HYDROGEOLOGISCHE BEURTEILUNG ZUR VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT DES UNTERGRUNDES

Projekt:	**BV Landgard, Industriehalle, Bornheim**
Projekt-Nr.:	11/03/0404
Auftraggeber:	Dederichs Projektbau GmbH Johann-Philipp-Reis-Straße 9 53332 Bornheim
Datum:	19. Juli 2011

AUF DEM SCHURWEßEL 11 D-53347 ALFTER // T 0228 / 976 291-0 F 0228 / 976 291-29 // W WWW.GBU-CONSULT.DE E INFO@GBU-CONSULT.DE
BERATENDE GEOLOGEN & GEOTECHNIKER BDG/DGG/DGGT // FACHBAULEITER & KOORDINATOREN N. BGR 128, TRGS 519 U. 524
PERSÖNL. HAFTENDE GESELLSCHAFTER MANFRED RUMI & UWE KANIA

Bearbeitung:

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

Projektleitung:

Uwe Kania

kania@gbu-consult.de

Projektbearbeiter:

Pascal van Elsbergen-Wardthuysen

Sarah Münster

Aufgestellt:
Alfter, 19.07.2011

INHALTSVERZEICHNIS

0 AUFTRAG 4

1 UNTERLAGEN 4

2 ÖRTLICHE SITUATION 5

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN 7

4 ÖRTLICHE SITUATION 7

4.1 Schichtenfolge 7

4.2 Wasserführung im Baugrund 8

5 WASSERDURCHLÄSSIGKEIT DES UNTERGRUNDES 8

5.1 Laborversuche 8

5.2 Feldversuche 10

6 BEWERTUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE 11

7 BEMESSUNG DER VERSICKERUNGSANLAGEN 12

7.1 Allgemeine Hinweise 14

8 SCHLUSSBEMERKUNGEN 14

Anlagen:

1 Ausschnitt aus der Topographischen Karte
2 Ausschnitt aus der Geologischen Karte
3 Lageplan mit Eintragung der Untersuchungspositionen
4 Zeichnerische Darstellung der Bodenaufschlüsse nach DIN EN ISO 14688
5 Auswertungsprotokolle der Versickerungsversuche
6 Körnungslinien
7 Dimensionierung der Versickerungsanlagen nach DWA Arbeitsblatt A 138

0 Auftrag

Die Firma Landgard Obst & Gemüse GmbH & Co. KG plant in 53332 Bornheim-Roisdorf im Bereich Rosental auf einem 33.957 m³ großen Grundstück den Neubau einer Industriehalle mit Bürofläche und angeschlossenen Parkplätzen. Das anfallende Regenwasser der Dachfläche soll über drei Versickerungsmulden in den Untergrund geleitet werden. Z.Zt. wird davon ausgegangen, dass die Verkehrsflächen vorwiegend mit Lkw befahren werden. Ob eine Versickerung mit entsprechender Vorreinigung des anfallenden Wassers gewünscht ist, muss von Seiten des Bauherrn entschieden werden.
Unser Büro wurde über die Dederichs Projektbau GmbH beauftragt, eine Untersuchung zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes durchzuführen und ggfs. einen Vorschlag für eine Versickerungsanlage auszuarbeiten. Die Beurteilung erfolgt vorbehaltlich einer einzuholenden Genehmigung zur Einleitung des Wassers in den Untergrund.

Im Rahmen einer Baugrunduntersuchung wurde das gesamte Gelände rasterförmig untersucht. Im Bereich der vorgesehenen Versickerungsanlagen wurden zusätzliche Bohrungen durchgeführt, und die Bodenverhältnisse auf ihre Versickerungsfähigkeit hin untersucht.

1 Unterlagen

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

- Angebotsplanung, M 1:250, Außenanlagen, Plan-Nr. 043,
  Dederichs Projektbau GmbH, Stand 14.02.2011
- Bebauungsplan, M 1:1000, Plan-Nr. 280 VE 01a,
  Stadt Bornheim, Stand 19.05.2011

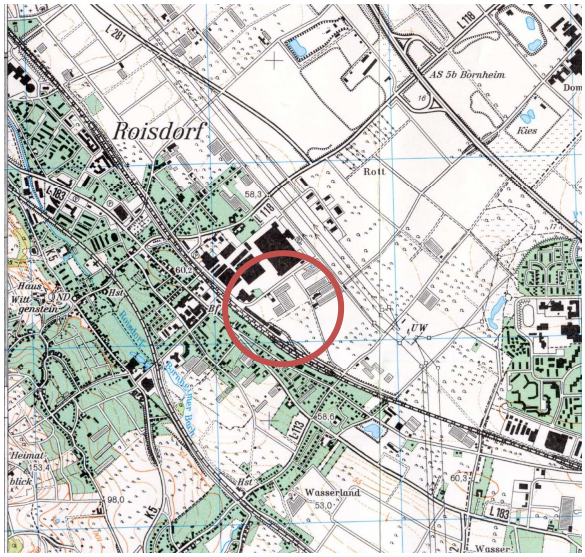
Benutzt wurden darüber hinaus folgende Karten:

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

2 Örtliche Situation

Das Grundstück liegt in Bornheim-Roisdorf und wird nördwestlich von der Straße Rosental erschlossen. Süd- und Nordöstlich begrenzen Felder die zu bebauende Fläche. Im Südwesten verläuft, durch einen schmalen bebauten Streifen abgetrennt, eine Bahntrasse.

Abbildung 1: ca. Lage der Fläche im Stadtplan und im Luftbild



Zum Zeitpunkt der Sondierungen lag der größte Teil der Fläche brach. Es existierte ein Gebäude und eine Halle im nordwestlichen Bereich. Diese sollen im Zuge der Neubebauung abgerissen werden.

Die geplante Industriehalle hat folgende max. Maße:

- Breite 128,25 m
- Länge 112,00 m
- Dachfläche 15.042 m²

Die Park- und Fahrfläche haben eine Gesamtfläche von 10.418 m². Es sind 40 Parkplätze geplant.

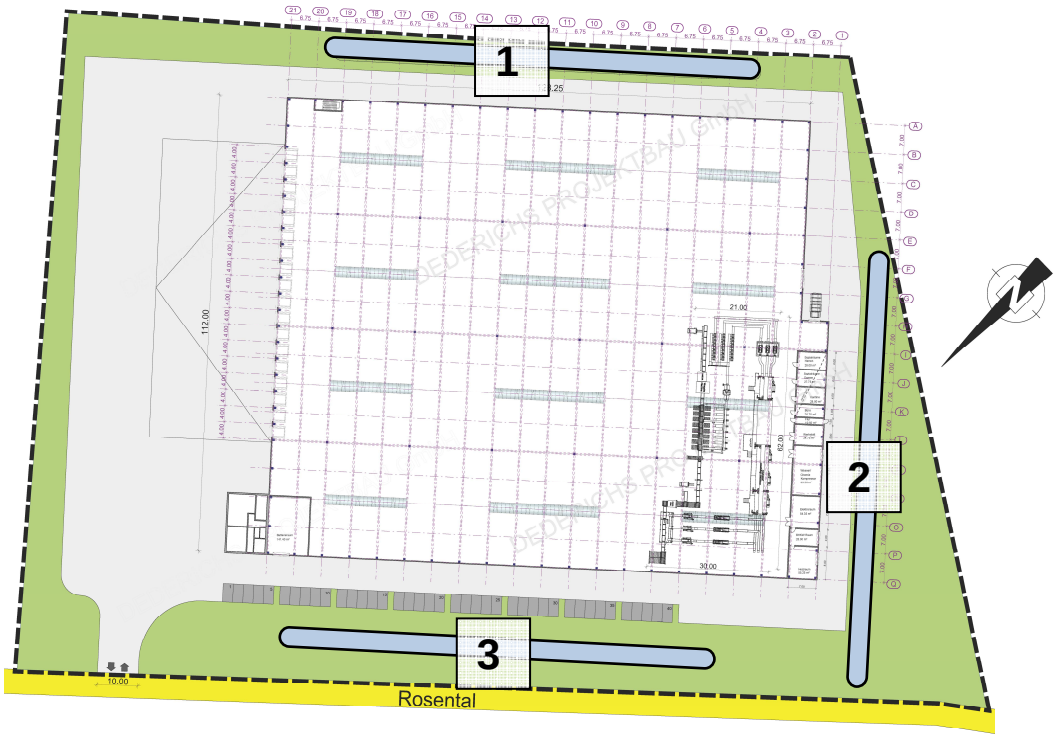
Zudem sind 8.497 m² Grünfläche als Ausgleichsfläche vorgesehen.

Es sind insgesamt 3 Versickerungsmulden (1 – 3) vorgesehen. Jede Mulde ist so ausgelegt, dass sie ca. 1/3 der benötigten Versickerungsfläche darstellt.
In der Abbildung 2 sind diese Flächen, auf der die Versickerungsanlagen positioniert werden können, blau hinterlegt. Im Folgenden werden die Versickerungsflächen mit der dargestellten Nummerierung bezeichnet.

Die Fläche fällt nach Südwesten hin flach ab.

Die Entfernung zum nächsten Vorfluter, dem Bornheimer Bach beträgt rd. 600 m.
Das Untersuchungsgebiet liegt in der festgelegten **Trinkwasserschutzzone III B** mit der Bezeichnung Urfeld.

Abbildung 2: geplante Flächen für Versickerungsanlagen (blau markiert)



3 Durchgeführte Untersuchungen

Im Rahmen der Baugrunduntersuchungen wurden im Bereich der geplanten Bebauung Bohrungen zur Erkundung der Bodenverhältnisse abgeteuft. Der Schichtenaufbau ist im Abschnitt 4.1 beschrieben. Auf der Grundlage der örtlichen Ergebnisse, die weitgehend ähnliche Bodenverhältnisse auswiesen, wurden im Bereich der geplanten Versickerungsmulden versickerungstechnische Untersuchungen durchgeführt.
Hierzu wurden am 21.03.2011 insgesamt 3 Rammkernsondierungen RKS/VS 1 – RKS/VS 3 bis in eine Tiefe von 3,0 m u. GOK niedergebracht. Die Ergebnisse dieser und der benachbarten im Zusammenhang mit den Baugrunduntersuchungen durchgeführten Aufschlussbohrungen wurden gem. DIN 4023 in Schichtprofilen dargestellt (s. Anlage 4).

Zur Erkundung der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes wurden die Sondierlöcher aller Rammkernsondierungen RKS 17/VS 1 – RKS 19/VS 3 ausgebaut und 3 Versickerungsversuche zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (kf – Wert) nach USBR Earth Manual durchgeführt.

4 Örtliche Situation

4.1 Schichtenfolge

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

- Sande und Lehme
- Flussaufschüttung der Niederterrasse (Kiese, mit Sand und Geröllen)

Unterhalb der Mutterbodendeckschicht wurden **Feinsande** und **Mittelsand** angetroffen. Die untergeordnete Komponente Schluff, Feinsand, Mittelsand und Kies variieren von stark bis sehr schwach. Sie reichen **bis in die max. Abteuftiefe von > 3 m**.

Die Sandschichten sind mit **Lehmstreifen und -linsen** durchzogen. Seine Mächtigkeit nimmt nach Süden hin ab. Örtlich eng begrenzt können die Schluffschichten bis in eine Tiefe von 4, 80 m reichen. Dies ist beim Bau der Versickerungsanlage zu berücksichtigen. Detailiertere Beschreibung siehe Anlage 4.

Bei den tieferen Sondierungen für die Buagrunduntersuchungen wurde im Liegenden der Sande **Kiesschichten** erbohrt. Diese hatten Beimengungen von Mittelsand und Feinsand.

Bei den genannten Mächtigkeitsangaben handelt es sich um die in den einzelnen Untersuchungspunkten ermittelten Werte. Es ist nicht auszuschließen, dass an nicht untersuchten Stellen des Baufeldes hiervon abweichende Schichtmächtigkeiten vorliegen.

Die im Einzelnen ermittelte Schichtenabfolge und deren Beschreibung ist den beigefügten Schichtenbildern (Anlage 4) zu entnehmen.

4.2 Wasserführung im Baugrund

Grundwasser wurde zum Zeitpunkt der Untersuchungen bei den Sondierungen bis in eine Tiefe von 7 m nicht angetroffen.

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

5 Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes

5.1 Laborversuche

Aus den gewachsenen nichtbindigen Bodenschichten wurden aus unterschiedlichen Bohrungen anstehendes Probenmaterial (Kies, sandig bzw. Sand) entnommen (Entnahmetiefe zwischen 1,10 und 5,00 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 wechsellagernde Sand- und Kiesschichten der Niederterrasse des Rheins. Der obere Bereich ist meist sandig ausgebildet.

In Bezug auf die Korngröße handelt es sich bei den Bodengruppen nach DIN 18196 um enggestuften Sand (SE) bzw. um weit bis intermittierend gestufte Kiese.

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 1**:* Durchlässigkeitsbeiwerte ermittelt nach *Hazen*

Versuch	***Bodenart***	***Tiefe (m)***	***Durchlässigkeitsbeiwert k_f Wert nach Hazen***
RKS 5/5	Sand und Kies	3,5 – 5,0	**$4{,}8 \times 10^{-4}$ m/s**
RKS 6/2	Feinsand, stark mittelsandig	1,1 – 3,0	**$6{,}3 \times 10^{-5}$ m/s**
RKS 9/7	Sand und Kies	4,2 – 5,0	**$6{,}0 \times 10^{-4}$ m/s**
RKS 13/5	Mittelsand, feinsandig	2,4 – 3,4	**$8{,}8 \times 10^{-5}$ m/s**

Die anstehenden Bodenarten zeigen mittlere Durchlässigkeitsbeiwert von:

- **Sandschichten** $\mathbf{k_f = 7{,}6 \times 10^{-5}}$ **m/s**
- **Kiesschichten** $\mathbf{k_f = 5{,}4 \times 10^{-4}}$ **m/s**

Demnach ist das anstehende Bodenmaterial als **stark durchlässig** bis **durchlässig** zu klassifizieren (s.a. Tabelle 3).
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.

5.2 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 (k_f-Wert) ausgedrückt.
Zur Erkundung der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes wurden insgesamt **3 Versickerungsversuche** zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes nach USBR Earth Manual durchgeführt. Hierzu wurden die Rammkernsondierungen zunächst mit einem wirksamen Bohrdurchmesser von 60 mm abgeteuft und der Schichtenaufbau aufgenommen.
Die Versickerungsbohrungen wurden anschließend mit einer HDPE - Vollrohrgarnitur ausgebaut und mit einer Quelltonabdichtung zur Oberfläche hin versehen.
Die Lage der Versickerungsbohrungen ist dem Lageplan in Anlage 3 zu entnehmen. Die zeichnerische Darstellung der Rammkernsondierungen nach DIN 4023 kann der Anlage 4 entnommen werden.
Nach einer ausreichenden Sättigungszeit wurde durch Befüllen des Standrohres die Sickerrate pro Zeiteinheit gemessen. Auf der Grundlage dieser Sickerrate lässt sich der k_f-Wert (Durchlässigkeitsbeiwert) als bestimmende Kenngröße für die Aufnahmefähigkeit des Untergrundes für Niederschlagswasser berechnen.

Die Versuche wurden in den oberflächennäheren Mittelsandschichten ausgeführt.

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

Tabelle 2: k_f-Werte aus Versickerungsversuchen

Versuch	***Bodenart***	***Tiefe (m)***	***K_f-Wert***
VS 1	Feinsand, Mittelsand	2,0 – 3,0	**2,9 x 10^{-5} m/s**
VS 2	Feinsand, Mittelsand	2,0 – 3,0	**3,3 x 10^{-5} m/s**
VS 3	Feinsand, Mittelsand	2,0 – 3,0	**3,2 x 10^{-5} m/s**

Nach DIN 18130 sind die Bodenschichten als **durchlässig** zu klassifizieren.

Im Folgenden wird mit einem mittleren Durchlässigkeitsbeiwert von k_f = 3,1 x 10^{-5} m/s gerechnet.

Tabelle 3: Durchlässigkeitsbereiche in Abhängigkeit vom Durchlässigkeitsbeiwert (n. 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 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

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

<u>Versickerungsmulden</u>

Als Grenz-Durchlässigkeitsbeiwert nach Arbeitsblatt DWA A 138 (Fassung 2005: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser) 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 § 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 **Sandböden** (Feinsande/Mittelsand) angetroffen, die nach den Untersuchungsergebnissen einen Durchlässigkeitsbeiwert von **3,1 x 10^{-5} m/s** aufweisen.

Die o. a. Anforderungen an die Durchlässigkeit des Untergrundes für eine Versickerung in einer **Mulde** werden für alle in Frage kommenden Bereiche erfüllt.
Ein ausreichender Grundwassersohlabstand ist gewährleistet.
Eine dezentrale Versickerung des Dachflächenwassers über Versickerungsmulde kann somit in Betracht gezogen werden.

7 Bemessung der Versickerungsanlagen

Das Dachflächenwasser kann in den hierfür vorgesehenen Streifen parallel zum Gebäude versickert werden (sh. Abb. 2 und Anl. 3).

Für die Versickerung werden ein Mulden vorgeschlagen.
Für die Bemessung wurde von folgenden angeschlossenen Flächen ausgegangen:

- Dachfläche (rd. 15.000 m²)
- An jede Mulde wird ca. 1/3 der Dachfläche angeschlossen

Unter Berücksichtigung des entsprechenden Abflussbeiwertes für ein Schrägdach von 0,9 beträgt die angeschlossene undurchlässige Fläche für jede Mulde A_u = 4500 m².
Die Bemessung erfolgt auf der Grundlage des Regelwerkes der Abwassertechnischen Vereinigung e.V. (ATV) Arbeitsblatt DWA A 138 (Fassung 2005: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser).
Die Berechnung erfolgt mit der Software zum o. a. Arbeitsblatt (Version 2006).
Die zu Grunde gelegten Daten sind den Berechnungsausdrucken (s. Anlage 6) zu entnehmen.
Demnach ergibt sich folgende erforderliche Größe der Anlage, wobei die Rigole in Quaderform bis zur erf. Einstauhöhe gerechnet wurde:

Mulde 1

Muldenfläche (Sohle)	A	= 250 m²
Muldenbreite (Sohle)	bm	= 2,5 m
Muldenlänge (Sohle)	Lm	= 100 m
Stauvolumen	V	= 128 m³
Erforderliche Muldentiefe	t	= 2,20 m
Erforderliche Einstautiefe	zM	= 0,51 m

Mulde 2

Muldenfläche (Sohle)	A	= 281 m²
Muldenbreite (Sohle)	bm	= 3,75 m
Muldenlänge (Sohle)	Lm	= 75 m
Stauvolumen	V	= 123 m³
Erforderliche Muldentiefe	t	= 2,00 m
Erforderliche Einstautiefe	zM	= 0,44 m

Mulde 3

Muldenfläche (Sohle)	A	= 250 m²
Muldenbreite (Sohle)	bm	= 5,0 m
Muldenlänge (Sohle)	Lm	= 50 m
Stauvolumen	V	= 128 m³
Erforderliche Muldentiefe	t	= 2,00 m
Erforderliche Einstautiefe	zM	= 0,51 m

Die unterschiedliche Länge/Breite der Rigolen resultiert aus den örtlich ungünstigeren Bodenverhältnissen, die so entsprechend ausgespart werden können. Es wird empfohlen im Zuge der weiteren Planungen eine möglichst optimale Lage unter den Aspekten Versickerungsfähigkeit im Untergrund und Platzbedarf zu ermitteln. Im Lageplan sind lediglich die generell in Frage kommenden Flächen eingetragen.

Die Tiefe der Versickerungsmulden ist erforderlich, um die gut versickerungsfähigen Schichten zu erreichen. Durch die im Vergleich geringe Einstautiefe ergibt sich eine hohe Versagenssicherheit.

Die Abmessungen der Mulde beziehen sich jeweils auf die Sohle. Bei der Ermittlung des Platzbedarfs sind die Böschungen zu berücksichtigen.

Insgesamt ist bei der Berechnung die Fläche der Mulde maßgebend. Diese kann auch durch andere Kubaturen erreicht werden, sind die Formen der Mulde flexibel.

7.1 Allgemeine Hinweise

In der Sohle und an den seitl. Böschungen der Mulde ist bis in eine Höhe von mind. 0,30 m über erf. Einstauhöhe eine belebte Bodenschicht einzubauen. In der Regel wird ein Mutterboden-Sand-Gemisch verwendet. Der durchgeführten Berechnung liegt ein Durchlässigkeitsbeiwert von k_f-Wert = 5,0 x 10^{-5} m/s zu Grunde. Dieser Wert ist vor dem Einbau des Materials zu prüfen.
Der Einlauf in die Mulde ergibt sich durch die frostsichere Verlegung der Zuleitungen. Der Boden am Einlaufpunkt ist durch eine entsprechende Sicherung (Steine o.Ä.) vor Ausspülungen zu schützen.
Um eine gleichmäßige hydraulische Belastung der Muldensohle zu gewährleisten, ist die Sohle eben und auf gleichem Höhenniveau herzustellen. Wenn möglich sollten für jede Mulde mehrere Einlaufpunkte hergestellt werden.

Es ist ein Abstand von benachbarten Grundstücken einzuhalten, der Gefährdungen und etwaige Beeinträchtigungen ausschließt.

8 Schlussbemerkungen

Diese gutachterliche Stellungnahme ist von unserem Auftraggeber oder dessen Vertreter allen am Bau maßgeblich Beteiligten vollständig zur Kenntnis zu bringen.
Entsprechend der vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen Baugrund und Bauwerk ist das Gutachten nur in seiner Gesamtheit verbindlich.
Änderungen in den Grundlagen und vom Gutachten abweichende Bauausführungen bedürfen der Überprüfung und der Zustimmung des Unterzeichners.

Der Bericht gibt den Kenntnisstand vom 19. Juli 2011 wieder.

GBU
Geologie-, Bau- & Umweltconsult
Beratende Geologen und Geotechniker BDG/DGG/DGGT
Fachbauleiter & Koordinatoren nach BGR 128 und TRGS 519/524

Alfter, den 19. Juli 2011

Der Gutachter

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

Uwe Kenia
(Geschäftsinhaber)

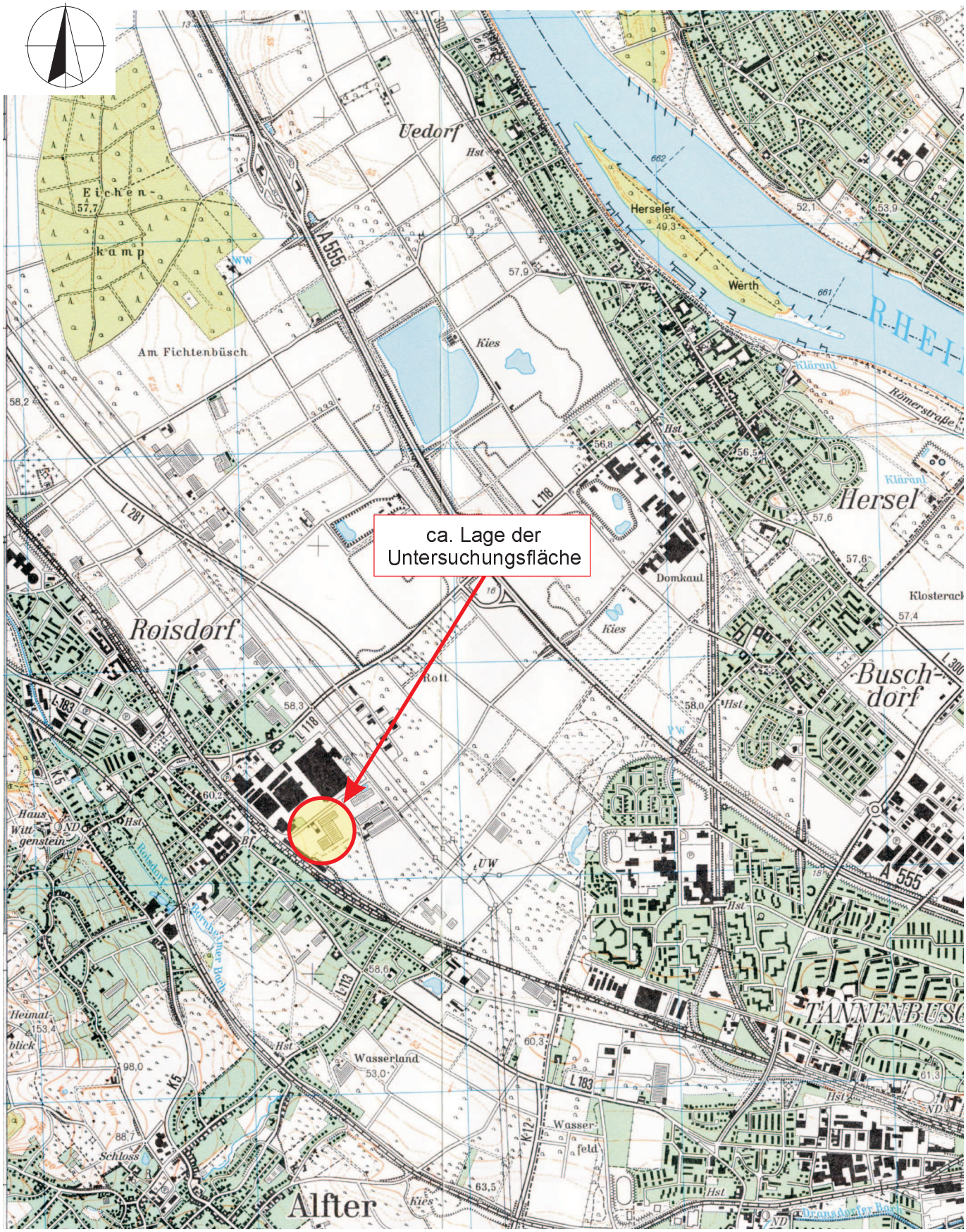
Dipl.-Geol. Pascal van Elsbergen-Wardthuysen
(Projektleiter)

Anlagen

Ausschnitt aus der Topographischen Karte
Übersicht 1:25.000

GBU
GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT

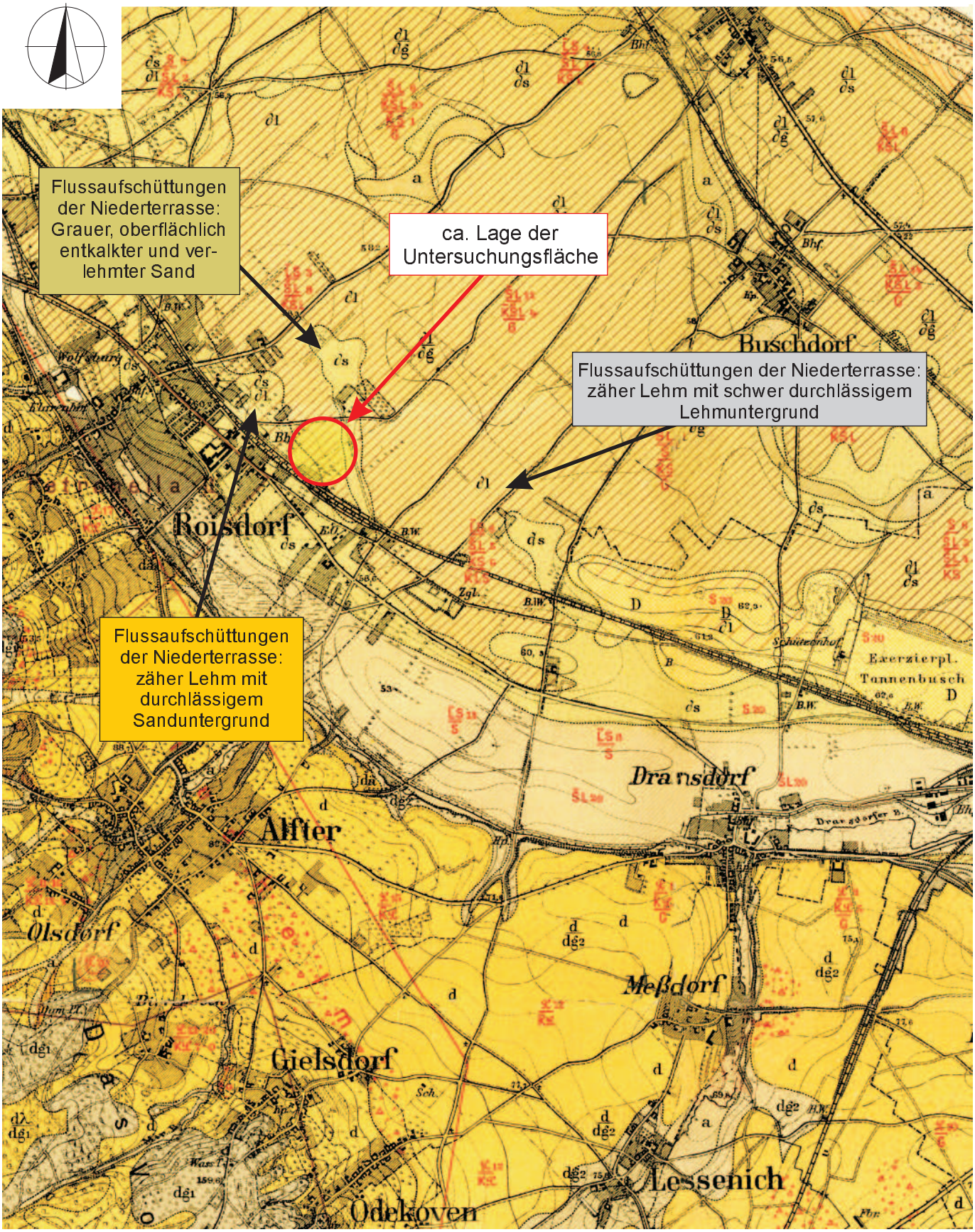
Projekt:	Landgard, Industriehalle, Rosental, Bornheim				
Projekt-Nr:	11/03/0404	Bearbeiter: Mü.	Maßstab: 1:25.000	Anlage : 1	Datum: 19.07.2011

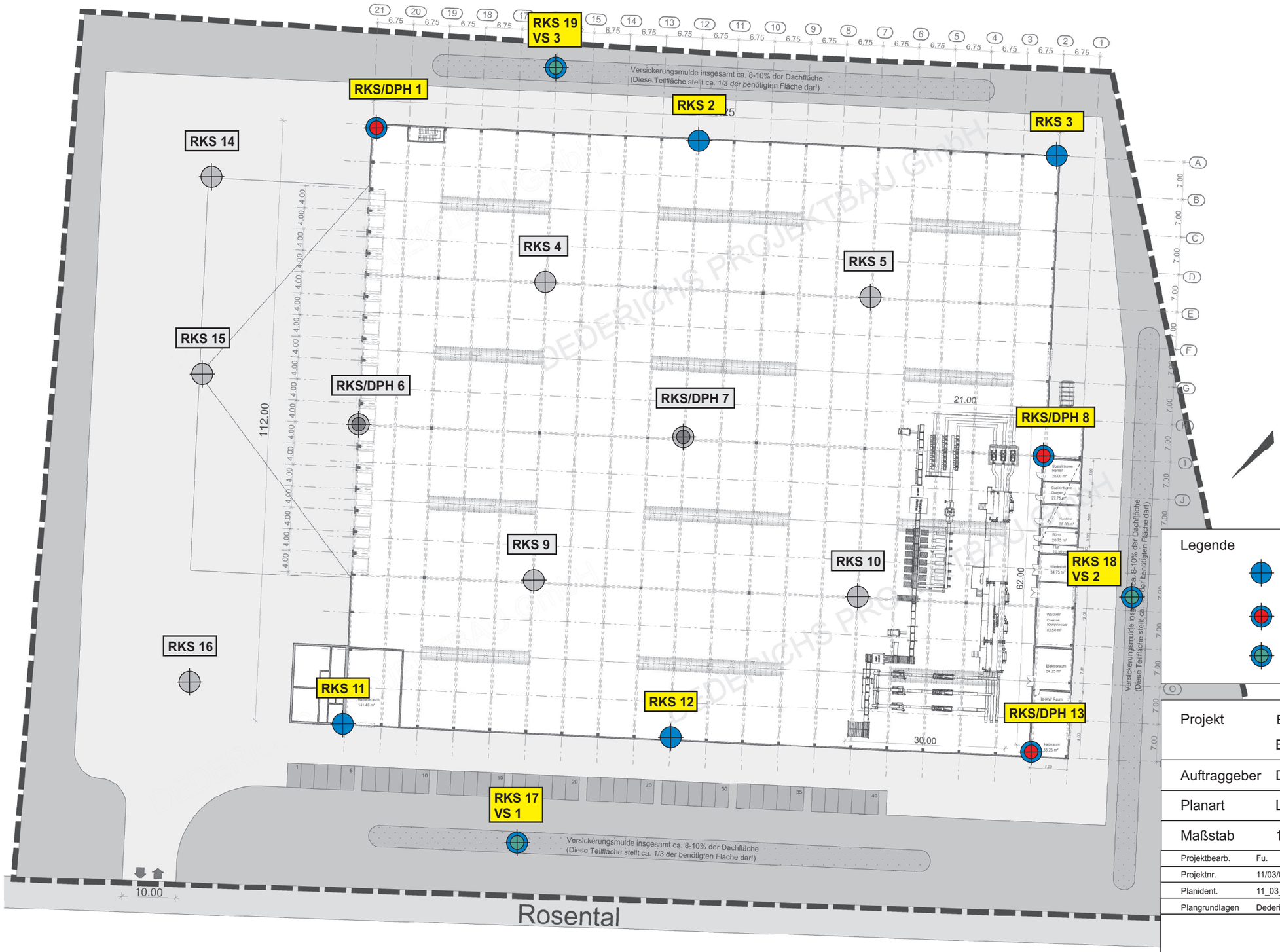


Ausschnitt aus der Geologischen Karte

Projekt:	Landgard, Industriehalle, Rosental, Bornheim				
Projekt-Nr:	11/03/0404	Bearbeiter: Mü.	Maßstab: 1 : 25 000	Anlage : 2	Datum: 19.07.2011

GBU
GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT





Legende

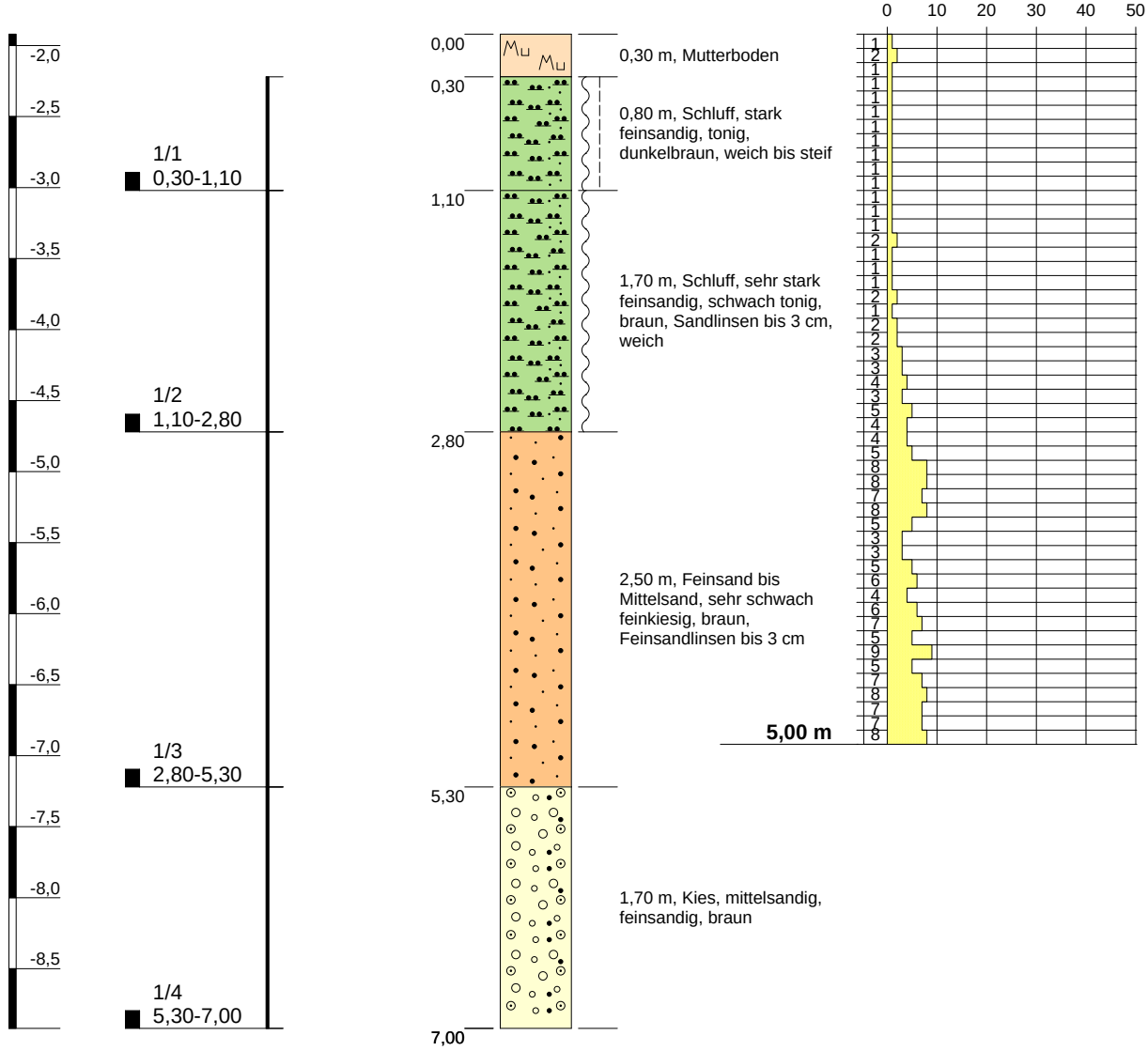
- ...Rammkernsondierung RKS
- ...Rammkernsondierung RKS, Rammsondierung DPH
- ...Rammkernsondierung RKS, Versickerungsversuch VS

Projekt	BV Industriehalle, Rosenthal, Bornheim Baugrunduntersuchung		
Auftraggeber	Dederichs Projektbau GmbH		
Planart	Lageplan		
Maßstab	1:750	Anlage	3
Projektbearb.	Fu.	Projektleiter	Ka.
Projektnr.	11/03/0404	Datum	04.04.2011
Planident.	11_03_0404_Landgard_Industriehalle_Bornheim\ Anlagen\ Anlage 3		
Plangrundlagen	Dederichs Projektbau GmbH, Angebotsplanung, Plan Nr. 043		

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/DPH 1

-1,92 m ü OK Straße



Maßstab: 1:50

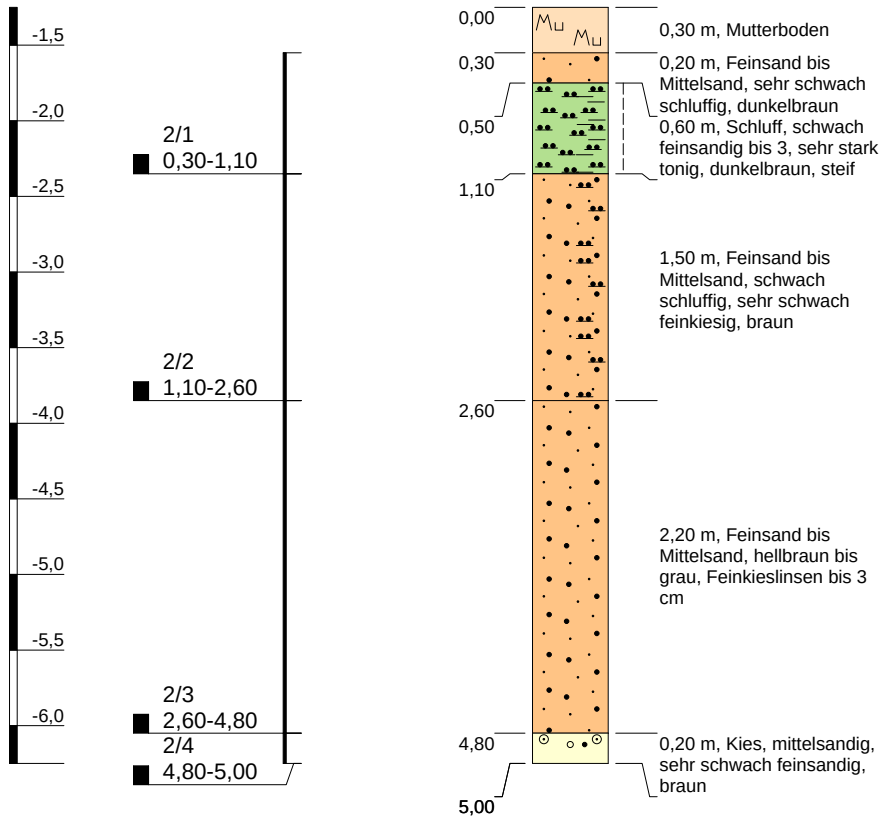
Blatt 1 von 1

Projekt:	**BV Industriehalle, Rosental, Bornheim**		
Bohrung:	**RKS/DPH 1**		
Projektnr.:	11/03/0404	Anlage:	4.1
Lage:	s. Lageplan	Datum:	21.03.2011
Ansatzhöhe:	-1,92 m ü. OK Straße	Endtiefe:	7,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.	Auftraggeber:	Dederichs Projektbau GmbH

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 2

-1,25 m ü OK Straße



Maßstab: 1:50

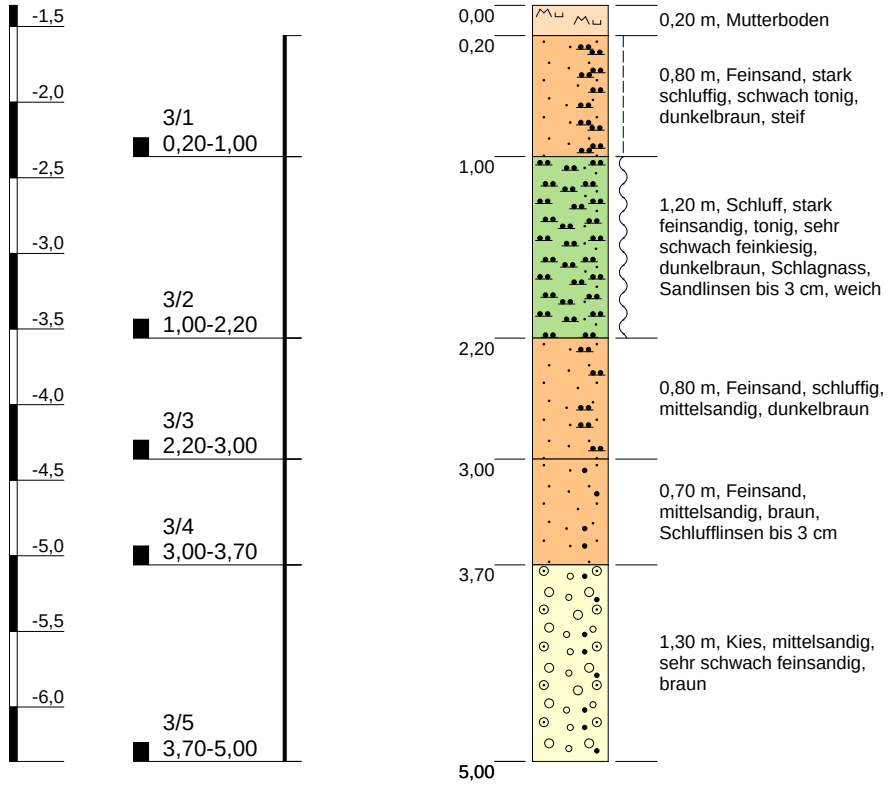
Blatt 1 von 1

Projekt:	**BV Industriehalle, Rosental, Bornheim**		
Bohrung:	**RKS 2**		
Projektnr.:	11/03/0404	Anlage:	4.2
Lage:	s. Lageplan	Datum:	21.03.2011
Ansatzhöhe:	-1,25 m ü. OK Straße	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.	Auftraggeber:	Dederichs Projektbau GmbH

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 3

-1,36 m ü OK Straße



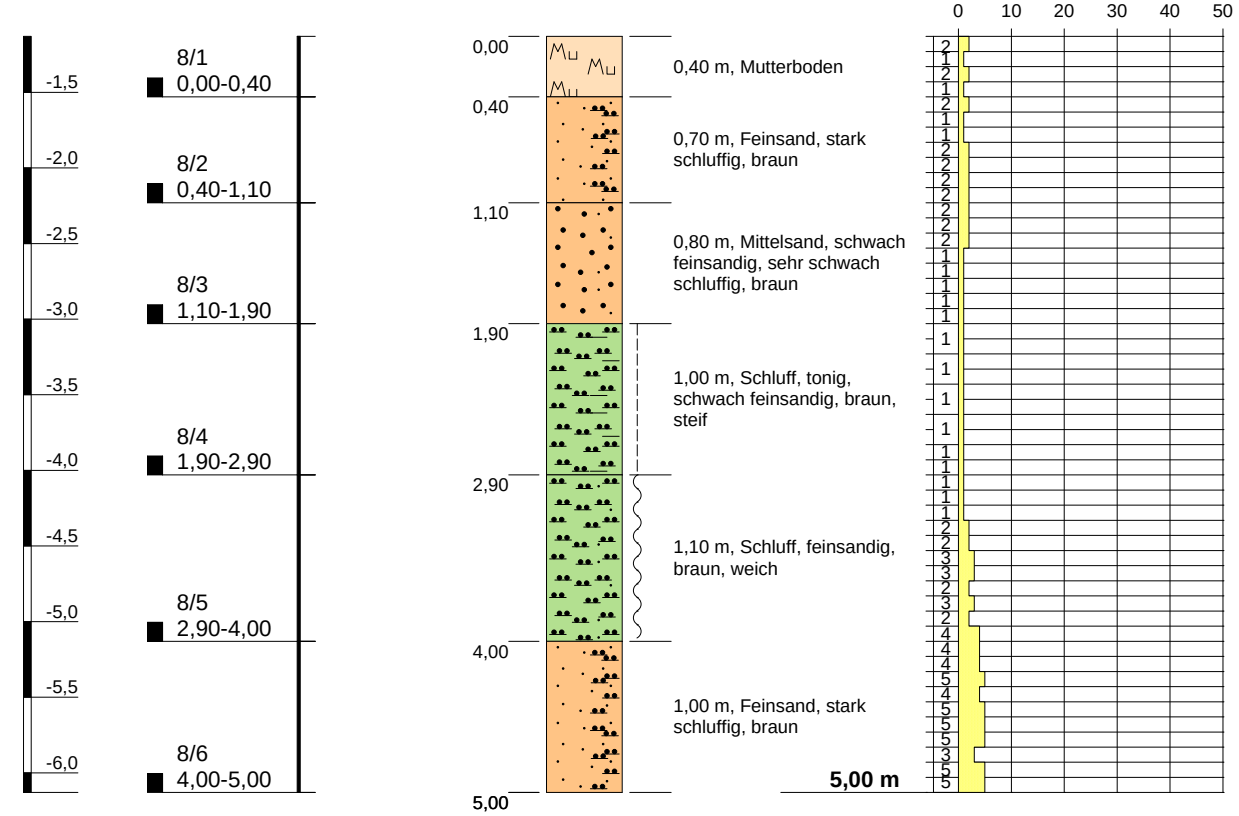
Maßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt:	**BV Industriehalle, Rosental, Bornheim**		
Bohrung:	**RKS 3**		
Projektnr.:	11/03/0404	Anlage:	4.3
Lage:	s. Lageplan	Datum:	21.03.2011
Ansatzhöhe:	-1,36 m ü. OK Straße	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.	Auftraggeber:	Dederichs Projektbau GmbH

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS/DPH 8



Maßstab: 1:50

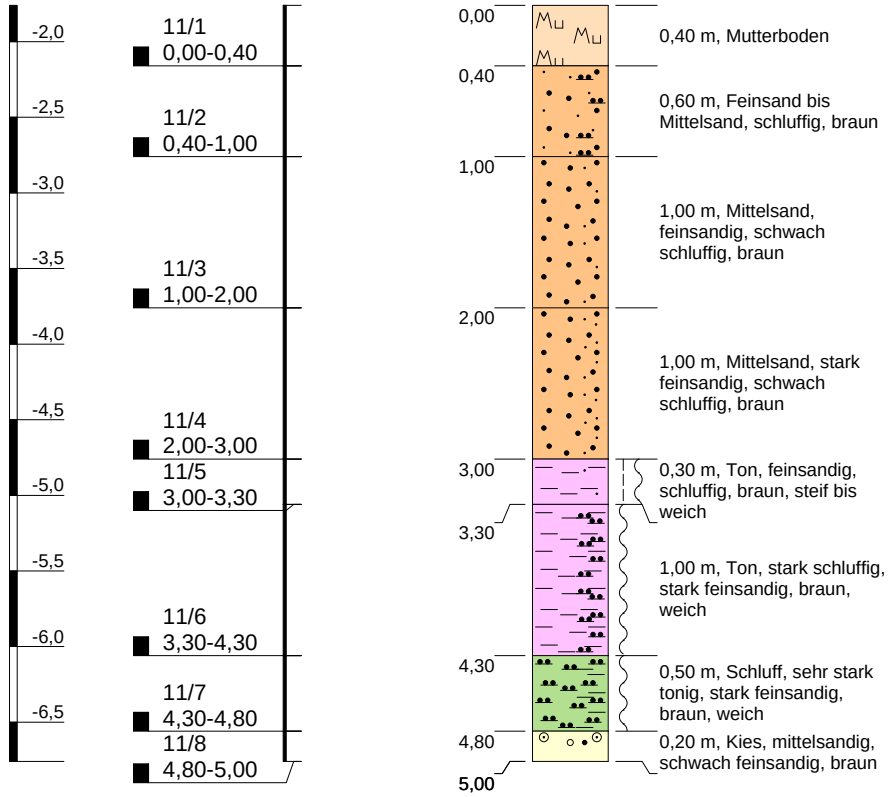
Blatt 1 von 1

Projekt:	**BV Industriehalle, Rosental, Bornheim**		
Bohrung:	**RKS/DPH 8**		
Projektnr.:	11/03/0404	Anlage:	4.8
Lage:	s. Lageplan	Datum:	21.03.2011
Ansatzhöhe:	-1,13 m ü. OK Straße	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	Ba./Li.	Auftraggeber:	Dederichs Projektbau GmbH

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 11

-1,76 m ü OK Straße



Maßstab: 1:50

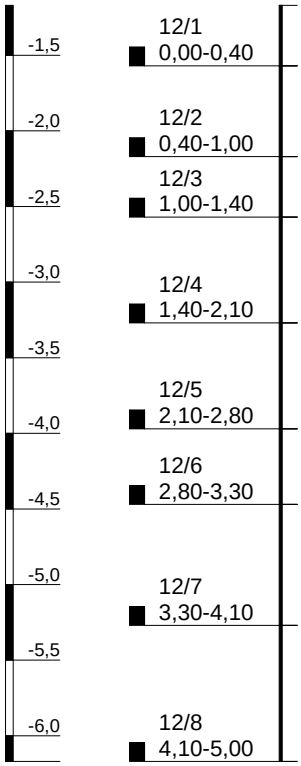
Blatt 1 von 1

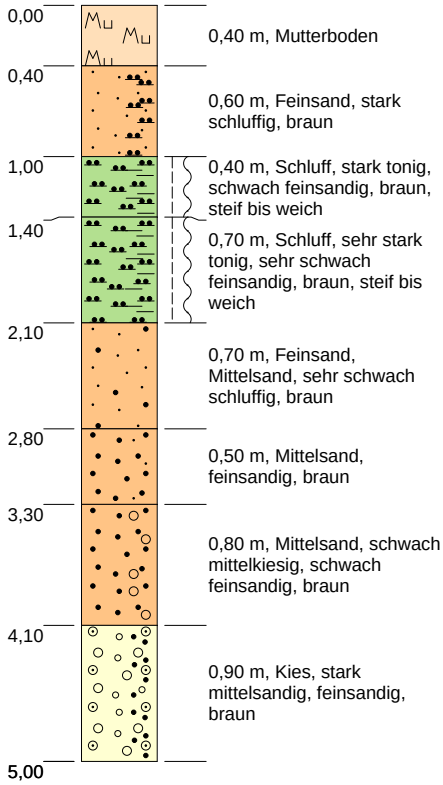
Projekt:	**BV Industriehalle, Rosental, Bornheim**		
Bohrung:	**RKS 11**		
Projektnr.:	11/03/0404	Anlage:	4.11
Lage:	s. Lageplan	Datum:	21.03.2011
Ansatzhöhe:	-1,76 m ü. OK Straße	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	Ba./Li.	Auftraggeber:	Dederichs Projektbau GmbH

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 12

-1,17 m ü OK Straße





Maßstab: 1:50

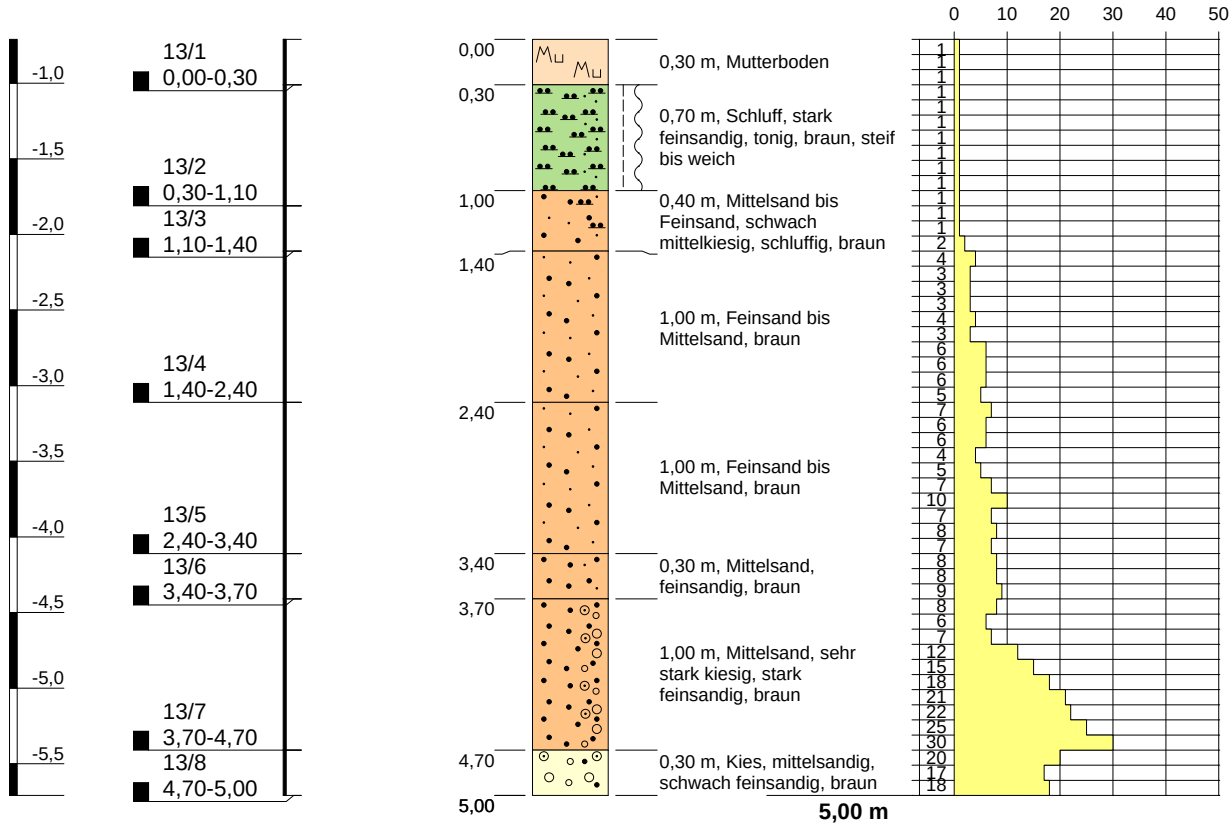
Blatt 1 von 1

Projekt:	**BV Industriehalle, Rosental, Bornheim**		
Bohrung:	**RKS 12**		
Projektnr.:	11/03/0404	Anlage:	4.12
Lage:	s. Lageplan	Datum:	21.03.2011
Ansatzhöhe:	-1,17 m ü. OK Straße	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	Ba./Li.	Auftraggeber:	Dederichs Projektbau GmbH

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS/DPH 13

-0,71 m ü OK Straße



Maßstab: 1:50

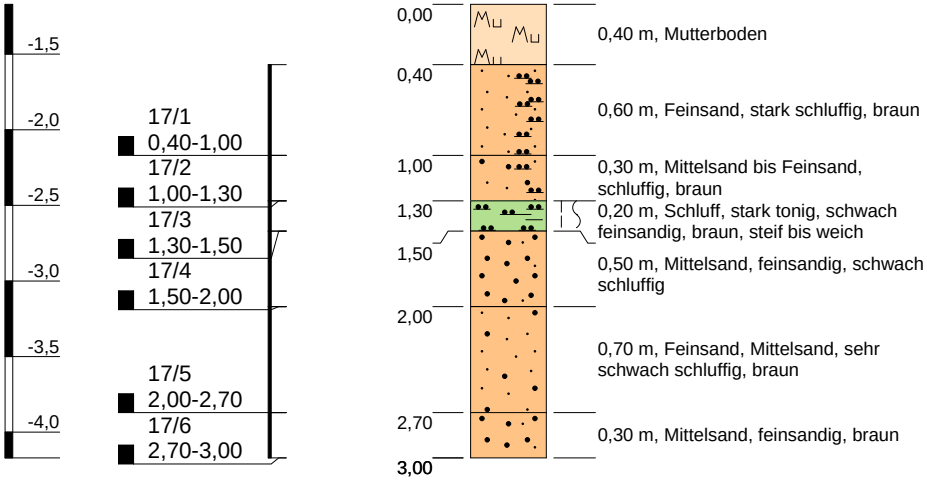
Blatt 1 von 1

Projekt:	**BV Industriehalle, Rosental, Bornheim**		
Bohrung:	**RKS/DPH 13**		
Projektnr.:	11/03/0404	Anlage:	4.13
Lage:	s. Lageplan	Datum:	21.03.2011
Ansatzhöhe:	-0,71 m ü. OK Straße	Endtiefe:	5,00 m
Bearbeiter:	Ba./Li.	Auftraggeber:	Dederichs Projektbau GmbH

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 17 / VS 1

-1,17 m ü. NN



Maßstab: 1:50

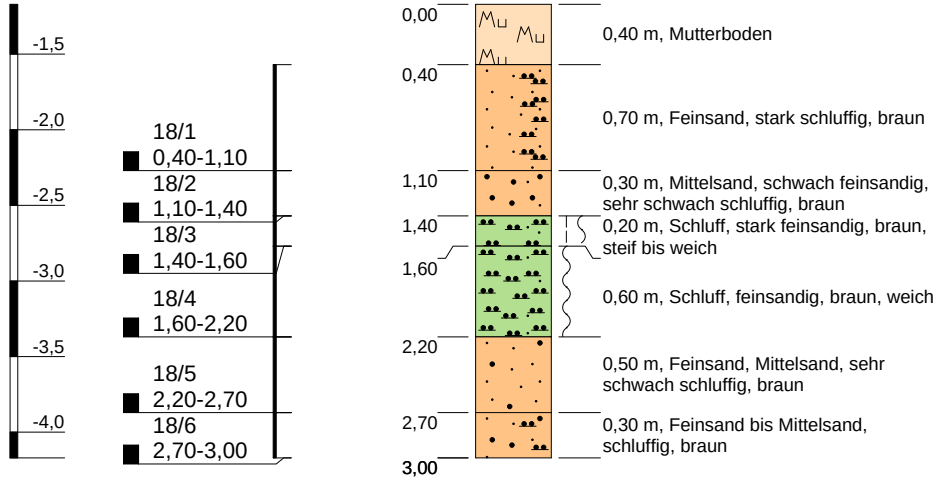
Blatt 1 von 1

Projekt:	**BV Industriehalle, Rosental, Bornheim**		
Bohrung:	**RKS 17 / VS 1**		
Projektnr.:	11/03/0404	Anlage:	4.17
Lage:	s. Lageplan	Datum:	21.03.2011
Ansatzhöhe:	-1,17 m ü. NN	Endtiefe:	3,00 m
Bearbeiter:	Ba./Li.	Auftraggeber:	Dederichs Projektbau GmbH

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 18 / VS 2

-1,17 m ü. NN



Maßstab: 1:50

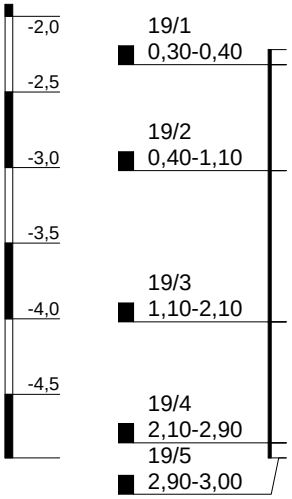
Blatt 1 von 1

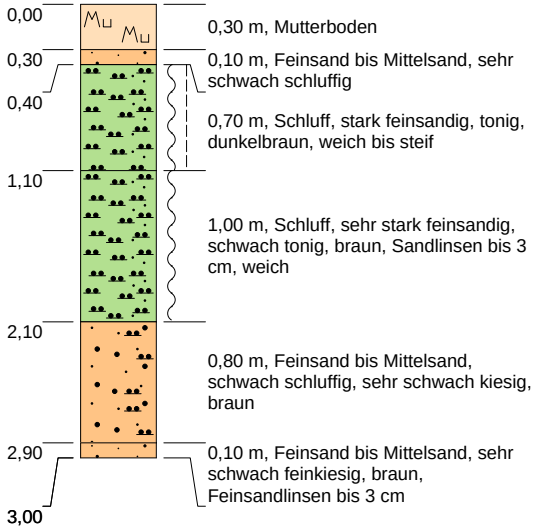
Projekt:	**BV Industriehalle, Rosental, Bornheim**		
Bohrung:	**RKS 18 / VS 2**		
Projektnr.:	11/03/0404	Anlage:	4.18
Lage:	s. Lageplan	Datum:	21.03.2011
Ansatzhöhe:	-1,17 m ü. NN	Endtiefe:	3,00 m
Bearbeiter:	Ba./Li.	Auftraggeber:	Dederichs Projektbau GmbH

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

RKS 19 / VS 3

-1,92 m ü. NN





Maßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt:	**BV Industriehalle, Rosental, Bornheim**		
Bohrung:	**RKS 19 / VS 3**		
Projektnr.:	11/03/0404	Anlage:	4.19
Lage:	s. Lageplan	Datum:	21.03.2011
Ansatzhöhe:	-1,92 m ü. NN	Endtiefe:	3,00 m
Bearbeiter:	Pank./Ax.	Auftraggeber:	Dederichs Projektbau GmbH

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

Arbeitsblatt DWA-A 138

A138-*XP*

Version 2006

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Geologie-, Bau- & Umweltconsult oHG

Auf dem Schurwessel 11
53347 Alfter

Deutsche Vereingung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.

Lizenznr.: 400-0706-0433

Projekt

Bezeichnung:	BV Industriehalle, Rosental, Bornheim-Roisdorf	Datum: 28.04.2011
Bearbeiter:	Kania	
Bemerkung:	Mulde 1	

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m²]	mittlerer Abfluss-beiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m²]	Beschreibung der Fläche
1	5000,00	0,90	4500,00	1/3 der Gesamtdachfläche
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	**5000,00**	**0,90**	**4500,00**	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z 1,2

Arbeitsblatt DWA-A 138

A138-*XP*

Version 2006

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Deutsche Vereingung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.

Geologie-, Bau- & Umweltconsult oHG

Auf dem Schurwessel 11
53347 Alfter

Lizenznr.: 400-0706-0433

Projekt

Bezeichnung:	BV Industriehalle, Rosental, Bornheim-Roisdorf	Datum: 28.04.2011
Bearbeiter:	Kania	
Bemerkung:	Mulde 1	

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A_u	4500	m²
mittlere Versickerungsfläche	A_S	250	m²
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f	0,000031	m/s
Niederschlagsbelastung	Station	Bonn	
	n	0.2	1/a
Zuschlagsfaktor	f_z	1,2	

Bemessung der Versickerungsmulde

D [min]	r_D(n) [l/(s·ha)]	V [m³]
10	201,0	66,0
15	156,6	76,2
20	130,7	83,8
30	100,8	95,1
45	77,4	106,6
60	60,7	107,8
90	47,9	122,3
120	38,9	126,2
180	**29,0**	**128,3**
240	23,3	124,3
360	17,2	111,3
540	12,6	82,0
720	10,1	47,8
1080	7,4	0,0
1440	6,0	0,0
2880	3,5	0,0
4320	2,6	0,0

Erforderliche Größe der Anlage

erforderliches Speichervolumen

V = 128,3 m³

$$V = \left[(A_u + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

mittlere Einstauhöhe

z = 0,51 m

$$z = V / A_S$$

rechnerische Entleerungszeit

t_E = 9,20 h

$$t_E = 2 \cdot z / k_f$$

Nachweis der Entleerungszeit für n=1/a

vorh. t_E = 4,81 h < erf. t_E = 24 h

Arbeitsblatt DWA-A 138

A138-*XP*

Version 2006

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Geologie-, Bau- & Umweltconsult oHG

Auf dem Schurwessel 11
53347 Alfter

Lizenznr.: 400-0706-0433

Deutsche Vereingung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.

Projekt

Bezeichnung:	BV Industriehalle, Rosental, Bornheim-Roisdorf	Datum: 28.04.2011
Bearbeiter:	Kania	
Bemerkung:	Mulde 2	

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m²]	mittlerer Abfluss-beiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m²]	Beschreibung der Fläche
1	5000,00	0,90	4500,00	1/3 der Gesamtdachfläche
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	**5000,00**	**0,90**	**4500,00**	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z 1,2

Arbeitsblatt DWA-A 138

A138-*XP*

Version 2006

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Geologie-, Bau- & Umweltconsult oHG

Auf dem Schurwessel 11
53347 Alfter

Deutsche Vereingung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.

Lizenznr.: 400-0706-0433

Projekt

Bezeichnung:	BV Industriehalle, Rosental, Bornheim-Roisdorf	Datum: 28.04.2011
Bearbeiter:	Kania	
Bemerkung:	Mulde 2	

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A_u	4500	m²
mittlere Versickerungsfläche	A_S	281	m²
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f	0,000031	m/s
Niederschlagsbelastung	Station	Bonn	
	n	0.2	1/a
Zuschlagsfaktor	f_z	1,2	

Bemessung der Versickerungsmulde

D [min]	r_D(n) [l/(s·ha)]	V [m³]
10	201,0	66,1
15	156,6	76,2
20	130,7	83,7
30	100,8	94,7
45	77,4	105,8
60	60,7	106,6
90	47,9	120,2
120	38,9	123,1
180	**29,0**	**123,2**
240	23,3	117,2
360	17,2	100,3
540	12,6	64,9
720	10,1	24,5
1080	7,4	0,0
1440	6,0	0,0
2880	3,5	0,0
4320	2,6	0,0

Erforderliche Größe der Anlage

erforderliches Speichervolumen

V = 123,2 m³

$$V = \left[(A_u + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

mittlere Einstauhöhe

z = 0,44 m

$$z = V / A_S$$

rechnerische Entleerungszeit

t_E = 7,86 h

$$t_E = 2 \cdot z / k_f$$

Nachweis der Entleerungszeit für n=1/a

vorh. t_E = 4,09 h < erf. t_E = 24 h

Arbeitsblatt DWA-A 138

A138-*XP*

Version 2006

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Geologie-, Bau- & Umweltconsult oHG

Auf dem Schurwessel 11
53347 Alfter

Deutsche Vereingung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.

Lizenznr.: 400-0706-0433

Projekt

Bezeichnung:	BV Industriehalle, Rosental, Bornheim-Roisdorf	Datum: 28.04.2011
Bearbeiter:	Kania	
Bemerkung:	Mulde 3	

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m²]	mittlerer Abfluss-beiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m²]	Beschreibung der Fläche
1	5000,00	0,90	4500,00	1/3 der Gesamtdachfläche
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	**5000,00**	**0,90**	**4500,00**	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z 1,2

Arbeitsblatt DWA-A 138

A138-*XP*

Version 2006

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Geologie-, Bau- & Umweltconsult oHG
Auf dem Schurwessel 11
53347 Alfter
Lizenznr.: 400-0706-0433

Deutsche Vereingung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.

Projekt

Bezeichnung:	BV Industriehalle, Rosental, Bornheim-Roisdorf	Datum: 28.04.2011
Bearbeiter:	Kania	
Bemerkung:	Mulde 3	

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A_u	4500	m²
mittlere Versickerungsfläche	A_S	250	m²
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f	0,000031	m/s
Niederschlagsbelastung	Station	Bonn	
	n	0.2	1/a
Zuschlagsfaktor	f_z	1,2	

Bemessung der Versickerungsmulde

D [min]	r_D(n) [l/(s·ha)]	V [m³]
10	201,0	66,0
15	156,6	76,2
20	130,7	83,8
30	100,8	95,1
45	77,4	106,6
60	60,7	107,8
90	47,9	122,3
120	38,9	126,2
180	**29,0**	**128,3**
240	23,3	124,3
360	17,2	111,3
540	12,6	82,0
720	10,1	47,8
1080	7,4	0,0
1440	6,0	0,0
2880	3,5	0,0
4320	2,6	0,0

Erforderliche Größe der Anlage

erforderliches Speichervolumen

V = 128,3 m³

$$V = \left[(A_u + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_Z$$

mittlere Einstauhöhe

z = 0,51 m

$$z = V / A_S$$

rechnerische Entleerungszeit

t_E = 9,20 h

$$t_E = 2 \cdot z / k_f$$

Nachweis der Entleerungszeit für n=1/a

vorh. t_E = 4,81 h < erf. t_E = 24 h

GBU
GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT

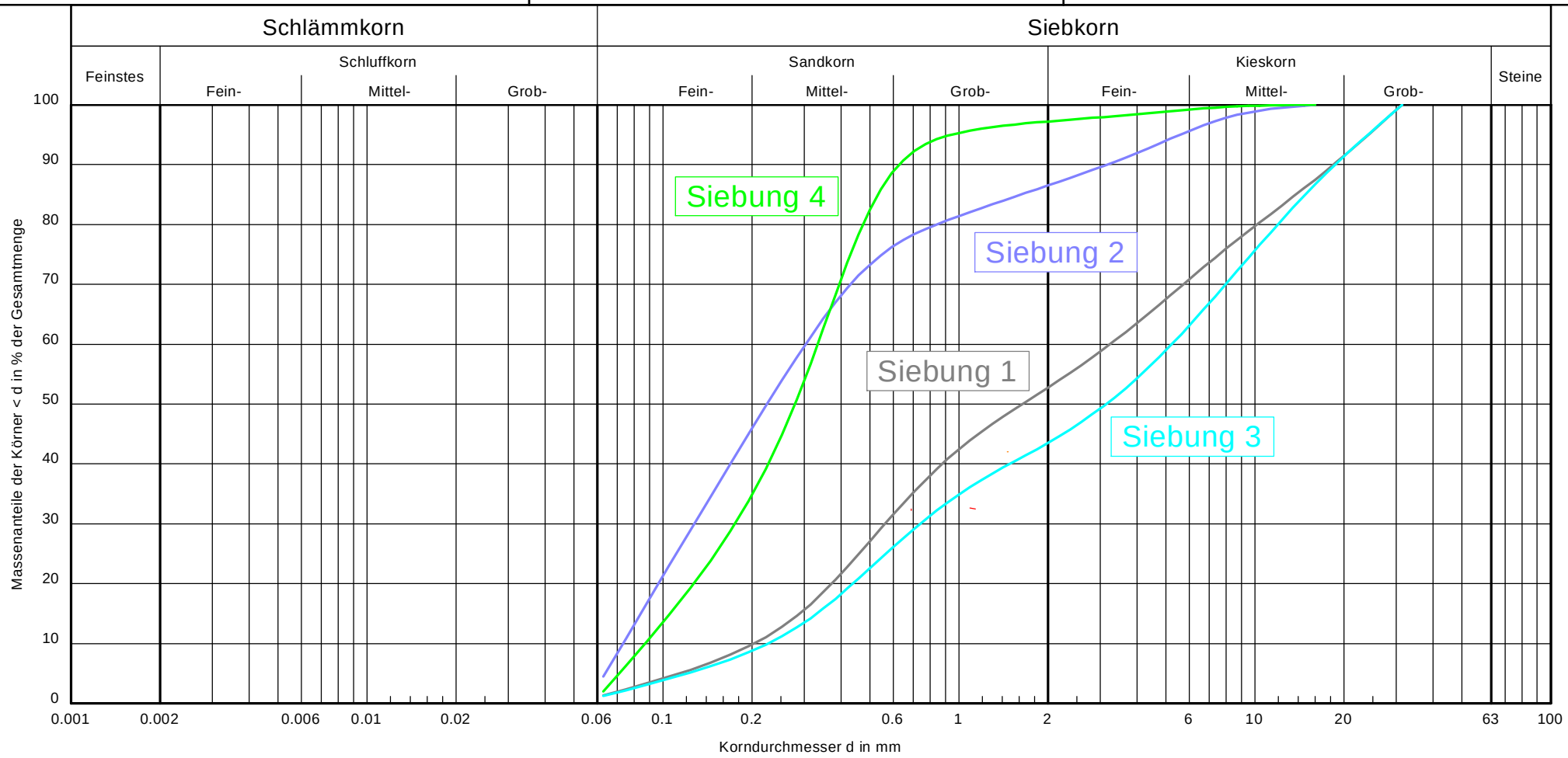
Bearbeiter: Grü. Datum: 25.03.2011

Körnungslinie

Industriehalle Rosental, Bornheim

Projekt-Nr.: 11/03/0404

Prüfungsnummer: 1-4
Probe entnommen am: 21.03.2011
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Siebanalyse



Bezeichnung:	RKS 5/5	RKS 6/2	RKS 9/7	RKS 13/5
Bodenart:	S, G	fS, mS, gs', fg'	S, G	mS, fs, gs'
Tiefe:	3,5-5	1,1-3,0	4,2-5,0	2,4 - 3,4
k [m/s] (Hazen):	$4.8 * 10^{-4}$	$6.3 * 10^{-5}$	$6.0 * 10^{-4}$	$8.8 * 10^{-5}$
Entnahmestelle:	5/5	6/2	9/7	13/5
U/Cc	15.9/0.5	4.1/0.7	23.1/0.5	3.8/1.1

Bemerkungen:

Bodenarten nach DIN 18196
Korngrößenverteilung nach DIN 18123

Anlage:
6

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**BV Industriehalle, Rosental, Bornheim**	**Bearb.:**	Mü.
	Projektnr.:	11/03/0404	**Anl.:**	7.1
	Versuch - Nr.:	VS 1 (RKS 17)	**Datum :**	21.03.11

	Überstand der Verrohrung über GOK	50 cm
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	40 cm
a =	Tiefe der Verrohrung	200 cm
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	100 cm
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	345 cm
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	1045 cm
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	700 cm
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm
a)	Versickerte Wassersäule im Standrohr	
b)	Versickerte Wassermenge Q:	16964,6 cm³ in 60 sec
c)	Die Wartezeit betrug:	45 min
d)	Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU = 345 / 1045 = 0,33
		TU / A = 1045 / 100 = 10,5
	maßgebend: Formel I	x
	Formel II	

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

A / H = 100 / 345 = 0,29

H / r = 345 / 3 = 115,0

→ 97 = Cu

K = $\frac{282,74}{97 \times 3 \times 345}$ = 2,82E-03 cm/sec

= **2,82E-05 m/sec**

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

A / r = / =

→ = Cs

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

= **m/sec**

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT	**Projekt:**	**BV Industriehalle, Rosental, Bornheim**	**Bearb.:**	Mü.
	Projektnr.:	11/03/0404	**Anl.:**	7.2
	Versuch - Nr.:	VS 2 (RKS 18)	**Datum :**	21.03.11

	Überstand der Verrohrung über GOK	50 cm
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	40 cm
a =	Tiefe der Verrohrung	200 cm
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	100 cm
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	345 cm
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	1045 cm
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	700 cm
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm
a)	Versickerte Wassersäule im Standrohr	
b)	Versickerte Wassermenge Q:	20074,8 cm³ in 60 sec
c)	Die Wartezeit betrug:	45 min
d)	Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU = 345 / 1045 = 0,33
		TU / A = 1045 / 100 = 10,5
	maßgebend: Formel I	x
	Formel II	

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

A / H = 100 / 345 = 0,29

H / r = 345 / 3 = 115,0

→ 97 = Cu

K = $\frac{334,58}{97 \times 3 \times 345}$ = 3,33E-03 cm/sec

= **3,33E-05 m/sec**

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

A / r = / =

→ = Cs

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

= **m/sec**

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

GBU GEOLOGIE·BAU & UMWELTCONSULT				
	Projekt:	**BV Industriehalle, Rosental, Bornheim**	**Bearb.:**	Mü.
	Projektnr.:	11/03/0404	**Anl.:**	7.3
	Versuch - Nr.:	VS 3 (RKS 19)	**Datum :**	21.03.11

	Überstand der Verrohrung über GOK	50 cm	
h =	Mittellage des Wasserspiegels über GOK	45 cm	
a =	Tiefe der Verrohrung	200 cm	
A =	Länge unverrohrtes Bohrloch	100 cm	
H =	Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	545 cm	
Tu =	Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	970 cm	
e =	Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	625 cm	
2r =	Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r =	1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
a)	Versickerte Wassersäule im Standrohr	690 cm	
b)	Versickerte Wassermenge Q:	19509,3 cm³ in	120 sec
c)	Die Wartezeit betrug:	45 min	
d)	Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU = 545 / 970 =	0,56
		TU / A = 970 / 100 =	9,7
	maßgebend: Formel I	x	
	Formel II		

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

A / H = 100 / 545 = 0,18

H / r = 545 / 3 = 181,7

→ 140 = Cu

$$K = \frac{162{,}58}{140 \times 3 \times 545} = 7{,}10E\text{-}04 \text{ cm/sec} = \mathbf{7{,}10E\text{-}06 \text{ m/sec}}$$

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

A / r = / =

→ = Cs

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