU / A = 1135 / 410 = 2,8

maßgebend: Formel I

Formel II x

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

A / H = / =

H / r = / = #WERT!

→ 137 = Cu

K = = cm/sec

x x = **m/sec**

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

A / r = 410 / 3 = 136,7

→ 130 = Cs

$K = \frac{1178{,}10}{(130 + 4) \times 3 \times r \times (1135 + 510\ \#)}$ = 2,37E-03 cm/sec

= **2,37E-05 m/sec**

Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (kf-Wert) nach USBR Earth Manual

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	B-Plan Ro 23	**Bearb.:**	He.
	Projektnr.:	19/01/4775	**Anl.:**	5.1.3
	Versuch - Nr.:	VS 6 (RKS 6)	**Datum :**	04.02.19

	Überstand der Verrohrung über GOK	10 cm
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	10 cm
a =	Tiefe der Verrohrung	90 cm
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	410 cm
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	510 cm
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	1135 cm
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	625 cm
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm

a) Versickerte Wassersäule im Standrohr

b) Versickerte Wassermenge Q: 26860,6 cm³ in 60 sec

c) Die Wartezeit betrug: 45 min

d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)

H / TU = 510 / 1135 = 0,45

TU / A = 1135 / 410 = 2,8

maßgebend: Formel I

Formel II x

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

A / H = / =

H / r = / = #WERT!

→ 137 = Cu

K = = cm/sec

x x = **m/sec**

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

A / r = 410 / 3 = 136,7

→ 132 = Cs

$K = \frac{895{,}35}{(132 + 4) \times 3 \times r \times (1135 + 510\ \#)}$ = 1,78E-03 cm/sec

= **1,78E-05 m/sec**

Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (kf-Wert) nach USBR Earth Manual

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT				
	Projekt:	B-Plan Ro 23	**Bearb.:**	He.
	Projektnr.:	19/01/4775	**Anl.:**	5.1.4
	Versuch - Nr.:	VS 7 (RKS 7)	**Datum :**	04.02.19

	Überstand der Verrohrung über GOK	90 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	90 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	110 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	390 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	590 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	1215 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	625 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	

a) Versickerte Wassersäule im Standrohr

b) Versickerte Wassermenge Q: 36756,6 cm³ in 60 sec

c) Die Wartezeit betrug: 45 min

d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)

H / TU = 590 / 1215 = 0,49

TU / A = 1215 / 390 = 3,1

maßgebend: Formel I

Formel II x

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

A / H = / =

H / r = / = #WERT!

→ 137 = Cu

K = = cm/sec

x x = **m/sec**

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

A / r = 390 / 3 = 130,0

→ 125 = Cs

$K = \frac{1225{,}22}{(125 + 4) \times 3 \times r \times (1215 + 590\ \#)}$ = 2,24E-03 cm/sec

= **2,24E-05 m/sec**