GBU OHG

GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT

Geohydrologische Beurteilung

ZUR

VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT DES UNTERGRUNDES

Projekt:	**Erschließungsgebiet Buschkauler Feld** **Alfter-Witterschlick**
Projekt-Nr.:	15/06/2355
Auftraggeber:	WFG Alfter Wirtschaftsförderungs- und Entwicklungs-GmbH Am Rathaus 7 53347 Alfter
Auftragnehmer:	GBU oHG Auf dem Schurweßel 11 53347 Alfter
Stand:	03. Mai 2017

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
BERATENDE GEOLOGEN & GEOTECHNIKER BDG/DGG/DGGT // FACHBAULEITER & KOORDINATOREN N. BGR 128, TRGS 519 U. 524
PERSÖNL. HAFTENDE GESELLSCHAFTER MANFRED RUMI & UWE KANIA

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:

Benjamin Jackes M.Sc.
jackes@gbu-consult.de

Aufgestellt:
Alfter, 03.05.2017

Inhaltsverzeichnis

0 AUFTRAG 5

1 UNTERLAGEN 5

2 LAGE / ÖRTLICHE SITUATION 6

3 PLANUNGSSTAND 7

4 NATURRÄUMLICHER ÜBERBLICK 8

4.1 Geographischer Überblick 8

4.2 Geologischer Überblick 8

4.3 Hydrologischer / Hydrogeologischer Überblick 9

5 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN 10

6 ÖRTLICHE BODEN- UND WASSERVERHÄLTNISSE 10

6.1 Schichtenabfolge 10

6.2 Wasserführung im Baugrund 12

7 WASSERDURCHLÄSSIGKEIT 13

7.1 Feldversuche 13

7.2 Laborversuche 15

8 BEURTEILUNG 16

8.1 Versickerungsmulden 16

8.2 Rigole / Rigolentunnel 16

8.3 Mulden – Rigolen – Elemente 17

8.4 Abschließende Bewertung 18

9 SCHLUSSBEMERKUNGEN 18

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Projektfläche im Stadtplan und im Luftbild 6
Abbildung 2: Lage der geplanten Trassen der Versickerungsanlagen 7

Tabelle 1: berechnete Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f-Werte) 14
Tabelle 2: Durchlässigkeitsbereiche in Abhängigkeit vom Durchlässigkeitsbeiwert 15
Tabelle 3: Natürlicher Wassergehalt 15
Tabelle 4: Konsistenzen der Proben 15

Anlagenverzeichnis

1. Topographische Karte
2. Geologische Karte
3. Lageplan
4. Bohr-/Schurfprofile
5. Bodenmechanische Laborversuche
6. Schnitte
7. Versickerungsversuche
8. Fotodokumentation Schürfe

0 Auftrag

Im Ortsteil Witterschlick der Gemeinde Alfter ist die städtebauliche Erschließung des Buschkauler Feldes geplant.

Die Geologie-, Bau- & Umweltconsult oHG (GBU) wurde auf Grundlage unseres Angebotes 15062355/1 vom 12.01.2016 von der Wirtschaftsförderungs- und Entwicklungs-GmbH Alfter damit beauftragt, für den Bereich der geplanten Erschließungsmaßnahme eine Geohydrologische Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes zu erstellen.

In dem Gutachten sind die hydrologischen und hydrogeologischen Verhältnisse am Projektstandort darzustellen und zu erläutern. Auf Basis aller Aufschlussergebnisse ist zu ermitteln, ob im Untersuchungsgebiet eine Versickerung von Niederschlagswasser im Sinne des § 51a LWG NRW möglich ist.

1 Unterlagen

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

- Lageplan Alfter - Buschkauler Feld, Maßstab 1:1.000, Stand 07.04.2016, Städtebauliche Arbeitsgemeinschaft, Thomas-Mann-Str. 41, 53111 Bonn.
- Leitungsplanauskünfte diverser Versorger

Benutzt wurden darüber hinaus folgende Karten:

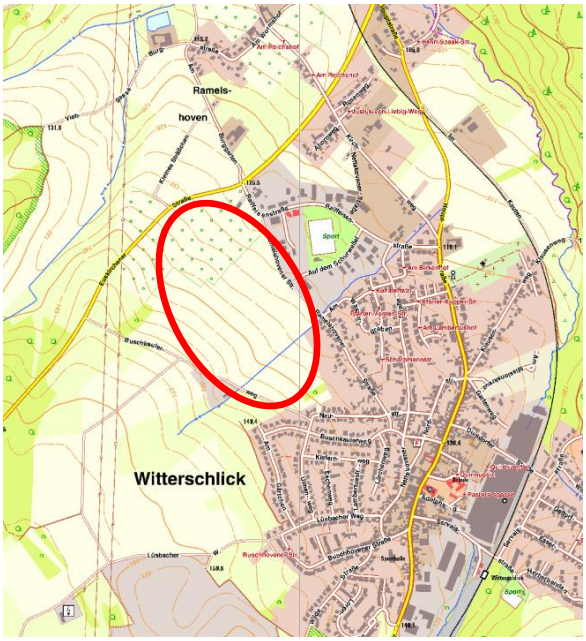
- Topographische Karte, Blatt 5208 Bonn, Maßstab 1:25.000
- Topographische Karte, Blatt 5308 Bad Godesberg, Maßstab 1:25.000
- Geologische Karte, Blatt 5208 Bonn, Maßstab 1:25.000
- Geologische Karte, Blatt 5308 Bad Godesberg, Maßstab 1:25.000

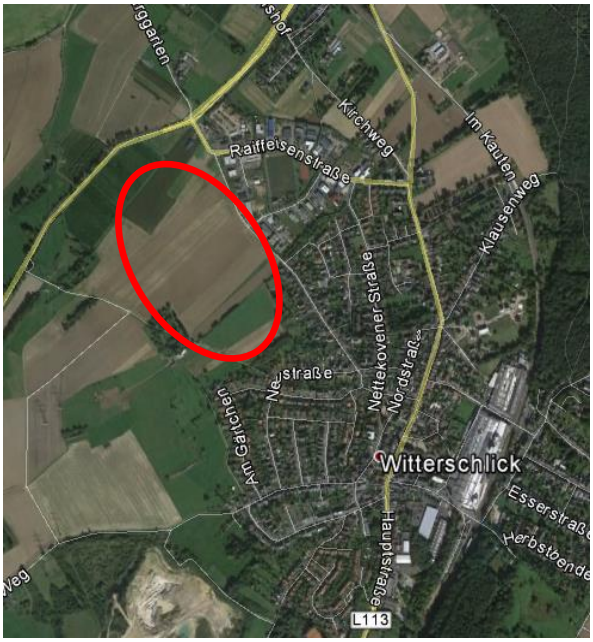
2 Lage / Örtliche Situation

Das Erschließungsgebiet „Buschkauler Feld" liegt im Nordwesten des Ortsteils Witterschlick auf dem Gebiet der Gemeinde Alfter im linksrheinischen Rhein-Sieg-Kreis. Das etwa 13,5 ha große Gelände wird im Norden und Nordwesten von der Ramelshovener Straße und im Süden von der Buschkauler Straße begrenzt. Im Nordosten schließt sich das Gewerbegebiet an die Erschließungsfläche an, im Osten und Südosten wird das Erschließungsgebiet durch das Wohngebiet Witterschlick begrenzt. Westlich des Geländes begrenzen landwirtschaftlich genutzte Flächen das Untersuchungsgebiet.

Einen großräumigen Überblick über die Standortlage bieten die nachfolgenden Abbildungen sowie der Übersichtslageplan der Anlage 1.

Abbildung 1: Lage der Projektfläche im Stadtplan und im Luftbild (rote Markierung)





Die Geländehöhen im Bereich der Projektfläche liegen zwischen ca. 130 m ü. NHN und ca. 142 m ü. NHN, wobei die Fläche nach Süden hin leicht ansteigt. Zum Zeitpunkt der Geotechnischen Erkundungen war das Gelände unbebaut und landwirtschaftlich genutzt.

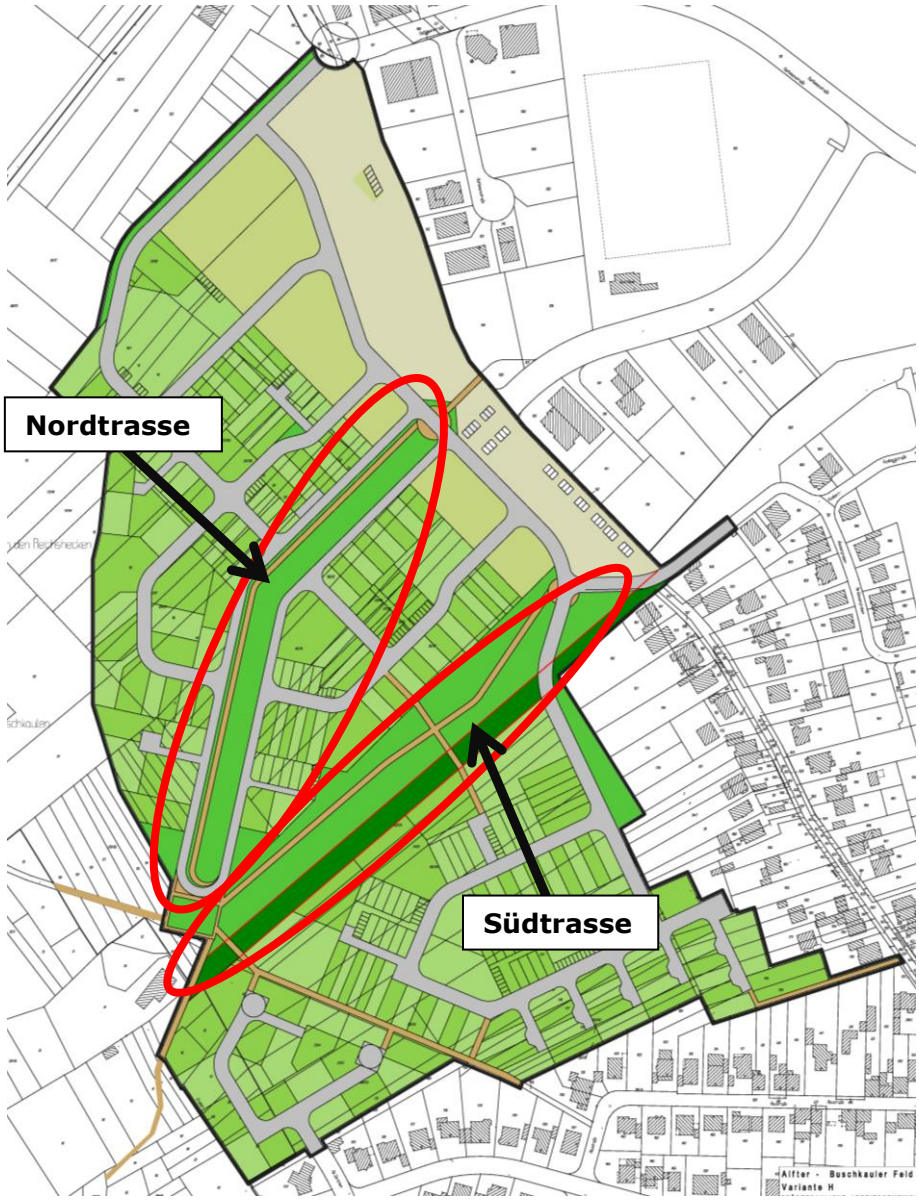
Das Plangebiet liegt nicht in einer Wasserschutzzone. Die nächste nicht verrohrte Vorflut ist ein südöstlich an das geplante Erschließungsgebiet angrenzender Bachsiefen, der nach ca. 1,2 km in nordöstlicher Richtung in den Hardtbach mündet. Bei dem namenlosen Bachsiefen handelt es sich vermutlich um eine Schichtquelle, die nur zeitweilig Wasser führt.

3 Planungsstand

Im Rahmen der Erschließung des Buschkauler Feldes ist geplant, das anfallende Niederschlagswasser zentral entlang von zwei Trassen mit einer Länge von je ca. 300 Metern zu versickern.

Als Versickerungsanlage sind unterirdische Rigolentunnel angedacht, in denen das Niederschlagswasser gespeichert und versickert werden kann. Die geplanten Trassen sind in der nachfolgenden Abbildung markiert. Im Falle einer Überlastung der Rigolentunnel soll über eine Drosseleinrichtung auch Niederschlagswasser in den benachbarten Bachlauf abgegeben werden, um ein Überlaufen der Tunnel zu verhindern.

Abbildung 2: Lage der geplanten Trassen der Versickerungsanlagen



4 Naturräumlicher Überblick

4.1 Geographischer Überblick

Die Untersuchungsfläche liegt im südwestlichen Teil des Naturraumes der Kölner Bucht. Diese bildet, begrenzt durch den Anstieg zur Eifel im Westen (Steilrand zur Ville) und durch das Bergische Land mit Siebengebirge im (Süd-) Osten, den südlichen Teil des jungen tektonischen Senkungsgebietes der Niederrheinischen Bucht. Die Morphologie des Naturraumes der Kölner Bucht wird durch den Gebirgsaustritt des Rheins bei Bonn-Bad Godesberg und der sich nach Norden verbreiternden Flussterrassenlandschaft des Rheins und seiner lokalen Nebenflüsse geprägt. Das Untersuchungsgebiet liegt linksrheinisch, im Bereich des Anstiegs zur Ville. Seine Morphologie ist stark geprägt durch die Terrassenlandschaft der Rheins.

4.2 Geologischer Überblick

Als Ausläufer des Norddeutschen Flachlandes greift die Niederrheinische Bucht nach Süden in das Rheinische Schiefergebirge hinein und trennt das rechtsrheinische Bergische Land von der linksrheinisch gelegenen Eifel. An z. T. lang aushaltenden Randstörungen werden die paläozoischen Schichtfolgen des Rheinischen Schiefergebirges gegen die tertiären und quartären Sedimente der Bucht versetzt.

Entlang variszisch streichender (NW-SE-verlaufend) Störungszonen begann im mittleren Oligozän das Einsinken der Niederrheinischen Bucht. Trans- und Regressionen der Nordsee ließen im Bereich des Senkungsgebietes marine und limnisch-fluviatile Sedimente mit einer Mächtigkeit von mehr als 1200 m zum Absatz kommen.

Die z.T. noch im Quartär andauernde tektonische Aktivität im Raum der Niederrheinischen Bucht führte zu einer ausgeprägten Bruchschollentektonik. An den NW-SE-verlaufenden Bruchstrukturen bildeten sich nach Nordosten gekippte tektonische Schollen heraus. In der südlichen Niederrheinischen Bucht werden von Westen nach Osten die drei tektonischen Großeinheiten (Rurscholle, Erftscholle, Kölner Scholle) unterschieden. Diese Großeinheiten sind durch weitgehend abdichtende bzw. durchflusshemmende Störungssysteme voneinander getrennt.

Die wechselnden Sedimentationsverhältnisse im Tertiär ließen hier eine vertikale Wechselfolge von Kiesen, Sanden, Schluffen, Tonen und Braunkohlenflözen entstehen. Die Aufeinanderfolge von gering wasserdurchlässigen Tonen und Braunkohlenflözen sowie wasserdurchlässigen Sanden und Kiesen führte weitgehend zu einem stockwerkartigen Aufbau von Grundwasserleitern.

Ab dem Pliozän kam es zur verstärkten Hebung des Rheinischen Schiefergebirges und zur Entstehung der heutigen Flusstäler. Dabei entstanden im Wechsel von Kalt- und Warmzeiten des Eiszeitalters bzw. in Abhängigkeit von Hebungsphasen Flussterrassen in unterschiedlichen Niveaus. Im Vorland des Inlandeises bildeten sich Schmelzwasser und Windablagerungen, z.B. in Form von Löß. Dieser ist oberflächlich meist entkalkt und verlehmt.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich am Anstieg der Ville, einem tektonischen Horst im südwestlichen Randbereich der Kölner Scholle. Richtung Westen schließt sich das Erftsprungsystem an. Die Sedimentationsverhältnisse im Tertiär ließen hier lokal eine vertikale Folge von Sanden über Tonen mit gelegentlichen Braunkohleeinlagerungen entstehen. Überdeckt werden die hier anstehenden tertiären Schichten teilweise von geringmächtigen Terrassenresten und von Lößlehmen.

4.3 Hydrologischer / Hydrogeologischer Überblick

Der hydrogeologische Aufbau der Niederrheinischen Bucht passt sich im Wesentlichen dem oben beschrieben geologischen Schollenaufbau dieser tektonischen Einheit an. Für ingenieurgeologische Fragestellungen ist im Allgemeinen nur das oberste Grundwasserstockwerk von Bedeutung, das Sande und Kiese der Terrassen bzw. des Tertiärs und die Deckschichten umfasst.

In den kiesigen und sandigen Ablagerungen der Terrassen und den darunter liegenden tertiären Ablagerungen (Sand, Kies, Ton) können Grund- bzw. Schichtwasserhorizonte auftreten. Unterhalb der Quartärbasis stehen im Bereich des Untersuchungsgebietes häufig tertiäre Tone an, die als Grundwassergeringleiter einzustufen sind. Das Wasser wird als Schichtwasser auf den stauenden Schichten abgeführt.

5 Durchgeführte Untersuchungen

Um Aufschluss über die Bodenverhältnisse am Projektstandort zu erhalten, wurden im Rahmen der Untersuchungen zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes insgesamt **16 Rammkernsondierungen** (RKS 1 – 16 nach DIN EN ISO 22475) zur Entnahme von gestörten Bodenproben, Aufnahme des örtlichen Schichtenprofils und der hydrologischen Verhältnisse, bis in eine Tiefe von 5,0 m u. GOK niedergebracht.

Hierbei wurden insgesamt 58 Bodenproben entnommen. An 19 ausgewählten Proben des bindigen Bodens wurden bodenmechanische Laborversuche durchgeführt. Es wurden der Wassergehalt nach DIN 18121 sowie das Wasseraufnahmevermögen nach DIN 18132 bestimmt.

Die Ergebnisse der Aufschlussbohrungen wurden gem. DIN 4023 in Schichtprofilen dargestellt. Sie sind der Anlage 4 zu entnehmen.

Zur Ermittlung des hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwertes (k_f-Wert) wurden auf Grundlage des USBR Earth Manual im Gelände **8 Versickerungsversuche** als open end test im offenen Bohrloch durchgeführt.

Um einen direkten Aufschluss über die Boden- und Wasserverhältnisse im Untersuchungsgebiet zu erlangen, wurden zusätzlich zu den durchgeführten Bohrungen **3 Baggerschürfe** im Bereich des Plangebiets durchgeführt.

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

6 Örtliche Boden- und Wasserverhältnisse

6.1 Schichtenabfolge

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

- Löss, oberflächlich entkalkt und verlehmt
- Schluff, kalkfrei über Kieseloolithschichten
- Weißer, z.T. sandiger Quarzkies
- Grober Sand und Kies, oberflächlich meist stark verlehmt
- Grauer Ton

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

- Der oberste Bodenhorizont wird von einer zwischen 0,2 m und 0,35 m mächtigen **Oberbodendeckschicht** (Ackerboden) gebildet.

- Unterhalb des Oberbodens wurden hauptsächlich Deckschichten aus **Lösslehm** erbohrt. Gemäß Bodenansprache handelt es sich i. d. R. bei den oberen Lagen um **schwach feinsandigen bis feinsandigen Schluff**. Vereinzelt kann der Schluff auch tonige oder kiesige Lagen aufweisen. Die Konsistenz des Schluffs wurde an den Untersuchungstagen im oberen Bereich zumeist mit weich bis steif angesprochen. Mit zunehmender Tiefe ändert sich die Konsistenz meist hin zu weich, im direkten Einflussbereich von anstehendem Schichtwasser auch zu breiig. Die Mächtigkeit der Lösslehmschicht variiert auf der untersuchten Fläche stark. An mehreren Bohrpunkten wurde die Lösslehmschicht bei einer Bohrtiefe von 5,0 m noch nicht durchteuft, in höher gelegenen Bohrungen (z.B. RKS 9) hingegen wurde bereits bei 2,6 m u. GOK die Basis des Lösslehms erreicht.

- Im Liegenden des Lösslehms wurden in einzelnen Bohrungen (z.B. RKS 1, RKS 4) teilweise **Reste von Terrassenablagerungen (Sand, Kies)** in geringer Mächtigkeit erbohrt. Diese stehen oberflächennah (< 5 m u. GOK) eher in flacher gelegenen Bereichen im Nordosten der untersuchten Fläche an und sind der jüngeren Hauptterrasse (Pleistozän) zuzuordnen.

- In der Bohrung RKS 9 wurde bereits in einer Tiefe von 2,6 m u. GOK (139,1 m ü. NHN) ein **Ton** erbohrt, der dem **Tertiär (Miozän)** zuzuordnen ist. Der Ton konnte auch in den Bohrungen RKS 10-12 und RKS 14 angetroffen werden, hier jedoch in Tiefen von 4,0 bis 4,65 m u. GOK (131,2 – 135,2 m ü. NHN). Bei den Baggerschürfen konnte festgestellt werden, dass der Ton im südlichen Teil des untersuchten Geländes bereits in geringer Tiefe wassergesättigt und in weicher Konsistenz ansteht.

  Allgemein ist festzustellen, dass die Oberkante des Tertiärs nach Nordosten hin steil abfällt.

- In der schon beschriebenen Bohrung RKS 9 wies der tertiäre Ton eine Mächtigkeit von 1,80 m auf, unterhalb des Tons folgte eine geringmächtige Lage (0,40 m)

Kies sowie ein feinsandiger Schluff bis zur Endteufe der Bohrung bei 5,0 m u. GOK.

Bei den genannten Mächtigkeitsangaben handelt es sich um die in den einzelnen Untersuchungspunkten ermittelten Werte. Es ist nicht auszuschließen, dass zwischen den vorhandenen Aufschlusslokalitäten hiervon abweichende Untergrundverhältnisse vorliegen (z.B. lokale Auffüllungen).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass das Untersuchungsgebiet einen unregelmäßigen Untergrundaufbau besitzt. Es treten zuoberst meist Lösslehmschichten auf, die teilweise inhomogene Lagen aufweisen. Typisch für die Deckschichten aus Lösslehm konnten stark variierende Mächtigkeiten festgestellt werden. Vereinzelt wurden geringmächtige Terrassenreste aus Sand und Kies festgestellt. Unterhalb der beschriebenen quartären (Pleistozän) Deckschichten steht tertiärer (Miozän) Ton oder Feinsand an, der etwas weiter südwestlich des Untersuchungsgebietes auch in der Tongrube Schenkenbusch abgebaut wird. Die Oberkante des Tertiärs fällt steil nach Nordosten ab.

Eine Abfrage der Bohrungsdatenbank des Geologischen Dienstes NRW wies für das Untersuchungsgebiet eine auswertbare Bohrung (DABO_223050) mit einer Endteufe von 7,0 m u. GOK aus. Zuoberst wurden 4,2 m Löss/Lösslehm erbohrt. Darunter folgen 1,0 m Terrassenablagerungen (Sand, Kies, Schluff) über miozänem Schluff, Ton und von 5,7 bis zur Endteufe von 7,0 m u. GOK Feinsand. Übertragen auf die in der Nähe gelegene Bohrung RKS 1 bedeutet dies, dass der Ton des Tertiärs in diesem Bereich nur knapp nicht erbohrt wurde. Er ist im Nordosten des Untersuchungsgebietes offenbar in einer Teufe von ca. 5 – 6 m u. GOK anzutreffen.

6.2 Wasserführung im Baugrund

Grundwasser wurde zum Zeitpunkt der Geländeuntersuchungen in allen Bohrungen außer in RKS 1-3 angetroffen. Diese Bohrungen liegen in flacheren Bereichen im Nordosten des Untersuchungsgebietes. Der gemessene Flurabstand des angetroffenen Wasserspiegels lag unmittelbar nach den Bohrarbeiten zwischen 0,75 m und 4,40 m u. GOK. Es ist festzustellen, dass die Flurabstände mit zunehmender Geländehöhe in Richtung Südwesten abnehmen. So wurden in den am höchsten gelegenen Bohrungen RKS 8 und RKS 9 die niedrigsten Flurabstände mit 1,50 m und 0,75 m u. GOK gemessen.

Nach Abfrage der Datenbank ELWAS-WEB NRW befinden sich im direkten Umfeld der Untersuchungsfläche keine statistisch verwertbaren Grundwassermessstellen. Etwa 700 m südlich liegt die Messstelle „FUCHS WITTER I" auf einer Geländehöhe von 160 m

ü. NHN. Im Zeitraum von 1976 bis 2004 wurden unregelmäßige Messungen des Grundwasserstandes vorgenommen. Der niedrigste Flurabstand betrug im März 1988 0,05 m und lag somit knapp unter der Geländeoberkante.

Eine weitere Messstelle befindet sich etwa 550 m nordöstlich des untersuchten Geländes („WITTERSCHLICK Z 285"). Hierbei handelt es sich um einen Schachtbrunnen, in dem der Grundwasserstand von 1954 bis 1974 halbjährlich gemessen wurde. Der niedrigste gemessene Flurabstand lag 1957 bei 3,66 m u. GOK bei einer Geländehöhe von 113,8 m ü. NHN.

Die durchgeführten Baggerschürfe bestätigen weitestgehend die bei den Bohrungen ermittelte Situation. In flacher gelegenen Bereichen des Geländes konnte bis zur Endtiefe des Schurfs von 4,0 m u. GOK kein Wasserzutritt beobachtet werden. In dem im Bereich der Bohrungen RKS 8 bzw. RKS 9 durchgeführten Schurf (Schurf 3) konnte jedoch bereits ab etwa 1,0 m u. GOK eine deutliche Wassersättigung und zunehmend weiche Konsistenz des Bodens ausgemacht werden. Aufgrund der geringen hydraulischen Durchlässigkeit war jedoch am Tag der Schurferstellung kein schneller Wasserzutritt über die Wände des Baggerschurfs feststellbar. Nach Erreichen der Endtiefe von 3,8 m u. GOK lief jedoch über eine Wegsamkeit Wasser in den Baggerschurf.

7 Wasserdurchlässigkeit

7.1 Feldversuche

Die Durchlässigkeit des Sickerraumes ist die wesentliche quantitative wie auch qualitative Voraussetzung für das Versickern von Niederschlagswasser. Die Durchlässigkeit von Lockergesteinen hängt maßgeblich von ihrer Korngröße, Kornverteilung und Lagerungsdichte ab, bei bindigen Böden entscheidend auch vom Gefüge und der Wassertemperatur und wird durch den hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwert (k_f-Wert) bestimmt.

Insgesamt wurden für die geologische Erkundung des Untergrundes im Bereich der geplanten Versickerungsanlagen **16 Rammkernsondierungen** bis in eine Tiefe von 5,0 m u. GOK abgeteuft. Zur Untersuchung der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes wurden **8 Versickerungsversuche** zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes nach den Vorgaben des USBR Earth Manual durchgeführt. Hierzu wurden 8 der durchgeführten Rammkernsondierungen 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. Der Profilaufbau der Rammkernsondierungen/Versickerungsbohrungen ist den Schichtenverzeichnissen nach DIN 4023 in der Anlage 4 zu entnehmen.

Nach einer ausreichenden Sättigungszeit von mindestens 45 min. 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 1: berechnete Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f-Werte) aus den Versickerungsversuchen

Versuch	versickerungsrelevante Schicht	Tiefe (m)	k_f-Wert
VS 1 (RKS 1)	**Schluff**, feinsandig (Löss/Lösslehm)	0,3 – 4,3	**$2{,}8 \times 10^{-7}$ m/s**
VS 3 (RKS 3)	**Schluff**, feinsandig (Löss/Lösslehm)	0,3 – 5,0	**$7{,}3 \times 10^{-8}$ m/s**
VS 5 (RKS 5)	**Schluff**, feinsandig (Löss/Lösslehm)	0,3 – 5,0	**$9{,}2 \times 10^{-8}$ m/s**
VS 7 (RKS 7)	**Schluff**, stark feinsandig (Lössl/Lösslehm)	0,3 – 5,0	**$2{,}2 \times 10^{-7}$ m/s**
VS 9 (RKS 9)	**Schluff**, feinsandig (Löss/Lösslehm)	0,35 – 2,5	**$1{,}0 \times 10^{-7}$ m/s**
VS 11 (RKS 11)	**Schluff**, feinsandig (Löss/Lösslehm)	0,2 – 4,0	**$1{,}3 \times 10^{-7}$ m/s**
VS 14 (RKS 14)	**Schluff**, feinsandig (Löss/Lösslehm)	0,2 – 4,3	**$9{,}4 \times 10^{-8}$ m/s**
VS 16 (RKS 16)	**Schluff**, feinsandig (Löss/Lösslehm)	0,2 – 5,0	**$1{,}3 \times 10^{-7}$ m/s**

Nach DIN 18130 sind die für eine Versickerung von Niederschlagswasser relevanten Bodenschichten (Schluff, feinsandig) durchweg als **schwach durchlässig** zu klassifizieren (s. Tabelle 2).

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

7.2 Laborversuche

Aus den gewachsenen, bindigen Bodenschichten wurden insgesamt 19 repräsentative Proben ausgewählt und der Wassergehalt nach DIN 18121 sowie das Wasseraufnahmevermögen nach DIN 18132 bestimmt. Die Protokolle der bodenmechanischen Laborversuche sind der Anlage 5 zu entnehmen.

Die natürlichen Wassergehalte (W_N) der untersuchten Proben lagen entsprechend der nachfolgenden Tabelle bei:

Tabelle 3: Natürlicher Wassergehalt

Wassergehalt (W_N)	Schluff, tonig bis stark feinsandig (0,3 – 5,0 m u. GOK)	Ton (2,6 – 5,0 m u. GOK)
Minimum (%)	16,9	18,7
Maximum (%)	28,1	27,1
arithm. Mittel (%)	21,4	24,0

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass die natürlichen Wassergehalte W_N der untersuchten Bodenproben zwischen 16,9 und 28,1 % lagen. Tendenziell ist erkennbar, dass mit zunehmender Tiefe der Wassergehalt entsprechend der Beeinflussung durch das angetroffene Schichtwasser ansteigt.

Die ebenfalls im Labor durchgeführten Versuche zur Bestimmung des Wasseraufnahme-vermögens geben Aufschluss über die vorliegende Konsistenz der untersuchten Bodenprobe. Die festgestellten Konsistenzen können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden:

Tabelle 4: Konsistenzen der Proben

Konsistenz	Schluff, tonig bis stark feinsandig (0,3 – 5,0 m u. GOK)	Ton (2,6 – 5,0 m u. GOK)
weich	4	---
weich-steif	4	---
steif	8	3

8 Beurteilung

Voraussetzung für die Versickerung von Niederschlagswasser in das Grundwasser ist nach § 51a LWG eine hinreichende Durchlässigkeit und ein ausreichendes Speichervermögen des Untergrundes. Im Folgenden werden die verschiedenen Möglichkeiten der Versickerung von Niederschlagswasser im Erschließungsgebiet Buschkauler Feld betrachtet und unter Berücksichtigung der Untersuchungsergebnisse bewertet.

8.1 Versickerungsmulden

Bei Versickerungsmulden handelt es sich um flache (max. Tiefe 0,50 m), begrünte Bodenvertiefungen, in denen das zulaufende Regenwasser kurzzeitig zwischengespeichert werden kann, um dort an Ort und Stelle in den Untergrund zu versickern. Der Vorteil der Mulde liegt in der Reinigungswirkung der belebten Bodenzone, sodass auch Niederschlagswasser mit einem begrenzten Verschmutzungsgrad (z.B. von befahrenen Flächen) über Mulden versickert werden kann.

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 im Sinne des § 51 a LWG erzielt wird.

Oberflächennah wurden im Untersuchungsgebiet bindige Deckschichten aus **Löss bzw. Lösslehm** angetroffen, die nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen einen Durchlässigkeitsbeiwert aufweisen, der unterhalb der Anforderungen des DWA Arbeitsblatts A138 liegt.

Für das untersuchte Plangebiet kann eine **dezentrale Versickerung des Niederschlagswassers über Mulden nicht empfohlen** werden.

8.2 Rigole / Rigolentunnel

Eine Rigole ist ein unterirdischer Graben, der mit grobem Kies oder anderen, kontakterosionssicher abgestuften Materialien ausgefüllt ist. Der Porenraum der Füllung dient als unterirdisches Speichervolumen für Niederschlagswasser, welches von hier langsam in den Untergrund versickern kann. 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 geringerer Durchlässigkeit noch

gegeben. Aufgrund der fehlenden Passage einer belebten Bodenzone fehlt allerdings auch die Reinigungswirkung der Anlage, sodass hier nur unbelastetes Wasser versickert werden kann.

Als Grenz-Durchlässigkeitsbeiwert ist für eine **Rigole** von einem **kf-Wert** ≥ **1,0 x 10^{-6} m/s** auszugehen.

Die **Anforderung** an die Durchlässigkeit des Untergrundes nach §51a LWG und DWA Arbeitsblatt A138 werden laut den durchgeführten Versickerungsversuchen für die Böden aller Untersuchungspositionen ebenfalls **nicht erfüllt.**

Für das untersuchte Plangebiet wird die dezentrale Versickerung über unterirdische Rigolentunnel angestrebt, mit denen grundsätzlich das Speichervolumen der Versickerungsanlage erhöht wird. Über eine Drosselvorrichtung kann bei stärkeren Niederschlägen die geregelte Ableitung in einen oberirdischen Vorfluter erfolgen. Bei den vorhandenen Untergrundverhältnissen ist allerdings damit zu rechnen, dass der Anteil des versickernden Wassers sehr gering sein wird.

8.3 Mulden – Rigolen – Elemente

Die Anwendungsgrenze einer Versickerungsmulde kann prinzipiell erweitert werden, wenn bei relativ geringer Durchlässigkeit des anstehenden Bodens im Bereich der Mulde ein vergrößertes Speichervolumen zur Verfügung gestellt wird. Dies kann z.B. durch ein Mulden - Rigolen - Element erfolgen. Es besteht aus einer begrünten Mulde mit darunter liegender Rigole. Zwischen Mulde und Rigole wird die belebte Bodenzone mit einer vordefinieren Durchlässigkeit eingebaut. Bei diesem System handelt es sich um zwei getrennte Speicher mit jeweils eigenen Füll- und Entleerungsprozessen.
Voraussetzung ist, dass die Rigole Bodenschichten mit einer entsprechenden Durchlässigkeit erreicht. Grundsätzlich werden mit diesem System tiefere Bodenschichten erreicht, hier die gut durchlässigen sandigen Kiese.

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 nach §51 a LWG für die anstehenden Bodenschichten **nicht erfüllt**.

8.4 Abschließende Bewertung

Aufgrund der angetroffenen, ungünstigen Bodenverhältnisse und der festgestellten hydraulischen Durchlässigkeiten ist zu konstatieren, dass eine Versickerung von Niederschlagswasser in den Untergrund für das Plangebiet aus gutachterlicher Sicht nicht möglich ist.

9 Schlussbemerkungen

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

Der Bericht gibt den Kenntnisstand vom 03. Mai 2017 wieder.

GBU
Geologie-, Bau- & Umweltconsult
Beratende Geologen und Geotechniker BDG/DGG/DGGT

Alfter, den 03. Mai 2017

Die Gutachter

GBU OHG
GEOLOGIE·BAU&UMWELTCONSULT
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

Uwe Kania
(Geschäftsführer & Projektleiter)

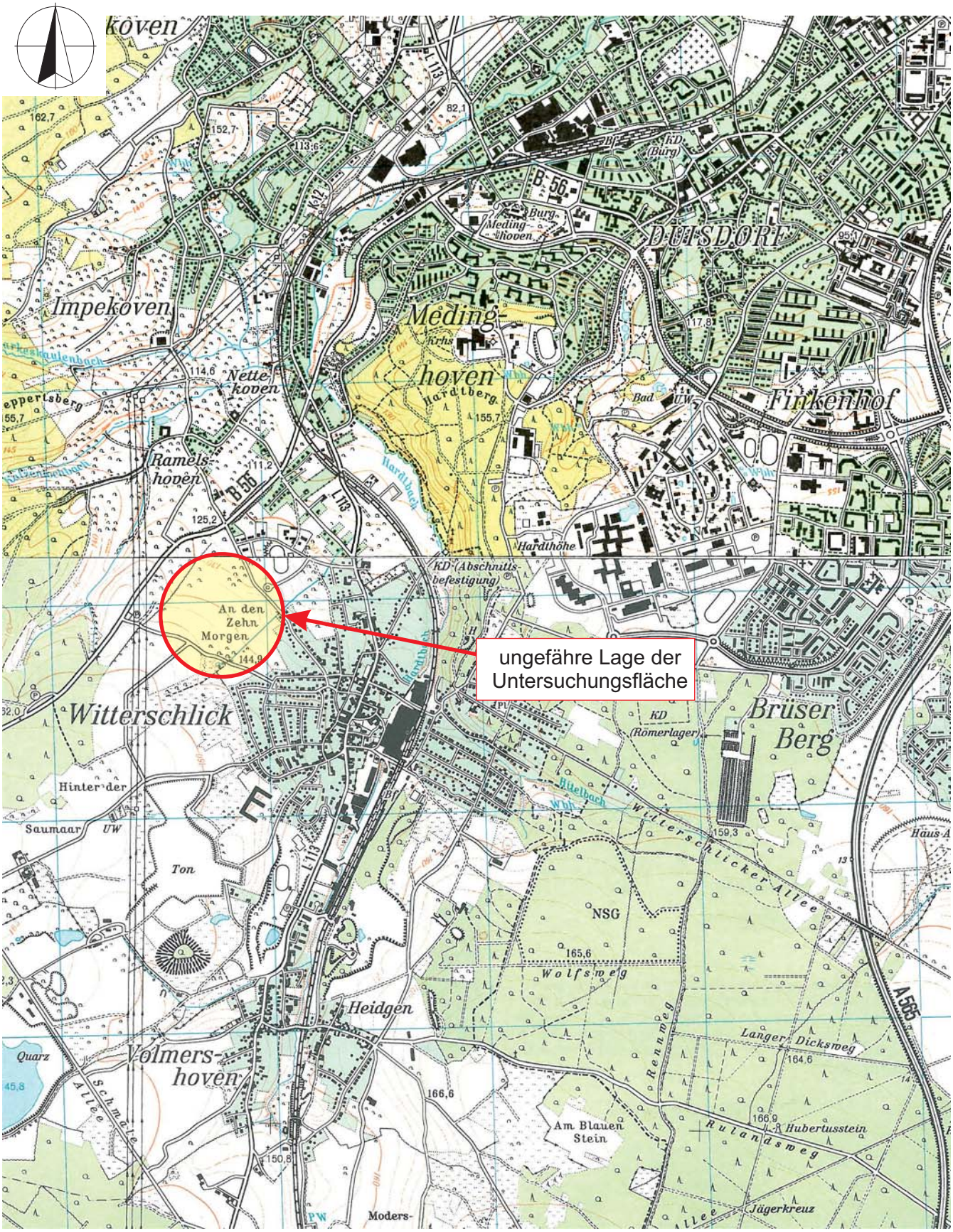
Benjamin Jackes M.Sc.
(Projektbearbeiter)

Anlagen

Anlage 1

Topographische Karte

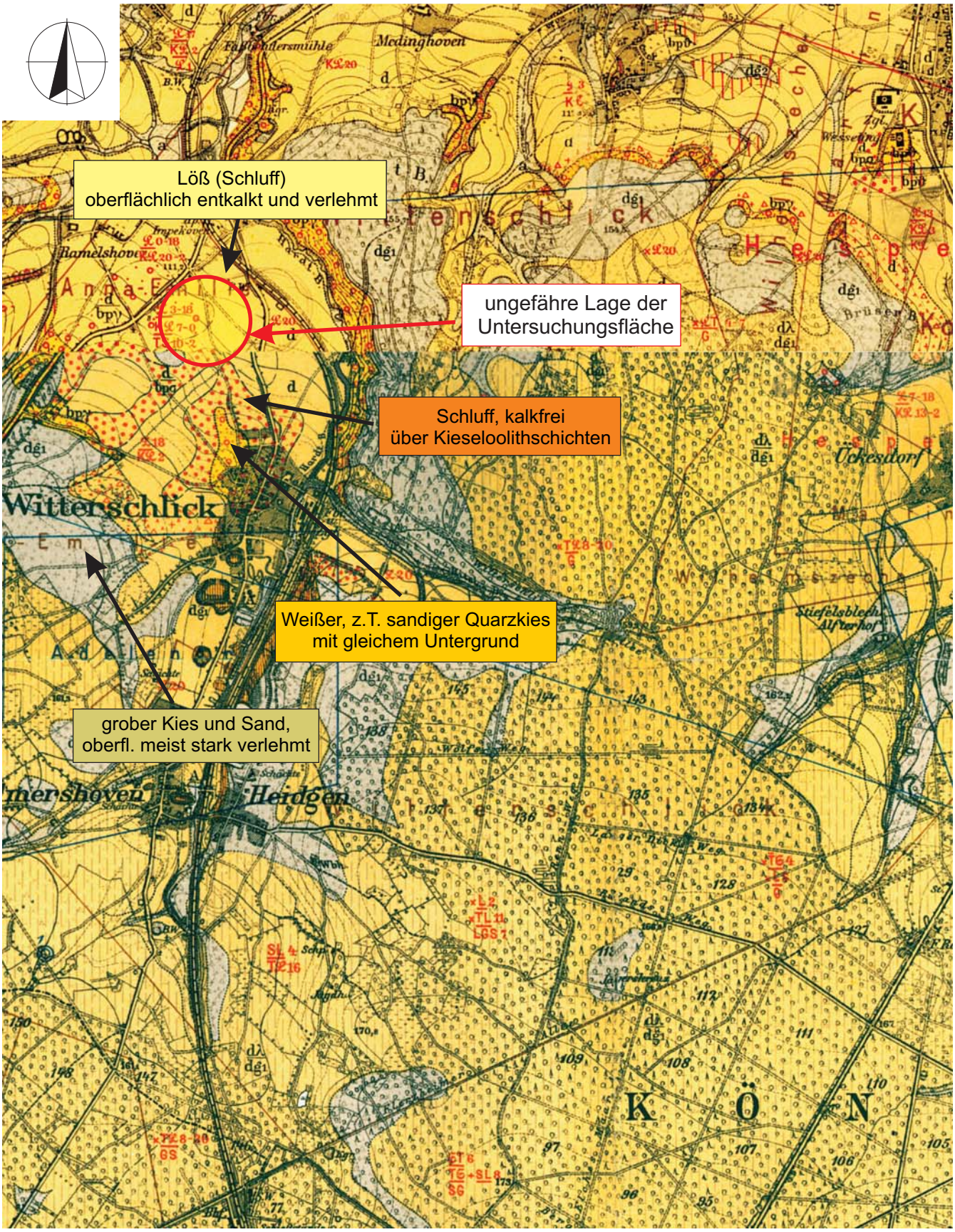
Ausschnitt aus der Topographischen Karte Blatt 5208 Bonn / 5308 Bad Godesberg				GBU GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT	
Projekt:	Erschließungsgebiet Buschkauler Feld, Alfter-Witterschlick				
Projekt-Nr:	15/06/2355	Bearbeiter: Jac.	Maßstab: 1:25.000	Anlage: 1	Datum: 10.05.2016



Anlage 2

Geologische Karte

Ausschnitt aus der Geologischen Karte Blatt 5208 Bonn / 5308 Bad Godesberg				GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	
Projekt:	Erschließungsgebiet Buschkauler Feld, Alfter-Witterschlick				
Projekt-Nr:	15/06/2355	Bearbeiter: Jac.	Maßstab: 1:25.000	Anlage : 2	Datum: 10.05.2016



Anlage 3

Lageplan

Projekt	Erschließungsgebiet Buschkauler Feld, Alfter-Witterschlick, Versickerungsuntersuchungen		
Auftraggeber	Wirtschaftsförderung Alfter GmbH		
Planart	Lageplan		
Maßstab	1:1.500	Anlage	3
Projektbearb.	Jac.	Projektleiter	Ka.
Projektnr.	15/06/2355	Datum	13.05.2016
Planident.	15_06_2355_Erschließungsgebiet_Buschkauler_Feld_Alfter\Anlagen\Anlage 3_Lageplan_A2.cdr		
Plangrundlagen	Lageplan Alfter-Buschkauler Feld, Städtebauliche Arbeitsgemeinschaft Bonn, Maßstab 1:1.000		

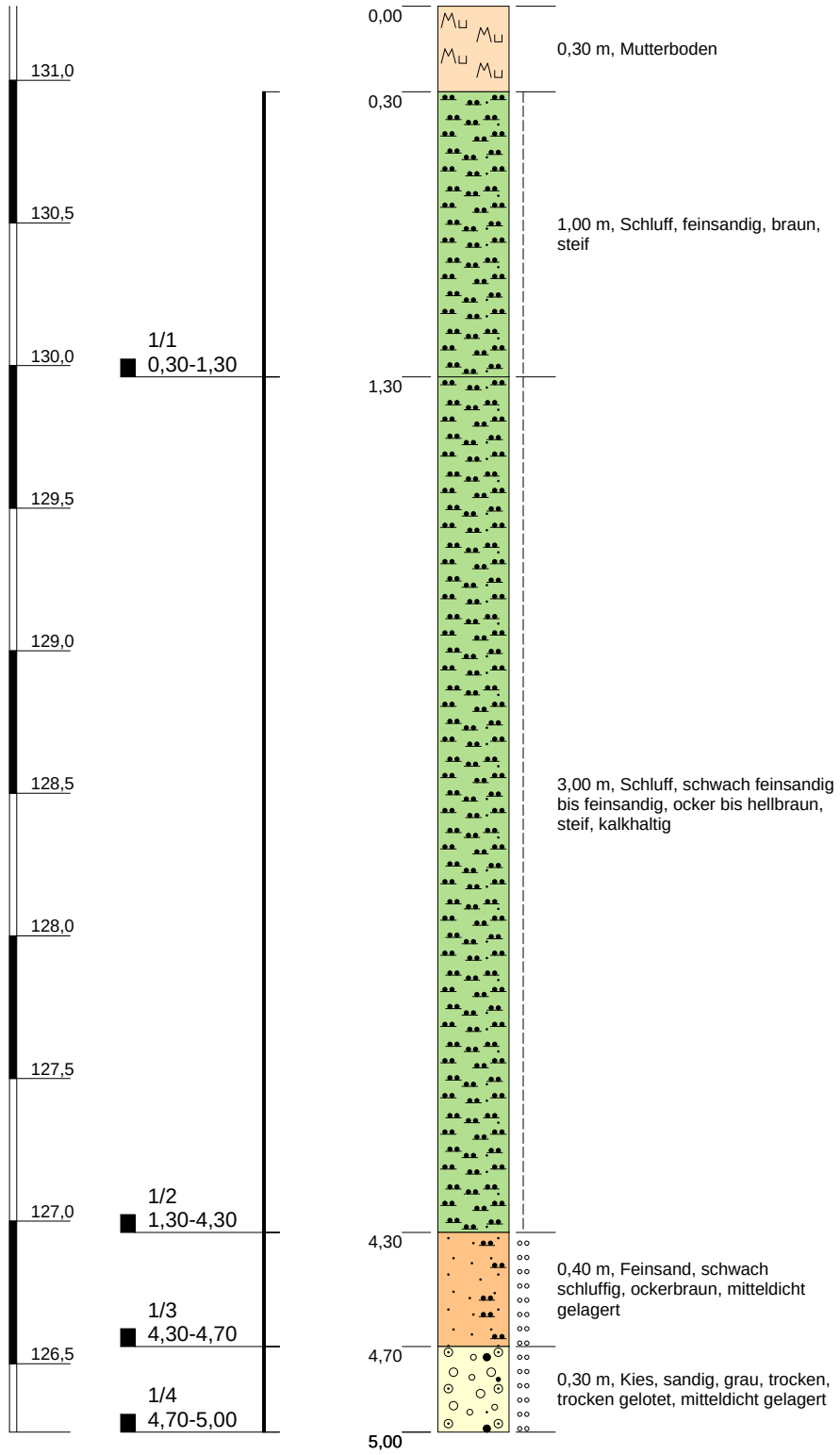
GBU OHG
GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT
BERATENDE GEOLOGEN & GEOTECHNIKER BDG/DGG/DGGT
AUF DEM SCHURWEBEL 11 D-53347 ALFTER // T 0228 / 976 291-0 F 0228 / 976 291-29
W WWW.GBU-CONSULT.DE E INFO@GBU-CONSULT.DE

Anlage 4

Bohr-/Schurfprofile

RKS 1

131,26 m ü. NHN



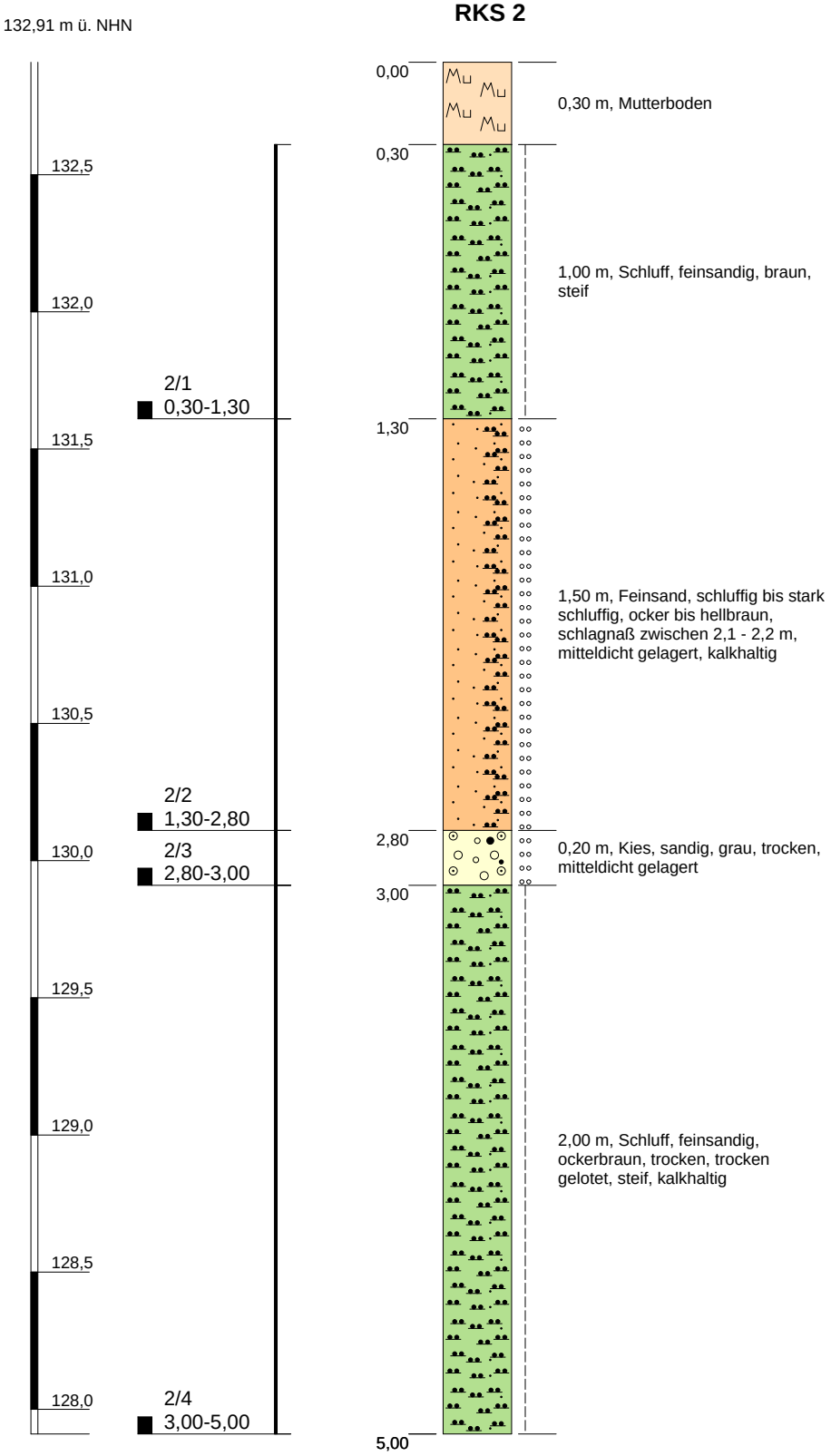
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt:	**Erschl. Buschkauler Feld, Alfter**		
Bohrung:	**RKS 1**		
Projektnr.:	15/06/2355	Anlage:	4.1
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	26.04.2016
Ansatzhöhe:	131,26 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	He./Ax., Bo.	Auftraggeber:	WFG Alfter

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 2



Maßstab: 1:25

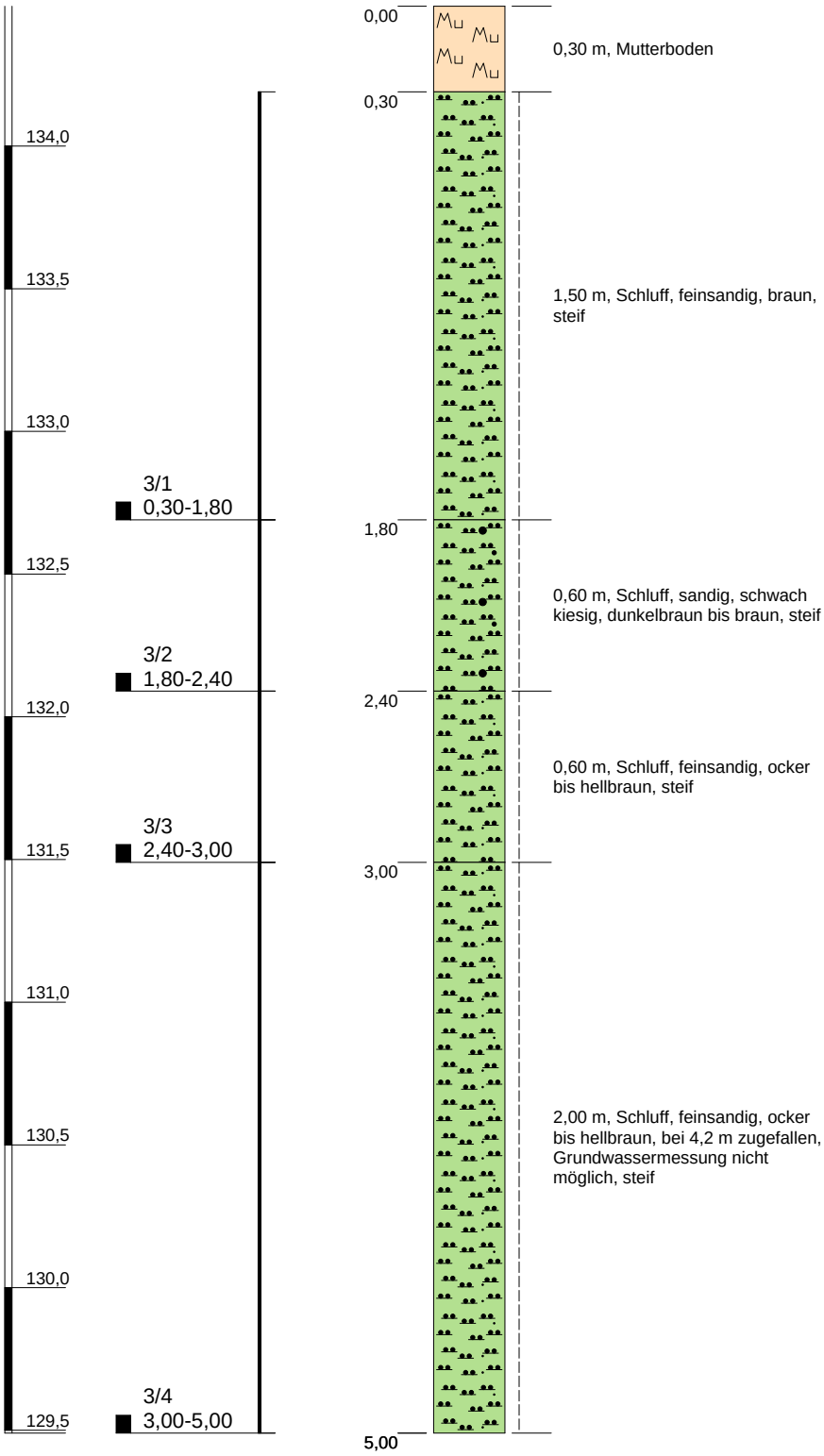
Blatt 1 von 1

Projekt:	**Erschl. Buschkauler Feld, Alfter**		
Bohrung:	**RKS 2**		
Projektnr.:	15/06/2355	Anlage:	4.2
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	26.04.2016
Ansatzhöhe:	132,91 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	He./Ax., Bo.	Auftraggeber:	WFG Alfter

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 3

134,49 m ü. NHN



Maßstab: 1:25

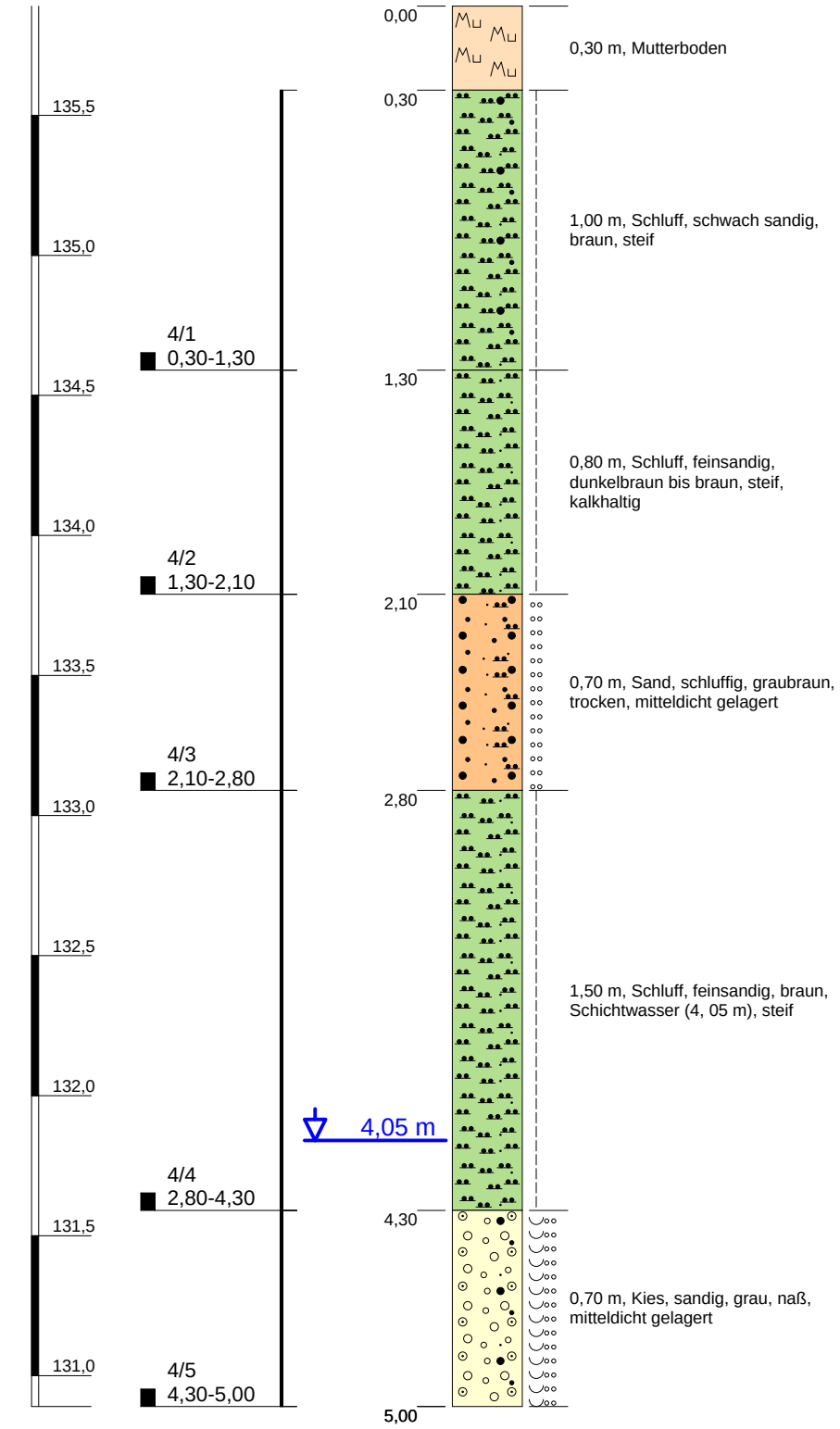
Blatt 1 von 1

Projekt:	**Erschl. Buschkauler Feld, Alfter**		
Bohrung:	**RKS 3**		
Projektnr.:	15/06/2355	Anlage:	4.3
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	26.04.2016
Ansatzhöhe:	134,49 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	He./Ax., Bo.	Auftraggeber:	WFG Alfter

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 4

135,89 m ü. NHN



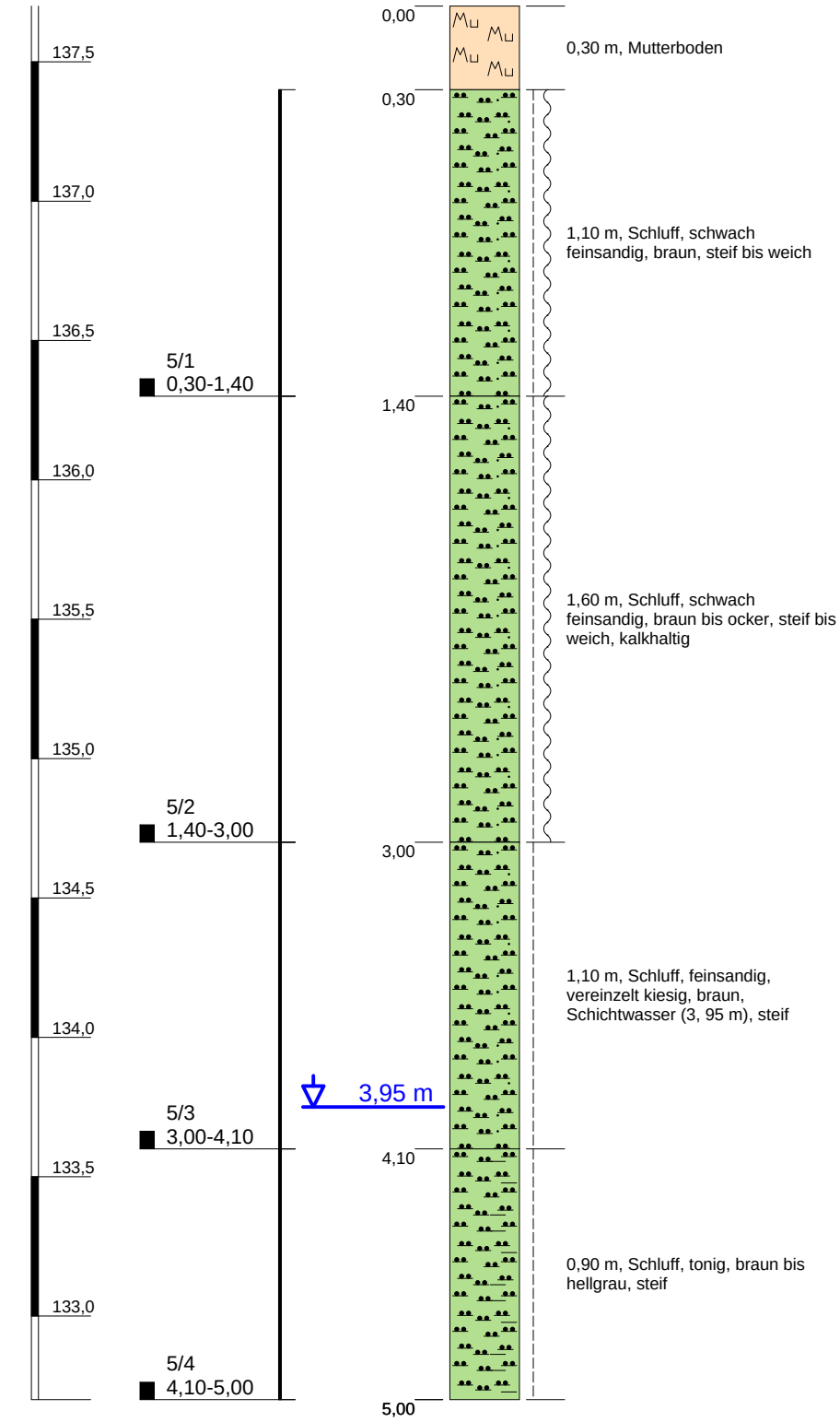
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt:	**Erschl. Buschkauler Feld, Alfter**		
Bohrung:	**RKS 4**		
Projektnr.:	15/06/2355	Anlage:	4.4
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	26.04.2016
Ansatzhöhe:	135,89 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	He./Ax., Bo.	Auftraggeber:	WFG Alfter

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 5



Maßstab: 1:25

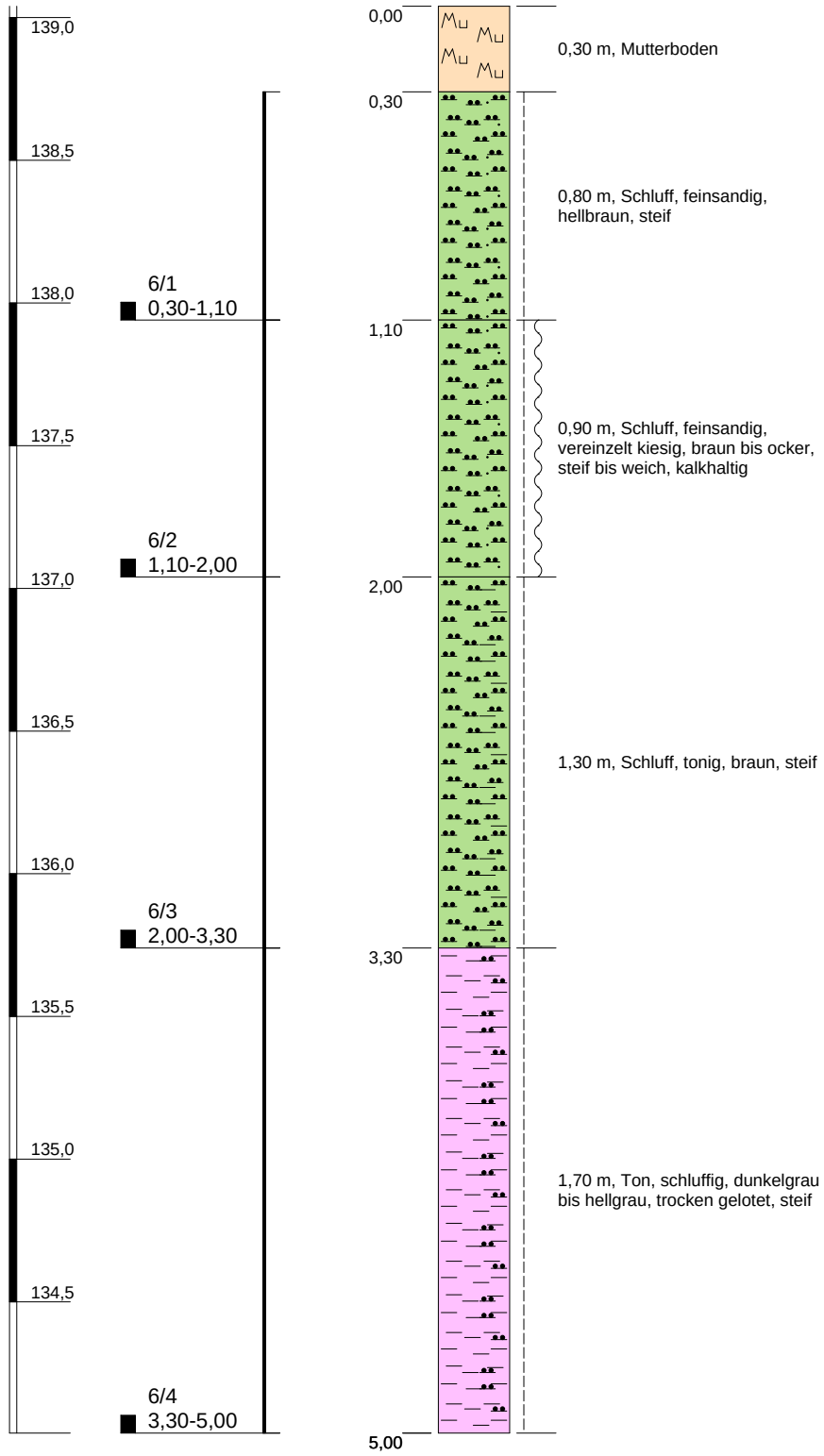
Blatt 1 von 1

Projekt:	**Erschl. Buschkauler Feld, Alfter**		
Bohrung:	**RKS 5**		
Projektnr.:	15/06/2355	Anlage:	4.5
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	26.04.2016
Ansatzhöhe:	137,70 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	He./Ax., Bo.	Auftraggeber:	WFG Alfter

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 6

139,04 m ü. NHN



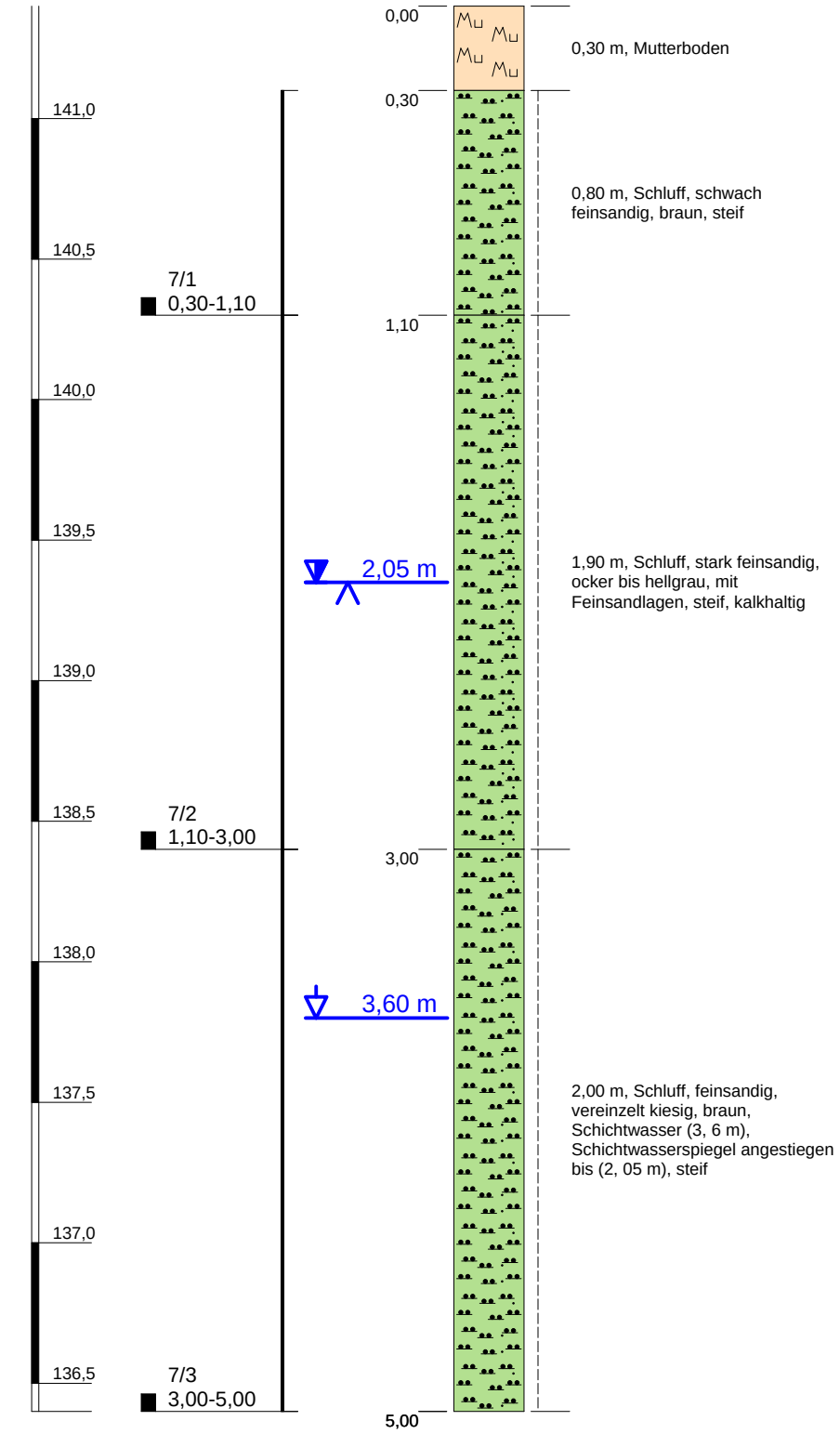
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt:	**Erschl. Buschkauler Feld, Alfter**		
Bohrung:	**RKS 6**		
Projektnr.:	15/06/2355	Anlage:	4.6
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	26.04.2016
Ansatzhöhe:	139,04 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	He./Ax., Bo.	Auftraggeber:	WFG Alfter

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 7



Maßstab: 1:25

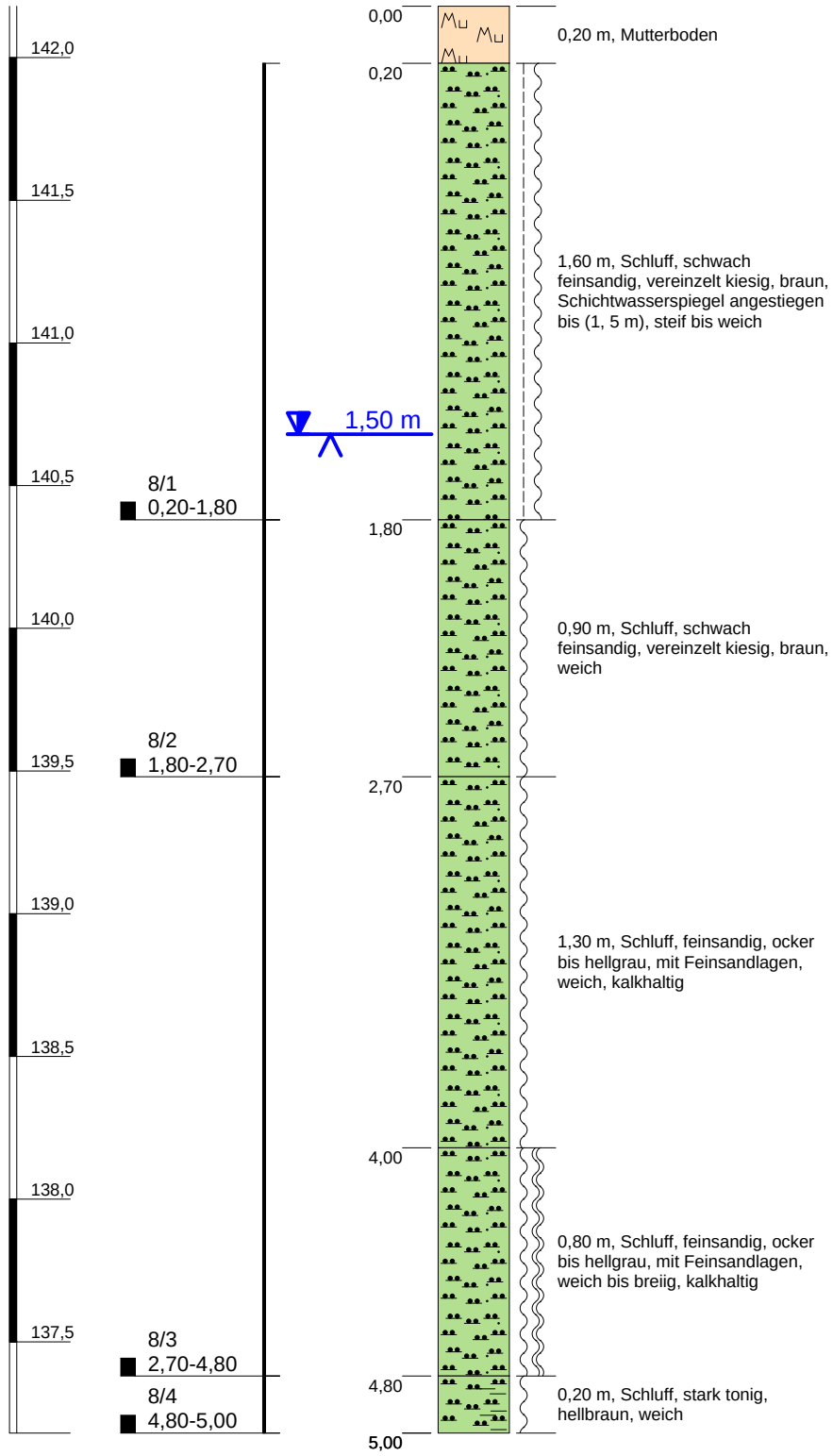
Blatt 1 von 1

Projekt:	**Erschl. Buschkauler Feld, Alfter**		
Bohrung:	**RKS 7**		
Projektnr.:	15/06/2355	Anlage:	4.7
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	26.04.2016
Ansatzhöhe:	141,40 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	He./Ax., Bo.	Auftraggeber:	WFG Alfter

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 8

142,18 m ü. NHN



Maßstab: 1:25

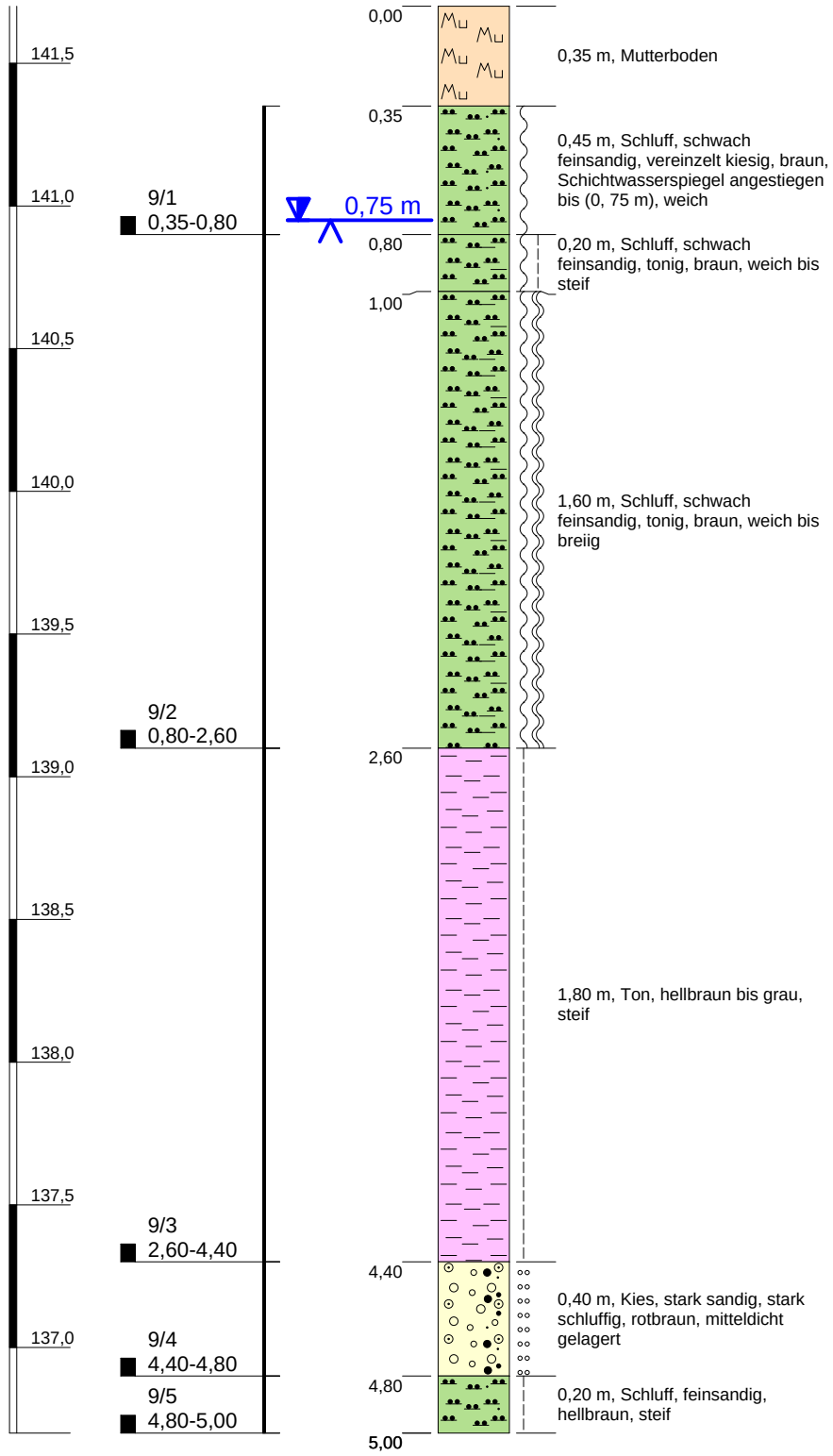
Blatt 1 von 1

Projekt:	**Erschl. Buschkauler Feld, Alfter**		
Bohrung:	**RKS 8**		
Projektnr.:	15/06/2355	Anlage:	4.8
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	02.05.2016
Ansatzhöhe:	142,18 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	Gr./Ax., Bo.	Auftraggeber:	WFG Alfter

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 9

141,70 m ü. NHN



Maßstab: 1:25

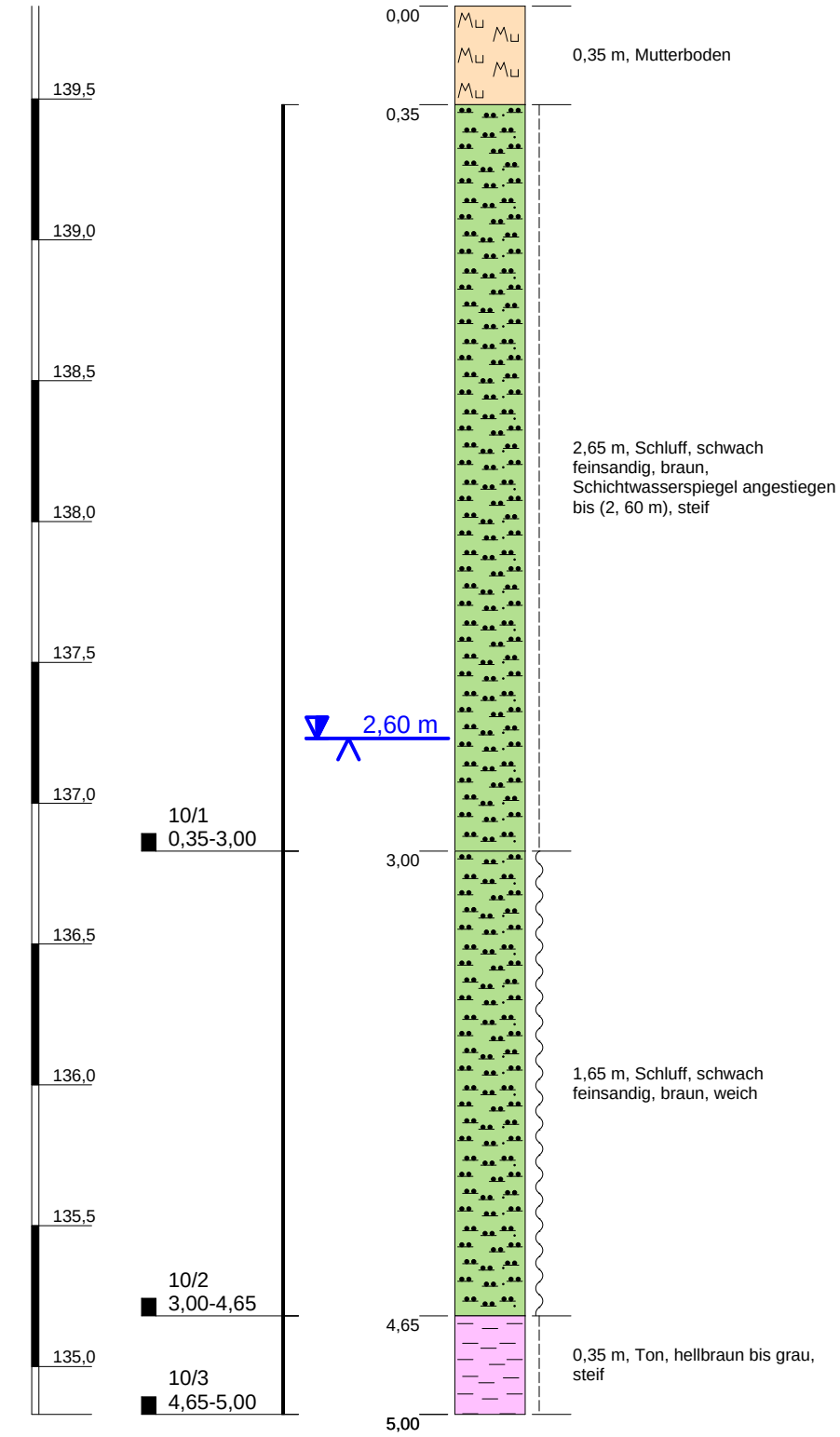
Blatt 1 von 1

Projekt:	**Erschl. Buschkauler Feld, Alfter**		
Bohrung:	**RKS 9**		
Projektnr.:	15/06/2355	Anlage:	4.9
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	02.05.2016
Ansatzhöhe:	141,70 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	Gr./Ax., Bo.	Auftraggeber:	WFG Alfter

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 10

139,83 m ü. NHN



Maßstab: 1:25

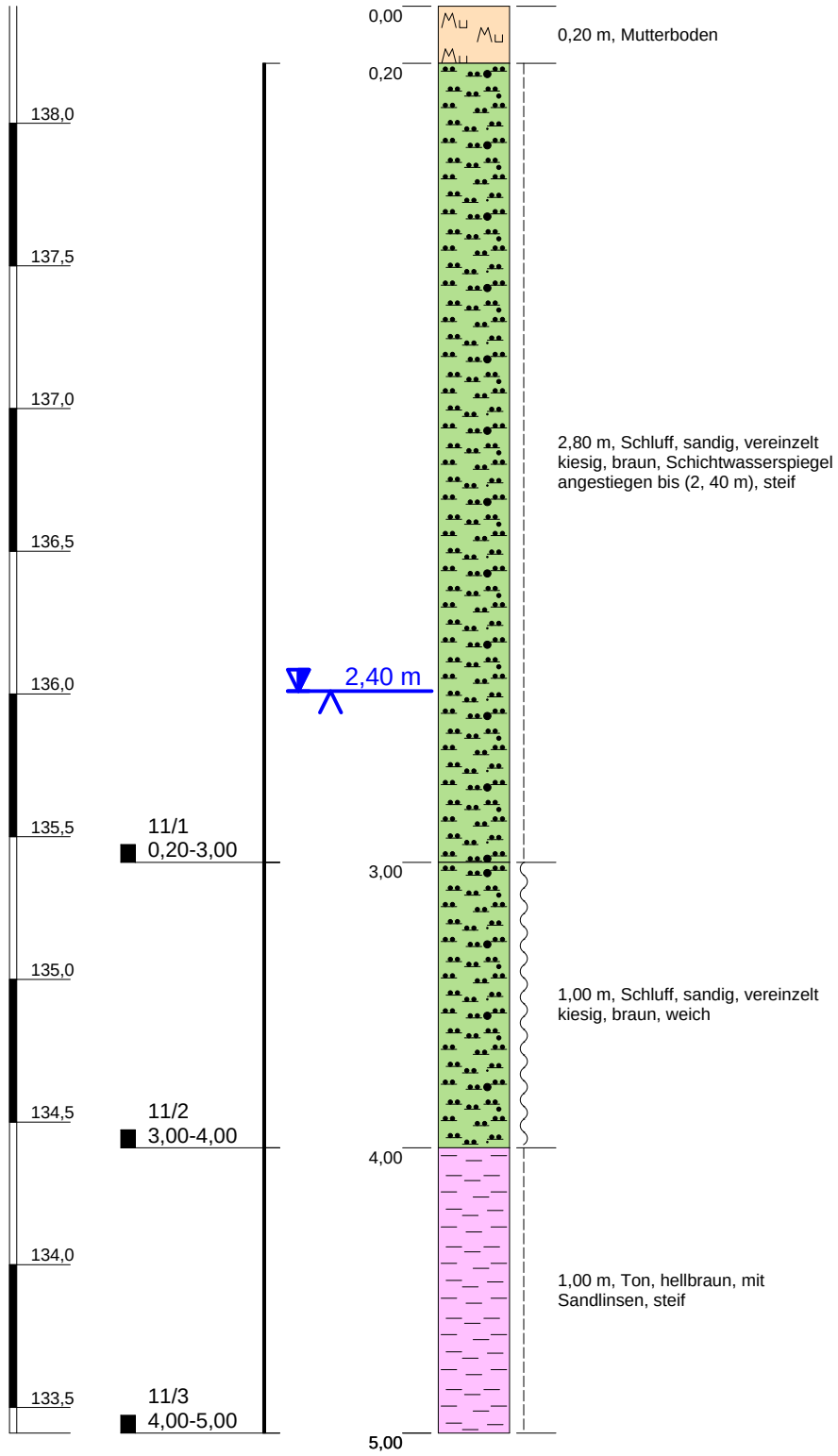
Blatt 1 von 1

Projekt:	**Erschl. Buschkauler Feld, Alfter**		
Bohrung:	**RKS 10**		
Projektnr.:	15/06/2355	Anlage:	4.10
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	02.05.2016
Ansatzhöhe:	139,83 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	Gr./Ax., Bo.	Auftraggeber:	WFG Alfter

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 11

138,41 m ü. NHN



Maßstab: 1:25

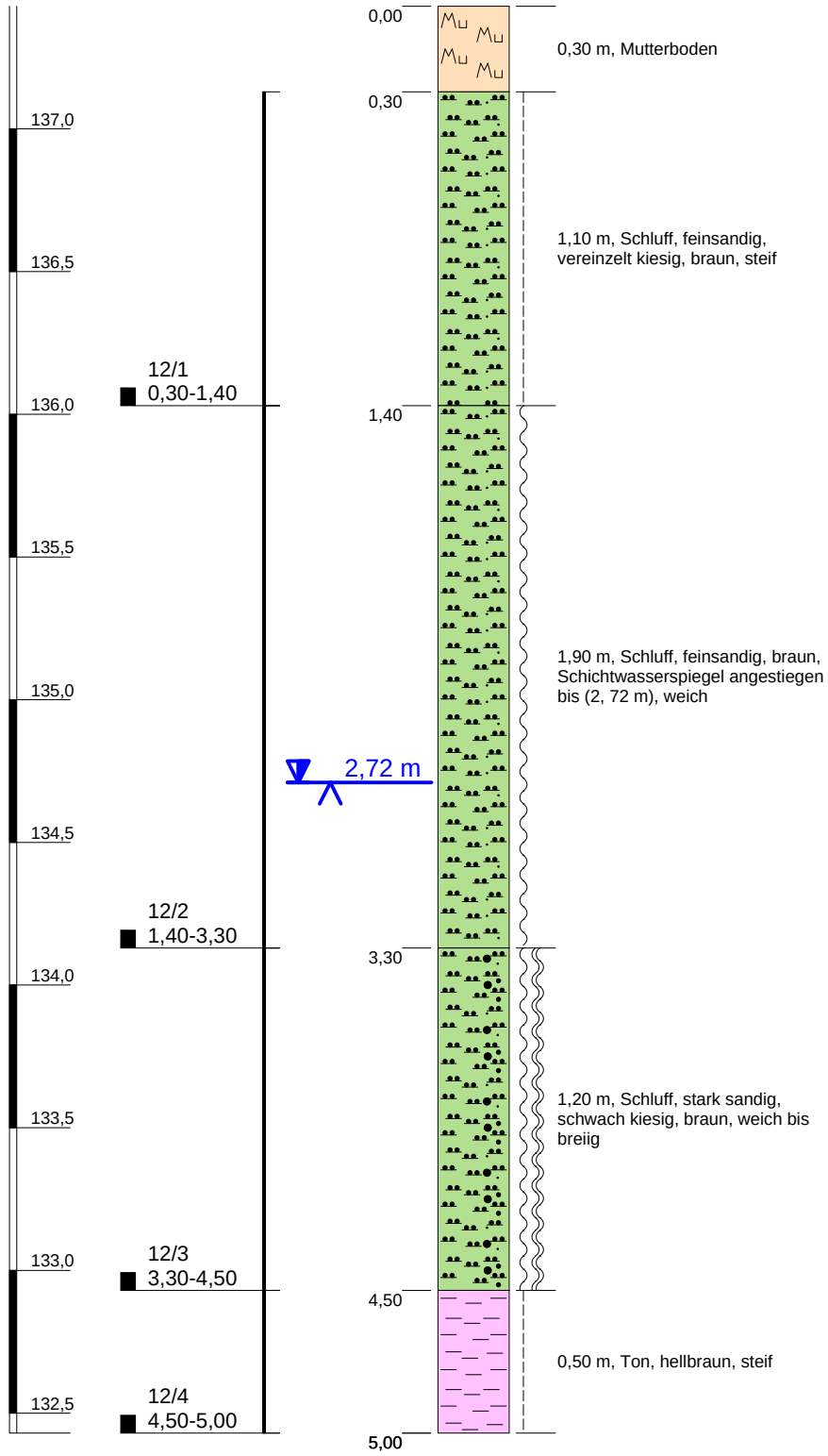
Blatt 1 von 1

Projekt:	**Erschl. Buschkauler Feld, Alfter**		
Bohrung:	**RKS 11**		
Projektnr.:	15/06/2355	Anlage:	4.11
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	02.05.2016
Ansatzhöhe:	138,41 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	Gr./Ax., Bo.	Auftraggeber:	WFG Alfter

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 12

137,43 m ü. NHN



Maßstab: 1:25

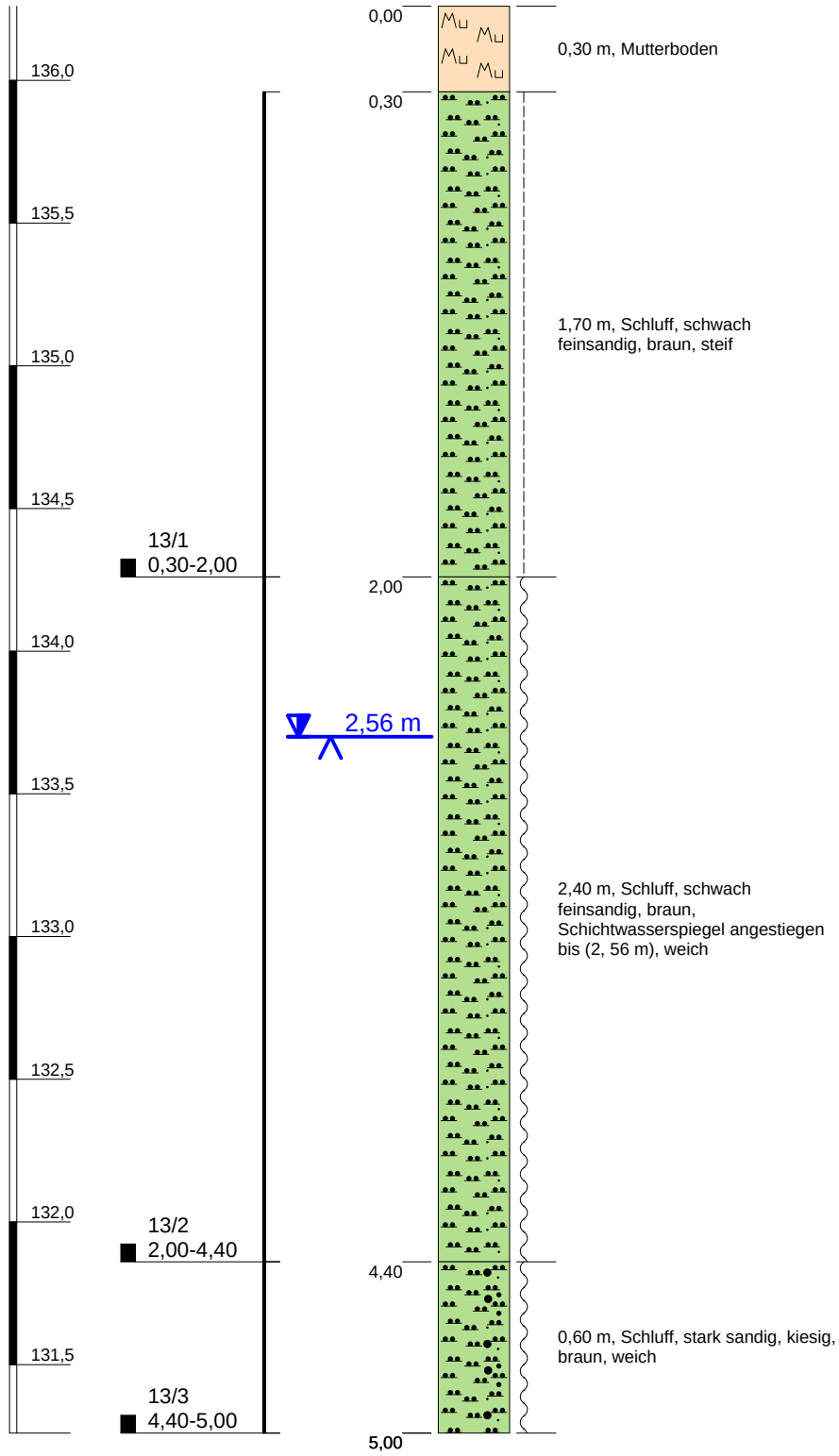
Blatt 1 von 1

Projekt:	**Erschl. Buschkauler Feld, Alfter**		
Bohrung:	**RKS 12**		
Projektnr.:	15/06/2355	Anlage:	4.12
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	02.05.2016
Ansatzhöhe:	137,43 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	Gr./Ax., Bo.	Auftraggeber:	WFG Alfter

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 13

136,26 m ü. NHN



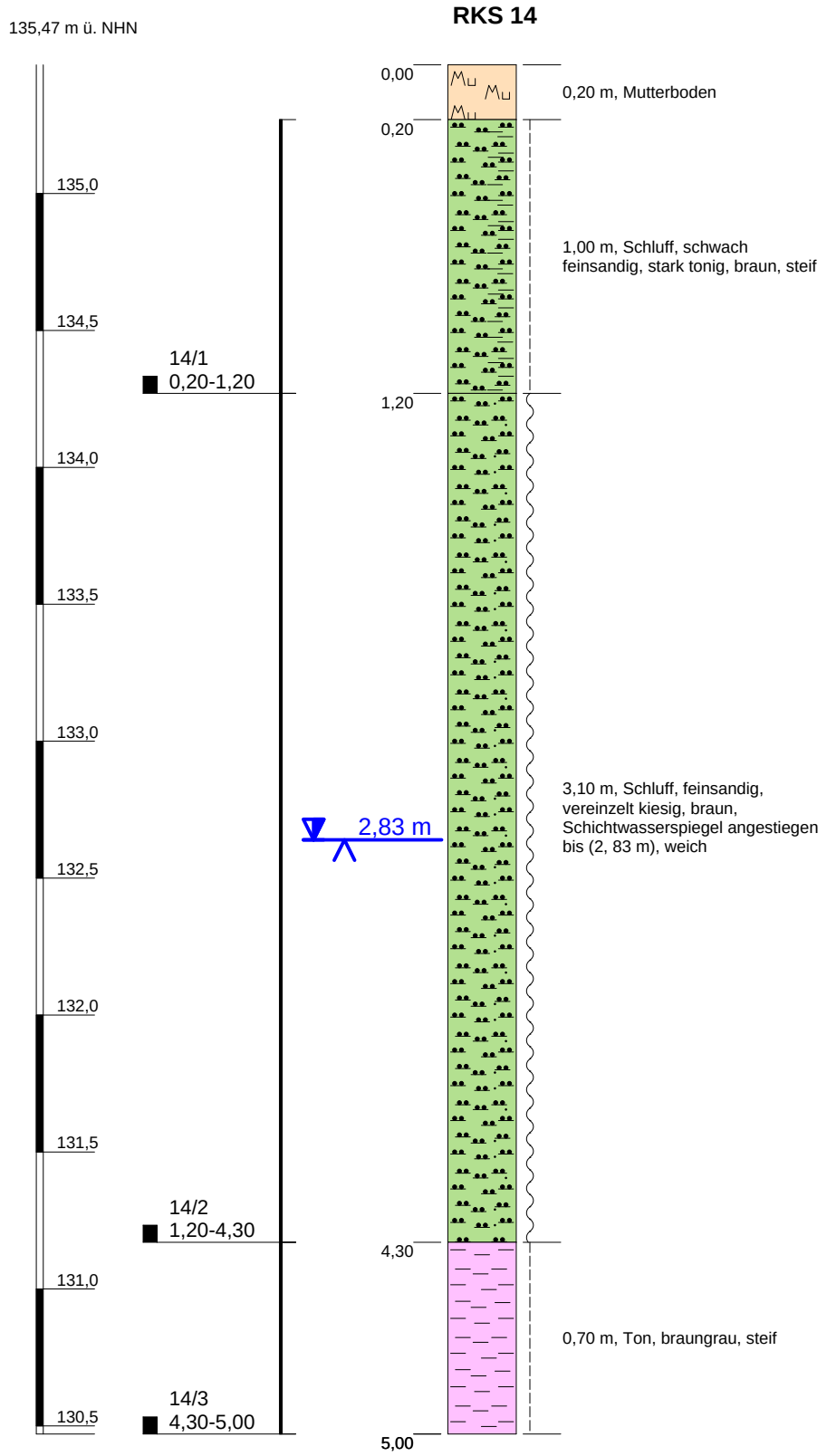
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt:	**Erschl. Buschkauler Feld, Alfter**		
Bohrung:	**RKS 13**		
Projektnr.:	15/06/2355	Anlage:	4.13
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	02.05.2016
Ansatzhöhe:	136,26 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	Gr./Ax., Bo.	Auftraggeber:	WFG Alfter

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 14



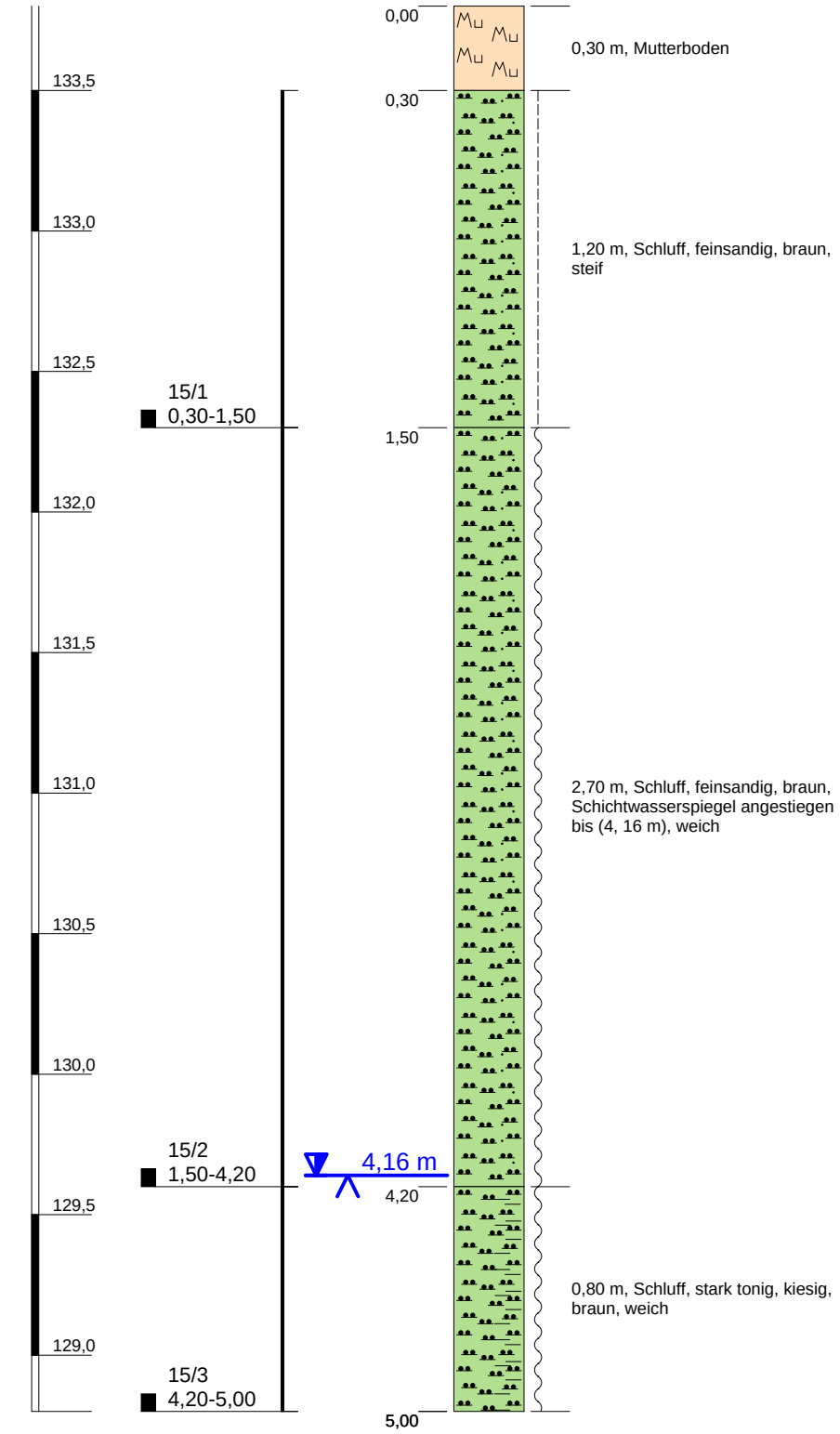
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt:	**Erschl. Buschkauler Feld, Alfter**		
Bohrung:	**RKS 14**		
Projektnr.:	15/06/2355	Anlage:	4.14
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	02.05.2016
Ansatzhöhe:	135,47 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	Gr./Ax., Bo.	Auftraggeber:	WFG Alfter

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 15



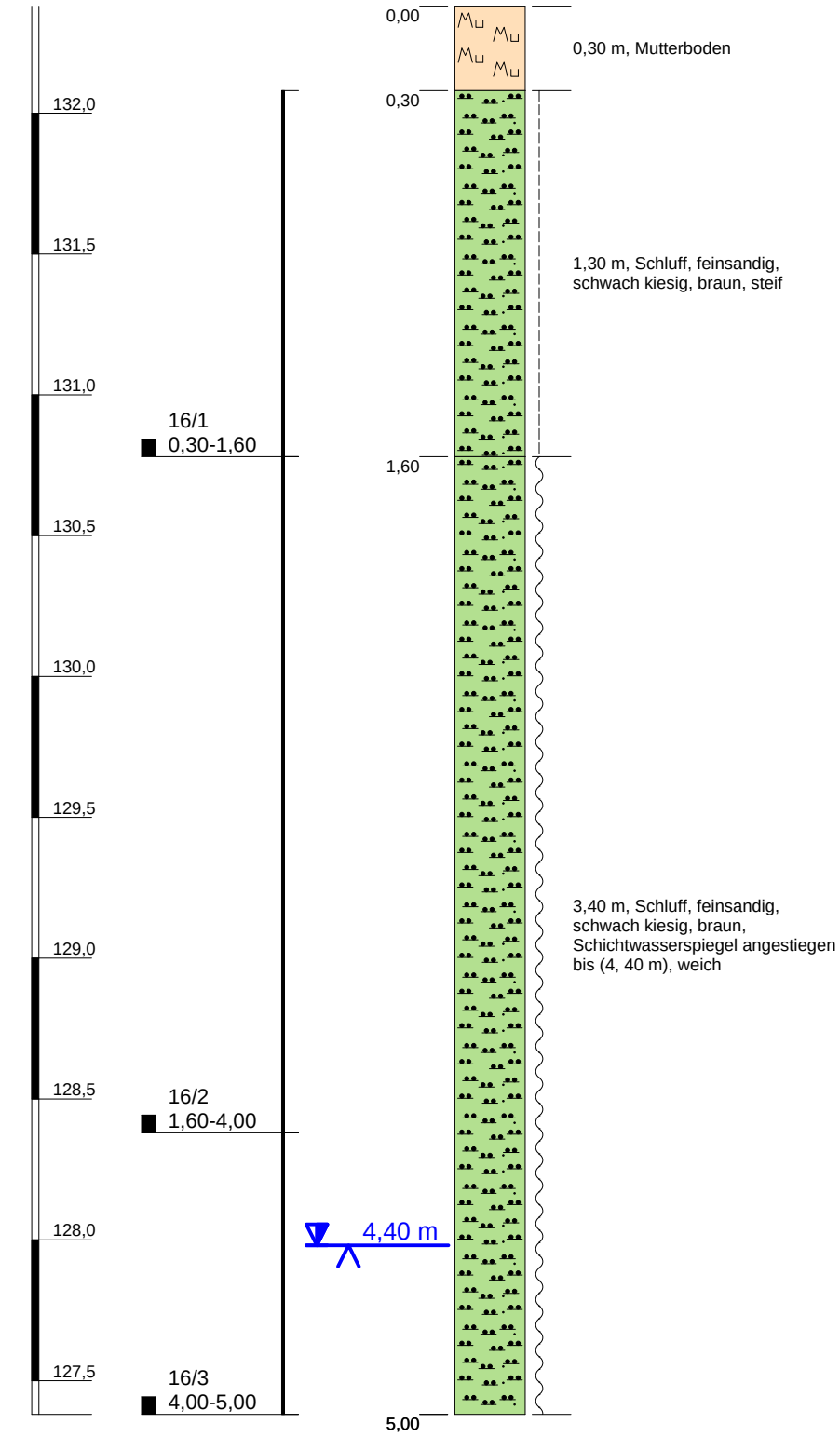
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt:	**Erschl. Buschkauler Feld, Alfter**		
Bohrung:	**RKS 15**		
Projektnr.:	15/06/2355	Anlage:	4.15
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	03.05.2016
Ansatzhöhe:	133,80 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	Gr./Ax., Bo.	Auftraggeber:	WFG Alfter

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 16



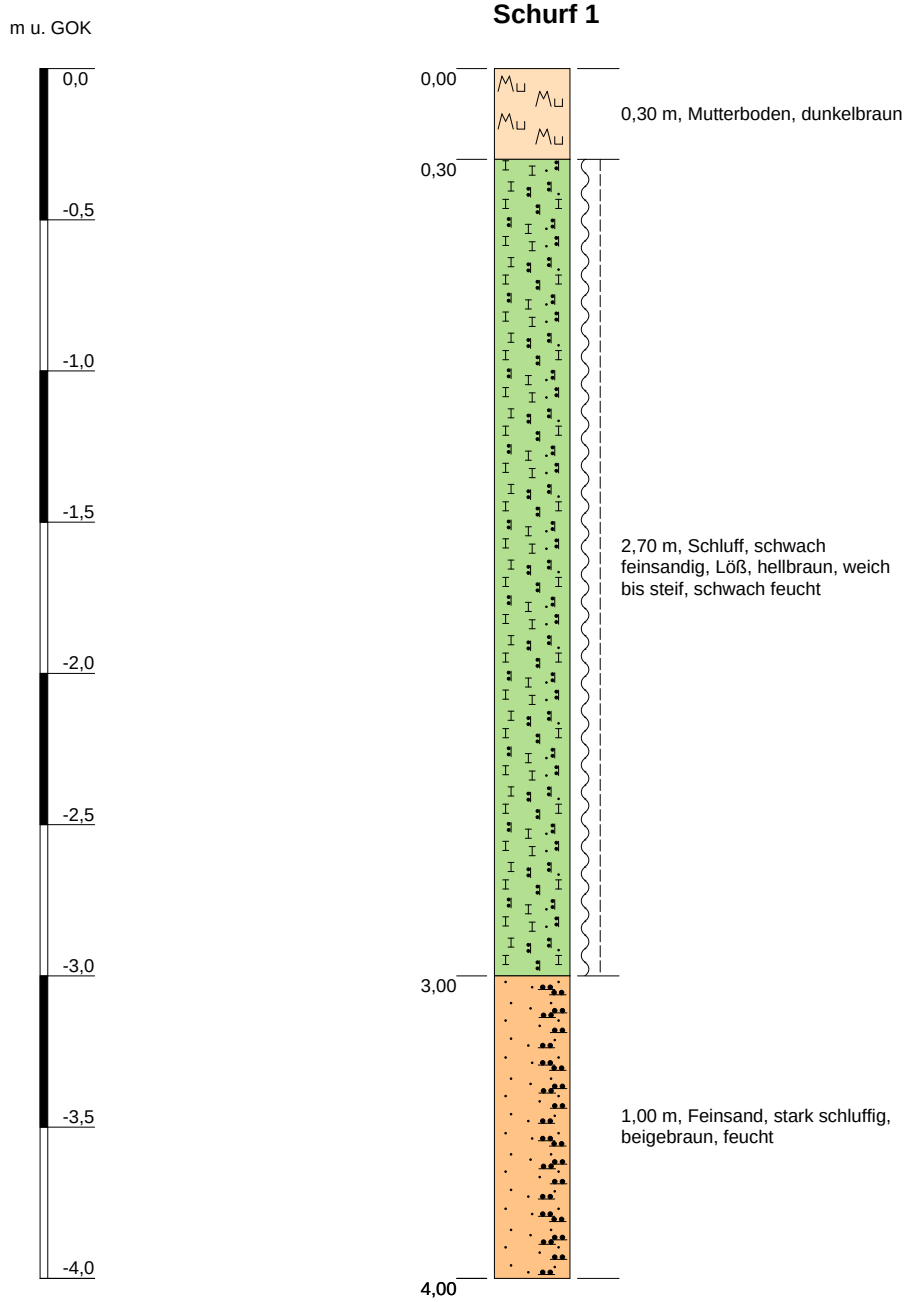
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt:	**Erschl. Buschkauler Feld, Alfter**		
Bohrung:	**RKS 16**		
Projektnr.:	15/06/2355	Anlage:	4.16
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	03.05.2016
Ansatzhöhe:	132,38 m ü. NHN	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	Gr./Ax., Bo.	Auftraggeber:	WFG Alfter

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

Schurf 1



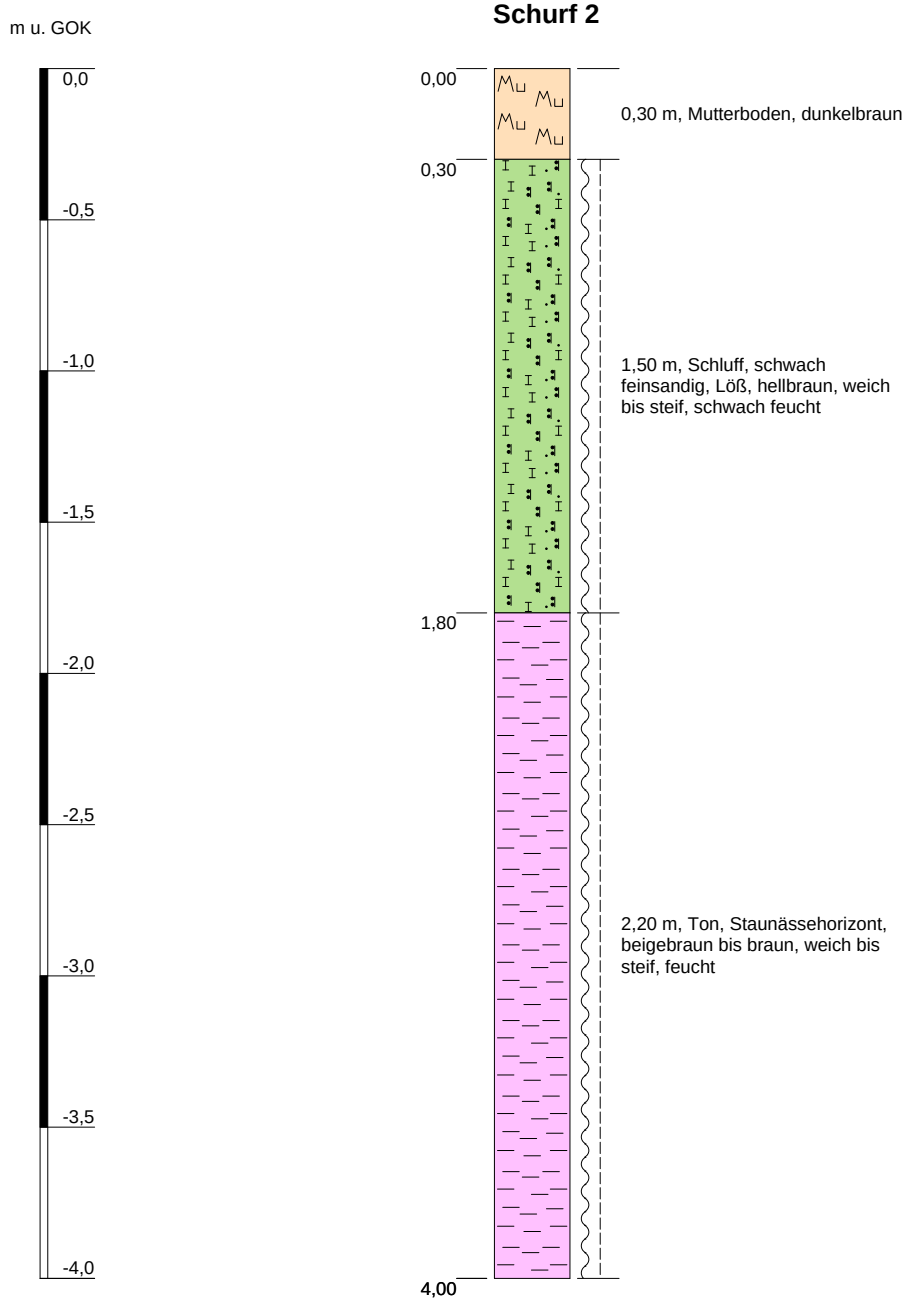
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt:	**Erschl. Buschkauler Feld, Alfter**		
Bohrung:	**Schurf 1**		
Projektnr.:	15/06/2355	Anlage:	4.17
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	19.05.2016
Ansatzhöhe:	GOK	Endtiefe:	4,00 m
Bearbeiter:	Jac., Jac.	Auftraggeber:	WFG Alfter

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

Schurf 2



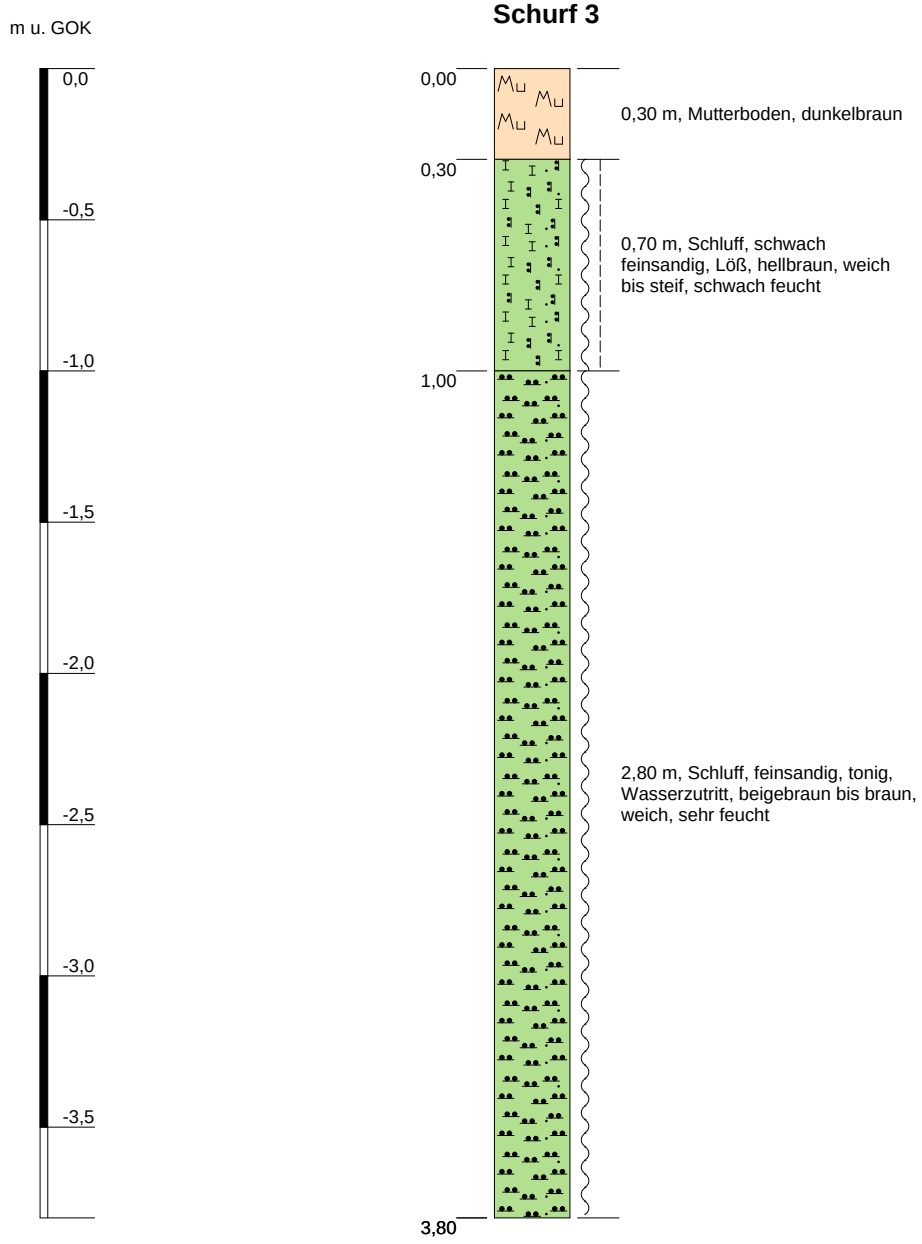
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt:	**Erschl. Buschkauler Feld, Alfter**		
Bohrung:	**Schurf 2**		
Projektnr.:	15/06/2355	Anlage:	4.18
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	19.05.2016
Ansatzhöhe:	GOK	Endtiefe:	4,00 m
Bearbeiter:	Jac., Jac.	Auftraggeber:	WFG Alfter

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

Schurf 3



Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt:	**Erschl. Buschkauler Feld, Alfter**		
Bohrung:	**Schurf 3**		
Projektnr.:	15/06/2355	Anlage:	4.19
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	19.05.2016
Ansatzhöhe:	GOK	Endtiefe:	3,80 m
Bearbeiter:	Jac., Jac.	Auftraggeber:	WFG Alfter

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

Anlage 5

Bodenmechanische Laborversuche

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

Konsistenz K				Wasserbindegrad		
>		1	halbfest	<		20%
1	-	0,8	steif	20	-	40%
0,7	-	0,5	weich	50	-	60%
0,5	-	0,25	breiig	60	-	80%

Erschließungsgebiet Buschkauler Feld, Alfter-Witterschlick

Bodenphysikalische Kennwerte (Grundbau)	Entnahmestelle		Bodenart					Bodenzustand					Verhalten bei Beanspruchung					
													Kompressionsversuch				Schervers. Dreiachsial-versuch	
													Steifemodul E_s für Belastung					
Bodenart	Bohrungsnr. / Probennr.	Entnahmetiefe [m]	Wasserbindevermögen 1) W_b [%]	Tongehalt [< 0,002 mm Ø) T[%]	Fließgrenze W_f [%]	Bildsamkeit W_{fa} [%]	Kalkgehalt [%] Glühverlust [%]	Wassergehalt W [%]	Wichte g [kN/m³]	Porenziffer e	Wasserbindegrad 2) W_{bg} [%]	Konsistenz K	0,1	0,2	0,3	Setzung [%] Nach 1 [min]	Kohäsion [kN/m²]	Reibungswinkel d (°)
													[MN/m²]					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Schluff, feinsandig	1/1	0,3-1,3	56					21,8			39,4							
Schluff, feinsandig	2/1	0,3-1,3	55					23,2			42,6							
Schluff, feinsandig	2/4	3,0-5,0	50					16,9			34,1							
Schluff, feinsandig	3/3	2,4-3,0	62					23,3			37,9							
Schluff, feinsandig	3/4	3,0-5,0	68					21,6			31,8							
Schluff, feinsandig	4/4	2,8-4,3	49					19,1			39,4							
Schluff, schwach feinsandig	5/1	0,3-1,4	41					18,1			44,7							
Schluff, tonig	5/4	4,1-5,0	88					28,1			31,9							
Ton, schluffig	6/4	3,3-5,0	84					27,1			32,3							

1) Wasserbindevermögen nach ENSLIN-NEFF = Wasseraufnahmevermögen nach DIN 18132 2) Wasserbindegrad nach NEFF 1988 = W/Wb x 100 [%]

Projekt-Nr.: 15/06/2355
Anlagen-Nr. 5.1

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

Konsistenz K				Wasserbindegrad		
>		1	halbfest	<		20%
1	-	0,8	steif	20	-	40%
0,7	-	0,5	weich	50	-	60%
0,5	-	0,25	breiig	60	-	80%

Bodenphysikalische Kennwerte (Grundbau)	Entnahmestelle		Bodenart					Bodenzustand					Verhalten bei Beanspruchung					
													Kompressionsversuch				Schervers. Dreiachsial-versuch	
													Steifemodul E_s für Belastung					
Bodenart	Bohrungsnr. / Probennr.	Entnahmetiefe [m]	Wasserbindevermögen 1) W_b [%]	Tongehalt [< 0,002 mm Ø) T[%]	Fließgrenze W_f [%]	Bildsamkeit W_{fa} [%]	Kalkgehalt [%] Glühverlust [%]	Wassergehalt W [%]	Wichte g [kN/m³]	Porenziffer e	Wasserbindegrad 2) W_{bg} [%]	Konsistenz K	0,1	0,2	0,3	Setzung [%] Nach 1 [min]	Kohäsion [kN/m²]	Reibungswinkel d (°)
													[MN/m²]					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Schluff, stark feinsandig	7/2	1,1-3,0	44					17,0			39,1							
Schluff, schwach feinsandig	8/2	1,8-2,7	51					22,1			43,4							
Ton	9/3	2,6-4,4	69					26,3			38,4							
Ton	10/3	4,65-5,00	58					18,7			32,5							
Schluff, sandig	11/2	3,0-4,0	43					23,4			55,1							
Schluff, stark sandig, schwach kiesig	12/3	3,3-4,5	42					17,2			41,0							
Schluff, schwach feinsandig	13/2	2,0-4,4	44					23,1			53,1							
Schluff, schwach feinsandig, stark tonig	14/1	0,2-1,2	54					20,9			38,6							
Schluff, feinsandig	15/2	1,5-4,2	44					24,2			55,1							

1) Wasserbindevermögen nach ENSLIN-NEFF = Wasseraufnahmevermögen nach DIN 18132 2) Wasserbindegrad nach NEFF 1988 = W/Wb x 100 [%]

Erschließungsgebiet Buschkauler Feld, Alfter-Witterschlick

Projekt-Nr.: 15/06/2355

Anlagen-Nr. 5.2

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

Konsistenz K				Wasserbindegrad		
>		1	halbfest	<		20%
1	-	0,8	steif	20	-	40%
0,7	-	0,5	weich	50	-	60%
0,5	-	0,25	breiig	60	-	80%

Bodenphysikalische Kennwerte (Grundbau)	Entnahmestelle		Bodenart					Bodenzustand					Verhalten bei Beanspruchung					
													Kompressionsversuch				Schervers. Dreiachsial-versuch	
													Steifemodul E_s für Belastung					
Bodenart	Bohrungsnr. / Probennr.	Entnahmetiefe [m]	Wasserbindevermögen 1) W_b [%]	Tongehalt [< 0,002 mm Ø) T[%]	Fließgrenze W_f [%]	Bildsamkeit W_{fa} [%]	Kalkgehalt [%] Glühverlust [%]	Wassergehalt W [%]	Wichte g [kN/m³]	Porenziffer e	Wasserbindegrad 2) W_{bg} [%]	Konsistenz K	0,1	0,2	0,3	Setzung [%] Nach 1 [min]	Kohäsion [kN/m²]	Reibungswinkel d (°)
													[MN/m²]					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Schluff, feinsandig, schwach kiesig	16/2	1,6-4,0	43					21,8			50,8							

1) Wasserbindevermögen nach ENSLIN-NEFF = Wasseraufnahmevermögen nach DIN 18132 2) Wasserbindegrad nach NEFF 1988 = W/Wb x 100 [%]

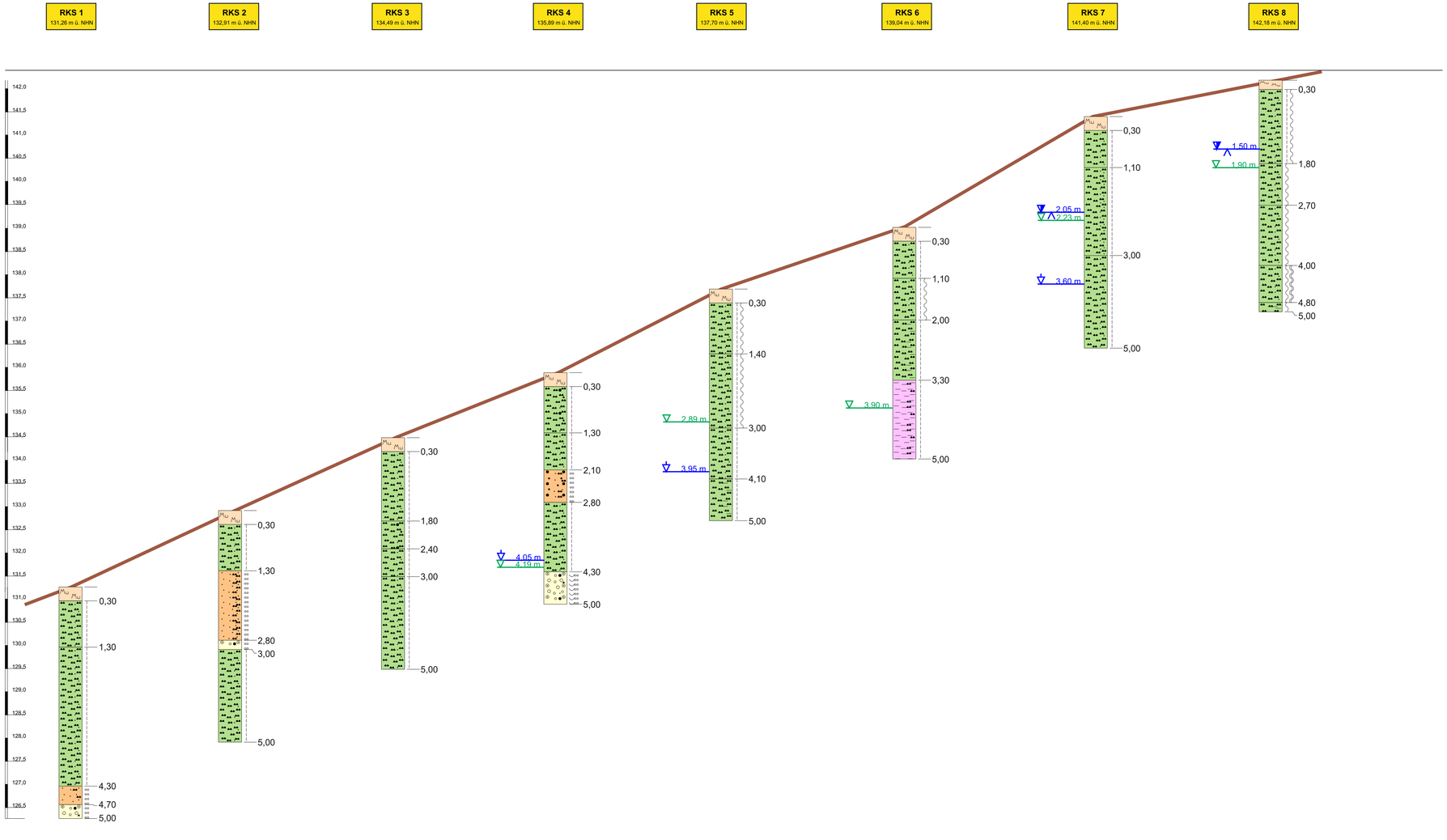
Erschließungsgebiet Buschkauler Feld, Alfter-Witterschlick

Projekt-Nr.: 15/06/2355

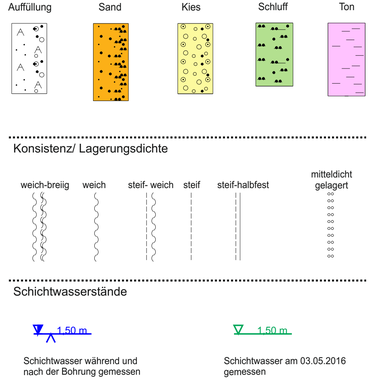
Anlagen-Nr. 5.3

Anlage 6

Schnitte

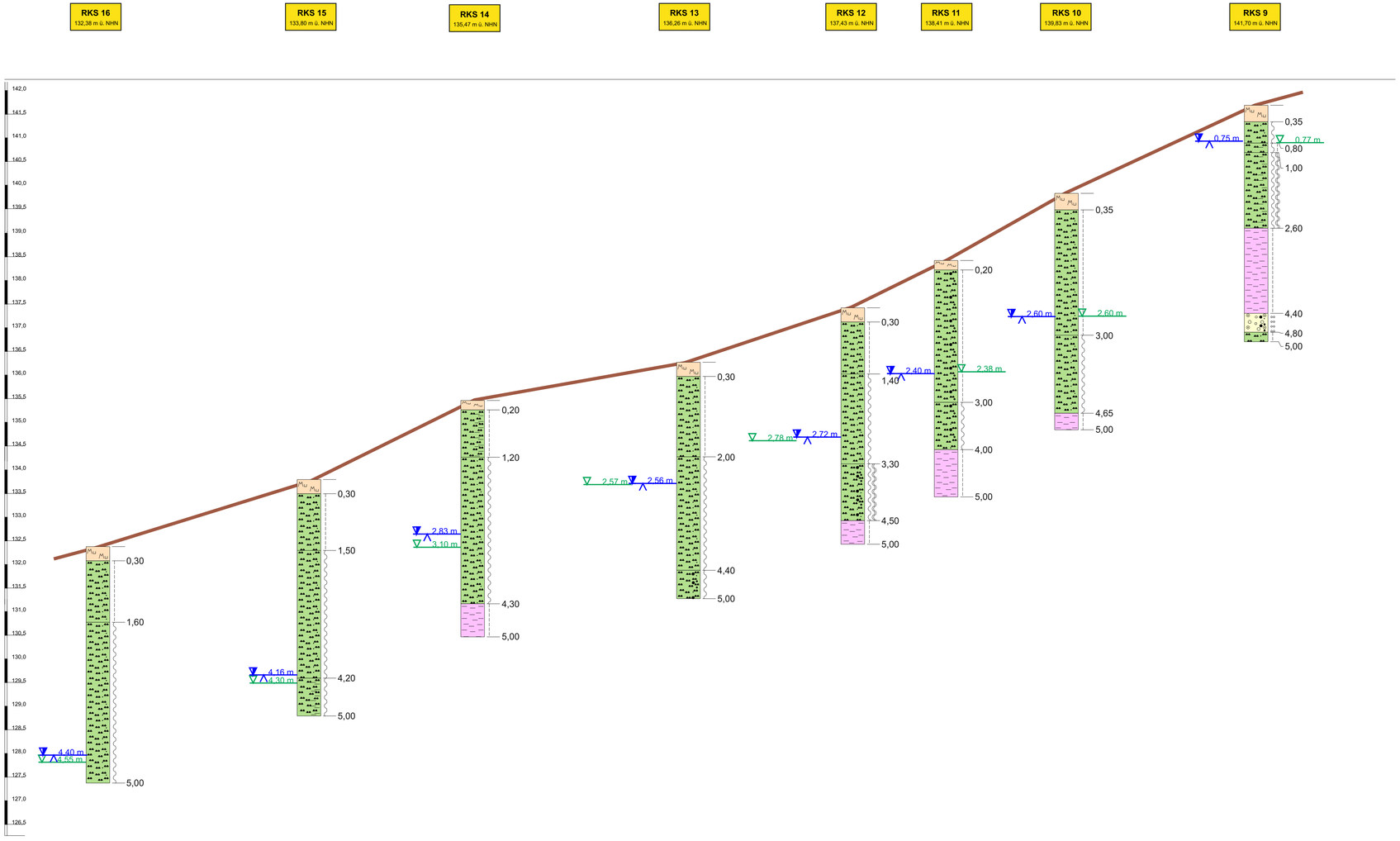


Legende



Projekt	Erschließung Buschkauler Feld, Alfter-Witterschlick		
Auftraggeber	WFG Alfter		
Planart	Profilschnitt AA		
Maßstab	1:500 / 50	Anlage	6.1
Projektbearb.	Bo.	Projektleiter	Ka.
Projektnr.	15/06/2355	Datum	10.05.2016
Planident.	15_06_2355_Erschließungsgebiet_Buschkauler_Feld_Alfter\Anlagen\Anlage 6.1		
Plangrundlagen			

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



Legende

Auffüllung | Sand | Kies | Schluff | Ton

Konsistenz/ Lagerungsdichte

weich-breiig | weich | steif- weich | steif | steif-halbfest | mitteldicht gelagert

Schichtwasserstände

1,50 m — Schichtwasser während und nach der Bohrung gemessen

1,50 m — Schichtwasser am 03.05.2016 gemessen

Projekt	Erschließung Buschkauler Feld, Alfter-Witterschlick		
Auftraggeber	WFG Alfter		
Planart	Profilschnitt BB		
Maßstab	1:500 / 50	Anlage	6.2
Projektbearb.	Bo.	Projektleiter	Ka.
Projektnr.	15/06/2355	Datum	10.05.2016
Planident.	15_06_2355_Erschließungsgebiet_Buschkauler_Feld_Alfter\Anlagen\Anlage 6.2		
Plangrundlagen			

GBU OHG
GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT
BERATENDE GEOLOGEN & GEOTECHNIKER BDG/DGG/DGGT
AUF DEM SCHURWEGEL 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 7

Versickerungsversuche

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**Erschließungsgebiet Buschkauler Feld**	**Bearb.:**	Jac.
	Projektnr.:	15/06/2355	**Anl.:**	7.1
	Versuch - Nr.:	VS 1	**Datum :**	04.05.2016

	Überstand der Verrohrung über GOK	5 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	3 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	395 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	85 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	493 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	500 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	0 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	11931,8 cm³ in	1500 sec

c) Die Wartezeit betrug: 45 min

d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)

H / TU = 493 / 500 = 0,99

TU / A = 500 / 85 = 5,9

maßgebend: Formel I	x
Formel II	

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

A / H = 85 / 493 = 0,17

H / r = 493 / 3 = 164,3

→ 190 = Cu

K = $\dfrac{7{,}95}{190 \times 3 \times 493}$ = 2,83E-05 cm/sec

= **2,83E-07 m/sec**

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

A / r = / =

→ = Cs

K = $\dfrac{}{\times \quad \times}$ = cm/sec

= **m/sec**

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**Erschließungsgebiet Buschkauler Feld**	**Bearb.:**	Jac.
	Projektnr.:	15/06/2355	**Anl.:**	7.2
	Versuch - Nr.:	VS 3	**Datum :**	04.05.2016

	Überstand der Verrohrung über GOK	5 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	3 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	395 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	60 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	453 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	500 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	0 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	3392,9 cm³ in	1800 sec
	c) Die Wartezeit betrug:	45 min	

d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)

H / TU = 453 / 500 = 0,91

TU / A = 500 / 60 = 8,3

maßgebend: Formel I	x
Formel II	

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

A / H = 60 / 453 = 0,13

H / r = 453 / 3 = 151,0

→ 190 = Cu

K = $\frac{1,88}{190 \times 3 \times 453}$ = 7,30E-06 cm/sec

= **7,30E-08 m/sec**

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

A / r = / =

→ 36 = Cs

K = $\frac{}{\times \quad \times}$ = cm/sec

= **m/sec**

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**Erschließungsgebiet Buschkauler Feld**	**Bearb.:**	Jac.
	Projektnr.:	15/06/2355	**Anl.:**	7.3
	Versuch - Nr.:	VS 5	**Datum :**	04.05.2016

	Überstand der Verrohrung über GOK	5 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	3 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	295 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	35 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	333 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	285 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	0 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	3138,5 cm³ in	1800 sec
	c) Die Wartezeit betrug:	45 min	

d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)

H / TU = 333 / 285 = 1,17

TU / A = 285 / 35 = 8,1

maßgebend: Formel I x

Formel II

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

A / H = 35 / 333 = 0,11

H / r = 333 / 3 = 111,0

→ 190 = Cu

K = $\frac{1,74}{190 \times 3 \times 333}$ = 9,19E-06 cm/sec

= **9,19E-08 m/sec**

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

A / r = / =

→ 25 = Cs

K = $\frac{}{\times \quad \times}$ = cm/sec

= **m/sec**

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**Erschließungsgebiet Buschkauler Feld**	**Bearb.:**	Jac.
	Projektnr.:	15/06/2355	**Anl.:**	7.4
	Versuch - Nr.:	VS 7	**Datum :**	04.05.2016

	Überstand der Verrohrung über GOK	5 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	3 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	195 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	95 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	293 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	223 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	0 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	6587,9 cm³ in	1800 sec
	c) Die Wartezeit betrug:	45 min	

d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)

H / TU = 293 / 223 = 1,31

TU / A = 223 / 95 = 2,3

maßgebend: Formel I: x

Formel II:

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

A / H = 95 / 293 = 0,32

H / r = 293 / 3 = 97,7

→ 190 = Cu

$K = \frac{3{,}66}{190 \times 3 \times 293}$ = 2,19E-05 cm/sec

= **2,19E-07 m/sec**

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

A / r = / =

→ 50 = Cs

K = ——— = cm/sec

x x = **m/sec**

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**Erschließungsgebiet Buschkauler Feld**	**Bearb.:**	Jac.
	Projektnr.:	15/06/2355	**Anl.:**	7.5
	Versuch - Nr.:	VS 9	**Datum :**	04.05.2016

	Überstand der Verrohrung über GOK	5 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	3 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	295 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	95 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	395 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	100 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	0 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	3392,9 cm³ in	1500 sec
	c) Die Wartezeit betrug:	45 min	

d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)

H / TU = 395 / 100 = 3,95

TU / A = 100 / 95 = 1,1

maßgebend: Formel I: x

Formel II:

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

A / H = 95 / 395 = 0,24

H / r = 395 / 3 = 131,7

→ 190 = Cu

$K = \frac{2{,}26}{190 \times 3 \times 395}$ = 1,00E-05 cm/sec

= **1,00E-07 m/sec**

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

A / r = / =

→ 50 = Cs

K = / = cm/sec

x x = **m/sec**

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**Erschließungsgebiet Buschkauler Feld**	**Bearb.:**	Jac.
	Projektnr.:	15/06/2355	**Anl.:**	7.6
	Versuch - Nr.:	VS 11	**Datum :**	04.05.2016

	Überstand der Verrohrung über GOK	5 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	3 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	295 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	95 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	395 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	100 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	0 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	5089,4 cm³ in	1800 sec
	c) Die Wartezeit betrug:	45 min	

d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)

H / TU = 395 / 100 = 3,95

TU / A = 100 / 95 = 1,1

maßgebend: Formel I: x

Formel II:

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

A / H = 95 / 395 = 0,24

H / r = 395 / 3 = 131,7

→ 190 = Cu

$K = \frac{2{,}83}{190 \times 3 \times 395}$ = 1,26E-05 cm/sec

= **1,26E-07 m/sec**

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

A / r = / =

→ 50 = Cs

K = ——— = cm/sec

x x = **m/sec**

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**Erschließungsgebiet Buschkauler Feld**	**Bearb.:**	Jac.
	Projektnr.:	15/06/2355	**Anl.:**	7.7
	Versuch - Nr.:	VS 14	**Datum :**	04.05.2016

	Überstand der Verrohrung über GOK	5 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	3 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	295 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	95 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	395 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	100 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	0 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	3392,9 cm³ in	1600 sec
	c) Die Wartezeit betrug:	45 min	

d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)

H / TU = 395 / 100 = 3,95

TU / A = 100 / 95 = 1,1

maßgebend: Formel I	x
Formel II	

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

A / H = 95 / 395 = 0,24

H / r = 395 / 3 = 131,7

→ 190 = Cu

K = $\frac{2,12}{190 \times 3 \times 395}$ = 9,42E-06 cm/sec

= **9,42E-08 m/sec**

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

A / r = / =

→ 50 = Cs

K = $\frac{}{\times \quad \times}$ = cm/sec

= **m/sec**

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**Erschließungsgebiet Buschkauler Feld**	**Bearb.:**	Jac.
	Projektnr.:	15/06/2355	**Anl.:**	7.8
	Versuch - Nr.:	VS 16	**Datum :**	04.05.2016

	Überstand der Verrohrung über GOK	5 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	3 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	295 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	95 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	395 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	100 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	0 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	4099,8 cm³ in	1400 sec
	c) Die Wartezeit betrug:	45 min	

d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)

H / TU = 395 / 100 = 3,95

TU / A = 100 / 95 = 1,1

maßgebend: Formel I	x
Formel II	

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

A / H = 95 / 395 = 0,24

H / r = 395 / 3 = 131,7

→ 190 = Cu

K = $\frac{2{,}93}{190 \times 3 \times 395}$ = 1,30E-05 cm/sec

= **1,30E-07 m/sec**

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

A / r = / =

→ 50 = Cs

K = $\frac{}{\times \quad \times}$ = cm/sec

= **m/sec**

Anlage 8

Fotodokumentation Schürfe

Fotodokumentation					
Projekt:	Erschließungsgebiet Buschkauler Feld, Alfter-Witterschlick				
Projekt-Nr: 15/06/2355	Bearbeiter: Jac.	Maßstab: ohne		Anlage: 8.1	Datum: 23.05.2016

GBU
GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT

Schurf 1

Fotodokumentation					
Projekt:	Erschließungsgebiet Buschkauler Feld, Alfter-Witterschlick				
Projekt-Nr: 15/06/2355	Bearbeiter: Jac.	Maßstab: ohne		Anlage: 8.2	Datum: 23.05.2016

GBU
GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT

Schurf 2

Fotodokumentation					
Projekt:	Erschließungsgebiet Buschkauler Feld, Alfter-Witterschlick				
Projekt-Nr: 15/06/2355	Bearbeiter: Jac.	Maßstab: ohne		Anlage: 8.3	Datum: 23.05.2016

Schurf 3