

# Geohydrologische Beurteilung

ZUR

VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT DES UNTERGRUNDES

**Projekt:** B-Plan ME 16  
Bornheim - Merten

**Projekt-Nr.:** 16/09/3294

**Auftraggeber:** Stadt Bornheim  
Postfach 1140  
53308 Bornheim

**Auftragnehmer:** GBU oHG  
Auf dem Schurweßel 11  
53347 Alfter

**Datum:** 11. Januar 2017

**Bearbeitung:**

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

## Projektleitung:

Uwe Kania  
kania@gbu-consult.de

## Projektbearbeiterin:

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

## Aufgestellt:

Alfter, 11.01.2017

## Inhaltsverzeichnis

<b>0</b>	<b>AUFTRAG .....</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>UNTERLAGEN .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>LAGE / ÖRTLICHE SITUATION .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>GEOGRAPHISCHER &amp; GEOLOGISCHER ÜBERBLICK.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1</b>	<b>Geographischer Überblick .....</b>	<b>5</b>
<b>3.2</b>	<b>Geologischer Überblick .....</b>	<b>6</b>
<b>3.3</b>	<b>Hydrologischer / Hydrogeologischer Überblick.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN .....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE .....</b>	<b>7</b>
<b>5.1</b>	<b>Schichtenfolge .....</b>	<b>7</b>
<b>5.2</b>	<b>Wasserführung im Baugrund .....</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>WASSERDURCHLÄSSIGKEIT .....</b>	<b>9</b>
<b>6.1</b>	<b>Ergebnis der Versickerungsversuche .....</b>	<b>9</b>
<b>6.2</b>	<b>Beurteilung der Versickerungsfähigkeit.....</b>	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>FAZIT.....</b>	<b>13</b>
<b>8</b>	<b>SCHLUSSBEMERKUNGEN.....</b>	<b>13</b>

**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. Laborergebnisse
6. Auswertung der Versickerungsversuche

## 0 Auftrag

In Bornheim – Merten ist die Entwicklung eines neuen Wohnbaugebietes geplant. Das Plangebiet Me 16 umfasst die Innenbereiche zwischen der Offenbachstraße, der Beethovenstraße, der Bonn-Brühler-Straße und dem Mühlenbach.

Unser Büro wurde durch die Stadt Bornheim 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 Versickerung von Niederschlagswasser im Untersuchungsgebiet im Sinne § 51a LWG möglich ist und in Frage kommt.

## 1 Unterlagen

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

- Leitungsbestandspläne diverser Versorger
- Übersichtskarte zum Bebauungsplan Me 16 Karte und Luftbild 01.09.2016

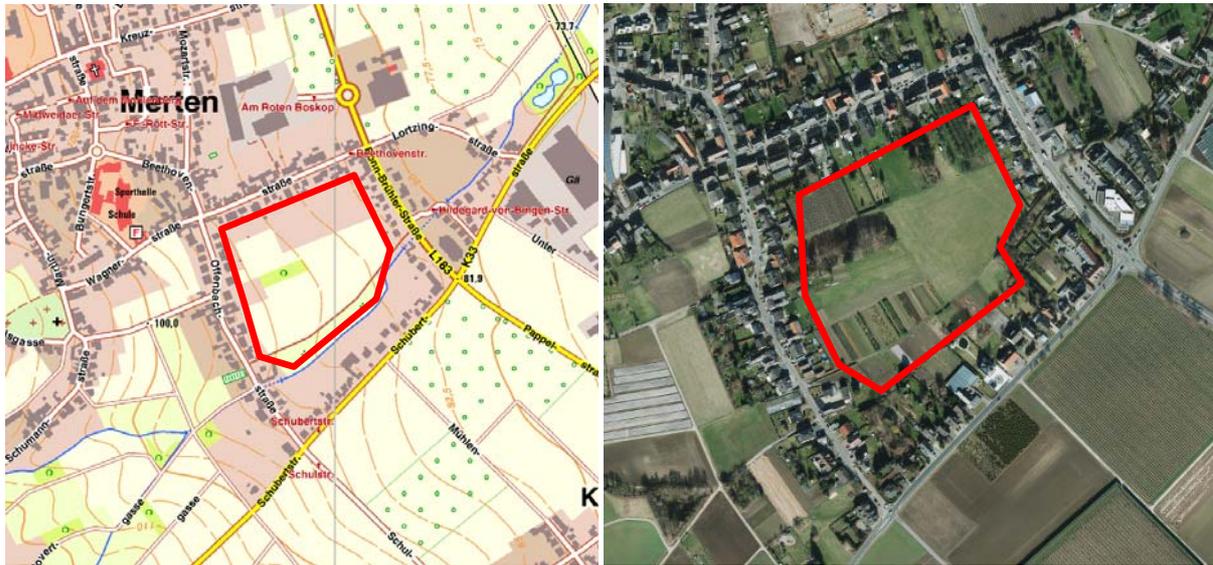
Benutzt wurden darüber hinaus folgende Karten:

- Topographische Karte, Blatt 5207 Bornheim, Maßstab 1:25.000
- Geologische Karte, Blatt 5207 Bornheim, Maßstab 1:25.000
- Hydrologische Karte, Blatt 5207 Bornheim, Maßstab 1:25.000

## 2 Lage / Örtliche Situation

Das Bebauungsplangebiet Me 16 liegt in Bornheim-Merten. 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**



© GEObasis NRW 2017

Die Geländehöhen im Bereich der Projektfläche liegen zwischen ca. 92 m NHN und ca. 83 m NHN. Zum Zeitpunkt der Geotechnischen Erkundungen war das Gelände unbebaut und teilweise landwirtschaftlich genutzt.

Das Plangebiet liegt nicht in einer Wasserschutzzone.

Die nächste nicht verrohrte Vorflut ist der im Südosten angrenzende Mühlenbach.

### 3 Geographischer & Geologischer Überblick

#### 3.1 Geographischer Überblick

Die Untersuchungsfläche liegt im südlichen 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 liegt, zeichnen sich durch die jüngere Terrassenlandschaft des Rheintals aus. Die mehr oder minder ebenen Flächen der Mittel-, Nieder- und Inselterrasse des Rheins wer-

den/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 meist zu Parabraunerden und Pseudogley 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.

Die Grundwasseroberfläche des obersten Grundwasserstockwerkes unterliegt in Abhängigkeit der Entfernung zum Rhein und der Geländemorphologie geringen Schwankungen. Der höchste gemessene Grundwasserstand an der Bonn-Brühler-Straße (GWMS 071058023) liegt etwa bei 45,03 m NHN. Am Fichtenweg (GWMS 070198718) liegt er bei 44,31 m NHN.

## 4 Durchgeführte Untersuchungen

Um Aufschluss über die Bodenverhältnisse zu erhalten, wurden insgesamt **14 Rammkernsondierungen** (RKS n. DIN EN ISO 22475) durchgeführt. Die Rammkernsondierungen wurden zur Aufnahme des örtlichen Schichtenprofils und der hydrologischen Verhältnisse bis in eine Tiefe von max. 5,0 m u. GOK ausgeführt.

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 1, 3, 5, 8, 11, 12 und 14 ausgebaut und Versickerungsversuche (VS 1, 3, 5, 8, 11, 12 und 14) 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. Hochflutlehmen zu erwarten, auf die in Tiefen ab ca. 10-20 m quartäre Terrassensedimente (Sande/ Kiese) folgen.

Bei den im Folgenden genannten Mächtigkeitsangaben handelt es sich um die in den Untersuchungspunkten ermittelten Werte. 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:

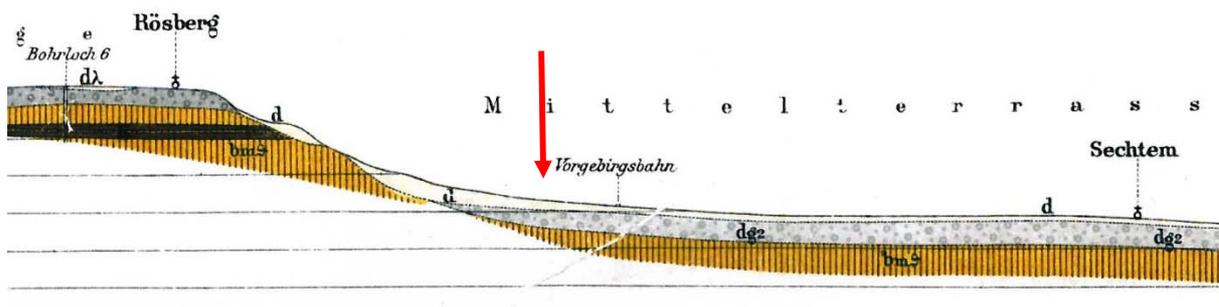
Unterhalb einer 30–40 cm mächtigen **Mutterbodenschicht** wurden bis zur Endteufe von max. 5,0 m bindige **LÖB / Lößlehmschichten** angetroffen. Gemäß Bodenansprache handelt es sich um einen Schluff mit Beimengungen an Feinsand und Ton. Teilweise treten Kies- und Sandlinsen auf, die meist geringe Mächtigkeiten (im Dezimeterbereich) aufweisen. Bei RKS 2 wurden ab 2,7 m u. GOK Sande (bis 3,4 m u. GOK) und Kiese (bis Endteufe 5 m u. GOK) angetroffen. Es handelt sich vermutlich um eine größere lokale Kieslinse.

Die Konsistenz des Schluffes lag an den Untersuchungstagen im weich-steifen bis steifen Bereich. Nach DIN 18196 liegen die Bodengruppen UL / UM / TL / SU\* vor.

Die Abbildung 2 zeigt einen Schnitt aus der Geologischen Karte von Bornheim. Die Decklehmschicht liegt auf dem weitgehend sählig verlaufenden Kieshorizont der Rheinmittellterrasse.

Bei einer ca. 650 m nördlich liegenden Bohrung aus dem Datenbestand des Geologischen Dienstes NRW wurde die Mittelterrasse bei ca. 64 m ü. NHN erbohrt. Im Rahmen eines anderen Projektes wurde ca. 300 m nördlich des Untersuchungsgebietes eine Bohrung abgeteuft. Bis zu einer Tiefe von 65 m ü. NHN wurden hier nur Schluffe detektiert. Daraus kann abgeleitet werden, dass auch im Untersuchungsgebiet mit einer Geländehöhe von ca. 92-83 m ü. NHN, mit nicht bindigen Böden erst ab einer Tiefe von ca. 18-27 m unter Gelände zu rechnen ist.

**Abbildung 2: Geologischer Schnitt** (roter Pfeil = ungefähre Lage des Untersuchungsgebietes)

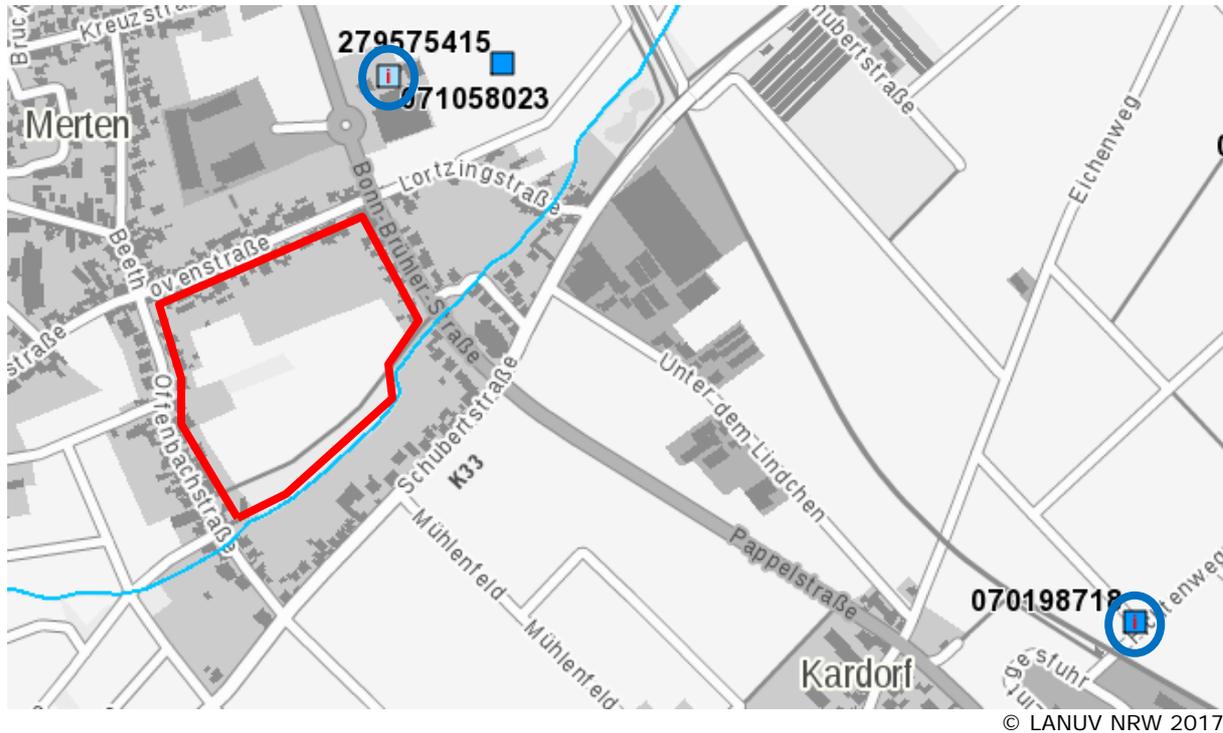


Die im Einzelnen ermittelte Schichtenabfolge kann den beigefügten Bodenprofilen der Anlage 4 entnommen werden.

## 5.2 Wasserführung im Baugrund

Grundwasser wurde zum Zeitpunkt der Untersuchungen bei den Bohrungen bis in eine Tiefe von 5 m nicht angetroffen.

Nach Auswertung der vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen veröffentlichten Daten der Grundwassermessstellen 071058023 - MERTEN ZUSBR 215 (ca. 370 m nordöstlich) und 070198718 - LGD BORNHM. 14/91 (ca. 1150 m südöstlich) lag der höchste gemessene Grundwasserstand bei 45,03 bzw. 44,31 m NHN. Dies entspricht bezogen auf die Geländehöhen im Untersuchungsgebiet einem minimalen Flurabstand von ca. 38-47 m. Mögliche Versickerungsanlagen liegen damit nicht im Einflussbereich des Grundwassers.

**Abbildung 3: Grundwassermessstellen im Untersuchungsgebiet**

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 **7 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 - Vollrohr garnitur 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:  $k_f$ -Werte aus Versickerungsversuchen:**

<b>Versuch</b>	<b>Bodenart</b>	<b>Tiefe (m)</b>	<b><math>k_f</math>-Wert</b>
VS 1 (RKS 1)	Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	2,8 – 5,0	<b><math>1,05 \times 10^{-7} \text{ m/s}</math></b>
VS 3 (RKS 3)	Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	2,8 – 5,0	<b><math>1,41 \times 10^{-6} \text{ m/s}</math></b>
VS 5 (RKS 5)	Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	2,7 – 5,0	<b><math>1,38 \times 10^{-7} \text{ m/s}</math></b>
VS 8 (RKS 8)	Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	2,7 – 5,0	<b><math>2,86 \times 10^{-7} \text{ m/s}</math></b>
VS 11 (RKS 11)	Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	3,0 – 5,0	<b><math>1,52 \times 10^{-7} \text{ m/s}</math></b>
VS 12 (RKS 12)	Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	2,8 – 5,0	<b><math>1,63 \times 10^{-7} \text{ m/s}</math></b>
VS 14 (RKS 14)	Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	2,7 – 5,0	<b><math>2,90 \times 10^{-7} \text{ m/s}</math></b>

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 $10^{-6}$	<b>schwach durchlässig</b>
über $10^{-6}$ bis $10^{-4}$	durchlässig
über $10^{-4}$ bis $10^{-2}$	stark durchlässig
über $10^{-2}$	sehr stark durchlässig

## 6.2 Beurteilung der Versickerungsfähigkeit

Die Auswertung der durchgeführten **Feldversuche** zeigt einen Durchlässigkeitsbeiwert (kf-Wert), der im Mittel bei  **$k_f = 1,82 \times 10^{-7} \text{ m/s}$**  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  **$k_r\text{-Wert} \geq 5,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$**  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 **kf-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.**

### Mulden – Rigolen – Elemente

Die Anwendungsgrenze einer Versickerungsmulde kann prinzipiell erweitert werden, wenn die relativ geringe Versickerungsrate einer Mulde durch ein vergrößertes Speichervolumen ausgeglichen wird. Dies kann z.B. durch ein Mulden - Rigolen - Element erfolgen. Es besteht aus einer begrünten Mulde mit 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.**

## 7 Fazit

Die anstehenden Schluff-Böden (Löss) sind als schwach durchlässig einzustufen. Es kann keine der in Kapitel 6 angewandten Versickerungsmöglichkeiten empfohlen werden.

Eine Versickerung ist unter Umständen in den nach allgemeinen geologischen zur erwartenden Kies- und Sandschichten der Mittelterrasse möglich. Diese Schichten wurden bei den bisher durchgeführten Bohrungen nicht erreicht. Mit zusätzlichen tieferen Untersuchungen größeren Durchmessers kann die Tiefenlage des Kiesterrassenkörpers ermittelt werden.

Sich evtl. ergebende Möglichkeiten der Versickerung müssen mit den zuständigen Genehmigungsbehörden abgesprochen werden

## 8 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 11. Januar 2017 wieder.

### GBU

#### Geologie-, Bau- & Umweltconsult

Beratende Geologen und Geotechniker BDG/DGG/DGGT

Fachbauleiter & Koordinatoren nach BGR 128 und TRGS 519/524

Alfter, den 11. Januar 2017

Die Gutachter



Uwe Kania  
(Geschäftsführer & Projektleiter)




Dipl.-Geogr. Claudia Grünewald  
(Projektbearbeiterin)

## Anlagen

## **Anlage 1**

Topographische Übersicht

**Ausschnitt aus der Topographischen Karte  
Blatt 5207 Bornheim**

Projekt: B-Plan, Bornheim-Merten

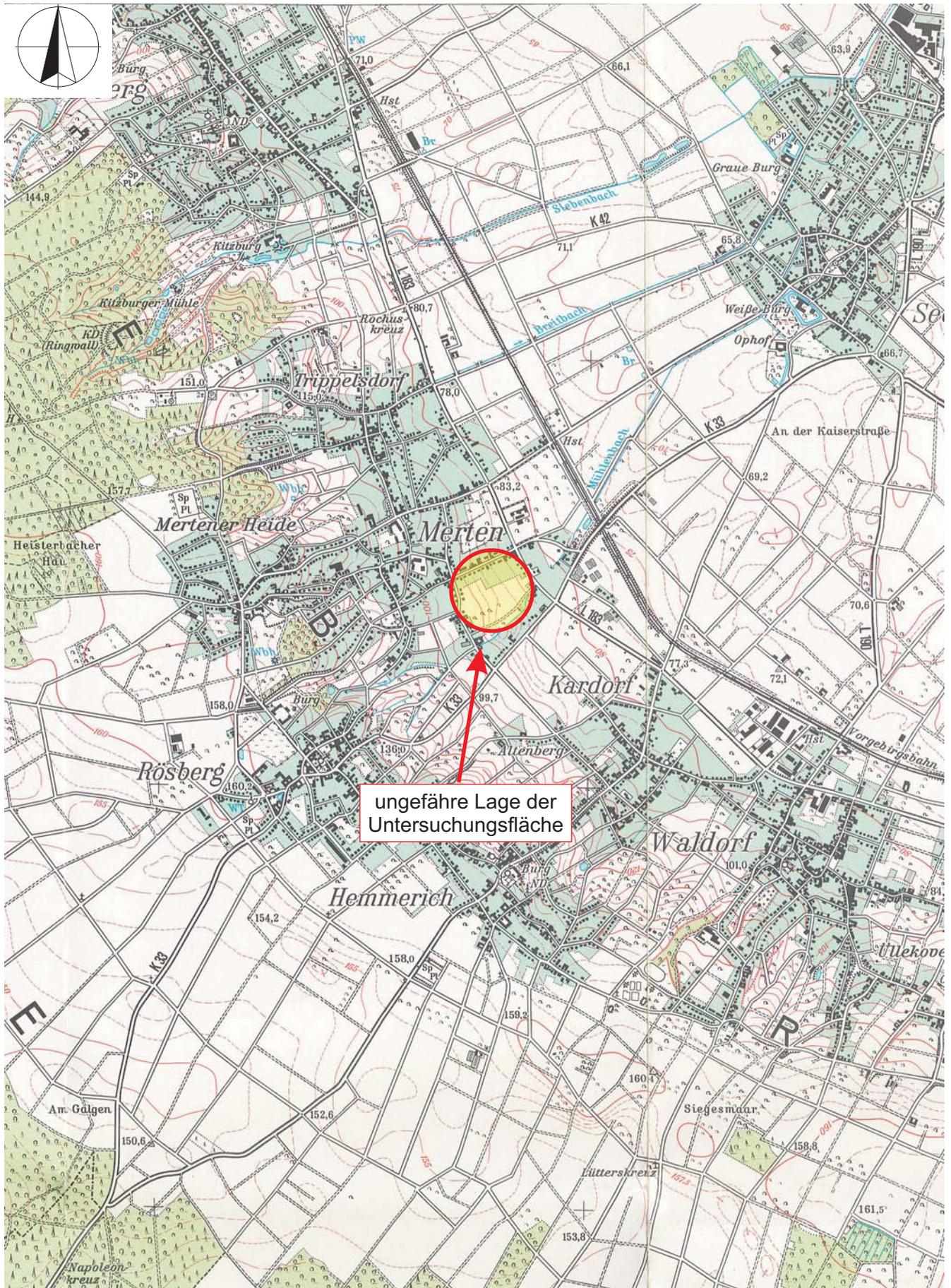
Projekt-Nr: 16/09/3294

Bearbeiter: Br.

Maßstab: 1:25.000

Anlage: 1

Datum: 16.11.2016



## **Anlage 2**

Geologische Übersicht

**Ausschnitt aus der Geologischen Karte  
Blatt 5207 Bornheim**

Projekt: B-Plan, Bornheim-Merten

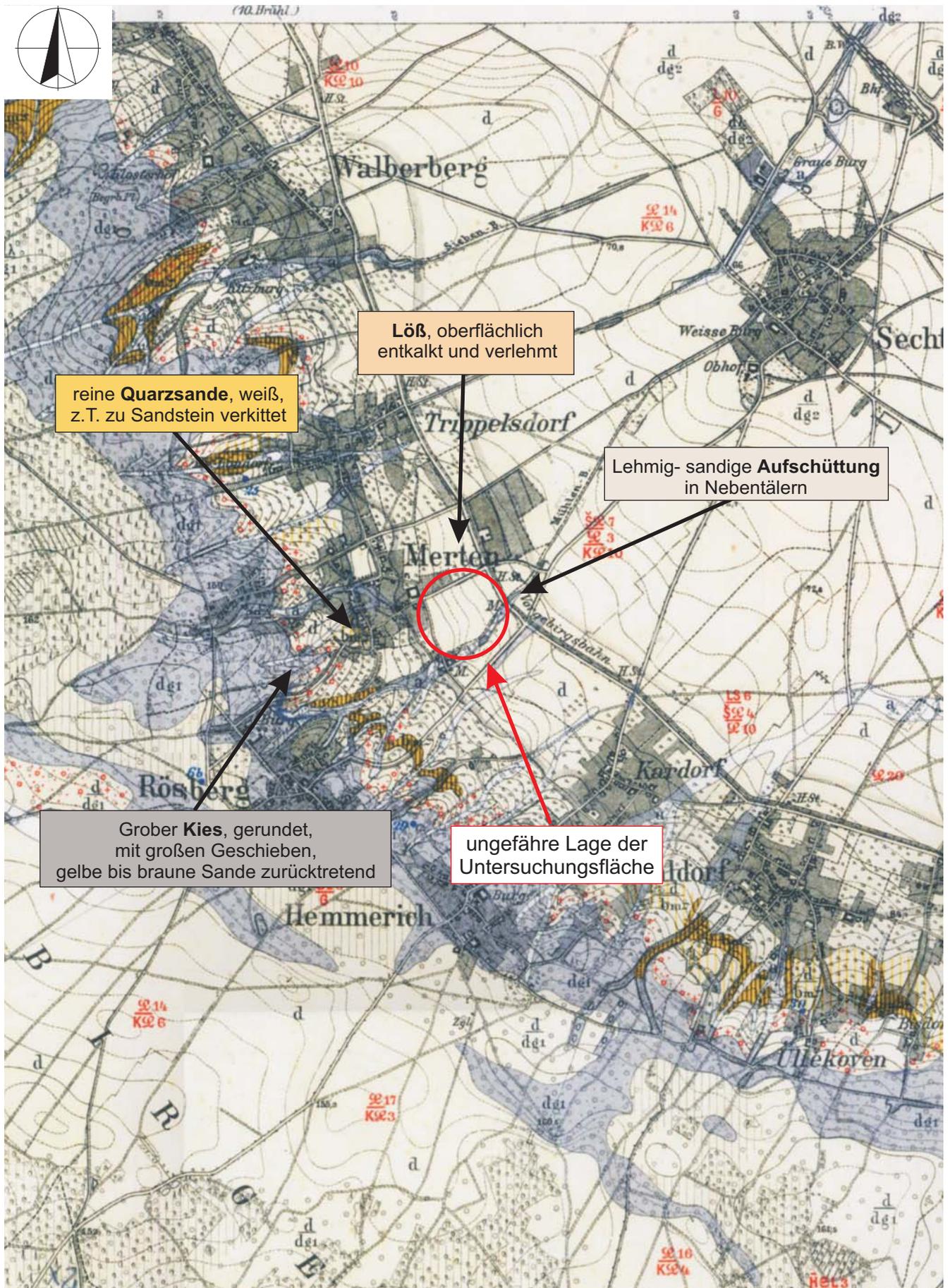
Projekt-Nr: 16/09/3294

Bearbeiter: Br.

Maßstab: 1:25.000

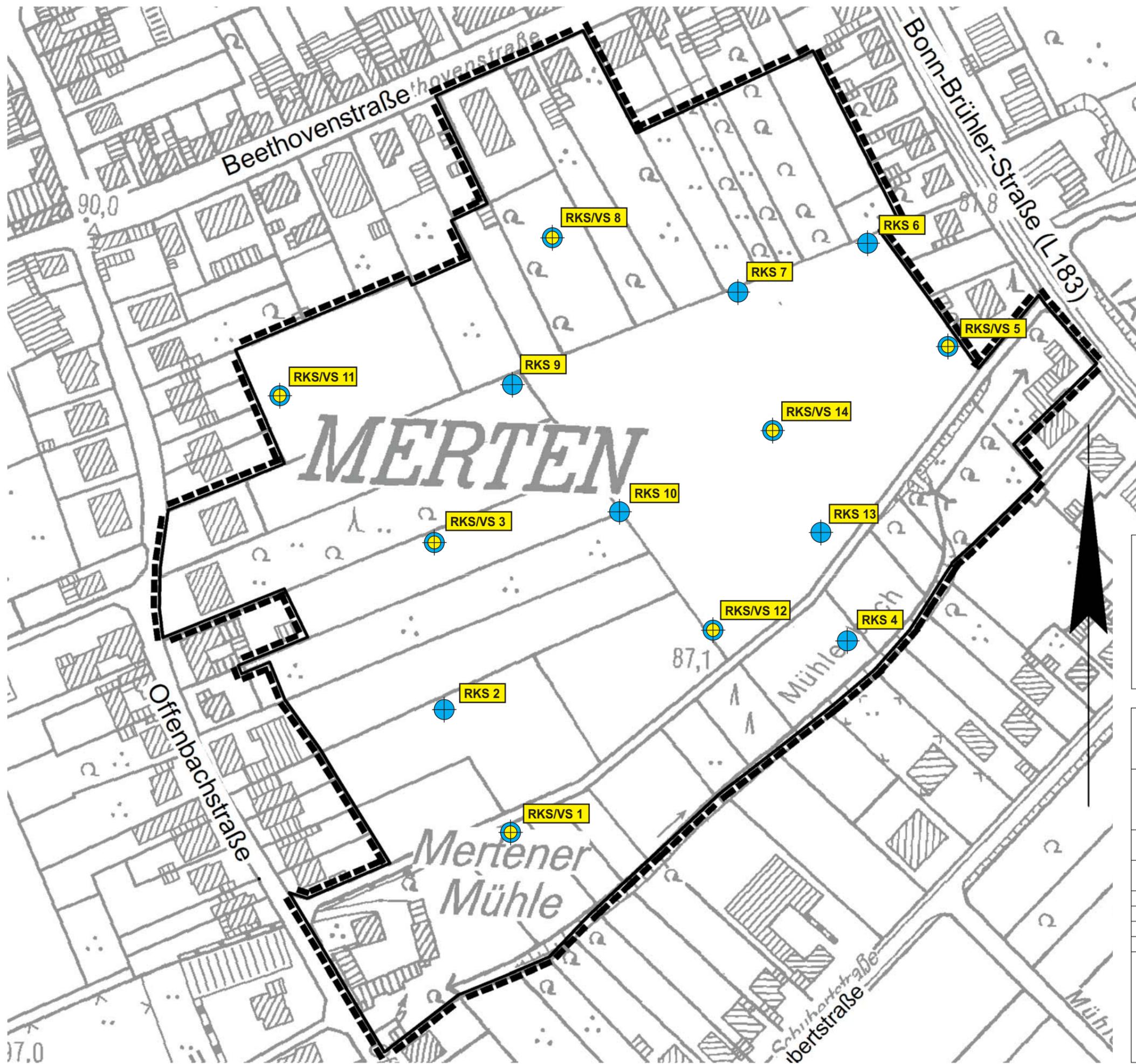
Anlage: 2

Datum: 16.11.2016



## **Anlage 3**

Lageplan



Legende

-  Rammkernsondierung RKS, Versickerungsversuch VS
-  Rammkernsondierung RKS

Projekt	B-Plan Me 16, Bornheim-Merten Versickerungsuntersuchung
---------	--

Auftraggeber	Stadt Bornheim	
--------------	----------------	---

Planart	Lageplan
---------	----------

Maßstab	1:1500	Anlage	3
---------	--------	--------	---

Projektnr.	16/09/3294	Datum	09.11.2016
------------	------------	-------	------------

Bearbeiter	Grü.	Projektleiter	Ka.
------------	------	---------------	-----

Planident.	16_09_3294_Stadt_Bornheim_B-Plan_Merten\Anlagen\Anlage_3_Lageplan		
------------	---	--	--

Plangrundlagen	© GEObasis NRW / Rhein-Sieg-Kreis / Stadt Bornheim 2015		
----------------	---	--	--

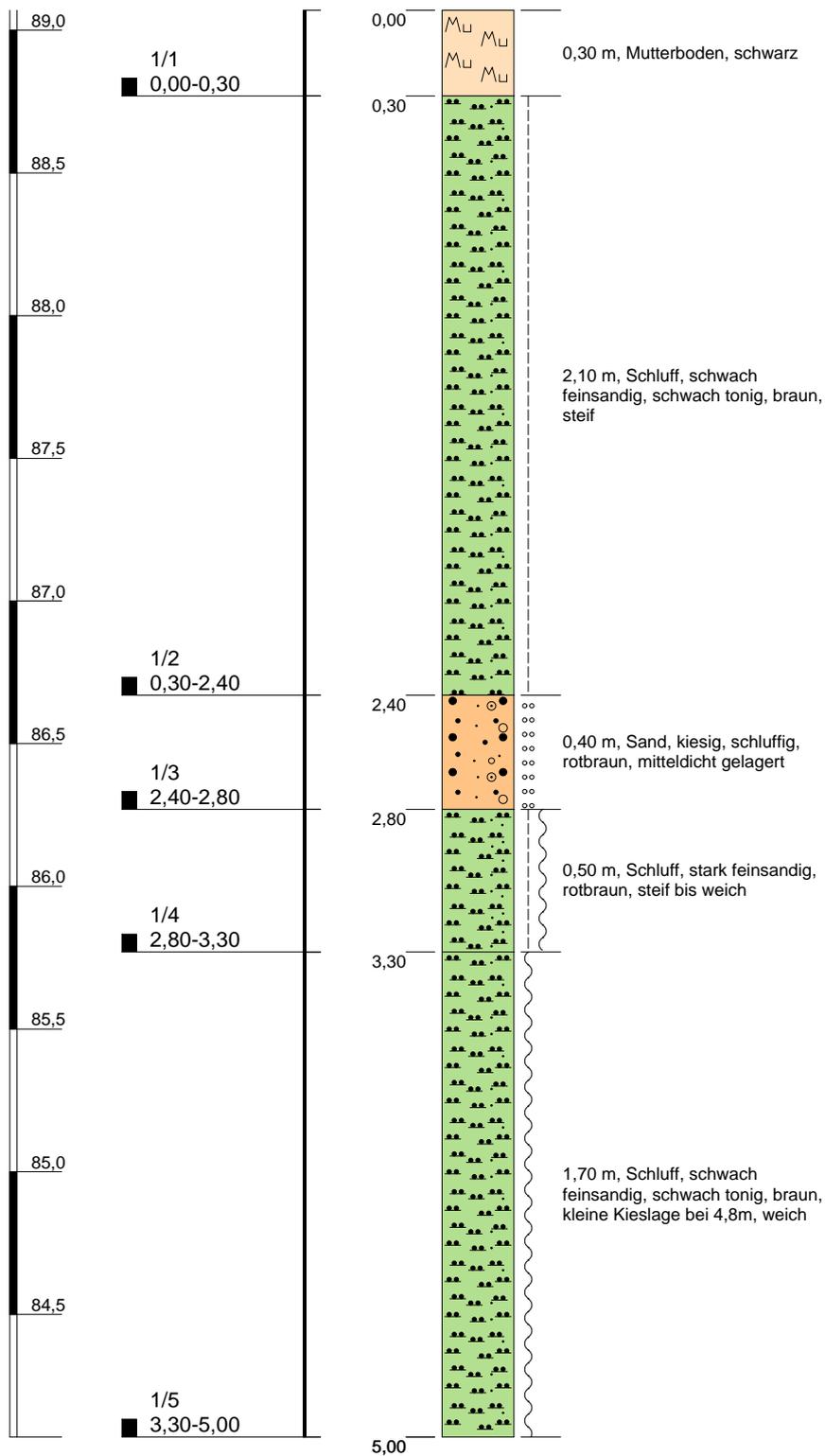
  
**GBU OHG**  
 GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT  
 BERATENDE GEOLOGEN & GEOTECHNIKER BDG/DGG/DGGT  
 AUF DEM SCHURWEBEL 11 D-53347 ALFTER // T 0228 / 976 291-0 F 0228 / 976 291-29  
 WWW.GBU-CONSULT.DE E INFO@GBU-CONSULT.DE

## **Anlage 4**

Bohrprofile

89,07 m ü. NHN

### RKS 1



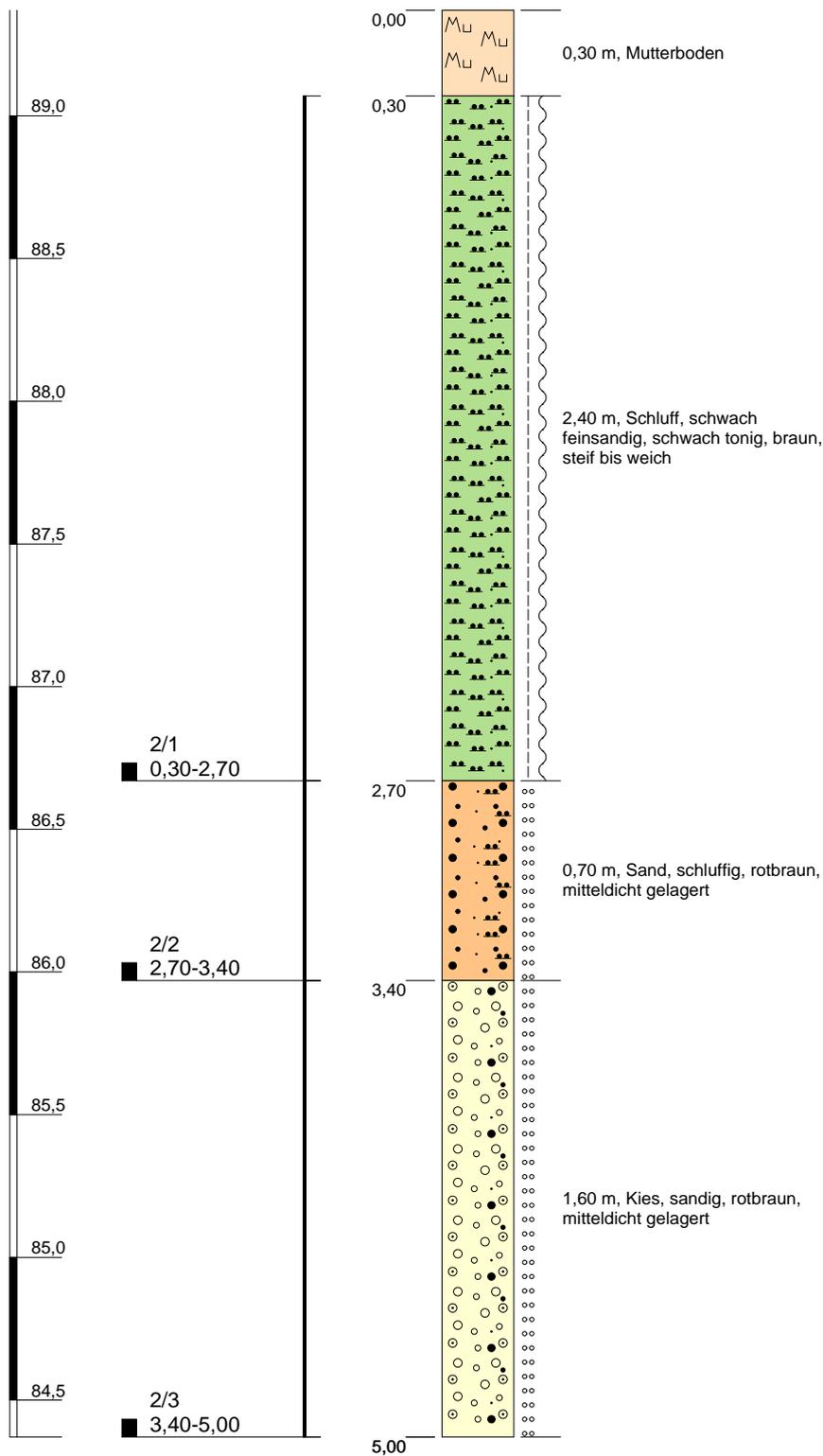
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: B-Plan, Bornheim-Merten</b>		
<b>Bohrung: RKS 1</b>		
Projektnr.: 16/09/3294	Anlage: 4.1	
Lage: siehe Lageplan	Datum: 09.11.2016	
Ansatzhöhe: 89,07 m ü. NHN	Endtiefe: 5,00 m	
Bearbeiter: Gr./Ax., Br.	Auftraggeber: Stadt Bornheim	

89,37 m ü. NHN

### RKS 2



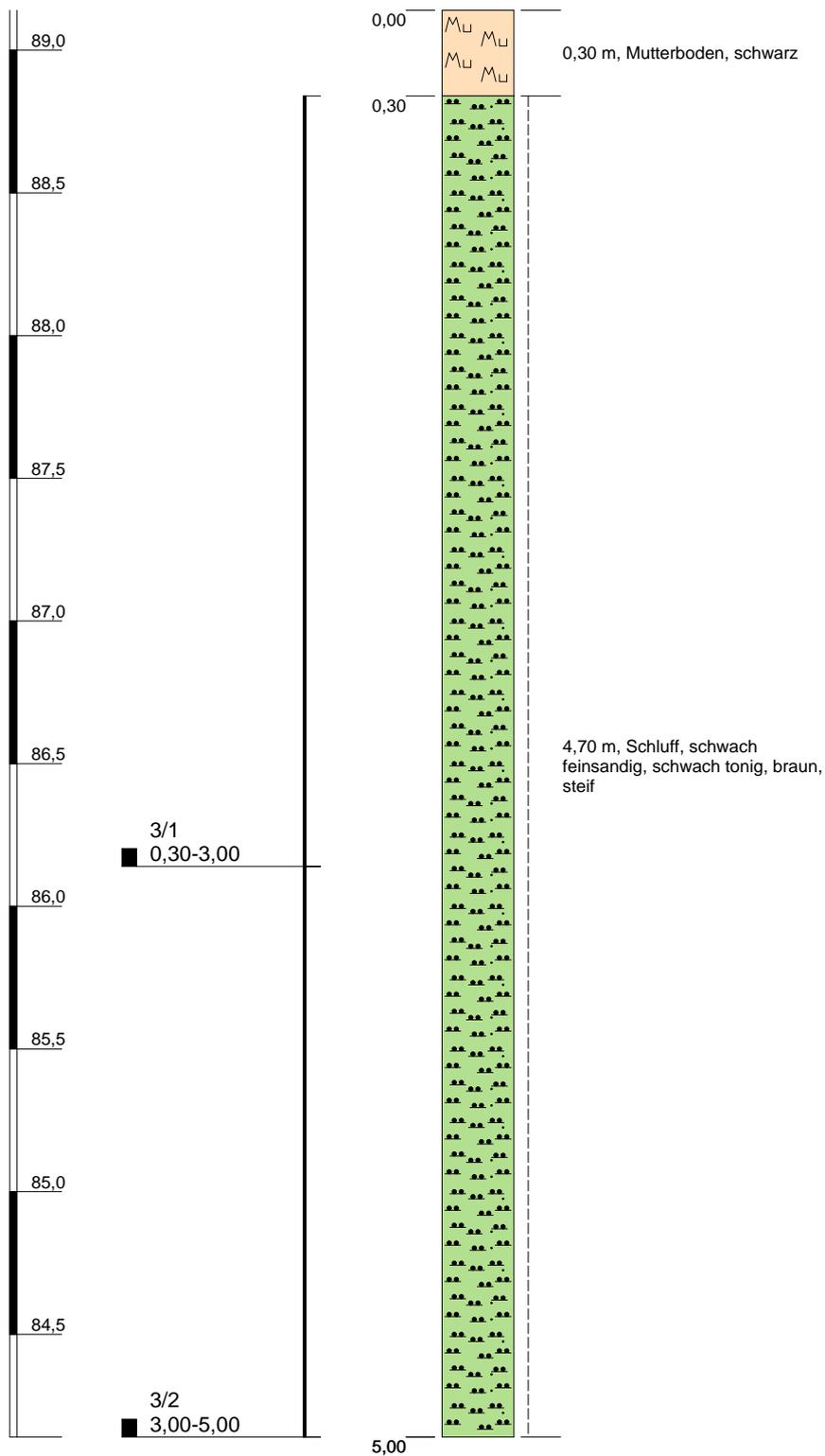
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: B-Plan, Bornheim-Merten</b>		
<b>Bohrung: RKS 2</b>		
Projektnr.: 16/09/3294	Anlage: 4.2	
Lage: siehe Lageplan	Datum: 09.11.2016	
Ansatzhöhe: 89,37 m ü. NHN	Endtiefe: 5,00 m	
Bearbeiter: Gr./Ax., Br.	Auftraggeber: Stadt Bornheim	

89,14 m ü. NHN

### RKS 3



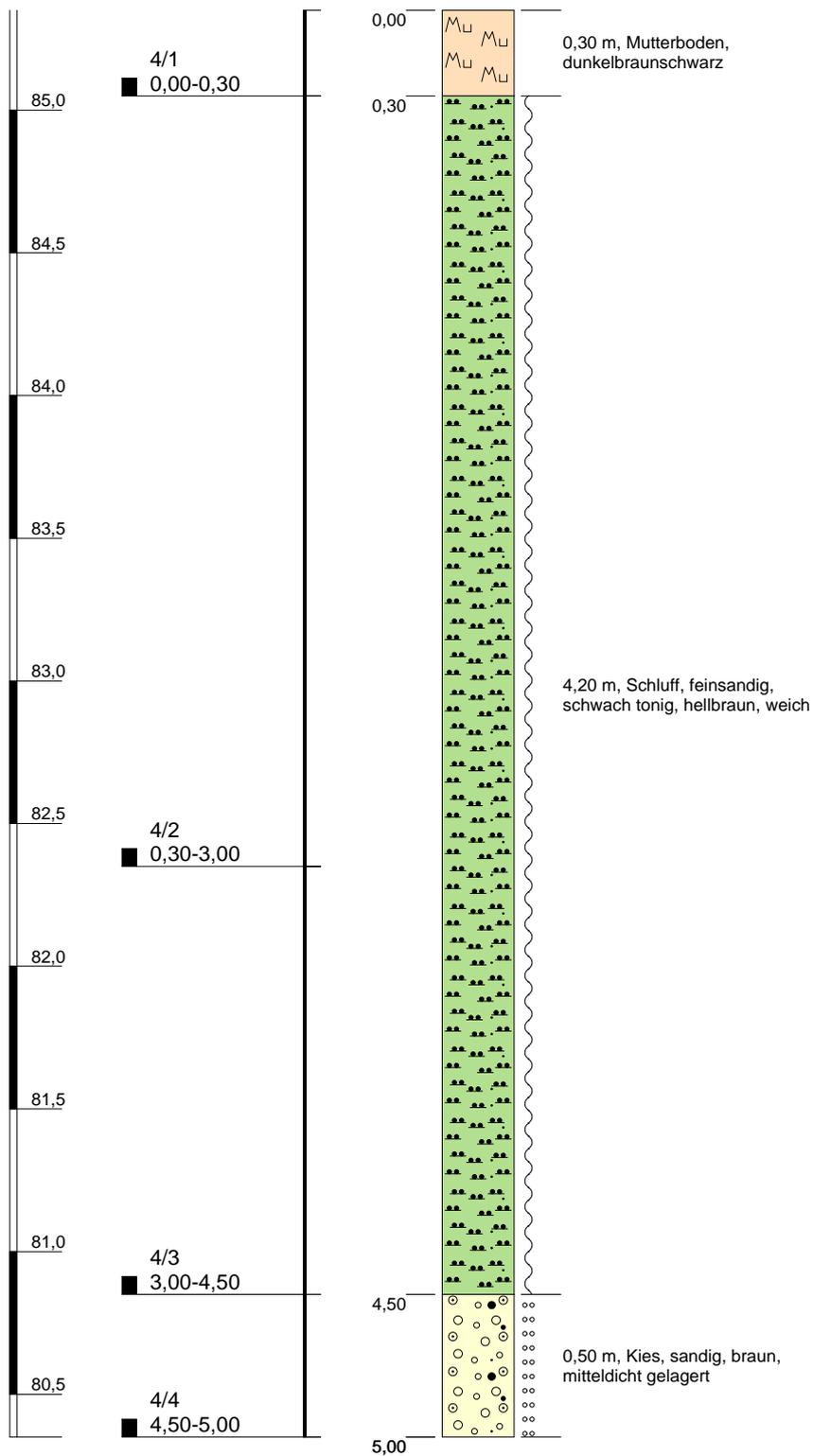
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: B-Plan, Bornheim-Merten</b>		
<b>Bohrung: RKS 3</b>		
Projektnr.: 16/09/3294	Anlage: 4.3	
Lage: siehe Lageplan	Datum: 09.11.2016	
Ansatzhöhe: 89,14 m ü. NHN	Endtiefe: 5,00 m	
Bearbeiter: Gr./Ax., Br.	Auftraggeber: Stadt Bornheim	

85,35 m ü. NHN

### RKS 4



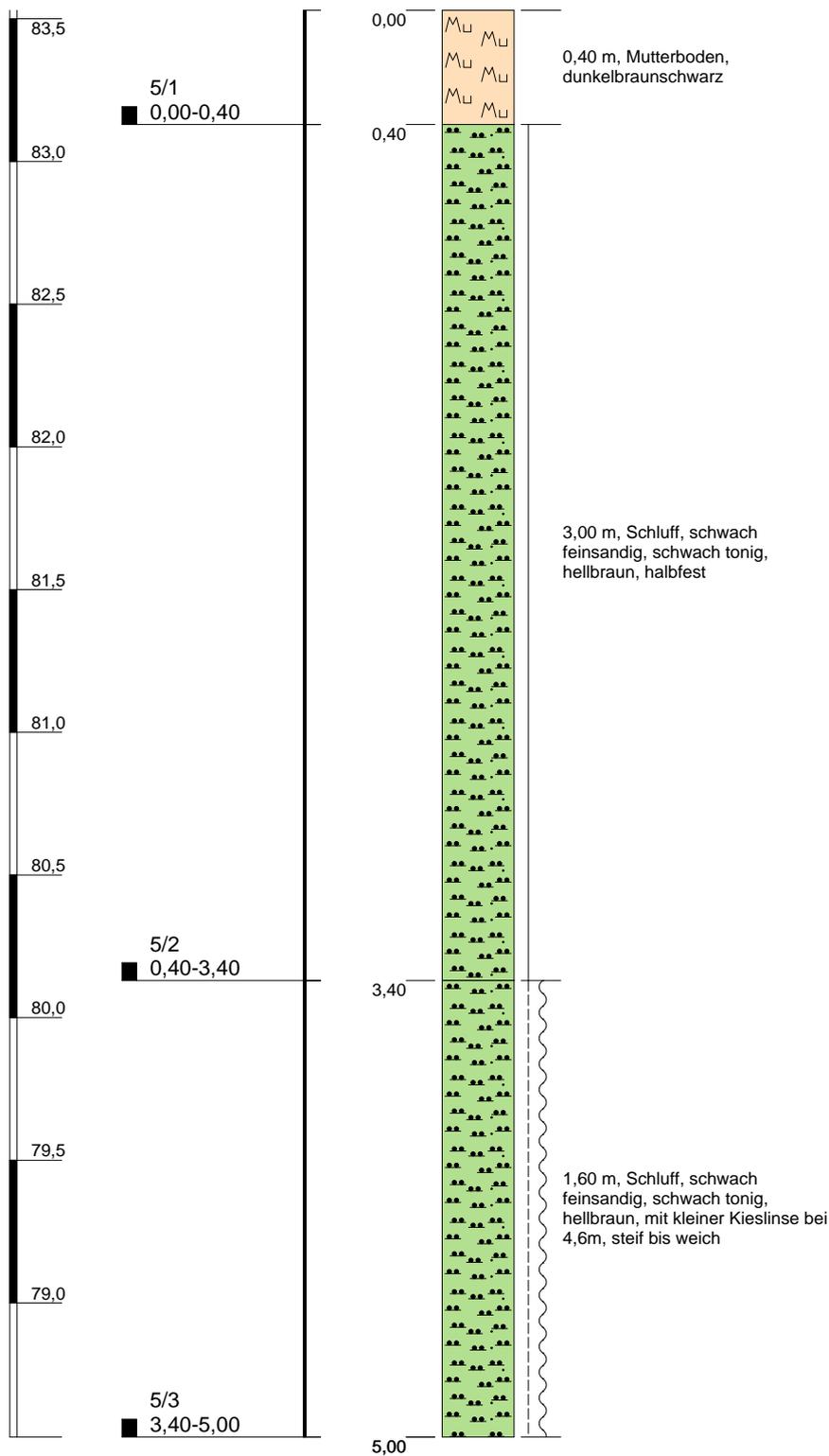
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: B-Plan, Bornheim-Merten</b>		
<b>Bohrung: RKS 4</b>		
Projektnr.: 16/09/3294	Anlage: 4.4	
Lage: siehe Lageplan	Datum: 10.11.2016	
Ansatzhöhe: 85,35 m ü. NHN	Endtiefe: 5,00 m	
Bearbeiter: Gr./Ax., Br.	Auftraggeber: Stadt Bornheim	

83,53 m ü. NHN

### RKS 5



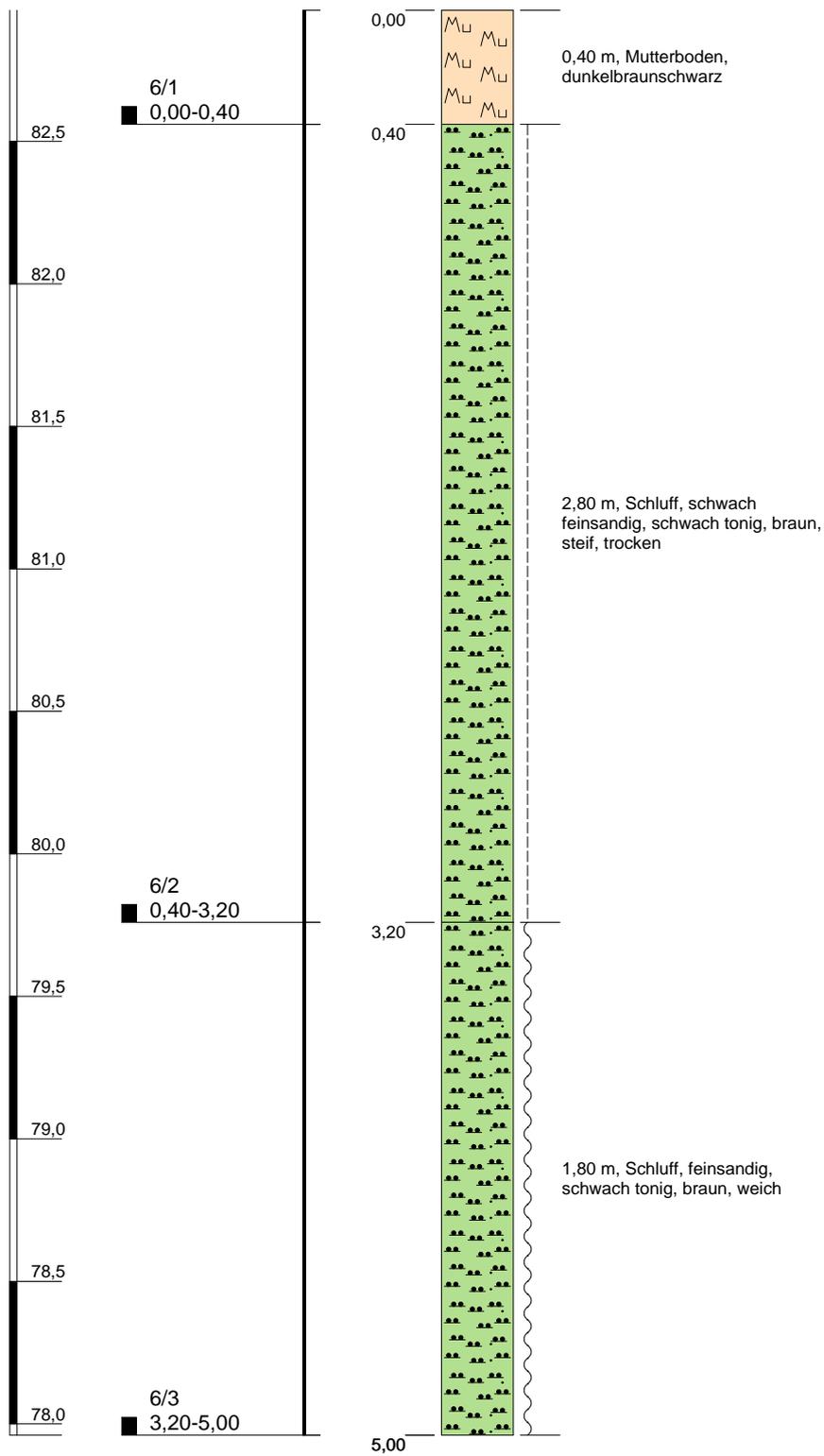
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: B-Plan, Bornheim-Merten</b>		
<b>Bohrung: RKS 5</b>		
Projektnr.: 16/09/3294	Anlage: 4.5	
Lage: siehe Lageplan	Datum: 10.11.2016	
Ansatzhöhe: 83,53 m ü. NHN	Endtiefe: 5,00 m	
Bearbeiter: Gr./Ax., Br.	Auftraggeber: Stadt Bornheim	

82,96 m ü. NHN

### RKS 6



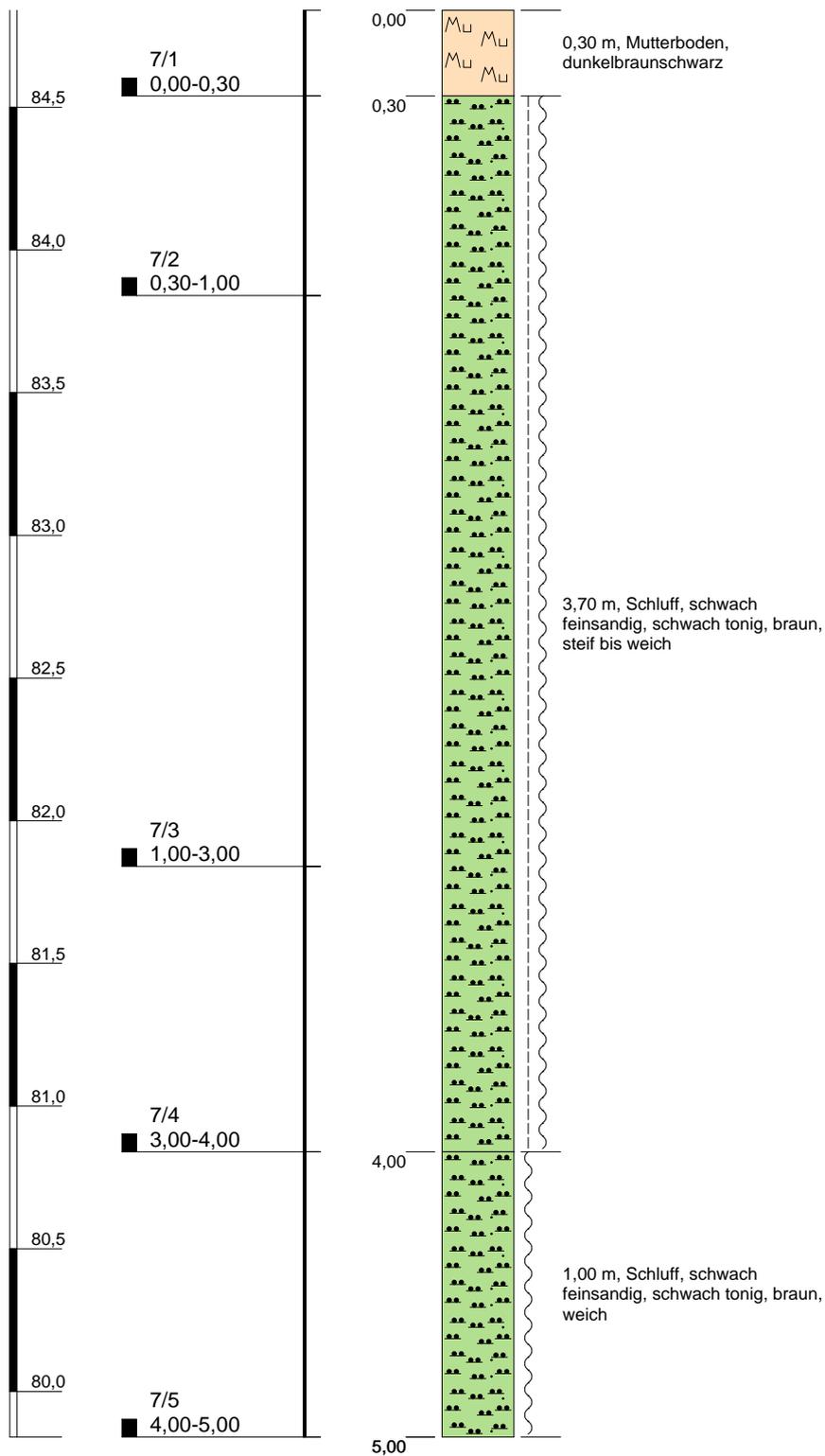
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: B-Plan, Bornheim-Merten</b>		
<b>Bohrung: RKS 6</b>		
Projektnr.: 16/09/3294	Anlage: 4.6	
Lage: siehe Lageplan	Datum: 10.11.2016	
Ansatzhöhe: 82,96 m ü. NHN	Endtiefe: 5,00 m	
Bearbeiter: Gr./Ax., Br.	Auftraggeber: Stadt Bornheim	

84,84 m ü. NHN

### RKS 7



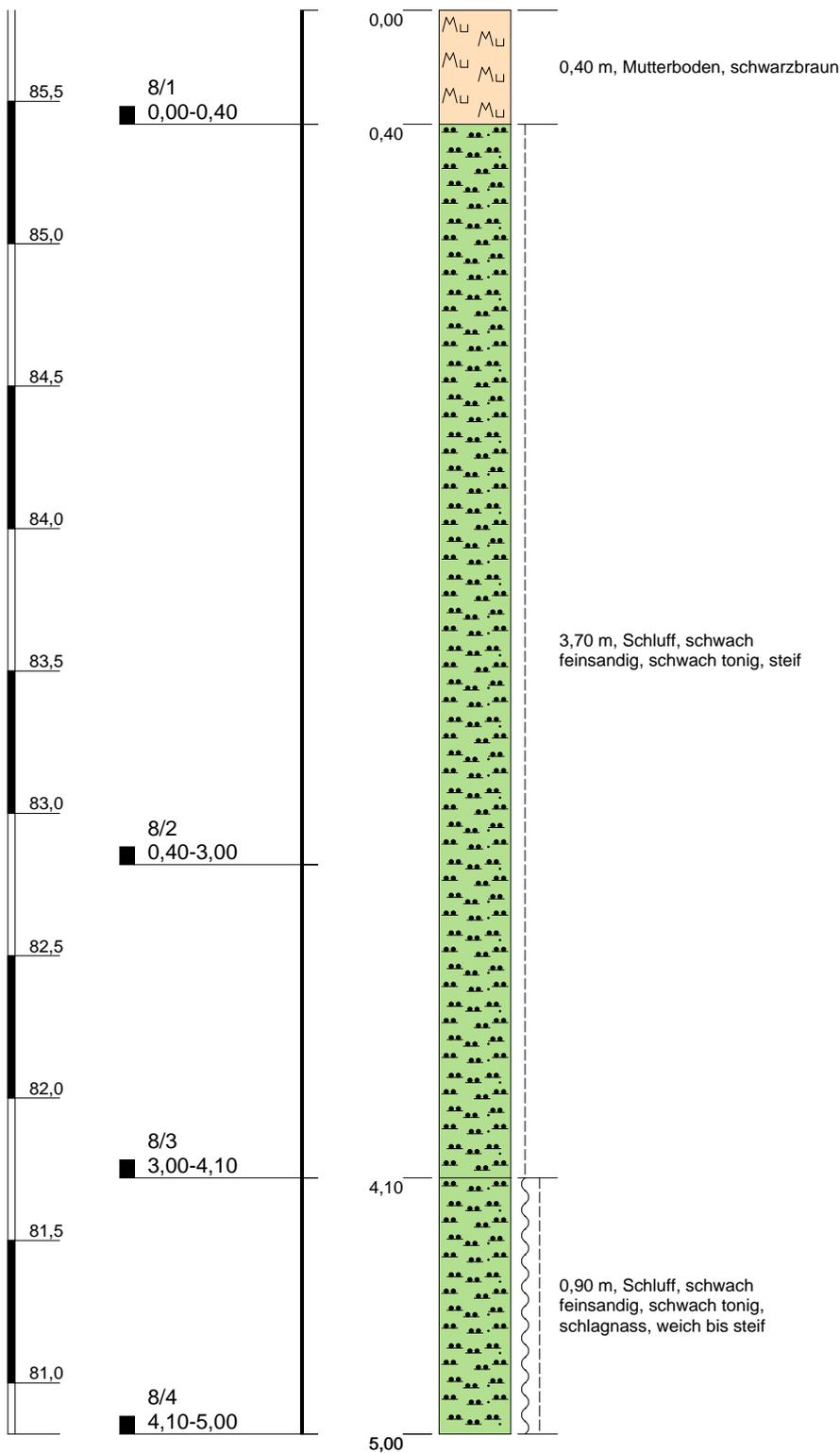
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: B-Plan, Bornheim-Merten</b>		
<b>Bohrung: RKS 7</b>		
Projektnr.: 16/09/3294	Anlage: 4.7	
Lage: siehe Lageplan	Datum: 10.11.2016	
Ansatzhöhe: 84,84 m ü. NHN	Endtiefe: 5,00 m	
Bearbeiter: Gr./Ax., Br.	Auftraggeber: Stadt Bornheim	

85,82 m ü. NHN

### RKS 8



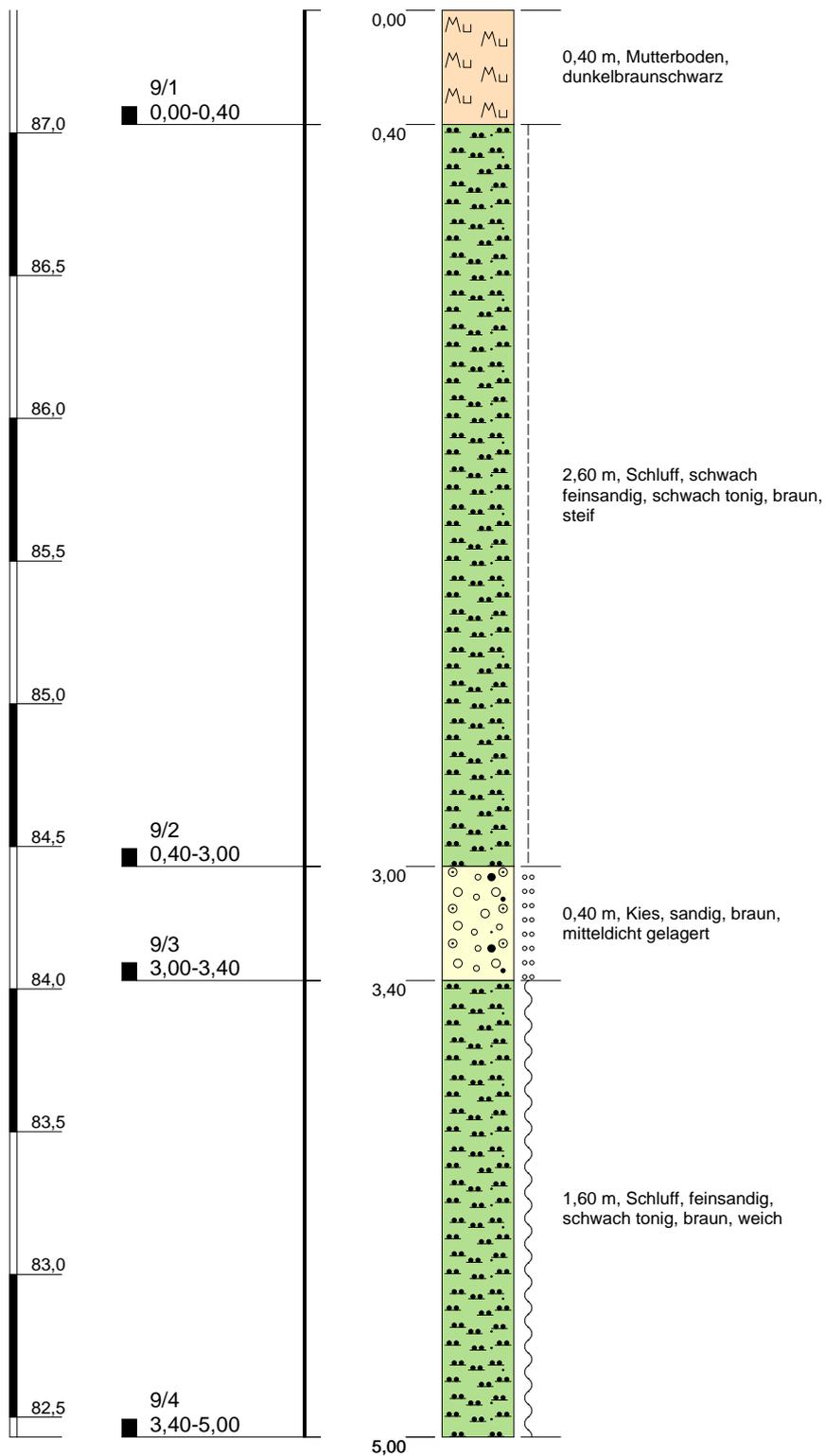
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: B-Plan, Bornheim-Merten</b>		
<b>Bohrung: RKS 8</b>		
Projektnr.: 16/09/3294	Anlage: 4.8	
Lage: siehe Lageplan	Datum: 10.11.2016	
Ansatzhöhe: 85,82 m ü. NHN	Endtiefe: 5,00 m	
Bearbeiter: Gr./Ax., Br.	Auftraggeber: Stadt Bornheim	

87,43 m ü. NHN

### RKS 9



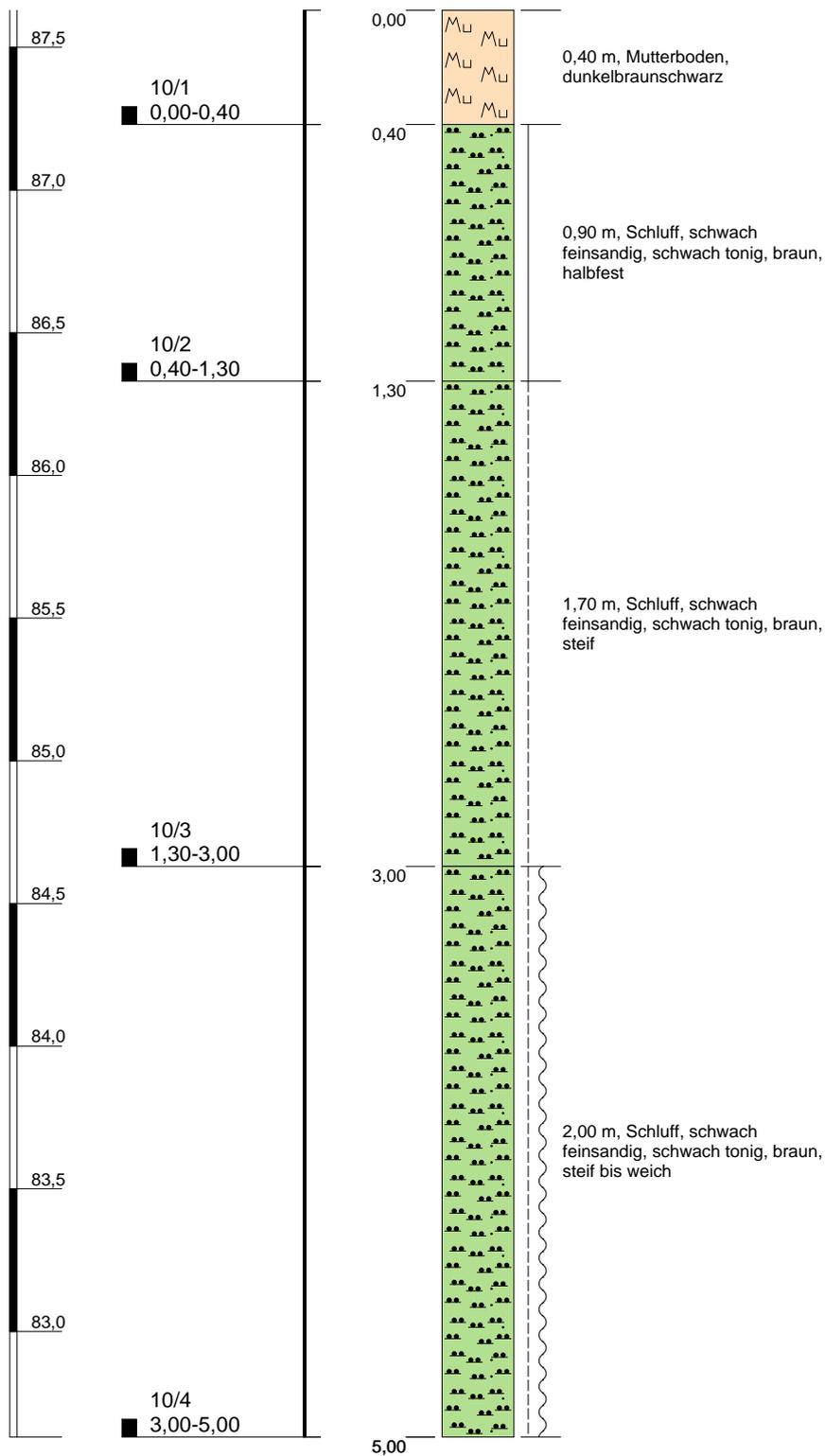
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: B-Plan, Bornheim-Merten</b>		
<b>Bohrung: RKS 9</b>		
Projektnr.: 16/09/3294	Anlage: 4.9	
Lage: siehe Lageplan	Datum: 10.11.2016	
Ansatzhöhe: 87,43 m ü. NHN	Endtiefe: 5,00 m	
Bearbeiter: Gr./Ax., Br.	Auftraggeber: Stadt Bornheim	

87,63 m ü. NHN

### RKS 10



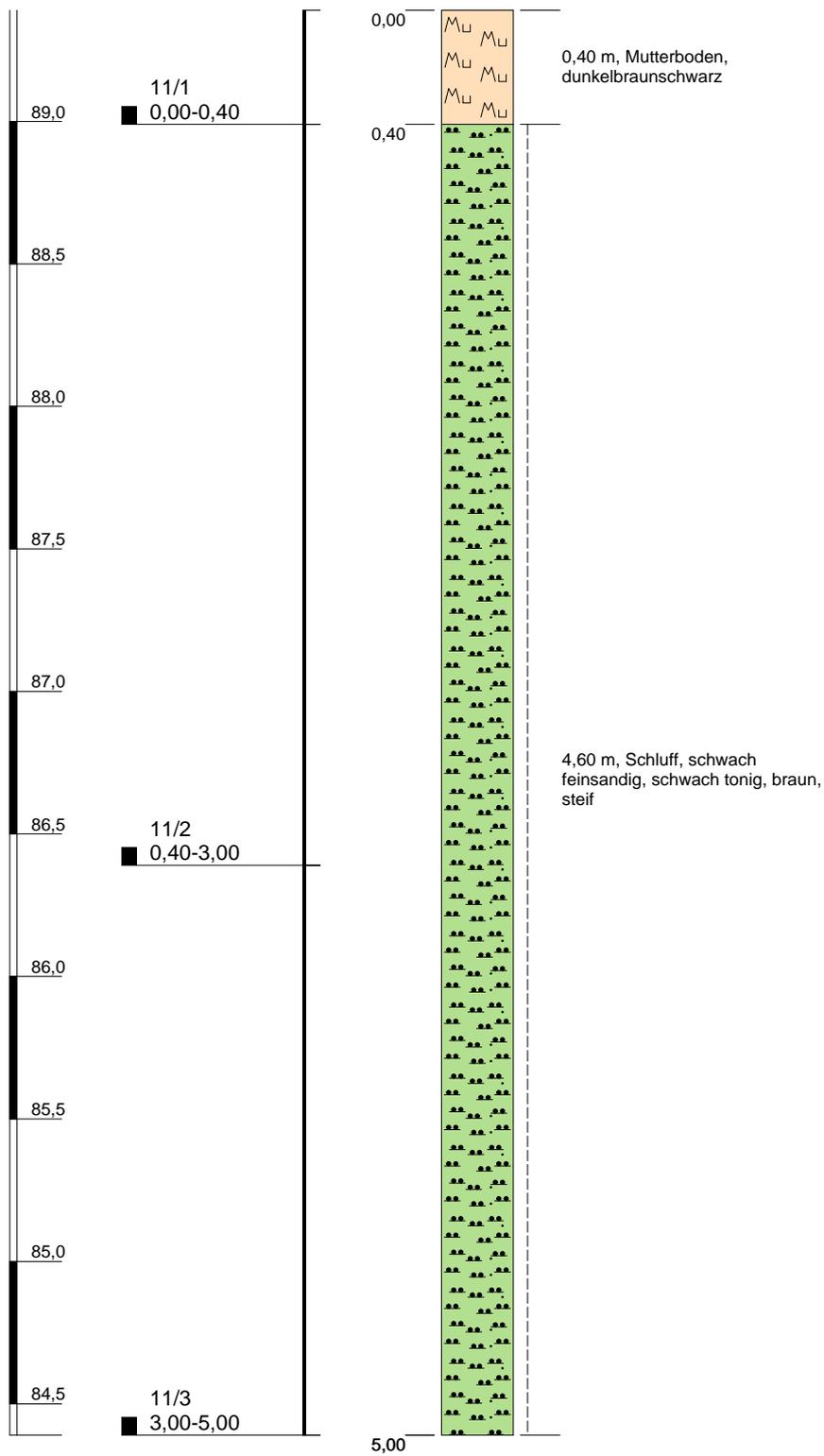
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: B-Plan, Bornheim-Merten</b>		
<b>Bohrung: RKS 10</b>		
Projektnr.: 16/09/3294	Anlage: 4.10	
Lage: siehe Lageplan	Datum: 10.11.2016	
Ansatzhöhe: 87,63 m ü. NHN	Endtiefe: 5,00 m	
Bearbeiter: Gr./Ax., Br.	Auftraggeber: Stadt Bornheim	

89,39 m ü. NHN

### RKS 11



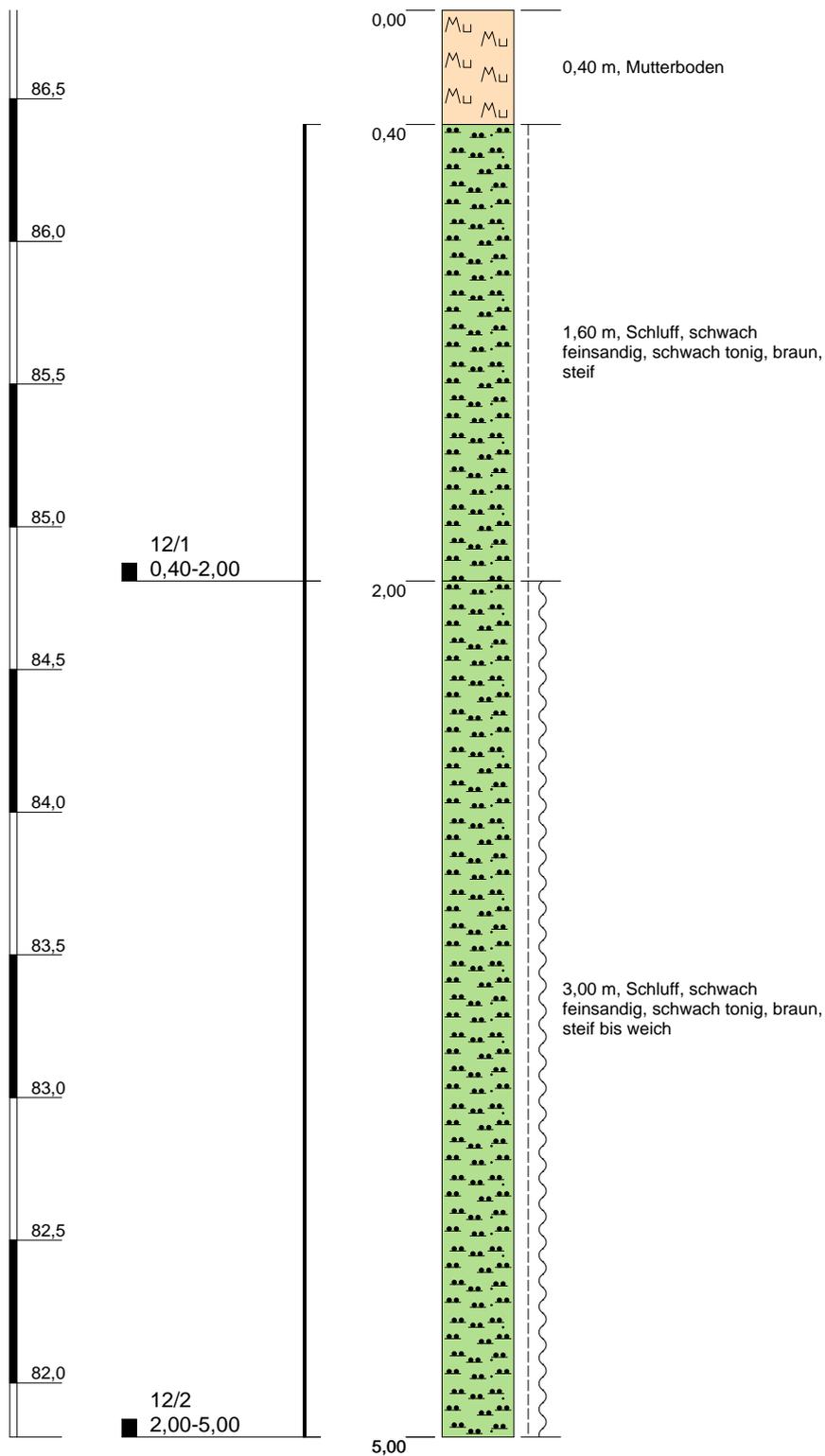
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: B-Plan, Bornheim-Merten</b>		
<b>Bohrung: RKS 11</b>		
Projektnr.: 16/09/3294	Anlage: 4.11	
Lage: siehe Lageplan	Datum: 10.11.2016	
Ansatzhöhe: 89,39 m ü. NHN	Endtiefe: 5,00 m	
Bearbeiter: Gr./Ax., Br.	Auftraggeber: Stadt Bornheim	

86,81 m ü. NHN

### RKS 12



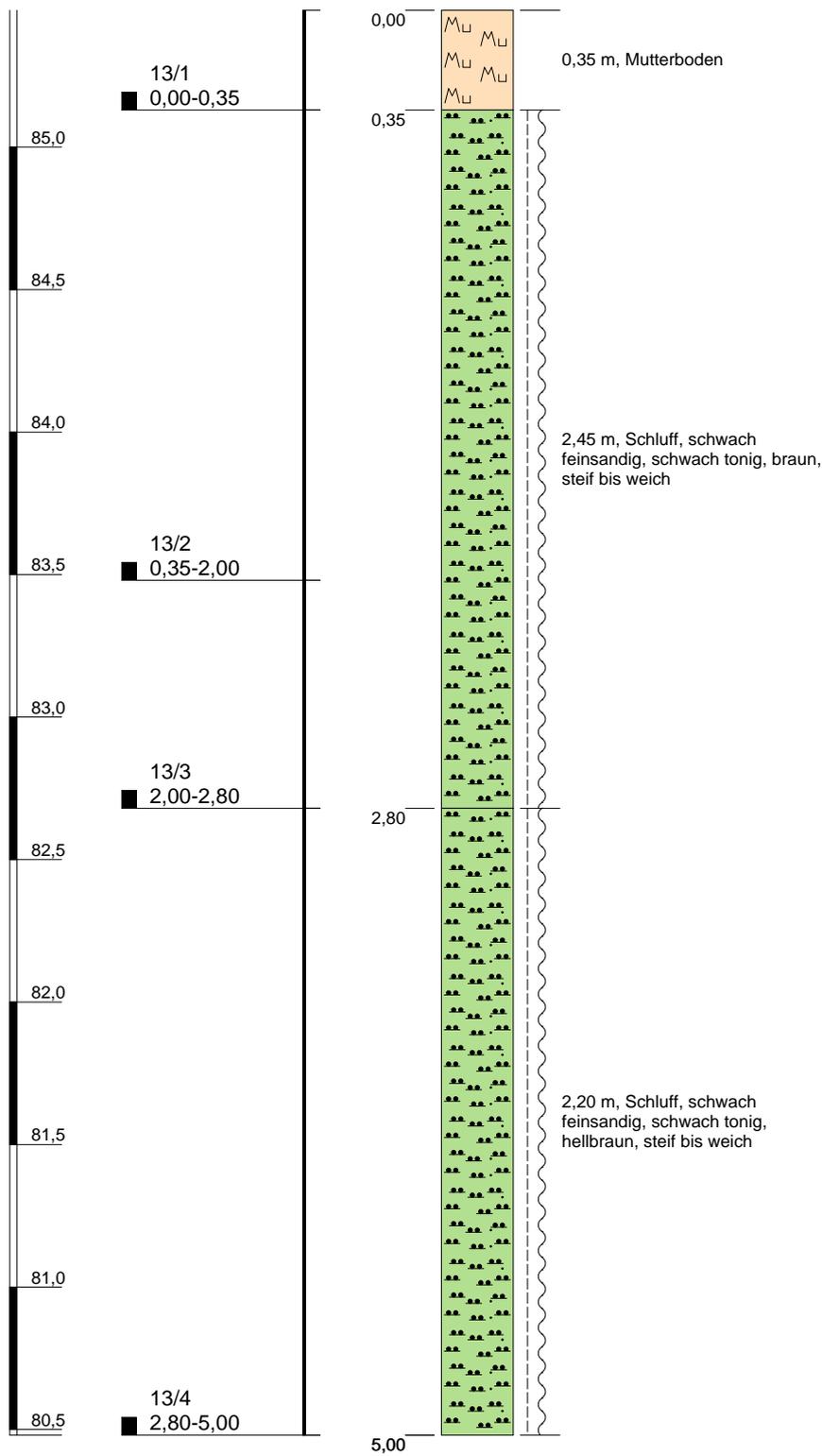
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: B-Plan, Bornheim-Merten</b>		
<b>Bohrung: RKS 12</b>		
Projektnr.: 16/09/3294	Anlage: 4.12	
Lage: siehe Lageplan	Datum: 25.11.2016	
Ansatzhöhe: 86,81 m ü. NHN	Endtiefe: 5,00 m	
Bearbeiter: Gr./Starckj., Ha.	Auftraggeber: Stadt Bornheim	

85,48 m ü. NHN

### RKS 13



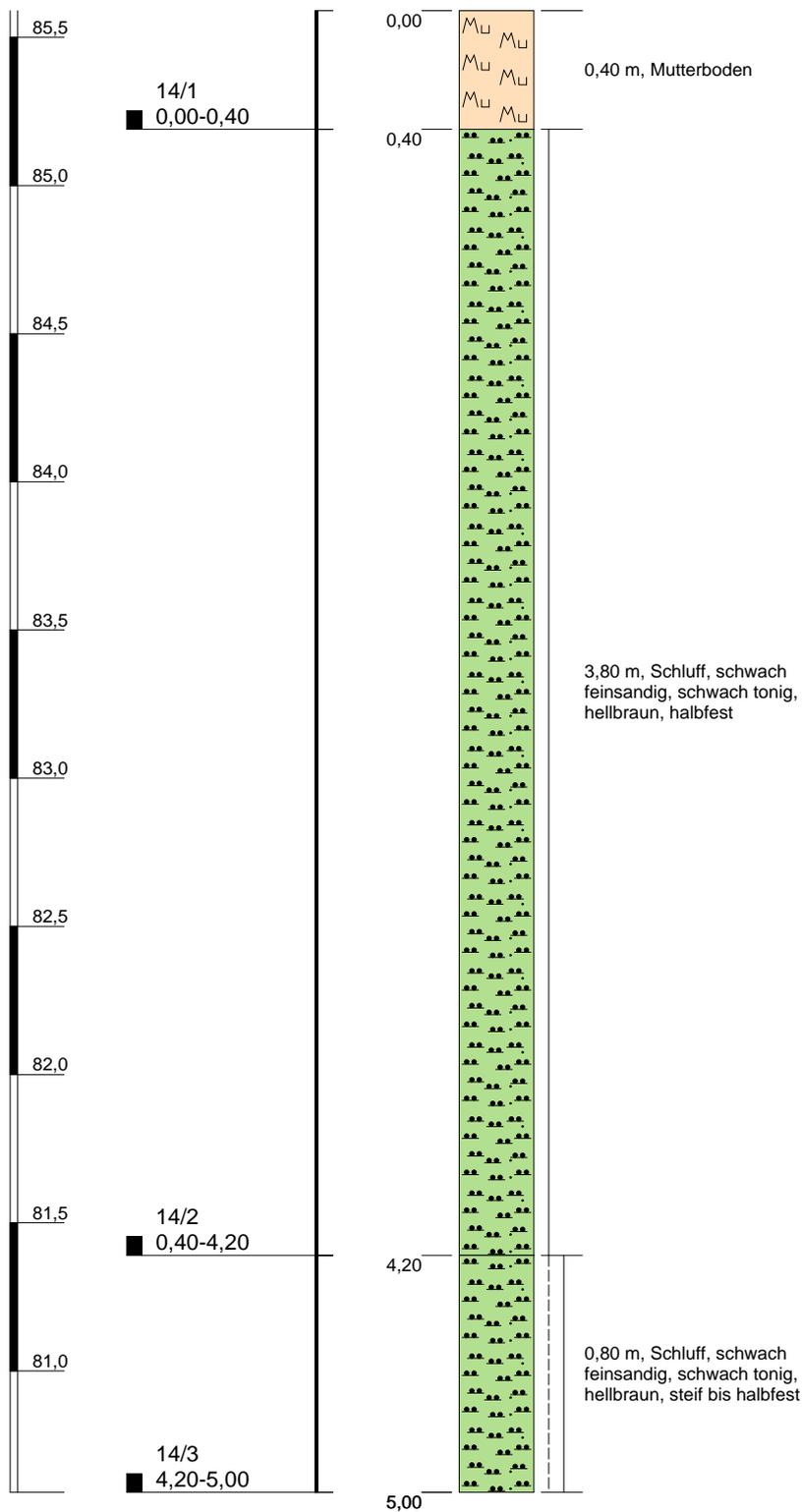
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: B-Plan, Bornheim-Merten</b>		
<b>Bohrung: RKS 13</b>		
Projektnr.: 16/09/3294	Anlage: 4.13	
Lage: siehe Lageplan	Datum: 25.11.2016	
Ansatzhöhe: 85,48 m ü. NHN	Endtiefe: 5,00 m	
Bearbeiter: Gr./Starckj., Ha.	Auftraggeber: Stadt Bornheim	

85,59 m ü. NHN

### RKS 14



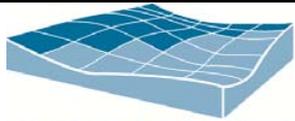
Maßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: B-Plan, Bornheim-Merten</b>		
<b>Bohrung: RKS 14</b>		
Projektnr.: 16/09/3294	Anlage: 4.14	
Lage: siehe Lageplan	Datum: 25.11.2016	
Ansatzhöhe: 85,59 m ü. NHN	Endtiefe: 5,00 m	
Bearbeiter: Gr./Starckj., Ha.	Auftraggeber: Stadt Bornheim	

## **Anlage 5**

Laborergebnisse



# GBU

GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT

Konsistenz K

>	1	halbfest
1	- 0,8	steif
0,7	- 0,5	weich
0,5	- 0,25	breiig

Wasserbindegrad

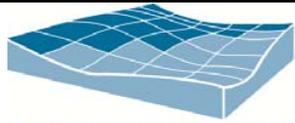
<	20%
20	- 40%
50	- 60%
60	- 80%

Bodenphysikalische Kennwerte (Grundbau)	Entnahmestelle		Bodenart					Bodenzustand					Verhalten bei Beanspruchung									
	Bohrungsnr. / Probennr.	Entnahmetiefe [m]	Wasserbindevermögen <sup>1)</sup> W <sub>b</sub> [%]	Tongehalt [< 0,002 mm Ø] T [%]	Fließgrenze W <sub>r</sub> [%]	Bildsamkeit W <sub>ra</sub> [%]	Kalkgehalt [%] Gehverlust [%]	Wassergehalt W [%]	Wichte g [kN/m <sup>3</sup> ]	Porenziffer e	Wasserbindegrad <sup>2)</sup> W <sub>bg</sub> [%]	Konsistenz K	Kompressionsversuch			Schervers. Dreiaxial- versuch						
													Steifemodul E <sub>s</sub> für Belastung			Setzung [%] Nach 1 [min]	Kohäsion [kN/m <sup>2</sup> ]	Reibungswinkel d (°)				
Bodenart	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	0,1 [MN/m <sup>2</sup> ]	0,2	0,3				14	15	16	17
1																						
Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	1/2	0,3-2,4	56					20,1			35,8											
Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	2/1	0,3-2,7	44					20,0			45,4											
Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	3/2	3,0-5,0	48					19,6			41,3											
Schluff, feinsandig, schwach tonig	4/2	0,3-3,0	48					24,3			51,2											
Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	5/3	3,4-5,0	47					21,9			47,1											
Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	6/2	0,4-3,0	45					16,4			36,9											
Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	7/4	3,0-4,0	41					17,7			43,7											
Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	8/2	0,4-3,0	42					15,4			37,2											
Schluff, feinsandig, schwach tonig	9/4	3,4-5,0	39					19,7			50,6											

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

B-Plan Me 16, Bornheim-Werten

Projekt-Nr.: 16/09/3294  
Anlagen-Nr. 5.1



# GBU

GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT

Konsistenz K

>	1	halbfest
1	- 0,8	steif
0,7	- 0,5	weich
0,5	- 0,25	breiig

Wasserbindegrad

<	20%
20	- 40%
50	- 60%
60	- 80%

Bodenphysikalische Kennwerte (Grundbau)	Entnahmestelle		Bodenart					Bodenzustand					Verhalten bei Beanspruchung					
	Bohrungsnr. / Probennr.	Entnahmetiefe [m]	Wasserbindevermögen <sup>1)</sup> W <sub>b</sub> [%]	Tongehalt [< 0,002 mm Ø] T [%]	Fließgrenze W <sub>f</sub> [%]	Bildsamkeit W <sub>fa</sub> [%]	Kalkgehalt [%] Glühverlust [%]	Wassergehalt W [%]	Wichte g [kN/m <sup>3</sup> ]	Porenziffer e	Wasserbindegrad <sup>2)</sup> W <sub>bg</sub> [%]	Konsistenz K	Kompressionsversuch			Schervers. Dreiaxial- versuch		
													0,1	0,2	0,3	Steifemodul E <sub>s</sub> für Belastung [MN/m <sup>2</sup> ]	Setzung [%] Nach 1 [min]	Kohäsion [kN/m <sup>2</sup> ]
Bodenart	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	10/4	3,0-5,0	41					17,9			43,7							
Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	11/2	0,4-3,0	43					13,6			31,6							
Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	12/1	0,4-2,0	49					16,8			34,3							
Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	13/4	2,8-5,0	44					19,1			43,4							
Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig	14/3	4,2-5,0	39					7,6			19,4							

B-Plan Me 16, Bornheim-Merten

Projekt-Nr.: 16/09/3294  
Anlagen-Nr. 5.2

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

## **Anlage 6**

Versickerungsversuche

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

	<b>Projekt:</b>	B-Plan Me 16, Bornheim	<b>Bearb.:</b>	Br.
	<b>Projektnr.:</b>	16/09/3294	<b>Anl.:</b>	6.1
	<b>Versuch - Nr.:</b>	VS 1 (RKS 1)	<b>Datum :</b>	09.11.16

Überstand der Verrohrung über GOK		13 cm	
h = Mittellage des Wasserspiegels über GOK		11 cm	
a = Tiefe der Verrohrung		287 cm	
A = Länge unverrohrtes Bohrloch		222 cm	
H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle		511 cm	
Tu = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont		4920 cm	
e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont		4400 cm	
2r = Bohrlochdurchmesser		6 cm	
r = 1/2 Bohrlochdurchmesser		3 cm	
a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		25 cm	
b) Versickerte Wassermenge Q:	706,9 cm³ in	275 sec	
c) Die Wartezeit betrug:		45 min	
d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU =	511 / 4920 =	0,10
	TU / A =	4920 / 222 =	22,2
maßgebend: Formel I		X	
Formel II			

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

A / H =  $\frac{222}{511} = 0,43$   
H / r =  $\frac{511}{3} = 170,3$

→ 160 = Cu

K =  $\frac{2,57}{160 \times 3 \times 511} = 1,05E-05 \text{ cm/sec}$   
= **1,05E-07 m/sec**

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

A / r = / =

→ = Cs

K = \_\_\_\_\_ = cm/sec  
\_\_\_\_\_ = m/sec

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

	<b>Projekt:</b>	<b>B-Plan Me 16, Bornheim</b>	<b>Bearb.:</b>	Br.
	<b>Projektnr.:</b>	16/09/3294	<b>Anl.:</b>	6.2
	<b>Versuch - Nr.:</b>	VS 3 (RKS 3)	<b>Datum :</b>	09.11.16

Überstand der Verrohrung über GOK		23 cm
h = Mittellage des Wasserspiegels über GOK		21 cm
a = Tiefe der Verrohrung		277 cm
A = Länge unverrohrtes Bohrloch		233 cm
H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle		521 cm
Tu = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont		4946 cm
e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont		4415 cm
2r = Bohrlochdurchmesser		6 cm
r = 1/2 Bohrlochdurchmesser		3 cm
a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		65 cm
b) Versickerte Wassermenge Q:	1837,8 cm³ in	505 sec
c) Die Wartezeit betrug:		45 min
d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU =	521 / 4946 = 0,11
	TU / A =	4946 / 233 = 21,2
maßgebend: Formel I		X
Formel II		

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

A / H = 233 / 521 = 0,45  
H / r = 521 / 3 = 173,7

→ 165 = Cu

K =  $\frac{3,64}{165 \times 3 \times 521}$  = 1,41E-05 cm/sec  
= 1,41E-07 m/sec

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

A / r = / =

→ = Cs

K = \_\_\_\_\_ = cm/sec  
\_\_\_\_\_ = m/sec

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

	<b>Projekt:</b>	B-Plan Me 16, Bornheim	<b>Bearb.:</b>	Br.
	<b>Projektnr.:</b>	16/09/3294	<b>Anl.:</b>	6.3
	<b>Versuch - Nr.:</b>	VS 5 (RKS 5)	<b>Datum :</b>	10.11.16

Überstand der Verrohrung über GOK		25 cm	
h = Mittellage des Wasserspiegels über GOK		23 cm	
a = Tiefe der Verrohrung		275 cm	
A = Länge unverrohrtes Bohrloch		235 cm	
H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle		523 cm	
Tu = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont		4383 cm	
e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont		3850 cm	
2r = Bohrlochdurchmesser		6 cm	
r = 1/2 Bohrlochdurchmesser		3 cm	
a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		17 cm	
b) Versickerte Wassermenge Q:	480,7 cm³ in		135 sec
c) Die Wartezeit betrug:		45 min	
d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU =	523 / 4383 =	0,12
	TU / A =	4383 / 235 =	18,7
maßgebend: Formel I		X	
Formel II			

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

A / H = 235 / 523 = 0,45  
H / r = 523 / 3 = 174,3

→ 165 = C<sub>u</sub>

K =  $\frac{3,56}{165 \times 3 \times 523} = 1,38E-05 \text{ cm/sec} = 1,38E-07 \text{ m/sec}$

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

A / r = / =

→ = C<sub>s</sub>

K = \_\_\_\_\_ = cm/sec  
\_\_\_\_\_ = m/sec

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

	<b>Projekt:</b>	<b>B-Plan Me 16, Bornheim</b>	<b>Bearb.:</b>	Br.
	<b>Projektnr.:</b>	16/09/3294	<b>Anl.:</b>	6.4
	<b>Versuch - Nr.:</b>	VS 8 (RKS 8)	<b>Datum :</b>	10.11.16

Überstand der Verrohrung über GOK				
			27 cm	
h = Mittellage des Wasserspiegels über GOK			25 cm	
a = Tiefe der Verrohrung			273 cm	
A = Länge unverrohrtes Bohrloch			237 cm	
H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle			525 cm	
Tu = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont			4615 cm	
e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont			4080 cm	
2r = Bohrlochdurchmesser			6 cm	
r = 1/2 Bohrlochdurchmesser			3 cm	
a) Versickerte Wassersäule im Standrohr			75 cm	
b) Versickerte Wassermenge Q:		2120,6 cm³ in		285 sec
c) Die Wartezeit betrug:			45 min	
d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU =	525 / 4615 =		0,11
	TU / A =	4615 / 237 =		19,5
maßgebend: Formel I			X	
Formel II				

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

A / H = 237 / 525 = 0,45  
H / r = 525 / 3 = 175,0

→ 165 = C<sub>u</sub>

K =  $\frac{7,44}{165 \times 3 \times 525}$  = 2,86E-05 cm/sec  
= **2,86E-07 m/sec**

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

A / r = / =

→ = C<sub>s</sub>

K = \_\_\_\_\_ = cm/sec  
\_\_\_\_\_ = m/sec

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

	<b>Projekt:</b>	<b>B-Plan Me 16, Bornheim</b>	<b>Bearb.:</b>	<b>Br.</b>
	<b>Projektnr.:</b>	16/09/3294	<b>Anl.:</b>	6.5
	<b>Versuch - Nr.:</b>	VS 11 (RKS 11)	<b>Datum :</b>	10.11.16

Überstand der Verrohrung über GOK		2 cm	
h = Mittellage des Wasserspiegels über GOK		0 cm	
a = Tiefe der Verrohrung		298 cm	
A = Länge unverrohrtes Bohrloch		202 cm	
H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle		500 cm	
Tu = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont		4940 cm	
e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont		4440 cm	
2r = Bohrlochdurchmesser		6 cm	
r = 1/2 Bohrlochdurchmesser		3 cm	
a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		20 cm	
b) Versickerte Wassermenge Q:	565,5 cm³ in	165 sec	
c) Die Wartezeit betrug:		45 min	
d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU =	500 / 4940 =	0,10
	TU / A =	4940 / 202 =	24,5
maßgebend: Formel I		X	
Formel II			

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

A / H = 202 / 500 = 0,40  
H / r = 500 / 3 = 166,7

→ 150 = C<sub>u</sub>

K =  $\frac{3,43}{150 \times 3 \times 500}$  = 1,52E-05 cm/sec  
= 1,52E-07 m/sec

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

A / r = / =

→ = C<sub>s</sub>

K = \_\_\_\_\_ = cm/sec  
\_\_\_\_\_ = m/sec

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

	<b>Projekt:</b>	B-Plan Me 16, Bornheim	<b>Bearb.:</b>	Br.
	<b>Projektnr.:</b>	16/09/3294	<b>Anl.:</b>	6.6
	<b>Versuch - Nr.:</b>	VS 12 (RKS 12)	<b>Datum :</b>	25.11.16

Überstand der Verrohrung über GOK		19 cm	
h = Mittellage des Wasserspiegels über GOK		17 cm	
a = Tiefe der Verrohrung		281 cm	
A = Länge unverrohrtes Bohrloch		219 cm	
H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle		517 cm	
Tu = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont		4697 cm	
e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont		4180 cm	
2r = Bohrlochdurchmesser		6 cm	
r = 1/2 Bohrlochdurchmesser		3 cm	
a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		25 cm	
b) Versickerte Wassermenge Q:	706,9 cm³ in	180 sec	
c) Die Wartezeit betrug:		45 min	
d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU =	517 / 4697 =	0,11
	TU / A =	4697 / 219 =	21,4
maßgebend: Formel I		X	
Formel II			

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

$A / H = 219 / 517 = 0,42$   
 $H / r = 517 / 3 = 172,3$

$\longrightarrow$  155 = Cu  
 $K = \frac{3,93}{155 \times 3 \times 517} = 1,63E-05 \text{ cm/sec}$   
 $= 1,63E-07 \text{ m/sec}$

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

$A / r = / =$   
 $\longrightarrow$  = Cs  
 $K = \frac{}{} = \text{cm/sec}$   
 $= \text{m/sec}$

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

	<b>Projekt:</b>	B-Plan Me 16, Bornheim	<b>Bearb.:</b>	Br.
	<b>Projektnr.:</b>	16/09/3294	<b>Anl.:</b>	6.7
	<b>Versuch - Nr.:</b>	VS 14 (RKS 14)	<b>Datum :</b>	25.11.16

Überstand der Verrohrung über GOK		32 cm
h = Mittellage des Wasserspiegels über GOK		30 cm
a = Tiefe der Verrohrung		268 cm
A = Länge unverrohrtes Bohrloch		232 cm
H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle		530 cm
Tu = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont		4590 cm
e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont		4060 cm
2r = Bohrlochdurchmesser		6 cm
r = 1/2 Bohrlochdurchmesser		3 cm
a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		70 cm
b) Versickerte Wassermenge Q:	1979,2 cm³ in	260 sec
c) Die Wartezeit betrug:		45 min
d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU =	530 / 4590 = 0,12
	TU / A =	4590 / 232 = 19,8
maßgebend: Formel I		X
Formel II		

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

A / H = 232 / 530 = 0,44  
H / r = 530 / 3 = 176,7

→ 165 = Cu

K =  $\frac{7,61}{165 \times 3 \times 530}$  = 2,90E-05 cm/sec  
= **2,90E-07 m/sec**

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

A / r = / =

→ 190 = Cs

K = \_\_\_\_\_ = cm/sec  
\_\_\_\_\_ = m/sec