

Ingenieurbüro für Geotechnik

Robert Pflug  
(beratender Ingenieur der  
Ingenieurkammer Hessen)

BÜRO MAIN-KINZIG  
Altenhasslauer Str. 21  
63571 Gelnhausen  
Tel. 0 60 51 / 61 71 93 0

BÜRO RHEIN-MAIN  
Bruchgasse 6  
64409 Messel  
Tel. 0 61 59 / 71 51 00

info@rpgeo.de  
www.rpgeo.de

Volksbank  
Rhein-Nahe Hunsrück  
DE93 5609 0000 0000 2718 63

Kreissparkasse  
Gelnhausen  
DE73 5075 0094 0000 0727 22

Ust.-Id.: DE258353789

**Schaafheim**  
**Erschließung Neubaugebiet**  
**„Auf dem Bürgel“**

**Baugrunderkundung und**  
**geotechnische Beratung**

---

Auftraggeber:

Gemeinde Schaafheim  
Wilhelm-Leuschner-Straße 3  
64850 Schaafheim

242768 / 05.04.2024  
pf/jd

**242768 Schaaflheim, Erschließung Neubaugebiet „Auf dem Bürgel“  
Baugrunderkundung und geotechnische Beratung**

---

**Inhaltsverzeichnis**

1	Vorgang .....	3
2	Bauwerk und Unterlagen .....	3
3	Erkundung .....	5
4	Baugrund .....	6
5	Grundwasser .....	7
6	Versickerung .....	8
7	Geotechnische Beratung .....	9
7.1	Kanalbau .....	9
7.2	Straßenbau .....	11

**Anlagenverzeichnis**

1	Lageplan mit Aufschlusspunkten	M = 1 : 750
2.1	Baugrundprofile RKS 1 – RKS 6	M = 1 : 100
2.2	Baugrundprofile RKS 7 – RKS 12	M = 1 : 100
3	Absinkversuche (AV als Open-End-Test)	

## **1 Vorgang**

Die Gemeinde Schaafheim beabsichtigt die Erschließung des Neubaugebietes „Auf dem Bürgel“. Die e-netz Südhessen AG wurde von der Gemeinde als Erschließungs- und Entwicklungsträgerin beauftragt.

Unser Ingenieurbüro für Geotechnik wurde mit der Baugrunderkundung und geotechnischen Beratung zum Straßen- und Kanalbau beauftragt.

Weiterhin sollen die potenziell im Zuge der Baumaßnahme anfallenden Aushubmaterialien abfalltechnisch orientierend bewertet werden. Die Ergebnisse der abfalltechnischen Analyse werden in einem gesonderten Bericht nachgereicht.

## **2 Bauwerk und Unterlagen**

Zur Bearbeitung standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

[U1] Neubaugebiet „Auf dem Bürgel“  
Lagepläne  
Aufsteller und Datum unbekannt

Die Lage des Neubaugebietes ist in der beigefügten Anlage 1 dargestellt. Das Gelände liegt auf Höhen von ca. 161 bis 167 m ü. NN. Das Gelände ist aktuell mit Wiese bewachsen und teilweise bebaut (Gärtnerei).

Gemäß DIN EN 1998-1/NA:2011-01 gehört das Baufeld zur Erdbebenzone 0 sowie zur Untergrundklasse S.

Angaben zur Bauweise der geplanten Straße und zur Belastungsklasse nach RStO 12 liegen nicht vor. Es wird von einem geländegleichen Ausbau gem. der Belastungsklasse Bk1,0 nach RStO ausgegangen. Ebenfalls liegen keine Angaben über die geplante Tiefe der Kanalsohlen

und den Kanaldimensionen vor. Es wird, analog dem Bestandskanal im „Bürgelweg“, von einer Tiefe von ca. 2,5 bis 3 m unter Gelände ausgegangen.

Ggf. ist die vorliegende Beratung im Zuge der weiteren Planung anzupassen.





Abb. 1: Fotos zum Zeitpunkt der Erkundung

### 3 Erkundung

Zur Erkundung der örtlichen Baugrundverhältnisse wurden abstimmungsgemäß am 12. und 19.03.2024 zwölf Rammkernsondierungen (RKS) bis in Tiefen von max. 4,0 m unter Gelände niedergebracht. Ergänzend hierzu wurden sechs Sondierungen mit der schweren Rammsonde bis in eine Tiefe von max. 4,0 m unter Gelände abgeteuft.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse sind im Lageplan der Anlage 1 dargestellt. Aus den Aufschlüssen wurden 39 gestörte Proben (GP) der Güteklasse 3 nach EC7 entnommen, bodenmechanisch angesprochen und klassifiziert. Weiterhin wurde die Schwarzdecke (AP) und der Beton (BK) beprobt. Auf die Durchführung von bodenmechanischen Klassifizierungsversuchen wurde abstimmungsgemäß verzichtet.

Die Ergebnisse der Baugrunderkundung sind in Form von Bohrprofilen in der Anlagenserie 2 dargestellt. Als Höhenbezugspunkt dienten Kanaldeckel (siehe Anlage 1).

## 4 Baugrund

Im Zuge der Erkundung wurde in RKS 1 bis 4 zuoberst, in einer Mächtigkeit von 0,3 bis 0,5 m, durchwurzelter, tlw. umgelagert **Oberboden** der Bodengruppe OH nach DIN 18196 festgestellt.

In RKS 5 und 6 wurde zuoberst 0,09 bis 0,10 m mächtige **Schwarzdecke** angetroffen.

In RKS 9 bis 12 wurde zuoberst 0,05 bis 0,60 m mächtiger **Beton** festgestellt.

Unter der Schwarzdecke (RKS 5 und 6) folgt, bis in eine Tiefe von ca. 0,2 bis 0,6 m, **Auffüllung - „Frostschuttschicht“ / „Schottertragschicht“ (Schicht 1a)**. Die Schicht 1a wurde als schwach schluffiger, schwach sandiger bis sandiger Kies der Bodengruppe GU nach DIN 18196 angesprochen. Gemäß den Schlagzahlen der Sondierungen mit der schweren Rammsonde ist die Schicht 1a mitteldicht bis dicht gelagert. Es wurden Fremdbestandteile wie Schwarzdecken-, Ziegel-, Kohlereste, Basalt und Granit festgestellt. Die Schicht 1a verfügt augenscheinlich nicht über Frostschutzqualität gem. ZTV SoB-StB.

Unter der Schicht 1a (RKS 5 und 6) und unter dem Beton (RKS 11 und 12) folgt, bis in eine Tiefe von 0,5 bis 2,0 m **Auffüllung – Unterbau/Kanalgrabenverfüllung (Schicht 1b)**. Die Schicht 1b wurde als wechselnd tonig, sandiger Schluff bis Kies der Bodengruppen UL, TL, GU und GU\* nach DIN 18196 angesprochen. Der kalkhaltige, braune bis dunkelbraune Unterbau hat eine weiche bis steife Konsistenz bzw. ist sehr dicht gelagert. Teilweise wurden Ziegelreste festgestellt. Steine können nicht ausgeschlossen werden

Unter der Auffüllung, dem Oberboden (RKS 1 bis 4) bzw. unter GOK (RKS 7 und 8) folgt, bis zur Erkundungsendtiefe **Lösslehm / Löss (Schicht 2)**. Die Schicht 2 wurde überwiegend als schwach toniger bis toniger, schwach feinsandiger, tlw. schwach kiesiger Schluff der Bodengruppen UL und TL nach DIN 18196 angesprochen. Der kalkhaltige, braune bis hellbraungraue Lösslehm / Löss hat eine weiche bis steife Konsistenz bzw. ist locker gelagert.

Folgende bodenmechanischen Kennwerte und Klassifizierungen können den erkundeten Böden zugeordnet werden:

	<b>Schicht 1a</b>	<b>Schicht 1b</b>	<b>Schicht 2</b>
<b>Bodengruppen</b> nach DIN 18196	GU	GU, GU*, UL, TL	UL, TL
<b>Bodenklassen</b> nach DIN 18300 (2012)	3	3, 4	4
<b>Wichte des feuchten Bodens</b> $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	20	20	20
<b>Innerer Reibungswinkel</b> $\varphi'_k$ [°]	35	27,5 – 32,5	25 – 27,5
<b>Frostempfindlichkeit</b>	F2	F2, F3	F3
<b>Kohäsion</b> $c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0	3 – 10	5 – 10
<b>Lagerungsdichte</b> [I <sub>D</sub> ]	0,3 – 0,5	0,5 - 0,7	–
<b>Konsistenzzahl</b> [I <sub>C</sub> ]	–	0,6 – 1,0	0,6 – 1,0
<b>Steifemodul</b> $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	30 – 40	3 – 20	3 – 8

Tabelle 1: Bodenmechanische Kennwerte und Klassifizierungen (DIN EN 14688)

Gemäß DIN 18300(2019) bzw. ZTV E–StB 17 können die erkundeten Böden hinsichtlich ihrer Lösbarkeit zu einem **Homogenbereich B1** zusammengefasst werden. Der Oberboden ist als **Homogenbereich O1** gesondert zu betrachten.

## 5 Grundwasser

Im Zuge der Erkundung wurde kein Grundwasser festgestellt. Das Grundwasser hat für die Erschließung des Baugebietes keine Bedeutung.

Mit Grundwasser ist nach Angaben des Landesgrundwasserdienstes erst in einer Tiefe von ca. 122 m ü NN zu rechnen.



Abb. 2: Hohes Grundwasser gem. HLNUG

Schichtwasser, auch durch Zuläufe aus Oberflächengewässern, ist möglich.

Das Baugebiet liegt in keinem ausgewiesenen Wasserschutzgebiet.

## 6 Versickerung

In den Rammkernsondierungen RKS 1 und RKS 2 wurden Versickerungsversuche (Absinkversuch AV als Open-End-Test) nach DWA A 138 durchgeführt. Die Versuchstiefen betragen 3,00 m (RKS 1) und 2,00 m (RKS 2) unter Gelände.

Der Durchlässigkeitsbeiwert wurde in der Schicht 2 mit  $k_f = 2,9 \times 10^{-7}$  m/s und  $k_f = 3,9 \times 10^{-7}$  m/s ermittelt. Die nach DWA A 138 geforderte Durchlässigkeit von mind.  $10^{-6}$  m/s wird nicht

erreicht. Die Versickerung ist damit nach DWA-Merkblatt, aufgrund des langen Einstaus und der daraus folgenden Bildung von anaeroben Verhältnissen, nicht möglich.

Das Baufeld ist auf Grundlage der vorliegenden Erkundungsergebnisse nicht zur Versickerung von Niederschlagswasser gem. DWA A 138 geeignet. Ggf. kann eine ergänzende Erkundung in größere Tiefen weitere Ergebnisse liefern.

## **7 Geotechnische Beratung**

### **7.1 Kanalbau**

Gemäß den Erkundungsergebnissen kommt die Kanalsohle, bei einer angenommenen Tiefe der Rohrsohle bei 2,5 bis 3 m, im Lösslehm (Schicht 2) zu liegen.

Wir empfehlen hier, die Verlegung des Kanals gemäß Bettungstyp 1 nach DIN EN 1610 auf einem 20 cm starken Bodenaustausch.

Als Material für den **Bodenaustausch** (untere Bettungsschicht) sind nicht bindige Erdbaustoffe (z. B. Mineralgemische, Kiessand) zu verwenden. Die Korngrößen sind dabei auf 45 mm zu begrenzen. Wir empfehlen für den Bodenaustausch Materialien der Bodengruppe GW nach DIN 18196 (z. B. Schotter 0/32 oder 0/45 mm) zu verwenden. Das Material ist auf  $D_{pr} \geq 98 \%$  zu verdichten.

Die weiteren Bereiche der **Leitungszone** (Seitenverfüllung, obere Bettungsschicht, Abdeckung) sind analog zur unteren Bettungsschicht ebenfalls aus gut verdichtbaren Materialien der Bodengruppe GW nach DIN 18196 (z. B. Schotter 0/45 mm) herzustellen und auf  $D_{pr} \geq 98 \%$  zu verdichten. Beim Einbringen und Verdichten der Seitenverfüllung ist darauf zu achten, dass dies beidseitig des Rohres parallel erfolgt.

Zur Herstellung der **Hauptverfüllung** (bis UK Straßenoberbau) können Materialien mit einem Größtkorn von max. 150 mm bei einer angenommenen Lagenstärke von 0,3 m eingebaut wer-

den. Das Material ist mit einem Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} \geq 97\%$  (gemischtkörnige Böden) bzw.  $98\%$  (grobkörnige Böden) einzubauen.

Auf den Wiedereinbau von bindigen Böden (Schicht 2 und 1b) sollte aufgrund der eingeschränkten Verdichtungsfähigkeit und Bearbeitbarkeit aus geotechnischer Sicht verzichtet werden. Die bindigen Böden der Schichten 1b und 2 sind aus geotechnischer Sicht ohne zusätzliche Maßnahmen (z. B. Behandlung mit Bindemitteln als qualifizierte Bodenverbesserung) nicht zum Wiedereinbau geeignet. Hierzu wären vorab Eignungsprüfungen gem. den Merkblättern ZTV E-StB und M BmB zur Festlegung der Bindemittelart, der Bindemittelmenge, der Verdichtungsfähigkeit und dem optimalen Einbauwassergehalt durchzuführen. Weiterhin ist eine sorgfältige Eigenüberwachung im Zuge der Bauausführung erforderlich. Auf Grundlage der Erkundungsergebnisse fallen die eingeschränkt wiederverwertbaren Böden mit einem Anteil von ca.  $80\%$  an.

Aus geotechnischer Sicht könnten die im Zuge des Aushubs anfallenden gemischtkörnigen Böden der Schichten 1a und teilweise Schicht 1b (Kies) als Kanalgrabenverfüllung wiederverwertet werden. Die ergänzenden und ggf. einschränkenden Bewertungen gem. der abfalltechnischen Bewertung (siehe gesonderter Bericht) sind hierbei zu berücksichtigen,

Zur Umsetzung der Baumaßnahme entstehen Gräben bis ca.  $3\text{ m}$  Tiefe. Grundsätzlich können die Gräben geböscht unter einem Winkel von  $\beta \leq 60^\circ$  (bindiger Boden, Schicht 1b und 2) und  $45^\circ$  (gemischt- und grobkörniger Boden, Schicht 1a) angelegt werden.

Für die Wahl eines Verbaus weisen die überwiegend in der Grabenwand zu erwartenden Lehme (Schicht 2) ausreichende Kurzzeitstandfestigkeit auf. Die Auffüllung (Schicht 1a und teilweise 1b) weist keine Kurzzeitstandfestigkeiten auf. Entsprechend sind hier Normverbauten gemäß DIN 4124 zu wählen, die parallel im Absenkverfahren oder vorseilend zum Aushub eingebracht werden.

Im Zuge der Ausführung ist die Auflockerung der Kanalgrabensohle zu vermeiden. Im Bereich der Grabensohle ist ein entsprechender Aushub mit glatter Schneide erforderlich. Vor dem Einbau des Kanals muss die Grabensohle nachverdichtet werden.

## 7.2 Straßenbau

Angaben zur geplanten Bauweise und der Belastungsklasse nach RStO 12 liegen nicht vor. Für die vorliegende Beratung wird eine Belastungsklasse Bk1,0 nach RStO 12 angenommen.

Die Frostsicherheit der Schicht 1a hinsichtlich der Kornverteilung / Feinkornanteil wurde nicht überprüft. Nach Bodenansprache kann die Schicht 1a hinsichtlich Kornverteilung und Mineralogie nicht als frostsicher angenommen werden.

Auf dem Erdplanum ist nach RStO ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen. Diese Tragfähigkeit wird ohne Zusatzmaßnahmen nicht erreicht. Zum Erreichen ausreichender Tragfähigkeit wird zusätzlich ein Bodenaustausch in einer Mächtigkeit von ca. 30 bis 40 cm erforderlich.

Auf der Oberkante der Frostschutzschicht ist gemäß RStO, in Abhängigkeit der Belastungsklasse (hier angenommen Bk 1,0), ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen.

Zum Erreichen der erforderlichen Tragfähigkeit auf OK FFS ist, unter Berücksichtigung des gewählten Aufbaus, ein Tragfähigkeitszuwachs von  $75 \text{ MN/m}^2$ , von  $45 \text{ MN/m}^2$  auf dem Erdplanum bis  $120 \text{ MN/m}^2$  auf OK FSS, sicher zu stellen. Um die geforderte Tragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$  auf OK FSS mit einem Schotteraufbau von ca. 40 cm (40 cm FSS + 20 cm geb. Oberbau = 60 cm) zuverlässig zu erreichen, wird empfohlen, die Anforderungen an die Tragfähigkeit auf dem Erdplanum, abweichend von der RStO, auf **60 MN/m<sup>2</sup> zu erhöhen**.

Die im Erdplanum und in den Austauschsohlen anstehenden Böden sind teilweise witterungsempfindlich und neigen bei Wasserzutritt und dynamischer Beanspruchung zum Festigkeitsverlust. Dieses Verhalten ist bei der Bauausführung zu beachten. Es ist die Ausführung vor Kopf erforderlich, um ein Befahren des Erdplanums bzw. der anstehenden Lehme zu vermeiden.

Als Material für den o. g. **Bodenaustausch** sind nicht bindige oder nur schwach bindige, kornabgestufte Erdbaustoffe (z. B. Mineralgemische, Kies, Sand etc.) der Körnung 0/32 – 0/63 mm zu verwenden. Hierfür sind die Bodengruppen GW, GI und GU zulässig (siehe DIN 18196).

Zur Erhöhung der Tragfähigkeiten bzw. Reduzierung von Bodenaustausch auf ca. 20 cm ist auch der Einsatz von **knotensteifen Geogittern** (z. B. Begrid TG 30 von Beco oder mit vergleichbarer Knotensteifigkeit) denkbar. Dies sollte in der Ausschreibung berücksichtigt werden. Durch das Gitter können bei Tragfähigkeiten von ca. 20 MN/m<sup>2</sup> im Erdplanum ausreichende Tragfähigkeiten auf OK FSS erreicht werden. Die Unterschreitung der Tragfähigkeit im Erdplanum, abweichend von der RStO, ist dann durch den Bauherrn zu tolerieren. Im Zuge späterer Aufgrabungen, kann das Gitter aufgeschnitten und mit einer Überlappung von 10 cm wieder eingelegt werden.

Alternativ zum Bodenaustausch ist auch die **Verfestigung des Erdplanums** durch Aufbereitung mit Mischbindemittel (Kalk-Zement) möglich. Hierbei wird der anstehende Boden der Schicht 2 durch das Einfräsen von Bindemittel (ca. 30 bis 40 cm tief) verfestigt. Hierzu sind vorab entsprechende Eignungsprüfungen gem. FGSV Merkblatt (ZTV E-StB und M BmB) erforderlich, um die Bindemittelart und -menge sowie den optimalen Einbauwassergehalt festzulegen. Zudem sind die Einbauparameter wie Wassergehalt etc. vorab und im Zuge der Ausführung zu prüfen (Eigenüberwachung siehe ZTV E-StB). Die optimale Einbauqualität ist abhängig von diesen Eignungsprüfungen. Für die weitere Planung/Ausschreibung kann von einem Bindemittelanteil von 8 Gew.% (Mischbindemittel Kalk-Zement) ausgegangen werden.

Für die Frostschutz-/Schottertragschicht sind feinteilfreie, kornabgestufte Mineralstoffe/-gemische der Körnung 0/32 – 0/45 mm zu verwenden. Hierzu sind die Bodengruppen GW und GI nach DIN 18196 zulässig. Die Vorgaben der Materialanforderung gemäß TL SoB-StB 04 sind zu beachten.

Das gewählte Bauverfahren ist zu Beginn der Baumaßnahme, unter Einsatz der zur Verwendung vorgesehenen Erdbaustoffe in einem Probekbau, zu überprüfen und ggf. anzupassen. Der Aufbau kann dann in Abhängigkeit der festgestellten Tragfähigkeiten optimiert und angepasst werden.

Zur Überprüfung der Tragfähigkeiten im Bereich des Erdplanums und des gewählten Aufbaus wird vorab oder zu Beginn der Baumaßnahme die Durchführung von statischen Lastplattendruckversuchen zur direkten Ermittlung der Tragfähigkeit empfohlen.

Die Erdbaustoffe sind lagenweise einzubauen und nachweislich auf  $D_{pr} \geq 100\%$  (Bodenaustausch bzw.  $D_{pr} \geq 103\%$  (FSS / STS) zu verdichten. Für die Verdichtungskontrolle ist ein Verhältniswert von 2,2 einzuhalten. Die Verdichtung kann z. B. mittels statischer Lastplattendruckversuche nachgewiesen werden. Bei Einsatz der dynamischen Fallplatte ist diese abschnittsweise mittels statischer Lastplattendruckversuche zu kalibrieren.



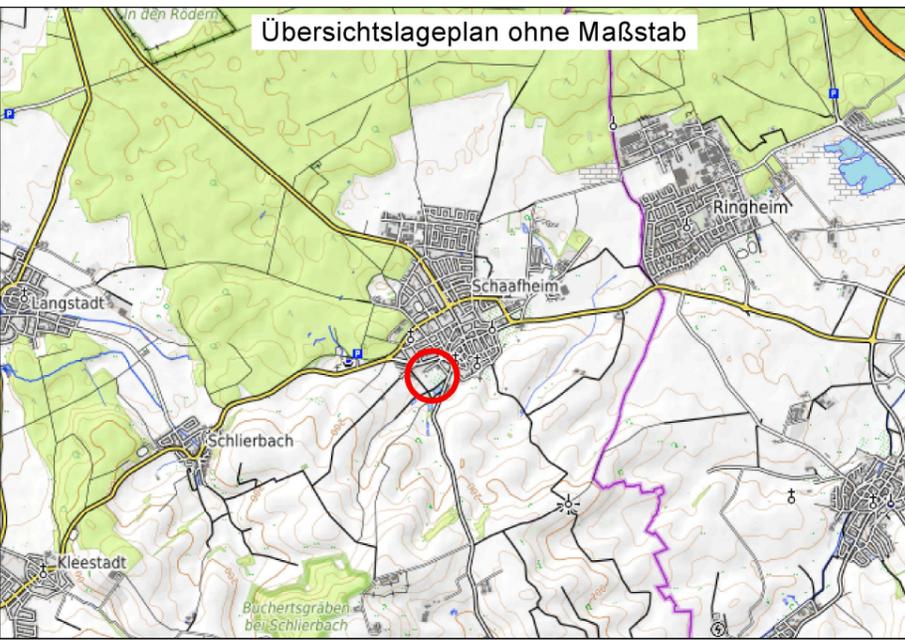
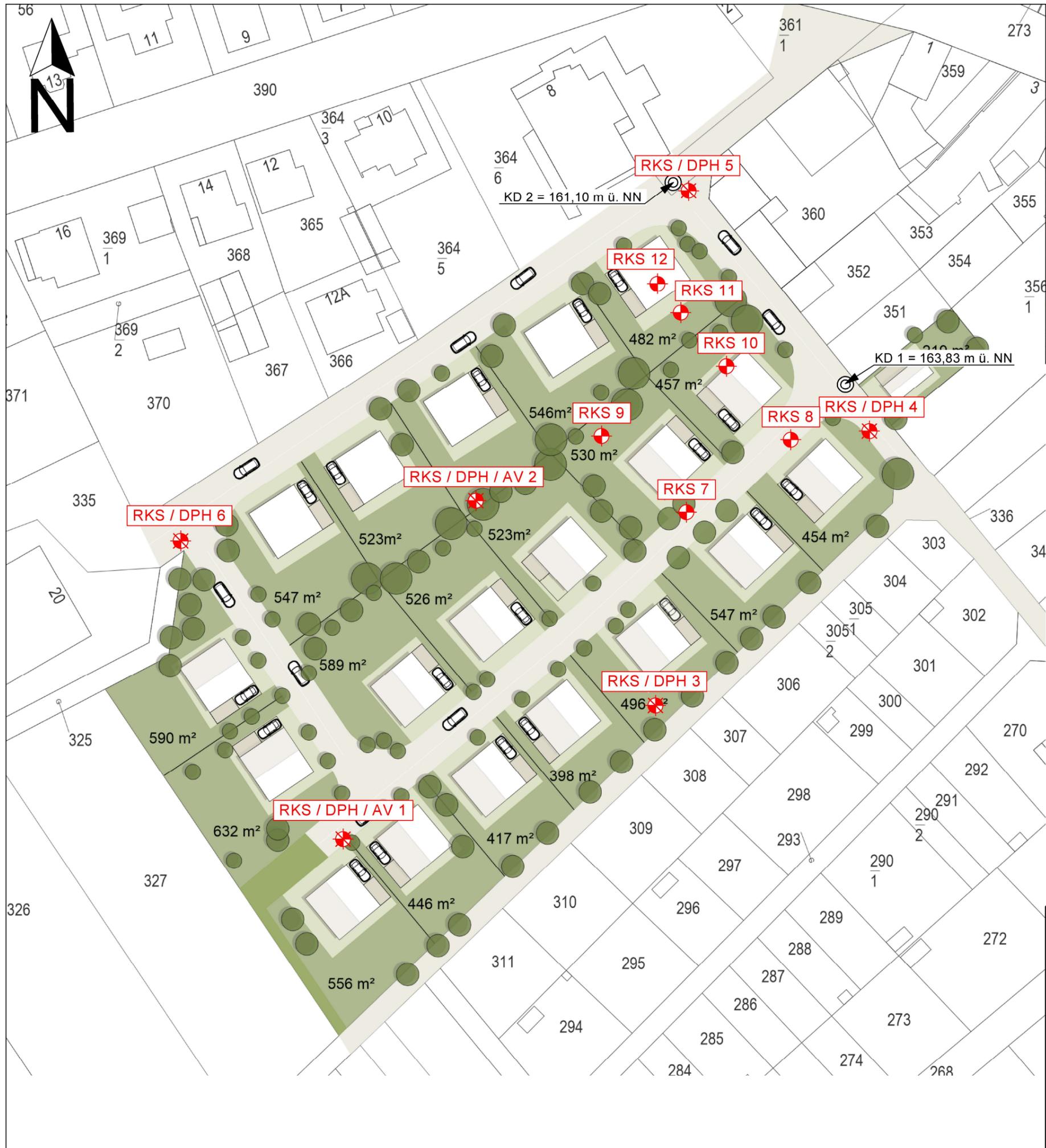
Dipl.-Geol. Robert Pflug

gez. M.Sc. Jana Dietrich

Verteiler:

Bauherrschaft  
e-netz Südhessen AG

1-fach (vorab per E-Mail)  
per E-Mail

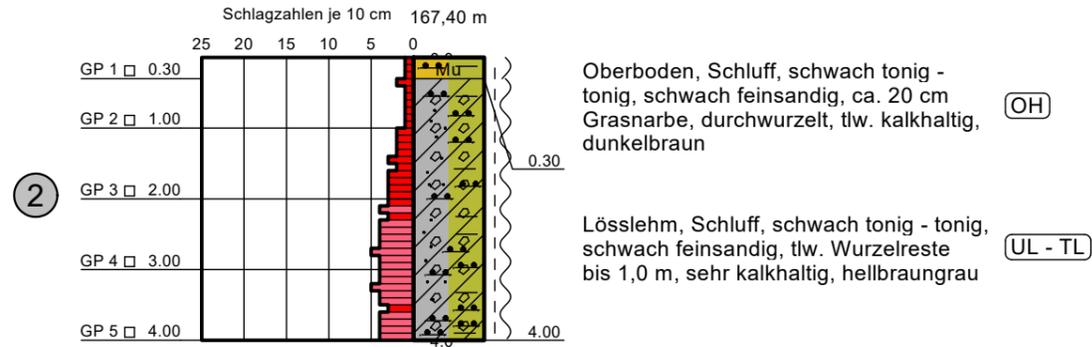


**ZEICHENERKLÄRUNG**  
**Erkundungsstellen**

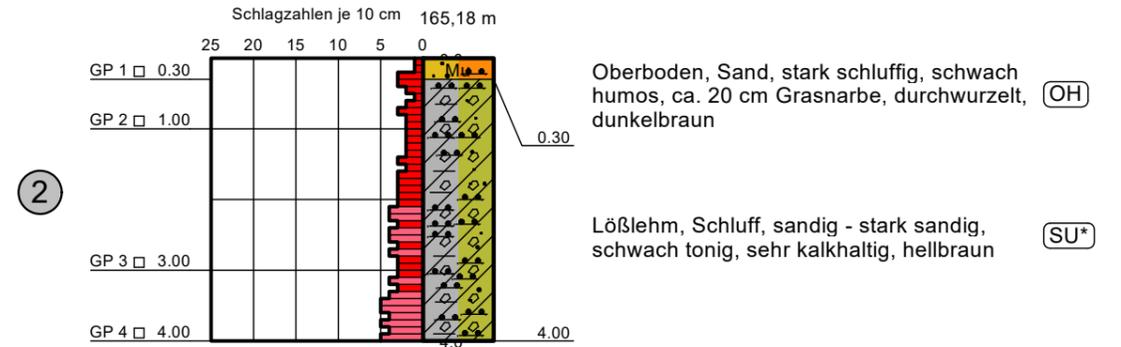
- ⊕ RKS Rammkernsondierung
- ⊗ DPH Schwere Rammsondierung
- AV Absinkversuch
- ⊙ KD Kanaldeckel

Bearb.: / Gez.: jd	Maßstab: 1 : 750	 <b>RPGeo</b> <small>Ingenieurbüro Robert Pflug Geotechnik</small>
Teilbild: ---	Datum: 05.04.2024	
Projekt: <b>Schaaheim</b> <b>Erschließung Neubaugebiet "Auf dem Bürgel"</b>		Projekt: <b>242768</b>
Blatt: Lageplan mit Aufschlusspunkten		Anlage: <b>1</b>

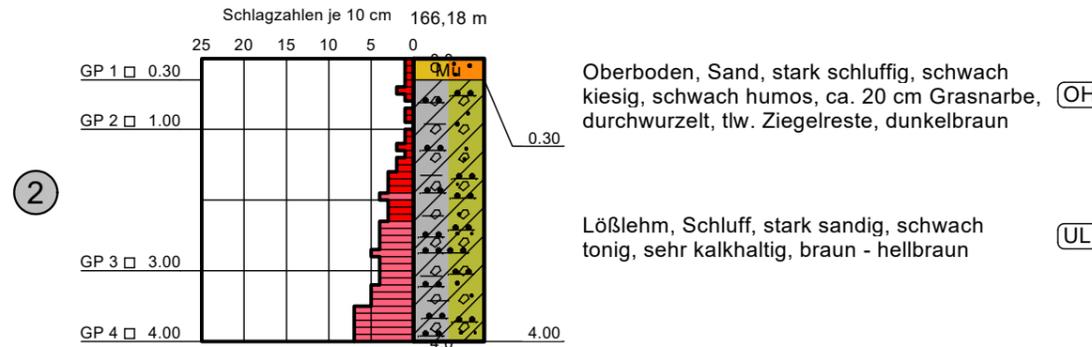
RKS / DPH 1



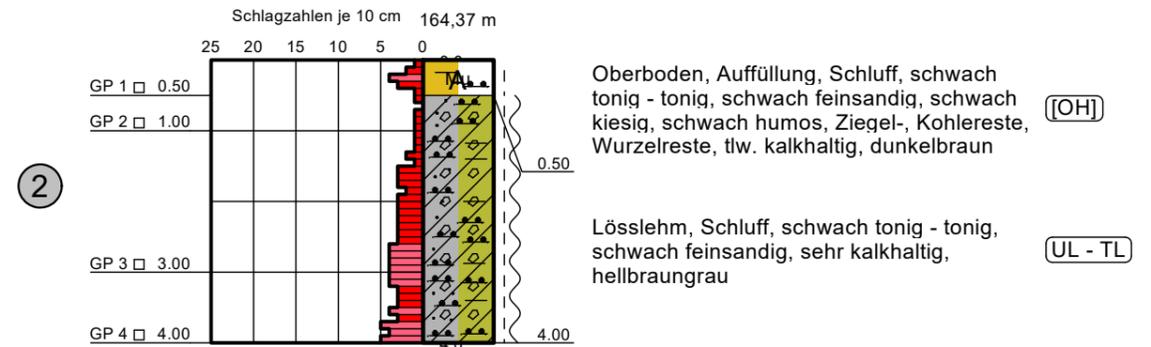
RKS / DPH 2



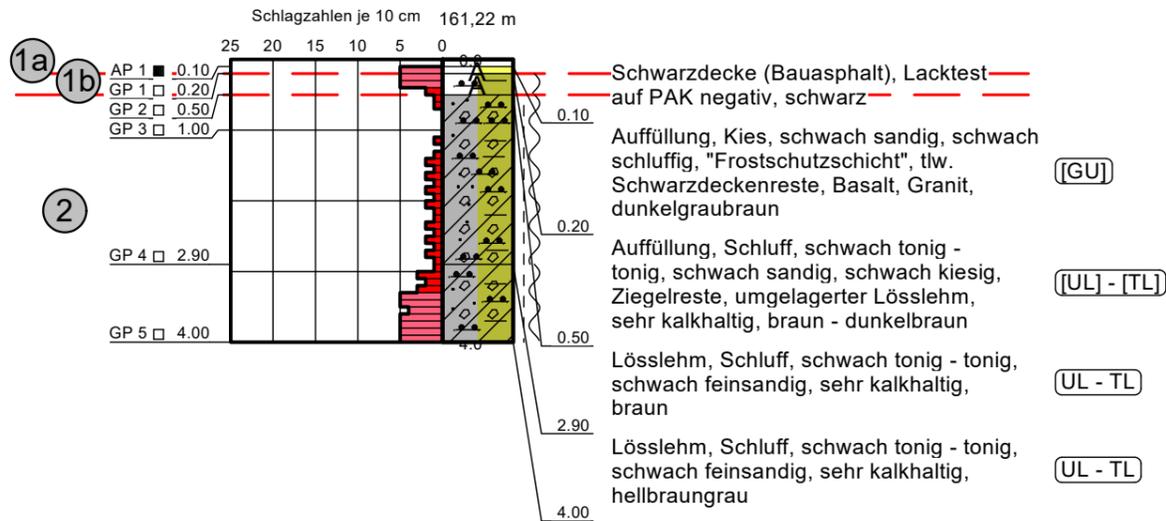
RKS / DPH 3



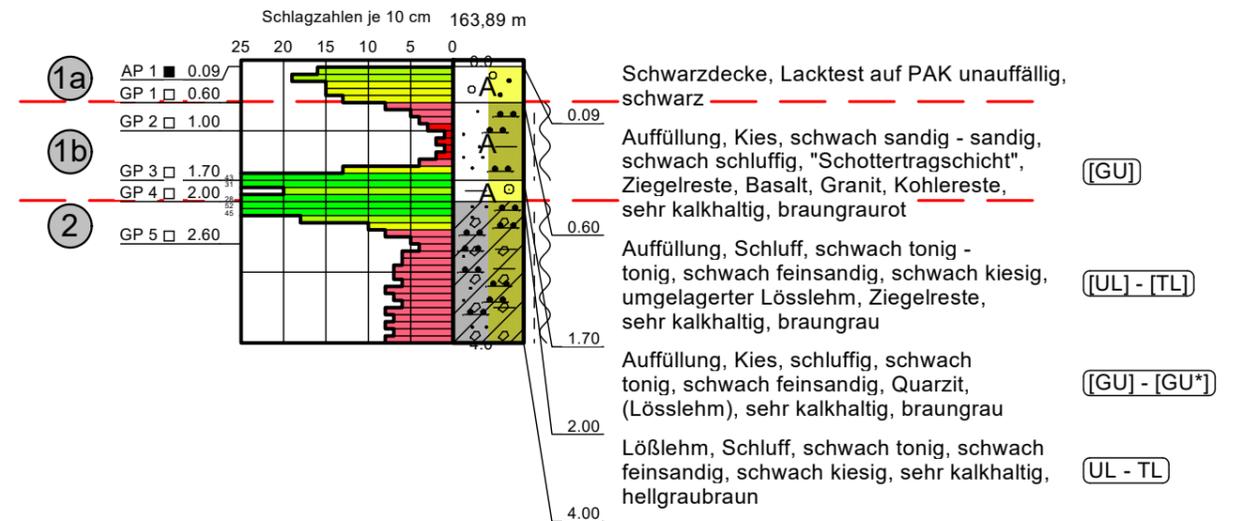
RKS / DPH 4



RKS / DPH 5



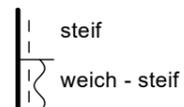
RKS / DPH 6



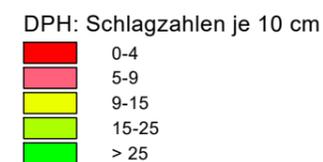
**ZEICHENERKLÄRUNG**

- 1a Auffüllung - "FSS" / "STS"
- 1b Auffüllung - Unterbau
- 2 Lösslehm / Löss

**Konsistenzen**



**Rammdiagramm**



**KBF** Kein Bohrfortschritt

Bearb.: / Gez.:  
jd

Maßstab:  
1 : 100

Teilbild:  
---

Datum:  
05.04.2024

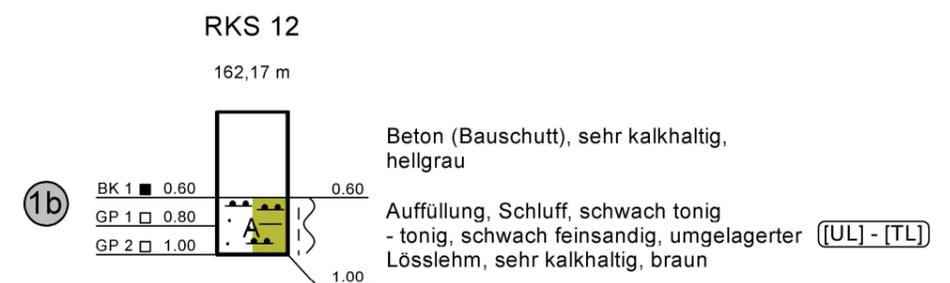
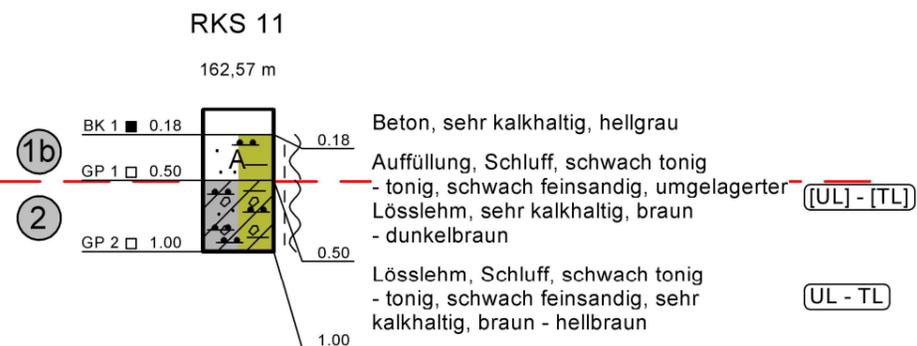
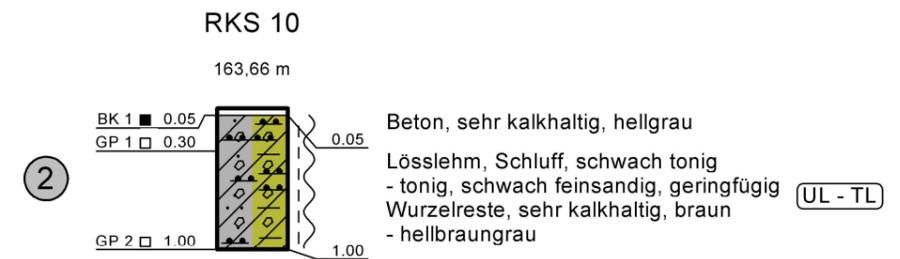
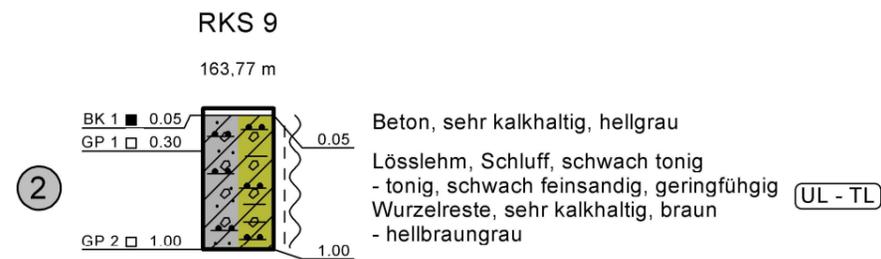
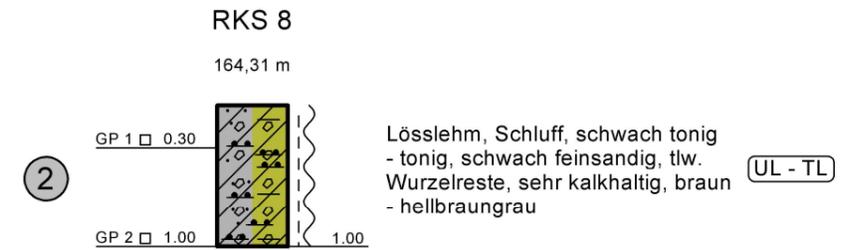
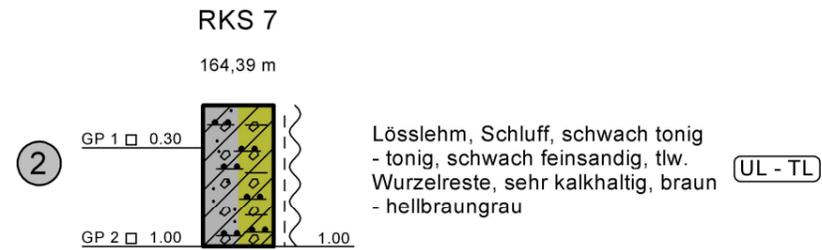
Projekt: **Schaafheim Erschließung Neubaugebiet "Auf dem Bürgel"**

Projekt:  
**242768**

Blatt: Baugrundprofile

Anlage:  
**2.1**

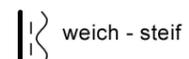




## ZEICHENERKLÄRUNG

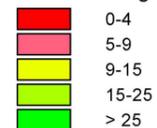
- ①a Auffüllung - "FSS" / "STS"
- ①b Auffüllung - Unterbau
- ② Lösslehm / Löss

## Konsistenzen



## Rammdiagramm

DPH: Schlagzahlen je 10 cm



**KBF** Kein Bohrfortschritt

Bearb.: / Gez.:

jd

Maßstab:

1 : 50

Teilbild:

---

Datum:

05.04.2024



**RPGeo**  
Ingenieurbüro Robert Pflug Geotechnik

Projekt: **Schaafheim**  
**Erschließung Neubaugebiet "Auf dem Bürgel"**

Projekt:  
**242768**

Blatt: Baugrundprofile

Anlage:  
**2.2**



