

Geohydrologische Beurteilung

ZUR

VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT DES UNTERGRUNDES

Projekt:	B-Plan Ka 03 Bornheim - Kardorf Blumenstraße
Projekt-Nr.:	13/01/1216
Auftraggeber:	Montana Wohnungsbau GmbH Aegidienberger Straße 29 c 53604 Bad Honnef
Auftragnehmer:	GBU oHG Auf dem Schurweßel 11 53347 Alfter
Datum:	13. Dezember 2013

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

Projektbearbeiterin:

Dipl.-Geol. Stefanie Gläser
glaeser@gbu-consult.de

Aufgestellt:

Alfter, 13.12.2013

Inhaltsverzeichnis

0	AUFTRAG	4
1	UNTERLAGEN	4
2	LAGE / ÖRTLICHE SITUATION	4
3	GEOGRAPHISCHER & GEOLOGISCHER ÜBERBLICK.....	5
3.1	Geographischer Überblick.....	5
3.2	Geologischer Überblick.....	6
3.3	Hydrologischer / Hydrogeologischer Überblick.....	6
4	DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	7
5	UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	7
5.1	Schichtenfolge	7
5.2	Wasserführung im Baugrund	8
6	WASSERDURCHLÄSSIGKEIT	9
6.1	Ergebnis der Versickerungsversuchee.....	9
6.2	Laborversuche.....	10
6.3	Beurteilung der Versickerungsfähigkeit.....	11
7	SCHLUSSBEMERKUNGEN	12

Anlagen:

1. Ausschnitt aus der topographischen Karte
2. Ausschnitt aus der geologischen Karte
3. Lageplan mit Eintragung der Untersuchungspositionen
4. Zeichnerische Darstellung der Bodenaufschlüsse
5. Auswertung Versickerungsversuche
6. Ergebnisse Siebanalyse

0 Auftrag

In Bornheim - Kardorf ist in dem Dreieck zwischen den Straßen, St.-Josefs-Weg, Blumenstraße, Katzentranke und Tavernenstraße die Erschließung eines Wohngebietes (Bebauungsplan Ka 03) geplant.

Unser Büro wurde durch die Montana Wohnungsbau GmbH beauftragt, für den Bereich der Erschließungsmaßnahme eine geohydrologische Untersuchung durchzuführen.

Die hydrologischen und hydrogeologischen Verhältnisse am Projektstandort sind darzustellen und zu erläutern. Auf Basis aller Aufschlussergebnisse ist zu ermitteln, ob in Bezug auf die Bodenkennwerte eine dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser im Untersuchungsgebiet im Sinne § 51a LWG in Frage kommt.

Die Baugrunduntersuchung, sowie die Tiefbautechnische Beurteilung der Böden wird in einem gesonderten Gutachten behandelt.

1 Unterlagen

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

- Leitungsbestandspläne diverser Versorger
- Entwurf Plan Ka 03 vom 10.12.2013, M = 1 : 500

Benutzt wurden darüber hinaus folgende Karten:

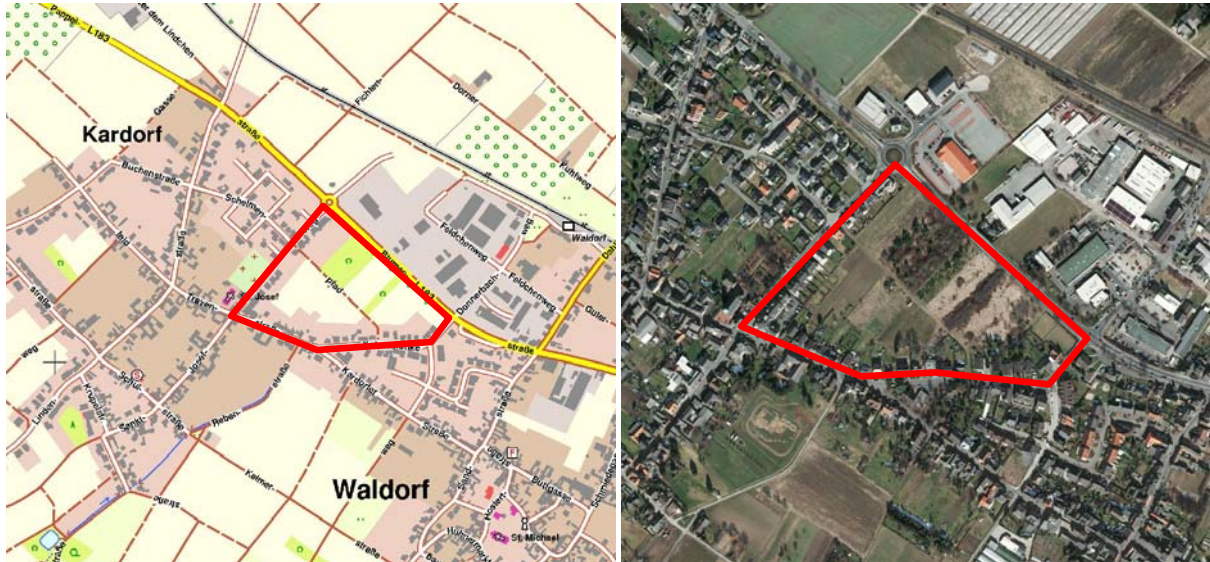
- Topographische Karte, Blatt 5207 Bornheim, Maßstab 1:25.000
- Geologische Karte, Blatt 5207 Bornheim, Maßstab 1:25.000
- Bodenkarte Nordrhein-Westfalen, Maßstab 1:50.000
- Hydrologische Karte, Blatt 5207 Bornheim, Maßstab 1:25.000

2 Lage / Örtliche Situation

Das Bebauungsplangebiet Ka 03 liegt westlich von Bornheim, zwischen Dersdorf und Kardorf.

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. 75,5 m ü. NN und ca. 76,5 m ü. NN. Zum Zeitpunkt der Geotechnischen Erkundungen war das Gelände unbebaut und landwirtschaftlich ungenutzt.

Das Plangebiet liegt nicht in einer Wasserschutzzone.

Die nächste nicht verrohrte Vorflut ist der ca. 2 km nördlich verlaufende Mühlenbach.

3 Geographischer & Geologischer Überblick

3.1 Geographischer Überblick

Die Untersuchungsfläche liegt im südlichsten Teil des naturräumlichen Raumes der Köln-Bonner Bucht. Diese bildet, begrenzt durch den Anstieg zur Eifel im Westen (Steilrand zur Ville) und durch das Bergische Land mit Siebengebirge im 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 sowie der lokalen Nebenflüsse geprägt. Im linksrheinischen Untersuchungsgebiet herrscht eine geringe Reliefenergie und somit ein ebenes, flaches Landschaftsbild vor.

Die flacheren Bereiche der Köln - Bonner Bucht, in deren Bereich das Untersuchungsgebiet (USG) liegt, zeichnen sich durch die jüngere Terrassenlandschaft des Rheintals aus. Die mehr oder minder ebenen Flächen der Mittel-, Nieder- und Inselterrasse des Rheins werden/wurden ackerbaulich genutzt. Die verschiedenen sandig-kiesigen Terrassenkörper werden von unterschiedlich alten und mächtigen Deckschichten, bestehend aus Löß, Hochflut- und Bach-/Auenablagerungen überlagert.

3.2 Geologischer Überblick

Das untersuchte Gelände liegt im südlichen Teil der Niederrheinischen Bucht. Diese greift keilförmig, als Ausläufer des norddeutschen Flachlandes tief nach Süden in das Rheinische Schiefergebirge hinein und trennt das rechtsrheinische Bergische Land von der linksrheinisch gelegenen Nordeifel. Den südsüdöstlichen Teil der Niederrheinischen Bucht bildet tektonisch gesehen die Kölner Scholle, in der auf dem Grundgebirge aus unterdevonischen Schiefern und Grauwacken, mitteldevonischen Sandsteinen, oberdevonischen Kalksteinen und Schiefern bis zu 400 m mächtige tertiäre und quartäre Lockersedimente lagern.

Das nähere Untersuchungsgelände liegt im Verbreitungsgebiet der pleistozän beeinflussten Talbildungen. Im Pleistozän (Eiszeitalter) kam es zur Ablagerung der verschiedenen Terrassensedimente/Terrassen des Rheins. Sie bestehen überwiegend aus Sanden und Kiesen, die zum Teil oberflächennah verlehmt sein können.

Bei ungestörter Lagerung liegen den Terrassensedimenten geringmächtige Hochflutlehme auf. Infolge von Erosions- und Solifluktuationsprozessen und durch das gemäßigt humide Klima des Holozäns sind die Bodenschichten pedogen überprägt und oberflächennah zu Pseudogley und vereinzelt zu Parabraunerden umgewandelt worden. Die oberste Bodenschicht kann anthropogen durch künstliche Auffüllungen substituiert sein.

3.3 Hydrologischer / Hydrogeologischer Überblick

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

Die im Bereich des untersuchten Geländes in tieferen Schichten anstehenden sandigen und kiesigen Ablagerungen des Quartärs weisen aufgrund ihrer Nähe zum Rhein in der Regel einen zusammenhängenden Grundwasserhorizont auf.

4 Durchgeführte Untersuchungen

Um Aufschluss über die Bodenverhältnisse zu erhalten, wurden insgesamt **22 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. 6,0 m u. GOK ausgeführt.

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

Zur Erkundung der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes wurden die Sondierlöcher der Rammkernsondierungen RKS 4, 7, 14 und 15 ausgebaut und Versickerungsversuche (VS 4, 7, 14 und 15) zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (k_f – Wert) nach USBR Earth Manual durchgeführt.

5 Untersuchungsergebnisse

5.1 Schichtenfolge

Im Bereich der Untersuchungsfläche sind - gemäß den vorliegenden Informationen bzw. der Geologischen Karten – zunächst Deckschichten, bestehend aus Löss bzw. Hochflutlehm zu erwarten, auf die in Tiefen ab ca. 8 – 10 m quartäre Terrassensedimente (Sande/ Kiese) folgen.

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

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

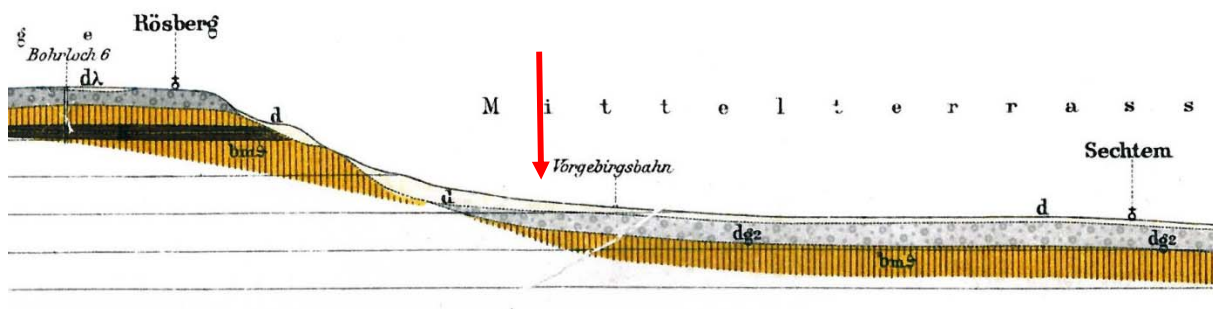
- Unterhalb einer 20 – 30 cm mächtigen **Mutterbodenschicht** wurden bis zur Endteufe von max. 6,0 m bindige **Decklehmschichten** angetroffen. Gemäß Bodenansprache handelt es sich um einen Schluff mit Beimengungen an Feinsand und Ton. Teilweise treten Kies- und Sandlinsen auf, die allerdings geringe Mächtigkeiten, max. im Dezimeterbereich, aufweisen. Die Konsistenz lag an den Untersuchungstagen im weich - steifen Bereich. Nach DIN 18196 liegen die Bodengruppen UL / UM / TL / SU* vor. Gemäß den im Rahmen der Bau-

grunduntersuchung ausgeführten Rammsondierungen liegt für den Lehm eine geringe Bodenfestigkeit vor.

- Nach Auswertung von eigenen Bohrungen, die bei benachbarten Baumaßnahmen ausgeführt wurden und nach Daten des Geologischen Dienstes NRW ist ab einer Tiefe von ca. 9 - 10 m schwach kiesigen **Mittelsanden** zu rechnen (Bodengruppen).

Die Abbildung 2 zeigt einen Schnitt aus der Geologischen Karte von Bornheim. Die Decklehmschicht liegt auf dem sählig verlaufenden Kieshorizont der Rhein-mittelterrasse. Lt. einer Bohrung aus dem Datenbestand des Geologischen Dienstes NRW liegt der Mittelterrasse bei ca. 65 m ü. NN, d.h. bei einer Geländehöhe des Untersuchungsgebietes von ca. 76 m ü. NN ist mit nicht bindigen Böden in einer Tiefe ab 11 m unter Gelände zu rechnen.

Abbildung 2: Geologischer Schnitt (der rote Pfeil zeigt die ungefähre Lage des Untersuchungsgebietes)



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

5.2 Wasserführung im Baugrund

Im Rahmen der Untersuchungen zu einem nahegelegenen Projekt wurde eine Schneckenbohrung bis in eine Tiefe von 18 m abgeteuft.

Grundwasser wurde zum Zeitpunkt der Untersuchungen bei dieser Bohrung bis in eine Tiefe von 18 m nicht angetroffen.

Die Bohrungen im Bereich des Bebauungsplans wurden bis max. 6 m Tiefe niedergebracht. Auch hier wurde erwartungsgemäß kein Grundwasser angetroffen.

Ein zusammenhängender Grundwasserspiegel ist bei etwa 42 m ü. NN zu erwarten, d.h. bei ca. 34 m unter Gelände.

Aufgrund früherer Erfahrungen in ähnlichen Böden muss, insbesondere aufgrund von Schichtwechsel und Inhomogenitäten innerhalb der bindigen Bodenschichten (Kies- und Sandlinsen) mit dem Auftreten saisonal bedingter Schichtwasser- und Staunässebildungen vor allem nach starken Niederschlägen gerechnet werden.

Ein ausreichender Grundwassersohlabstand für Versickerungsanlagen ist gewährleistet.

6 Wasserdurchlässigkeit

6.1 *Ergebnis der Versickerungsversuche*

Die Durchlässigkeit des Sickerraumes ist die wesentliche quantitative wie auch qualitative Voraussetzung für das Versickern von Niederschlagswasser.

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

Zur Erkundung der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes wurden **4 Versickerungsversuche** zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes nach USBR Earth Manual durchgeführt. Hierzu wurden Rammkernsondierungen mit einem wirksamen Bohrdurchmesser von 60 mm abgeteuft und der Schichtenaufbau aufgenommen.

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

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

Nach einer ausreichenden Sättigungszeit wurde durch Befüllen des Standrohres die Sickerrate pro Zeiteinheit gemessen. Auf der Grundlage dieser Sickerrate lässt sich der k_f -Wert (Durchlässigkeitsbeiwert) als bestimmende Kenngröße für die Aufnahmefähigkeit des Untergrundes für Niederschlagswasser berechnen.

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

Tab. 1: kf-Werte aus Versickerungsversuchen:

Versuch	Bodenart	Tiefe (m)	K _f -Wert
VS 4 (RKS 4)	Schluff, stark feinsandig und tonig	3,0 – 4,0	$7,6 \times 10^{-7} \text{ m/s}$
VS 7 (RKS 7)	Schluff, stark feinsandig und tonig	3,0 – 4,0	$1,1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$
VS 14 (RKS 14)	Schluff, tonig	3,0 – 4,0	$2,2 \times 10^{-7} \text{ m/s}$
VS 15 (RKS 1)	Schluff, feinsandig und tonig	3,0 – 4,0	$5,7 \times 10^{-7} \text{ m/s}$

Nach DIN 18130 ist die Bodenschichten Schluff als **schwach durchlässig** zu klassifizieren (s. Tabelle 2).

Tab. 2: Durchlässigkeitsbereiche in Abhängigkeit vom Durchlässigkeitsbeiwert (nach DIN 18130-1, 1998)

Kf-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 Laborversuche

Aus den gewachsenen Bodenschichten wurde Probenmaterial entnommen und anhand einer Siebanalyse (gem. DIN 18123) wurde eine Körnungslinien erstellt (sh. Anlage 6). Das Material wurde im Hinblick auf die generelle Kornzusammensetzung untersucht.

Bei der untersuchten Mischprobe handelt es sich um einen Schluff (UL/UM) mit einem Feinkornanteil $d \leq 0,063$ von 48 %.

Erfahrungsgemäß sind die zu erwartenden Durchlässigkeitsbeiwerte bei diesen Böden gering. Die gemessenen, in den Feldversuchen ermittelten Werte werden vor dem Hintergrund der Kornzusammensetzung als realistisch beurteilt.

6.3 Beurteilung der Versickerungsfähigkeit

Die Auswertung der durchgeführten **Feldversuche** zeigt einen Durchlässigkeitsbeiwert (kf-Wert), der im Mittel bei **$k_f = 6,6 \times 10^{-7} \text{ m/s}$** liegt.

Nach Auswertung aller Ergebnisse und den Erkenntnissen aus nahegelegenen Baumaßnahmen sind die anstehenden Bodenschichten aus gutachterlicher Sicht i.M. als **schwach durchlässig** zu klassifizieren.

Voraussetzung für die Versickerung ist nach § 51a LWG eine hinreichende Durchlässigkeit des Untergrundes / Bodens und ein ausreichend großer Abstand zum Grundwasser.

Versickerungsmulden

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

In den entsprechenden Tiefen wurden im Untersuchungsgebiet bindige Böden angetroffen, die nach unseren Erfahrungen und Angaben aus der einschlägigen Fachliteratur und nach den ausgeführten Versickerungsversuchen die geforderten Mindestdurchlässigkeiten nicht aufweisen.

Eine dezentrale Versickerung des Dachflächenwassers über Versickerungsmulden ist daher für das gesamte Plangebiet nicht umsetzbar

Rigolen

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.

Als Grenz-Durchlässigkeitsbeiwert ist für ein solches System von einem **$k_f\text{-Wert} \geq 1,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$** auszugehen.

Die Anforderung an die Durchlässigkeit des Untergrundes nach §51a LWG und DWA Arbeitsblatt A138 werden für die in den relevanten Tiefen anstehenden Schluffe nicht erfüllt. In Teilbereichen des Untersuchungsgebietes liegt der kf-Wert nur knapp oberhalb des o.a. Grenzwertes. Im Hinblick auf die Dauerhaftigkeit einer Versickerungsanlage kann auch in diesen Teilbereichen eine Versickerung nicht empfohlen werden.

Eine Versickerung über Rigolen ist aufgrund der Grenzkriterien nicht möglich. Dort wo die Grenzkriterien eingehalten werden, kann eine Versickerung nicht empfohlen werden.

Mulden – Rigolen – Elemente

Die Anwendungsgrenze einer Versickerungsmulde kann prinzipiell erweitert werden, wenn die relativ geringe Versickerungsrate einer Mulde durch ein vergrößertes Speichervolumen ausgeglichen wird. Dies kann z.B. durch ein Mulden - Rigolen - Element erfolgen. Es besteht aus einer begrünter Mulde mit darunter liegender Rigole. Bei diesem System handelt es sich um zwei getrennte Speicher mit jeweils eigenen Füll- und Entleerungsprozessen.

Als Grenz-Durchlässigkeitsbeiwert nach ATV-DVWK Arbeitsblatt A138 ist für ein solches System ebenfalls von einem **kf-Wert $\geq 1,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$** auszugehen.

Aus den unter dem Pkt. Rigolen angeführten Gründen kann ein solches System nicht empfohlen werden. Dies gilt auch für die Bereiche, in denen die Grenzkriterien knapp eingehalten werden.

7 Schlussbemerkungen

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

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

Der Bericht gibt den Kenntnisstand vom 03. Dezember 2013 wieder.

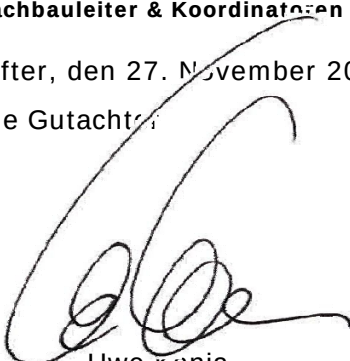
GBU

Geologie-, Bau- & Umweltconsult

Beratende Geologen und Geotechniker BDG/DGG/DGGT
Fachbauleiter & Koordinatoren nach BGR 128 und TRGS 519/524

Alfter, den 27. November 2013

Die Gutachten



Uwe Kania
(Geschäftsführer & Projektleiter)

GBU
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



Dipl.-Geol. Stefanie Gläser
(Projektbearbeiterin)

Anlagen

Ausschnitt aus der Topographischen Karte Blatt 5207 Bornheim



Projekt: BV Montana B-Plan, Bornheim-Kardorf

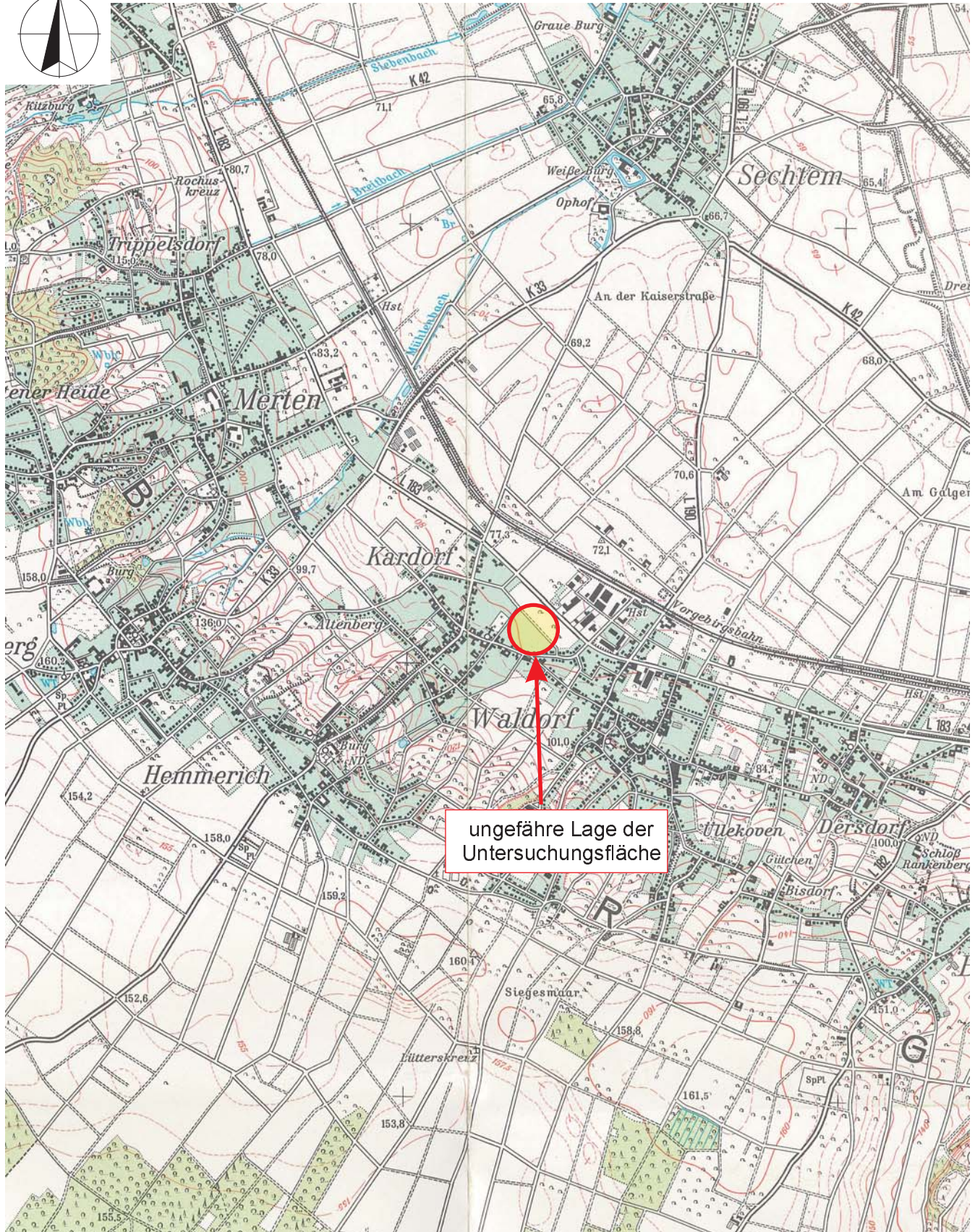
Projekt-Nr: 13/01/1216

Bearbeiter: Kl.

Maßstab: 1:25.000

Anlage: 1

Datum: 11.12.2013



Ausschnitt aus der Geologischen Karte Blatt 5207 Bornheim



Projekt: BV Montana B-Plan, Bornheim-Kardorf

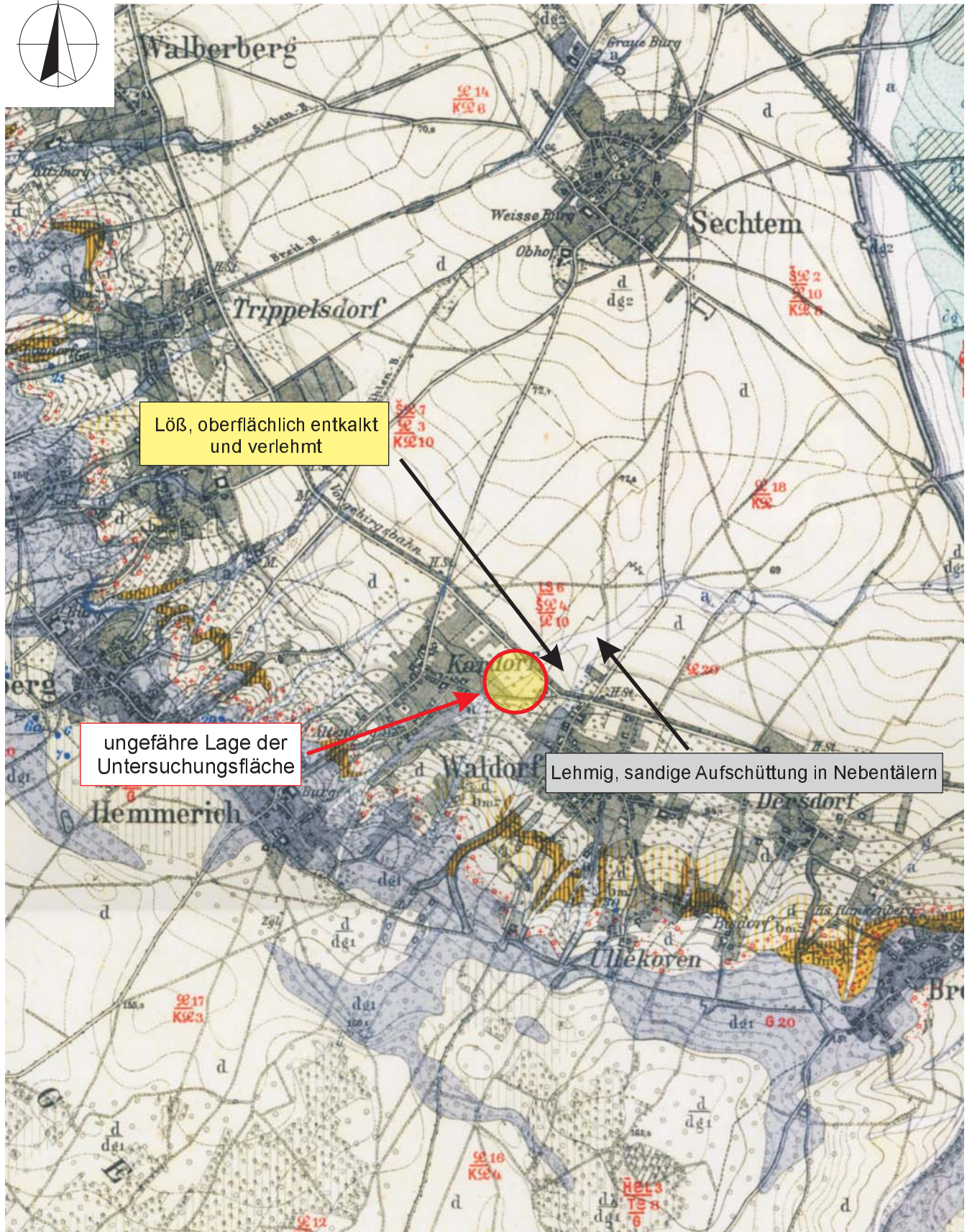
Projekt-Nr: 13/01/1261

Bearbeiter: Kl.

Maßstab: 1:25.000

Anlage: 2

Datum: 11.12.2013

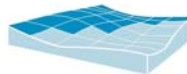




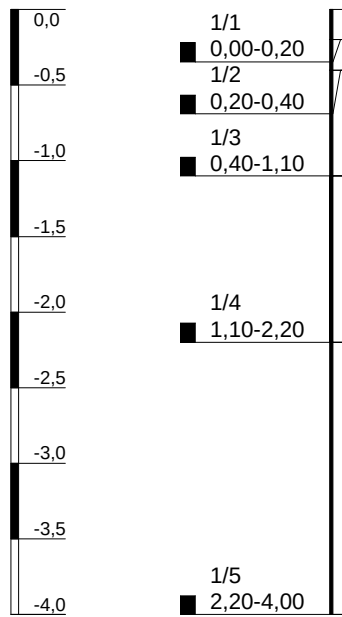
Legende

...Rammkernsondierung RKS

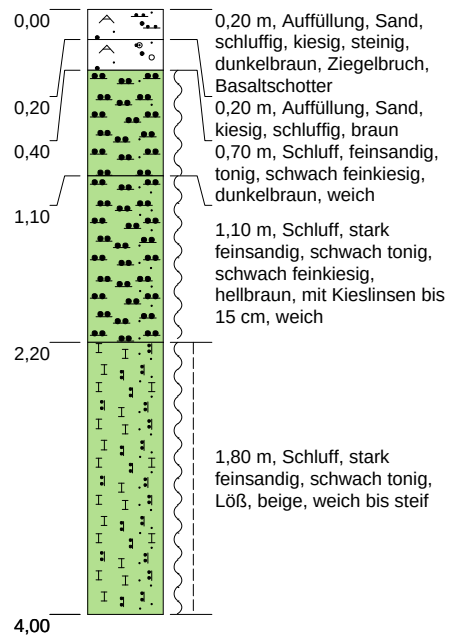
...Versickerungsversuch VS
(eins. Aufnahme Bohrprofil)

Projekt	B-Plan Bornheim- Kardorf geohydrologische Untersuchung		
Auftraggeber	Montana Wohnungsbau GmbH		
Planart	Lageplan		
Maßstab	1:750	Anlage	3
Projektbearb.	Fü.	Projektleiter	Ka.
Projektnr.	13/01/1216	Datum	10.12.2013
Planident.			
Plangrundlagen	Kardorf vom 10.12.2013, Montana Wohnungsbau GmbH		
GBU_{OHG} GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT BERATENDE GEOLOGEN & GEOTECHNIKER BDG/DGG/DGGT AUF DEM SCHURWEBEL 11 D-53347 ALTFER // T 0228 / 976 291-0 F 0228 / 976 291-29 W WWW.GBU-CONSULT.DE E INFO@GBU-CONSULT.DE			

0,00 m ü NN



RKS 1

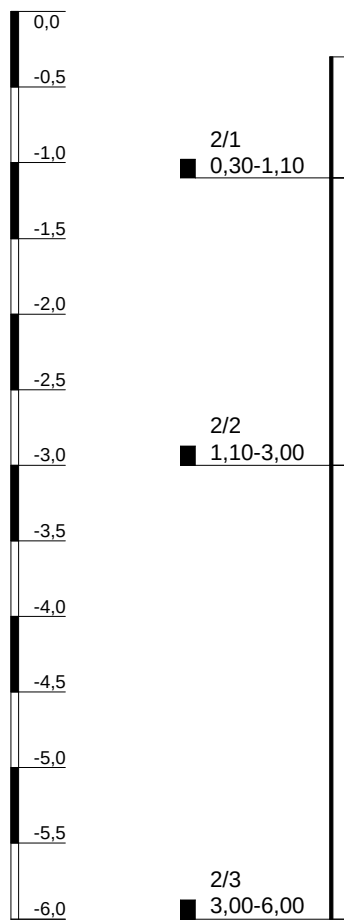


Maßstab: 1:50

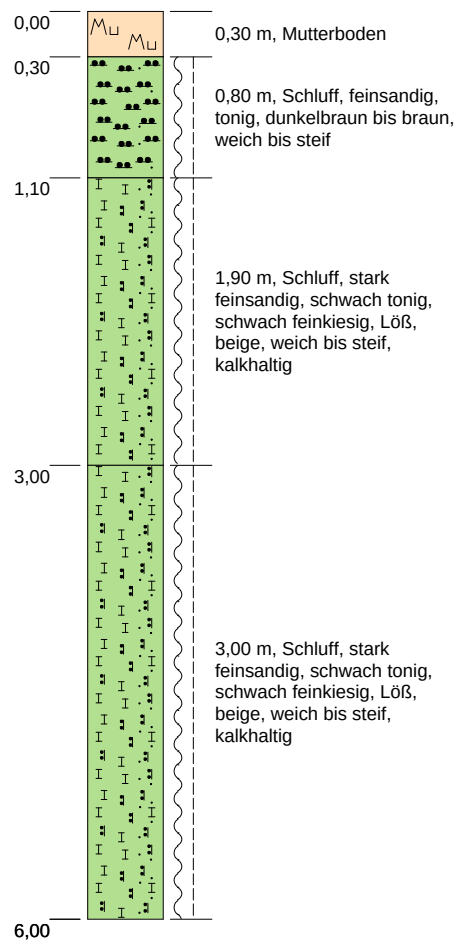
Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bornheim-Kardorf				
Bohrung: RKS 1				
Projektnr.:	13/01/1216		Anlage:	4.1
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	04.11.2013
Ansatzhöhe:	0,00 m ü NN		Endtiefe:	4,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.		Auftraggeber:	Montana

0,00 m ü NN



RKS 2

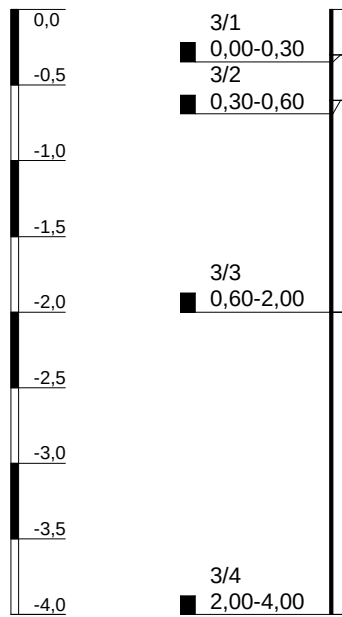


Maßstab: 1:50

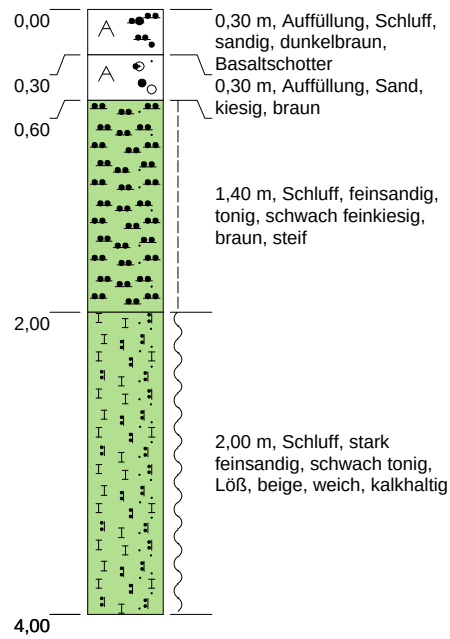
Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bornheim-Kardorf				
Bohrung: RKS 2				
Projektnr.:	13/01/1216		Anlage:	4.2
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	04.11.2013
Ansatzhöhe:	0,00 m ü NN		Endtiefe:	6,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.		Auftraggeber:	Montana

0,00 m ü NN



RKS 3

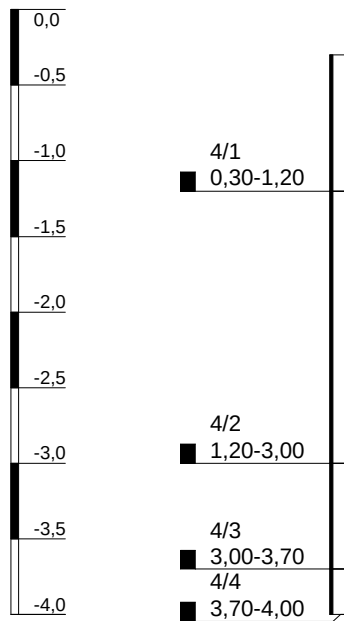


Maßstab: 1:50

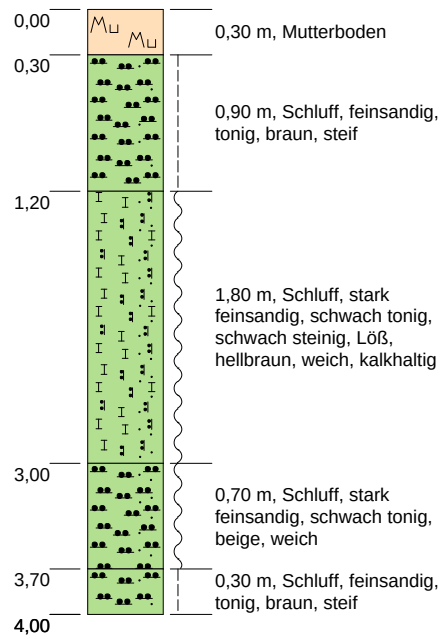
Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bornheim-Kardorf				
Bohrung: RKS 3				
Projektnr.:	13/01/1216		Anlage:	4.3
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	04.11.2013
Ansatzhöhe:	0,00 m ü NN		Endtiefe:	4,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.		Auftraggeber:	Montana

0,00 m ü NN



RKS 4

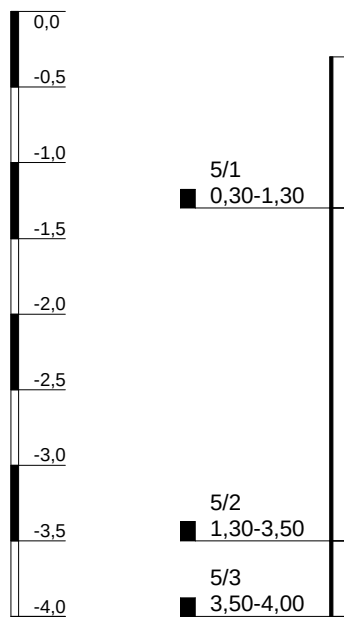


Maßstab: 1:50

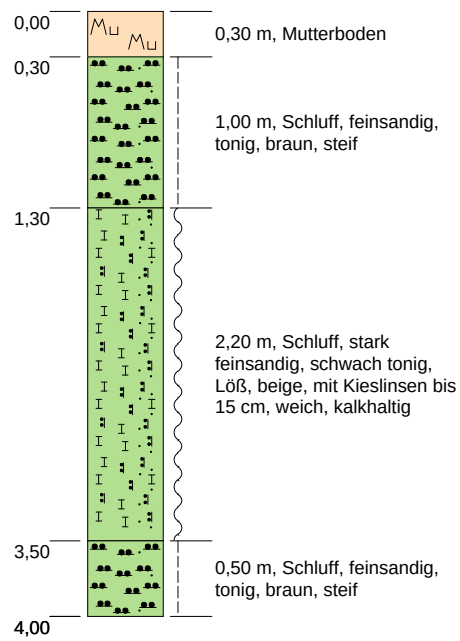
Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bornheim-Kardorf				
Bohrung: RKS 4				
Projektnr.:	13/01/1216		Anlage:	4.4
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	13.02.2013
Ansatzhöhe:	0,00 m ü NN		Endtiefe:	4,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.		Auftraggeber:	Montana

0,00 m ü NN

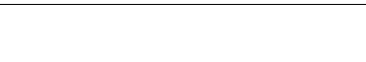


RKS 5

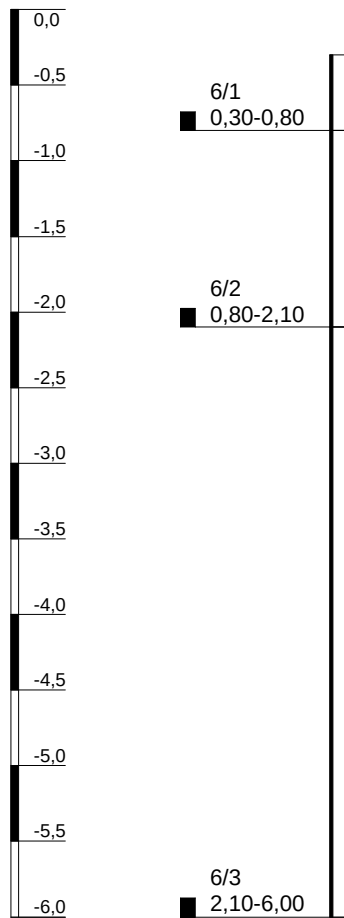


Maßstab: 1:50

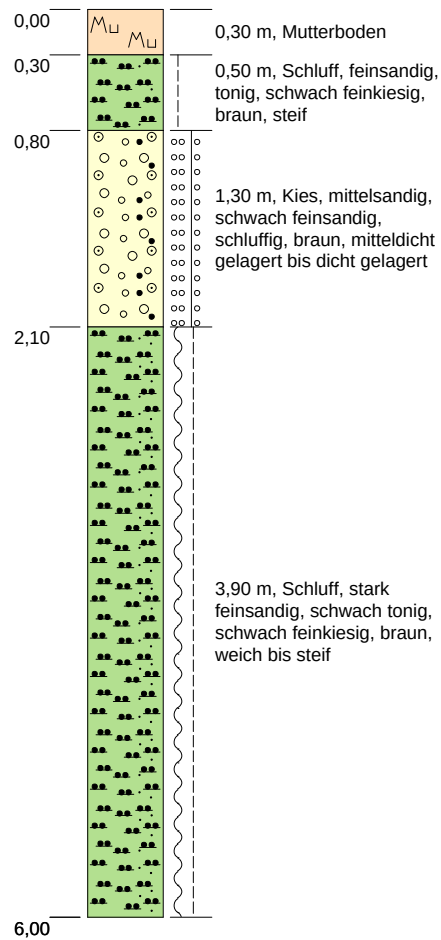
Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bornheim-Kardorf				
Bohrung: RKS 5				
Projektnr.:	13/01/1216		Anlage:	4.5
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	04.11.2013
Ansatzhöhe:	0,00 m ü NN		Endtiefe:	4,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.		Auftraggeber:	Montana

0,00 m ü NN



RKS 6

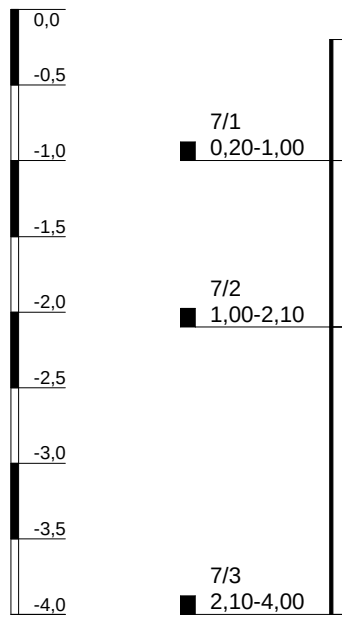


Maßstab: 1:50

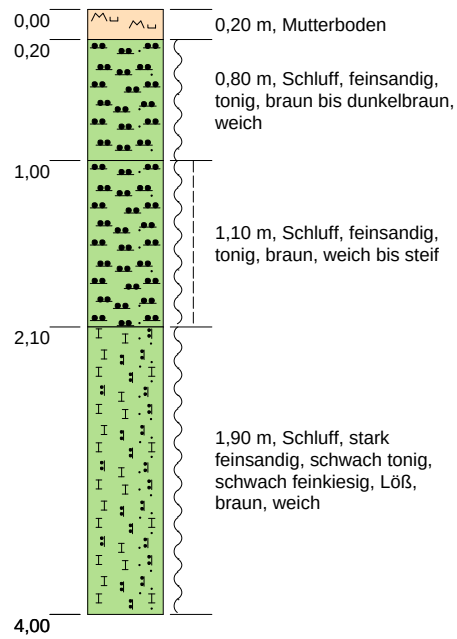
Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bornheim-Kardorf				
Bohrung: RKS 6				
Projektnr.:	13/01/1216		Anlage:	4.6
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	07.11.2013
Ansatzhöhe:	0,00 m ü NN		Endtiefe:	6,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.		Auftraggeber:	Montana

0,00 m ü NN



RKS 7

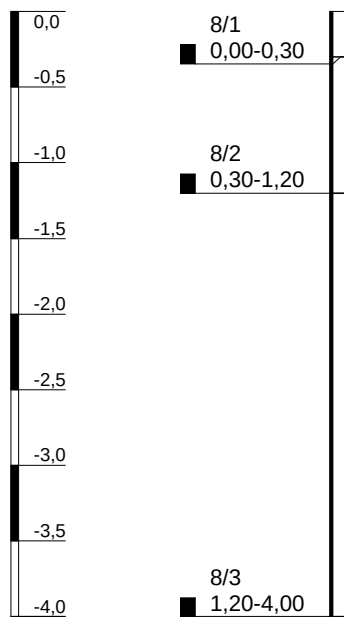


Maßstab: 1:50

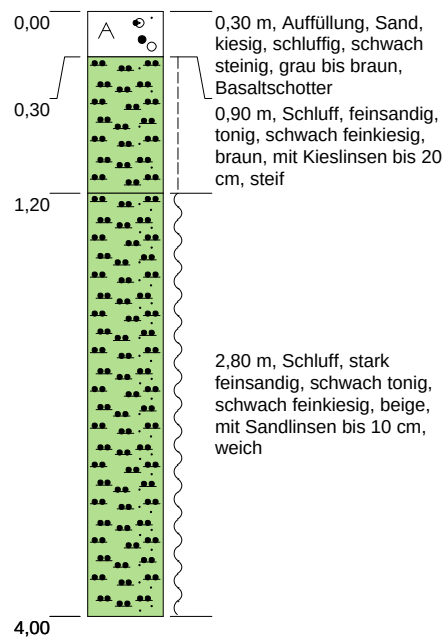
Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bornheim-Kardorf				
Bohrung: RKS 7				
Projektnr.:	13/01/1216		Anlage:	4.7
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	07.11.2013
Ansatzhöhe:	0,00 m ü NN		Endtiefe:	4,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.		Auftraggeber:	Montana

0,00 m ü NN



RKS 8

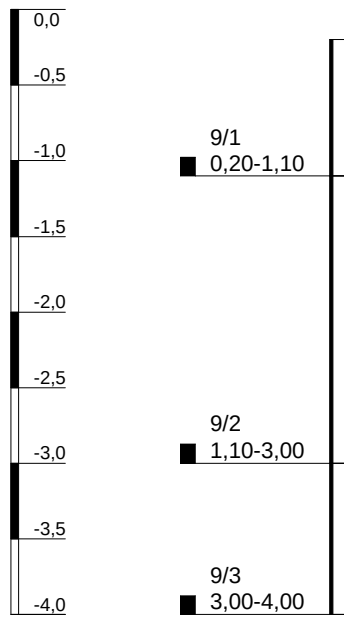


Maßstab: 1:50

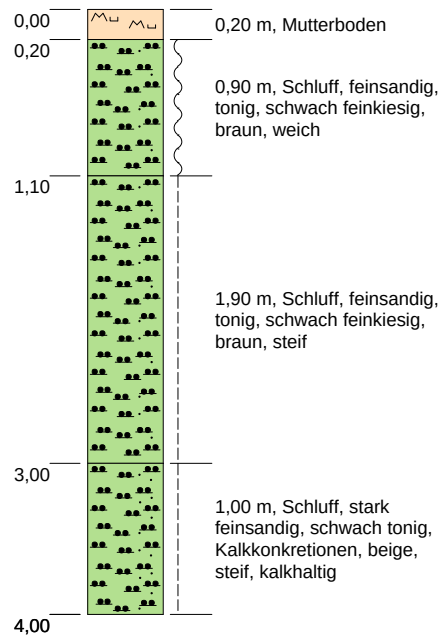
Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bornheim-Kardorf				
Bohrung: RKS 8				
Projektnr.:	13/01/1216		Anlage:	4.8
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	07.11.2013
Ansatzhöhe:	0,00 m ü NN		Endtiefe:	4,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.		Auftraggeber:	Montana

0,00 m ü NN



RKS 9

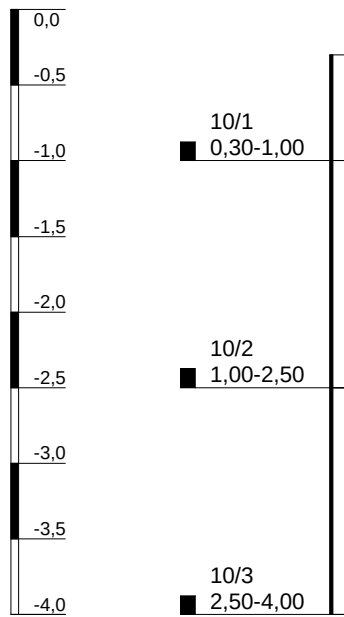


Maßstab: 1:50

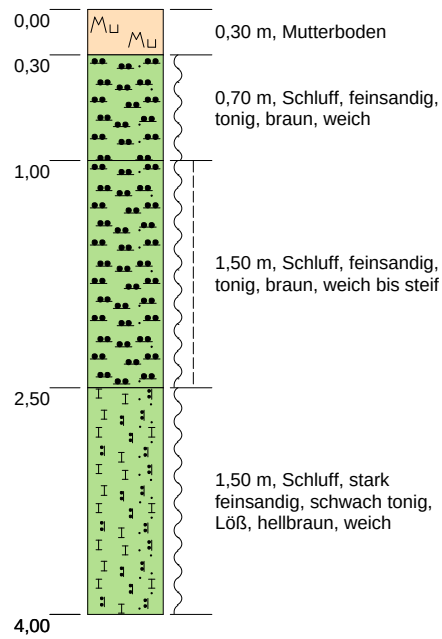
Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bornheim-Kardorf		
Bohrung: RKS 9		
Projektnr.: 13/01/1216	Anlage: 4.9	
Lage: siehe Lageplan	Datum: 07.11.2013	
Ansatzhöhe: 0,00 m ü NN	Endtiefe: 4,00 m	
Bearbeiter: Pank./Ax.	Auftraggeber: Montana	

0,00 m ü NN



RKS 10

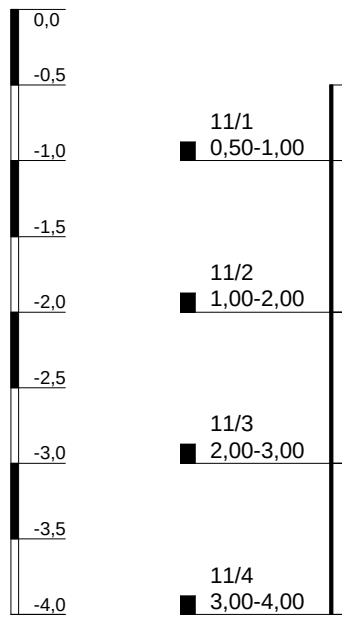


Maßstab: 1:50

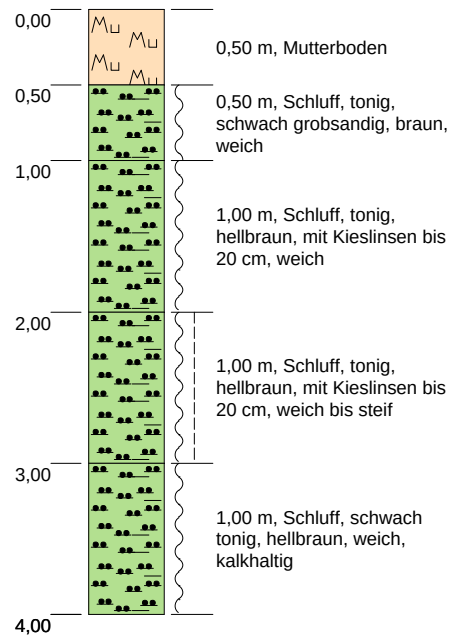
Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bornheim-Kardorf				
Bohrung: RKS 10				
Projektnr.:	13/01/1216		Anlage:	4.10
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	07.11.2013
Ansatzhöhe:	0,00 m ü NN		Endtiefe:	4,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.		Auftraggeber:	Montana

0,00 m ü NN



RKS 11

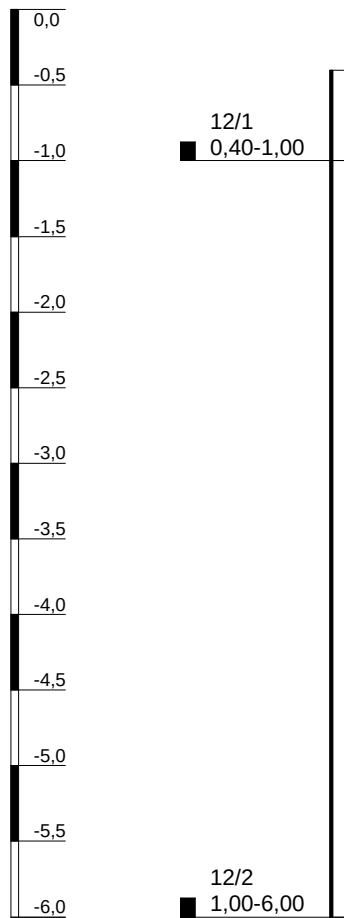


Maßstab: 1:50

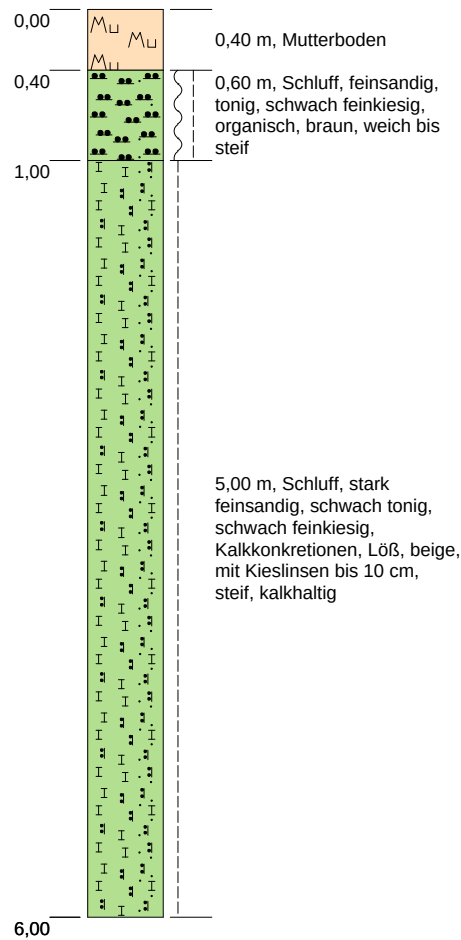
Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bornheim-Kardorf				
Bohrung: RKS 11				
Projektnr.:	13/01/1216		Anlage:	4.11
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	07.11.2013
Ansatzhöhe:	0,00 m ü NN		Endtiefe:	4,00 m
Bearbeiter:	He./Ax.		Auftraggeber:	Montana

0,00 m ü NN



RKS 12

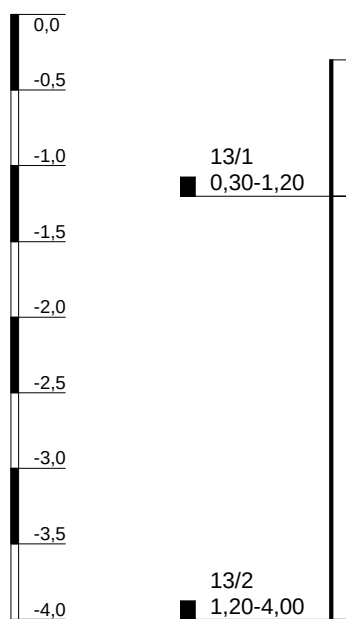


Maßstab: 1:50

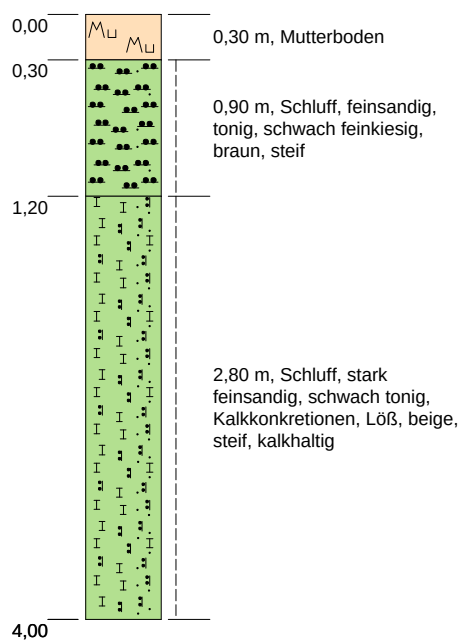
Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bornheim-Kardorf				
Bohrung: RKS 12				
Projektnr.:	13/01/1216		Anlage:	4.12
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	11.11.2013
Ansatzhöhe:	0,00 m ü NN		Endtiefe:	6,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.		Auftraggeber:	Montana

0,00 m ü NN



RKS 13

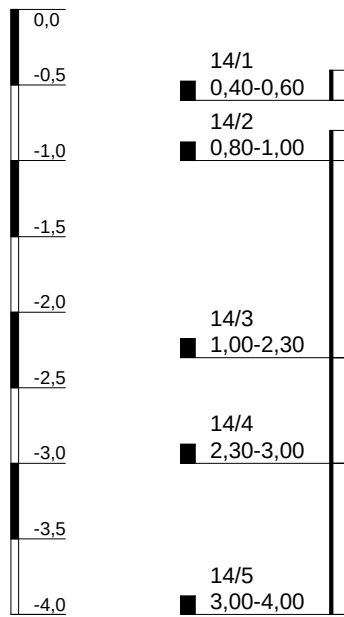


Maßstab: 1:50

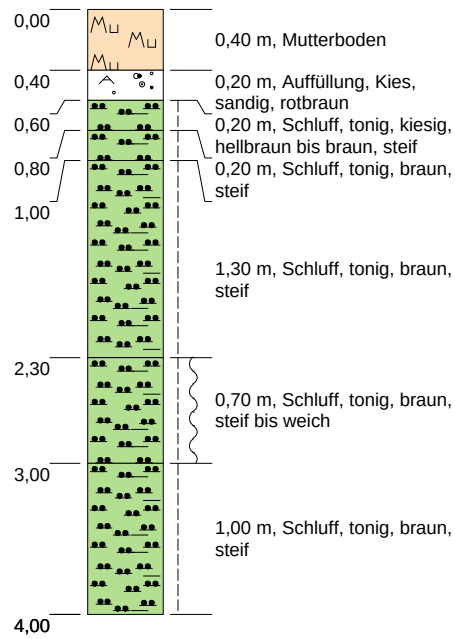
Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bornheim-Kardorf				
Bohrung: RKS 13				
Projektnr.:	13/01/1216		Anlage:	4.13
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	11.11.2013
Ansatzhöhe:	0,00 m ü NN		Endtiefe:	4,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.		Auftraggeber:	Montana

0,00 m ü NN



RKS 14

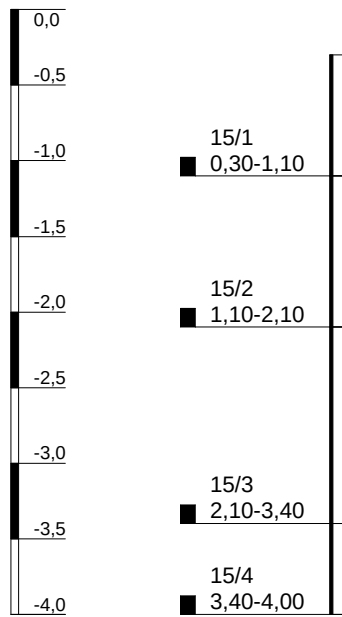


Maßstab: 1:50

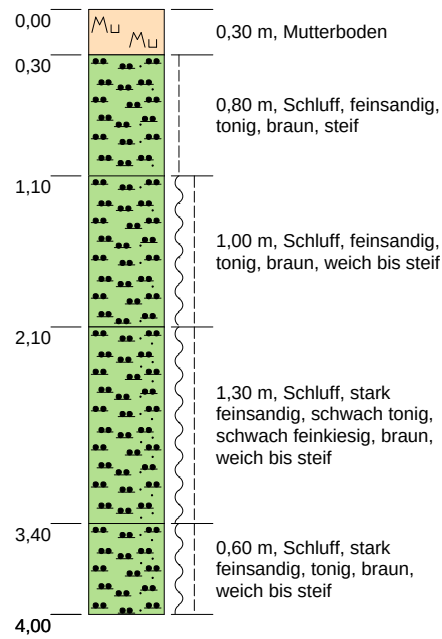
Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bornheim-Kardorf				
Bohrung: RKS 14				
Projektnr.:	13/01/1216		Anlage:	4.14
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	11.11.2013
Ansatzhöhe:	0,00 m ü NN		Endtiefe:	4,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.		Auftraggeber:	Montana

0,00 m ü NN



RKS 15

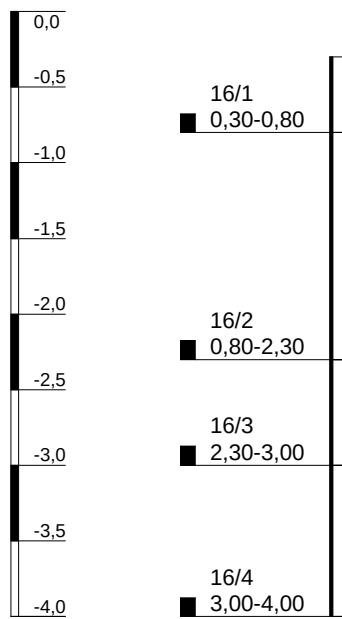


Maßstab: 1:50

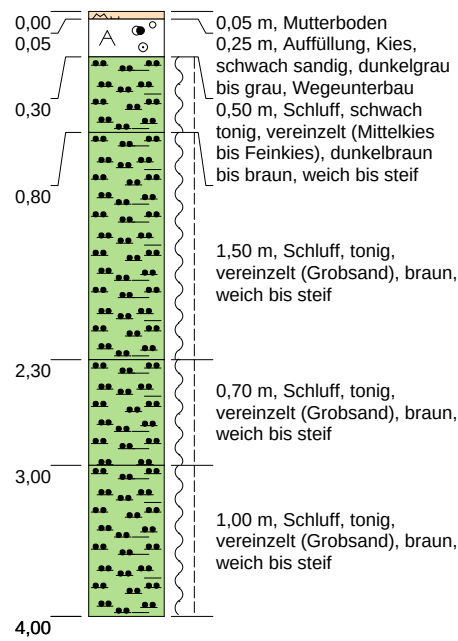
Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bornheim-Kardorf				
Bohrung: RKS 15				
Projektnr.:	13/01/1216		Anlage:	4.15
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	11.11.2013
Ansatzhöhe:	0,00 m ü NN		Endtiefe:	4,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.		Auftraggeber:	Montana

0,00 m ü NN



RKS 16

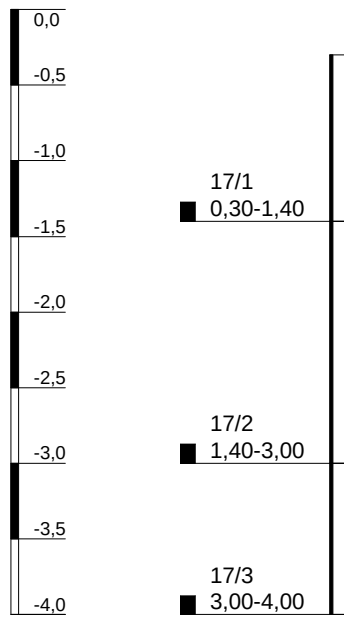


Maßstab: 1:50

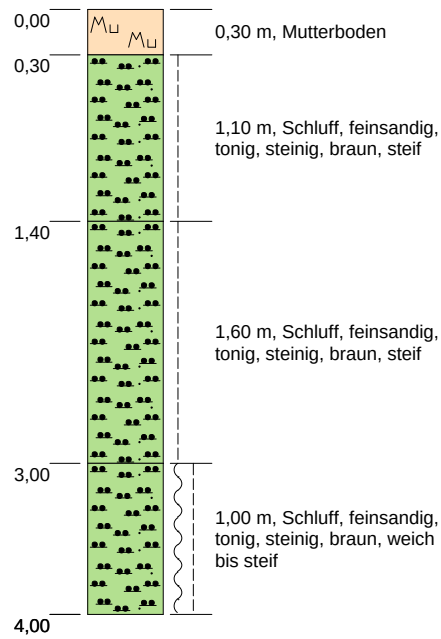
Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bornheim-Kardorf				
Bohrung: RKS 16				
Projektnr.:	13/01/1216		Anlage:	4.16
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	11.11.2013
Ansatzhöhe:	0,00 m ü NN		Endtiefe:	4,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.		Auftraggeber:	Montana

0,00 m ü NN



RKS 17



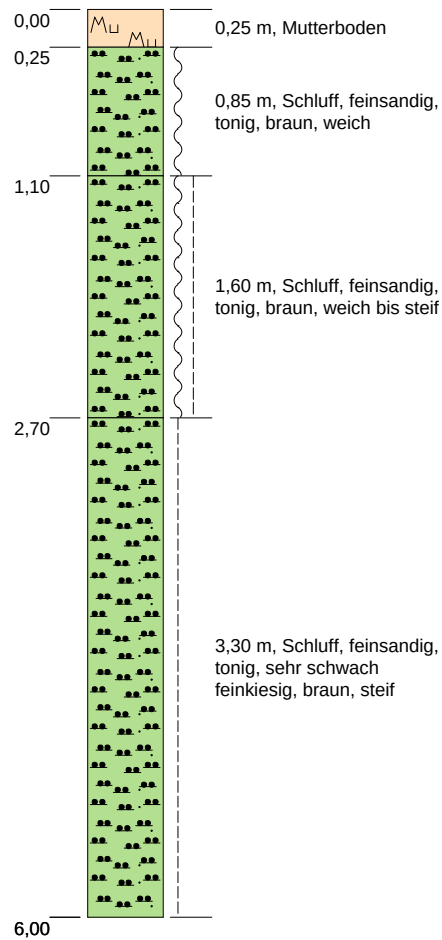
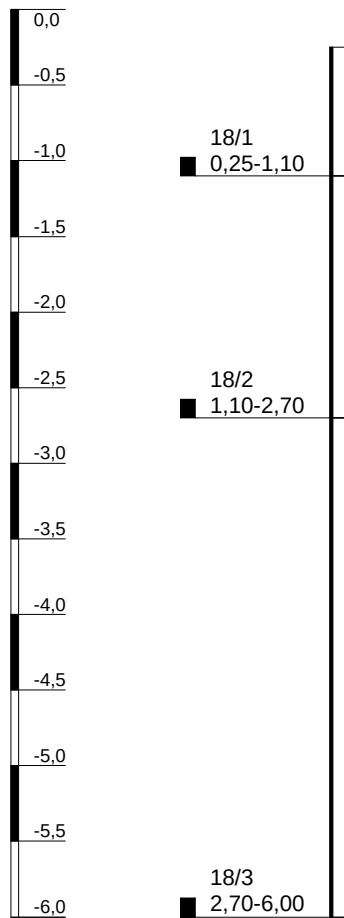
Maßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bornheim-Kardorf				
Bohrung: RKS 17				
Projektnr.:	13/01/1216		Anlage:	4.17
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	11.11.2013
Ansatzhöhe:	0,00 m ü NN		Endtiefe:	4,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.		Auftraggeber:	Montana

0,00 m ü NN

RKS 18



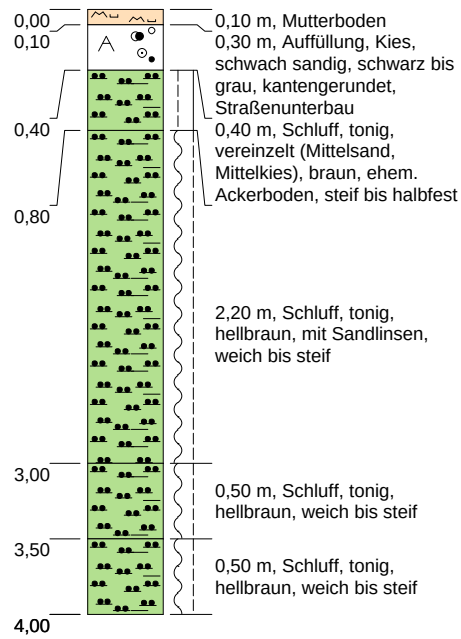
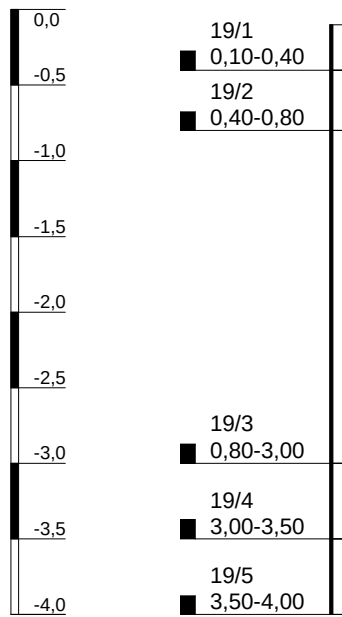
Maßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bornheim-Kardorf				
Bohrung: RKS 18				
Projektnr.:	13/01/1216		Anlage:	4.18
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	11.11.2013
Ansatzhöhe:	0,00 m ü NN		Endtiefe:	6,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.		Auftraggeber:	Montana

0,00 m ü NN

RKS 19

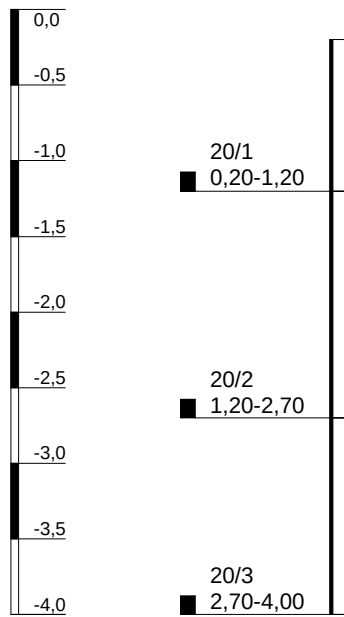


Maßstab: 1:50

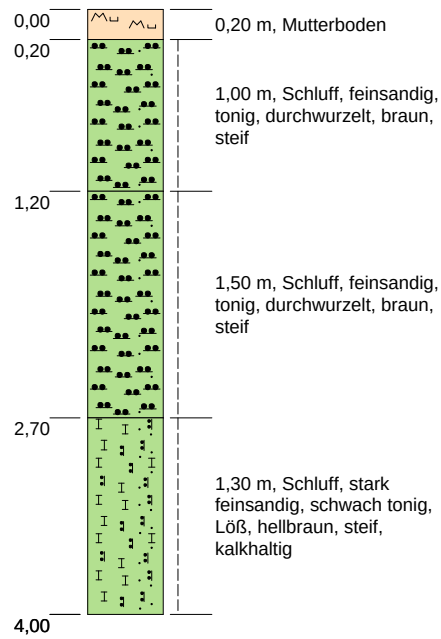
Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bornheim-Kardorf				
Bohrung: RKS 19				
Projektnr.:	13/01/1216		Anlage:	4.19
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	12.11.2013
Ansatzhöhe:	0,00 m ü NN		Endtiefe:	4,00 m
Bearbeiter:	Hey, Ax		Auftraggeber:	Montana

0,00 m ü NN



RKS 20

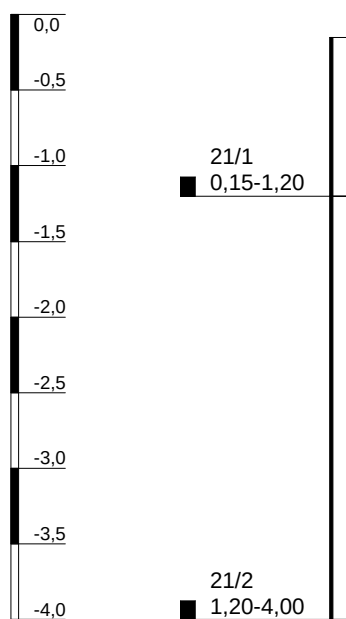


Maßstab: 1:50

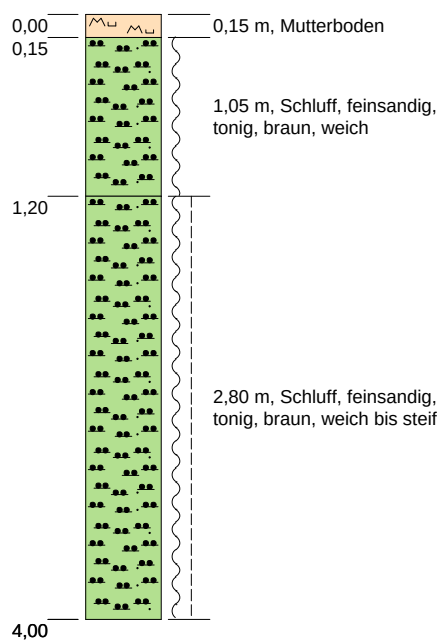
Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bornheim-Kardorf				
Bohrung: RKS 20				
Projektnr.:	13/01/1216		Anlage:	4.20
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	12.11.2013
Ansatzhöhe:	0,00 m ü NN		Endtiefe:	4,00 m
Bearbeiter:	Pank, Ax		Auftraggeber:	Montana

0,00 m ü NN

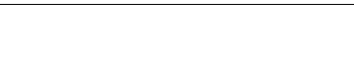


RKS 21



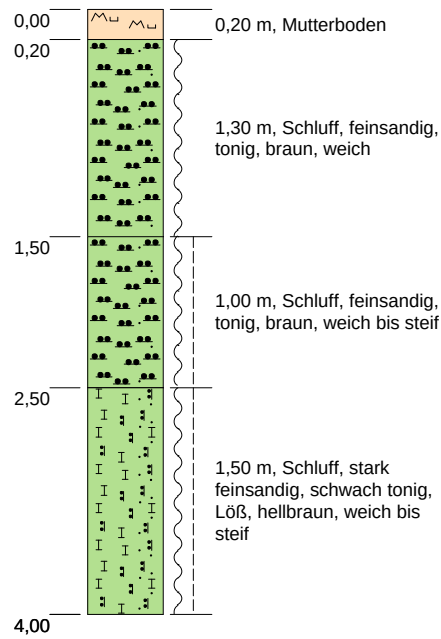
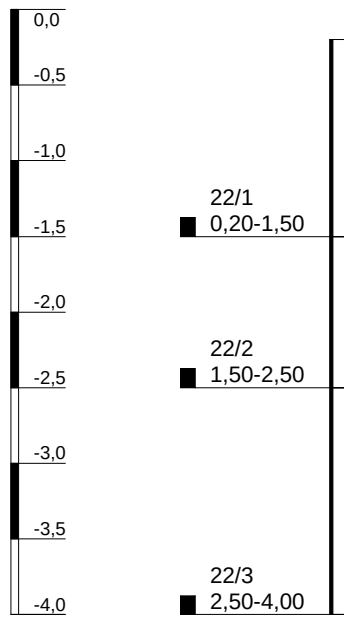
Maßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bornheim-Kardorf				
Bohrung: RKS 21				
Projektnr.:	13/01/1216		Anlage:	4.21
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	12.11.2013
Ansatzhöhe:	0,00 m ü NN		Endtiefe:	4,00 m
Bearbeiter:	Pank, Ax		Auftraggeber:	Montana

0,00 m ü NN

RKS 22



Maßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bornheim-Kardorf				
Bohrung: RKS 22				
Projektnr.:	13/01/1216		Anlage:	4.22
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	12.11.2013
Ansatzhöhe:	0,00 m ü NN		Endtiefe:	4,00 m
Bearbeiter:	Pank, Ax		Auftraggeber:	Montana

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

	Projekt:	B-Plan Ka 03, Kardorf	Bearb.: Gl.
	Projektnr.:	13/01/1216	Anl.: 5.1
	Versuch - Nr.:	VS 4 (RKS 4)	Datum : 27.11.13

Überstand der Verrohrung über GOK	20 cm	
h = Mittellage des Wasserspiegels über GOK	20 cm	
a = Tiefe der Verrohrung	300 cm	
A = Länge unverrohrtes Bohrloch	100 cm	
H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	420 cm	
Tu = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	1020 cm	
e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	620 cm	
2r = Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r = 1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
b) Versickerte Wassermenge Q:	9754,6 cm³ in	1200 sec
c) Die Wartezeit betrug:	45 min	
d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU =	420 / 1020 = 0,41
	TU / A =	1020 / 100 = 10,2
maßgebend: Formel I	x	
Formel II		

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

$A / H = 100 / 420 = 0,24$
 $H / r = 420 / 3 = 140,0$

→ 85 = C_u

$K = \frac{8,13}{85 \times 3 \times 420} = 7,59E-05 \text{ cm/sec}$
 $= 7,59E-07 \text{ m/sec}$

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

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

→ = C_s

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

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

	Projekt:	B-Plan Ka 03, Kardorf	Bearb.:	Gl.
	Projektnr.:	13/01/1216	Anl.:	5.2
	Versuch - Nr.:	VS 7 (RKS 7)	Datum :	27.11.13

Überstand der Verrohrung über GOK	20 cm	
h = Mittellage des Wasserspiegels über GOK	20 cm	
a = Tiefe der Verrohrung	300 cm	
A = Länge unverrohrtes Bohrloch	100 cm	
H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	420 cm	
Tu = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	1020 cm	
e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	620 cm	
2r = Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r = 1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
b) Versickerte Wassermenge Q:	14419,9 cm³ in	1200 sec
c) Die Wartezeit betrug:	45 min	
d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU =	420 / 1020 = 0,41
	TU / A =	1020 / 100 = 10,2
maßgebend: Formel I	x	
Formel II		

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

$$\frac{A}{H} = \frac{100}{420} = 0,24$$

$$\frac{H}{r} = \frac{420}{3} = 140,0$$

$$K = \frac{12,02}{85 \times 3 \times 420} = 1,12E-04 \text{ cm/sec}$$

$$= 1,12E-06 \text{ m/sec}$$

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

$$\frac{A}{r} = \frac{100}{3} = 33,33$$

$$K = \frac{2 \cdot 14419,9}{(C_s + 4) \cdot 3 \cdot (1020 + 420 - 100)} = \text{cm/sec}$$

$$= \text{m/sec}$$

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

	Projekt:	B-Plan Ka 03, Kardorf	Bearb.: Gl.
	Projektnr.:	13/01/1216	Anl.: 5.3
	Versuch - Nr.:	VS 14 (RKS 14)	Datum : 27.11.13

Überstand der Verrohrung über GOK	20 cm	
h = Mittellage des Wasserspiegels über GOK	20 cm	
a = Tiefe der Verrohrung	300 cm	
A = Länge unverrohrtes Bohrloch	100 cm	
H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	420 cm	
Tu = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	1020 cm	
e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	620 cm	
2r = Bohrl Lochdurchmesser	6 cm	
r = 1/2 Bohrl Lochdurchmesser	3 cm	
a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
b) Versickerte Wassermenge Q:	4241,2 cm³ in	1800 sec
c) Die Wartezeit betrug:	45 min	
d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU = 420 / 1020 =	0,41
	TU / A = 1020 / 100 =	10,2
maßgebend: Formel I	x	
Formel II		

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

$A / H = 100 / 420 = 0,24$

$H / r = 420 / 3 = 140,0$

→ 85 = C_u

$K = \frac{2,36}{85 \times 3 \times 420} = 2,20E-05 \text{ cm/sec}$

$= 2,20E-07 \text{ m/sec}$

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

$A / r = / =$

→ = C_s

$K = \frac{}{} = \text{cm/sec}$

$= \text{m/sec}$

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

	Projekt:	B-Plan Ka 03, Kardorf	Bearb.: Gl.
	Projektnr.:	13/01/1216	Anl.: 5.4
	Versuch - Nr.:	VS 15 (RKS 15)	Datum : 27.11.13

Überstand der Verrohrung über GOK	20 cm	
h = Mittellage des Wasserspiegels über GOK	20 cm	
a = Tiefe der Verrohrung	300 cm	
A = Länge unverrohrtes Bohrloch	100 cm	
H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	420 cm	
Tu = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	1020 cm	
e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	620 cm	
2r = Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r = 1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
b) Versickerte Wassermenge Q:	9189,2 cm³ in	1500 sec
c) Die Wartezeit betrug:	45 min	
d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU =	420 / 1020 = 0,41
	TU / A =	1020 / 100 = 10,2
maßgebend: Formel I	x	
Formel II		

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

$A / H = 100 / 420 = 0,24$

$H / r = 420 / 3 = 140,0$

→ $85 = C_u$

$K = \frac{6,13}{85 \times 3 \times 420} = 5,72E-05 \text{ cm/sec}$

$= 5,72E-07 \text{ m/sec}$

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

$A / r = / =$

→ $= C_s$

$K = \frac{}{} = \text{cm/sec}$

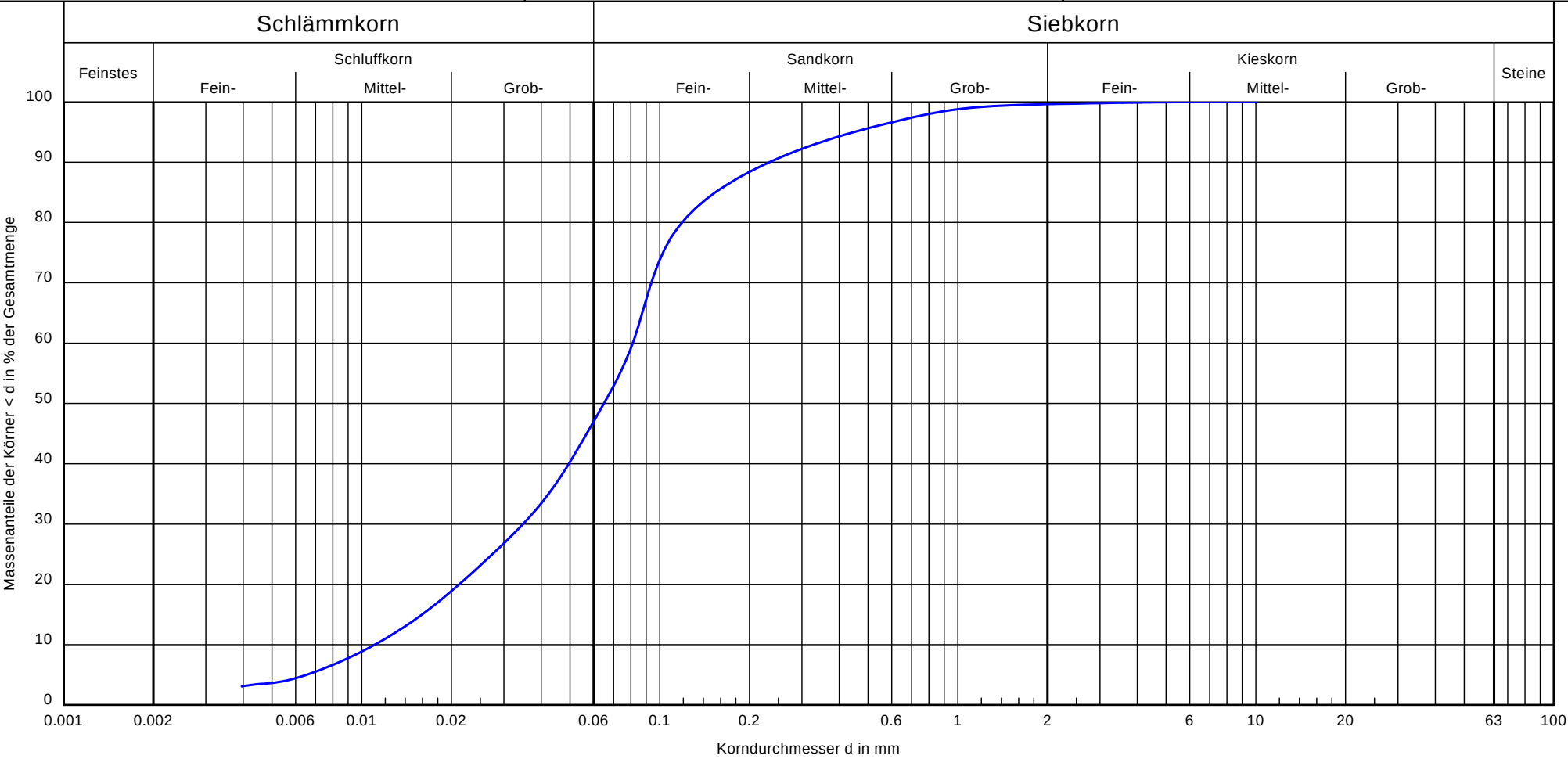
$= \text{m/sec}$

Bearbeiter: SG

Datum: 27.11.2013

Körnungslinie
WFG, Gartenweg, Alfter
13/07/1469

Prüfungsnummer: 1
Probe entnommen am: 07.11.2013
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Sieb-/Schlammanalyse



Bezeichnung:	1	Bemerkungen:	6 Anlage:	Bericht:
Bodenart:	U, fS, ms'			
Bodengruppe:				
k [m/s] (Hazen):	-			
Entnahmestelle:	MP1: RKS 4, RKS 7, RKS 14, RKS 15			