Geohydrologische Beurteilung

ZUR

VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT DES UNTERGRUNDES

Projekt:	**Rahmenplanung „Sechtem Ost"**
Projekt-Nr.:	11/11/0736
Auftraggeber:	Stadt Bornheim Rathausstraße 2 53332 Bornheim
Auftragnehmer:	GBU oHG Auf dem Schurweßel 11 53347 Alfter
Stand:	17. August 2012

Bearbeitung:

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

Projektleitung:

Uwe Kania
kania@gbu-consult.de

Projektbearbeiter:

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

Aufgestellt:
Alfter, 17.08.2012

Inhaltsverzeichnis

0 AUFTRAG 5

1 UNTERLAGEN 5

2 LAGE / ÖRTLICHE SITUATION 5

3 NATURRÄUMLICHER ÜBERBLICK 6

3.1 Geographischer Überblick 6

3.2 Geologischer Überblick 7

3.3 Hydrologischer / Hydrogeologischer Überblick 7

4 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN 8

5 ÖRTLICHE BODEN- UND WASSERVERHÄLTNISSE 8

5.1 Schichtenabfolge 8

5.2 Wasserführung im Baugrund 9

6 WASSERDURCHLÄSSIGKEIT 10

6.1 Feldversuche 10

6.2 Laborversuche 12

7 BEURTEILUNG 14

7.1 Dezentrale Versickerungsanlagen 14

7.1.1 Versickerungsmulden 14

7.1.2 Rigole 14

7.1.3 Mulden – Rigolen – Elemente 15

7.2 Zentrale Versickerungsanlagen 15

7.3 Allgemeine Hinweise 16

8 SCHLUSSBEMERKUNGEN 17

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Projektfläche im Stadtplan und im Luftbild (rote Markierung) 6

Tabelle 1: kf-Werte 11

Tabelle 2: Durchlässigkeitsbereiche in Abhängigkeit vom Durchlässigkeitsbeiwert.....12

Tabelle 3: Durchlässigkeitsbeiwerte ermittelt nach Hazen 13

Anlagenverzeichnis

1. Ausschnitt aus der Topographischen Karte
2. Ausschnitt aus der Geologischen Karte
3. Lageplan mit Eintragung der Untersuchungspunkte
4. Bohrprofile der Versickerungsbohrungen nach DIN 4023
5. Protokolle der Versickerungsversuche VS 1 – 6
6. Körnungslinien
7. Lageplan mit Höhe der Kiesschicht unter GOK

0 Auftrag

Im Zuge der Städtebaulichen Rahmenplanung Sechtem Ost ist zu prüfen, ob grundsätzlich anfallendes Niederschlagswasser im Untergrund versickert werden kann.

Unser Büro wurde mit dem Schreiben vom 05.03.2012 auf Grundlage unseres Angebotes 11110736/1 vom 25.11.2011 von der Stadt Bornheim beauftragt, für den Bereich der Erschließungsmaßnahme eine Geohydrogeologische Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes für eine Versickerung von Niederschlagswasser zu erstellen.

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.

1 Unterlagen

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

- Übersichtskarte zur Rahmenplanung Sechtem Ost, Stand 11.08.2012, Stadt Bornheim
- Leitungspläne diverser Versorger

Benutzt wurden darüber hinaus folgende Karten:

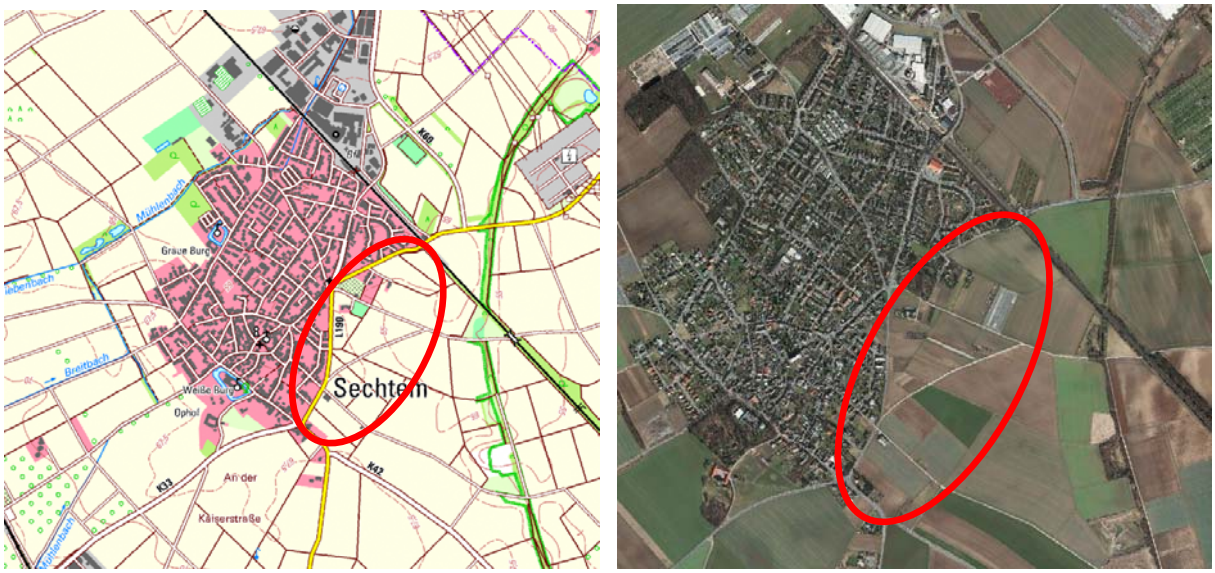
- Topographische Karte, Blatt 5207 Bornheim, Maßstab 1:25.000
- Geologische Karte, Blatt 5207 Bornheim, Maßstab 1:25.000

2 Lage / Örtliche Situation

Das Plangebiet liegt im Osten des Stadtteils Bornheim-Sechtem. Das etwa 28 ha große Gelände wird im Westen durch die Bahnhofstraße und den Eichholzweg gegen bestehende Wohngebiete begrenzt. Die Breslauer Straße grenzt das Plangebiet nach Südwesten hin ab. Im Osten ist das Plangebiet von landwirtschaftlich genutzten Flächen umgeben.

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. 64,5 m ü. NN und ca. 69,0 m ü. NN. 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 der ca. 800 m nordwestlich verlaufende Mühlenbach.

3 Naturräumlicher 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 Flussterrassen-

landschaft 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 Solifluktionsprozessen 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 untersuchen Geländes anstehenden sandigen und kiesigen Ablagerungen des Quartärs weisen aufgrund ihrer Nähe zum Rhein einen zusammenhängenden Grundwasserhorizont auf.

4 Durchgeführte Untersuchungen

Um Aufschluss über die Bodenverhältnisse am Projektstandort zu erhalten, wurden im Rahmen der Untersuchung **14 Rammkernsondierungen** (RKS 1 – 14 n. DIN EN ISO 22475 zur Entnahme von Bodenproben, Aufnahme des örtlichen Schichtenprofils und der hydrologischen Verhältnisse, bis in Tiefen von max. 10,0 m niedergebracht. Hierbei wurden insgesamt 118 Bodenproben entnommen. An 23 ausgewählten Proben wurde die Kornzusammensetzung ermittelt.

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

Darüber hinaus wurde auf Grundlage des DWA Arbeitsblattes A138 und gestützt auf **14** im Gelände durchgeführte **Versickerungsversuche** die Wasserdurchlässigkeit (kf-Wert) der Bodenschichten nach USBR Earth Manual im offenen Bohrloch ermittelt.

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

5 Örtliche Boden- und Wasserverhältnisse

5.1 Schichtenabfolge

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

- Windablagerung: Löß, oberflächlich entkalkt und verlehmt
- Lehmige, sandige Aufschüttungen der Nebentäler
- Flussaufschüttungen der Mittelterrasse: gerundete, grobe Kiese mit großen Geschiebe, gelbe und braune Sand zurücktretend

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

- Der oberste Bodenhorizont wird von einer zwischen 0,3 m und 0,4 m mächtigen **Mutterbodendeckschicht** (z.T. Ackerboden) gebildet.

- Unterhalb des Mutterbodens wurden hauptsächlich **Deckschichten** aus **Lehm** angetroffen. Gemäß Bodenansprache handelt es sich i.d.R. bei den oberen Lagen um **Schluff** mit variierenden Anteilen an Feinsand und Ton. Die Konsistenz der Schluffe reichte an den Untersuchungstagen vom weichen über weich bis steifen bis zum steifen Bereich. Die Mächtigkeit der Deckschichten variiert im Bereich der Untersuchungsfläche deutlich, die Schichtunterkante liegt zwischen ca. min. 2,2 m u. GOK bis ca. max. 7,0 m u. GOK.

- Darunter wurden im Liegenden i.d.R. **Kiese** mit mittelsandigen, feinsandigen und teilweise schluffigen Beimengungen erbohrt. Die Lagerung der Kiesschichten wurde im Gelände als dicht und mitteldicht bis dicht aufgenommen.

- Bei einer Sondierung (RKS 4) wurden zwischen den Lehmen und den anstehen Kiesen, eine **Mittelsandschicht** mit feinsandigen und feinkiesigen Beimengungen erbohrt. die Lagerungsdichte wurde als mitteldicht beschrieben.

- Bei einer Sondierung (RKS 4) wurde unterhalb der Mutterbodenschicht eine Auffüllung erbohrt. Hierbei handelt es sich um ein Schluff-Sand-Gemisch mit geringem Steinanteil. Organoleptische Auffälligkeiten ergaben sich nicht. Die Mächtigkeit der Auffüllung wurde mit max. 1,0 m u. GOK bestimmt.

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).

5.2 Wasserführung im Baugrund

Grundwasser wurde zum Zeitpunkt der Untersuchungen bis in eine Tiefe von 10,0 m u. GOK nicht angetroffen.

Nach Auswertung der vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen veröffentlichen Daten der Grundwassermessstelle RSK SEIDEL BORNHM MST lag der höchste gemessene Grundwasserstand bei 43,87 m u. NN. Dies entspricht einem Flurabstand an dieser Messstelle von 21,55 m u. GOK.

6 Wasserdurchlässigkeit

6.1 Feldversuche

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 (kf-Wert) ausgedrückt.

Zur Erkundung der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes wurden **14 Versickerungsversuche** zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes nach USBR Earth Manual durchgeführt.
Hierzu wurden 14 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 Rammkernsondierung/Versickerungsbohrung ist dem Schichtenverzeichnis nach DIN 4023 in der Anlage 4 zu entnehmen.

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

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

Tabelle 1: kf-Werte

Versuch	ersickerungsrelevante Schicht	Tiefe (m)	Kf-Wert
VS 1 (RKS 1)	**Kies**, mittelsandig, schwach feinsandig	0,9-5,0	**$1{,}57 \times 10^{-5}$ m/s**
VS 2 (RKS 2)	**Kies**, mittelsandig, schwach feinsandig	0,85-5,0	**$2{,}32 \times 10^{-5}$ m/s**
VS 3 (RKS 3)	**Kies,** mittelsandig, schwach feinsandig	0,9-5,0	**$2{,}06 \times 10^{-5}$ m/s**
VS 4 (RKS 4)	**Mittelsand**, schwach feinsandig, schwach feinkiesig, schluffig und **Kies**, mittelsandig, schwach feinsandig	2,9-6,0	**$3{,}23 \times 10^{-5}$ m/s**
VS 5 (RKS 5)	**Kies**, mittelsandig, schwach feinsandig	2,85-6,0	**$1{,}79 \times 10^{-5}$ m/s**
VS 6 (RKS 6)	**Kies**, mittelsandig, schwach feinsandig	1,9-5,0	**$1{,}16 \times 10^{-5}$ m/s**
VS 7 (RKS 7)	**Kies**, mittelsandig, schwach feinsandig	2,9-6,0	**$1{,}03 \times 10^{-5}$ m/s**
VS 8 (RKS 8a)	**Kies**, mittelsandig, schwach feinsandig	2,9-6,0	**$9{,}9 \times 10^{-6}$ m/s**
VS 9 (RKS 9)	**Kies**, mittelsandig, schwach feinsandig	2,9-6,0	**$9{,}04 \times 10^{-6}$ m/s**
VS 10 (RKS 10)	**Schluff**, stark feinsandig, schwach tonig	1,9-5,0	**$1{,}15 \times 10^{-7}$ m/s**
VS 11 (RKS 11)	**Kies**, mittelsandig, schwach feinsandig	2,85-6,0	**$9{,}74 \times 10^{-6}$ m/s**
VS 12 (RKS 12)	**Kies**, mittelsandig, schwach feinsandig	1,85-5,0	**$1{,}03 \times 10^{-5}$ m/s**
VS 13 (RKS 13)	**Kies**, mittelsandig, schwach feinsandig	1,9-5,0	**$2{,}52 \times 10^{-5}$ m/s**
VS 14 (RKS 14)	**Kies**, mittelsandig, schwach feinsandig	1,9-4,0	**$3{,}21 \times 10^{-5}$ m/s**

Nach DIN 18130 sind die Bodenschichten „Kies" als **durchlässig** zu klassifizieren (sh. Tabelle 2).

Tabelle 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, nichtbindigen Bodenschichten wurde aus jeder Bohrung Probenmaterial entnommen (Entnahmetiefe zwischen 2,50 m und 8,00 m). Anhand von Siebanalysen wurden Körnungslinien erstellt (s. Anl. 6). Das Material wurde im Hinblick auf die generelle Kornzusammensetzung untersucht und der Durchlässigkeitsbeiwert (k_f-Wert [m/s]) nach *Hazen* bestimmt.

Bei den untersuchten Mischproben handelt es sich um die Kiesschichten der Niederterrasse des Rheins.
In Bezug auf die Korngröße handelt es sich bei den Bodengruppen nach DIN 18196 meist um ein enggestuftes Sand-Kies-Gemisch (GE).

Das Verfahren nach *Hazen* basiert auf der Grundlage, dass der Feinkornanteil in einem Lockergestein den größten Einfluss auf die hydraulische Leitfähigkeit und damit auf die Wasserdurchlässigkeit besitzt.
Des Weiteren wird vorausgesetzt, dass der wirksame Korndurchmesser dem Siebdurchgang bei 10 % (d_{10}) entspricht. Demnach ergibt sich nachfolgende Gleichung zur Bestimmung des k_f-Wertes nach *Hazen*:

- $\mathbf{k_f = 0{,}0116 * d_{10}^2 * (0{,}70 + 0{,}03\ \Theta);}$ mit der Anwendungsgrenze $U = d_{60}/d_{10} \leq 5$; mit $\Theta = 10$ °C für die mittlere GW-Temperatur ergibt der Klammerausdruck = 1

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

Tabelle 3: Durchlässigkeitsbeiwerte ermittelt nach Hazen

Probe	Bodenart	Tiefe (m)	Durchlässigkeitsbeiwert k_f - Wert nach Hazen
1/1, 1/2	Kies, mittelsandig, schwach feinsandig, schluffig	2,5-5,0	**$9{,}4 \times 10^{-4}$ m/s**
2/1, 2/2	Kies, mittelsandig, schwach feinsandig, schluffig	2,6-5,0	**$6{,}3 \times 10^{-4}$ m/s**
3/1, 3/2	Kies, mittelsandig, schwach feinsandig	2,7-5,0	**$2{,}9 \times 10^{-4}$ m/s**
4/1, 4/2	Mittelsand, schwach feinsandig, schwach feinkiesig, schluffig und Kies, mittelsandig, schwach feinsandig	3,2-5,0	**$1{,}1 \times 10^{-4}$ m/s**
5/1, 5/2	Kies, mittelsandig, schwach feinsandig	4,0-7,0	**$2{,}2 \times 10^{-3}$ m/s**
6/1, 6/2	Kies, mittelsandig, schwach feinsandig	4,0-7,0	**$7{,}5 \times 10^{-4}$ m/s**
7/1	Kies, mittelsandig, schwach feinsandig	5,1-7,0	**$6{,}5 \times 10^{-4}$ m/s**
8a/1, 8a/2	Kies, mittelsandig, schwach feinsandig	5,7-8,0	**$3{,}7 \times 10^{-4}$ m/s**
9/1	Kies, mittelsandig, schwach feinsandig	6,0-7,0	**$1{,}3 \times 10^{-4}$ m/s**
10/1	Kies, mittelsandig, schwach feinsandig	6,8-8,0	**$2{,}6 \times 10^{-4}$ m/s**
11/1	Kies, mittelsandig, schwach feinsandig	5,4-7,0	**$3{,}5 \times 10^{-4}$ m/s**
12/1	Kies, mittelsandig, schwach feinsandig	4,4-7,0	**$4{,}1 \times 10^{-4}$ m/s**
13/1, 13/2	Kies, mittelsandig, schwach feinsandig, tonig	3,5-7,0	**$1{,}2 \times 10^{-4}$ m/s**
14/1, 14/2	Kies, mittelsandig, schwach feinsandig	2,2-7,0	**$2{,}2 \times 10^{-4}$ m/s**

Die anstehenden Bodenarten sind anhand der Laborversuche als **stark durchlässig** zu klassifizieren (s.a. Tabelle 2).

Erfahrungsgemäß zeigen die Laborversuchsergebnisse höhere Durchlässigkeiten als der in-situ-Versuch. Dies ist auch hier der Fall. Damit bestätigen die Laborversuche jedoch generell die Ergebnisse der Feldversuche.

Im Folgenden wird von den ungünstigeren Versuchsergebnissen ausgegangen.

7 Beurteilung

Voraussetzung für die Versickerung ist nach § 51a LWG eine hinreichende Durchlässigkeit und ein ausreichendes Speichervermögen des Untergrundes/Bodens.

7.1 Dezentrale Versickerungsanlagen

7.1.1 Versickerungsmulden

Als Grenz-Durchlässigkeitsbeiwert für die Wasseraufnahme ist bei einer **oberflächennahen Versickerungsanlage (Mulde)** von einem **k_f-Wert ≥ 5,0 x 10^{-6} m/s** auszugehen, damit eine ausreichende Versickerung im Sinne des § 51 a 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. Der Vorteil der Mulde liegt in der Reinigungswirkung der belebten Bodenzone, so dass auch Niederschlagswasser mit einem begrenzten Verschmutzungsgrad über Mulden versickert werden dürfen.

In den entsprechenden Tiefen wurden im Untersuchungsgebiet **lehmige Deckschichten** angetroffen, die nach unseren Erfahrungen, nach den Angaben der einschlägigen Fachliteratur und nach den Ergebnissen des Versuchs VS 10 einen Durchlässigkeitsbeiwert aufweisen, der unterhalb der Anforderung des DWA Arbeitsblatt A138 liegt.

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

7.1.2 Rigole

Als Grenz-Durchlässigkeitsbeiwert ist für eine **Rigole** von einem **kf-Wert ≥ 1,0 x 10^{-6} m/s** auszugehen.
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, dass von hier langsam in der 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 geringeren Durchlässigkeit noch gegeben.
Aufgrund der fehlenden belebten Bodenzone fehlt auch die Reinigungswirkung der Anlage, so dass hier nur unverschmutztes Wasser versickert werden kann.

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

Eine Versickerung über Rigolen ist damit im Grundsatz möglich.

7.1.3 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. Darüber hinaus 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 Kiesschichten erfüllt**, d.h. der Rigolenkörper ist bis in den Kies zu führen.

7.2 Zentrale Versickerungsanlagen

Bei tiefliegendem Kieshorizont ist der Bau von dezentralen Versickerungseinrichtungen ggfs. nicht mehr sinnvoll (sh. Pkt. 7.3). In Frage kommen dann als zentrale Anlagen **Versickerungsbecken.**
Im Hinblick auf eine zentrale Versickerungsanlage sind gemäß DWA Arbeitsblatt A138 Durchlässigkeiten von kf > 1,0 x 10^{-5} m/s für einen ordnungsgemäßen Betrieb des Versickerungsbeckens vorauszusetzen, da insbesondere die Sohlflächen der Becken hohen

hydraulischen Belastungen ausgesetzt werden. In der Regel werden diesen Anlagen Absetzbecken vorgeschaltet, um eine Selbstabdichtung durch Sedimentation vorzubeugen.

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

Die Bemessung für solche Becken erfolgt über eine Langzeitsimulation.

7.3 Allgemeine Hinweise

Die Tiefenlage der versickerungsfähigen Kiesschichten unter der Geländeoberfläche ist dem Lageplan Anlage 3 und den Schichtenprofilen der Anlage 4 zu entnehmen.
Sie ist ebenfalls der Anlage 7 zu entnehmen. Hier wurden die Isolinien des Kieshorizontes aus den Bohrergebnissen an den Untersuchungspunkten interpoliert.

Im nördlichen und südlichen Bereich des Baufeldes ist ab ca. 2,5 – 4,0 m u. GOK mit durchlässigen Bodenschichten zu rechnen. Im mittleren Berech stehen die durchlässigen Schichten erst ab 4,5 – 6,5 m u. GOK an. Die Rigole muss mit der Sohle mindestens 0,50 m in die durchlässigen Kiese einbinden. Bei kleineren Anlagen auf Grundstücken für Einfamilienhäuser ist der Bau einer Anlage aus Platzgründen und aus den bautechnischen Randbedingungen bei der Herstellung ab einer Tiefe von ca. 4,0 m u.U. nicht mehr sinnvoll. Hier ist dann die Situation im Einzelfall zu überprüfen.

Da das erforderliche Speichervolumen auf der Grundlage von Regenspenden aus jährlichen Serien von Messstationen statistisch errechnet wird, muss von tatsächlichen Abweichungen ausgegangen werden. Die statistische Versagenshäufigkeit beträgt n = 0,2/a, d. h. statistisch ist alle 5 Jahre mit einem Regenereignis zu rechnen, dass das berechnete Speichervolumen übersteigt. Darüber hinaus kann sich die Durchlässigkeit während der Betriebszeit vermindern. Die Gefährdungssituation im Versagensfall ist planerisch zu berücksichtigen.
Bei der Planung der Anlage sind die Angaben des Arbeitsblattes DWA-A 138 (Ausgabe Januar 2005) zu beachten.

8 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 17. August 2012 wieder.

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

Alfter, den 17. August 2012
Die Gutachter

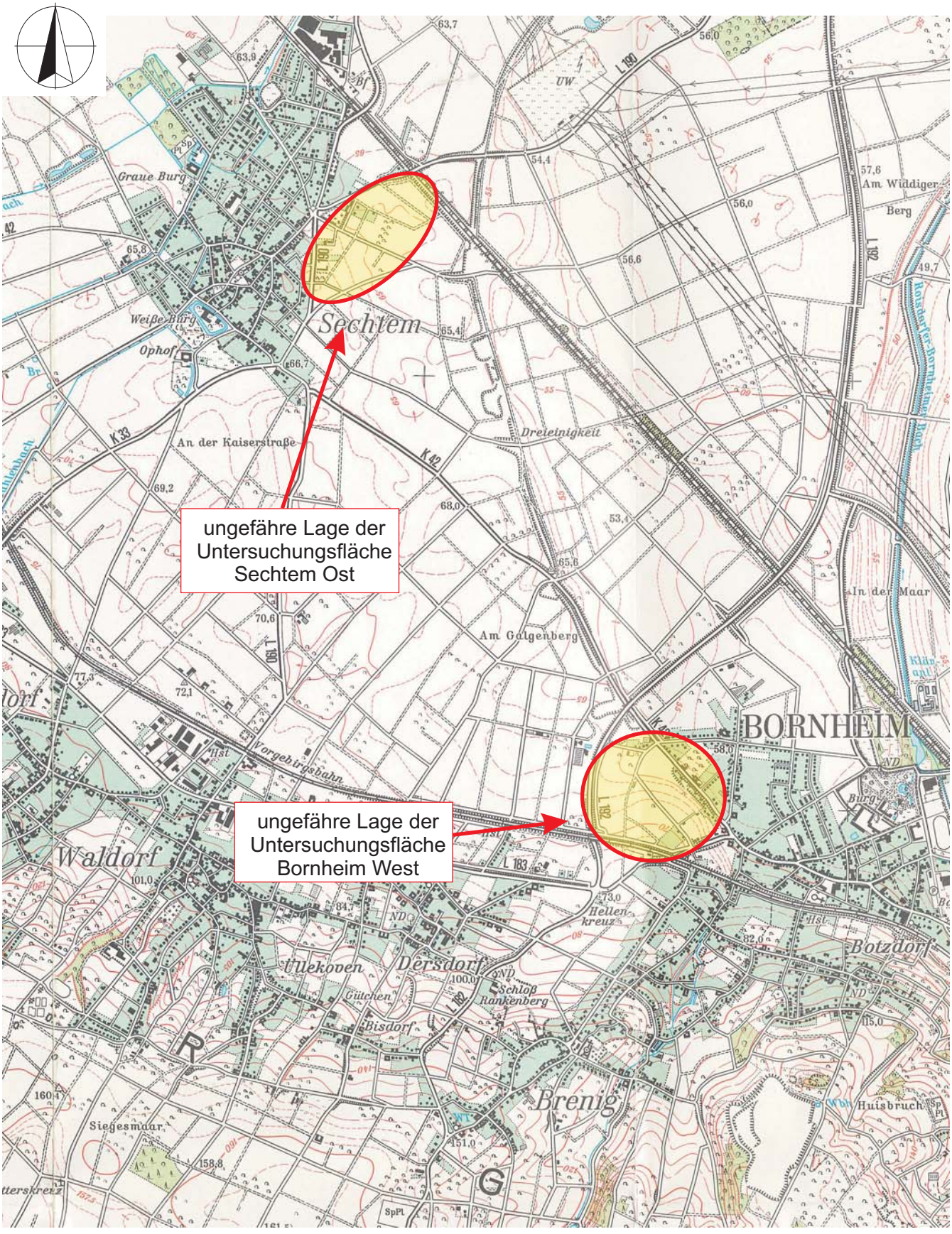
Uwe Kania
(Geschäftsführer & Projektleiter)

Anlagen

Ausschnitt aus der Topographischen Karte Blatt 5207 Bornheim

Projekt:	Rahmenplanung Sechtem Ost und Bornheim West				
Projekt-Nr:	11/11/0736	Bearbeiter: Her.	Maßstab: 1:25.000	Anlage: 1	Datum: 30.04.2012

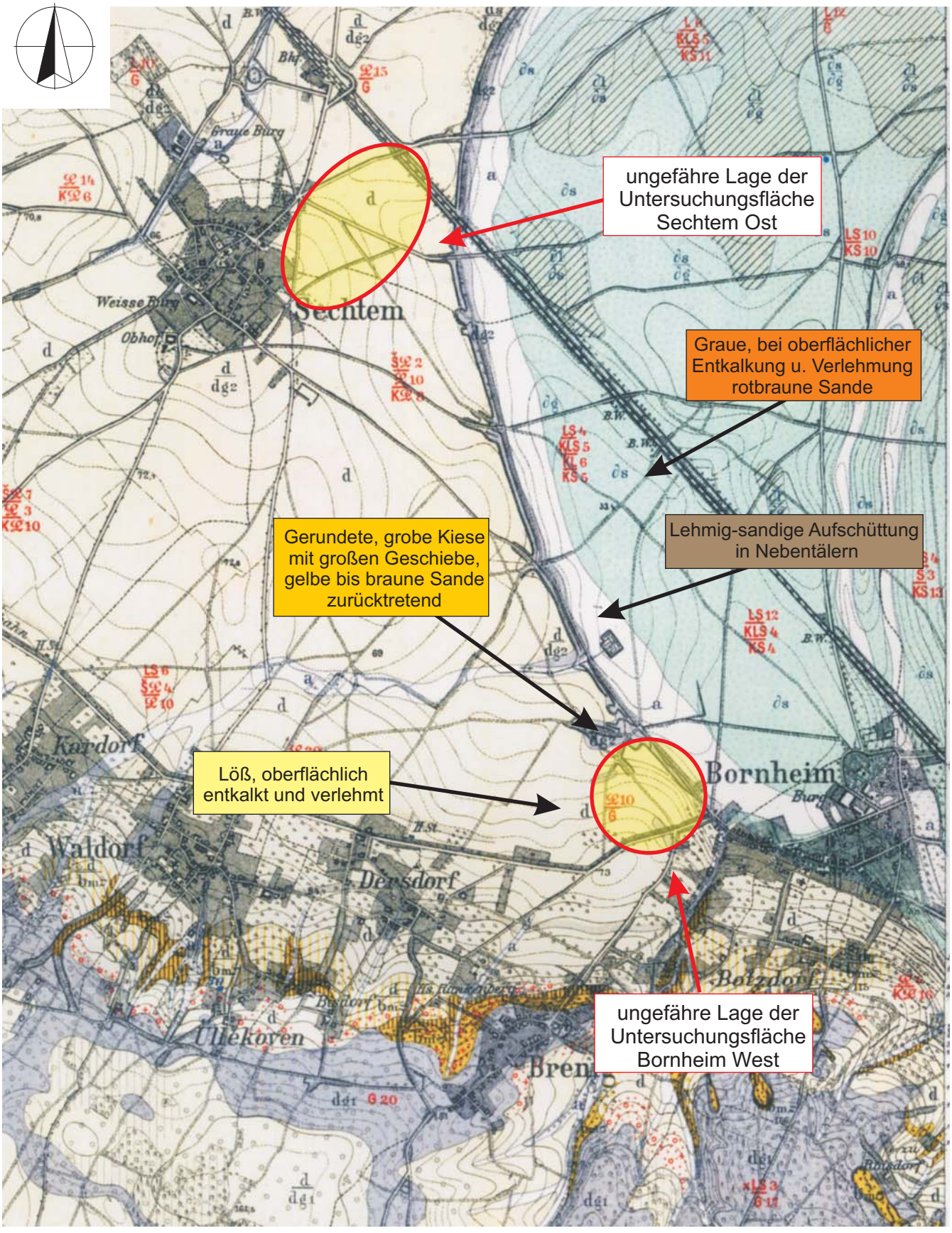
GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

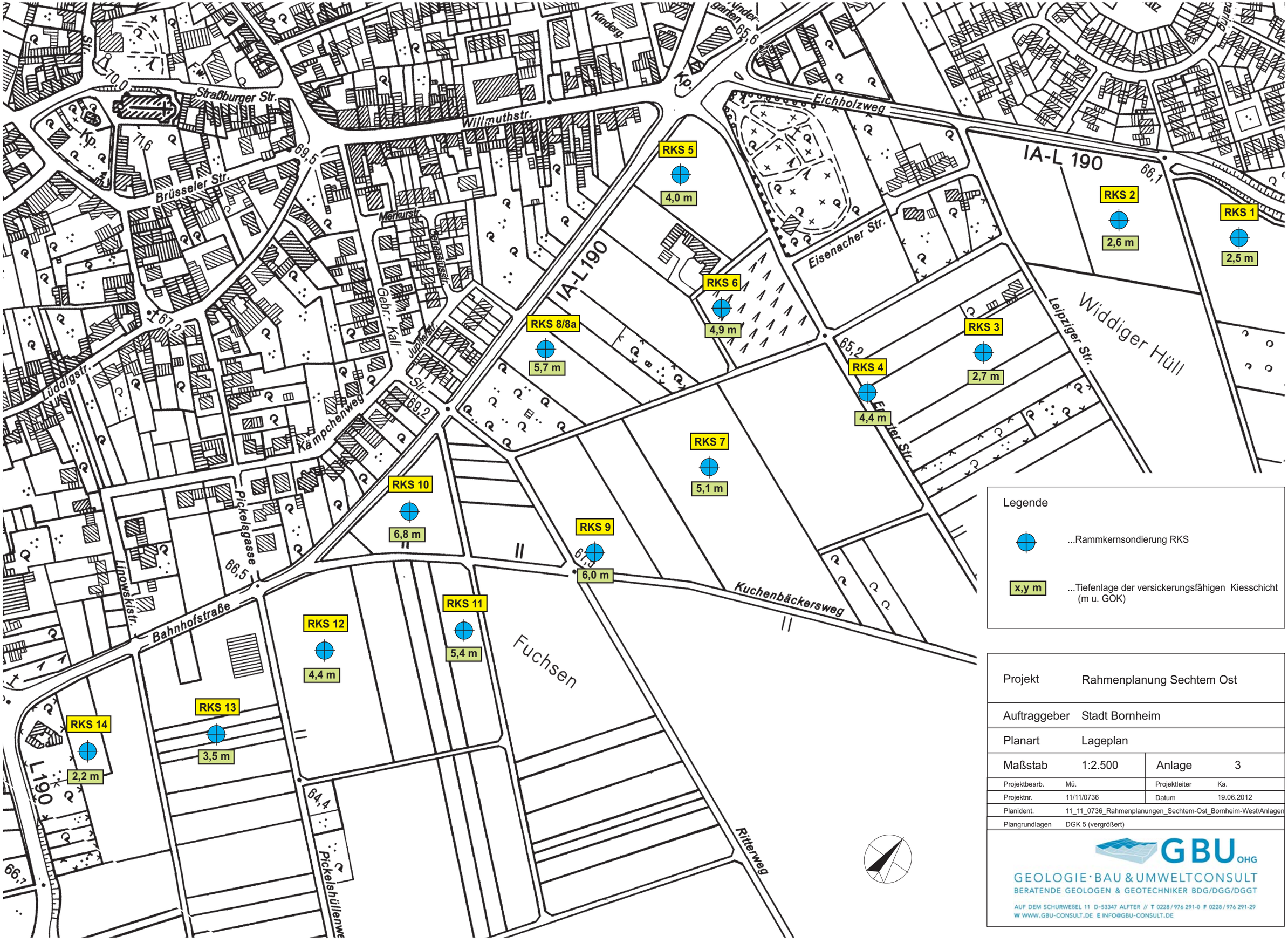


Ausschnitt aus der Geologischen Karte Blatt 5207 Bornheim

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

Projekt:	Rahmenplanung Sechtem Ost und Bornheim West				
Projekt-Nr:	11/11/0736	Bearbeiter: Bo.	Maßstab: 1:25.000	Anlage: 2	Datum: 19.06.2012





Legende

...Rammkernsondierung RKS

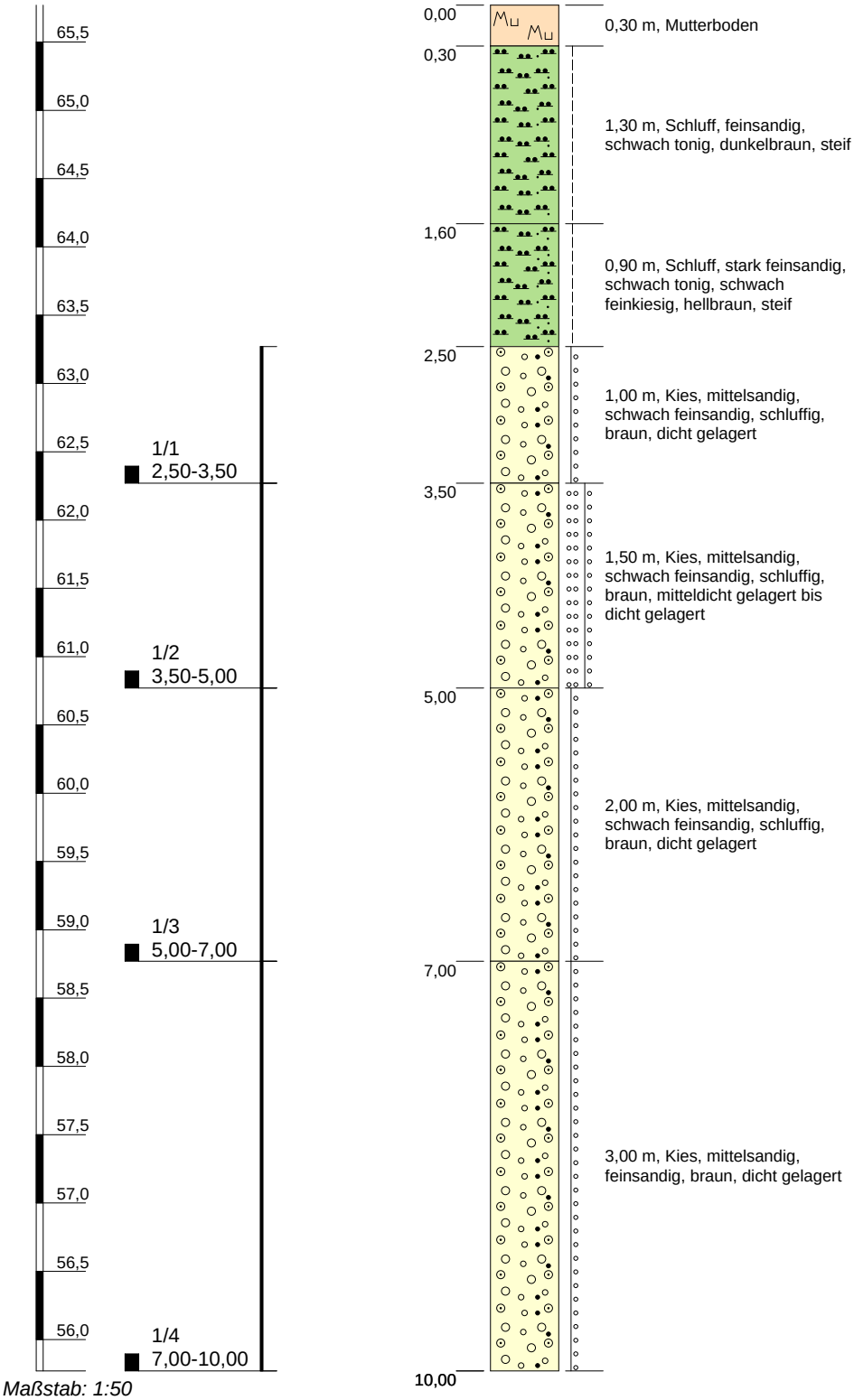
x,y m ...Tiefenlage der versickerungsfähigen Kiesschicht (m u. GOK)

Projekt	Rahmenplanung Sechtem Ost		
Auftraggeber	Stadt Bornheim		
Planart	Lageplan		
Maßstab	1:2.500	Anlage	3
Projektbearb.	Mü.	Projektleiter	Ka.
Projektnr.	11/11/0736	Datum	19.06.2012
Planident.	11_11_0736_Rahmenplanungen_Sechtem-Ost_Bornheim-West\Anlagen		
Plangrundlagen	DGK 5 (vergrößert)		

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

RKS 1

65,77 m ü. NN



Maßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

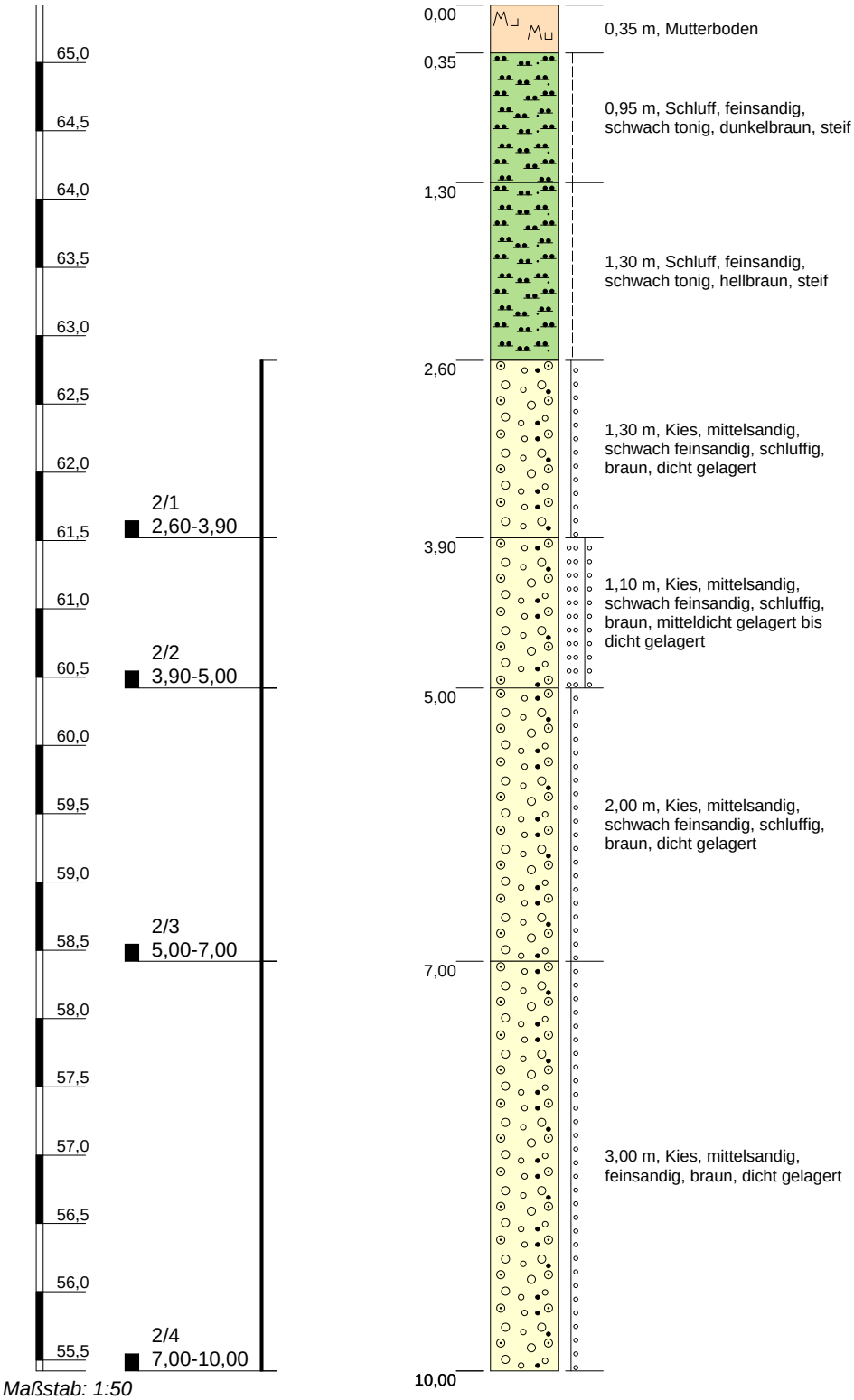
Projekt:	**Rahmenplanung Sechtem Ost**
Bohrung:	**RKS 1**

Projektnr.:	11/11/0736	Anlage:	4.1
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	25.06.2012
Ansatzhöhe:	65,77 m ü. NN	Endtiefe:	10,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.	Auftraggeber:	Stadt Bornheim

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 2

65,42 m ü. NN



Maßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

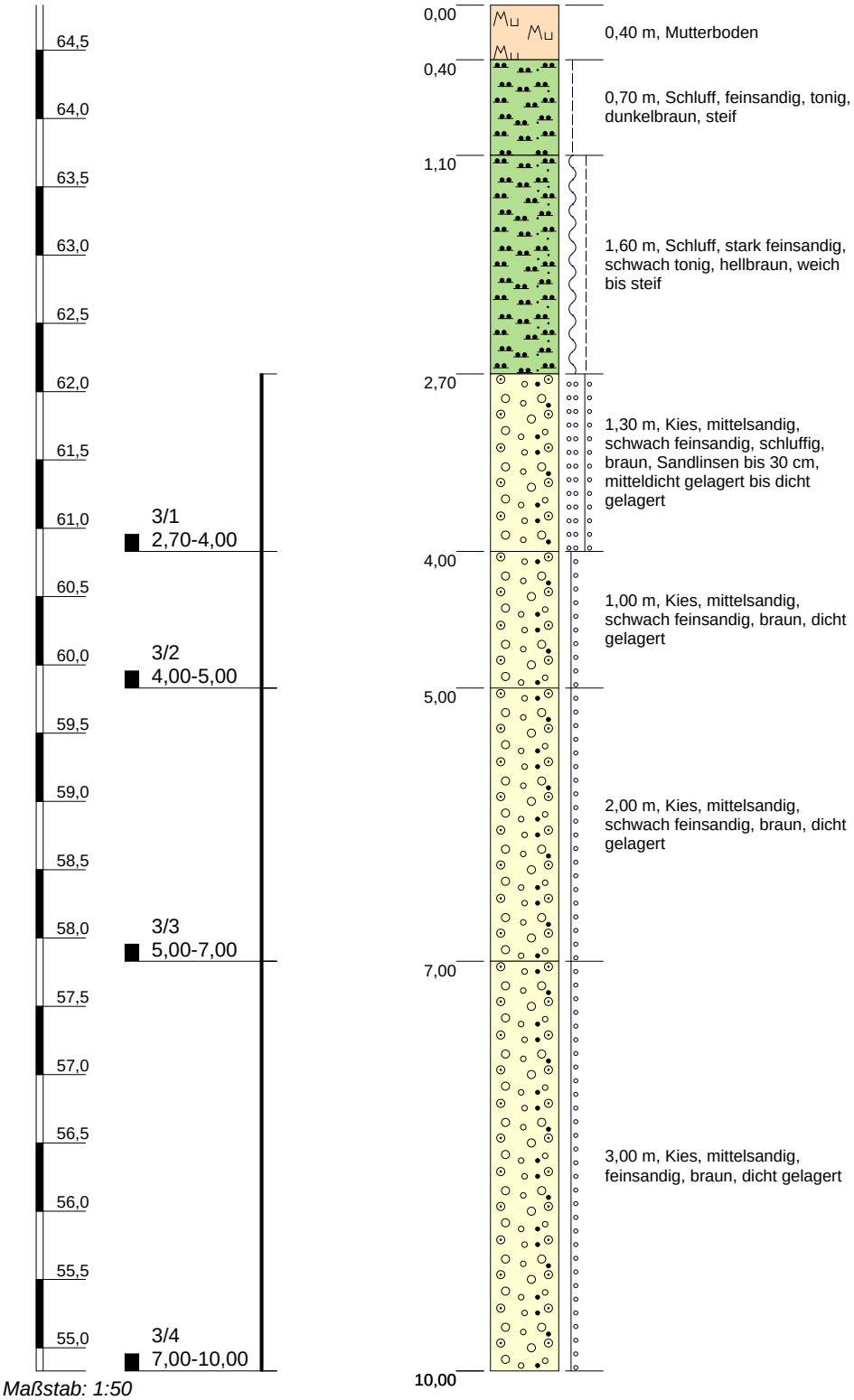
Projekt:	**Rahmenplanung Sechtem Ost**
Bohrung:	**RKS 2**

Projektnr.:	11/11/0736	Anlage:	4.2
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	25.06.2012
Ansatzhöhe:	65,42 m ü. NN	Endtiefe:	10,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.	Auftraggeber:	Stadt Bornheim

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 3

64,83 m ü. NN



Maßstab: 1:50

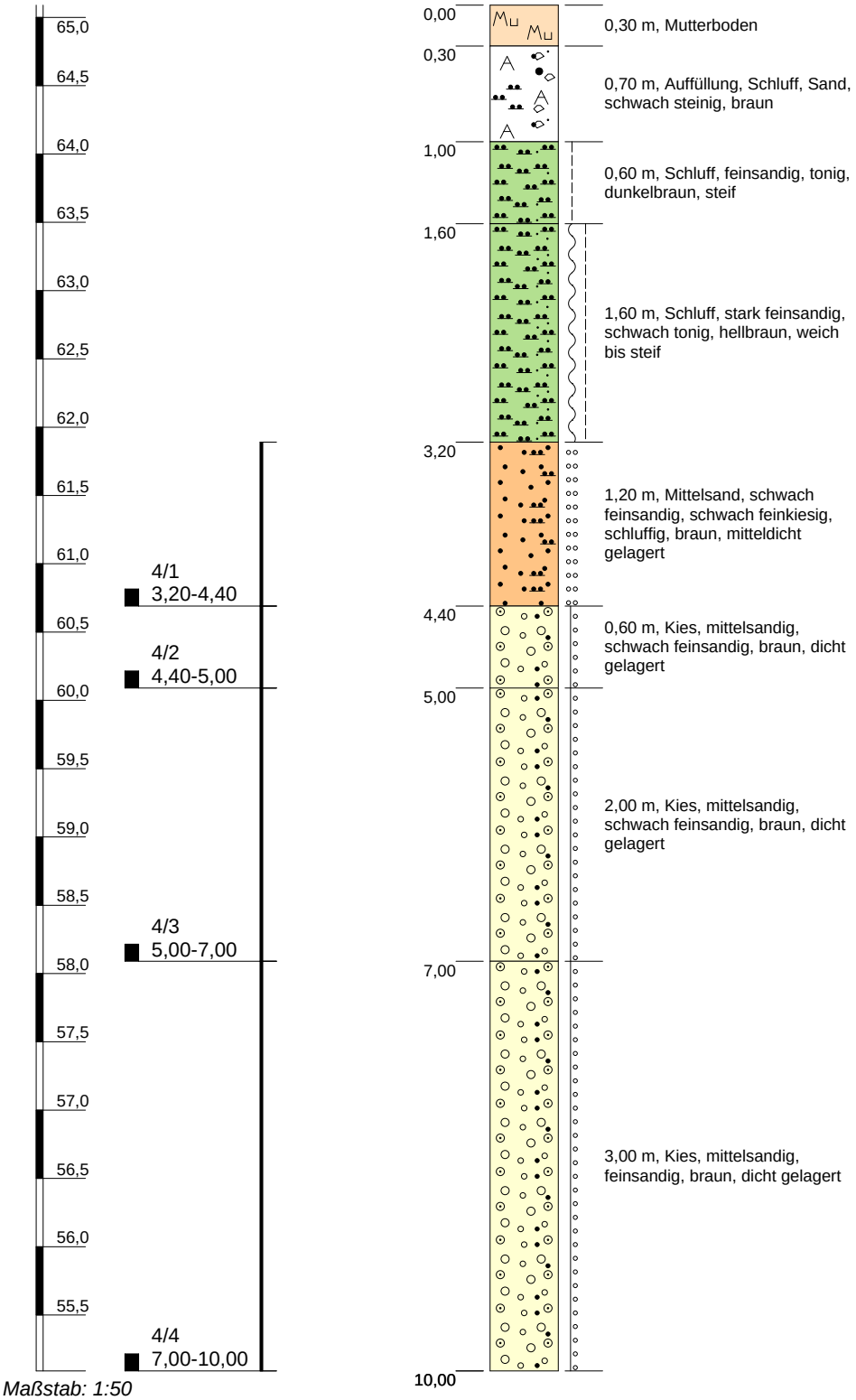
Projekt:	**Rahmenplanung Sechtem Ost**
Bohrung:	**RKS 3**

Projektnr.:	11/11/0736	Anlage:	4.3
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	25.06.2012
Ansatzhöhe:	64,83 m ü. NN	Endtiefe:	10,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.	Auftraggeber:	Stadt Bornheim

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 4

65,09 m ü. NN



Maßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

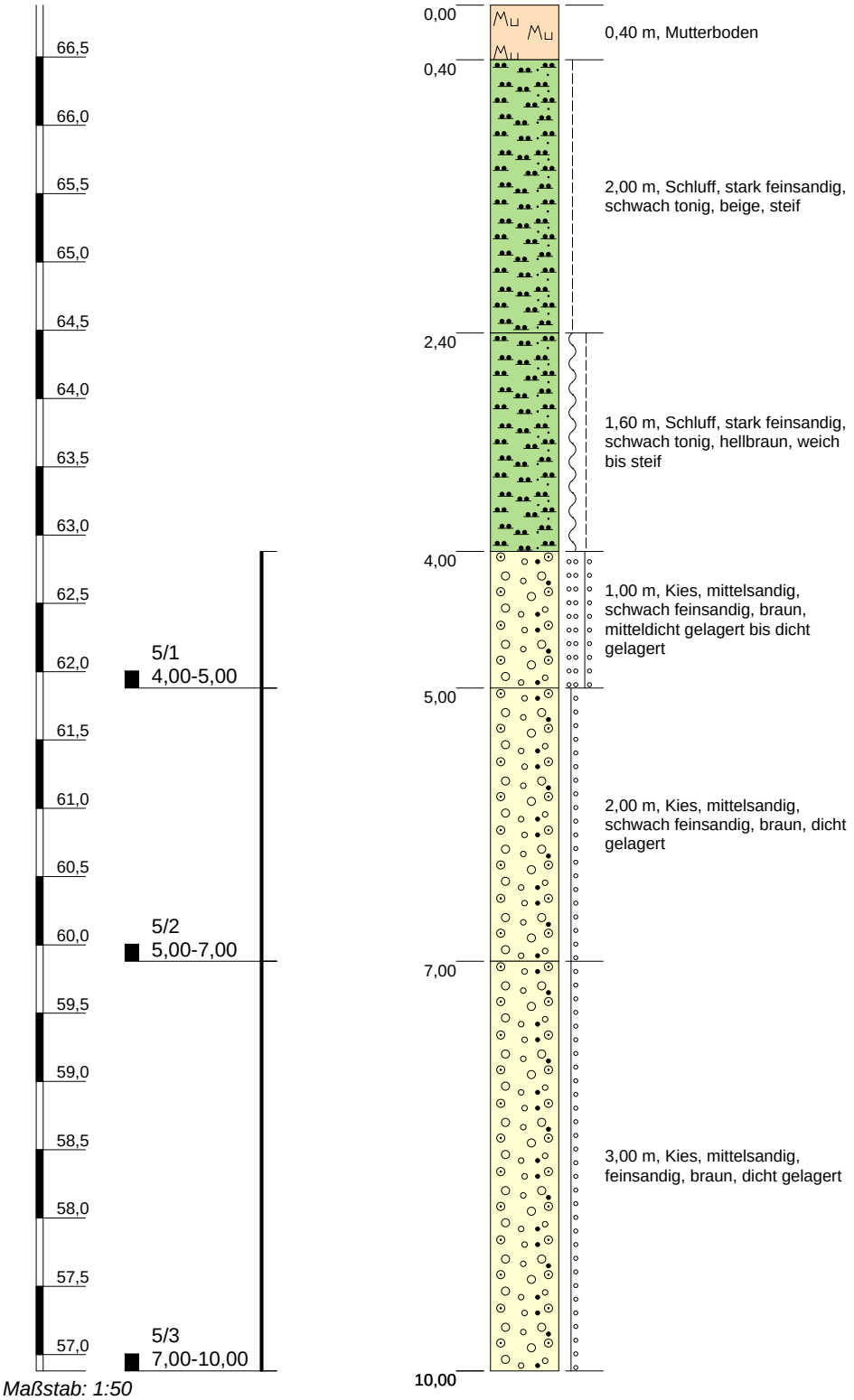
Projekt:	**Rahmenplanung Sechtem Ost**
Bohrung:	**RKS 4**

Projektnr.:	11/11/0736	Anlage:	4.4
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	26.05.2012
Ansatzhöhe:	65,09 m ü. NN	Endtiefe:	10,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.	Auftraggeber:	Stadt Bornheim

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 5

66,88 m ü. NN



Maßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

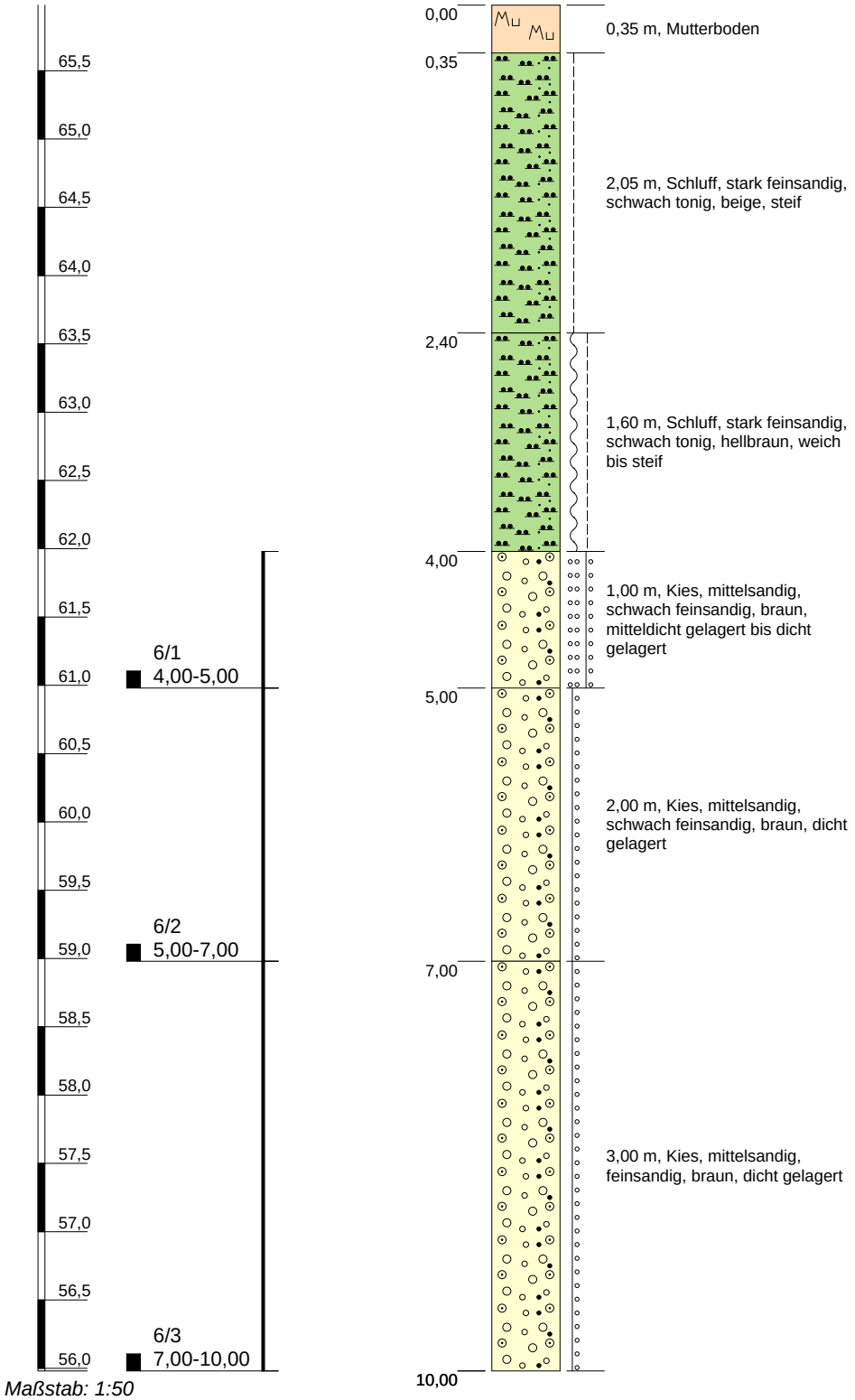
Projekt:	**Rahmenplanung Sechtem Ost**
Bohrung:	**RKS 5**

Projektnr.:	11/11/0736	Anlage:	4.5
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	26.06.2012
Ansatzhöhe:	66,88 m ü. NN	Endtiefe:	10,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.	Auftraggeber:	Stadt Bornheim

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 6

65,98 m ü. NN



Maßstab: 1:50

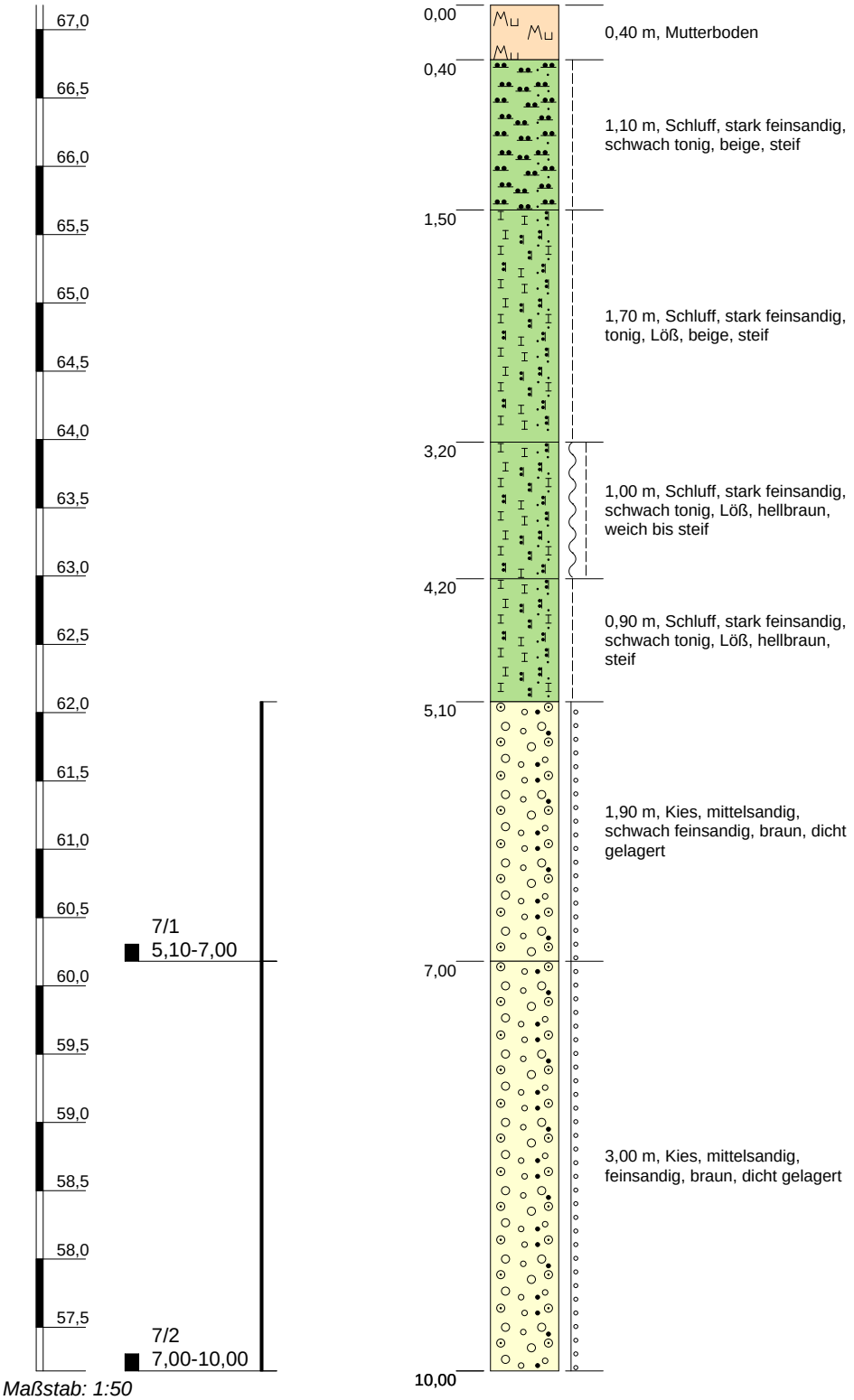
Blatt 1 von 1

Projekt:	**Rahmenplanung Sechtem Ost**		
Bohrung:	**RKS 6**		
Projektnr.:	11/11/0736	Anlage:	4.6
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	26.06.2012
Ansatzhöhe:	65,98 m ü. NN	Endtiefe:	10,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.	Auftraggeber:	Stadt Bornheim

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 7

67,18 m ü. NN



Maßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

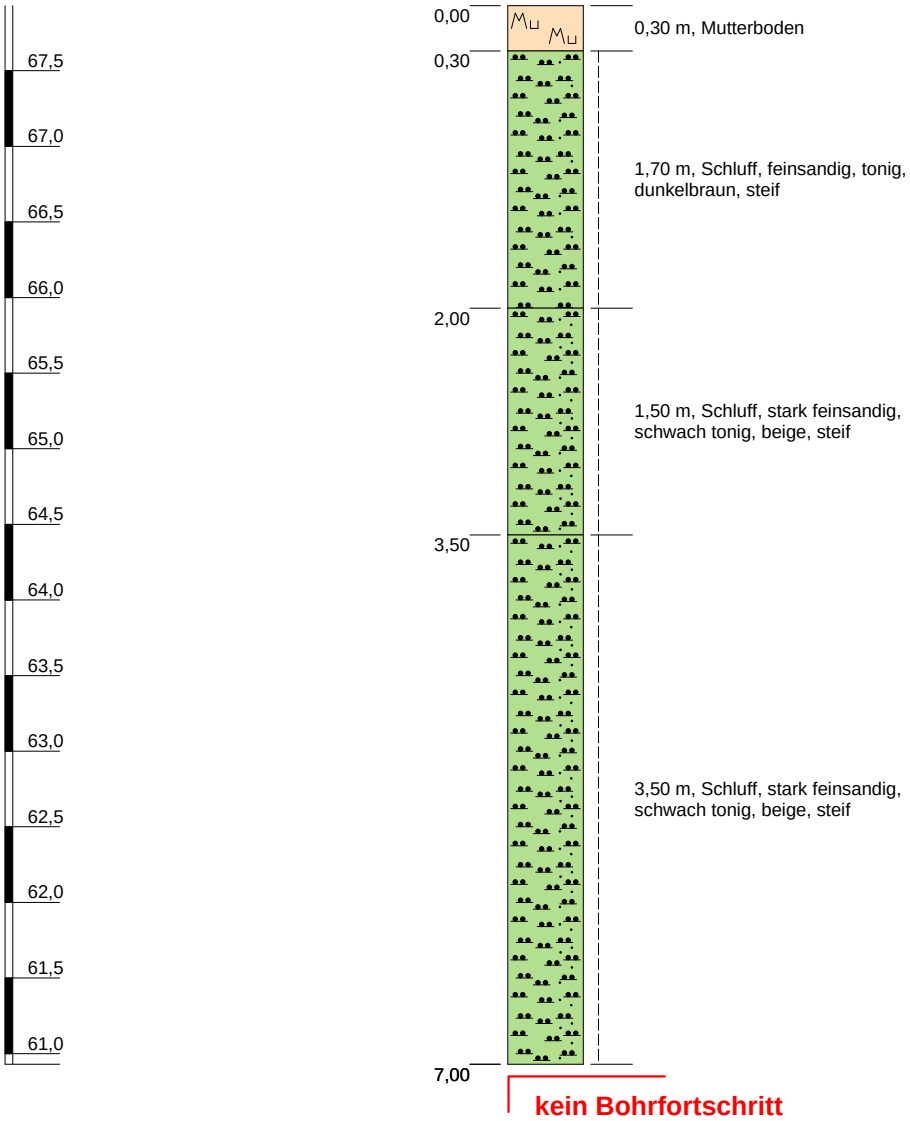
Projekt:	**Rahmenplanung Sechtem Ost**
Bohrung:	**RKS 7**

Projektnr.:	11/11/0736	Anlage:	4.7
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	26.06.2012
Ansatzhöhe:	67,18 m ü. NN	Endtiefe:	10,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.	Auftraggeber:	Stadt Bornheim

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 8

67,93 m ü. NN



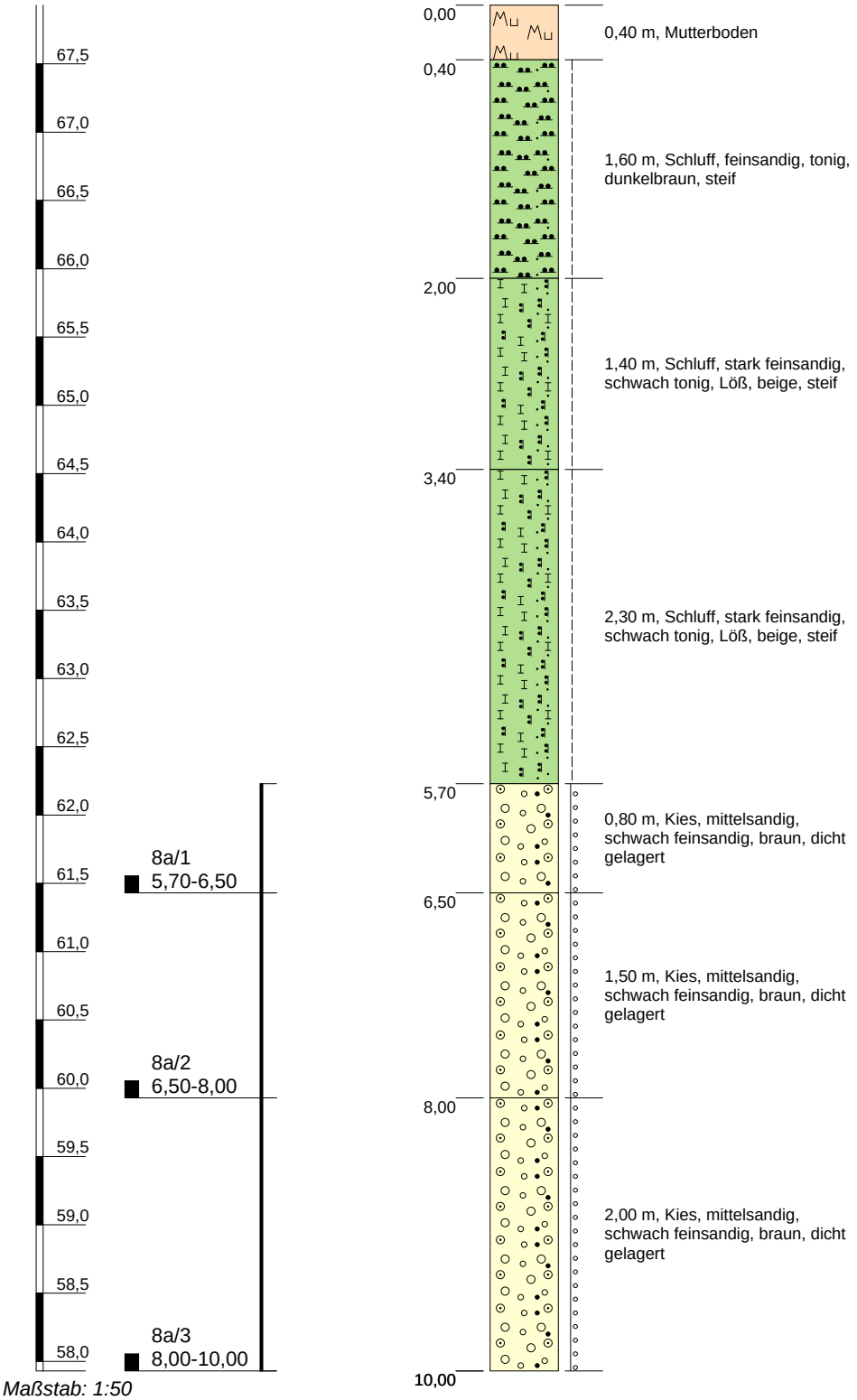
Maßstab: 1:50

Projekt:	**Rahmenplanung Sechtem Ost**		
Bohrung:	**RKS 8**		
Projektnr.:	11/11/0736	Anlage:	4.8
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	26.06.2012
Ansatzhöhe:	67,93 m ü. NN	Endtiefe:	7,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.	Auftraggeber:	Stadt Bornheim

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 8a

67,93 m ü. NN



Maßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

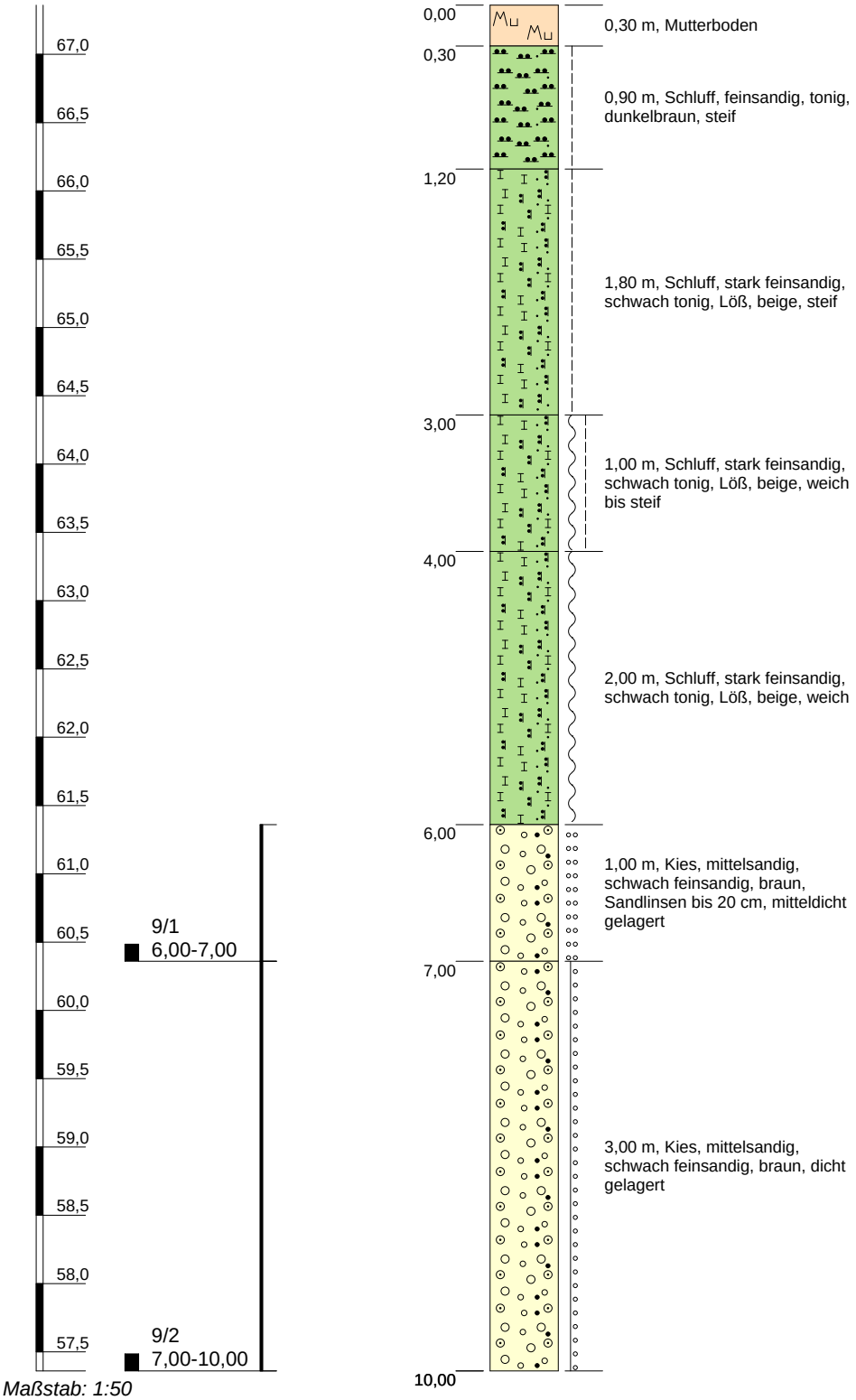
Projekt:	**Rahmenplanung Sechtem Ost**
Bohrung:	**RKS 8a**

Projektnr.:	11/11/0736	Anlage:	4.8a
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	26.06.2012
Ansatzhöhe:	67,93 m ü. NN	Endtiefe:	10,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.	Auftraggeber:	Stadt Bornheim

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 9

67,36 m ü. NN



Maßstab: 1:50

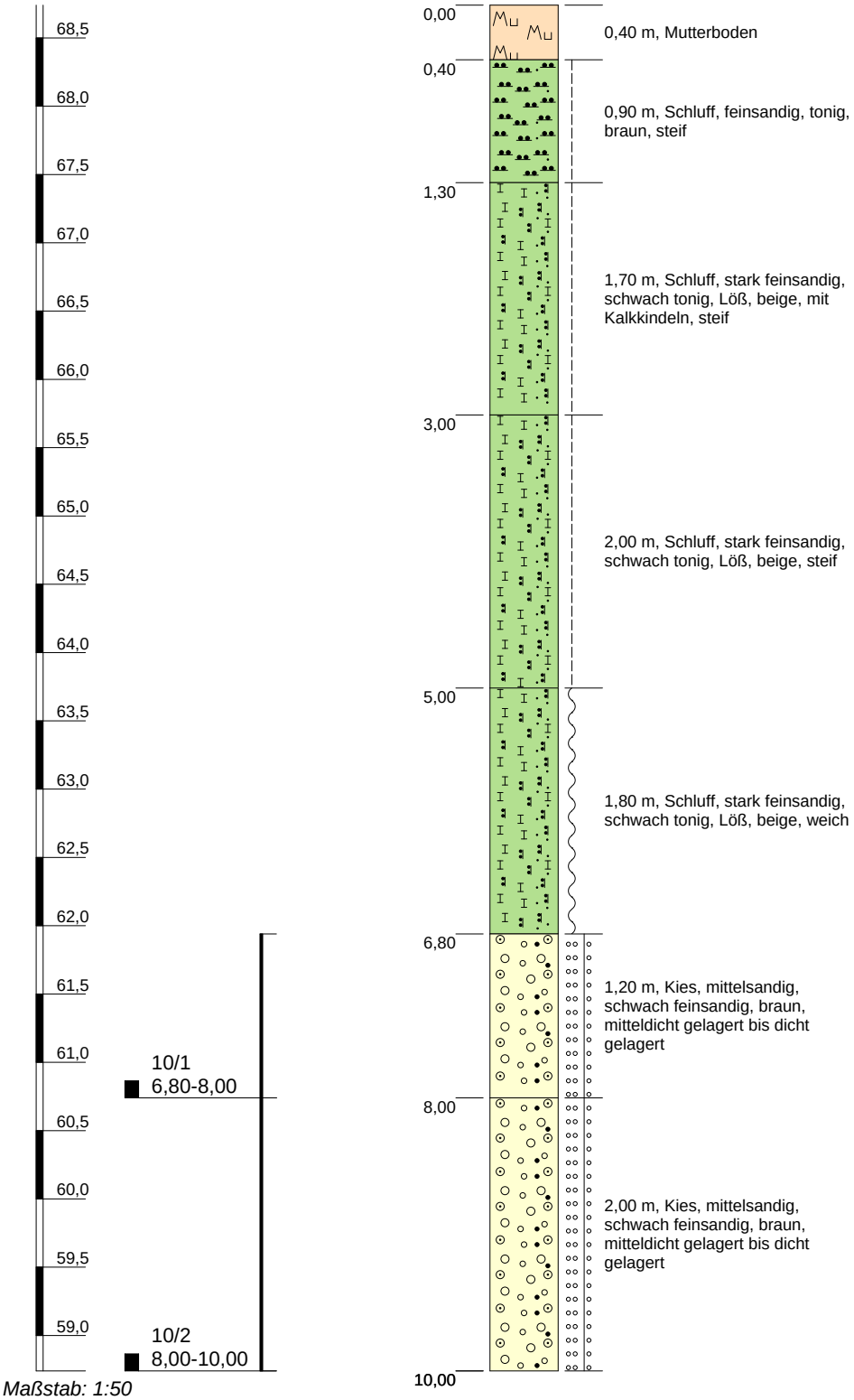
Blatt 1 von 1

Projekt:	**Rahmenplanung Sechtem Ost**		
Bohrung:	**RKS 9**		
Projektnr.:	11/11/0736	Anlage:	4.9
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	26.06.2012
Ansatzhöhe:	67,36 m ü. NN	Endtiefe:	10,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.	Auftraggeber:	Stadt Bornheim

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 10

68,74 m ü. NN



Maßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

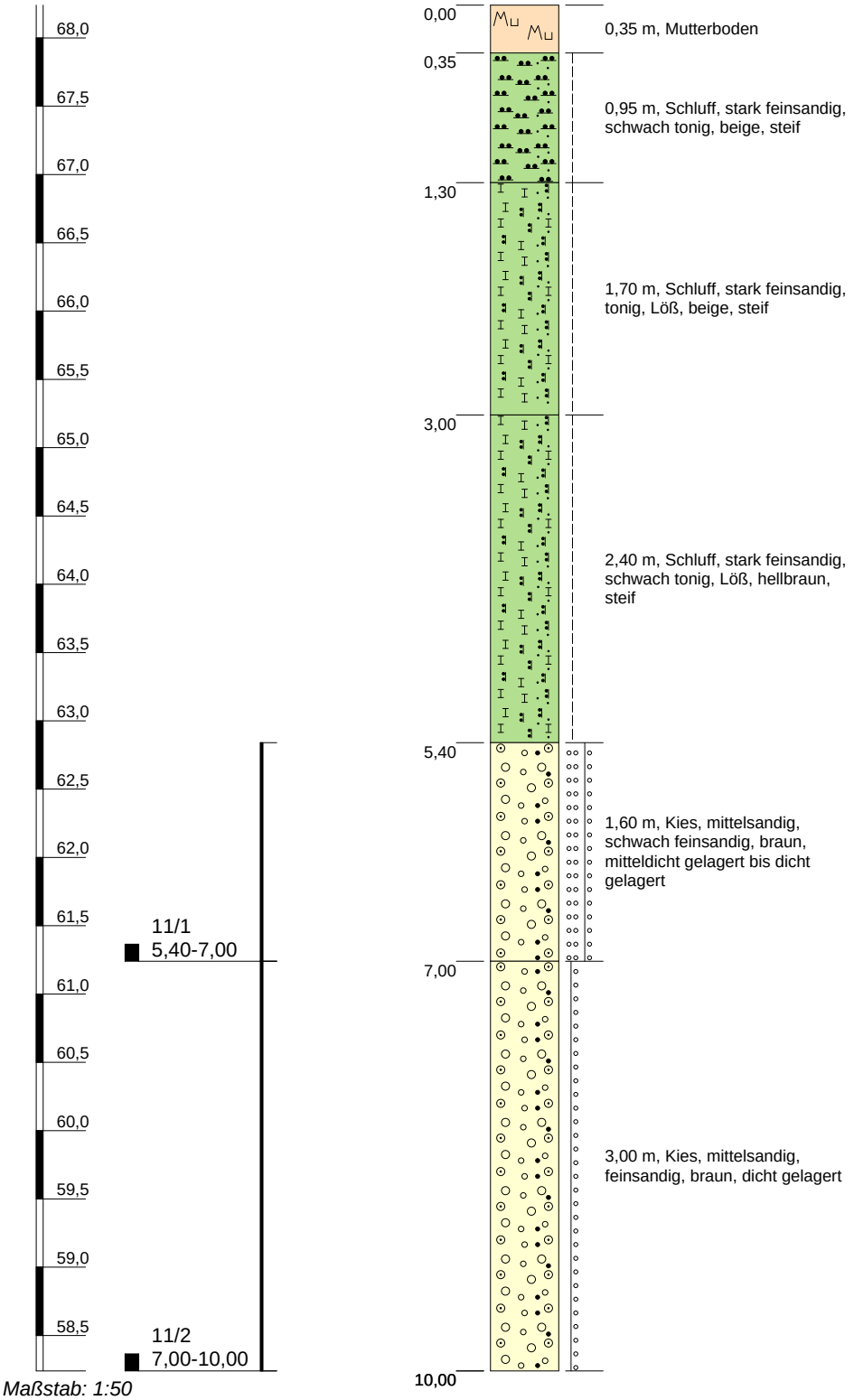
Projekt:	**Rahmenplanung Sechtem Ost**
Bohrung:	**RKS 10**

Projektnr.:	11/11/0736	Anlage:	4.10
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	27.06.2012
Ansatzhöhe:	68,74 m ü. NN	Endtiefe:	10,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.	Auftraggeber:	Stadt Bornheim

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 11

68,24 m ü. NN



Maßstab: 1:50

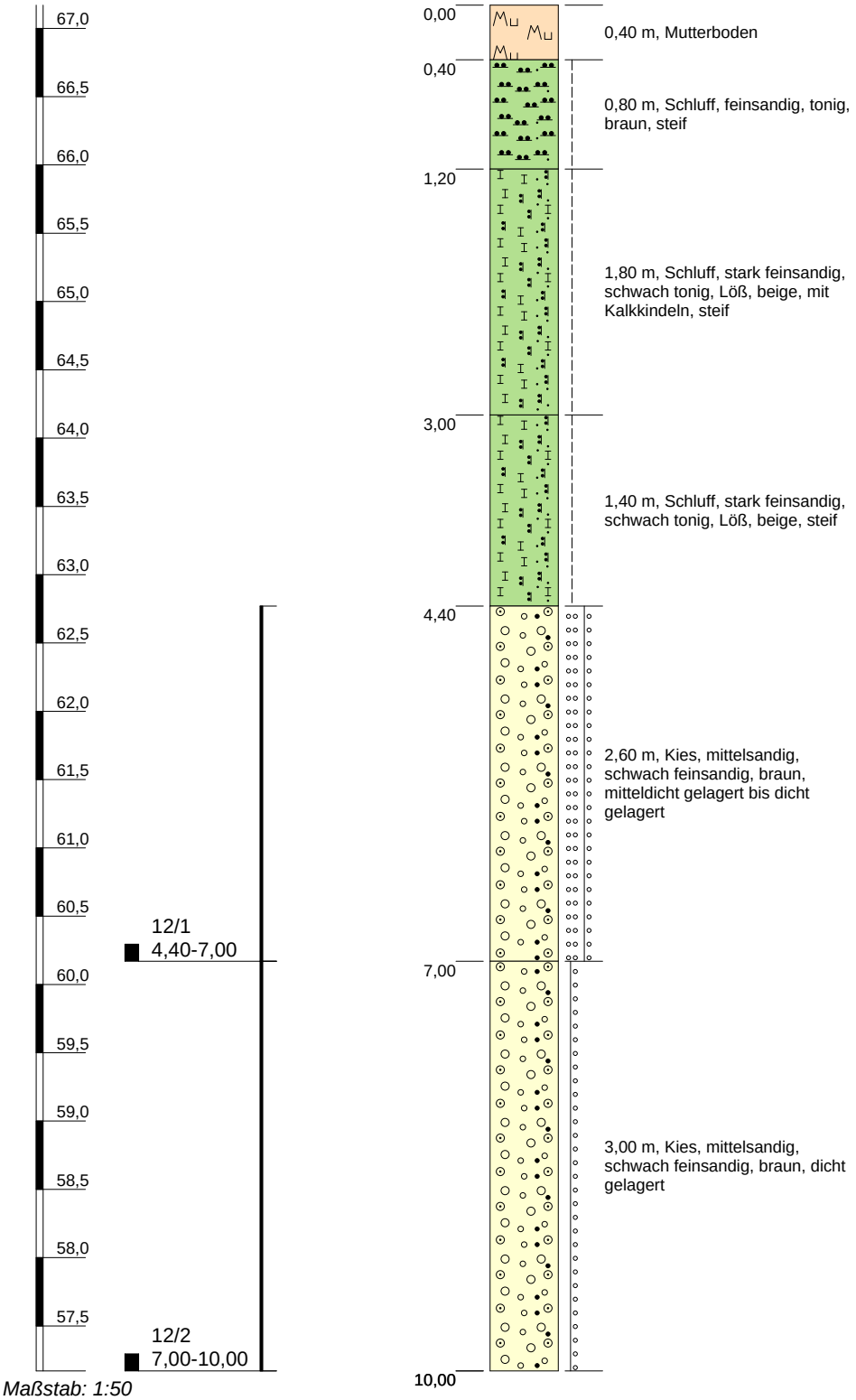
Blatt 1 von 1

Projekt:	**Rahmenplanung Sechtem Ost**		
Bohrung:	**RKS 11**		
Projektnr.:	11/11/0736	Anlage:	4.11
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	27.06.2012
Ansatzhöhe:	68,24 m ü. NN	Endtiefe:	10,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.	Auftraggeber:	Stadt Bornheim

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 12

67,17 m ü. NN



Maßstab: 1:50

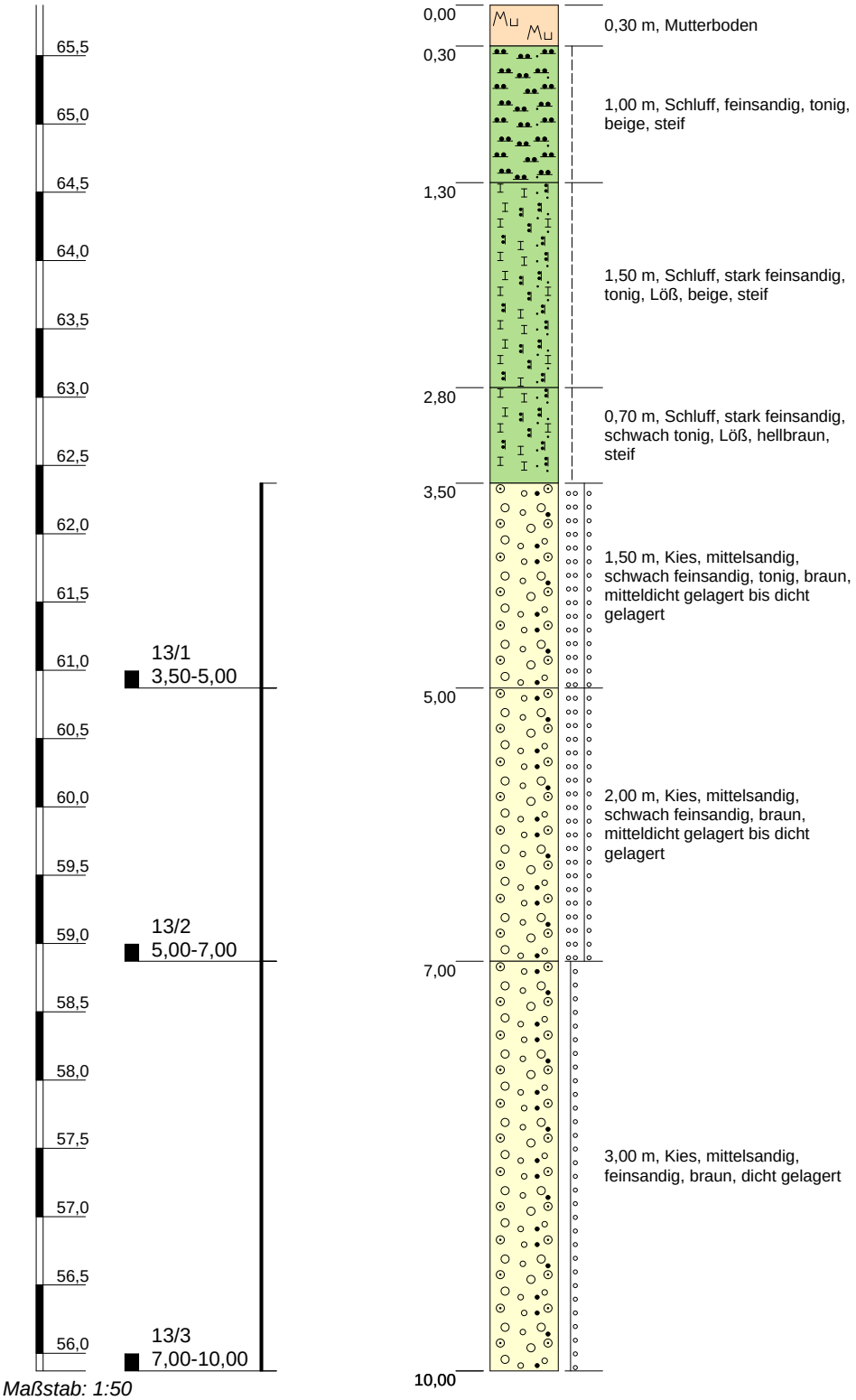
Blatt 1 von 1

Projekt:	**Rahmenplanung Sechtem Ost**		
Bohrung:	**RKS 12**		
Projektnr.:	11/11/0736	Anlage:	4.12
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	27.06.2012
Ansatzhöhe:	67,17 m ü. NN	Endtiefe:	10,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.	Auftraggeber:	Stadt Bornheim

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 13

65,87 m ü. NN



Maßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

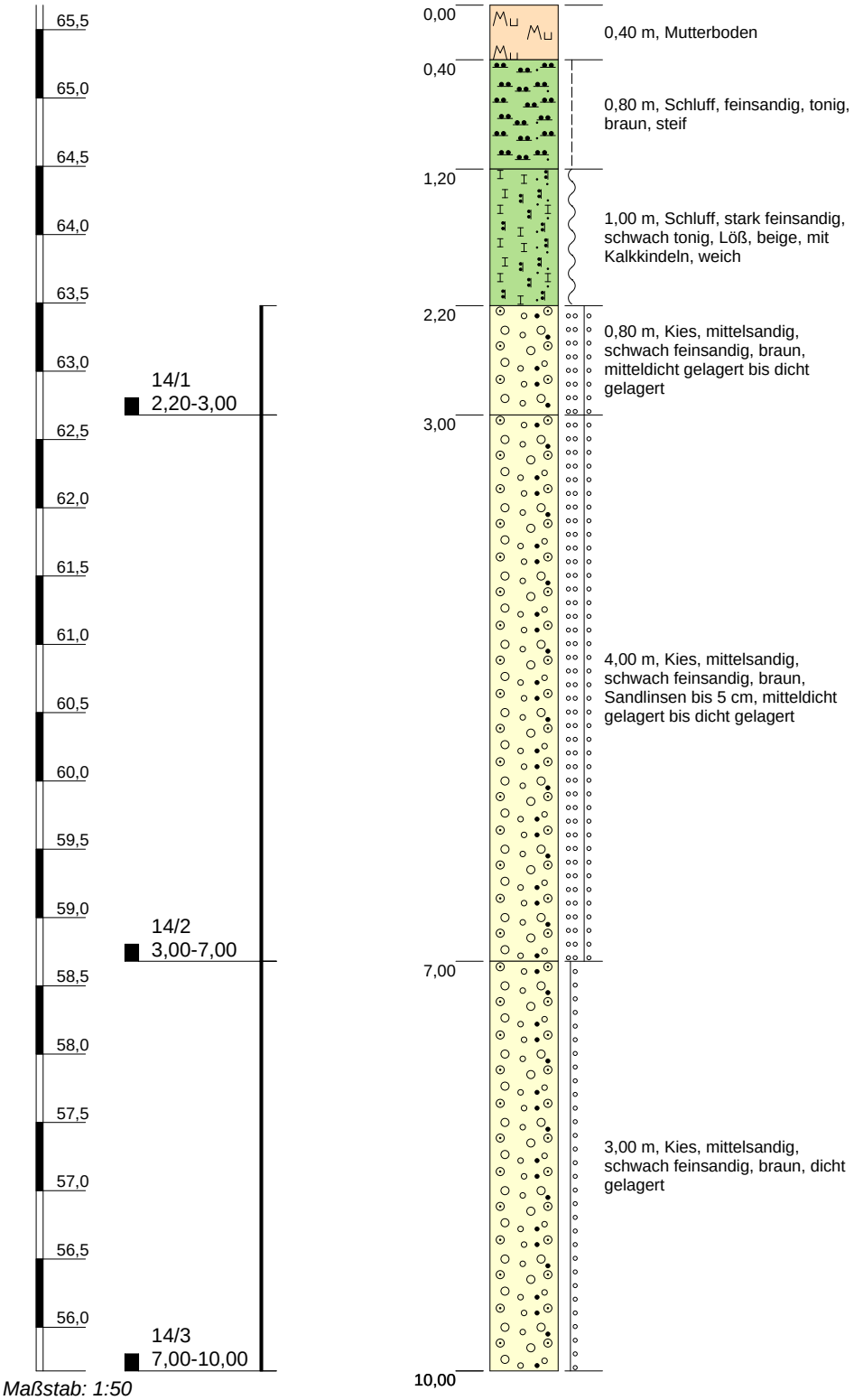
Projekt:	**Rahmenplanung Sechtem Ost**
Bohrung:	**RKS 13**

Projektnr.:	11/11/0736	Anlage:	4.13
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	27.06.2012
Ansatzhöhe:	65,87 m ü. NN	Endtiefe:	10,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.	Auftraggeber:	Stadt Bornheim

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 14

65,68 m ü. NN



Maßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt:	**Rahmenplanung Sechtem Ost**
Bohrung:	**RKS 14**

Projektnr.:	11/11/0736	Anlage:	4.14
Lage:	siehe Lageplan	Datum:	27.06.2012
Ansatzhöhe:	65,68 m ü. NN	Endtiefe:	10,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.	Auftraggeber:	Stadt Bornheim

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**Rahmenplanung Sechtem Ost,**	**Bearb.:**	Grü.
	Projektnr.:	11/11/0736	**Anl.:**	5.1
	Versuch - Nr.:	VS 1 (RKS 1)	**Datum :**	25.06.12

	Überstand der Verrohrung über GOK	10 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	8 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	90 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	410 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	508 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	3335 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	2827 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	79168,1 cm³ in	150 sec
	c) Die Wartezeit betrug:	45 min	
	d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU = 508 / 3335 =	0,15
		TU / A = 3335 / 410 =	8,1
	maßgebend: Formel I	x	
	Formel II		

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

A / H = 410 / 508 = 0,81

H / r = 508 / 3 = 169,3

→ 220 = Cu

$$K = \frac{527{,}79}{220 \times 3 \times 508} = 1{,}57E\text{-}03 \text{ cm/sec} = \mathbf{1{,}57E\text{-}05 \text{ m/sec}}$$

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

A / r = / =

→ = Cs

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

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**Rahmenplanung Sechtem Ost,**	**Bearb.:**	Grü.
	Projektnr.:	11/11/0736	**Anl.:**	5.2
	Versuch - Nr.:	VS 2 (RKS 2)	**Datum :**	25.06.12

	Überstand der Verrohrung über GOK	15 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	13 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	85 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	415 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	513 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	3305 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	2792 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	70685,8 cm³ in	90 sec
	c) Die Wartezeit betrug:	45 min	
	d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU = 513 / 3305 =	0,16
		TU / A = 3305 / 415 =	8,0
	maßgebend: Formel I	x	
	Formel II		

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

A / H = 415 / 513 = 0,81

H / r = 513 / 3 = 171,0

→ 220 = Cu

$$K = \frac{785{,}40}{220 \times 3 \times 513} = 2{,}32\text{E-}03 \text{ cm/sec} = \mathbf{2{,}32E\text{-}05 \text{ m/sec}}$$

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

A / r = / =

→ = Cs

K = = cm/sec

x x = **m/sec**

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**Rahmenplanung Sechtem Ost,**	**Bearb.:**	Grü.
	Projektnr.:	11/11/0736	**Anl.:**	5.3
	Versuch - Nr.:	VS 3 (RKS 3)	**Datum :**	25.06.12

	Überstand der Verrohrung über GOK	10 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	8 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	90 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	410 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	508 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	3241 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	2733 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	62203,5 cm³ in	90 sec
	c) Die Wartezeit betrug:	45 min	
	d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU = 508 / 3241 =	0,16
		TU / A = 3241 / 410 =	7,9
	maßgebend: Formel I	x	
	Formel II		

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

A / H = 410 / 508 = 0,81

H / r = 508 / 3 = 169,3

→ 220 = Cu

$$K = \frac{691{,}15}{220 \times 3 \times 508} = 2{,}06\text{E-}03 \text{ cm/sec} = \mathbf{2{,}06E\text{-}05 \text{ m/sec}}$$

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

A / r = /

→ = Cs

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

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**Rahmenplanung Sechtem Ost,**	**Bearb.:**	Grü.
	Projektnr.:	11/11/0736	**Anl.:**	5.4
	Versuch - Nr.:	VS 4 (RKS 4)	**Datum :**	26.06.12

	Überstand der Verrohrung über GOK	10 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	8 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	290 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	310 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	608 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	3367 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	2759 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	70685,8 cm³ in	60 sec
	c) Die Wartezeit betrug:	45 min	
	d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU = 608 / 3367 =	0,18
		TU / A = 3367 / 310 =	10,9
	maßgebend: Formel I	x	
	Formel II		

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

A / H = 310 / 608 = 0,51

H / r = 608 / 3 = 202,7

→ 200 = Cu

$$K = \frac{1178{,}10}{200 \times 3 \times 608}$$

= 3,23E-03 cm/sec

= **3,23E-05 m/sec**

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

A / r = / =

→ = Cs

K = = cm/sec

x x = **m/sec**

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**Rahmenplanung Sechtem Ost,**	**Bearb.:**	Grü.
	Projektnr.:	11/11/0736	**Anl.:**	5.5
	Versuch - Nr.:	VS 5 (RKS 5)	**Datum :**	26.06.12

	Überstand der Verrohrung über GOK	15 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	13 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	285 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	315 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	613 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	3551 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	2938 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	79168,1 cm³ in	120 sec
	c) Die Wartezeit betrug:	45 min	
	d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU = 613 / 3551 =	0,17
		TU / A = 3551 / 315 =	11,3
	maßgebend: Formel I	x	
	Formel II		

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

A / H = 315 / 613 = 0,51

H / r = 613 / 3 = 204,3

→ 200 = Cu

$$K = \frac{659{,}73}{200 \times 3 \times 613} = 1{,}79E\text{-}03 \text{ cm/sec} = \mathbf{1{,}79E\text{-}05 \text{ m/sec}}$$

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

A / r = / =

→ = Cs

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

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**Rahmenplanung Sechtem Ost,**	**Bearb.:**	Grü.
	Projektnr.:	11/11/0736	**Anl.:**	5.6
	Versuch - Nr.:	VS 6 (RKS 6)	**Datum :**	26.06.12

	Überstand der Verrohrung über GOK	10 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	8 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	190 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	310 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	508 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	3356 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	2848 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	56548,7 cm³ in	180 sec
	c) Die Wartezeit betrug:	45 min	
	d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU = 508 / 3356 =	0,15
		TU / A = 3356 / 310 =	10,8
	maßgebend: Formel I	x	
	Formel II		

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

A / H = 310 / 508 = 0,61

H / r = 508 / 3 = 169,3

→ 178 = Cu

$$K = \frac{314{,}16}{178 \times 3 \times 508}$$

= 1,16E-03 cm/sec

= **1,16E-05 m/sec**

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

A / r = / =

→ = Cs

K = = cm/sec

x x = **m/sec**

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**Rahmenplanung Sechtem Ost,**	**Bearb.:**	Grü.
	Projektnr.:	11/11/0736	**Anl.:**	5.7
	Versuch - Nr.:	VS 7 (RKS 7)	**Datum :**	26.06.12

	Überstand der Verrohrung über GOK	10 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	8 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	290 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	310 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	608 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	3576 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	2968 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	56548,7 cm³ in	150 sec
	c) Die Wartezeit betrug:	45 min	
	d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU = 608 / 3576 =	0,17
		TU / A = 3576 / 310 =	11,5
	maßgebend: Formel I	x	
	Formel II		

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

A / H = 310 / 608 = 0,51

H / r = 608 / 3 = 202,7

→ 200 = Cu

$$K = \frac{376{,}99}{200 \times 3 \times 608} = 1{,}03E\text{-}03 \text{ cm/sec} = \mathbf{1{,}03E\text{-}05 \text{ m/sec}}$$

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

A / r = / =

→ = Cs

K = = cm/sec

x x = **m/sec**

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**Rahmenplanung Sechtem Ost,**	**Bearb.:** Grü.
	Projektnr.:	11/11/0736	**Anl.:** 5.8
	Versuch - Nr.:	VS 8 (RKS 8a)	**Datum :** 26.06.12

	Überstand der Verrohrung über GOK	10 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	8 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	290 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	310 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	608 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	3576 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	2968 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	65031,0 cm³ in	180 sec
	c) Die Wartezeit betrug:	45 min	
	d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU = 608 / 3576 =	0,17
		TU / A = 3576 / 310 =	11,5
	maßgebend: Formel I	x	
	Formel II		

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

A / H = 310 / 608 = 0,51

H / r = 608 / 3 = 202,7

→ 200 = Cu

$$K = \frac{361{,}28}{200 \times 3 \times 608} = 9{,}90E\text{-}04 \text{ cm/sec} = \mathbf{9{,}90E\text{-}06 \text{ m/sec}}$$

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

A / r = / =

→ = Cs

K = = cm/sec

x x = **m/sec**

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**Rahmenplanung Sechtem Ost,**	**Bearb.:**	Grü.
	Projektnr.:	11/11/0736	**Anl.:**	5.9
	Versuch - Nr.:	VS 9 (RKS 9)	**Datum :**	27.06.12

	Überstand der Verrohrung über GOK	10 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	8 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	290 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	310 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	608 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	3594 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	2986 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	79168,1 cm³ in	240 sec
	c) Die Wartezeit betrug:	45 min	
	d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU = 608 / 3594 =	0,17
		TU / A = 3594 / 310 =	11,6
	maßgebend: Formel I	x	
	Formel II		

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

A / H = 310 / 608 = 0,51

H / r = 608 / 3 = 202,7

→ 200 = Cu

$$K = \frac{329{,}87}{200 \times 3 \times 608} = 9{,}04\text{E-}04 \text{ cm/sec} = \mathbf{9{,}04\text{E-}06 \text{ m/sec}}$$

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

A / r = / =

→ = Cs

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

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**Rahmenplanung Sechtem Ost,**	**Bearb.:**	Grü.
	Projektnr.:	11/11/0736	**Anl.:**	5.10
	Versuch - Nr.:	VS 10 (RKS 10)	**Datum :**	27.06.12

	Überstand der Verrohrung über GOK	10 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	8 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	190 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	310 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	508 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	3632 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	3124 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	5654,9 cm³ in	1800 sec
	c) Die Wartezeit betrug:	45 min	
	d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU = 508 / 3632 =	0,14
		TU / A = 3632 / 310 =	11,7
	maßgebend: Formel I	x	
	Formel II		

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

A / H = 310 / 508 = 0,61

H / r = 508 / 3 = 169,3

→ 180 = Cu

$$K = \frac{3{,}14}{180 \times 3 \times 508}$$

= 1,15E-05 cm/sec

= **1,15E-07 m/sec**

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

A / r = / =

→ = Cs

K = = cm/sec

x x = **m/sec**

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**Rahmenplanung Sechtem Ost,**	**Bearb.:**	Grü.
	Projektnr.:	11/11/0736	**Anl.:**	5.11
	Versuch - Nr.:	VS 11(RKS 11)	**Datum :**	27.06.12

	Überstand der Verrohrung über GOK	15 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	13 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	285 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	315 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	613 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	3687 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	3074 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	53721,2 cm³ in	150 sec
	c) Die Wartezeit betrug:	45 min	
	d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU = 613 / 3687 =	0,17
		TU / A = 3687 / 315 =	11,7
	maßgebend: Formel I	x	
	Formel II		

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

A / H = 315 / 613 = 0,51

H / r = 613 / 3 = 204,3

→ 200 = Cu

$$K = \frac{358{,}14}{200 \times 3 \times 613} = 9{,}74E\text{-}04 \text{ cm/sec} = \mathbf{9{,}74E\text{-}06 \text{ m/sec}}$$

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

A / r = / =

→ = Cs

K = = cm/sec

x x = **m/sec**

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**Rahmenplanung Sechtem Ost,**	**Bearb.:** Grü.
	Projektnr.:	11/11/0736	**Anl.:** 5.12
	Versuch - Nr.:	VS 12 (RKS 12)	**Datum :** 27.06.12

	Überstand der Verrohrung über GOK	15 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	13 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	185 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	315 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	513 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	3480 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	2967 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	50893,8 cm³ in	180 sec
	c) Die Wartezeit betrug:	45 min	
	d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU = 513 / 3480 =	0,15
		TU / A = 3480 / 315 =	11,0
	maßgebend: Formel I	x	
	Formel II		

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

A / H = 315 / 513 = 0,61

H / r = 513 / 3 = 171,0

→ 178 = Cu

$$K = \frac{282{,}74}{178 \times 3 \times 513}$$

= 1,03E-03 cm/sec

= **1,03E-05 m/sec**

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

A / r = / =

→ = Cs

K = = cm/sec

x x = **m/sec**

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**Rahmenplanung Sechtem Ost,**	**Bearb.:**	Grü.
	Projektnr.:	11/11/0736	**Anl.:**	5.13
	Versuch - Nr.:	VS 13 (RKS 13)	**Datum :**	27.06.12

	Überstand der Verrohrung über GOK	10 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	8 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	190 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	310 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	508 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	3345 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	2837 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	62203,5 cm³ in	90 sec
	c) Die Wartezeit betrug:	45 min	
	d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU = 508 / 3345 =	0,15
		TU / A = 3345 / 310 =	10,8
	maßgebend: Formel I	x	
	Formel II		

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

A / H = 310 / 508 = 0,61

H / r = 508 / 3 = 169,3

→ 180 = Cu

$$K = \frac{691{,}15}{180 \times 3 \times 508} = 2{,}52E\text{-}03 \text{ cm/sec}$$

= **2,52E-05 m/sec**

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

A / r = / =

→ = Cs

K = = cm/sec

x x = **m/sec**

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**Rahmenplanung Sechtem Ost,**	**Bearb.:**	Grü.
	Projektnr.:	11/11/0736	**Anl.:**	5.14
	Versuch - Nr.:	VS 14 (RKS 14)	**Datum :**	27.06.12

	Überstand der Verrohrung über GOK	10 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	8 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	190 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	210 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	408 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	3226 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	2818 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
	a) Versickerte Wassersäule im Standrohr		
	b) Versickerte Wassermenge Q:	70685,8 cm³ in	120 sec
	c) Die Wartezeit betrug:	45 min	
	d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU = 408 / 3226 =	0,13
		TU / A = 3226 / 210 =	15,4
	maßgebend: Formel I	x	
	Formel II		

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

A / H = 210 / 408 = 0,51

H / r = 408 / 3 = 136,0

→ 150 = Cu

$$K = \frac{589{,}05}{150 \times 3 \times 408} = 3{,}21\text{E-}03 \text{ cm/sec} = \mathbf{3{,}21\text{E-}05 \text{ m/sec}}$$

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

A / r = / =

→ = Cs

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

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

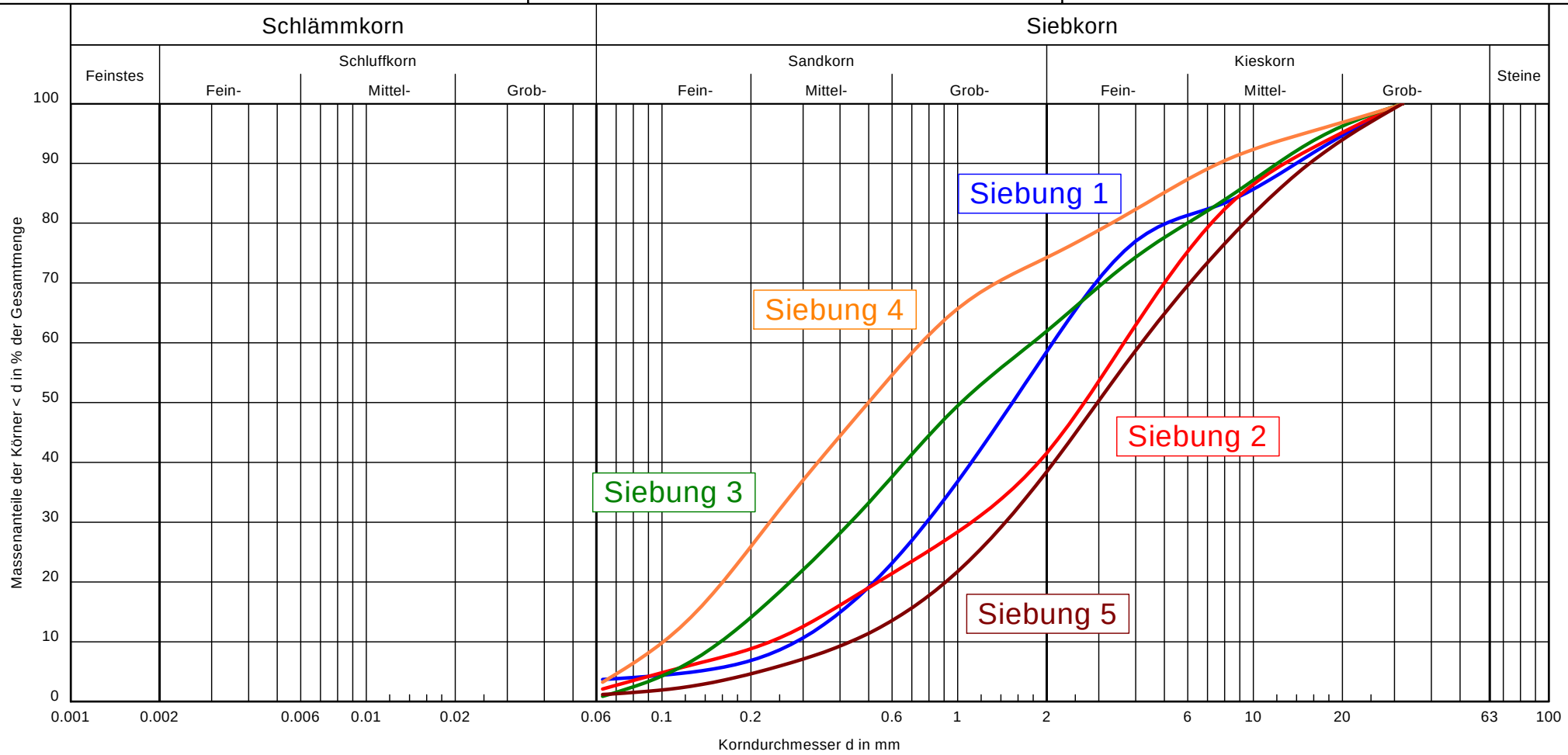
Bearbeiter: Bo. Datum: 05.07.2012

Körnungslinie

Rahmenplanung Sechtem Ost

Projekt-Nr.: 11/11/0736

Prüfungsnummer:
Probe entnommen am: 25.06. - 27.06.2012
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Siebanalyse



Bezeichnung:	1	2	3	4	5
Bodenart:	S, G	S, G	S, fg, mg	S, fg', mg'	G, gs, ms'
Tiefe:	2,5 - 5,0 m	2,6 - 5,0 m	2,7 - 5,0 m	3,2 - 5,0 m	4,0 - 7,0 m
k [m/s] (Hazen):	$9.4 * 10^{-4}$	$6.3 * 10^{-4}$	$2.9 * 10^{-4}$	$1.1 * 10^{-4}$	$2.2 * 10^{-3}$
Entnahmestelle:	RKS 1/1, 1/2	RKS 2/1, 2/2	RKS 3/1, 3/2	RKS 4/1, 4/2	RKS 5/1, 5/2
U/Cc	7.4/1.0	15.7/1.5	11.4/0.7	7.5/0.7	9.7/1.2

Bemerkungen:

Bodenarten nach DIN 18196
Korngrößenverteilung nach DIN 18123

Anlage:
6.1

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

Bearbeiter: Bo. Datum: 05.07.2012

Körnungslinie

Rahmenplanung Sechtem Ost

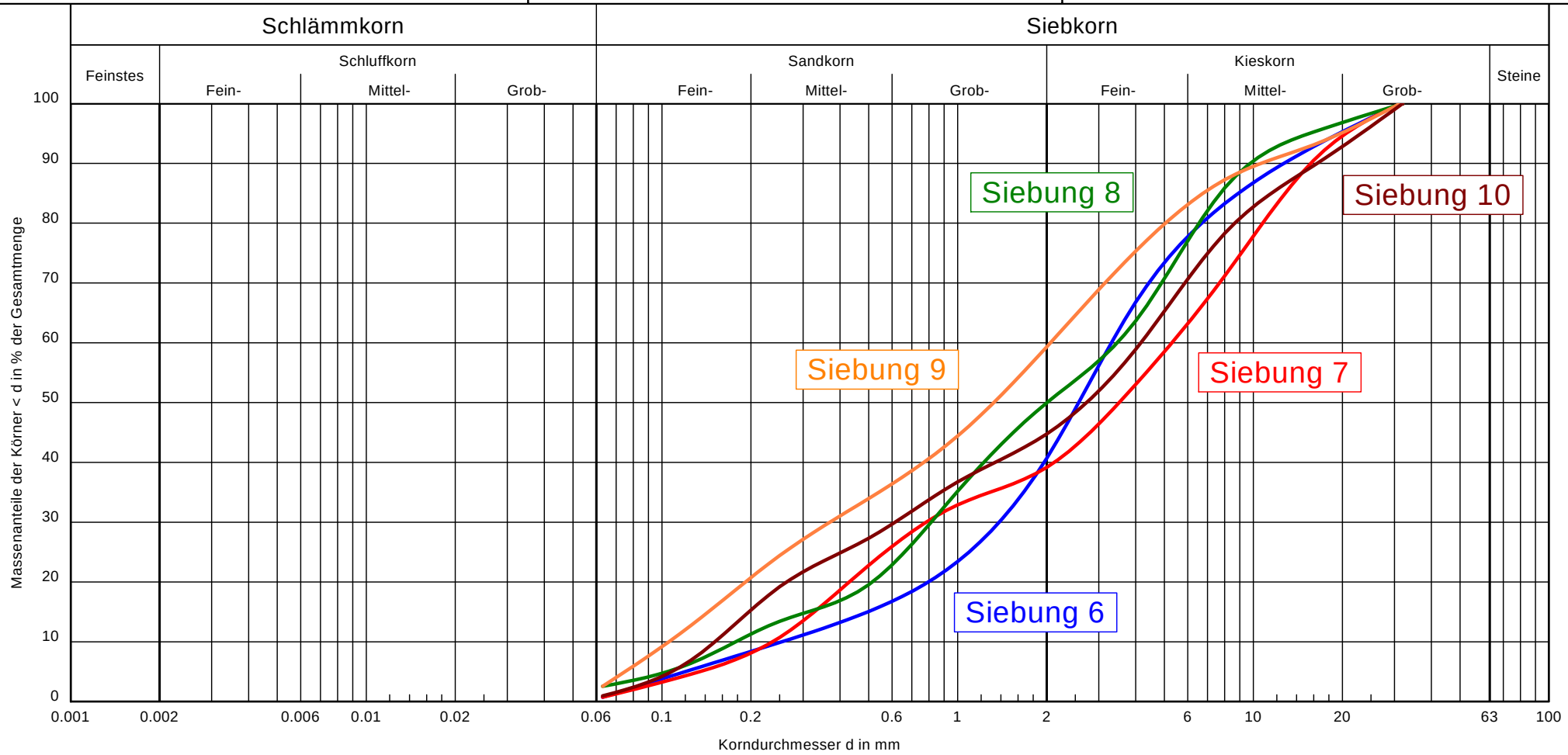
Projekt-Nr.: 11/11/0736

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am: 26.06. - 27.06.2012

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebanalyse



Bezeichnung:	6	7	8	9	10
Bodenart:	S, G	G, ms, fs', gs'	S, G	S, G	S, G
Tiefe:	4,0 - 7,0 m	5,1 - 7,0 m	5,7 - 8,0 m	6,0 - 7,0 m	6,8 - 8,0 m
k [m/s] (Hazen):	$7.5 * 10^{-4}$	$6.5 * 10^{-4}$	$3.7 * 10^{-4}$	$1.3 * 10^{-4}$	$2.6 * 10^{-4}$
Entnahmestelle:	RKS 6/1, 6/2	RKS 7/1	RKS 8a/1, 8a/2	RKS 9/1	RKS 10/1
U/Cc	13.1/2.3	22.5/0.5	19.5/1.1	19.5/0.6	27.6/0.6

Bemerkungen:

Bodenarten nach DIN 18196
Korngrößenverteilung nach DIN 18123

Anlage:
6.2

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

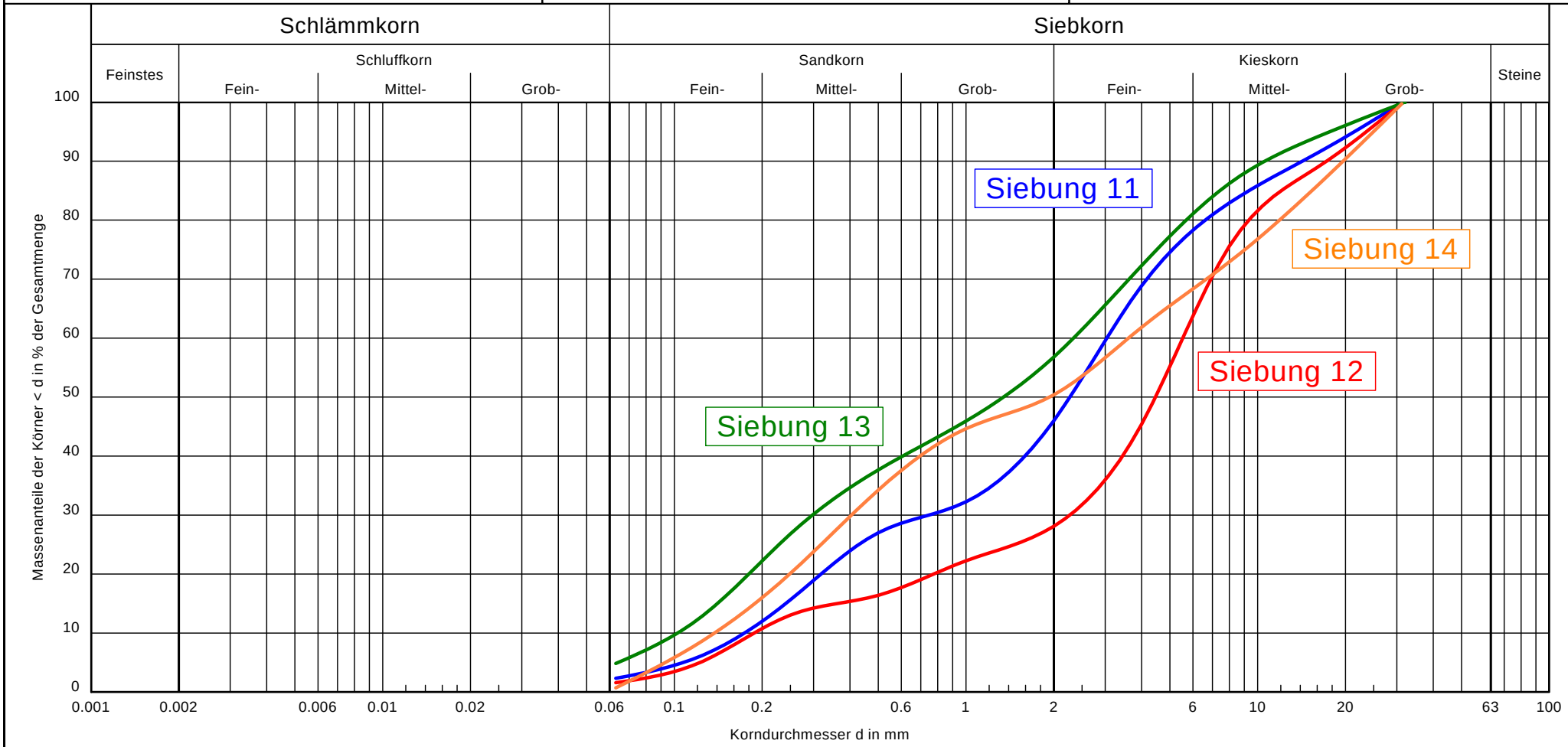
Bearbeiter: Bo. Datum: 05.07.2012

Körnungslinie

Rahmenplanung Sechtem Ost

Projekt-Nr.: 11/11/0736

Prüfungsnummer:
Probe entnommen am: 27.06.2012
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Siebanalyse

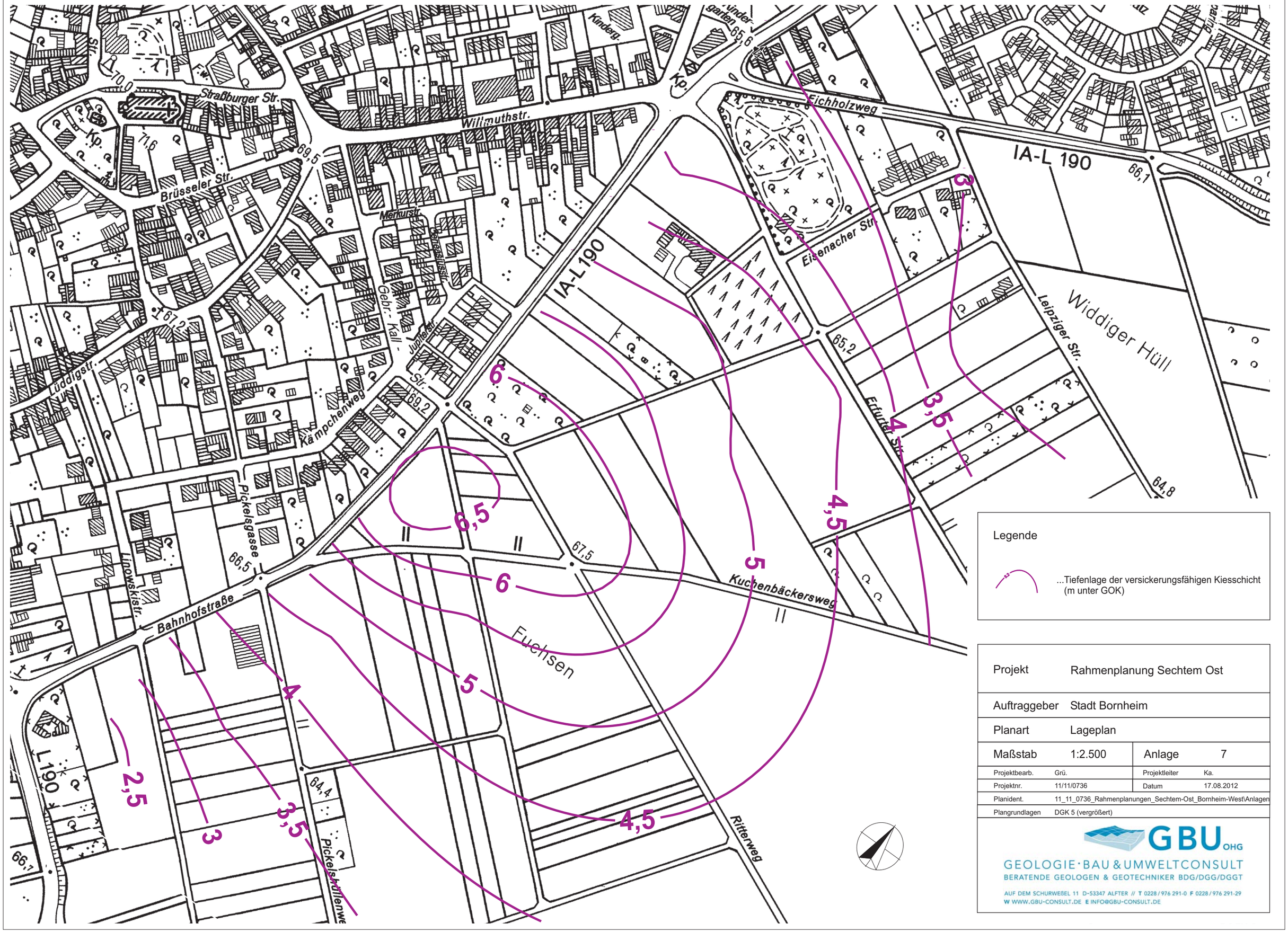


Bezeichnung:	11	12	13	14
Bodenart:	S, G	G, fs', ms', gs'	S, G	S, G
Tiefe:	5,4 - 7,0 m	4,4 - 7,0 m	3,5 - 7,0 m	2,2 - 7,0 m
k [m/s] (Hazen):	$3.5 * 10^{-4}$	$4.1 * 10^{-4}$	$1.2 * 10^{-4}$	$2.2 * 10^{-4}$
Entnahmestelle:	RKS 11/1	RKS 12/1	RKS 13/1, 13/2	RKS 14/1, 14/2
U/Cc	17.5/1.1	29.5/4.9	22.8/0.4	26.3/0.3

Bemerkungen:

Bodenarten nach DIN 18196
Korngrößenverteilung nach DIN 18123

Anlage:
6.3



Legende

...Tiefenlage der versickerungsfähigen Kiesschicht (m unter GOK)

Projekt	Rahmenplanung Sechtem Ost		
Auftraggeber	Stadt Bornheim		
Planart	Lageplan		
Maßstab	1:2.500	Anlage	7
Projektbearb.	Grü.	Projektleiter	Ka.
Projektnr.	11/11/0736	Datum	17.08.2012
Planident.	11_11_0736_Rahmenplanungen_Sechtem-Ost_Bornheim-West\Anlagen		
Plangrundlagen	DGK 5 (vergrößert)		

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