



GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT GMBH

Geohydrologische Beurteilung

ZUR VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT DES UNTERGRUNDES

Projekt: **B-Plan 10 „Am Friedhof“,
Rheinbach-Oberdrees**

Projekt-Nr.: 17/04/3637

Auftraggeber: Dalitz Immobilien
Jennerstraße 11-13
53332 Bornheim

Auftragnehmer: GBU oHG
Auf dem Schurweßel 11
53347 Alfter

Stand: 22.12.2017

Bearbeitung:

GBU oHG
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:

Dipl.-Geogr. Claudia Grünewald
gruenewald@gbu-consult.de

Aufgestellt:

Alfter, 22.12.2017

INHALTSVERZEICHNIS

0	AUFTRAG	4
1	UNTERLAGEN	4
2	LAGE / ÖRTLICHE SITUATION	4
3	NATURRÄUMLICHER ÜBERBLICK	5
3.1	Geographischer Überblick.....	5
3.2	Geologischer Überblick	6
3.3	Hydrologischer / Hydrogeologischer Überblick.....	6
4	DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	7
5	ÖRTLICHE BODEN- UND WASSERVERHÄLTNISSE	8
5.1	Schichtenabfolge	8
5.2	Wasserführung im Baugrund	9
6	WASSERDURCHLÄSSIGKEIT	10
6.1	Versickerungsversuch.....	10
6.2	Siebanalyse	11
7	BEURTEILUNG.....	12
7.1	Versickerungsmulden	13
7.2	Rigole	13
8	AUSFÜHRUNGSEMPFEHLUNGEN.....	14
8.1	allgemeine Hinweise	14
8.2	Zusätzliche standortspezifische Hinweise.....	15
9	SCHLUSSBEMERKUNGEN.....	16

Anlagenverzeichnis

1. Topographische Karte
2. Geologische Karte
3. Lageplan
4. Bohr-/Rammprofile
5. Auswertung Versickerungsversuch
6. Siebanalyse
7. Systemskizze Rigole

0 Auftrag

In Rheinbach-Oberdrees soll ein neues Wohngebiet entstehen. Im Rahmen der Vorplanung ist die Möglichkeit der Versickerung von Niederschlagswasser zu prüfen.

Unser Büro wurde vom Auftraggeber Dalitz Immobilien, mit der Erstellung einer geohydrologischen Beurteilung beauftragt. Auftragsgrundlage ist unser Angebot AN1704029 vom 21.04.2017.

Im Nachgang zu den im Juni durchgeführten Untersuchungen, wurden im Dezember 2017 Ergänzende Untersuchungen durchgeführt.

Mit dem Gutachten sind die hydrologischen und hydrogeologischen Verhältnisse am Projektstandort darzustellen und zu erläutern. Auf Basis aller Aufschlussergebnisse ist zu ermitteln, ob auf dem betrachteten Gelände eine Versickerung von Niederschlagswasser möglich ist.

1 Unterlagen

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

- Vorentwurf Variante C, M 1:1000, Stand 09.03.2017, Stadtplanung Pütz, Hollandstraße 20, 53881 Euskirchen

Benutzt wurden darüber hinaus folgende Karten:

- Topographische Karte, Blatt 5307 Rheinbach, Maßstab 1:25.000
- Geologische Karte, Blatt 5307 Rheinbach, Maßstab 1:25.000

2 Lage / Örtliche Situation

Das projektierte Baufeld liegt am Nord-Ost-Rand in der Ortschaft Oberdrees bei Rheinbach. Im Nordosten grenzt es an die Bundesstraße B266 und im Westen und Süden an bestehende Wohnbebauung (s. Abbildung 1). Im Osten schließen sich landwirtschaftlich genutzte Flächen an. Zum Zeitpunkt der Geländeuntersuchungen war die zu untersuchende Fläche landwirtschaftlich genutzt.

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

© Länd NRW 2017

Das Gelände weist ein leichtes Gefälle nach Nordosten auf, die Geländehöhe liegt bei ca. 157,5 - 159,0 m NHN.

Die nächstgelegene, unverrohrte Vorflut bildet der direkt östlich angrenzende Greesgraben.

Die untersuchte Fläche liegt in der Wasserschutzzone III B des geplanten Wasserschutzgebietes „Heimerzheim“.

3 Naturräumlicher Überblick

3.1 Geographischer Überblick

Die Untersuchungsfläche liegt im südlichen Teil des naturräumlichen Raumes des Ville-Rückens. Dieser bildet mit seiner nordnordwest-südsüdöstlichen Erstreckung den Anstieg zur Eifel im Westen und ist östlich durch den steilen Abfall zur Kölner Bucht hin begrenzt. Die Morphologie des Naturraumes des Ville-Rückens ist durch das schwach bis mittelmäßig zertalte Landschaftsbild geprägt. An der Abbruchkante zur Kölner Bucht im Osten herrscht eine hohe, ansonsten eher eine schwache Reliefenergie vor. Der Ville-Rücken bildet morphologisch und geologisch bedingt eine lokale Wasserscheide zwischen Rhein und Swist.

3.2 Geologischer Überblick

Die Ville-Scholle ist eine Hochscholle, östlich des Erft-Sprungs gelegen. Der Westrand der Ville ist von Verwerfungen geprägt, an denen der Swist-Erfttalgraben abgesunken ist, den Ostrand bildet der Einbruch der Niederrheinischen Bucht. Die Ville ist also ein geologischer Horst, der allerdings am Westrand durch die Aufschüttungen von Erft und Swist teilweise wieder bis zur Oberkante des Horstes verfüllt ist, so dass die Abbruchlinie nicht so deutlich hervortritt, wie zum Osten hin. Der Ville-Rücken wird seit dem Tertiär, verstärkt seit dem Quartär, tektonisch herausgehoben.

Das nähere Untersuchungsgelände liegt im Randbereich des devonischen Grundgebirges, im Übergang zu den Hauptterrassenkiesen des Rheins und den darunterliegenden tertiären Sanden und Tonen. Die geologischen Einheiten sind im Untergrund durch Verwerfungen getrennt. Im Tertiär kam es außerdem durch subtropische Klimabedingungen zur tiefgründigen Verwitterung des devonischen Grundgebirges. Der Gehängeschutt dieses Grundgebirges ist verbreitet zu finden.

Im Pleistozän (Eiszeitalter) lagerte sich der aus den Schotterfluren herausgeblasene Feinkornanteil oft in mehreren Generationen übereinander als Löß oder Flugsand ab. Der Löß ist im oberen Bereich der Bodenschichten durch Entkalkung und Verwitterung zu Lößlehm umgewandelt.

3.3 Hydrologischer / Hydrogeologischer Überblick

Der hydrogeologische Aufbau der Ville-Scholle passt sich im Wesentlichen dem bekannten geologischen Schollenaufbau dieser tektonischen Einheit an. Für ingenieurgeologische Fragen ist im Allgemeinen nur das oberste Grundwasserstockwerk von Bedeutung, welches die Deckschichten über den Verwitterungstonen des devonischen Grundgebirges bzw. die tertiären Tonen umfasst.

Die schluffigen, teilweise tonig-sandigen, Deckschichten besitzen nur eine geringe Durchlässigkeit. Die Durchlässigkeit der sandig-kiesigen Schichten ist entsprechend höher.

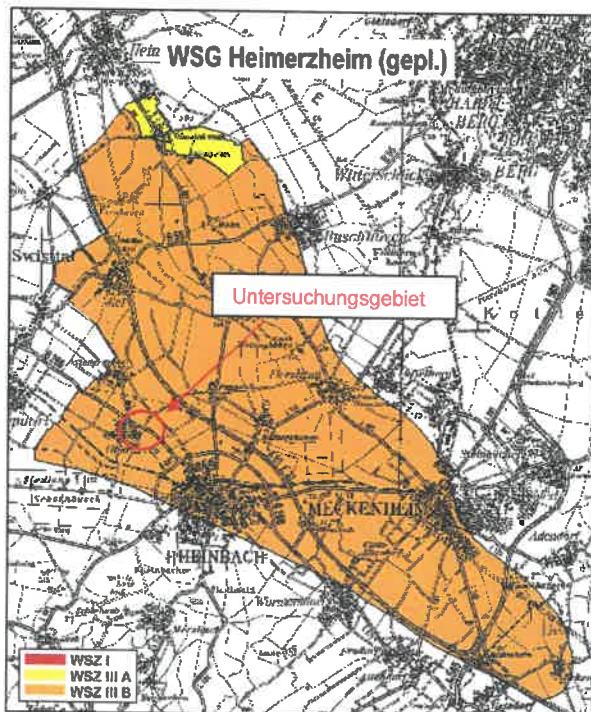
Die generelle Grundwasserfließrichtung im Bereich Rheinbach ist nach Norden hin gerichtet und auf die vorliegende Topographie und die großräumige Geologie zurück zu führen. Vom erhöhten devonischen Grundgebirge im Süden läuft das Wasser in die tieferliegende nördliche Schotterebene. Die die Schotter unterlagernden tertiären

wasserstauenden Schichten fallen ebenfalls nach Nord bzw. Nord-West ein, so dass das Wasser auch im Untergrund in diese Richtung abgeleitet wird.

Der Grundwasserstand ist von den lokalen geologischen Gegebenheiten abhängig.

Die hydrogeologischen Verhältnisse im engeren Untersuchungsgebiet sind durch das Staffelbruchsystem kompliziert und können mitunter auf engem Raum signifikante Änderungen erfahren.

Abbildung 2: Wasserschutzgebiet (geplant) Heimerzheim



Die untersuchte Fläche liegt in der Wasserschutzzone III B des geplanten Wasserschutzgebietes „Heimerzheim“.

4 Durchgeführte Untersuchungen

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

Vier der fünf Bohrungen wurden zur Durchführung von Versickerungsversuchen als open end test gemäß USBR Earth Manual mit einer HDPE-Rohrgarnitur ausgebaut.

Die Ergebnisse der Aufschlussbohrungen und Sondierungen wurden gem. DIN EN ISO 14688 in Schichtprofilen dargestellt (siehe Anlage 4).

Es wurden insgesamt 28 Bodenproben entnommen. Aus 4 Proben aus den anstehenden Gesteinsschutt-/Schottersschichten wurde eine Mischprobe erstellt und eine Bestimmung der Korngrößenverteilung (Siebung) nach DIN 18123 durchgeführt (siehe Anlage 7). Aus den erstellten Sieblinien wurde der hydraulische Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert nach Beyer) bestimmt.

Die Ergebnisse aller in diesem Zusammenhang durchgeführten Untersuchungen sind in die vorliegende Beurteilung eingeflossen.

5 Örtliche Boden- und Wasserverhältnisse

5.1 Schichtenabfolge

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

- Oberflächlich verlehmtter Löß über Eifelschottern
- Eckiger Gesteinsschutt und Eifelschotter in Mischung

Im Bereich des Untersuchungsfeldes stellt sich die Abfolge der Bodenschichten konkret wie folgt dar:

- Zuerst wurde ein 0,40 m bis 1,00 m mächtiger humoser **Oberbodenhorizont** auf dem Gelände angetroffen.
- Unterhalb des Oberbodens wurde auf dem Gelände weitgehend ein schwach sandiger **Schluff (Löß)** an (RKS 1, RKS 2). An den Standorten wurden Mächtigkeiten von bis zu 0,5-1,90 m bzw. eine maximale Tiefe von 2,40 m u. GOK ermittelt. Das Material wies eine weich bis steif-halbfeste Konsistenz auf. An der RKS 2 und der RKS 5 sind Sandschichten zwischen- bzw. nachgeschaltet.
- An RKS 3 wurde eine **anthropogene Auffüllung** mit einer Mächtigkeit von 0,70 m erbohrt, die größtenteils aus einem schwach schluffigen, kiesigen Sand besteht.

- Unterhalb des Schluffes bzw. der aufgefüllten Bodenschichten steht eine Schicht aus **Gesteinsschutt/Schotter** an. Die Schicht besteht aus Gemengteilen der Korngrößen Steine, Kies, Sand und Schluff.
- Es folgen weiterhin sandige **Schluffschichten** von weicher bis weich-steifer Konsistenz. Auch hier sind teilweise Sand- bzw. Schuttlagen eingeschaltet.

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.

5.2 Wasserführung im Baugrund

Grundwasser wurde zum Zeitpunkt der Untersuchungen bis in eine Tiefe von 5,0 m u. GOK nicht angetroffen.

Nach Auswertung der vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen veröffentlichten Daten der Grundwassermessstelle 071138006 - OBERDREES ZBR 396 lag der höchste gemessene Grundwasserstand bei 154,80 m NHN (1970). Der Standort der GWMS liegt ca. 500 m westlich des Untersuchungsgeländes und weist eine Geländehöhe von 157,26 m NHN auf. Eine weitere Messstelle (279488014 – Oberdrees) ca. 150 m südlich des Untersuchungs-geländes, weist einen maximalen Grundwasserstand von 154,14 m NHN (2016). Die Messstelle liegt auf 160,18 m NHN.

Ausgehend von einer relativ ebenen, gleichmäßigen Grundwasseroberfläche im Bereich Oberdrees würde dies einem minimalen Flurabstand von ca. 2,7 – 4,8 m am Untersuchungsort entsprechen.

Das Kartenwerk des Erftverbandes (Grundwassergleichenplan 1. Grundwasserstockwerk, Stand Okt. 2016) zeigt für das Untersuchungsgebiet eine Grundwassermächtigkeit von < 2 m an.

6 Wasserdurchlässigkeit

6.1 Versickerungsversuch

Zur Erkundung der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes wurden vier Versickerungsversuche zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes als open end test gemäß dem USBR Earth Manual durchgeführt. Hierzu wurden die Rammkernsondierungen mit einem wirksamen Bohrdurchmesser von 60 mm bis in eine Tiefe von 5,0 m abgeteuft und der Schichtenaufbau aufgenommen.

Die Versickerungsbohrung wurde mit einer HDPE – Vollrohrgarnitur ausgebaut und mit einer Quelltonabdichtung zur Oberfläche hin versehen.

Die Lage aller durchgeführten Bohrungen ist dem Lageplan in Anlage 3 zu entnehmen.

Der Profilaufbau der zum Versickerungsversuch ausgebauten Rammkernsondierung ist dem Schichtenverzeichnis nach DIN 4023 in der Anlage 4 zu entnehmen.

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 (Anlage 5).

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.

Die Auswertung erfolgte nach dem USBR Earth Manual. Der nach dem Gesetz von DARCY für die Bodenschicht ermittelte k_f -Wert liegt bei:

Tabelle 1: k_f -Wertermittlung aus dem Versickerungsversuch

Versuch	Bodenart	Tiefe (m)	k_f -Wert
VS 1 (RKS 1)	Gesteinsschutt / Schotter, Schluff	1,5-5,0	$5,60 \times 10^{-6} \text{ m/s}$
VS 2 (RKS 2)	Gesteinsschutt / Schotter, Schluff	1,8-5,0	$4,35 \times 10^{-6} \text{ m/s}$
VS 3 (RKS 3)	Gesteinsschutt / Schotter, Schluff	1,4-5,0	$3,69 \times 10^{-6} \text{ m/s}$
VS 5 (RKS 5)	Gesteinsschutt / Schotter, Schluff	1,7-5,0	$3,80 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

Nach DIN 18130 sind die anstehenden Bodenschichten als **durchlässig** zu klassifizieren (s. Tabelle 4).

Tabelle 2: 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

6.2 Siebanalyse

Aus den gewachsenen, grobkörnigen Bodenschichten der Bohrungen wurde Probenmaterial entnommen (Entnahmetiefe zwischen 1,5 m und 4,2 m u. GOK). Mithilfe einer Siebanalyse gemäß DIN 18123 wurde eine Körnungslinie erstellt (s. Anlage 6). Das Material wurde im Hinblick auf die generelle Kornzusammensetzung untersucht und der Durchlässigkeitsbeiwert (k_f-Wert [m/s]) nach *Beyer* bestimmt.

Bei den untersuchten Proben handelt es sich um Gesteinsschutt-/Schotterschichten. In Bezug auf die Korngröße handelt es sich bei den Bodengruppen nach DIN 18196 um stark schluffige Kiese (GU*).

Das Verfahren nach *Beyer* 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 % (d₁₀) entspricht. Demnach ergibt sich nachfolgende Gleichung zur Bestimmung des k_f-Wertes nach *Beyer*:

➤ $k_f = C * d_{10}^2 * (0,70 + 0,03 \Theta)$; mit der Anwendungsgrenze

C ist abhängig von C_u;
 $C_u = 1 \leq d_{60}/d_{10} \leq 25$;
 $d_{10} = \leq 0,06 - \leq 0,6$;
 mit $\Theta = 10$ °C für die mittlere
 GW-Temperatur ergibt der
 Klammerausdruck = 1

In der nachfolgenden Tabelle ist der ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert anhand der Siebung aufgeführt:

Tabelle 3: Durchlässigkeitsbeiwert ermittelt nach Beyer

Probe	Einzelproben (Tiefe in m u. GOK)	Bodenart	Durchlässigkeitsbeiwert k_f - Wert nach Beyer
MP 1	1/3 (1,5-4,2 m) 2/4 (2,1-4,1 m) 3/1 (1,7-3,6 m) 3/4 (3,8-4,1 m)	Steine, kiesig, sandig, schluffig	Wegen zu hohem Schluffanteil nicht auswertbar

Die Zusammenstellung der Mischprobe erfolgte nach Schichtkriterien.

Das anstehenden Gesteinsschutt-/Schotter-schichten der MP 1 lassen eine Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes nach den einschlägigen Labormethoden aufgrund ihres hohen Schluffanteils nicht zu.

7 Beurteilung

Voraussetzung für die Versickerung ist eine hinreichende Durchlässigkeit und ein ausreichendes Speichervermögen des Untergrundes/Bodens, sowie ein ausreichender Abstand zur mittleren höchsten Grundwasseroberfläche.

Die Auswertung der durchgeführten **Feldversuche** zeigt einen Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert), der im Mittel bei $k_f = 4,36 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ liegt. Bei den **Laborversuchen** konnte **kein Durchlässigkeitsbeiwert ermittelt** werden.

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. Somit ergibt sich für den Feldversuch ein Bemessungswert von $k_f = 8,72 \times 10^{-6} \text{ m/s}$. Wir empfehlen, für die Bemessung einer Versickerungsanlage folgenden Bemessungswert anzusetzen:

$$k_f = 9,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

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

7.1 Versickerungsmulden

Als Grenz-Durchlässigkeitsbeiwert für die Wasseraufnahme ist bei einer **oberflächennahen Versickerungsanlage (Mulde)** von einem **k_f - Wert $\geq 5,0 \times 10^{-6}$ m/s** auszugehen. 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 meist **schluffige Schichten** angetroffen. Diese weisen erfahrungsgemäß niedrigere k_f -Werte als $5,0 \times 10^{-6}$ auf. Daher sollte unserer Einschätzung nach eine Versickerung des Niederschlagswassers über Mulden für das Plangebiet nicht angestrebt werden.

7.2 Rigole

Eine Rigole ist ein unterirdischer Graben, um eingeleitetes Regenwasser aufzunehmen und zu versickern. Dazu ist eine Rigole mit Kies oder anderen, kontaktersionssicher abgestuften Materialien ausgefüllt. Es wird ein zusätzlicher unterirdischer Speicherraum geschaffen. Der Vorteil der Rigole liegt vor allem darin, dass sie unterirdisch angeordnet wird und an der Oberfläche nicht sichtbar und ggfs. überplanbar ist. Eine Funktionsfähigkeit ist auch bei einer geringeren Durchlässigkeit noch gegeben. Aufgrund der fehlenden belebten Bodenzone fehlt jedoch auch die Reinigungswirkung der Anlage, so dass hier nur unverschmutztes Wasser versickert werden kann. Als Grenz-Durchlässigkeitsbeiwert ist für ein solches System von einem **k_f -Wert $\geq 1,0 \times 10^{-6}$ m/s** auszugehen.

Die **Anforderung** an die Durchlässigkeit des Untergrundes nach DWA Arbeitsblatt A138 werden für die Böden auf dem gesuchten Gelände ab einer Teufe von etwa 1,5-2,1 m u. GOK (Gesteinsschutt-/Schotterschichten) **erfüllt**. Bei Einrichtung einer Rigole ist in jedem Fall eine Einbindung der Sohle in diese Schicht sicherzustellen.

Ein ausreichender Abstand zum Grundwasser ist durch entsprechende Planung der Versickerungsanlagen möglich.

Eine Versickerung des Niederschlagswassers über Rigolen ist damit im Grundsatz möglich und kann empfohlen werden.

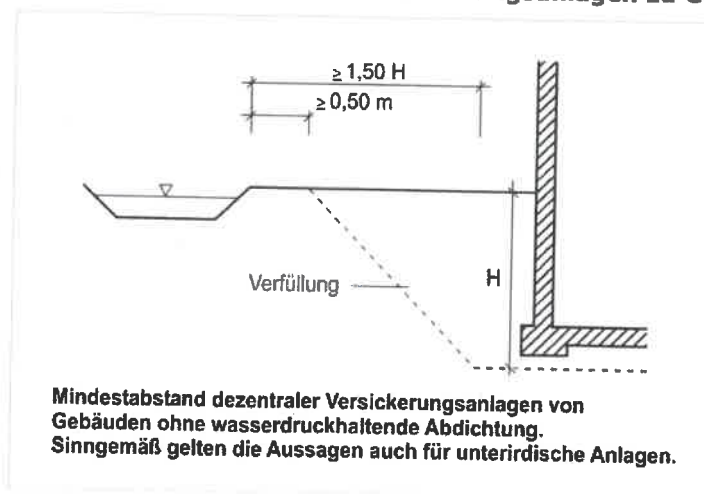
8 Ausführungsempfehlungen

8.1 allgemeine Hinweise

Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten wird grundsätzlich empfohlen, auf Dachflächen anfallendes Niederschlagswasser dezentral, z.B. über Rigolen zu versickern. 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 Anlage ist so zu planen und zu bauen, dass im Versagensfall ein Schaden durch eine etwaige Überflutung ausgeschlossen ist.

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 einer Verschlammung der Rigole vorzubeugen, sollte an jeder Einleitstelle ein Feststoffsammler vorgeschaltet werden. Von diesem aus sollten, zwecks besserer Verteilung des Wassers, Rohre in die Rigole eingebaut werden (siehe auch Systemskizze Anlage 7). Die Rigole sollte, um eine volle Funktionsfähigkeit zu gewährleisten, ca. 30-50 cm in die durchlässigen Gesteinsschutt-/Schotterschichten einbinden. Die rechnerische Rigolenhöhe ist ab Unterkante Zuleitung (nach Filter) zu messen (siehe Anlage 7).

Abbildung 3: Kriterien für den Abstand von Versickerungsanlagen zu Gebäuden



Die Rigolen sind unter Berücksichtigung vorgeschriebener Abstände von unterkellerten Bauwerken und Grundstücksgrenzen zu erstellen.

Der Abstand der Versickerungsanlage zu Grundstücksgrenzen ist so zu wählen, dass eine Beeinträchtigung des Nachbargrundstücks auszuschließen ist. Als Richtwert kann ein Abstand von 3,0 m angenommen werden. Außerdem ist der Abstand der Rigole zu den umliegenden Gebäuden so zu wählen, dass diese nicht negativ beeinflusst werden (siehe Abb. 3).

Liegen die Zuläufe in die Rigole so tief, dass die vorgesehene Überdeckung nicht ausreicht, ist die Rigole entsprechend anzupassen.

8.2 Zusätzliche standortspezifische Hinweise

Der ermittelte k_r -Wert liegt am unteren Ende des möglichen nutzbaren Spektrums. Die Ursache hierfür liegt im hohen Feinkornanteil und in der hohen Lagerungsdichte des Materials. Des Weiteren ist die Verschlechterung der Durchlässigkeit während des Betriebes der Rigole nicht zu vernachlässigen. Daher sollte die Rigole in jedem Fall größer geplant werden als rechnerisch notwendig, um die Funktion über längere Zeit zu gewährleisten.

Im Bereich der RKS 3 und RKS 5 wurde nur eine geringe nutzbare Mächtigkeit der versickerungswirksamen Schicht ermittelt.² Dies ist ungünstig für eine Versickerung an diesem Standort. Es wird davon abgeraten eine Versickerung in diesem Bereich zu platzieren.

Der Grundwasserstand ist bei ungefähr 154,80 m NHN anzusetzen. Es muss ein Abstand von mind. 1 m zwischen Versickerungsanlage und Grundwasser gewährleistet werden. D.h. die Sohle der Versickerungsanlage sollte nicht tiefer als 155,80 m NHN liegen.

Unter Beachtung einer frostfreien Verlegung der Zuleitungen kann, je nach Lage auf dem Feld nur eine geringe Rigolenhöhe eingesetzt werden.

Als Alternative zu einer Kiesrigole, besteht die Möglichkeit vorgefertigte Rigolenkästen zu nutzen. Diese haben einen höheren Speicherkoeffizienten, so dass die Rigole, bei gleicher Rückhalteleistung wie eine Kiesrigole, kleiner (Fläche oder Tiefe) gehalten werden kann. Aufgrund der Bodenverhältnisse und der Tiefenlage der versickerungsfähigen Schicht wird generell empfohlen, geplante Keller in WU-Beton auszuführen.

Auf dem Flurstück 9 und im Bereich der Bohrung 5 wird beim Einsatz von Rigolen empfohlen auf den Bau von Kellern zu verzichten. Keller in diesen Bereichen würden von der Tiefenlage her durch die versickerungsfähigen Schichten hindurch reichen und im

Bereich des Wasserstauers gründen. Sie verringern dadurch das Wasseraufnahmepotential der versickerungsfähigen Schicht. Außerdem wären die Kellerräume womöglich von drückendem Wasser umgeben.

Des Weiteren sollte die Sohle der Rigolen örtlich, wenn möglich, unter der Kellersohle zu liegen kommen. Außerdem sollten die Rigolen in größtmöglichem Abstand zu Gebäuden erstellt werden.

9 Schlussbemerkungen

Dieses Gutachten ist von unserem Auftraggeber oder dessen Vertreter allen am Bau maßgeblich Beteiligten vollständig zur Kenntnis zu bringen und ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich.

Änderungen in den Grundlagen und vom Gutachten abweichende Bauausführungen bedürfen daher der Überprüfung und der Zustimmung der Unterzeichner.

Der Bericht gibt den Kenntnisstand vom 22. Dezember 2017 wieder.

GBU

Geologie-, Bau- & Umweltconsult

Beratende Geologen und Geotechniker BDG/DGG/DGGT

Alfter, den 22. Dezember 2017

Die Gutachter



GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT GMBH
BERATENDE GEOLOGEN & GEOTECHNIKER BDG/DGG/DGGT

AUF DEM SCHURWEDEL 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)



Dipl.-Geogr. Claudia Grünewald
(Projektbearbeiter)

Anlagen

Anlage 1

Topographische Übersicht

Ausschnitt aus der Topographischen Karte Blatt 5307 Rheinbach



Projekt: Versickerung, B-Plan 10, Rheinbach-Oberdrees

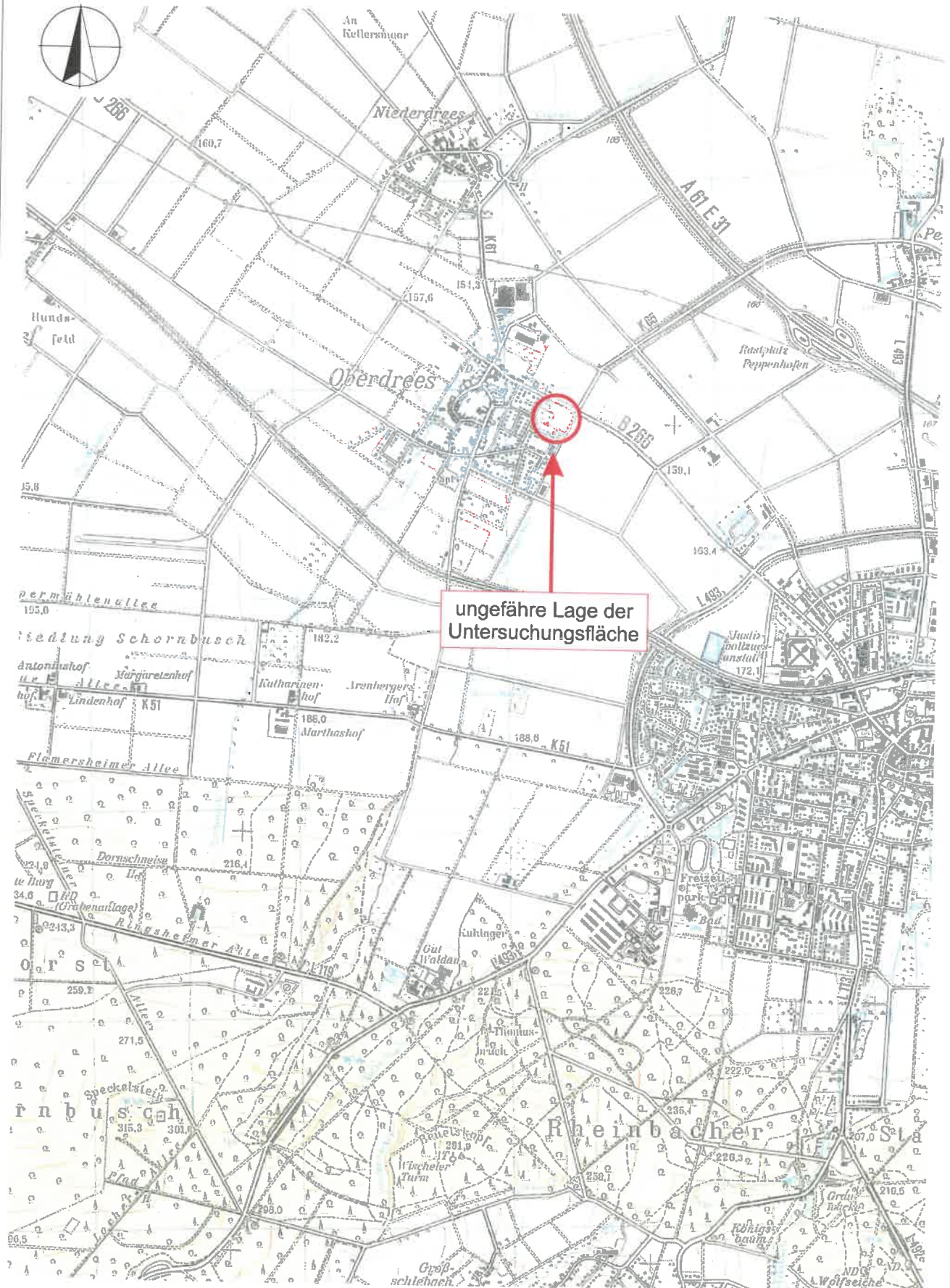
Projekt-Nr: 17/04/3637

Bearbeiter: Bo.

Maßstab: 1:25.000

Anlage: 1

Datum: 11.07.2017



Anlage 2

Geologische Übersicht

**Ausschnitt aus der Geologischen Karte
Blatt 5307 Rheinbach**



Projekt: Versickerung, B-Plan 10, Rheinbach-Oberdrees

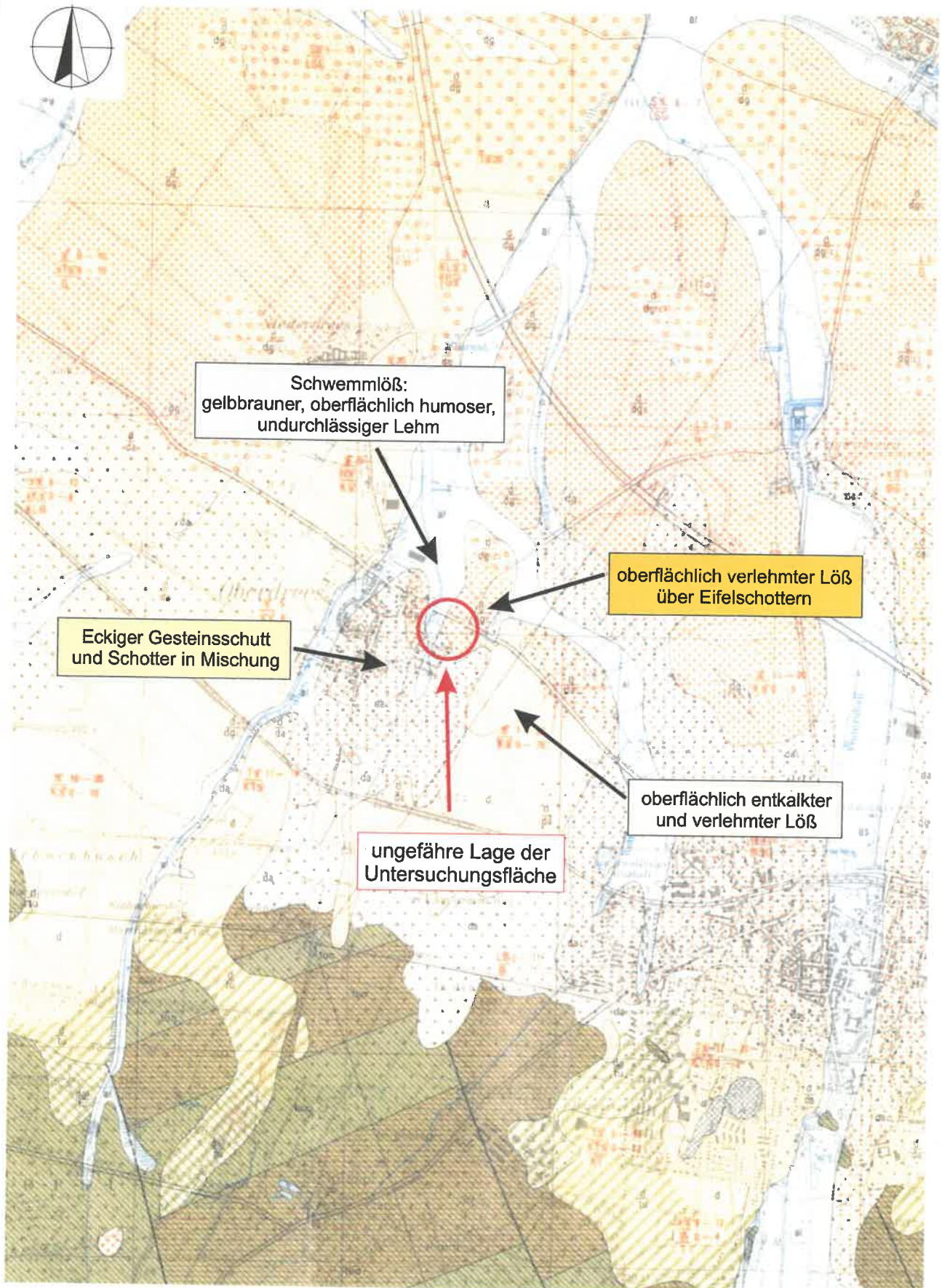
Projekt-Nr: 17/04/3637

Bearbeiter: Grü.

Maßstab: 1:25.000

Anlage: 2

Datum: 22.05.2017



Anlage 3

Lageplan

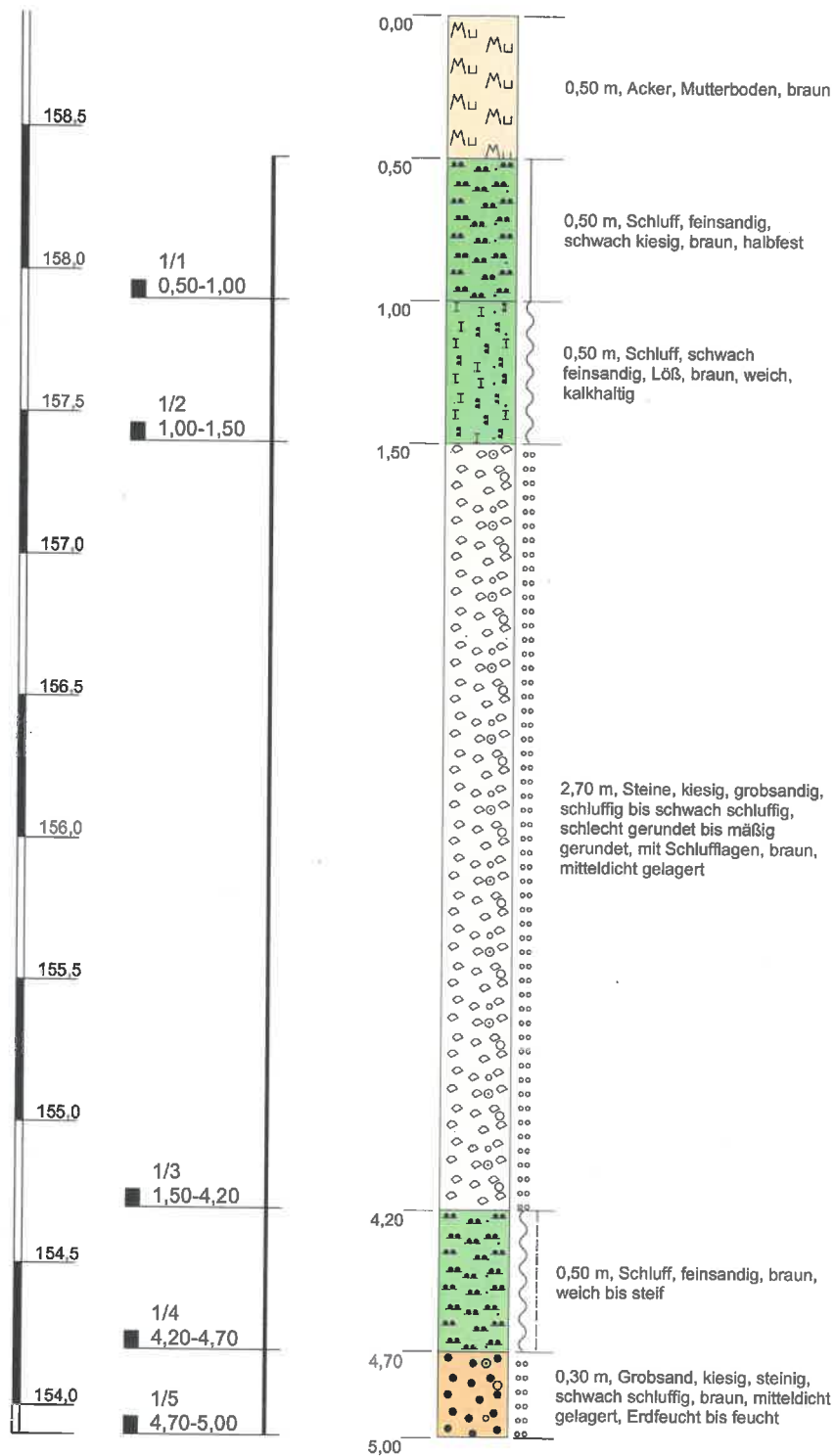


Anlage 4

Bohrprofile

158,90 m ü. NHN

RKS 1



Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan 10, Rheinbach-Oberdrees

Bohrung: RKS 1

Projektnr.: 17/04/3637

Anlage: 4.1

Lage: siehe Lageplan

Datum: 12.06.2017

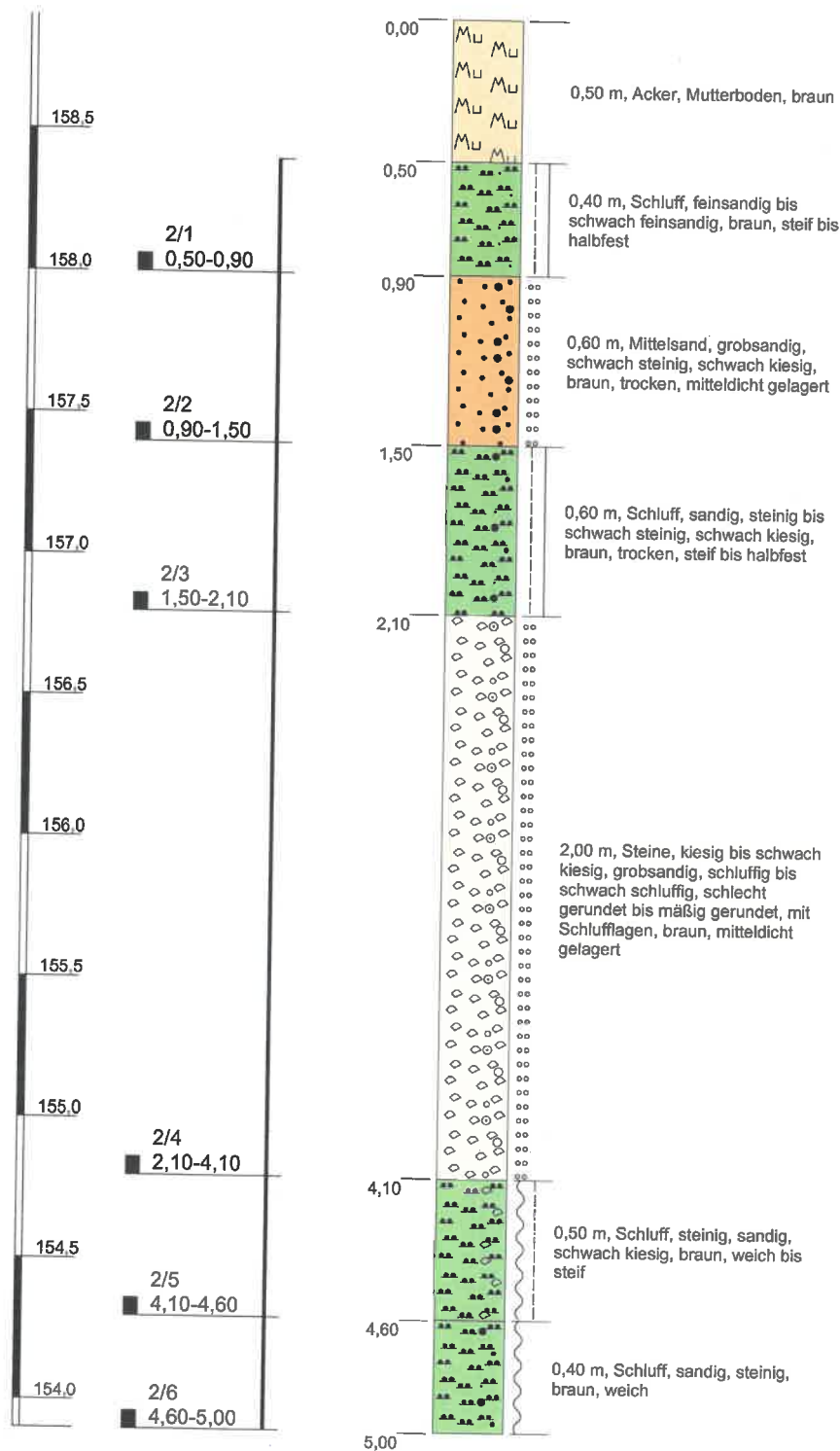
Ansatzhöhe: 158,90 m ü. NHN

Endtiefe: 5,00 m

Bearbeiter: Ne./Ax., Bo.

Auftraggeber: Dalitz Immobilien

158,90 m ü. NHN

RKS 2


Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan 10, Rheinbach-Oberdrees

Bohrung: RKS 2

Projektnr.: 17/04/3637

Anlage: 4.2

Lage: siehe Lageplan

Datum: 12.06.2017

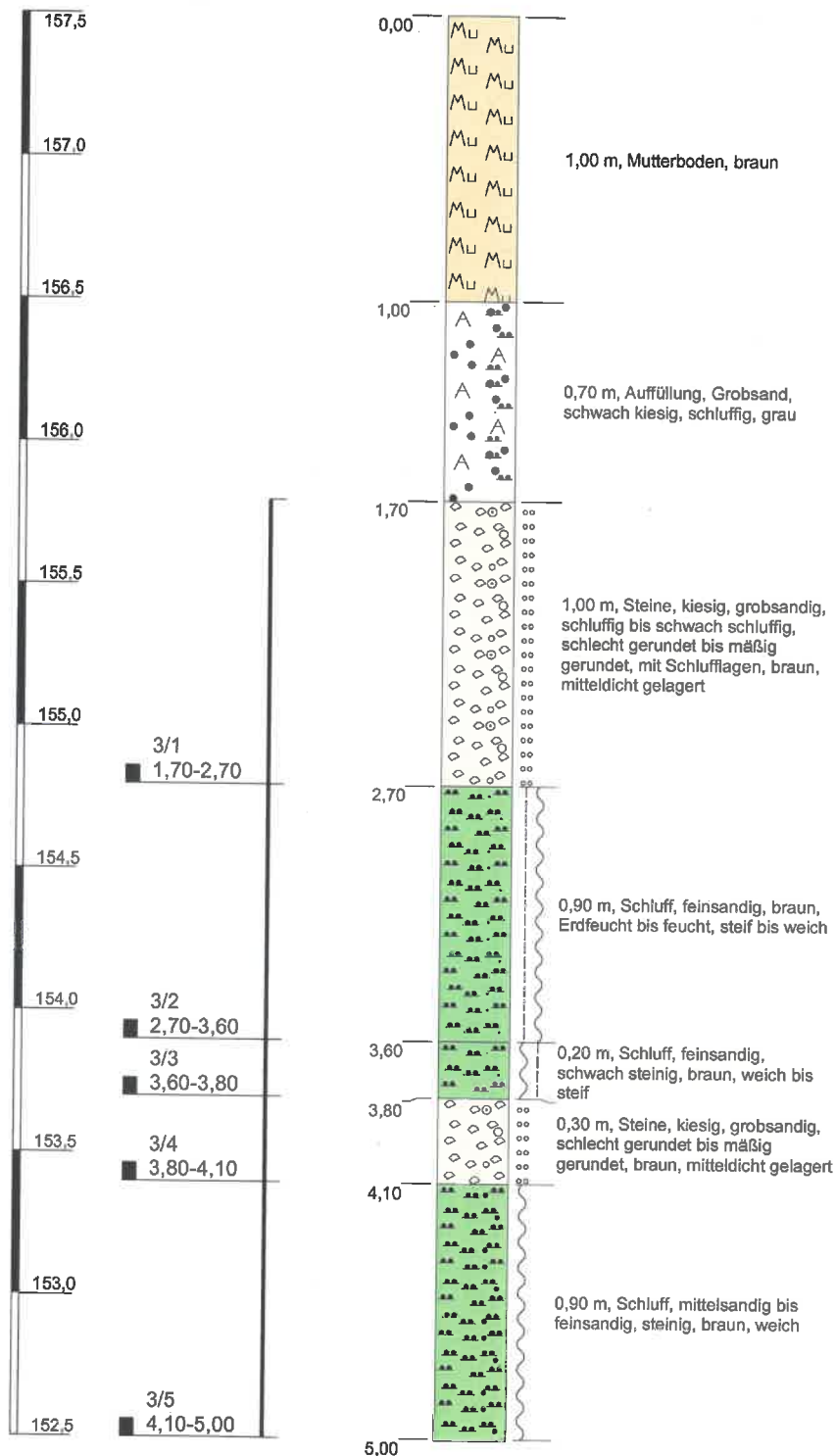
Ansatzhöhe: 158,90 m ü. NHN

Endtiefe: 5,00 m

Bearbeiter: Ne./Ax., Bo.

Auftraggeber: Dalitz Immobilien

157,50 m ü. NHN

RKS 3


Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan 10, Rheinbach-Oberdreies

Bohrung: RKS 3

Projekt nr.: 17/04/3637

Anlage: 4.3

Lage: siehe Lageplan

Datum: 12.06.2017

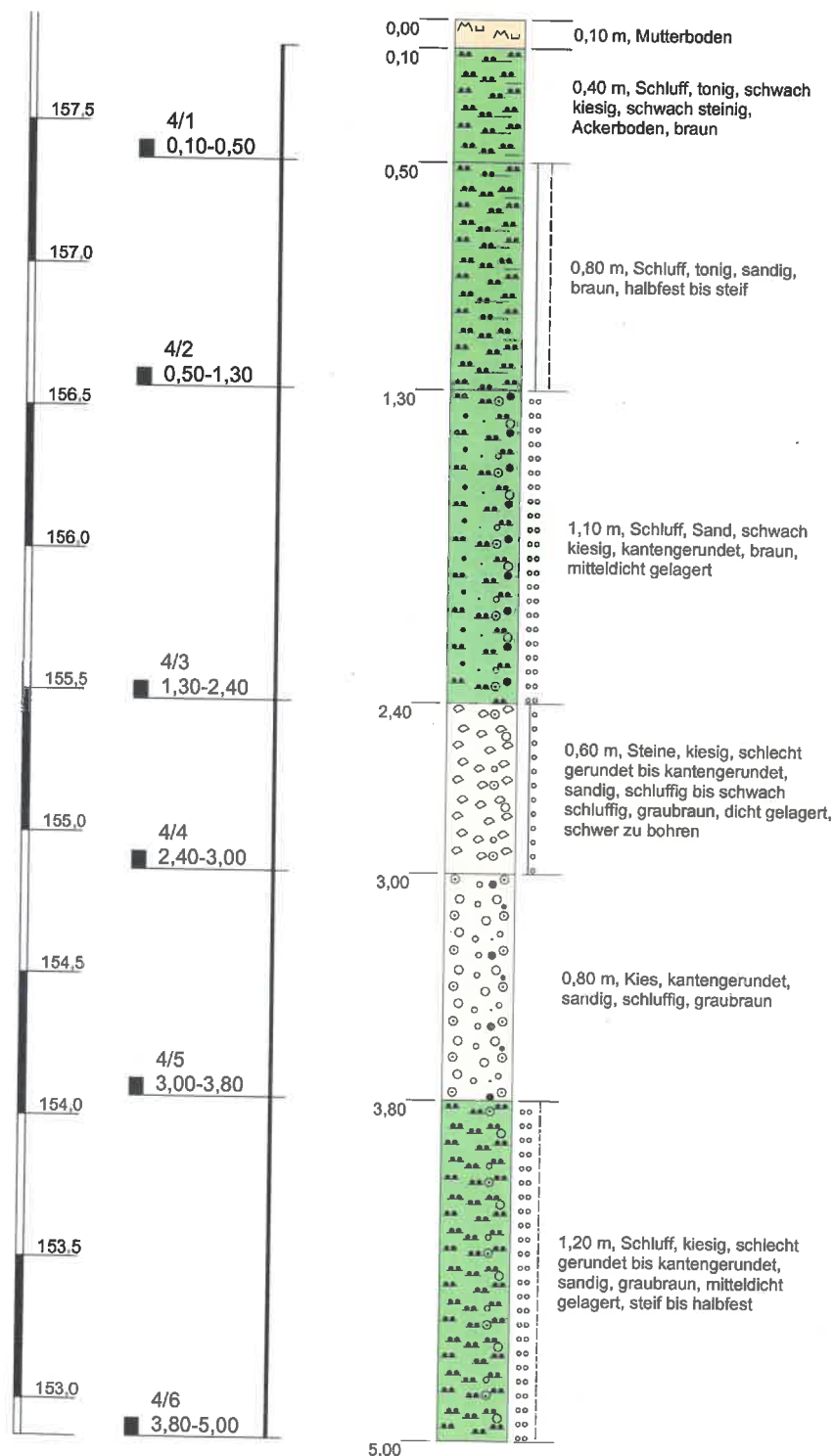
Ansatzhöhe: 157,50 m ü. NHN

Endtiefe: 5,00 m

Bearbeiter: Ne./Ax., Bo.

Auftraggeber: Dalitz Immobilien

157,87 m ü. NHN

RKS 4


Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan 10, Rheinbach-Oberdrees

Bohrung: RKS 4

Projektnr.: 17/04/3637

Anlage: 4.4

Lage: siehe Lageplan

Datum: 08.12.2017

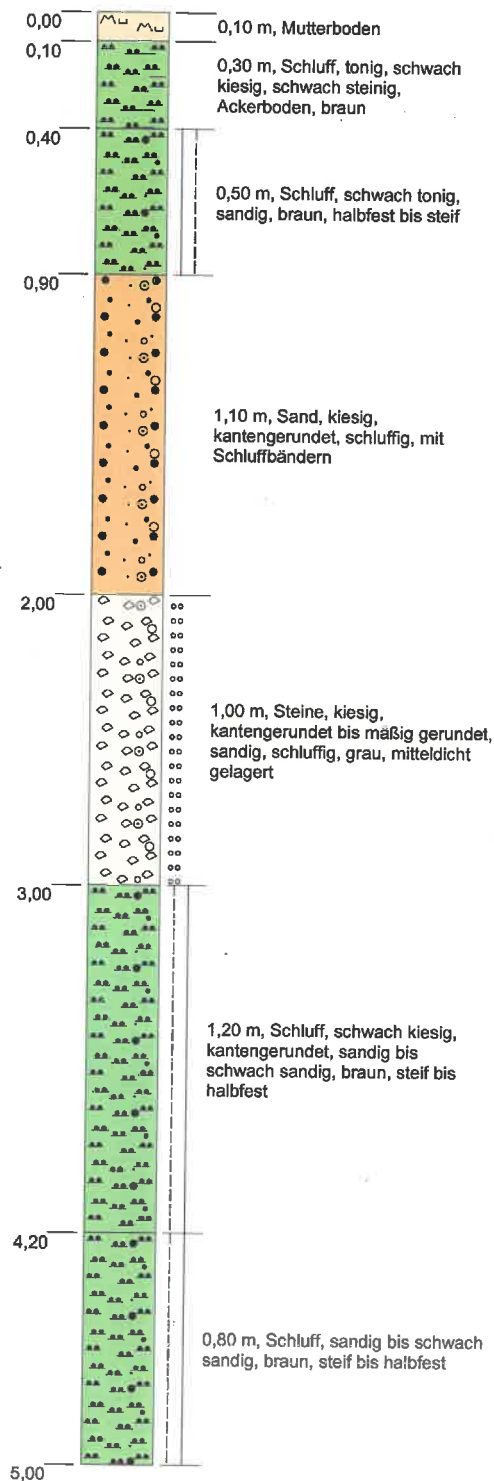
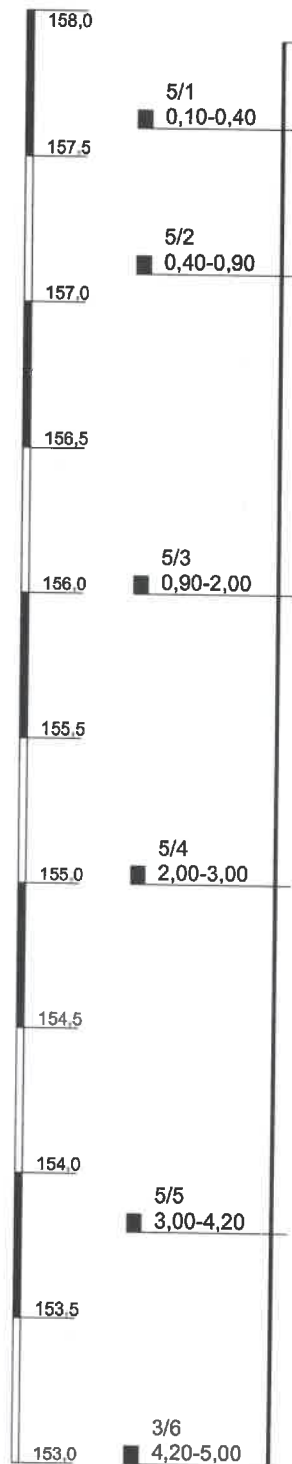
Ansatzhöhe: 157,87 m ü. NHN

Endtiefe: 5,00 m

Bearbeiter: He./Bo., Grü.

Auftraggeber: Dalitz Immobilien

158,00 m ü. NHN

RKS 5


Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan 10, Rheinbach-Oberdrees

Bohrung: RKS 5

Projekt nr.: 17/04/3637

Anlage: 4.5

Lage: siehe Lageplan

Datum: 08.12.2017

Ansatzhöhe: 158,00 m ü. NHN

Endtiefe: 5,00 m

Bearbeiter: He./Bo., Grü.

Auftraggeber: Dalitz Immobilien

Anlage 5

Versickerungsversuche

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

	Projekt:	B-Plan-Oberdrees	Bearb.:	Grü.
	Projektnr.:	17/04/3637	Anl.:	5.1
	Versuch - Nr.:	VS 1 (RKS 1)	Datum :	12.06.17

Überstand der Verrohrung über GOK	42 cm
h = Mittellage des Wasserspiegels über GOK	42 cm
a = Tiefe der Verrohrung	158 cm
A = Länge unverrohrtes Bohrloch	342 cm
H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	542 cm
Tu = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	867 cm
e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	325 cm
2r = Bohrlochdurchmesser	6 cm
r = 1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm
a) Versickerte Wassersäule im Standrohr	
b) Versickerte Wassermenge Q:	523075,2 cm³ in 420 sec
c) Die Wartezeit betrug:	45 min
d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	$H / TU = 542 / 867 = 0,63$ $TU / A = 867 / 342 = 2,5$
maßgebend: Formel I	
Formel II	x

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

$A / H = \quad / \quad =$
 $H / r = \quad / \quad =$



= Cu

K =

$\frac{\quad}{x \quad x \quad}$

= cm/sec
= m/sec

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

$A / r = 342 / 3 = 114,0$



135 = Cs

K =

$\frac{2490,83}{(135 + 4) \times 3 \times r \times (867 + 542 - 342)} = 5,60E-03 \text{ cm/sec}$
 $= 5,60E-05 \text{ m/sec}$

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

	Projekt:	B-Plan-Oberdrees	Bearb.:	Grü.
	Projektnr.:	17/04/3637	Anl.:	5.2
	Versuch - Nr.:	VS 2 (RKS 2)	Datum :	12.06.17

Überstand der Verrohrung über GOK	14 cm
h = Mittellage des Wasserspiegels über GOK	14 cm
a = Tiefe der Verrohrung	186 cm
A = Länge unverrohrtes Bohrloch	314 cm
H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	514 cm
Tu = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	839 cm
e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	325 cm
2r = Bohrl Lochdurchmesser	6 cm
r = 1/2 Bohrl Lochdurchmesser	3 cm
a) Versickerte Wassersäule im Standrohr	
b) Versickerte Wassermenge Q:	56548,7 cm³ in 600 sec
c) Die Wartezeit betrug:	45 min
d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU = 514 / 839 = 0,61 TU / A = 839 / 314 = 2,7
maßgebend: Formel I	
Formel II	x

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

$$\begin{aligned} A / H &= / = \\ H / r &= / = \end{aligned}$$



= Cu

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

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

$$A / r = 314 / 3 = 104,7$$



$$135 = C_s$$

$$K = \frac{188,50}{(135 + 4) \times 3 \times r \times (839 + 514 - 314)} = 4,35E-04 \text{ cm/sec} = 4,35E-06 \text{ m/sec}$$

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

	Projekt:	B-Plan-Oberdrees	Bearb.:	Grü.
	Projektnr.:	17/04/3637	Anl.:	5.3
	Versuch - Nr.:	VS 3 (RKS 3)	Datum :	12.06.17

Überstand der Verrohrung über GOK	60 cm
h = Mittellage des Wasserspiegels über GOK	60 cm
a = Tiefe der Verrohrung	140 cm
A = Länge unverrohrtes Bohrloch	360 cm
H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	560 cm
Tu = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	885 cm
e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	325 cm
2r = Bohrlochdurchmesser	6 cm
r = 1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm
a) Versickerte Wassersäule im Standrohr	
b) Versickerte Wassermenge Q:	53721,2 cm³ in 600 sec
c) Die Wartezeit betrug:	45 min
d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	$H / TU = 560 / 885 = 0,63$ $TU / A = 885 / 360 = 2,5$
maßgebend: Formel I	
Formel II	x

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

$$\begin{aligned} A / H &= / = \\ H / r &= / = \end{aligned}$$



= Cu

$$K = \frac{Q}{C_u \times r \times H} = \frac{53721,2 \text{ cm}^3}{600 \text{ sec} \times 3 \text{ cm} \times 560 \text{ cm}} = \frac{31,25}{3136} = 0,01 \text{ cm/sec}$$

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

$$A / r = 360 / 3 = 120,0$$



$$145 = C_s$$

$$K = \frac{2 Q}{(C_s + 4) \times r (Tu + H - A)} = \frac{2 \times 53721,2 \text{ cm}^3}{(145 + 4) \times 3 \text{ cm} \times (885 + 560 - 360)} = \frac{214,88}{179,07} = 1,2 \text{ cm/sec}$$

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

	Projekt:	B-Plan-Oberdrees	Bearb.:	Grü.
	Projektnr.:	17/04/3637	Anl.:	5.5
	Versuch - Nr.:	VS 5 (RKS 5)	Datum :	08.12.17

Überstand der Verrohrung über GOK	30 cm
h = Mittellage des Wasserspiegels über GOK	30 cm
a = Tiefe der Verrohrung	170 cm
A = Länge unverrohrtes Bohrloch	330 cm
H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	530 cm
Tu = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	875 cm
e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	345 cm
2r = Bohrlochdurchmesser	6 cm
r = 1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm
a) Versickerte Wassersäule im Standrohr	
b) Versickerte Wassermenge Q:	50893,8 cm³ in 620 sec
c) Die Wartezeit betrug:	45 min
d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU = 530 / 875 = 0,61
	TU / A = 875 / 330 = 2,7
maßgebend: Formel I	
Formel II	x

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

$A / H = \quad / \quad =$
 $H / r = \quad / \quad =$



= Cu

K =

$\frac{x}{x}$

= cm/sec
= m/sec

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

$A / r = 330 / 3 = 110,0$



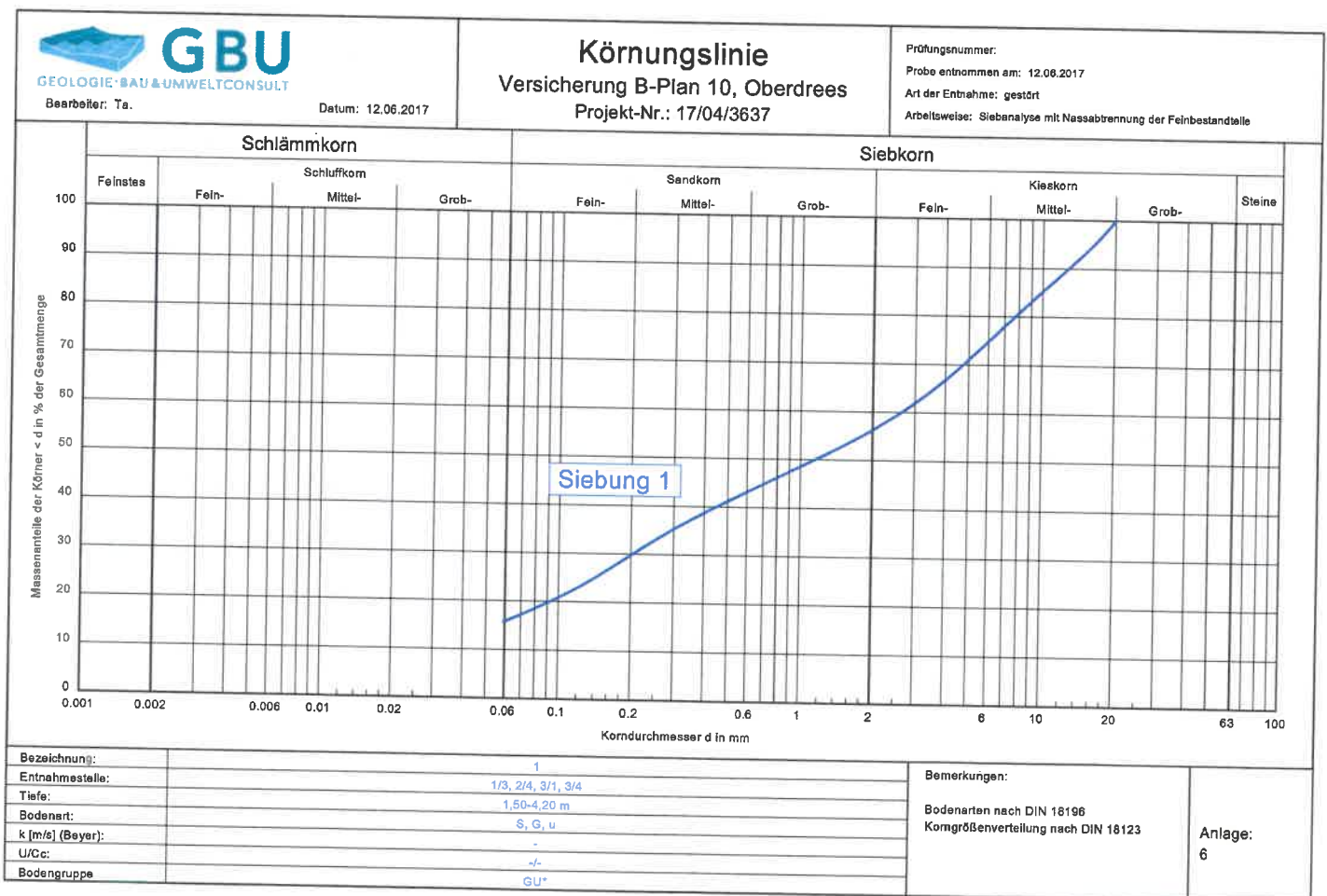
130 = Cs

K =

$\frac{164,17}{(130 + 4) \times 3 \times r \times (875 + 530 - 330)} = 3,80E-04 \text{ cm/sec}$
 $= 3,80E-06 \text{ m/sec}$

Anlage 6

Siebungen



Anlage 7

Systemskizze Rigole

Systemskizze Rigole



Projekt: Versickerung, B-Plan 10, Rheinbach-Oberdrees

Projekt-Nr: 17/04/3637

Bearbeiter: Grü.

Maßstab: -

Anlage: 7

Datum: 11.07.2017

