



Rubel & Partner · Management für Umwelt und Technologie

# **Geotechnisches Gutachten**

***BV Pfarrer-Goedecker-Str.  
in Mainz-Laubenheim***

Auftraggeber: KA + P  
Klemme Architekten + Projektmanagement GmbH  
Heuerstraße 6  
D-55129 Mainz

Auftragnehmer: Rubel & Partner  
Hermannstraße 65  
D-55286 Wörrstadt  
Tel.: 0 67 32 / 93 29 80  
Fax: 0 67 32 / 96 10 98

Projektnummer: 110422

Projektleiter: Dipl.-Geol. S. Rubel

Wörrstadt, den 15. November 2011

110422\_ber



## Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag .....	1
2	Verwendete Unterlagen .....	1
3	Situation.....	2
4	Durchgeführte Untersuchungen .....	2
5	Baugrund .....	3
5.1	Oberboden / Auffüllung .....	4
5.2	Schluff / Ton.....	4
5.3	Tertiäre Kalke / Mergel.....	4
6	Bodenklassifizierung und Kennwerte .....	5
6.1	Klassifizierung der Schichten .....	5
6.2	Bodenmechanische Kennwerte.....	6
6.3	Erdbebenzone .....	6
7	Hydrogeologische Verhältnisse / Grundwasser .....	6
8	Schlussfolgerungen und Empfehlungen .....	7
8.1	Baugrundeigenschaften / Tragfähigkeit.....	7
8.2	Hangstabilität .....	7
8.3	Erdarbeiten .....	8
8.4	Baugrube .....	9
8.5	Wasserhaltung.....	10
8.6	Gründung.....	10
8.7	Bauwerksabdichtung.....	12
8.8	Arbeitsraumverfüllung .....	13
8.9	Ver- und Entsorgungsleitungen.....	13
8.9.1	Leitungsbettung.....	13
8.9.2	Verfüllmaterial .....	13
8.10	Verkehrsflächen .....	14
8.11	Versickerung.....	15
8.12	Beweissicherung.....	15
8.13	Umwelttechnik .....	16
9	Zusammenfassung .....	17



## Anlagenverzeichnis

- Anlage 1      Lagepläne
  - Anlage 1.1    Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25.000
  - Anlage 1.2    Lageplan der Aufschlusspunkte, Maßstab 1 : 500
- Anlage 2      Geotechnische Profilschnitte, Maßstab 1 : 50
  - Anlage 2.1    Geotechnischer Profilschnitt I, DPH 3 – RKS 4
  - Anlage 2.2    Geotechnischer Profilschnitt II, RKS 5 – DPH 2 – RKS 3
  - Anlage 2.3    Geotechnischer Profilschnitt III, RKS 2 – DPH 1 – RKS 1
- Anlage 3      Bodenmechanische Laborversuche
  - Anlage 3.1    Bestimmung der Wassergehalte nach DIN 18 121
  - Anlage 3.2    Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18 123
  - Anlage 3.3    Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122
- Anlage 4      Berechnungen Versickerungsversuch / Standrohrversuch



## 1 Auftrag

Das Büro Rubel & Partner, Wörrstadt wurde auf der Grundlage des Angebotes vom 13.04.2011 von der Laubenheimer Kirchenstück GmbH & Co. KG iG über KA + P GmbH & Co. KG am 16.05.2011 beauftragt, für die Bebauung der Flurstücke in der Pfarrer-Goedecker-Straße eine Baugrunduntersuchung auszuführen.

Im Rahmen einer Baugrunderkundung sollen die geologischen / hydrogeologischen Verhältnisse am Standort ermittelt und vor dem Hintergrund der geplanten Nutzung dargestellt und bewertet werden.

Im vorliegenden Gutachten werden die Ergebnisse zusammengefasst und bewertet.

## 2 Verwendete Unterlagen

Zur Bearbeitung des vorliegenden Gutachtens standen Rubel & Partner folgende Plangrundlagen zur Verfügung:

- [P1] Vermessungs- und Katasteramt Alzey, Auszug Liegenschaftskarte, Maßstab 1 : 1.000, vom 19.10.2010
- [P2] KA + P Architekten, Bebauungskonzept Pfarrer-Goedecker-Straße, Maßstab 1 : 500, Stand 04.04.2011

Des Weiteren standen Rubel & Partner folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [U1] Topographische Karte, Blatt 6015 Mainz, Maßstab 1 : 25.000
- [U2] Geologische Karte, Blatt 6015 Mainz, Maßstab 1 : 25.000
- [U3] Einschlägige DIN-Vorschriften
- [U4] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau ZTVE-StB 09, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV)
- [U5] Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, RStO 01, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV), Ausgabe 2001
- [U6] Arbeitskreis Straßenbauabfälle Rheinland-Pfalz, Leitfaden für die Behandlung von Ausbruchasphalt und Straßenaufbruch mit teer-/pechtypischen Bestandteilen, Fassung 2007
- [U7] Landesbetrieb Mobilität Rheinland-Pfalz, Stellungnahme zum PAK-Grenzwert im Leitfaden [U6] vom 29.02.2008
- [U8] Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen“, Stand 06.11.1997



- [U9] Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen“, Teil II, Technische Regeln für die Verwertung, Stand 05.11.2004
- [U10] Hangstabilitätskarte des linksrheinischen Mainzer Beckens, Maßstab 1 : 50.000, Ausgabe 2005

### 3 Situation

In Mainz-Laubenheim ist die Bebauung einer Grundstücksfläche östlich der Katholischen Kirche an der Pfarrer-Goedecker-Straße geplant. Für die Planung zeichnen die KA + P Architekten, Mainz, verantwortlich.

Nach den vorliegenden Planungen ist es vorgesehen, die ca. 6.000 m<sup>2</sup> umfassende Flurstücke 2/1, 1/1, 39/4, 45/5, 47/3, 44, 51, 52 und 53 in der Pfarrer-Goedecker-Straße mit 4 Doppelhäusern sowie 2 Reihenhäusern zu bebauen. Die Grundrissflächen der DH sind mit 13,0 m x 13,5 m, die der Reihenhäuser mit 12,5 m x 37,5 m und 14,5 m x 51,5 m vorgesehen. Die Bebauung ist nicht unterkellert mit 2 bzw. 3 aufgehenden Geschossen geplant.

Weitere und detaillierte Planunterlagen lagen Rubel & Partner zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht vor.

Die Lage des Projektareals kann dem Übersichtslageplan Maßstab 1 : 25.000 (Anlage 1.1) entnommen werden. Die Lage des Baufeldes ist aus dem Lageplan der Anlage 1.2 im Maßstab 1 : 500 ersichtlich.

Der südwestliche Geländebereich ist zur Zeit bebaut, die Bebauung (Haus Nr. 25) soll bestehen bleiben. Ansonsten ist vorgesehen, den Gebäudebestand im Vorfeld einer Bebauung zurückzubauen. Das Gelände wird in den übrigen Flächen zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchung nicht genutzt und unterliegt der natürlichen Sukzession.

Hinsichtlich seiner Höhenlage ist eine starke Neigung der Geländeoberfläche mit einem Einfallen nach Südosten hin festzustellen. Die Höhendifferenz in Nord-Süd Erstreckung (Längserstreckung) beträgt ca. 7 m, in West-Ost Richtung beträgt die Höhendifferenz ca. 5 m.

### 4 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden vom 18.10.2011 und 28.10.2011 folgende Baugrundaufschlüsse durchgeführt:

- 5 Kleinbohrungen in Form von Rammkernsondierung (RKS): RKS 1 bis RKS 5
- 3 Rammsondierungen (Typ DPH nach DIN 4094): DPH 1 bis DPH 3

Die Rammkernsondierungen (RKS) wurden mit einem Durchmesser von  $d = 80$  mm bis 40 mm niedergebracht. Sie dienen zur Erkundung des Baugrundes bis maximal 5,8 m unter Gelände



(tiefere Sondierungen konnten aufgrund der Untergrundbedingungen nicht ausgeführt werden) und zur Entnahme von Bodenproben zur bodenmechanischen Untersuchung.

Die zeichnerische Darstellung der Bohrerergebnisse der Rammkernsondierungen nach DIN 4023 erfolgt in den geotechnischen Profilschnitten der Anlage 2.

Die schweren Rammsondierungen DPH (Dynamic-Probing-Heavy) nach DIN 4094 wurden mit einem Spitzenquerschnitt von 15 cm<sup>2</sup> und einem Fallgewicht von 500 N ausgeführt und bis in eine Tiefe von max. 7,0 m geführt. Die Schlagzahlen der Rammsondierungen je 10 cm Eindringtiefe ( $N_{10}$ ) können den geotechnischen Profilschnitten der Anlage 2 entnommen werden.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Lage der Aufschlusspunkte ist im Lageplan der Anlage 1.2 dargestellt.

Als Höhenbezugspunkt für die Einmessarbeiten wurde von Rubel & Partner die Höhe eines Kanalschachtes im Enggässchen genutzt. Lage und Höhe des Kanalschachtdeckels sind der Anlage 1.2 zu entnehmen.

Aus den Rammkernsondierungen wurden gestörte Bodenproben entnommen. Im bodenmechanischen Labor Rubel & Partner erfolgte eine bodenmechanische Ansprache der Proben zum Zweck einer einheitlichen Benennung und Beschreibung nach DIN 4022 sowie eine bautechnische Klassifizierung nach DIN 18 196 und DIN 18 300. Außerdem wurden die Böden geologisch eingestuft.

Ausgewählte Bodenproben wurden hinsichtlich ihrer bodenmechanischen Kennwerte untersucht. Die Auswertung der Laborversuche ist in Anlage 3 dokumentiert.

In unmittelbarer Nachbarschaft zum Bohransatzpunkt RKS 3 wurde eine weitere Rammkernsondierung bis 0,80 m bis in den anstehenden Schluff abgeteuft. Der in dieser Schluffschicht ausgeführte Standrohrversuch (VS, Rohrdurchmesser DN 50) wurde mit fallender Druckhöhe ausgeführt. Die Berechnungen zur Auswertung des Standrohrversuchs sind Gegenstand der Anlage 4.

## **5 Baugrund**

Nach den Ergebnissen der Baugrundaufschlüsse, dem vorhandenen Kartenwerk und der eingehenden Geländeaufnahme vor Ort kann der allgemeine Schichtenaufbau wie folgt zusammengefasst werden:

Das Untersuchungsgebiet liegt im Mainzer Becken. Die Basis wird im Projektareal von Tertiärablagerungen eingenommen. Bei diesen Ablagerungssedimenten handelt es sich am Projektstandort um Ton, Mergel- und Kalksteinwechselfolgen.

Über den tertiären Ablagerungen folgen bereichsweise fluviatile sandige und kiesige Terrassenablagerungen des Rheins (Urrhein). Auf den Terrassenablagerungen lagert z.T. Reste an Löß / Lößlehm bzw. künstliche Auffüllung.

Nachfolgend wird der angetroffene Schichtenaufbau beschrieben.



## 5.1 Oberboden / Auffüllung

Als oberstes Glied der Schichtenabfolge wurde in allen Sondierungen ein umgelagerter humoser Oberboden angetroffen.

In RKS 2 – RKS 5 wurde er in einer Stärke von 0,40 – 0,60 m erbohrt. Anthropogene Bestandteile sind in Form von Ziegel- oder Betonbruchstücke sowie vereinzelt Schlacke und Keramikbruchstücke enthalten. Entsprechend der Bodenansprache vor Ort ist dieser Bodenhorizont als schluffiger Sand bzw. sandiger Schluff anzusprechen.

In RKS 1 reicht der durch anthropogene Bestandteile gekennzeichnete Bodenhorizont bis 1,50 m unter Gelände. Neben Ziegelbruch und sehr vereinzelt Bruchstücke einer Straßendeckenschicht sind hier Kalksteinbruchstücke vorhanden.

Die in den Rammsondierungen erzielten Sondierwiderstände ergeben für den (aufgefüllten) Boden ein Spektrum das zwischen  $N_{10} = 2$  bis 6 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass der obere Bodenhorizont in unterschiedlichen Tragfähigkeiten und Lagerungsdichten vorliegt.

## 5.2 Schluff / Ton

Unterhalb des Oberbodens aus größtenteils umgelagerten Lößböden wurden hellbraune bis braune Schluffe mit wechselnden Ton- und Sandanteilen sowie hellbrauner bis hellgrauer schluffiger Ton erbohrt. Es handelt sich hier um Lößböden und um Verwitterungsböden tertiärer Gesteine. Ihre Konsistenz reicht von weich bis halbfest-fest, wobei der steife Anteil überwiegt. Gemäß DIN 18 196 werden die Schluffe in die Bodengruppen UL, TL, TM und ST eingestuft. Gemäß der an RKS 2/5 vorgenommenen Bestimmung der Zustandsgrenzen (Anlage 3.3) ist der Tertiäerton einer Bodengruppe TM einzuordnen.

Lediglich im Profil RKS 4 wurde von 1,1 – 2,0 m ein schluffiger, kiesiger Sand in beiger Farbe erbohrt. Eine größere Aufschlusstiefe konnte aufgrund des hohen Bohrwiederstandes hier nicht erreicht werden.

Der Wassergehalt der exemplarisch untersuchten Probe RKS 2/5 liegt gemäß Anlage 3.1 bei  $w_n = 22,6 \%$ . Exemplarische Korngrößenverteilungen der Schluffe sind in Anlage 3.2 dargestellt.

Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierung DPH 2 zeigt mit Schlagzahlen  $N_{10} \approx 6 - 10$  eine geringe bis mittlere Tragfähigkeit an.

## 5.3 Tertiäre Kalke / Mergel / Tone

Ein meist sprunghafter Anstieg der Schlagzahlen auf  $N_{10} \geq 20$ , z.T.  $\geq 50$  zeigt die Tiefenlage der tertiären Kalkstein-/Kalkmergelhorizonte an. Die Rammkernsondierungen mussten in dieser Tiefe aufgrund fehlenden Bohrfortschritts abgebrochen werden. Sie erteufen z.T. zu Kies oder Sand zerbohrten Kalkstein. Aus DPH 3 kann abgeleitet werden, dass unterhalb der Kalksteine /



Kalksteinbänke mit vergleichsweise hohen Schlagzahlen wieder tonige / schluffige Ablagerungen vorliegen, in denen die Schlagzahlen wieder auf  $N_{10} < 10$  zurückgehen.

Die tertiäre Abfolge ist den Cerithienschichten zuzuordnen. Im Wesentlichen sind mehr oder weniger horizontale Schichtungen / Ablagerungen feststellbar. Ein einheitlicher Verlauf einzelner Schichten ist nicht immer eindeutig nachzuverfolgen.

Die Hangendgrenze der tertiären Abfolge liegt zwischen ca. 1,40 m (DPH 3) und 5,60 m (RKS 2) unter Gelände.

## 6 Bodenklassifizierung und Kennwerte

### 6.1 Klassifizierung der Schichten

In der nachfolgenden Tabelle 1 wird eine Unterteilung der Schichten und eine Klassifizierung nach den Bodengruppen der DIN 18 196, der Bodenklasse nach DIN 18 300 sowie der Bodenklassifikation nach DIN 18 301 vorgenommen. Des Weiteren folgt eine Zuordnung der Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 09 und der Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA-StB 97.

**Tabelle 1:** Erdbautechnische Klassifizierung der Schichten

Schichten	Bodengruppe DIN 18 196	Bodenklasse DIN 18 300	Bodenklasse DIN 18 301 <sup>1)</sup>	Frostempfindlichkeit ZTVE-StB 09 <sup>2)</sup>	Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB 97 <sup>3)</sup>
Auffüllung Oberboden Schluff / Sand (nur RKS 1)	A <sup>4)</sup> : [OH] [SU / UL]	1 3 / 4	LO LN / LB	F 3 F 2 – F 3	/ V 1 – V 3
Schluff / Ton	UL / SÜ / ST / TL / TM untergeordnet SÜ	4	LB / S 1 – S 2	F 3	V 2 – V 3
Tertiäre Kalke / Mergel Ton Kalksteinersatz Kalkstein	TL / TM / TA GW / GU / GÜ /	4 / 5 5 / 6 6 / 7	LB FZ 1 / 2 FD 1 / 2 / 3 / 4 FZ 1 / 2 / 3 / 4	F 3 F 1 – F 3 /	V 3 V 1 – V 2 /

1) LO = Organische Böden; LN = Nichtbindige Lockergesteine; LB = Bindige Lockergesteine

S = Steingröße, 1 = bis 30 Gew.-% bis 300 mm; 2 = bis 30 Gew.-% über 300 mm; 3 = bis 30 Gew.-% bis 600 mm; 4 = über 30 Gew.-% bis 600 mm

FD = Trennflächenabstand im Dezimeterbereich; FZ = Trennflächenabstand im Zentimeterbereich; 1 = einaxiale Druckfestigkeit bis 5 MN/m<sup>2</sup>; 2 = einaxiale Druckfestigkeit über 5 bis 50 MN/m<sup>2</sup>; 3 = über 50 bis 100 MN/m<sup>2</sup>

2) F 1 = nicht frostempfindlich; F 2 = gering bis mittel frostempfindlich; F 3 = sehr frostempfindlich

3) V 1 = nicht bindige bis schwach bindige, grobkörnige und gemischtkörnige Böden; V 2 = bindige gemischtkörnige Böden  
V 3 = bindige, feinkörnige Böden

4) Auffüllungen (Bauschutt, Mauerwerks- bzw. Fundamentreste o.ä.) sind durch die Klassifizierung nach DIN 18 300 nicht erfasst und müssen daher in der Ausschreibung besonders erwähnt werden.



## 6.2 Bodenmechanische Kennwerte

Auf Grundlage der durchgeführten bodenmechanischen Feld- und Laborversuche können die in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengestellten mittleren Bodenkennwerte in Abstimmung mit DIN 1055 für erdstatische Berechnungen in Ansatz gebracht werden.

**Tabelle 2:** Bodenmechanische Kennwerte (Rechenwerte cal)

Schichten	Wichte (feucht) $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte (unter Auftrieb) $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungswinkel (dräniertes Boden) $\phi'$ [Grad]	Kohäsion (dräniertes Boden) $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul (Erstbelastung) $E_{s,e}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
Auffüllung					
<i>Oberboden</i>	17	/	/	/	/
<i>Schluff / Sand (nur RKS 1)</i>	20	10	27,5	0	/
Schluff / Ton	19,5	9,5	25	5	8
Tertiäre Kalke / Mergel					
<i>Ton</i>	19	9	22,5	12,5	15
<i>Kalksteinersatz</i>	22	/	37,5	0	80
<i>Kalkstein</i>	24	/	45 <sup>1)</sup>	/	> 200

1) Ersatzreibungswinkel

## 6.3 Erdbebenzone

Nach DIN 4149 – Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten, Ausgabe April 2005, liegt das Baugelände in der Erdbebenzone 0.

Eine Beanspruchung von Bauwerken durch Erdbeben braucht somit bei der statischen Berechnung nicht berücksichtigt zu werden.

## 7 Hydrogeologische Verhältnisse / Grundwasser

Zum Zeitpunkt der ausgeführten Baugrundaufschlussarbeiten wurde in den abgeteuften Rammkernsondierungen kein Grund-/Schichtwasserzulauf festgestellt.

Die erteuften bindigen Schichten können Niederschlagswasser temporär aufstauen. Im Bereich von besser durchlässigen Horizonten kann sich Stau- oder Schichtwasser bilden. Generell wird die Grundwasserhöflichkeit in den erteuften Schichten als gering eingestuft.

Die mittels Standrohrversuch ermittelte Durchlässigkeit der sandigen, schwach tonigen Schluffe kann mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von

$$k_f = 1,05 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

angegeben werden.



Die hiermit repräsentierten Böden sind gemäß DIN als schwach durchlässig einzustufen.

## 8 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

### 8.1 Baugrundeigenschaften / Tragfähigkeit

Nach den im Projektareal durchgeführten Baugrundaufschlüssen können die anstehenden Schichten hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit wie folgt eingestuft werden:

**Tabelle 3:** Tragfähigkeit und Schichtuntergrenze der anstehenden Böden

Schichten	Schichtuntergrenze [m u. GOK]	Tragfähigkeit
Auffüllung Oberboden Schluff / Sand (nur RKS 1)	0,2 – 0,6 1,5	keine gering
Schluff / Ton	4,4 – 5,8	gering – mittel
Tertiäre Kalke / Mergel Ton Kalksteinersatz Kalkstein	nicht erreicht	mittel – sehr gut

Der im Baufeld anstehende (aufgefüllte) Oberboden ist im Rahmen der Erdbauarbeiten abzuschleifen. Den im Bereich RKS 1 unterlagernden Auffüllungsböden ist eine geringe Tragfähigkeit zuzuordnen.

Dem unterhalb des umgelagerten Oberboden / Auffüllung anstehenden Schluff / Ton mit zum Teil eingelagerten Kalksteinbruchstücken ist aufgrund der vorliegenden überwiegend steifen bis halbfesten Konsistenz eine geringe – mittlere Tragfähigkeit zuzuordnen.

Die erkundeten tertiäre Kalke / Mergel mit den Grundeinheiten Ton und Kalkstein weisen stark wechselnde Tragfähigkeiten auf.

Die im Baufeld anstehenden Böden sind als leicht bis mittelschwer lösbarer Boden gemäß DIN 18 300 einzustufen. Erdarbeiten innerhalb der beschriebenen Bodenschichten können in der Regel mit üblichen Hydraulikbaggern und sonstigen Baugeräten problemlos ausgeführt werden. Als schwer lösbarer Boden (Bodenklasse 5 gemäß DIN 18 300) kann der verwitterte Kalkstein vorliegen. Dort, wo er geringer verwittert ist oder unverwittert ansteht, wird er als schwer lösbar eingestuft. Hier können Böden der Bodenklasse 6 und 7 auftreten.

### 8.2 Hangstabilität

Gemäß [U10] liegt das Untersuchungsgebiet ca. 300 m östlich eines vermuteten Rutschgebietes. Im Untersuchungsgebiet sind geomorphologisch keine Hinweise auf aktive Rutschungen (z.B. Aufwölbungen, Stauchungen, Säbelwuchs bei Bäumen) erkennbar.



Der Untergrund im Untersuchungsgebiet, wird vorwiegend aus Oligozänen Schichten, den sog. Cerithienschichten aufgebaut. Bei diesem Schichtkomplex handelt es sich um die zuvor beschriebene Abfolge aus tonigen Kalken / Mergeln mit Kalksteinlagen und zum Teil eingeschalteten Sandzwischenlagen. Rutschungen treten insbesondere an der Grenze zu den unterlagernden Cyrenenmergeln, Süßwasserschichten oder den Schleichsanden auf. Auf den (Rutsch)Gleitflächen ist ein hier oft vorhandenes Schichtwasser für die Hanginstabilität verantwortlich. Hinweise auf diese o.g. Schicht können weder aus der geologischen Karte noch aus den Sondierungen abgeleitet werden. Ein erhöhtes Risiko zur Hangrutschung ist für das Untersuchungsgebiet damit nicht erkennbar.

Bei der geplanten 2- bis 3-geschossigen Wohnbebauung wird die Auflast nicht nennenswert erhöht. Allerdings können größere Hanganschnitte, größere Aufschüttungen und unkontrolliertes Einleiten von Oberflächenwasser das Hanggleichgewicht stören.

Für die geplante Bebauung wird dennoch empfohlen, das bestehende Hanggleichgewicht möglichst wenig zu verändern.

Die zu erwartende Versiegelung des Bebauungsgebiets wird bei sorgfältiger Planung und Ausführung die Versickerung von Oberflächenwasser in den Untergrund vermindern und so eine Hangstabilität erhöhen. Entwässerungsmaßnahmen müssen so geplant werden, dass es nicht zu einem konzentrierten Einleiten von Oberflächenwasser (z.B. Versickerung) und damit zur Ausbildung eines Schichtwasserhorizontes kommt.

Anfallender Oberboden / Baugrubenaushub ist im Projektareal nicht in Mieten > 2,0 m ab- oder zwischenzulagern.

Tiefreichende Baumaßnahmen (z.B. Kanalbau) > 2,5 m sind ggf. bei hangparallelem Verlauf abschnittsweise auszuführen.

### **8.3 Erdarbeiten**

Nach den vorliegenden Planunterlagen sind für die Neubauten keine Unterkellerungen geplant. Erdarbeiten werden sich daher auf eine Einbindung der Gebäudeeinheiten in die Hanglage, verbunden mit entsprechendem Hanganschnitt sowie Geländeauftragsarbeiten im talseitigen Baufeld beschränken.

Grundsätzlich wird darauf hingewiesen, dass die im Projektareal anstehenden bindigen Böden bei Wasserzutritt mit sofortiger Verbreiung reagieren. Auch bei dynamischer Beanspruchung durch Baufahrzeuge wird das Porenwasser mobilisiert und die Konsistenz entsprechend reduziert. Die bauausführende Firma muss die Erdarbeiten deshalb mit entsprechender Sorgfalt ausführen, damit die Tragfähigkeit des Planums durch unsachgemäße Behandlung nicht beeinträchtigt wird. Grundsätzlich ist rückschreitend auszuheben und eine dynamische Beanspruchung bei der Verdichtung auszuschließen.

Um eine Auflockerung/Aufreißen der Aushubsohle zu vermeiden, ist der Aushub mit glatter Schneide vorzunehmen.



Das freigelegte Geländeplanum ist vor Witterungseinflüssen und dynamischer Beanspruchung (u.a. mit Befahrung von Baufahrzeugen) zu schützen. Aufgeweichte, vernässte oder verfahrenere Bereiche sind auszutauschen oder nachzuarbeiten.

Das Bauplanum sollte sofort nach seiner Freilegung mit einer Arbeitsschicht aus Schotter oder durch eine Sauberkeitsschicht geschützt und stabilisiert werden. Sofern das Arbeitsplanum nicht sofort abgedeckt werden kann, ist eine Sicherheitsschutzschicht von mindestens 0,3 m zu belassen.

#### 8.4 Baugrube

Detaillierte Unterlagen über die Einbindetiefen der Baukörper in das Gelände liegen zum jetzigen Planungsstand nicht vor. Im Nachfolgenden werden allgemeine Vorgaben zur Ausbildung von Baugruben und Gräben aufgestellt.

Für Baugrubenböschungen sind in Anlehnung an DIN 4124 folgende Böschungswinkel anzusetzen bzw. sollten nicht überschritten werden.

- |  |       |
|--|-------|
| - Bindige Auffüllung, mindestens steife Konsistenz | ≤ 60° |
| - Schluff / Ton                                    | ≤ 60° |
| - Tertiäre Kalke / Mergel                          | ≤ 60° |

Diese Angaben gelten grundsätzlich nur bis zur Grund-Schichtwasseroberfläche.

Ab einer Baugrubentiefe von  $\geq 3,0$  m sind nach DIN 4124 Bermen in einer Breite von mindestens 1,5 m anzuordnen.

Die Böschungsoberflächen sind zum Schutz gegen Witterungseinflüsse mit einer Folie dauerhaft abzudecken. Die Folie ist an der Böschungskrone und am Böschungsfuß zu befestigen.

Es muss beachtet werden, dass die Standsicherheit von Böschungen u.U. durch besondere Gegebenheiten, Witterungseinflüsse sowie den Baustellenbetrieb beeinträchtigt wird. Außerdem sind Verkehrs-, Stapel- und Kranlasten zu berücksichtigen. In solchen Fällen ist die Standsicherheit der Böschung rechnerisch nach DIN 4084 nachzuweisen.

Nach den festgestellten Untergrundverhältnissen und den geplanten nicht unterkellerten Bauwerken sind durch das Öffnen der Baugruben keine nennenswerten Hangbewegungen abzuleiten. Es wird jedoch dringend angeraten, das Bodenaushubmaterial nicht hangseitig neben dem Baufeld abzulagern, sondern sofort abzutransportieren. Bei einer hangseitigen Zwischenlagerung besteht die Gefahr, dass durch die zusätzliche Auflast es zu Hang treibenden Kräften kommt und somit Bewegungen entstehen können.

Es wird darauf hingewiesen, die Arbeitsräume im Einschnittbereich schnellstmöglich wieder zu verfüllen.

Bei den Aushubarbeiten an angrenzende Bebauungen bzw. im Einflussbereich von Bauwerken ist darauf zu achten, dass die Bodenaushubgrenzen nach DIN 4123, Gebäudesicherung im Be-



reich von Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen, Bild 1, einzuhalten sind. Sollten die Aushubgrenzen nicht eingehalten werden, ist ein abschnittsweises Vorgehen nach den Vorgaben der DIN 4123 zu beachten.

Grundsätzlich sind die Baugrubenaushubarbeiten durch die geotechnische Fachbauüberwachung begleiten zu lassen. Hierdurch können gegebenenfalls auftretende Schwachstellen in der Gründungssohle und Wasseraustritte in der Böschung sofort erkannt und evtl. erforderliche Zusatzmaßnahmen veranlasst werden.

Für notwendige Kanalarbeiten sind die Gräben in Abstimmung mit der DIN 4124 anzulegen. Bis zu einer Grabentiefe von 1,25 m unter GOK ist ein Böschungswinkel von  $\leq 90^\circ$  anzusetzen. Bei Gräben mit Tiefen zwischen 1,25 - 1,75 m ist die Böschungskante ab 1,25 m bis GOK unter  $\leq 45^\circ$  abzuböschern. Bei Gräben mit Tiefen  $> 1,75$  m sind Verbaumaßnahmen erforderlich.

Generell wird ein rückschreitender Aushub mit der Glattschaufel empfohlen.

### **8.5 Wasserhaltung**

Die Baugrubenaushubarbeiten bewegen sich innerhalb der bindigen Schichten (Schluff, Ton), die eine sehr geringe Wasserdurchlässigkeit besitzen und entsprechend Niederschlagswasser temporär aufstauen können.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Tagwasserhaltung eine kostenfreie Nebenleistung gemäß VOB, Teil C, DIN 18299 ist. Alle Zusatzmaßnahmen, die durch eine unsachgemäße Tagwasserhaltung entstehen sind deshalb von der bauausführenden Firma zu tragen.

### **8.6 Gründung**

Bei Vorlage der Detailplanungen mit den Bauwerkslasten, der Spannungsverteilung und den Einbindetiefen der Bauwerke sind detaillierte, bauwerksspezifische Angaben anzufordern.

Generell ist darauf hinzuweisen, dass die geplanten Baukörper überwiegend im Hangbereich positioniert sind. Demzufolge sind hangseitig tiefere Abgrabungen auszuführen. Ggf. ist zur Auflagerung der Bodenplatte im morphologisch tieferliegenden Gebäudebereich auch ein Geländeauftrag vorzunehmen.

Zur Kompensierung der unterschiedlichen Tragfähigkeiten wird eine Flächengründung über eine tragende Bodenplatte empfohlen. Hierbei wird eine Verringerung und Vergleichmäßigung der Bodenpressung und somit der Setzung und Setzungsdifferenz erreicht.

Bei Wahl einer tragenden Bodenplatte erfolgt die Bemessung nach dem Bettungsmodulverfahren. Dieses ist jeweils bauwerksspezifisch festzulegen.

Vorab ist zur Minimierung der Setzungen und Vergleichmäßigung der Tragfähigkeit unterhalb der Bodenplatte der jeweiligen Baukörper eine Bodenverbesserung bzw. ein Bodenpolster in einer Gesamtstärke von mindestens 0,5 m einzuplanen.



Grundsätzlich ist die Bodenverbesserung mit einem seitlichen Überstand über die spätere Bodenplatte zu dimensionieren. Hierbei ist zu beachten, dass die Lasten aus der Bodenplatte unter einem Lastausbreitungswinkel von  $45^\circ$  gegen die Horizontale innerhalb des Bodenpolsters abgetragen werden.

Als Bodenpolster ist gut verdichtbares, nicht bindiges, weitgestuftes Natursteinmaterial der Körnung 0/56 mm bis 0/32 mm gemäß TL SoB-StB 04 zu verwenden. Als letzte Schicht unterhalb der Bodenplatte ist Material der Körnung 0/32 mm einzubauen. Alternativ kann güteüberwachtes Betonrecyclingmaterial vorgesehen werden. Hierbei kann Material bis zur LAGA-Klasse Z 1.2 verwendet werden.

Zwischen Bodenpolster und Erdplanum ist das Einbringen eines zugfesten Geotextiles ( $\geq 200 \text{ g/m}^2$ ) vorzusehen.

Die komplette Aushubsohle (Erd-/Rohplanum) ist statisch mittels schwerer Walze nachzuverdichten.

Der Einbau des Bodenpolsters unterhalb der Bodenplatte mit einer maximalen Lagenstärke von 0,25 m vorzunehmen. Die Verdichtung ist kreuzweise in mindestens 4 Überfahrten auszuführen, wobei die unterste Lage statisch und die oberste Lage dynamisch zu verdichten ist. Gefordert wird eine Verdichtungsleistung  $D_{Pr} \geq 100 \%$  der einfachen Proctordichte des Einbaumaterials.

Auf Oberkante des Bodenpolsters (Körnung 0/32 mm) ist die Verdichtung mittels statischer Lastplattendruckversuche nach DIN 18 134 in mindestens 2 Positionen je Baukörper zu überprüfen. Gefordert wird ein Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$  bei einem Verdichtungsverhältnis  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$ .

Die Bodenplatte kann auf das Bodenpolster aufgelegt werden, da diese mit den vorgegebenen Kornabstufungen kapillarbrechende Eigenschaft besitzt.

Bei Verwendung der beschriebenen frostsicheren Einbaumaterialien (Feinkornanteil  $< 0,063 \text{ mm} < 5 \text{ Gew.-%}$  im Lieferzustand) kann auf die Anlage von Frostschürzen um das Gebäude verzichtet werden, sofern zwischen Geländeoberkante und Unterkante Bodenaustausch ein Abstand von mindestens 0,8 m eingehalten wird. Wird dieser nicht eingehalten, sind in frostbeeinflussten Bereichen Frostschürzen anzuordnen bzw. kann die Stärke des frostsicheren Bodenpolsters vergrößert werden.

Für die als Bodenaustauschmaterial angelieferten Materialien ist ein Eignungsnachweis (u.a. Kornverteilung) vorzulegen, sofern es sich nicht um güteüberwachtes Liefermaterial handelt.

Die Bemessung der Bodenplatte erfolgt nach dem Bettungsmodulverfahren. Nach überschlägiger Setzungsberechnung kann zur Vor-Dimensionierung der Bodenplatte bei der o.g. Vorgehensweise ein Bettungsmodul

$$k_s = 5,0 - 6,0 \text{ MN/m}^3$$

angesetzt werden.



Unter Annahme geschätzter, mittlerer Bodenpressungen von  $p \approx 60 \text{ kN/m}^2$  für die 2- bis 3-geschossige Bebauung werden sich maximale Setzungsbeträge von  $s \approx 12 \text{ mm}$  einstellen. Setzungsdifferenzen werden in einer maximalen Größenordnung  $\Delta s = 4 - 8 \text{ mm}$  erwartet. Bauwerksschiefstellungen und Verkantungen werden auf  $< 1 : 1.000$  abgeschätzt und liegen somit im bauwerksverträglichen Bereich.

Am Rand der Bodenplatte zu den Freibereichen ist der Bettungsmodul in einem 2 m breiten Streifen linear zum Rand hin um 20 % zu erhöhen.

Bei einem Gründungssystem über eine tragende Bodenplatte ist die Grundbruchsicherheit mehrfach gewährleistet.

Für ggf. notwendige Einzel- und Streifenfundamente kann bei den natürlich anstehenden Schluffen / Tonen in mindestens steifer Konsistenz eine zulässige Bodenpressung von  $\sigma_{zul} = 180 \text{ kN/m}^2$  angesetzt werden. Der angegebene Wert gilt für Fundamente mit lotrechtem und mittigem Lastangriff. Bei außermittigem Lastangriff ist die Fundamentfläche auf eine Teilfläche  $A'$  zu verkleinern, deren Schwerpunkt der Lastangriffspunkt ist. Die Bodenpressung ist dann entsprechend Abschnitt 7.7.1 der DIN 1054 auf die reduzierte Teilfläche zu beziehen. Rechnerische Sicherheit gegenüber Grundbruch ist bei Fundamentabmessungen  $b/t \geq 0,5 \text{ m} / 0,6 \text{ m}$  gewährleistet. Generell ist die Frosteindringtiefe mit 0,8 m unter GOK anzusetzen.

Grundsätzlich wird darauf hingewiesen, dass die Baugrubensohlen und die Gründungsarbeiten (Einbau Bodenpolster) durch die geotechnische Fachbauleitung überprüft werden müssen. Hierdurch wird gewährleistet, dass im Bereich der Aushubsohle flächig die beschriebenen Schluffe / Tone in mindestens steifer Konsistenz anstehen, zum Aufbau des Bodenpolsters geeignetes Material eingebaut und die Tragfähigkeit nachgewiesen wird.

## 8.7 Bauwerksabdichtung

Einbindetiefen der geplanten Bauwerke liegen zum jetzigen Planungsstand Rubel & Partner nicht vor. Es ist jedoch davon auszugehen, dass hangseitig die jeweiligen Bauwerke in gering durchlässigen Baugrund einbinden.

Da sich in den Hinterfüllungsbereichen der Arbeitsräume ggf. Sickerwasser aus Niederschlägen aufstauen kann und dieses, sofern es nicht abgeleitet wird, zu Durchfeuchtungsschäden führt, ist eine Bauwerksabdichtung nach DIN 18195, Teil 6, Kapitel 9 „Abdichtung gegen aufstauendes Sickerwasser“ vorzusehen.

Eine Ausführung der Bodenplatte in wasserundurchlässigem Beton ist nach Vorlage der Detailplanungen zu prüfen. Die vorliegenden technischen Richtlinien (z.B. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton DAfStb-Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton, November 2003), zur Herstellung eines wasserundurchlässigen Betons sind hierbei zu beachten.



## 8.8 Arbeitsraumverfüllung

Die anfallenden bindigen Aushubmassen sind nur unter schwierigen Einbauvoraussetzungen (Einstellung des optimalen Wassergehaltes, Zementzugabe zur Konditionierung, etc.) zur Hinterfüllung des Arbeitsraumes geeignet. Daher ist im setzungsempfindlichen Bereich auf eine sorgfältige Verfüllung mit geeignetem Fremdmaterial der Bodengruppe GW oder GI (Kies-Sand-Gemisch) nach DIN 18 196 oder Vorsiebmaterial hinzuweisen. Das Hinterfüllungsmaterial ist nachweislich auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Mit dieser Vorgehensweise wird sichergestellt, dass keine Setzungen oder Sackungen um die jeweiligen Bauwerke auftreten.

Das Hinterfüllungsmaterial ist in Lagen mit maximal 0,25 m Stärken einzubauen. Im wandnahen Bereich ist die Verdichtung der Arbeitsräume grundsätzlich mit leichten dynamischen oder stampfenden Geräten vorzunehmen, so dass kein unzulässig hoher Verdichtungsdruck auf die Außenwände erzeugt wird.

Zur Qualitätssicherung der Hinterfüllungsarbeiten sind dynamische Plattendruckversuche nach jeweils 1 m Aufbauhöhe auszuführen. Gefordert wird für die o.g. Bodengruppen in setzungsempfindlichen Bereichen ein Verformungsmodul  $E_{vd} \geq 35 \text{ MN/m}^2$ .

## 8.9 Ver- und Entsorgungsleitungen

### 8.9.1 Leitungsbettung

Die Grabensohle muss eben und frei von Aushubboden sein sowie die für das Leitungsaufleger erforderliche Tragfähigkeit aufweisen. Aufgelockertes Material im Bereich der Grabensohle ist nachzuverdichten bzw. gegen geeignetes Material auszutauschen. Auf die Steinfreiheit ist zu achten.

Angaben zur Tiefenlage der Leitungssohlen liegen zum jetzigen Planungsstand nicht vor. Nach den Baugrundaufschlüssen ist davon auszugehen, dass die Leitungssohle innerhalb der Schluffe und Tone zum liegen kommt. Nach den festgestellten Konsistenzen der anstehenden Böden ist von einer ausreichenden Tragfähigkeit auszugehen. Sofern weichkonsistente Bereich angeschnitten werden ist zur Erhöhung der Tragfähigkeit ein Bodenaustausch vorzusehen. Der Bodenaustausch ist in einer Mindeststärke von 0,25 m auszuführen. Als Bodenaustauschmaterial ist ein Sand-Kies-Gemisch der Körnung 0/32 mm verdichtet einzubauen.

Die DIN EN 1610 „Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen“ ist zu beachten.

### 8.9.2 Verfüllmaterial

Die Leitungszone reicht von der Grabensohle bis zu einer Höhe von 0,3 m über den Rohrscheitel. Der Bereich der Leitungszone ist mit grobkörnigem Boden mit einem Größtkorn von 22 mm zu verfüllen.



Generell sollte zum Erreichen einer einheitlichen Tragfähigkeit nur Aushubmaterial der Verdichtbarkeitsklasse V 1 und V 2 verwendet werden.

Die natürlich anstehenden Böden der Verdichtbarkeitsklasse V 3 sind zur Wiederverfüllung nicht geeignet und folglich abzufahren. Bei den anstehenden Böden wird als Verfüllmaterial ein schwach schluffiger Sand empfohlen.

Bei den anstehenden gering durchlässigen Schichten sind in Abständen von rund 30 m bis 40 m Querschläge aus Lehm / Ton oder Beton einzubauen. Diese verhindern eine Dränwirkung des Verfüllmaterials.

Als Verdichtungskriterium des Verfüllmaterials gelten die Anforderungen der ZTVE-StB 09, Abschnitt 9.5. Demnach ist das Verfüllmaterial auf  $D_{Pr} \geq 97\%$  zu verdichten. Hierzu muss der Wassergehalt des Einbaumaterials etwa dem optimalen Wassergehalt entsprechen.

### 8.10 Verkehrsflächen

Das Projektareal liegt in der Frostempfindlichkeitszone I. Die vor Ort anstehenden Böden werden in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 eingestuft.

Gemäß RStO 01 (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen) ist auf dem Erd- / Rohplanum eine Grundtragfähigkeit mit einem Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen. Hierauf kann dann der Verkehrsflächenaufbau erfolgen.

Erfahrungsgemäß ist die Grundtragfähigkeit der natürlichen anstehenden bindigen Böden (Schluffe und Tone) mit dem in der RStO 01 geforderten Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  nicht vorhanden. Die erforderliche Grundtragfähigkeit kann daher nur durch Zusatzmaßnahmen z.B. in Form eines Bodenaustausches mit einer Mächtigkeit von mindestens 25 cm erreicht werden. Als Bodenaustauschmaterial kann Schottermaterial der Körnung 0/45 mm bis 0/64 mm verwendet werden.

Alternativ kann eine Bodenverbesserung durch Kalk- / Zementstabilisierung vorgenommen werden. Hierbei ist der Aushub des Oberbodens zeitlich so zu gestalten, dass nach Freilegung der Planumsfläche unmittelbar mit den Vergütungsarbeiten begonnen wird. Zum Erreichen einer ausreichenden Tragfestigkeit des Planums wird, auch unter Berücksichtigung der festgestellten Wassergehalte der oberflächennah anstehenden Schluffe und Tone eine hydraulische Bodenstabilisierung mittels Bindemittelzugabe von Zement empfohlen.

Vorab wird die Notwendigkeit einer Bindemittelzugabe von 2 % bezogen auf das Trockenraumgewicht ( $\approx 1,8 \text{ g/cm}^3$ ) empfohlen. Dies entspricht einer mittleren Zugabemenge von  $36 \text{ kg/m}^3$ . Bei einer empfohlenen Frästiefe von 0,25 m ist somit eine Zugabe von rund  $9 \text{ kg/m}^2$  erforderlich. Die Zugabemenge ist bei sich ändernden Wassergehalten den Erfordernissen anzupassen. Als Stabilisierungsmittel sollte ein Zement der Güteklasse CEM 42,5 zur Ausführung kommen. Es wird empfohlen, die exakte Zusammensetzung bei dem Hersteller zu erfragen und vorab mit Rubel & Partner abzustimmen. Mehraufwendungen beim nachträglichen Verlegen von Grund-



leitungen im späteren Verkehrsflächenbereich infolge der Konditionierung müssen berücksichtigt werden.

Die Ausbildung des Oberbaues erfolgt nach der RStO 01 in Abhängigkeit der vom Planer festzulegenden Bauklasse.

Für den Aufbau der Frost-/Tragschichten wird ausschließlich gebrochenes Material empfohlen.

Die Verdichtung und Tragfähigkeit des Planums sowie der Tragschicht ist mit statischen Lastplattendruckversuchen nachzuweisen.

### 8.11 Versickerung

Die Versickerung des Niederschlagswassers über geeignete Sickersysteme ist dem Arbeitsblatt DWA-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, April 2005) in Verbindung mit DWA-M 153 (Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, August 2007) zu entnehmen.

Wesentliche Voraussetzung für eine zentrale Versickerung ist die Durchlässigkeit des anstehenden Bodens. Generell liegt die für die Berechnung von Versickerungseinrichtungen heranzuziehende Durchlässigkeit in einem  $k_f$ -Bereich von  $1 \times 10^{-3}$  m/s bis  $1 \times 10^{-6}$  m/s.

Im Rahmen des Vor-Ort ausgeführten Versickerungsversuches (Standrohrversuch) wurde für die anstehenden schwach tonigen, sandigen Schluffe folgende mittlere Durchlässigkeit nachgewiesen:

**Tabelle 4:** Durchlässigkeit Schluff

Versuch	Tiefe [m]	Boden	Durchlässigkeit [ $k_f$ in m/s]
VS	0,9	Schluff, sandig, schwach tonig	$1,05 \times 10^{-6}$

Der anstehende Schluffboden ist mit der ermittelten Durchlässigkeit gemäß DIN 18 130 als schwach durchlässig einzustufen.

Der  $k_f$ -Wert liegt im Grenzbereich der gemäß DWA-Merkblatt angegebenen zulässigen Durchlässigkeit für eine Versickerung. Auch unter Berücksichtigung der im Projektareal anstehenden bindigen Böden mit höherem Feinstkornanteil (Ton), dem gemessenen Durchlässigkeitswert und der Hanglage wird eine Versickerung am Projektstandort nicht empfohlen.

### 8.12 Beweissicherung

Als vorbeugende Maßnahme wird empfohlen, zur Beweissicherung vor Beginn der Bauarbeiten unter Mitwirkung aller Beteiligten den Zustand der an das Baufeld angrenzenden Gebäude und



Bauwerke festzustellen (siehe u.a. DIN 4107 Baugrund; Setzungsbeobachtungen an entstehenden und fertigen Bauwerken).

Alle Bauten, die durch die geplanten Baumaßnahmen Schaden erleiden können, sind während der Bauarbeiten zu beobachten.

Durch die Beweissicherung können mögliche Schadensrisiken abgeschätzt und Bauverfahren gezielter angepasst werden.

### **8.13 Umwelttechnik**

Umwelttechnische Untersuchungen wurden an den anstehenden Böden nicht durchgeführt.

Für die geringmächtige (aufgefüllten) Oberbodenauflage sowie die Auffüllung im Bereich RKS 1 mit jeweils vereinzelt anthropogenen Bestandteilen wird eine abfallrechtliche Deklaration bei konkreter Aushubmaßnahme empfohlen.

Bei den anstehenden Böden handelt es sich um natürliche Böden, für die eine schädliche Bodenveränderung im Sinne des BBodSchG ausgeschlossen werden kann. Dementsprechend können die Böden aus umwelttechnischer Sicht ohne Einschränkung verwertet werden.



## 9 Zusammenfassung

Die KA + P GmbH & Co. KG entwickelt das Bebauungsgebiet an der Pfarrer-Goedecker-Straße in Mainz-Laubenheim. Zur Beurteilung der Baugrundverhältnisse wurden am Projektstandort Ramm- und Rammkernsondierungen ausgeführt.

Anhand der erteuften Bohrprofile werden die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse dargestellt. Für die erteuften Schichten werden bodenmechanische Kennwerte angegeben und allgemeine Empfehlungen zur Tragfähigkeit und Gründung abgegeben sowie der Untergrund im Hinblick seiner Versickerungsfähigkeit bewertet. Des Weiteren werden allgemeine Vorgaben zur Bebauung / Versickerung vorgenommen.

Durch die Baugrunduntersuchungen wurde nachgewiesen, dass am Projektstandort unter einer umgelagerte Oberbodenauflage Schluffe und Tone anstehen, die von tertiären Kalk- und Mergelböden mit eingelagerten Kalksteinbänken unterlagert werden.

Bei den vorliegenden Baugrundverhältnissen und den geplanten nicht unterkellerten Bauwerken mit hangseitigem Einschnitt wird eine Flächengründung über eine durchgehende bewehrte Bodenplatte empfohlen.

Aufgrund der im Erd-/Rohplanum anstehenden bindigen Böden ist die Mindeststärke des frost-sicheren Straßenaufbaues für die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 auszubilden.

Die Kanal-/Leitungssohle wird innerhalb der Schluffe / Tone zu liegen kommen, die größtenteils eine ausreichende Tragfähigkeit (steife Konsistenz) aufweisen. In Bereichen weicher Bodenkonsistenz im Sohlbereich des Kanals ist ein Bodenaustausch zur Tragfähigkeitserhöhung einzuplanen. Im Bereich der Kanalgräben anfallendes Aushubmaterial (Ton und Schluff) ist nicht zum Wiedereinbau geeignet und durch Liefermaterial zu ersetzen.

Bei den anstehenden bindigen Böden mit hohem Fein- und Feinstkornanteil, dem gemessenen Durchlässigkeitswert sowie der Hanglage wird eine Versickerung am Projektstandort nicht empfohlen.

Nach erfolgter Detailplanung sind auf Basis der vorliegenden Untersuchungen die baugrundtechnischen Angaben und Empfehlungen von Rubel & Partner überprüfen zu lassen.

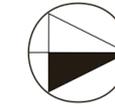
Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich.

Wörrstadt, den 15. November 2011

Dipl.-Geol. S. Rubel

Dipl.-Ing. S. Sax

Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung		
Auftraggeber:	KA + P Klemme Architekten Heuerstraße 6 D-55129 Mainz				Datum	Name
		bearbeitet:				
		gezeichnet:				
		geprüft:				
Planer:  Rubel & Partner Management für Umwelt und Technologie Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt Tel.: 0 67 32 / 93 29 80, Fax: 0 67 32 / 96 10 98					Datum	Name
		bearbeitet:		17.10.2011	WA	
		gezeichnet:		14.11.2011	WA	
		geprüft:		14.11.2011	RU	
Projekt:	Geotechnisches Gutachten BV Pfarrer-Goedecker-Straße in Mainz-Laubenheim Übersichtslageplan					
Leistungsphase: Geotechnische Erkundung	Maßstab: 1 : 25.000	Projekt-Nr.: 110422	Anlage-Nr.: 1.1			

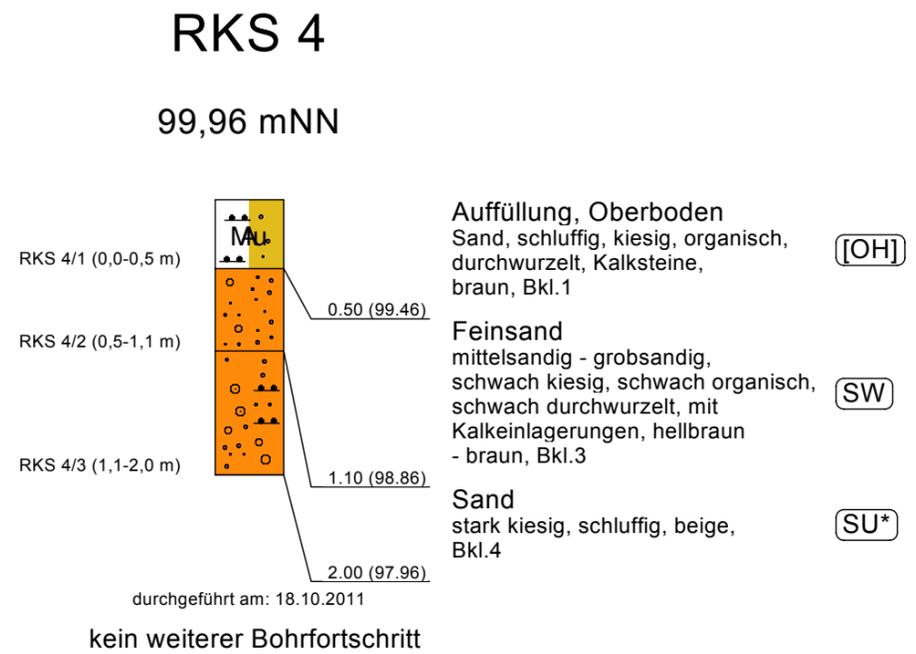
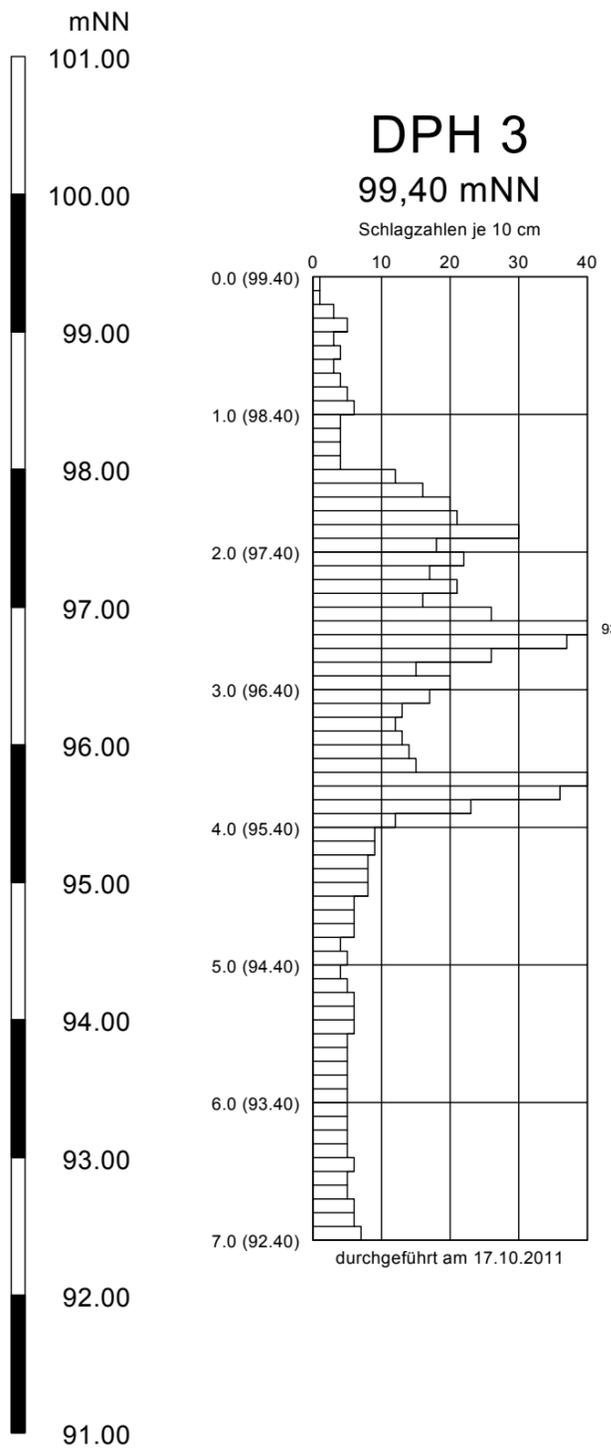


### Legende

-  Rammkernsondierung (RKS)
-  schwere Rammsondierung (DPH)
-  Standrohrversuch (VS)
-  Höhen Bezugspunkt (HP)  
OK Kanaldeckel = 98,57 mNN

● HP

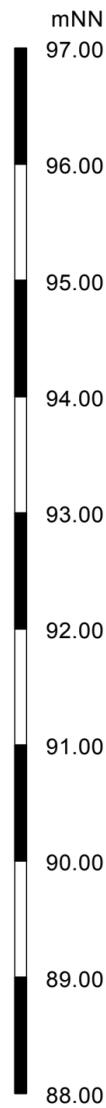
Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung	Datum	Name
Auftraggeber:		KA + P Klemme Architekten Heuerstraße 6 D-55129 Mainz				
	bearbeitet:					
	gezeichnet:					
	geprüft:					
Planer:		 Rubel & Partner Management für Umwelt und Technologie Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt Tel.: 0 67 32 / 93 29 80, Fax: 0 67 32 / 96 10 98				
	bearbeitet:	17.10.2011				WA
	gezeichnet:	14.11.2011				WA
	geprüft:	14.11.2011				RU
Projekt:		Geotechnisches Gutachten BV Pfarrer-Goedecker-Straße in Mainz-Laubenheim Lageplan der Aufschlusspunkte				
Leistungsphase:		Maßstab:	Projekt-Nr.:	Anlage-Nr.:		
Geotechnische Erkundung		1 : 500	110422		1.2	



**Legende**

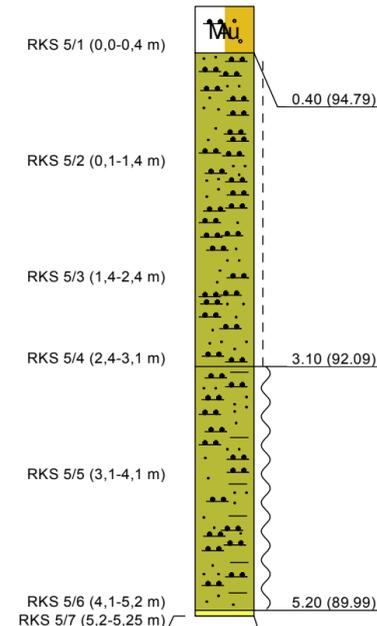
- A Auffüllung
- Mu Oberboden
- . Sand

Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung
<p><b>Auftraggeber:</b> KA + P Klemme Architekten Heuerstraße 6 D-55129 Mainz</p>				
<p><b>Planer:</b>  Rubel &amp; Partner Management für Umwelt und Technologie Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt Tel.: 0 67 32 / 93 29 80, Fax: 0 67 32 / 96 10 98</p>				
<p><b>Projekt:</b> Geotechnisches Gutachten BV Pfarrer-Goedecker-Straße in Mainz-Laubenheim Geotechnischer Profilschnitt I: DPH 3, RKS 4</p>				
<b>Leistungsphase:</b>	<b>Maßstab:</b>	<b>Projekt-Nr.:</b>	<b>Anlage-Nr.:</b>	
Geotechnische Erkundung	1 : 50	110422	2.1	



### RKS 5

95,19 mNN



**Auffüllung, Oberboden**  
 Sand, stark schluffig, kiesig,  
 schwach organisch, Magerbetonreste,  
 braun - dunkelbraun, Bkl.1 [OH]

**Schluff**  
 feinsandig, hellbraun, Bkl.4 [UL]

**Schluff**  
 feinsandig - stark feinsandig,  
 sehr schwach tonig, hellbraun,  
 Bkl.4 [UL]

**Kies**  
 schwach sandig, schwach schluffig,  
 Kalksteine, weißlich, Bkl.3 [GW]

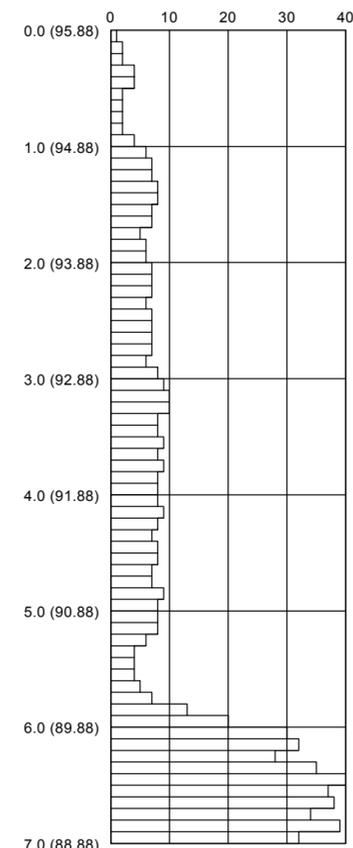
durchgeführt am 28.10.2011

kein weiterer Bohrfortschritt

### DPH 2

95,88 mNN

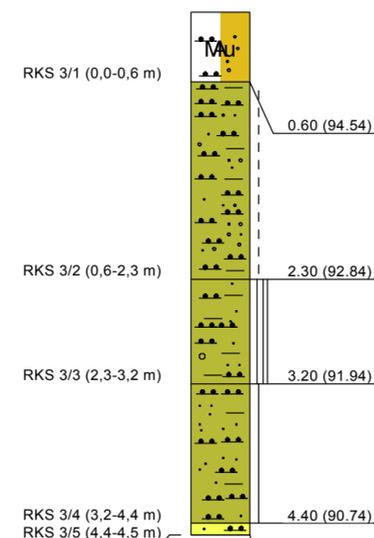
Schlagzahlen je 10 cm



durchgeführt am 17.10.2011

### RKS 3

95,14 mNN



**Auffüllung, Oberboden**  
 Sand, schluffig, kiesig, schwach  
 organisch, schwach durchwurzelt,  
 Schlackereeste, Kalkstein,  
 braun, Bkl.1 [OH]

**Schluff**  
 stark sandig, schwach tonig,  
 hellbraun, Bkl.4 [UL]

**Schluff**  
 tonig, feinsandig, schwach  
 feinkiesig, braun, Bkl.4 [UL - TL]

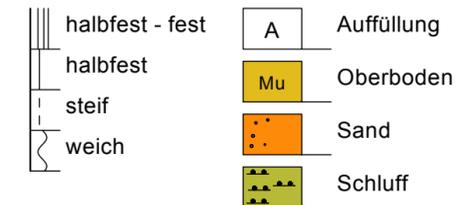
**Schluff**  
 feinsandig, schwach tonig,  
 hellbraun, Bkl.4 [UL]

**Kies**  
 stark sandig, schluffig, Kalksteinersatz,  
 hellbraun, Bkl.4 [GU\*]

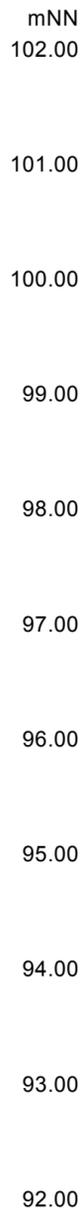
durchgeführt am 18.10.2011

kein weiterer Bohrfortschritt

### Legende

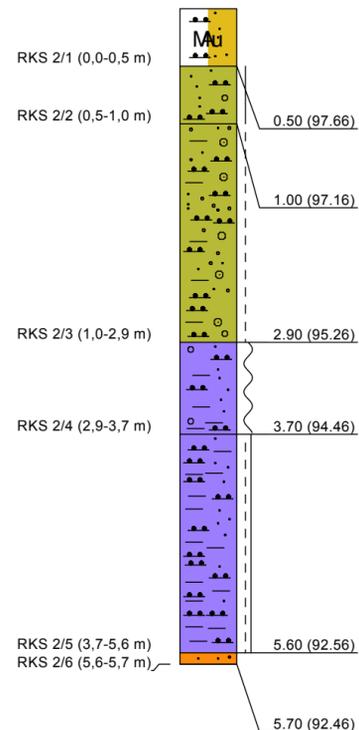


Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Auftraggeber:</th> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">KA + P</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Klemme Architekten</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Heuerstraße 6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">D-55129 Mainz</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">bearbeitet:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">gezeichnet:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">geprüft:</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Auftraggeber:		Datum	Name	KA + P				Klemme Architekten				Heuerstraße 6				D-55129 Mainz				bearbeitet:				gezeichnet:				geprüft:			
Auftraggeber:		Datum	Name																																	
KA + P																																				
Klemme Architekten																																				
Heuerstraße 6																																				
D-55129 Mainz																																				
bearbeitet:																																				
gezeichnet:																																				
geprüft:																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Planer:</th> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">            Rubel &amp; Partner            Management für Umwelt und Technologie            Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt            Tel.: 0 67 32 / 93 29 80, Fax: 0 67 32 / 96 10 98         </td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">bearbeitet:</td> <td>17.10.2011</td> <td>WA</td> </tr> <tr> <td colspan="2">gezeichnet:</td> <td>14.11.2011</td> <td>WA</td> </tr> <tr> <td colspan="2">geprüft:</td> <td>14.11.2011</td> <td>RU</td> </tr> </tbody> </table>					Planer:		Datum	Name	 Rubel & Partner Management für Umwelt und Technologie Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt Tel.: 0 67 32 / 93 29 80, Fax: 0 67 32 / 96 10 98				bearbeitet:		17.10.2011	WA	gezeichnet:		14.11.2011	WA	geprüft:		14.11.2011	RU												
Planer:		Datum	Name																																	
 Rubel & Partner Management für Umwelt und Technologie Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt Tel.: 0 67 32 / 93 29 80, Fax: 0 67 32 / 96 10 98																																				
bearbeitet:		17.10.2011	WA																																	
gezeichnet:		14.11.2011	WA																																	
geprüft:		14.11.2011	RU																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Projekt:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">           Geotechnisches Gutachten            BV Pfarrer-Goedecker-Straße in Mainz-Laubenheim            Geotechnischer Profilschnitt II: RKS 5, DPH 2, RKS 3         </td> </tr> </tbody> </table>					Projekt:		Geotechnisches Gutachten BV Pfarrer-Goedecker-Straße in Mainz-Laubenheim Geotechnischer Profilschnitt II: RKS 5, DPH 2, RKS 3																													
Projekt:																																				
Geotechnisches Gutachten BV Pfarrer-Goedecker-Straße in Mainz-Laubenheim Geotechnischer Profilschnitt II: RKS 5, DPH 2, RKS 3																																				
Leistungsphase: Geotechnische Erkundung		Maßstab: 1 : 50	Projekt-Nr.: 110422	Anlage-Nr.: 2.2																																



## RKS 2

98,16 mNN

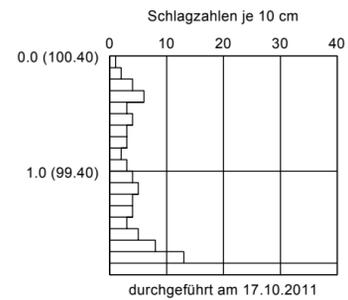


- RKS 2/1 (0,0-0,5 m) **Auffüllung, Oberboden**  
Feinsand, stark schluffig, mittelsandig - grobsandig, kiesig, schwach organisch, schwach durchwurzelt, Schlackereste, Keramikstückchen, braun, Bkl.1 **[OH]**
- RKS 2/2 (0,5-1,0 m) **Schluff**  
stark feinsandig, schwach feinkiesig, vereinzelt Kalkstückchen, hellbraun, Bkl.4 **[UL]**
- RKS 2/3 (1,0-2,9 m) **Schluff**  
stark sandig, kiesig, schwach tonig, Kalksteine, hellbraun, Bkl.4 **[UL - ST\*]**
- RKS 2/4 (2,9-3,7 m) **Ton**  
stark schluffig, feinsandig, kiesig, Kalksteinstückchen, Tonmergel, beige - hellbraun, Bkl.4 **[TL - UL]**
- RKS 2/5 (3,7-5,6 m) **Ton**  
stark schluffig, schwach feinsandig, hellbraun - hellgrau, Bkl.4 **[TM]**
- RKS 2/6 (5,6-5,7 m) **Feinsand - Mittelsand**  
schwach grobsandig, schwach feinkiesig, hellgrau, Bkl.3 **[SE]**

durchgeführt am 18.10.2011  
kein weiterer Bohrfortschritt

## DPH 1

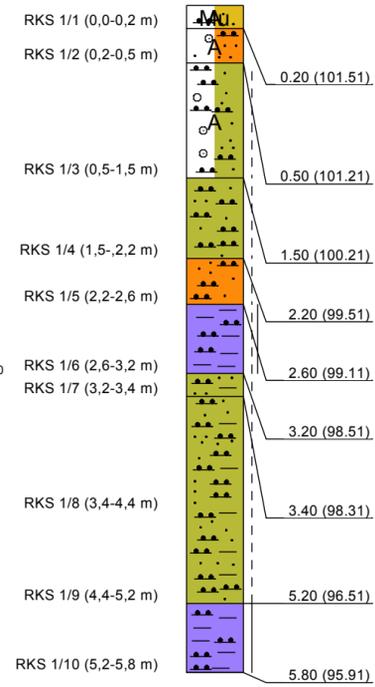
100,40 mNN



durchgeführt am 17.10.2011  
kein weiterer Bohrfortschritt

## RKS 1

101,71 mNN



- RKS 1/1 (0,0-0,2 m) **Auffüllung, Oberboden**  
Feinsand, schwach schluffig, organisch, durchwurzelt, dunkelbraun, Bkl.1 **[OH]**
- RKS 1/2 (0,2-0,5 m) **Auffüllung, Feinsand**  
schwach schluffig, sehr schwach kiesig, schwach durchwurzelt, Ziegelsteinreste, sehr vereinzelt Schwarzdeckenanteile, braun, Bkl.3 **[SU]**
- RKS 1/3 (0,5-1,5 m) **Auffüllung, Schluff**  
stark feinsandig, sehr schwach kiesig, Kalkstein, hellbraun, Bkl.4 **[UL]**
- RKS 1/4 (1,5-2,2 m) **Schluff**  
stark feinsandig, weißlich braun - grünlich, Bkl.4 **[UL]**
- RKS 1/5 (2,2-2,6 m) **Feinsand**  
schluffig, grünlichhellgrau, Bkl.4 **[SU\* - UL]**
- RKS 1/6 (2,6-3,2 m) **Ton**  
schluffig, oliv - bräunlich, Bkl.4 **[TM]**
- RKS 1/7 (3,2-3,4 m) **Schluff**  
stark feinsandig, schwach tonig, grünlich grau, Bkl.4 **[TL]**
- RKS 1/8 (3,4-4,4 m) **Schluff**  
feinsandig, sehr schwach tonig, hellbraun - grau, marmoriert, Bkl.4 **[UL]**
- RKS 1/9 (4,4-5,2 m) **Ton**  
stark schluffig, hellbraun - grau, marmoriert, Bkl.4 **[TM]**
- RKS 1/10 (5,2-5,8 m) **Ton**  
stark schluffig, hellbraun - grau, marmoriert, Bkl.4 **[TM]**

durchgeführt am 17.10.2011  
kein weiterer Bohrfortschritt

### Legende

- halbfest
- steif - halbfest
- steif
- weich
- A** Auffüllung
- Mu** Oberboden
- Sand**
- Schluff**
- Ton**

Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung
Auftraggeber:		KA + P Klemme Architekten Heuerstraße 6 D-55129 Mainz		Datum Name
Planer:		Rubel & Partner Management für Umwelt und Technologie Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt Tel.: 0 67 32 / 93 29 80, Fax: 0 67 32 / 96 10 98		Datum Name
Projekt:		Geotechnisches Gutachten BV Pfarrer-Goedecker-Straße in Mainz-Laubenheim Geotechnischer Profilschnitt III: RKS 2, DPH 1, RKS 1		
Leistungsphase:	Maßstab:	Projekt-Nr.:	Anlage-Nr.:	
Geotechnische Erkundung	1 : 50	110422	2.3	

**Wassergehalt** nach DIN 18 121

**BV Pfarrer-Goedecker-Straße  
 in Mainz-Laubenheim**

Bearbeiter: WO

Datum: 15.11.2011

Prüfungsnummer: 11-526-529

Entnahmestelle: RKS

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 18./28.10.2011

Probenbezeichnung:	RKS 2/3	RKS 2/5	RKS 3/2	MP RKS 5/3+4
Entnahmetiefe:	1,00 - 2,90 m	3,70 - 5,60 m	0,60 - 2,30 m	1,40 - 3,10 m
Bodenart:	U, s*, g, t'	T, u*, fs'	U, s*, t'	U, fs
Feuchte Probe + Behälter [g]:	1335.10	774.00	603.40	408.50
Trockene Probe + Behälter [g]:	1221.00	761.00	564.20	381.30
Behälter [g]:	358.60	703.50	212.70	186.30
Porenwasser [g]:	114.10	13.00	39.20	27.20
Trockene Probe [g]:	862.40	57.50	351.50	195.00
Wassergehalt [%]	13.23	22.61	11.15	13.95

Rubel & Partner  
 Management für Umwelt und Technologie  
 Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt  
 Tel.: 0 67 32 / 93 29 80, Fax: 0 67 32 / 96 10 98

Bearbeiter: WO

Datum: 15.11.2011

### Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

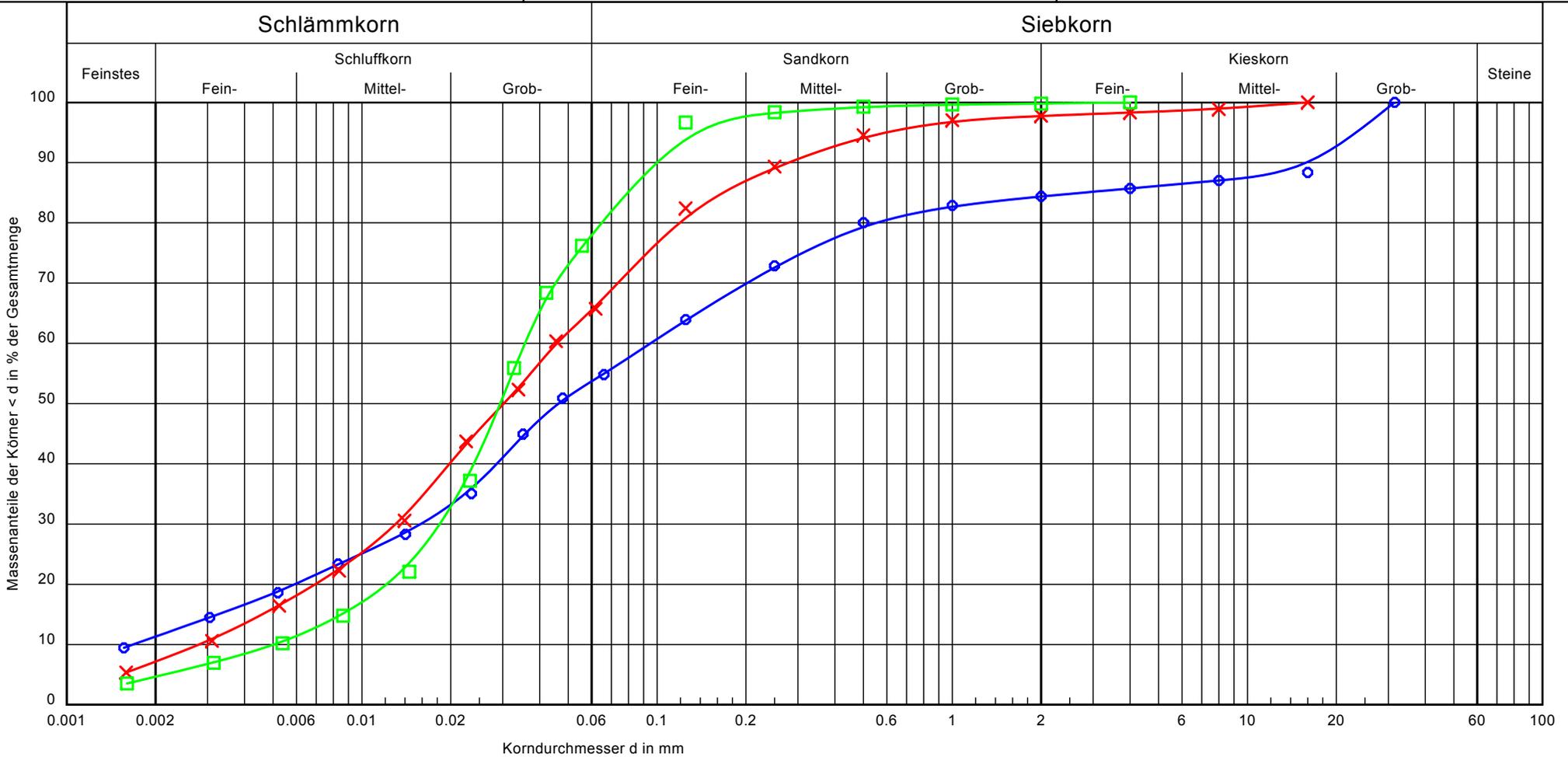
BV Pfarrer-Goedecker-Straße  
 in Mainz-Laubenheim

Prüfungsnummer: 11-526-529

Probe entnommen am: 18./28.10.2011

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: kombinierte Sieb-/Schlammanalyse



Bezeichnung:	RKS 2/3	RKS 3/2	MP RKS 5/3+4
Entnahmetiefe:	1,00 - 2,90 m	0,60 - 2,30 m	1,40 - 3,10 m
Bodenart:	U, $\bar{s}$ , g, t'	U, $\bar{s}$ , t'	U, fs
T/U/S/G [%]:	11.3/43.0/30.0/15.6	7.2/59.4/31.2/2.3	4.7/74.5/20.6/0.2
Bodengruppe:	UL / ST*	UL	UL
Signatur:	○—○	×—×	□—□

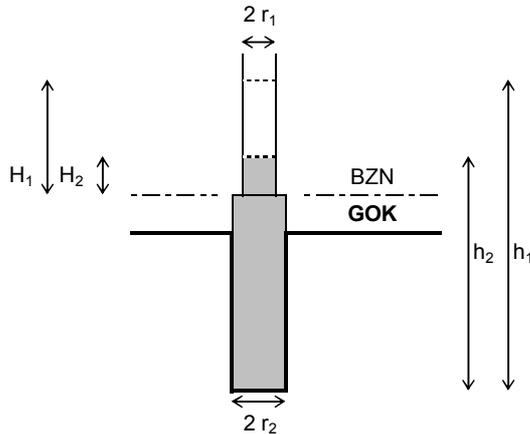
Bemerkungen:

Bericht:  
 110422  
 Anlage:  
 3.2



Projekt: Baugrunduntersuchung Pfarrer-Goedecker-Straße in Mainz-Laubenheim  
 Projektnummer: 110422  
 Datum: 28.10.2011  
 Bearbeiter: Rubel  
 Versuch: VS 1

**Versuchsaufbau:**



$r_1$  = Durchmesser Meßrohr [m]  
 $r_2$  = Durchmesser Standrohr [m]  
 $H_1$  = versickerte Wassersäule zum Zeitpunkt  $t_1$  [m]  
 $H_2$  = versickerte Wassersäule zum Zeitpunkt  $t_2$  [m]  
 $h_1$  = Druckhöhe zum Zeitpunkt  $t_1$  [m]  
 $h_2$  = Druckhöhe zum Zeitpunkt  $t_2$  [m]

**Feldparameter:**

$r_1$  = 0,0250 m  
 $r_2$  = 0,0250 m  
 $H_1$  = 0,1150 m  
 $H_2$  = 0,0000 m  
 $h_1$  = 0,8000 m  
 $h_2$  = 0,6850 m  
 $t_1$  = 0 s  
 $t_2$  = 2943 s

Wassertemperatur bei Versuchsdurchführung:

$T = 17 \text{ }^\circ\text{C}$

Untersuchungstiefe:

0,9 m

Substrat:

Schluff, feinsandig, schwach tonig

versickerte Wassersäule zwischen  $H_1$  und  $H_2$  pro Zeit in [m]

$$\Delta H = H_1 - H_2 = 0,115 \text{ m}$$

mittlere Druckhöhe in [m]

$$h = (h_1 + h_2) : 2 = 0,74 \text{ m}$$

Korrekturfaktor der Temperatur zur Normierung auf  $K_f$ -Werte bei  $20^\circ\text{C}$  (nach EARTH MANUAL)

$$C_T = 1,39$$

Absinkzeit (verstrichene Zeit zwischen  $H_1$  und  $H_2$ ) in [s]

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 2.943 \text{ s}$$

Korrektur der Absinkzeit auf eine einheitliche Eingabequerschnittsfläche in [s/m]

$$\Delta t' = (\Delta t * r_2) : r_1^2 = 117.720,00 \text{ s/m}$$

**Berechnung des  $k_f$ -Wertes nach EARTH MANUAL**

$$k_f = \frac{\pi * \Delta H * C_T}{5,5 * h * \Delta t'} = 1,05 * 10^{-6} \text{ m/s}$$