

# Baugrunderkundung und Deklarationsuntersuchung

Aegidienstraße 14  
37308 Heilbad Heiligenstadt  
Telefon 03606/5540-0  
Telefax 03606/554040

Qualitätsmanagement  
DIN EN ISO 9001 : 2015  
Zertifikat-Nr.: 4.05.0225

FGSV - DGGT - VSVI

GTV - BWP

RAP-Stru Prüfstelle nach  
A1, A3, G3, H1, H3, I3

Betonprüfstelle  
VMPA-zertifiziert

Prüfstelle Flüssigboden

Zertifiziertes Fachunternehmen  
DVGW-Arbeitsblatt W 120  
Zertifikat-Nr.: 7.01.0065

Niederlassung Leipzig  
Beutzner Straße 67  
04347 Leipzig  
Telefon 0341/2306896-0  
Telefax 0341/23066966

Niederlassung Süd  
Hospach 1  
72401 Haigerloch  
Telefon 07474/957791  
Telefax 07474/957793

**Projekt:** Erschließung Wohngebiet „Seelengrabenweg“  
Bebauungsplan Nr. 15  
in 99955 Herbsleben

**Auftraggeber:** Lean.der Grundstücksentwicklungs- und  
Beteiligungsgesellschaft mbH  
Hauptstraße 90 B  
99820 Hørselberg-Hainich, OT Behringen

**Auftragsdatum:** 10. September 2021

**Projekt Nr.:** 20210910-10002

**Verfasser:** Dipl.-Ing. Elmar Dräger  
Dipl.-Ing. Bernadette Gunkel

**Erstellungsdatum:** 17. November 2021

**Ausfertigung:** PDF

## INHALTSVERZEICHNIS

	<b>Seite</b>
1. EINLEITUNG .....	4
1.1 Projekt .....	4
1.2 Unterlagen .....	4
1.3 Untersuchungsumfang .....	5
1.4 Berücksichtigte Vorschriften .....	5
2. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE .....	6
2.1 Topographie .....	6
2.2 Erdbebenzone .....	7
2.3 Subrosionserscheinung und Erdfallgefährdung .....	7
2.4 Geotechnische Kategorie .....	7
2.5 Allgemeine Geologie .....	7
2.6 Eigenschaften und Kennwerte des Baugrundprofils .....	8
2.7 Wasserverhältnisse und Versickerungsfähigkeit .....	10
2.8 Bodenmechanisches Laborversuche .....	14
2.9 Bodenkennwerte .....	14
2.10 Umweltrelevante Untersuchungen .....	15
2.11 Vorschläge zur Festlegung der Homogenbereiche .....	16
3. EMPFEHLUNGEN .....	18
3.1 Allgemeines .....	18
3.2 Kanalbau .....	19
3.3 Straßenbau .....	23
3.4 Vorläufige Einschätzung zur Gründung von Wohnhäusern .....	27
4. SONSTIGES .....	31

## VERZEICHNIS DER ANLAGEN

### Anlagen

Anlage 1	Lageplan mit Aufschlusspunkten (1:1.000 / 1:2.000)
Anlage 2	Schnitt I – I, (V: 1:50, H: ohne)
Anlage 3.1	Zusammenstellung bodenmechanischer Laborergebnisse
Anlage 3.2	Wassergehalte nach DIN EN 17 892-1
Anlage 3.3.1-3.3.5	Kornverteilungen und Kornband A nach DIN EN 17 892-4
Anlage 3.4	Glühverluste nach DIN 18 128-GL
Anlage 4.1	Deklaration des Aushubmaterials
Anlage 4.2	Probenahmeprotokolle und Prüfberichte

### Anhang

Schichtenverzeichnisse

## **1. EINLEITUNG**

### **1.1 Projekt**

Die Lean.der Grundstücksentwicklungs- und Beteiligungsgesellschaft mbH, Behringen, plant die Erschließung des Wohngebietes „Seelengrabenweg“ in der Gemeinde Herbsleben. Im Zuge der Erschließung des Wohngebietes ist die Errichtung von zwei nach Norden ausgerichteten Stichstraßen vorgesehen. Die beiden Erschließungsstraßen schließen im Süden an den „Seelengrabenweg“.

Die Erschließungsarbeiten durch Anlegen von Straßen- und Kanal-/Leitungstrassen umfassen eine Verlegung der erforderlichen Kanäle und Hausanschlussleitungen. Konkrete Verlegetiefen und Schachtanordnungen liegen derzeit noch nicht vor. Es wird angenommen, dass die Verlegung der Medienleitungen in einer Gabentiefe von max. ca.  $T = 2,00$  m unter OK Gelände erfolgen wird.

Insgesamt sind 32 Parzellen für Ein- und Zweifamilienhäuser in dem Wohngebiet geplant.

Zur Vervollständigung der Planunterlagen und für die Planung einer gleichermaßen wirtschaftlichen und sicheren Gründung ist eine Baugrunderkundung notwendig. Hierfür wurde die geotechnik heiligenstadt gmbh beauftragt, die erforderlichen Arbeiten auszuführen und ein entsprechendes Baugrundgutachten zu erstellen. Es sollen Aussagen zu den Baugrund- und Versickerungsverhältnissen sowie eine Deklarationsanalytik im Rahmen der Erschließung und erste allgemeine Angaben für die Gründung von Wohngebäuden gemacht werden.

### **1.2 Unterlagen**

- /1/ Entwurfsplan Bebauungsplan Nr. 15, Wohngebiet „Seelengrabenweg“, Herbsleben (Maßstab 1:750)
- /2/ Katasterplan (Maßstab 1:2.000)
- /3/ Bebauungsplan Nr. 15, Wohngebiet „Seelengrabenweg“, Gemeinde Herbsleben, Begründung, Teil I und Planzeichnung (Vorentwurf), Maßstab 1:1.000
- /4/ Orientierende Altlastenuntersuchung in 99955 Herbsleben, geotechnik heiligenstadt gmbh, Bericht vom 13.09.2021
- /5/ Geologische und Hydrologische Karten
- /6/ Leitungspläne der Versorgungsträger

### 1.3 Untersuchungsumfang

Am 27.09.2021 wurden folgende Felduntersuchungen ausgeführt:

- 4 Kleinrammbohrungen KRB 1 bis KRB 4/V bis max. 5,0 m unter OK Gelände
- die Kleinrammbohrung KRB 2/V und KRB 4/V wurden zur Durchführung eines Versickerungsversuches als temporärer Pegel ausgebaut
- lage- und höhenmäßige Einmessung, Höhenbezug  
HFP OKD auf der Ostseite des Baugebietes = 0,00 m rel.
- Entnahme von Bodenproben für die Deklarationsanalytik und das bodenmechanische Laborprogramm

### 1.4 Berücksichtigte Vorschriften

DIN 1054 (Zulässige Belastung des Baugrunds)

DIN EN 1997 (EC 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik)

DIN EN ISO 22475-1 (Kleinrammbohrungen)

DIN EN ISO 14688 (Bodenarten)

ATV DIN 18300 VOB/C 2012 (Bodenklassen)

ATV DIN 18300 VOB/C 2019 (Homogenbereiche)

DIN 18196 (Bodengruppen)

DIN 18915 (Bodengruppen)

ZTV E-StB 17 (Frostempfindlichkeit, Verdichtungsvorgaben)

ZTV A-StB 12 (Verdichtungsvorgaben)

RStO 12 Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen

## 2.     UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

### 2.1    Topographie

Die Gemeinde Herbsleben befindet sich im östlichen Randbereich des Unstrut-Hainich-Kreises, innerhalb des Thüringer Beckens, nördlich des Höhenzuges „Fahner Höhe“.

Das geplante Neubaugebiet „Seelengrabenweg“ liegt am westlichen Ortsrand von Herbsleben. Der Geltungsbereich mit einer Gesamtfläche von  $A = 24.250 \text{ m}^2$  umfasst die Flurstücke 701, 702/1, 703/1, 704/1, 705/1, 706/1 und 707/5 in der Flur 3, Gemarkung Herbsleben sowie in der Flur 4 des Flurstückes 1256.



**Abb. 1:** Ansicht des Neubaugebiets, Blick nach Süd-Osten



**Abb. 2:** Ansicht des Neubaugebietes, Blick nach Nord-Westen

Im Süden wird das geplante Wohngebiet durch die Straße „Seelengrabenweg“, im Osten durch ein Wohnhaus und ein Gartenbaubetrieb, im Westen durch Grünflächen sowie daran anschließend ein Sportgelände und im Norden durch Baumbestand im Bereich der Unstrutau begrenzt.

In einer Entfernung vom nördlichen Rand des Baugebietes von  $E = 125 \text{ m}$  fließt die „Unstrut“.

Das Untersuchungsgebiet fällt insgesamt nach Norden in Richtung „Unstrut“ ein. Zwischen den Bohrpunkten KRB 2/V und KRB 3 wurde eine max. Höhendifferenz von ca.  $\Delta H = 3,29 \text{ m}$  ermittelt. Gemäß der Höhenkote liegt das Baugebiet zwischen ca.  $H = 177,18 - 177,97 \text{ m NHN}$  im Süden und  $170,96 \text{ m} - 174,45 \text{ m NHN}$  im Norden.

Das Untersuchungsgebiet ist eine Brachfläche und besteht aus Bewuchs mit Gras und Wildkräutern. Örtlich sind Anfüllungen mit Bauschutt sichtbar.

Auf dem geplanten Gelände befand sich in der Vergangenheit eine Rindermastanlage der ehemaligen LPG (T) „Clara Zetkin“. Die Gebäude dieser Anlage wurden zurückgebaut. Gemäß den Untersuchungsergebnissen aus /4/ ist ableitbar, dass flächendeckend eine Oberbodenschicht aufgebracht wurde. Darunter stehen Auffüllungen in einer Mächtigkeit von  $D = 0,70 - 2,60$  m an. Es ist nicht auszuschließen, dass in Teilbereichen noch alte Fundamente der ehemaligen Bausubstanz oder Wegebefestigungen vorhanden sind.

## 2.2 Erdbebenzone

Die Ortsmitte von Herbsleben (PLZ: 99955) in Thüringen gehört zu keiner Erdbebenzone [gemäß GFZ-Potsdam].

## 2.3 Subrosionserscheinung und Erdfallgefährdung

Im Untergrund des Untersuchungsgebietes befinden sich die verkarstungsfähigen Gesteine des Mittleren Keupers (Gipskeuper). Für die weitere Planung empfehlen wir eine ingenieurgeologische Stellungnahme beim Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) einzuholen.

## 2.4 Geotechnische Kategorie

Im Ergebnis unserer Untersuchungen sind die geplanten bautechnischen Maßnahmen gemäß der Vorgabe der DIN 1054:2021-04 der **Geotechnischen Kategorie 1 (GK 1)** bei Gräben für Leitungen und Rohre  $< 2$  m Tiefe und nicht unterkellerte Gebäude zuzuordnen. Bei Grabentiefen  $> 2 - 5$  m und bei Gebäuden mit Unterkellerung erfolgt die Einteilung in die **Geotechnische Kategorie 2 (GK 2)**.

## 2.5 Allgemeine Geologie

Nach den geologischen Kartenunterlagen des TLUBN wird der Untergrund im Bereich des Baugebietes durch die Gesteine des Mittleren Keupers geprägt, dessen Verwitterungszone in allen Sondierungen angetroffen wurde. Oberflächennah sind die Verwitterungsböden mit quartären Sedimenten überdeckt. In den südlichen Bohrungen und der nordöstlichen Bohrung lagen die quartären Ablagerungen als grobkörnige Terrassensedimente vor. Im nordwestlichen Aufschluss bildet eine Lehmschicht die obere Basis über der Verwitterungszone. Darüber wurden flächendeckend Auffüllungen angetroffen. Den Abschluss zur Oberfläche bildet eine anthropogene Mutterbodenauflage.

Nach unseren Aufschlussresultaten im nördlichen und südlichen Teil des Baugebietes ergibt sich das nachfolgende geologische Profil:

**Holozän/Anthropogen:**

Oberflächenabdeckung aus Mutterboden / humosen Auffüllungen  
Auffüllungen

**Quartär:**

Schwemmsedimente und Terrassensedimente

**Trias:**

Verwitterungszone Mittlerer Keuper (Mergelstein und Gips mit Ton-/Schluffstein)

2.6 Eigenschaften und Kennwerte des Baugrundprofils

**Oberboden/humose Auffüllungen:**

mit ca. 0,10 – 0,20 m Schichtdicke in den Aufschlüssen KRB 1 – KRB 4/V angetroffen, erbohrt als Schluff, schwach tonig – tonig, schwach sandig, humos; weich – steife Konsistenz zum Untersuchungszeitpunkt.

Unter der humosen Deckschicht wurden Auffüllungen (Schicht 1) an allen Aufschlusspunkten angetroffen. In diesen überwiegend bindigen bis gemischtkörnigen, teilweise rolligen Böden wurden Beimengungen von Ziegel- und Betonresten, Kalk-/Ton- und Sandstein, Rundkiese und Störstoffe wie Holzreste, Eisen und Kunststoff angetroffen. Die Beschreibung der Eigenschaften dieser Schicht 1 erfolgt zusammengefasst in der nachfolgenden Tabelle 1.

Tabelle 1: Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 1 – Auffüllung

<b>Schichtbeschreibung</b>		<b>Schicht 1 – Auffüllung</b>
angetroffen in den Aufschlüssen		KRB 1 – KRB 4/V
Schicht-Oberkante und Unterkante [m u. GOK]		0,10 / 0,20 bis 1,10 / 2,10
Schichtmächtigkeit [m]		0,90 – 2,00 m
Bodenart (DIN EN ISO 14688)		Schluff, schwach kiesig – kiesig, örtlich stark kiesig, schwach sandig – sandig, schwach tonig und Sand, kiesig – stark kiesig, schwach schluffig - schluffig (Kieskomponente: Ziegel- und Betonreste, Kalk-/Ton- und Sandstein, Eisen, Kunststoff), örtlich Holzreste
Lagerungsdichte (DIN EN ISO 14688)		locker - mitteldicht
Konsistenz zum Untersuchungszeitpunkt		steif, steif - halbfest
Bodengruppe (DIN 18196)		A [UL, UM, SU*, SU, GU, GU*]
<b>Bautechnische Eigenschaften</b>		
Scherfestigkeit		gering - mittel
Setzungsfähigkeit		hoch
Verdichtungsfähigkeit		schlecht - mittel
Witterungs- und Wasserempfindlichkeit		hoch - mittel
Erdbautechnische Eignung		bedingt - mittel
<b>Bautechnische Klassifizierung</b>		
Bodenklassen (DIN 18300:2012)		3, 4, 5 - 6 für Blockwerk
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-StB 17)		stark (F3) – mittel (F2) frostempfindlich
Verdichtbarkeitsklasse (ZTVA-StB 12)		V2 – V3
Bodengruppe (ATV-DVWK-A 127)		G3 – G4
Homogenbereich (DIN 18300:2019)		<b>A</b>

Unter den aufgefüllten Böden folgen in den Aufschlussprofilen KRB 1 und KRB 2/V Terrassensedimente. Nur im Bereich der KRB 3 wurden unterhalb der Auffüllungen Schwemmsedimente festgestellt. Aufgrund der unterschiedlichen bodenmechanischen Eigenschaften wurden die Terrassensedimente in Schicht 2a und die Schwemmsedimente in Schicht 2b untergliedert. Bautechnisch haben die Böden ähnliche Eigenschaften und werden daher zum Homogenbereich B zusammengefasst.

Tabelle 2: Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 2a – Terrassensedimente

<b>Schichtbeschreibung</b>		<b>Schicht 2a – Terrassensedimente</b>
angetroffen in den Aufschlüssen		KRB 1 und KRB 2/V
Schicht-Oberkante und Unterkante [m u. GOK]		1,10 bis 2,30 / 2,90
Schichtmächtigkeit [m]		1,20 – 1,70
Bodenart (DIN EN ISO 14688)		G, s, u' sowie S und G, u' - u
Lagerungsdichte (DIN EN ISO 14688)		mitteldicht
Konsistenz zum Untersuchungszeitpunkt		-
Bodengruppe (DIN 18196)		SW, SE, SU, GU
<b>Bautechnische Eigenschaften</b>		
Scherfestigkeit		mittel
Setzungsfähigkeit		mittel - gering
Verdichtungsfähigkeit		gut - mittel
Witterungs- und Wasserempfindlichkeit		mittel
Erdbautechnische Eignung		gut
<b>Bautechnische Klassifizierung</b>		
Bodenklassen (DIN 18300:2012)		3, 4, ggf. 5 für Gerölle
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-StB 17)		mittel (F2) – nicht (F1) frostempfindlich
Verdichtbarkeitsklasse (ZTVA-StB 12)		V1 – V2
Bodengruppe (ATV-DVWK-A 127)		G2 – G3
Homogenbereich (DIN 18300:2019)		<b>B</b>

Tabelle 3: Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 2b – Schwemmsedimente

<b>Schichtbeschreibung</b>		<b>Schicht 2b – Schwemmsedimente</b>
angetroffen in den Aufschlüssen		KRB 3
Schicht-Oberkante und Unterkante [m u. GOK]		1,60 bis 2,80
Schichtmächtigkeit [m]		1,20
Bodenart (DIN EN ISO 14688)		U, t – t*, s', g', lgw. o' - o
Lagerungsdichte (DIN EN ISO 14688)		-
Konsistenz zum Untersuchungszeitpunkt		weich - steif
Bodengruppe (DIN 18196)		UL, UM (OU)
<b>Bautechnische Eigenschaften</b>		
Scherfestigkeit		gering
Setzungsfähigkeit		hoch
Verdichtungsfähigkeit		gering
Witterungs- und Wasserempfindlichkeit		hoch
Erdbautechnische Eignung		bedingt
<b>Bautechnische Klassifizierung</b>		
Bodenklassen (DIN 18300:2012)		4
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-StB 17)		stark (F3) frostempfindlich
Verdichtbarkeitsklasse (ZTVA-StB 12)		V3
Bodengruppe (ATV-DVWK-A 127)		G4
Homogenbereich (DIN 18300:2019)		<b>B</b>

Unterhalb der Terrassensedimente und Schwemmsedimente bzw. im Bereich des Aufschlusses KRB 4/V unterhalb der Auffüllung wurde in allen Bohrungen bis zur Endteufe von 3,00 m bzw. 5,00 m u. GOK die Verwitterungszone des Mittleren Keupers angeschnitten. Die Beschreibung dieser Bodenschicht erfolgt in der nachfolgenden Tabelle 4:

Tabelle 4: Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 3 – Verwitterungszone

Schichtbeschreibung		Schicht 3 – Verwitterungszone
angetroffen in den Aufschlüssen		KRB 1 – KRB 4/V
Schicht-Oberkante und Unterkante [m u. GOK]		2,10 / 2,90 bis 3,00 / 5,00 (Endteufe)
Schichtmächtigkeit [m]		0,70 – 2,10
Bodenart (DIN EN ISO 14688)		U, t – t*/T, u – u* und S, u, t
Lagerungsdichte (DIN EN ISO 14688)		mitteldicht
Konsistenz zum Untersuchungszeitpunkt		halbfest, halbfest - fest
Bodengruppe (DIN 18196)		UL, TL, SU*, ST*
Bautechnische Eigenschaften		
Scherfestigkeit		mittel - gering
Setzungsfähigkeit		mittel
Verdichtungsfähigkeit		gering
Witterungs- und Wasserempfindlichkeit		mittel
Erdbautechnische Eignung		bedingt
Bautechnische Klassifizierung		
Bodenklassen (DIN 18300:2012)		4, 5, ggf. 6 für Blöcke
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-StB 17)		stark (F3) frostempfindlich
Verdichtbarkeitsklasse (ZTVA-StB 12)		V3
Bodengruppe (ATV-DVWK-A 127)		G4
Homogenbereich (DIN 18300:2019)		C

Den hier angetroffenen feinkörnigen und bindigen Böden der Schichten 1 und 2b muss eine **hohe Fließ- und Witterungsempfindlichkeit** zugesprochen werden. Für die Erdarbeiten ist deshalb zu beachten, dass diese Böden insbesondere in Niederschlagsperioden bereits auf die Einbringung dynamischer Erregung (z. B. aus Verdichtungsvorgängen und durch Befahren) und bei direkter Einwirkung von Tages- und Schichtwasser mit einer Verschlechterung der bodenphysikalischen Eigenschaften reagieren und ohne große Verzögerung in die **breiige bis flüssige Konsistenz (fließende Bodenarten: Bodenklasse 2)** mit allen daraus resultierenden Nachteilen und Mehraufwendungen übergehen können.

## 2.7 Wasserverhältnisse und Versickerungsfähigkeit

### 2.7.1 Grund- und Schichtwasser

Zum Zeitpunkt der Untersuchung (27.09.2021) wurde in den Aufschlussprofilen kein Wasser angeschnitten.

In Schlechtwetterperioden können in den oberflächennah vorhandenen feinkörnigen bis bindigen Auffüllung sowie innerhalb der Schwemmsedimente Porenwassersättigungen mit starker Durch-

feuchtung dieser Schichtbereiche (Stau-/ Schichtwasser) auftreten, die in der niederschlagsreichen Jahreszeit eine Konsistenzänderung der anstehenden Böden bewirken kann. Die Intensität dieser Wasserführungen kann in Abhängigkeit von der Niederschlagsentwicklung stark variieren.

Anfallendes Niederschlagswasser versickert im Kluft- und Schichtsystem überwiegend vertikal und läuft auf bindigen Zwischenlagen lateral ab. Diese Schichtwässer werden durch feinkörnige und bindige Böden bereichsweise aufgestaut und laufen in den schluffig/sandigen Zwischenlagen weiter lateral ab.

Die Intensität der Schicht- und Stauwasserführungen ist stark von der Niederschlagsentwicklung abhängig und unterliegt größeren jahreszeitlichen Schwankungen. Die bindigen Schwemmsedimente (Schicht 2b) sowie die Verwitterungszone (Schicht 3) fungieren am Standort als Wasserstauer, so dass eine Schichtwasserführung und Stauwasserbildung besonders in den oberflächennahen Böden (Schicht 2a) auftreten können.

Laut Hydrogeologischer Karte (1:50.000) der TLUBN-Online-Kartendienste liegt der flächig ausgehaltene Grundwasserspiegel (Grundwassergleiche) im Untersuchungsgebiet bei ca. H = 155 - 160 m ü. NN und die Grundwasserfließrichtung ist in Richtung Norden zum Vorfluter „Unstrut“ angegeben. Der Untersuchungsbereich liegt ca. 40 m südlich des festgesetzten Überschwemmungsgebietes der „Unstrut“. Der Grundwasserflurabstand beträgt damit 11 – 17 m. Ein Einfluss von Grundwasser auf geplante Bauvorhaben im Wohngebiet kann somit ausgeschlossen werden.

Anhand der recherchierten und vorliegenden Informationen und der durchgeführten Baugrundaufschlüsse empfehlen wir - vorbehaltlich einer längerfristigen Beobachtungsreihe - als Bemessungswasserstand einen höchsten Wasserstand für alle weiteren Planungen von

**HGW = 161 m NHN**

zu berücksichtigen. Wobei hierbei die zeitlich begrenzten Schichtwasserführungen und eine Hochwassersituation der Vorfluter nicht berücksichtigt ist.

### 2.7.2 Versickerungsfähigkeit und Empfehlungen

Zur Ermittlung der konkreten Versickerungsbedingungen im oberflächennahen Bodenbereichen wurden die Bohrungen KRB 2/V + KRB 4/V als temporäre Versickerungspegel ausgebaut und Versickerungsversuche ausgeführt.

*Errichtung des Versickerungspegels*

Die Bohrungen KRB 2/V und KRB 4/V wurden bis zur Verwitterungszone bis 3,00 m unter Gelände ausgebaut (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5: Ausbaudaten der Versickerungspegel

Pegel	KRB 2/V	KRB 4/V
Ausbautiefe [m u. GOK]	3,00	3,00
Überstand [m]	0,00	0,00
Bohrdurchmesser [mm]	50	50
Ausbaudurchmesser	1 ¼“	1 ¼“
Versickerungshorizont	Verwitterungszone	Verwitterungszone

*Versuchsdurchführung und Auswertung*

Zur Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes des Untergrundes wurde ein sogenannter Open-End-Test durchgeführt. Der Versickerungspegel wurde mit Wasser aufgefüllt, gesättigt und anschließend die Absenkung der Wassersäule im Pegel gemessen.

Nach /HÖ-80/, /AHU-90/ lässt sich der Durchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ -Wert) über folgende Beziehung berechnen:

$$k_f = \frac{Q}{5,5 * r * h} ; \quad \text{mit} \quad Q = \frac{(h_1 - h_2) * r^2 * \pi}{t} \quad \text{und} \quad h = \frac{(h_1 + h_2)}{2}$$

$k_f$  : Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]

$Q$  : versickerte Wassermenge [m<sup>3</sup>/s]

$t$  : Zeit [s]

$h_1$  : Ausgangswasserspiegel [m]

$h_2$  : Wasserspiegel nach bestimmter Versuchszeit [m]

$r$  : Bohrlochradius [m], hier:  $r = 0,025$  m

Die Abbildung 3 enthält die in den Pegeln KRB 2/V und KRB 4/V ermittelten Durchlässigkeiten für die einzelnen Messintervalle.

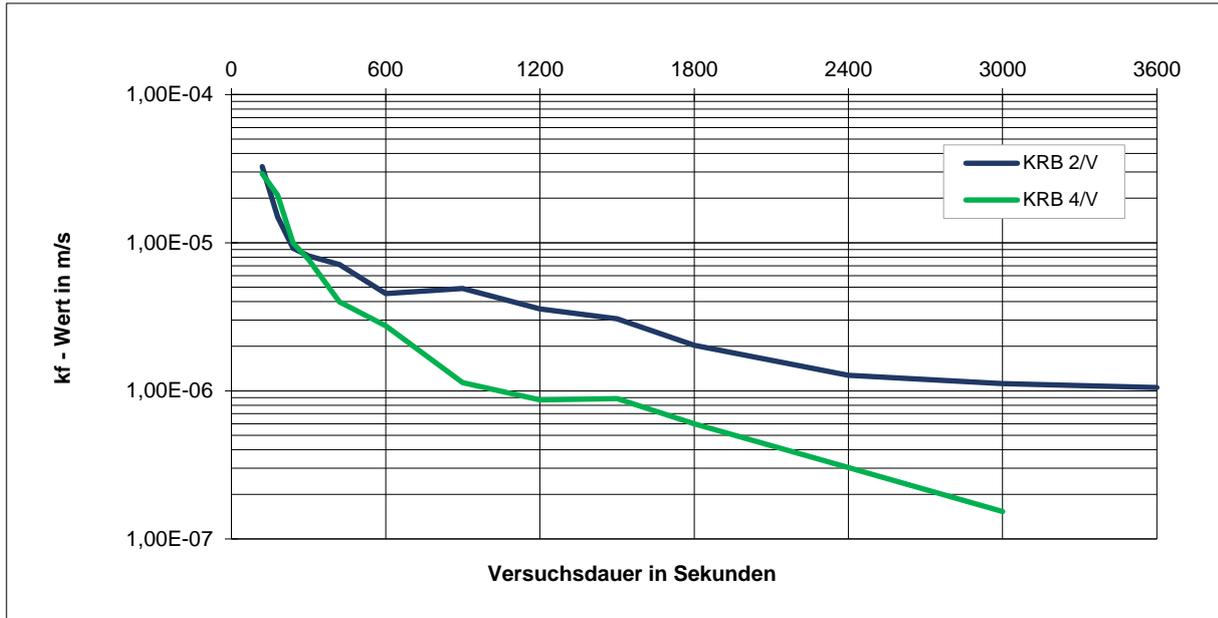


Abb. 3: ermittelte  $k_f$ -Werte in Abhängigkeit von der Versuchszeit

Im Ergebnis der Versickerungsversuche wurden folgende Durchlässigkeitsbereiche ermittelt (siehe Abb. 3):

Schicht 2a: Terrassensedimente:  $k_f = 1 \cdot 10^{-6} - 9 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$  (durchlässig nach DIN 18130)

Schicht 3: Verwitterungszone:  $k_f < 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$  (schwach durchlässig nach DIN 18130)

Eine Versickerung innerhalb der Terrassensedimente (Schicht 2a) ist begrenzt möglich. Die bindigen Schwemmsedimente (Schicht 2b) und die Verwitterungszone (Schicht 3) sind aufgrund der hohen Feinkorn- und Feinstkornanteile für eine Versickerung nicht geeignet, da der für die anstehenden Böden ermittelte Durchlässigkeitsbereich unterhalb des Grenzbereiches des entwässerungstechnisch relevanten Versickerungsbereiches von  $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$  bis  $1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$  liegt.

Für die Entwässerung im südlichen Bereich sind dezentrale Versickerungsverfahren über Mulden-Rigolen- bzw. Rohr-Rigolen-Systeme innerhalb der Schicht 2a (Terrassensedimente) **begrenzt** möglich. Für den nördlichen Bereich ist keine Versickerung möglich. Es ist zu prüfen, ob eine Einleitung in das geplante Mischwasserkanalsystem ausführbar ist.

#### Literatur

- /AHU-93/ Friedrich, H.; Lieber, M.; Stolpe, H.: Die vergleichende Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) - Kern der Standortauswahl für eine Deponie, AHU-Umwelttexte, AHU-GmbH, 1993.
- /DWA-05/ DWA – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Arbeitsblatt DWA-A 138, April 2005

/HÖ-80/ HÖLTING, B.:  
Hydrogeologie, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 1980.

## 2.8 Bodenmechanisches Laborversuche

In der nachfolgenden Tabelle 6 sind die durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche aufgelistet. Die detaillierten Ergebnisse der Untersuchungen sind in der Anlage 3 als Laborprotokolle ersichtlich. Eine tabellarische Zusammenstellung der wesentlichen Ergebnisse findet sich in der Anlage 3.1.

Tabelle 6: Bodenmechanische Laborversuche

Lfd. Nr.	Aufschluss	Probe	Entnahmetiefe	Benennung	Schicht	Wassergehalt DIN EN 17892-1	Korngrößenverteilung DIN EN 17892-4	Zustandsgrenzen DIN EN 17892-12	Glühverlust DIN 18128
1	KRB 1	GP 1/2	1,10 – 2,90	Terrassensedimente	2a	X	X	-	X
2	KRB 2	GP 2/1	0,10 – 1,10	Auffüllung	1	X	X	-	-
3	KRB 2	GP 2/3	2,30 – 3,00	Verwitterungszone	3	X	X	-	-
4	KRB 3	GP 3/2	0,80 – 1,60	Auffüllung	1	X	-	-	-
5	KRB 3	GP 3/3	1,60 – 2,80	Schwemmsedimente	2b	X	-	-	X
6	KRB 4	GP 4/3	2,10 – 3,00	Verwitterungszone	3	X	X	-	X

## 2.9 Bodenkennwerte

Für die erdstatischen Bemessungen werden den Baugrundsichten auf der Grundlage der Erkundungs- und Untersuchungsergebnisse, aus Erfahrungswerten und anerkannten korrelativen Beziehungen die Rechenwerte in der Tabelle 7 zugeordnet.

Diese sind gemäß DIN 4020 als „charakteristische Werte“ und in Verbindung mit Teilsicherheitswerten als „Bemessungswerte“ für den Nachweis von Grenzzuständen zu verstehen. Die Rechenwerte beschreiben die bodenmechanischen Eigenschaften der anstehenden Böden und Gesteine im vorhandenen Lagerungszustand.

Die im Untersuchungsbereich ca. 0,10 – 0,20 m mächtige durchwurzelte Oberbodendecke (Mutterboden/humose Auffüllung) ist aufgrund der humosen Inhaltstoffe von den Bauflächen abzutragen. Eine Angabe von bodenmechanischen Kennwerten für diese humosen Böden erfolgt in der nachfolgenden Tabelle 7 nicht.

Tabelle 7: Bodenkennwerte Baugrund

Schicht-Nr.	Bezeichnung	spez. Eigenschaften	wirksamer Reibungswinkel	wirksame Kohäsion	Wichten		Steifemodul
					$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	
1	Auffüllung A [UL, UM, SU, SU*, GU, GU*]	steif, steif – halbfest locker - mitteldicht	25,0 30,0	2 – 5 0	19,5 – 20,5 18,5 – 19,0	9,5 – 10,5 8,5 - 9,0	9 - 11 18 - 25
2a	Terrassen-sedimente SW, SE, SU, GU, GU*	mitteldicht	32,5	0	19,0	9,0	25 - 45
2b	Schwemmsedimente UL, UM (OU)	weich - steif	25,0	1 - 3	19,5	9,5	7 - 10
3	Verwitterungszone TL, UL, SU*	halbfest - fest	27,5	5 - 10	21,0	11,0	10 - 15

Die Angabe von Rechenwerten als Bandbreite resultiert aus den schwankenden Konsistenzen und Zusammensetzungen der anstehenden Böden und teilweise auch der Gesteine. Bei den Steifemoduln wurden dabei die unterschiedlichen und wechselnden Konsistenzen und Lagerungsdichten sowie die Belastungs- und Tiefenabhängigkeit berücksichtigt.

Für eine sichere und kostenoptimierte Planung sollten die maßgebenden Rechenwerte vom Statiker aus den Bandbreiten für die jeweilige Situation und Aufgabenstellung ausgewählt werden. Ansonsten sollten aus Sicherheitsgründen nur die ungünstigsten Werte verwendet werden.

## 2.10 Umweltrelevante Untersuchungen

Um Aussagen über mögliche Schadstoffbelastungen sowie die Verwertungsmöglichkeiten potentieller Aushubböden treffen zu können, wurden im Zuge der Baugrunduntersuchung Bodenproben entnommen und auf relevante chemische Parameter analysiert.

### *Probenahme/Probenanalytik:*

Für die Untersuchung der Baugrundverhältnisse im geplanten Neubaugebiet wurden 4 Kleinrammbohrungen abgeteuft. Die Sondierungen wurden gleichzeitig zur schichtweisen Entnahme von Feststoffproben genutzt. Für eine Deklarationsanalytik wurden die nachfolgenden Proben zur chemischen Untersuchung ausgewählt bzw. zusammengestellt (siehe Anlage 4):

- MP 1 Auffüllung: mineralische Fremdbestandteile > 10 Vol.-%,  
Untersuchungsbereich KRB 1 – KRB 4/V von 0,10 – 2,10 m u. GOK
- MP 2 gewachsener Boden: ohne mineralische Fremdbestandteile,  
Untersuchungsbereich KRB 1 – KRB 4/V von 1,10 – 5,00 m u. GOK

Die detaillierten Analysenbefunde der untersuchten Bodenproben mit der Gegenüberstellung der Zuordnungswerte sind in der Anlage 4 ersichtlich. Die Probenahme und Analysenprotokolle enthält die Anlage 4.2.

*Bewertung der Untersuchungsergebnisse*

Entsprechend der vorliegenden Analytikbefunde (Anlage 4.2) ergibt sich die nachfolgende Einstufung der untersuchten Proben (Tabelle 8):

Tabelle 8: Analytikbefunde Aushubmaterial (Auffüllung/Boden) und Ausbaumaterial (Asphalt)

Entnahmetiefe von – bis [m]	Materialart	Proben-Nr.	Prüfungs-Grundlage a)		Bewertung		Zuordnung Prüfergebnisse b)	AVV-Nr. c)
					maßgebender Parameter	Zahlenwert		
0,10 – 2,10 (KRB 1 – 4/V)	Auffüllung, min. FB > 10%	MP 1	2.	Feststoff Eluat	- -	- -	Z1.1	17 01 07
1,10 – 5,00 (KRB 1 – 4/V)	gewachsener Boden, ohne min. FB	MP 2	1.	Feststoff Eluat	- -	- -	Z0	17 05 04

- a) - 1. LAGA M20 TR Boden (2004) i. V. mit Übergangsempfehlung TMLNU
- 2. LAGA M20 Umfang Bauschutt bzw. Boden mit > 10 Vol.-% an mineral. Fremdbestandteilen
- b) - Zuordnungswert (Z...)

2.11 Vorschläge zur Festlegung der Homogenbereiche

- Homogenbereich O (Oberboden) DIN 18320:2019-09

Der humose Oberboden (Mutterboden/humose Auffüllung) wurde an unseren Aufschlusspunkten im Untersuchungsbereich bis ca. 0,10 - 0,20 m mächtig angetroffen. Nach /4/ ist jedoch im gesamten Baugebiet eine Oberbodenmächtigkeit von bis zu 0,30 m möglich. Darüber hinaus wurden z. T. unterhalb der anstehenden Auffüllungen „alte“ Mutterbodenschichten angeschnitten. Im Zuge der Baumaßnahme sind humose Oberböden von allen Bauflächen abzutragen.

Tabelle 9: Klassifizierung/Eigenschaft Homogenbereich Oberboden

Kennwerte/Eigenschaften	Homogenbereich O
ortsübliche Bezeichnung	Oberboden (Mutterboden/Auffüllung)
Korngrößenverteilung	-
Masseanteil Steine nach DIN EN ISO 14688-1	< 15 %
Masseanteil Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	0 - 2 %
organischer Anteil	< 15 %
Bodengruppe nach DIN 18196	OU [OU]
Bodengruppe nach DIN 18915	2 - 5

**- Homogenbereiche A, B und C (Schicht 1 – Schicht 3) DIN 18300:2019-09 (Erdarbeiten), GK 2**

Tabelle 10: Klassifizierung/Eigenschaften Homogenbereich (A) Auffüllung, (B) Boden (Erdarbeiten)

Kennwerte/Eigenschaften	Homogenbereich A		Homogenbereich B		Homogenbereich C	
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung (Schicht 1)		Terrassensedimente (Schicht 2a) /Schwemmsedimente (Schicht 2b)		Verwitterungszone (Schicht 3)	
Korngrößenverteilung	siehe Anlage 3.3.2	L	Anlage 3.3.1 (Terrassensedimente)	L	Kornband A (Anlage 3.3.5)	L
Massenanteil Steine nach DIN EN ISO 14688-1	< 30 %	T	< 30 %	T	< 30 %	T
Massenanteil Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	0 - 5 %	T	0 - 3 %	T	0 - 5 %	T
Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2	1,80 – 2,10 g/cm <sup>3</sup>	T	1,80 – 2,00 g/cm <sup>3</sup>	T	1,90 – 2,10 g/cm <sup>3</sup>	T
undrännierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN 18136 oder DIN 18137-2	50 – 200 kN/m <sup>2</sup>	T	20 – 200 kN/m <sup>2</sup>	T	200 – 400 kN/m <sup>2</sup>	T
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	6,64 – 8,29 %	L	4,83 – 55,47 %	L	16,92 – 17,76 %	L
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1 oder DIN EN ISO 17892-12	steif, steif - halbfest	G	weich – steif)* (Schwemmsedimente)	G	halbfest, halbfest - fest	G
Konsistenzzahl DIN EN ISO 17892-12	0,75 – 1,00	T	0,50 – 0,75	T	> 1,00	T
Plastizität nach DIN EN ISO 14688-1 oder DIN EN ISO 17892-12	leicht – mittel plastisch	G	leicht – mittel plastisch	G	nicht – leicht plastisch	G
Plastizitätszahl nach DIN EN ISO 17892-12	-		-	L	-	
Lagerungsdichte: Definition nach DIN EN ISO 14688-2	locker - mitteldicht	G	mitteldicht	G	mitteldicht	G
organischer Anteil nach DIN EN ISO 14688-1 oder DIN 18128	< 3 %	T	1,84 – 5,44 %	L	< 3 %	x
umweltrelevante chemische Analytik	MP 1: Z1.1	L	MP 2: Z0			L
Bodengruppe nach DIN 18196	A [UL, UM, SU*, SU, GU, GU*]		SW, SE, SU, GU, GU*; UL, UM (OU)		UL, TL, SU*	

\*) nach intensiven Niederschlägen ist eine Porenwassersättigung der bindigen Böden / Lagen und ein Übergang in die Bodenklasse 2 (fließende Bodenarten) möglich  
 Ergebnisse ermittelt auf Grundlage von: **G:** Geländeansprache des Bodens/Fels    **T:** Tabellen und Erfahrungswerten  
**F:** Feldversuche    -: nicht zutreffend oder nicht bestimmt  
**L:** Laborversuche, Analytik    **x:** nicht erforderlich

**- Homogenbereich F (Fels) DIN 18300:2019-09 (Erdarbeiten)**

Tabelle 11: Klassifizierung / Eigenschaft Homogenbereich (F) Fels

Kennwerte/Eigenschaften	Homogenbereich F (erfahrungsgemäße Angaben, da verfahrenstechnisch nicht erbohrt)
ortsübliche Bezeichnung	Mittlerer Keuper, kmGU
Benennung Fels nach DIN EN ISO 14689	Mergelstein - Ton-/Schluffstein - Wechsellagerung und Gips
Dichte nach DIN EN ISO 17892-2	2,0 - 2,8 g/cm <sup>3</sup>
Verwitterung und Veränderung, Veränderlichkeit nach DIN EN ISO 14689	frisch bis zerfallen, entfestigt bis stark entfestigt, angewittert, (replastifizierte Mergelsteinlagen); Klüftung: mittelständig bis sehr weitständig, nicht veränderlich bis stark veränderlich
Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform nach DIN EN ISO 14689	1 - 60 cm (sehr dünn bis mittelständig) söhlig bis flach gelagert bankig-, tafelförmig bis prismatisch
Einaxiale Druckfestigkeit nach DGGT-Empfehlung Nr. 5, DIN EN ISO 14689 (Tab. 2)	< 1 - 10 MPa (stark bis vollständig verwitterte Bereiche) 10 - 80 MPa (Mergelstein - Ton-/Schluffsteinlagen plattig bis dünnbankig)
Abrasivität nach NF P18-579	abrasiv – schwach abrasiv

**3. EMPFEHLUNGEN**

**3.1 Allgemeines**

Das Untersuchungsgebiet ist anhand der erkundeten Schichtabfolge wie folgt gegliedert: unter der Oberbodenbedeckung (Mutterboden/humose Auffüllung) lagern Auffüllungen in Form von bindigen bis gemischtkörnigen, teilweise rolligen Auffüllungen in heterogener Zusammensetzung, welche im Untersuchungsbereich überwiegend einen erhöhten Anteil an mineralischen Fremdmaterial (Ziegel-/Betonreste, Störstoffe wie Metall, Holzreste, Kunststoff) aufweisen.

Unter den aufgefüllten Böden folgen die gewachsenen Böden auf der Nordost- und Südseite des Baugebietes in Form von gemischtkörnigen Terrassensedimenten (Schicht 2a) mit mittlerem Setzungspotential und guter Tragfähigkeit. Auf der Nordwestseite des Baugebietes lagern unterhalb der Auffüllungen bindige Schwemmsedimente (Schicht 2b), die hoch setzungsfähig sind und bedingt bis ausreichend tragfähig sind. Unterhalb der Terrassensedimente bzw. der Schwemmsedimente steht die Verwitterungszone (Schicht 3) des Mittleren Keupers an. Die Verwitterungszone lag in Form von zersetzten Schluff-/Tonsteinersatz vor, der eine halbfeste, teilweise halbfeste bis feste Konsistenz und damit ein mittleres Setzungspotential sowie eine gute Tragfähigkeit aufwies. Ein Hinweis auf Gipslagen oder Gipskristalle konnte im Zuge der Baugrunduntersuchung nicht festgestellt werden.

### 3.2 Kanalbau

In den Erschließungsstraßen, die als Stichstraßen in nördlicher Richtung verlaufen und an die vorhandene Straße „Seelengrabenweg“ anschließen sollen, ist die Verlegung von Kanal- und Wasserleitungen sowie weiterer Medienleitungen vorgesehen. Wir gehen von einer maximalen Kanalverlegetiefe von ca.  $T = 2,00$  m unter OK Gelände aus (Annahme).

#### 3.2.1 Kanalbau in offener Bauweise

Beim Kanalbau bestehen an das Verlegen der Leitungen aus baugrundtechnischer Sicht keine besonderen, über die Vorgaben der ZTVE-StB 17 hinausgehenden Anforderungen (Kanalverlegetiefe ca.  $2,00$  m – Annahme). In Teilbereichen kann ggf. beim Auftreten von alten Fundamentresten und Blöcken der Einsatz von Meißelarbeit (Bodenklasse 5 – 6 gemäß DIN 18300:2012) erforderlich werden.

Bei deutlich erhöhten Wassergehalten (z.B. in Schlechtwetterperioden und bei Schichtwassereinfluss) neigen die gemischtkörnigen bis bindigen Böden der Schichten 1 und 2b (Auffüllung + Schwemmsedimente) zur Konsistenzveränderung (breiige bis flüssige Konsistenz - fließende Bodenarten), so dass hier u. U. bereichsweise mit erhöhten Aufwendungen bei der Kanalgrabenstabilisierung zu rechnen ist, um ein unkontrolliertes „Ausfließen“ dieser Böden im Zuge der Aushubmaßnahmen zu vermeiden. Innerhalb der Schicht 1 (Auffüllung) kann es ggf. bei erhöhtem Steinanteil lokal begrenzt zu Ausbrüchen in den Grabenwandungen kommen, so dass hier mit höheren Materialanteilen beim Aushub wie bei der Wiederverfüllung gerechnet werden muss.

Die Kanalgraben-Herstellung ist unter Beachtung der DIN 4124 durchzuführen. Hiernach ist bis zu einer Tiefe von  $T = 1,25$  m bei Vorliegen von mindestens steifplastischen Böden eine senkrechte Abschachtung zulässig, wobei für Kanalgrabentiefen bis zu  $T = 1,75$  m die oberen  $0,50$  m unter einem Winkel von  $45^\circ$  abzufachen sind. Bei den vorliegenden locker bis mitteldicht gelagerten Auffüllungen, die unter senkrechter Abschachtung nicht standfest sind, ist unter Berücksichtigung der DIN 4124 die Herstellung von Baugrubenböschungen mit einem Böschungswinkel von  $45^\circ$  einzuplanen.

Für abgeböschte Rohrgräben/Baugruben werden innerhalb des Gültigkeitsbereiches der DIN 4124 für unbelastete Böschungskanten die in Tabelle 12 aufgelisteten zulässigen Böschungswinkel empfohlen.

Tabelle 12: zulässige Böschungswinkel

Schichten	zul. Böschungswinkel $\beta$
1, 2a, 2b (kiesig-sandig, schluffig-sandig, bindig weich - steif)	$\leq 45^\circ$ )*

1, 3, (bindig/mindestens steifplastisch)	$\leq 60^\circ$ )*
--	--------------------

)\* - bei kohäsionsarmen/kohäsionslosen Böden ist in Verbindung mit Wasserandrang/Porenwasserführungen mit erforderlichen Böschungsabflachungen bis auf  $\leq 30^\circ$  zu rechnen

Die oberflächennah anstehenden Lockerböden der Schichten 1 und 2b (bindige Auffüllung und Schwemmsedimente) sind im Ergebnis der Aufschlussarbeiten aufgrund erhöhter Fein- und Feinstkorngelalte als ausgesprochen fließ- und witterungsempfindlich sowie erschütterungssensibel und somit bei Tages- und Schichtwassereinfluss als standsicherheitsgefährdet, ggf. nicht standfest, einzustufen.

Um nicht kalkulierbare Standsicherheitsrisiken auszuschließen, sollte deshalb bei tieferen Baugruben der Einsatz von Verbausystemen (z. B. Gleitschienenverbau) eingeplant werden, sofern diese bei beengten Platzverhältnissen und zur Minimierung der Aushubarbeiten nicht sowieso eingesetzt werden.

Für die Verlegung von Kanälen gilt die Norm DIN EN 1610. Entsprechend der vorliegenden Untersuchungsergebnisse empfehlen wir gemäß DIN EN 1610 generell eine untere Rohrbettung von

$$D_{\text{Bettung}} = 0,10 - 0,15 \text{ m}$$

in Abhängigkeit von der Baugrundzusammensetzung. Gemäß DIN EN 1610, Abschn. 5.3.1, sollten Baustoffe für die Bettungszone keine Bestandteile enthalten, die größer sind als:

- 22 mm bei  $DN \leq 200$ ,
- 40 mm bei  $DN > 200$  bis  $DN \leq 600$ .

Für die restliche Leitungszone gelten die Vorgaben gemäß DIN EN 1610, Abschn. 5.3. Des Weiteren sind die Vorgaben zu Mindestgrabenbreiten nach DIN EN 1610, Tab. 1 und Tab. 2 in der Planung der Leitungsgräben zu berücksichtigen.

Weiche bindige Böden im Sohlbereich wurden zum Untersuchungszeitpunkt nicht angetroffen, können jedoch bei ungünstigen Witterungsbedingungen und unter Schicht- und Porenwassereinfluss nicht ausgeschlossen werden.

Unter Berücksichtigung einer angenommenen maximalen Verlegetiefe von 2,00 m u. GOK kommt die Kanaltrasse entweder in den Terrassensedimenten (Schicht 2a), Schwemmsedimenten (Schicht 2b) oder in der Verwitterungszone (Schicht 3) oder in wenigen Teilbereichen z. T. auch in der Auffüllung (Schicht 1) zum Liegen.

Bei Anschnitt der bindigen Auffüllung (Schicht 1) oder der bindigen Schwemmsedimente (Schicht

2b) in der Grabensohlen werden unter Tages- und ggf. Schicht-/ Grundwassereinfluss überwiegend Zusatzmaßnahmen zur Stabilisierung im Rohrauflagerbereich erforderlich (Bodenaustausch), so dass hier mit entsprechenden Mehrmassen zu rechnen ist. Die Sohlstabilisierung sollte dann aus Brechkorngemisch im Körnungsbereich 0/63 mm (ggf. 0/75 mm) hergestellt werden. Als Material eignen sich Brechkorngemische aus Kalkstein oder Basalt. Breiige und sehr weiche Böden im Sohlbereich müssen dann gegen das Schottermaterial ausgetauscht werden.

Maßgebend für Bodenaustauscharbeiten ist die DIN EN 1610. Demnach ist körniger Bodenaustausch verdichtet einzubauen und zur Gewährleistung der hydraulischen und mechanischen Filterstabilität mit einem reißfesten Geotextil (Robustheitsklasse 4) zu umhüllen.

An die bauzeitige Wasserhaltung bestehen keine besonderen Anforderungen, da die Kanalleitung anhand der zum Untersuchungszeitpunkt vorliegenden Verhältnisse oberhalb des Grundwasserstandes zu liegen kommt. Nur in der niederschlagsreichen Jahreszeit ist mit dem Anschnitt von Schichtwasserführungen und Stauwasserbildungen im Sohlbereich zu rechnen. Es bestehen an die Wasserhaltung bei offener Bauweise keine besonderen Anforderungen, die über die VOB-gemäßen Vorgaben zur Fassung und Ableitung von Tages-, Sicker- und Schichtwasser hinausgehen. Vorsorglich sollten immer Ersatzpumpen auf der Baustelle vorgehalten werden, um diese eventuell einzusetzen.

Beim Anschnitt von Schicht-/Stauwasser empfehlen wir im Kanalgraben eine Seiten-Längs-Drainage mitzuführen, die zu Pumpensümpfen hin entwässert. Die Lage und Dimensionierung hängt hier vom möglichen Gefälle und der Verlegetiefe in den Bauabschnitten ab. Nachbauzeitig hat dieser Strang keine Aufgaben, daher sollte er an den Seiten verschlossen werden und Wasserwegsamkeiten unterbrochen werden. Nach Beendigung der Wasserhaltung sind die Sickerleitungen abschnittsweise z.B. durch Dichtriegel aus Beton oder bindigem Material zu verschließen.

### 3.2.2 Schachtbauwerke

Die Gründungssohlen der Bauwerke liegen anhand der aktuellen Untersuchungsergebnisse im ausreichend standfesten Untergrund. Aufgrund der Witterungsanfälligkeit der bindigen Böden im Gründungsbereich kann jedoch bereichsweise ein aufgeweichter und nicht ausreichend standfester Untergrund nicht ausgeschlossen werden, so dass hier ggf. Zusatzmaßnahmen (zusätzlicher Bodenaustausch) eingeplant werden müssen.

Ggf. vorhandene weichplastische Böden sowie durch Schicht-/Grundwasser aufgeweichte bindige Böden im Sohlbereich müssen ausgetauscht werden, so dass ggf. mit entsprechenden

Mehrmasse zu rechnen ist. Der zusätzliche Bodenaustausch sollte mit **Magerbeton C12/15** erfolgen, damit keine hohe dynamische Verdichtungsenergie in den Untergrund eingeleitet werden muss. Alternativ können auch Brechkornmischungen (0/63 – 0/56 mm) bei lagenweisem Einbau und Verdichtung (anfangs nur statisch) verwendet werden.

Für die Bemessung der Gründung gilt im Lastabtragungshorizont für den Bemessungswert des Sohlwiderstandes (zulässige Bodenpressung) überschlägig folgender Wert:

$\sigma_{R,d} \leq 195 \text{ kN/m}^2$  ( $\sigma_{zul.} \leq 140 \text{ kN/m}^2$ ) (aufgefüllte Böden der Schicht 1 oder weich - steifplastische Böden der Schichten 2b)

$\sigma_{R,d} \leq 235 \text{ kN/m}^2$  ( $\sigma_{zul.} \leq 170 \text{ kN/m}^2$ ) (mitteldicht gelagerte Böden der Schicht 2a)

$\sigma_{R,d} \leq 250 \text{ kN/m}^2$  ( $\sigma_{zul.} \leq 180 \text{ kN/m}^2$ ) (halbfeste, halbfest - feste Böden der Schicht 3)

Nicht tragfähige Auffüllung sowie weiche bis breiige Böden sind in jedem Fall auszutauschen bzw. zu stabilisieren. Unter Einhaltung einer frostsicheren Gründung ergibt sich für die Schachtbauwerke eine Tiefe von mindestens

$$T_{FS} = 1,00 \text{ m unter Gelände,}$$

die durch die angenommene Verlegetiefe überwiegend gewährleistet ist.

### 3.2.3 Verfüllung von Baugruben und Gräben

Für die Verfüllung von Arbeitsräumen gelten zur Erreichung der entsprechenden Verdichtungsqualität und der notwendigen Tragfähigkeit die Qualitätsvorgaben der ZTVE-StB 17. Demnach gelten folgende Qualitätsanforderungen (s. Tabelle 13):

Tabelle 13: Qualitätsanforderungen an die Rohrgrabenverfüllung

Bereich	Qualitätsanforderung
Leitungszone	Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 97 \%$
OK Leitungszone bis 0,50 m unter Planum	Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 98 \%$ (nichtbindige Böden) bzw. $\geq 97 \%$ (bindige Böden)
0,5 m unter Planum bis zum Planum	Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$ (nichtbindige Böden) bzw. $\geq 97 \%$ (bindige Böden)
Planum	$E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

Für qualitativ anspruchsvolle Verfüllungen sind weitgestufte, verdichtungsfähige Rund- oder Brechkornmaterialien im Körnungsbereich 0/45 – 0/63 mm (für enge Arbeitsräume: 0/32 mm oder

Magerbeton, bei frostsicherem Anspruch in Frostschutz-Qualität) zu verwenden, die in Lagen von maximal 20 - 30 cm Stärke einzubauen und auf einen Verdichtungsgrad

**$D_{Pr} \geq 100$  % einfache Proctordichte**

zu verdichten sind.

Das rollige bis gemischtkörnige Aushubmaterial der Schicht 1 (Auffüllung) ist für eine hohlraum- und setzungsarme Verfüllung bei analytischer Unbedenklichkeit geeignet. Bindige Auffüllungen sollten vorwiegend nur für landschaftliche Gestaltungen und Verfüllungen außerhalb von Lastbereichen verwendet werden, wobei Setzungen eingeplant werden müssen.

Die Terrassensedimente der Schicht 2a wurden als rollige bis gemischtkörnige Böden angetroffen. Diese Bodenhorizonte sind als gut bis mittel verdichtungsfähig einzustufen und sind für den hohlraumarmen Wiedereinbau geeignet. Die bindigen Böden der Schicht 2b sowie die schluffig-tonige Verwitterungszone der Schicht 3 sind aufgrund ihrer Zusammensetzungen als nur bedingt verdichtungsfähig einzustufen. Die Bodenhorizonte eignen sich nur dann für eine Wiederverwendung als Verfüllmaterial, wenn die bodenmechanischen Ausgangsparameter für eine ausreichende Verdichtbarkeit optimiert werden. Ggf. kann eine Konditionierung mit Kalk oder anderen hydraulischen Bindemitteln (Mischbinder) erfolgen, die eine Einbaufähigkeit der Böden gewährleisten. Die konkreten Zuschlagmengen hängen dabei in ganz entscheidendem Maße vom Wassergehalt zum Zeitpunkt der Bearbeitung ab und sind deshalb ggf. vor Ort anzupassen.

Alle nach dem Stand der Technik verdichtungsfähigen Materialien im Rohrgraben sind mit einer Grabenwalze zu verdichten. Im Bereich der Leitungszone sollte die Verdichtungsleistung auf das erforderliche Minimum reduziert werden. Im Kämpferbereich ist gleichmäßig beidseitig zu verdichten, damit sich das Rohr nicht „wegdreht“. Bei allen Arbeiten in der direkten Rohrzone (sowohl unterhalb und seitlich als auch oberhalb) sind die Rohrherstellangaben streng einzuhalten.

Die Qualitätsprüfungen im Kanalgraben können mit der Leichten Rammsonde (DPL) nach DIN EN ISO 22476-2 bzw. über Ersatzverfahren (Dichtebestimmungen mittels Densitometer, DIN 18125-2) oder ggf. über dynamische Plattendruckversuche gemäß TP BF-StB Teil B 8.3 erfolgen.

### 3.3 Straßenbau

Die Erweiterung des Straßenverlaufs im Zuge des Bebauungsplans „Seelengrabenweg“ in Herbst 2018 umfasst gemäß /3/ den Neubau von zwei Stichstraßen. Die nachfolgenden Angaben zum

Straßenbau beziehen sich nur auf die Ergebnisse unserer punktuellen Aufschlüsse KRB 1 bis KRB 4/V.

*Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus*

Den im Straßenabschnitt anstehenden Böden sind die folgenden Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE-StB 17 zuzuordnen (siehe Tabelle 14).

Tabelle 14: Frostempfindlichkeitsklassen

Schicht-Nr.	Bezeichnung	Charakterisierung	Frostempfindlichkeitsklasse
1	Auffüllung	bindige bis gemischtkörnige, z. T. rollige Böden	F3 – F2
2a	Terrassensedimente	gemischtkörnige bis rollige Böden	F2 – F1
2b	Schwemmsedimente	bindige Böden	F3
3	Verwitterungszone	bindige Böden	F3

Die Lage der Gradiente wird hierbei zunächst mit 0,70 m unter dem vorhandenen Gelände angenommen, da uns konkrete Angaben hierzu nicht vorliegen. Aufgrund des hohen Feinkornanteils der im Planumsniveau anstehenden Böden (Schicht 1) ist hinsichtlich der Oberbaubemessung generell von **F3-Böden** im Planumbereich auszugehen.

Für die Mindestdicke des frostsicheren Aufbaus sind die Angaben der RStO 12, Tab. 6, maßgebend. Die Festlegung von Mehr- und Minderdicken erfolgt nach RStO 12, Tab. 7. Unter Berücksichtigung der Untersuchungsergebnisse und der Standortbedingungen ergeben sich für die Festlegung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus nachfolgende Bemessungskriterien (siehe Tabelle 15).

Tabelle 15: Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus

		Belastungsklasse	
		Bk0,3	Bk1,0
Parameter	Örtliche Verhältnisse	Mindestdicke [m]	
Frostempfindlichkeitsklasse	Planum im Untergrund: F3	0,50	0,60
		Mehr- oder Minderdicken	
Frosteinwirkung	Zone II	+ 0,05	+ 0,05
Wasserverhältnisse	günstig	± 0,00	± 0,00
Lage der Gradiente	Geländehöhe bis Damm < 2,00 m (Annahme)	± 0,00	± 0,00

		Belastungsklasse	
		Bk0,3	Bk1,0
Parameter	Örtliche Verhältnisse	Mindestdicke [m]	
Klimaeinflüsse	keine besonderen Klimaeinflüsse	vom Planer festzulegen	vom Planer festzulegen
Entwässerung und Ausführung der Randbereiche	Zeile 5 nach RStO 12, Tab. 7	vom Planer festzulegen	vom Planer festzulegen
<b>Resultierende Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus:</b>		<b>0,55</b>	<b>0,65</b>

Wie aus der Tabelle 15 ersichtlich ist, ergibt sich unter Berücksichtigung der Standortverhältnisse (vorbehaltlich der vom Planer zu berücksichtigenden Randbedingungen) eine Frostschutztiefe von

$$T_{FS} \geq 0,55 \text{ m (Belastungsklasse Bk0,3)}$$

$$T_{FS} \geq 0,65 \text{ m (Belastungsklasse Bk1,0).}$$

Die Einhaltung der Frostschutztiefe ist durch die Dicke der Frostschuttschicht zu gewährleisten. Der Schotterunterbau ist lagenweise (max. 30 cm Lagendicke) einzubauen und zu verdichten. Das Planum sollte mit einem Seitengefälle von  $l \geq 2 \%$  versehen werden. Der Unterbau ist durch Seiten-Längsdränagen zu entwässern.

Auf dem Frostschutzplanum (Bauweise mit Pflaster/Asphalt auf Schottertragschicht / Frostschuttschicht) ist als Verdichtungsziel ein Verformungsmodul/Verdichtungsverhältnis von

$$\text{Bk0,3: } E_{v2} \geq 120 / 100 \text{ MN/m}^2, E_{v2} / E_{v1} \leq 2,2$$

$$\text{Bk1,0: } E_{v2} \geq 150 / 120 \text{ MN/m}^2, E_{v2} / E_{v1} \leq 2,2$$

zu fordern und über Plattendruckversuche gemäß DIN 18134 nachzuweisen.

### Erdbau im Straßenabschnitt

#### *Anforderungen an das Planum*

Die zuvor ausgewiesenen frostsicheren Schichtdicken setzen unabhängig von der Bauklasse auf dem Planum gemäß ZTV E-StB 17 und RStO 12 einen Verformungsmodul bzw. Verdichtungsverhältnis von

$$E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2, E_{v2} / E_{v1} \leq 2,5$$

voraus.

*vorhandene Tragfähigkeit des Planums*

Unter Beachtung der zuvor ermittelten Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus ist im Bereich aller Aufschlüsse in der Planstraße von der Lage des Planums innerhalb der schluffig-tonigen bzw. locker bis mitteldicht gelagerten Auffüllungen der Schicht 1 auszugehen.

Die Böden der Schicht 1 sind im oberflächennahen Bereich meist in steifer, teilweise steifer bis halbfester Konsistenz erkundet worden. Diese feinkörnigen Böden weisen generell eine hohe bodenphysikalische Sensibilität und Witterungsempfindlichkeit auf. Die Sensibilität steigt mit der Erhöhung der natürlichen Wassergehalte, so dass - zumindest in nasser Jahreszeit - die Möglichkeit der lokalen Ausbildung weicher, wassergesättigter Böden besteht.

Gemäß ZTVE-StB 17 / RStO 12 wird unter diesen Umständen (bei Böden mit erhöhtem Fein- und Feinstkornanteil im Planumsbereich) der zu erzielenden Verformungsmodul auf dem Erdplanum von

$$E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$$

ohne weiteres nicht erreicht, so dass hier geeignete Zusatzmaßnahmen eingeplant werden sollten.

*Maßnahmen zur Verbesserung der Tragfähigkeit des Planums*

Da im Regelfall eine Verdichtung der im Planum anstehenden bindigen Auffüllung nicht möglich ist und im Zuge erhöhter Bodenfeuchte weichplastische Böden im Planumsniveau vorhanden sein können, wird ein begrenzter Bodenaustausch für die nicht tragfähigen Böden durch nichtbindige, verdichtungsfähige Brechkorngemische (Feinkornanteil  $\leq 15\%$ , Steinanteil  $< 10\%$ ) im Lageneinbau empfohlen, um die erforderliche Standfestigkeit des Untergrundes zu erzielen. Die exakten Austauschdicken sollten durch Versuchsfelder ermittelt werden. Für die Ausschreibung der Bodenaustauschmaßnahmen wird empfohlen, i. M. von 20 - 30 cm Bodenaustausch mit Fremdmaterial auszugehen. Die Dicke des Bodenaustausches muss jedoch variabel angepasst werden.

Der Einsatz eines Geotextils reißfester Qualität (Klasse 4) kann bei weichen Böden (bereichsweise möglich) zur Trennung der Materialien und zur Erhöhung der Standfestigkeit zweckmäßig werden.

Die bei einem Bodenaustausch anfallenden restlichen Aushubmassen mit erhöhtem Feinkornanteil sowie Böden mit einem erhöhten Bauschuttanteil eignen sich kaum für eine Wiederverwendung im qualifizierten Straßenbau.

### 3.4 Vorläufige Einschätzung zur Gründung von Wohnhäusern

Für das Neubaugebiet ist gemäß Bebauungsplan /3/ eine Bebauung mit Einfamilien- bzw. Doppelhäusern vorgesehen. Für die einzelnen Parzellen sind noch keine detaillierten Höhen- und Lagepläne vorhanden oder eine Einordnung der geplanten Gebäude ins Gelände vorgenommen. Daher wird davon ausgegangen, dass nicht-unterkellerte Wohnhäuser ungefähr auf Höhe des vorhandenen Gelände-/Straßenniveaus und unterkellerte Wohnhäuser etwa 2,50 m unter Gelände errichtet werden sollen.

Die nachfolgenden Empfehlungen basieren auf den für die Erschließungsmaßnahmen realisierten punktuellen Baugrundaufschlüsse und sind nur als erste Einschätzung der zu erwartenden Baugrundverhältnisse im Baugebiet zu bewerten. Aufgrund anthropogener Einflüsse auf der Gesamtfläche können die Schichtmächtigkeiten schwanken. Diese allgemeinen Angaben ersetzen keine grundstücksbezogene Baugrunderkundung!

Die Abdichtung der Gebäude ist anhand des Bemessungswasserstandes und der objektbezogenen Höheneinordnung festzulegen und wird daher nicht näher beschrieben.

#### 3.4.1 Wohnhaus ohne Keller

##### Gründungsvariante 1: DST-Gründung

Für die Gründung der nicht unterkellerten Bauwerke empfehlen wir die Lastabtragung über eine tragende Bodenplatte auf einem setzungs- und spannungsausgleichendem Stabilisierungspolster. Hierbei ist darauf zu achten, dass eine gleichmäßige Lasteinleitung in den Untergrund erfolgt.

Nach den Aufschlussergebnissen aus diesem Bericht und den Ergebnissen aus der Rasteruntersuchung /4/ liegt die Aushubsohle für die Herstellung des Polsters in bindigen Auffüllungen (Schicht 1). In Teilbereichen wurde gemäß /4/ unterhalb der bindigen Auffüllung eine „alte“ Mutterbodenaufgabe angeschnitten. Teilweise wurden oberflächennah rollige Auffüllungen angeschnitten. Insgesamt sind die Baugrundverhältnisse im oberflächennahen Bereich als inhomogen zu bezeichnen. Insofern empfehlen wir generell bei dieser Gründungsvariante ein verdicktes Polster ( $D \geq 0,80$  m) ohne Polsterentwässerung vorzusehen. Im Gründungsbereich anstehende inhomogene Auffüllungen, Blockwerk, humose und nicht tragfähige Auffüllungen sind auszutauschen.

Bei der Bauweise ohne Keller auf überwiegend stark frostempfindlichen Böden (F3) bedarf die Bodenplatte ohne Frostschrüzen einen durchgehend frostsicheren Schotterunterbau mit folgenden Rahmenbedingungen:

Vorverdichtung:	nicht erforderlich
Polsterhöhe:	≥ 80 cm (3-lagig)
Polsterüberstand:	ü = 0,60 m, umlaufend
Polsterentwässerung:	Eine Polsterentwässerung ist nicht erforderlich.
Material:	verdichtungsfähiges korngestuftes Mineralgemisch; wir empfehlen hierfür die Verwendung von Brechkorngemischen 0/45 mm (Frostschutzqualität) bei lagenweisem Einbau und Verdichtung
Verdichtungsforderung:	OK Polster: $E_{v2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$ , $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,5$ (bei Nachweis durch Plattendruckversuche)
Geotextil:	ggf. bei aufgeweichtem Planum erforderlich (GRK 4, 250 g/m <sup>2</sup> )

Unter Einhaltung der o. g. Empfehlungen ergeben sich in Abhängigkeit von der Gründungstiefe folgende Bemessungswerte (siehe Tabelle 16):

Tabelle 16: Bemessungswerte Baugrund bei Gründung innerhalb der Auffüllung Schicht 1

Gründungshorizont	Auffüllung (Schicht 1, nach Austausch nicht tragfähiger Bereiche)	
	Schicht 1	OK Polster (D ≥ 0,80 m)
Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ :	195 kN/m <sup>2</sup>	310 kN/m <sup>2</sup>
Bettungsmodul $k_s$ :	7 MN/m <sup>3</sup>	11 MN/m <sup>3</sup>
Setzungen s: (Bauwerksbreite ca. 10 m)	1,0 – 3,0 cm	
Setzungsdifferenzen $\Delta s$ :	2,0 cm	

Tabelle 17: Bemessungswerte Baugrund bei Gründung innerhalb der Schicht 2a/2b

Gründungshorizont	Terrassensedimente		Schwemmsedimente	
	Schicht 2a	OK Polster (D ≥ 0,80 m)	Schicht 2b	OK Polster (D ≥ 0,80 m)
Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ :	235 kN/m <sup>2</sup>	350 kN/m <sup>2</sup>	195 kN/m <sup>2</sup>	310 kN/m <sup>2</sup>
Bettungsmodul $k_s$ :	11 MN/m <sup>3</sup>	15 MN/m <sup>3</sup>	9 MN/m <sup>3</sup>	11 MN/m <sup>3</sup>
Setzungen s: (Bauwerksbreite ca. 10 m)	1,0 – 2,0 cm		1,5 – 2,5 cm	

Setzungsdifferenzen $\Delta s$ :	1,0 cm	1,5 cm
----------------------------------	--------	--------

Bei den im Baugebiet teilweise vorhandenen Hanglagen ist für die Herstellung einer relativ ebenen Bauffläche eine Geländeregulierung bzw. ein Niveaueausgleich und aufgrund des teilweise vorhandenen Gefälles eine talseitige Sicherung des Polsters erforderlich.

### Gründungsvariante 2: Streifenfundamente

Als Gründungsalternative sowie als Vorzugsvariante bei Ausführung von Doppelhäusern (nur Streifenfundamente) oder bei anstehenden nicht tragfähigen Auffüllungen großer Mächtigkeit kann die Gründung der nicht unterkellerten Gebäude über konventionelle Streifenfundamente erfolgen.

Fundamenteinbindung:	T $\geq$ 1,00 m + Magerbeton-Boden-Austausch bis in den gewachsenen Boden
Gründungshorizont:	Terrassensedimente (Schicht 2a)/Schwemmsedimente (Schicht 2b)
Bemessungswerte:	siehe Tabelle 17

### Bodenplatte

#### *Einbau des Fußbodens als Bodenplatte:*

Vorverdichtung:	erforderlich
Polster unter Bodenplatte:	$\geq$ 0,30 m + Ausgleich der Fehlhöhe
Verdichtungsanforderungen:	Verdichtungsgrad des Polstermaterials auf $D_{Pr} \geq 98$ % einfache Proctordichte
Polstermaterial:	verdichtungsfähiges, korgestuftes Mineralgemisch (Kiessand GW 0/45 mm o. ä.)
Stärke der Einbaulagen:	$\geq$ 0,30 m
<i>oder Auflegen der Fußbodenplatte als Decke:</i>	
	Auffüllung der Fehlhöhe erforderlich
Auflagehorizont:	$\geq$ 0,30 m (gemischtkörnige Böden)

### 3.4.2 Wohnhaus mit Unterkellerung

Die Wohnhäuser, die unterkellert werden sollen, können mit einer elastisch gebetteten Bodenplatte (wu-Beton) gegründet werden. Wir empfehlen hierfür ggf. vorhandene Auffüllungsböden

vollständig zu entfernen/durchfahren. Darüber hinaus kann es innerhalb der Auffüllungen sowie der Verwitterungszone zu erschwerten Aushubbedingungen aufgrund von Blockwerkanteilen (Bodenklasse 5 – 6) und kommen.

Polster-/Sauberkeitsschicht:  $\geq 10$  cm, alternativ: 0,05 m Magerbeton (bei Gründung in Schicht 2a bzw. 3);  
 $\geq 20$  cm (bei Gründung in Schicht 2b)

Stärke Einbaulagen: maximal 10 - 20 cm, im lagenweisen Einbau und Verdichtung

Material: korngestuftes Material im Körnungsbereich 8 - 32 mm o. ä.; zur Tragfähigkeitserhöhung empfehlen wir die Verwendung von Brechkorn- oder Schottergemischen

Geotextil: nur bei aufgeweichten Böden in der Aushubsohle und Schichtwassereinfluss (GRK 4, 250 g/m<sup>2</sup>) erforderlich

Unter Einhaltung der o. g. Empfehlungen ergeben sich in Abhängigkeit von der Gründungstiefe folgende Bemessungswerte für die anstehenden Böden (siehe Tabelle 18):

Tabelle 18: Bemessungswerte

Gründungshorizont	Terrassensedimente Schicht 2a	Schwemmlehm (Schicht 2b)	Verwitterungszone Schicht 3
Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ :	235 kN/m <sup>2</sup>	195 kN/m <sup>2</sup>	250 kN/m <sup>2</sup>
Bettungsmodul $k_s$ :	11 MN/m <sup>3</sup>	8 MN/m <sup>3</sup>	14 MN/m <sup>3</sup>
Setzungen s: (Bauwerksbreite ca. 10 m)	1,0 – 2,0 cm	1,5 – 2,5 cm	1,0 – 1,5 cm
Setzungsdifferenzen $\Delta s$ :	1,0 cm	1,5 cm	1,0 cm

#### **4. SONSTIGES**

Die Baugrundaufschlüsse lassen zwangsläufig nur punktuell die genaue Erfassung des Baugrundes zu, so dass Abweichungen von den vorgefundenen und beschriebenen Baugrund- und Grundwasserverhältnissen nicht ausgeschlossen werden können. Eine genaue Beurteilung ist letztlich erst im geöffneten Kanalgraben/Baugrubenbereich möglich.

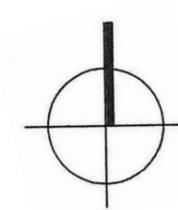
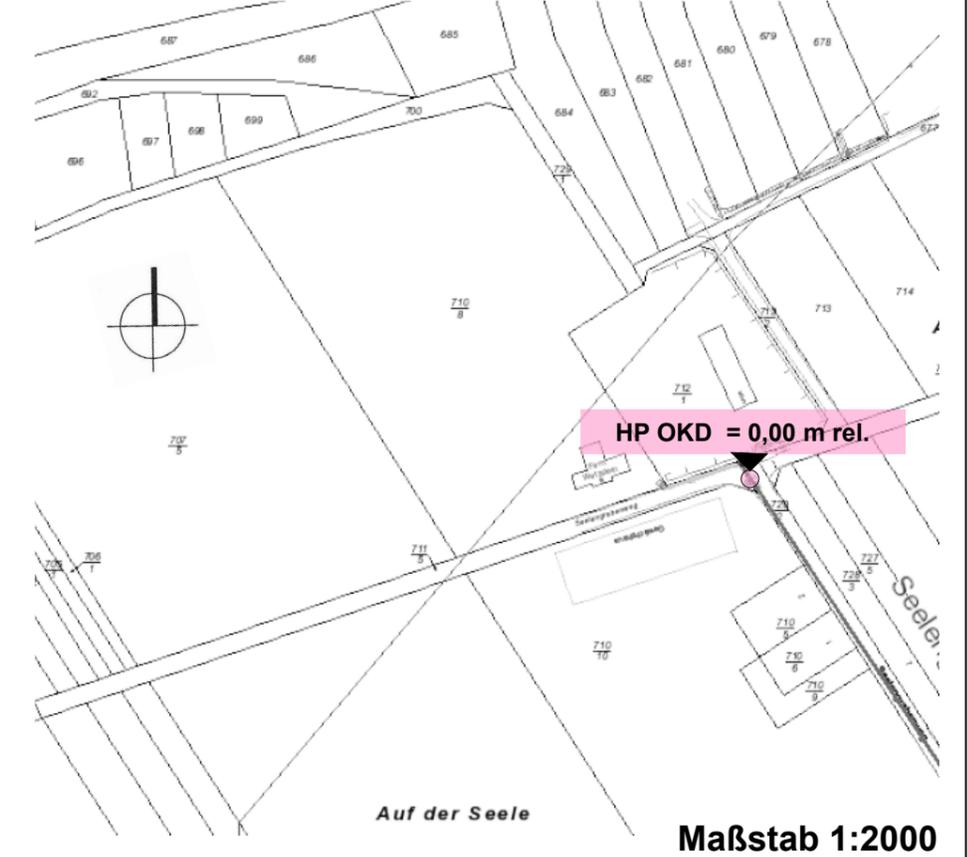
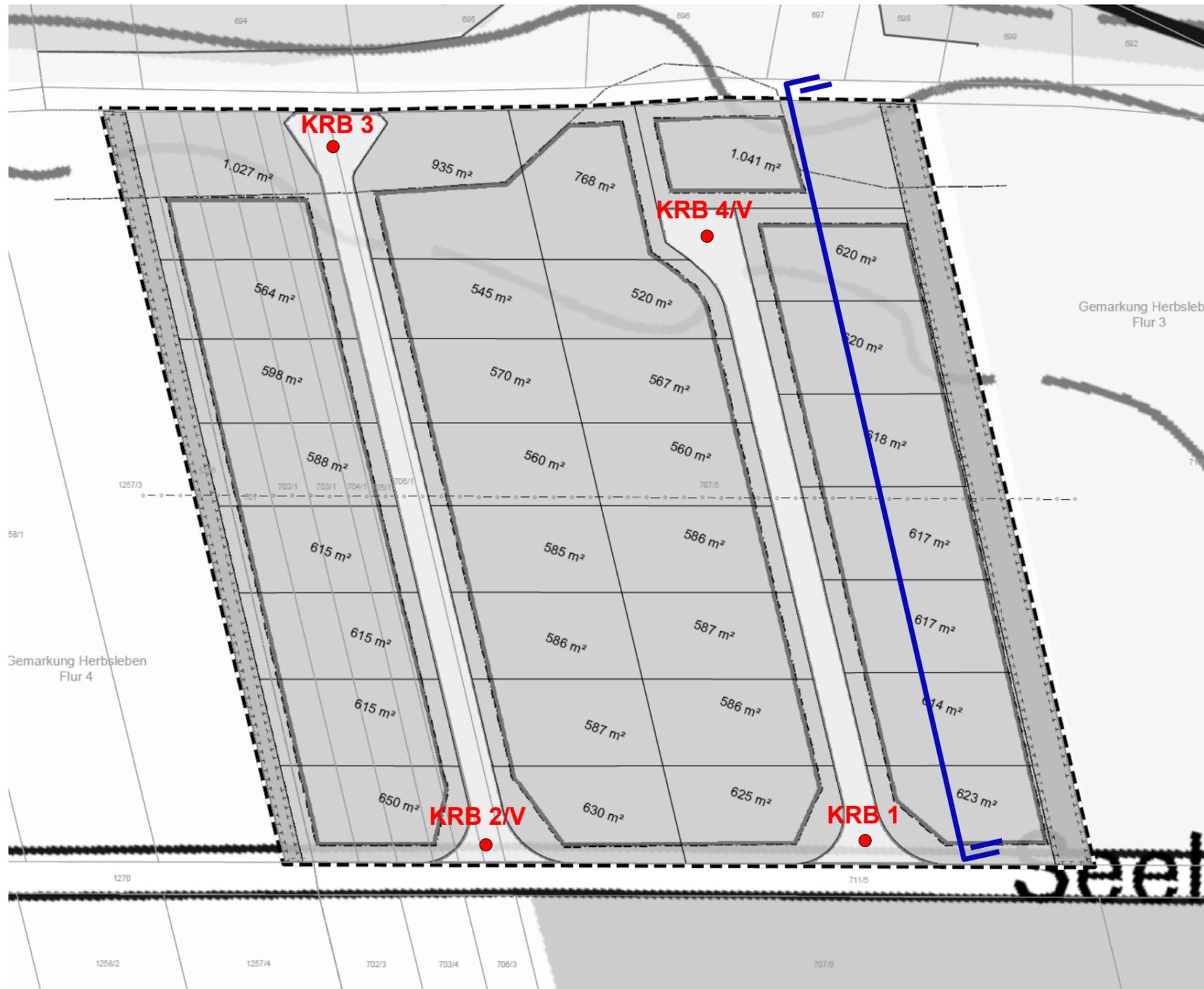
Sofern detaillierte Planungsunterlagen und Bauwerkskonzeptionen für die Wohnbebauung feststehen, empfehlen wir objektbezogene Baugrunduntersuchungen auszuführen.

Alle Empfehlungen dieses Gutachtens basieren auf dem derzeitigen Kenntnisstand zum Projekt. Sofern sich Änderungen in der Bauwerkskonzeption (auch Lageänderungen) gegenüber unseren Annahmen ergeben, ist hierzu eine ergänzende Stellungnahme durch uns erforderlich. Konkrete Ausführungsdetails sollten mit uns abgestimmt werden.

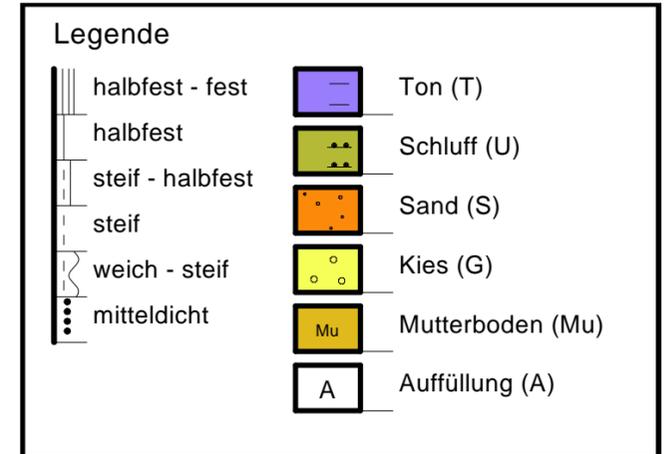
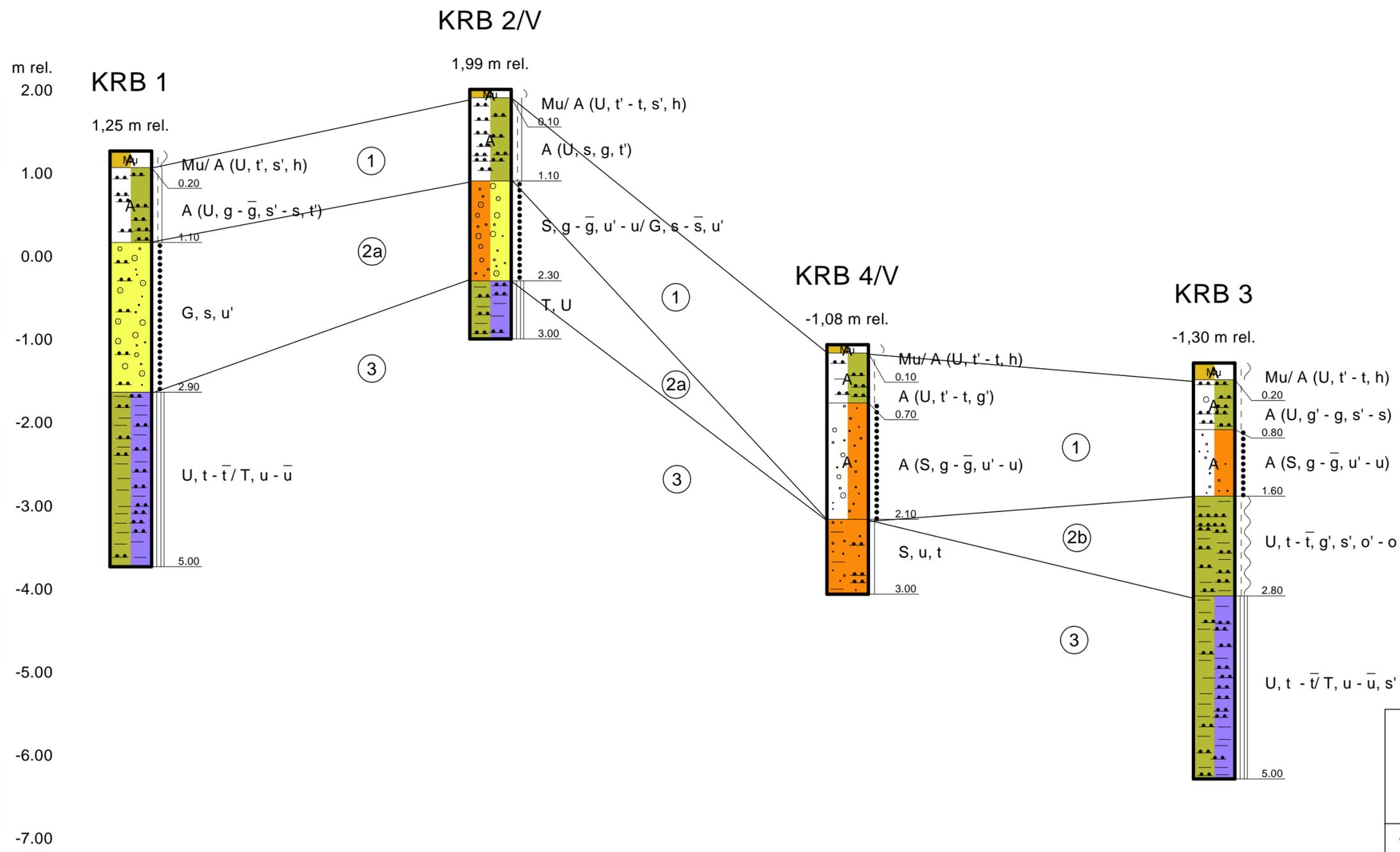
Heilbad Heiligenstadt, den 17.11.2021

Dipl.-Ing. Elmar Dräger

Dipl.-Ing. Bernadette Gunkel



Lean der Grundstücksentwicklungs- und Beteiligungsgesellschaft mbH Hauptstraße 90 E 99820 Hørselberg-Hainich OT Behringen	
Wohngebiet „Seelengrabenweg“ Bebauungsplan Nr. 15 in 99955 Herbsleben Baugrunduntersuchung, Überprüfung der Versickerungsbedingungen	
<b>Lageplan</b>	
geotechnik heiligenstadt gmbh Aegidienstraße 14 37308 Heilbad Heiligenstadt	Projekt-Nr.: 20210910-10002
	Maßstab: 1:1000
Tel.: 03606/55400 Fax.: 03606/554040	gez./geä.: 22.10./11.11.21 cg
	freig.: bg      Anlage 1



- Legende**
- Schicht ① : Auffüllung (Anthropogen)
  - Schicht ②a : Terrassensedimente (Quartär)
  - Schicht ②b : Schwemmsedimente (Quartär)
  - Schicht ③ : Verwitterungszone (Mittlerer Keuper)

Lean der Grundstücksentwicklungs- und Beteiligungsgesellschaft mbH  
 Hauptstraße 90 E  
 99820 Hørselberg-Hainich OT Behringen

Wohngebiet "Seelengrabenweg" Bbauungsplan Nr. 15  
 in 99955 Herbsleben

Baugrunduntersuchung, Überprüfung der Versickerungsbedingungen

**Schnitt I - I**

geotechnik heiligenstadt gmbh Aegidienstraße 14 37308 Heilbad Heiligenstadt	Projekt-Nr.: 20210910-10002	
	Maßstab: V: 1:50 H: ohne	
Tel.: 03606/55400 Fax.: 03606/554040	gez./geä.: 22.10./ 11.11.2021 cg	
	gepr./freig.: bg	Anlage 2

### Anlage 3.1

#### Zusammenfassung der bodenmechanischen Laborergebnisse

Projekt-Nr. 20210910-10002 (Wohngebiet „Seelengrabenweg“ Bbauungsplan Nr. 15, 99955 Herbsleben)

Ifd. Nr.	Aufschluss	Probe	Entnahme-tiefe [m u. GOK]	Benennung	Schicht	Anlage 3.3			Anlage 3.2	-	Anlage 3.4	Anlage 3.3				
						Körnungslinie			Durchlässigkeit	natürlicher Wassergehalt	Zustandsgrenzen			Glühverlust	Bodenart/Beimengungen	Boden-gruppe
						<0,063 mm (U+T)	0,063-2,0 mm (S)	2,0-63,0 mm (G)	k <sub>r</sub>		w <sub>L</sub>	I <sub>p</sub>	I <sub>c</sub>	Vgl		
						[%]	[%]	[%]	[m/s]		[%]	[%]	[-]	[%]		
1	KRB 1	GP 1/2	1,10 – 2,90	Terrassensedimente	2a	15,9	22,9	61,2	1,1*10 <sup>-6</sup>	4,83	-	-	-	1,84	G, s, u'	GU*
2	KRB 2	GP 2/1	0,10 – 1,10	Auffüllung	1	47,9	29,1	23,0	2,1 *10 <sup>-8</sup>	8,29	-	-	-	-	U, s, g, t'	A [UL, UM]
3	KRB 2	GP 2/3	2,30 – 3,00	Verwitterungszone	3	97,3	2,3	0,4	1*10 <sup>-6</sup>	16,92	-	-	-	-	T, U	TL, UL
4	KRB 3	GP 3/2	0,80 – 1,60	Auffüllung	1	-	-	-	-	6,64	-	-	-	-	S, g, u' - u	A [SU, SU*]
5	KRB 3	GP 3/3	1,60 – 2,80	Schwemmsedimente	2b	-	-	-	-	55,47	-	-	-	5,44	U, t-t*, s', g', lgw. o'-o	UL, UM (OU)
6	KRB 4	GP 4/3	2,10 – 3,00	Verwitterungszone	3	48,9	50,8	0,3	2*10 <sup>-7</sup>	17,76	-	-	-	-	S, u, t	SU*

## Wassergehalt nach DIN EN 17892-1

### BG Herbsleben Seelengrabenweg

Bearbeiter: ax / st

Datum: 15.10.2021

Angaben zum Versuch:  
 - Ofentrocknung 110°C  
 - Bemerkungen:

Probenbezeichnung:	GP 1/2	GP 2/1	GP 2/3
Entnahmestelle:	KRB 1	KRB 2	KRB 2
Entnahmetiefe:	1,10 - 2,90 m	0,10 - 1,10 m	2,30 - 3,00 m
Entnahmedatum:	27.09.2021	27.09.2021	27.09.2021
Bodenart / Benennung:	Terrassensedimente	Auffüllung	Verwitterungszone
Feuchte Probe + Behälter [g]:	902.02	423.00	469.93
Trockene Probe + Behälter [g]:	870.62	406.08	433.48
Behälter [g]:	220.73	201.86	218.08
Trockene Probe [g]:	649.89	204.22	215.40
Wassergehalt [%]:	4.83	8.29	16.92

Probenbezeichnung:	GP 3/2	GP 3/3	GP 4/3
Entnahmestelle:	KRB 3	KRB 3	KRB 4
Entnahmetiefe:	0,80 - 1,60 m	1,60 - 2,80 m	2,10 - 3,00 m
Entnahmedatum:	27.09.2021	27.09.2021	27.09.2021
Bodenart / Benennung:	Auffüllung	Schwemmsedimente	Verwitterungszone
Feuchte Probe + Behälter [g]:	295.98	318.70	414.53
Trockene Probe + Behälter [g]:	284.30	261.01	381.74
Behälter [g]:	108.50	157.01	197.11
Trockene Probe [g]:	175.80	104.00	184.63
Wassergehalt [%]:	6.64	55.47	17.76

geotechnik heiligenstadt gmbh  
 Aegidienstraße 14  
 37308 Heilbad Heiligenstadt  
 Tel.: 03606/55400 Fax: 03606/554040

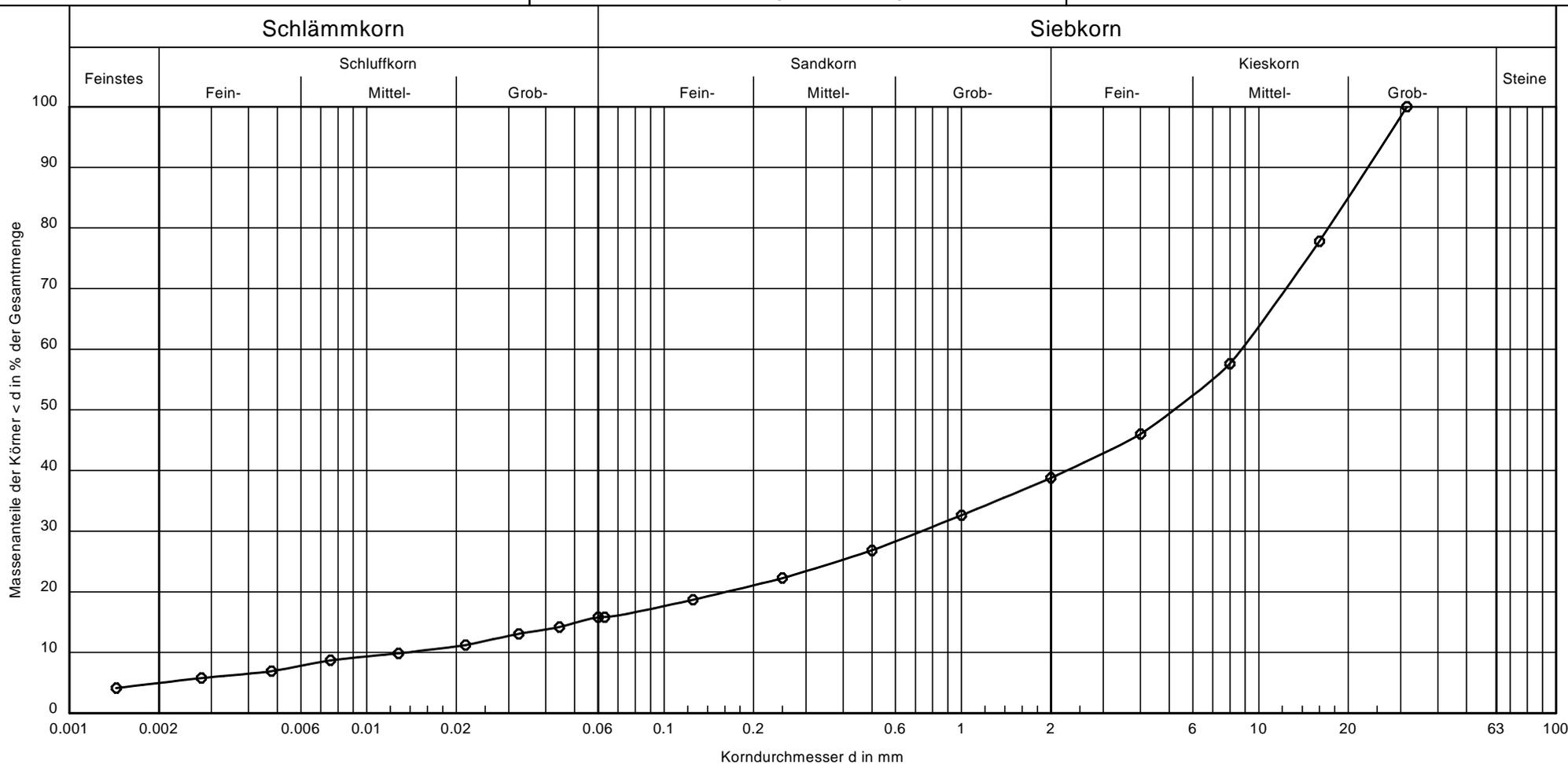
Bearbeiter: ax / st

Datum: 15.10.2021

## Körnungslinie nach DIN EN 17892-4

### BG Herbsleben Seelengrabenweg

Prüfungsnummer: GP 1/2  
 Probe entnommen am: 27.09.2021  
 Art der Entnahme: GP  
 Arbeitsweise: Siebung / Sedimentation



Bezeichnung:	GP 1/2
Entnahmestelle:	KRB 1
Tiefe u. GOK [m]:	1,10 - 2,90 m
Bodenart (KGV):	G, s, u'
T/U/S/G [%]:	5.0/10.9/22.9/61.2
Bodengruppe:	GU*
kf-Wert nach Beyer	$1.1 \cdot 10^{-6}$

Bemerkungen:  
 Terrassensedimente  
 Schicht 2a

Bericht:  
 20210910-10002  
 Anlage:  
 3.3.1

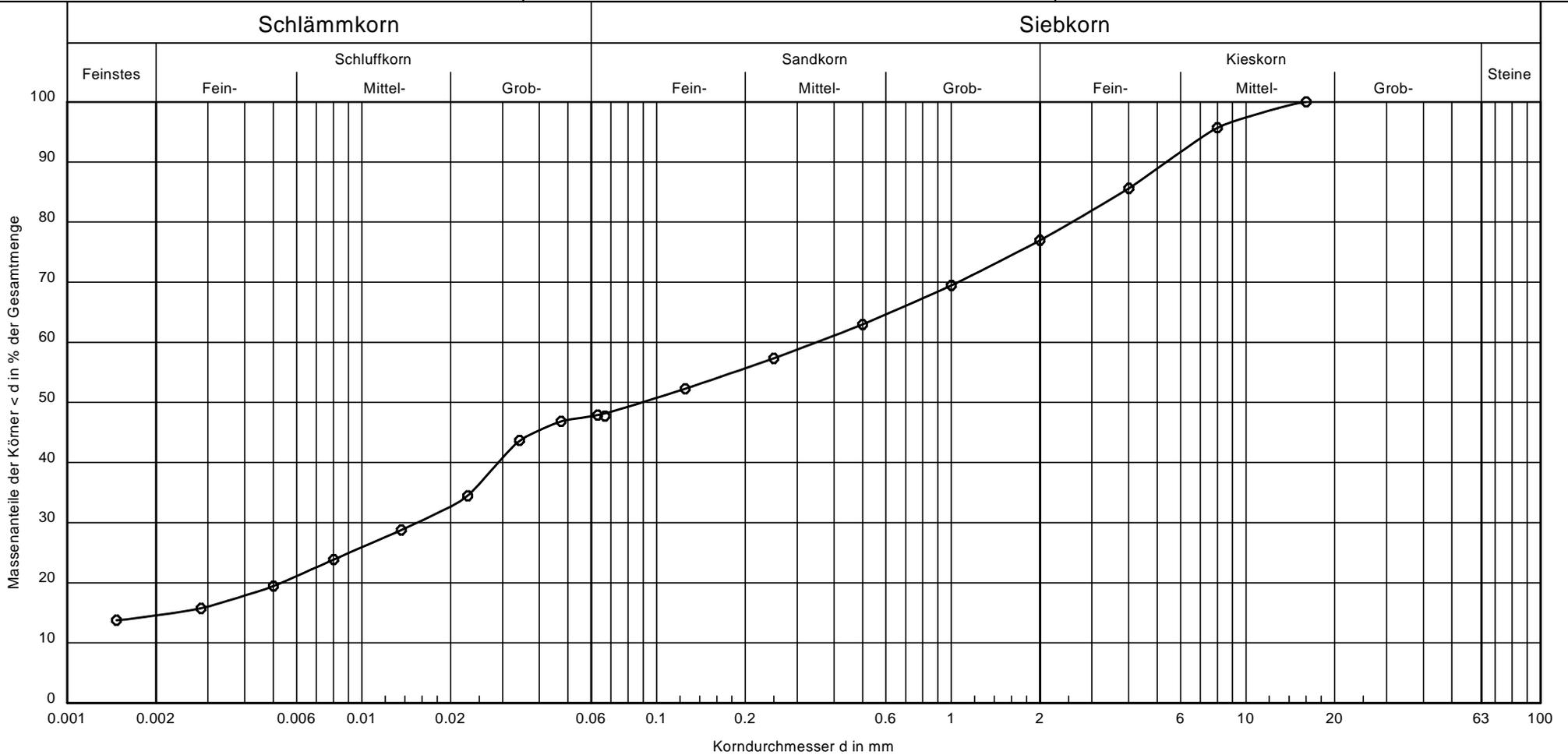
geotechnik heiligenstadt gmbh  
 Aegidienstraße 14  
 37308 Heilbad Heiligenstadt  
 Tel.: 03606/55400 Fax: 03606/554040

Bearbeiter: ax / st

Datum: 15.10.2021

**Körnungslinie nach DIN EN 17892-4**  
**BG Herbsleben**  
**Seelengrabenweg**

Prüfungsnummer: GP 2/1  
 Probe entnommen am: 27.09.2021  
 Art der Entnahme: GP  
 Arbeitsweise: Siebung / Sedimentation



Bezeichnung:	GP 2/1	Bemerkungen: Auffüllung Schicht 1	Bericht: 20210910-10002 Anlage: 3.3.2
Entnahmestelle:	KRB 2		
Tiefe u. GOK [m]:	0,10 - 1,10 m		
Bodenart (KGV):	U, s, g, t'		
T/U/S/G [%]:	14.6/33.3/29.1/23.0		
Bodengruppe:	A [UL, UM]		
kf-Wert nach USBR	$2.1 \cdot 10^{-8}$		

geotechnik heiligenstadt gmbh  
 Aegidienstraße 14  
 37308 Heilbad Heiligenstadt  
 Tel.: 03606/55400 Fax: 03606/554040

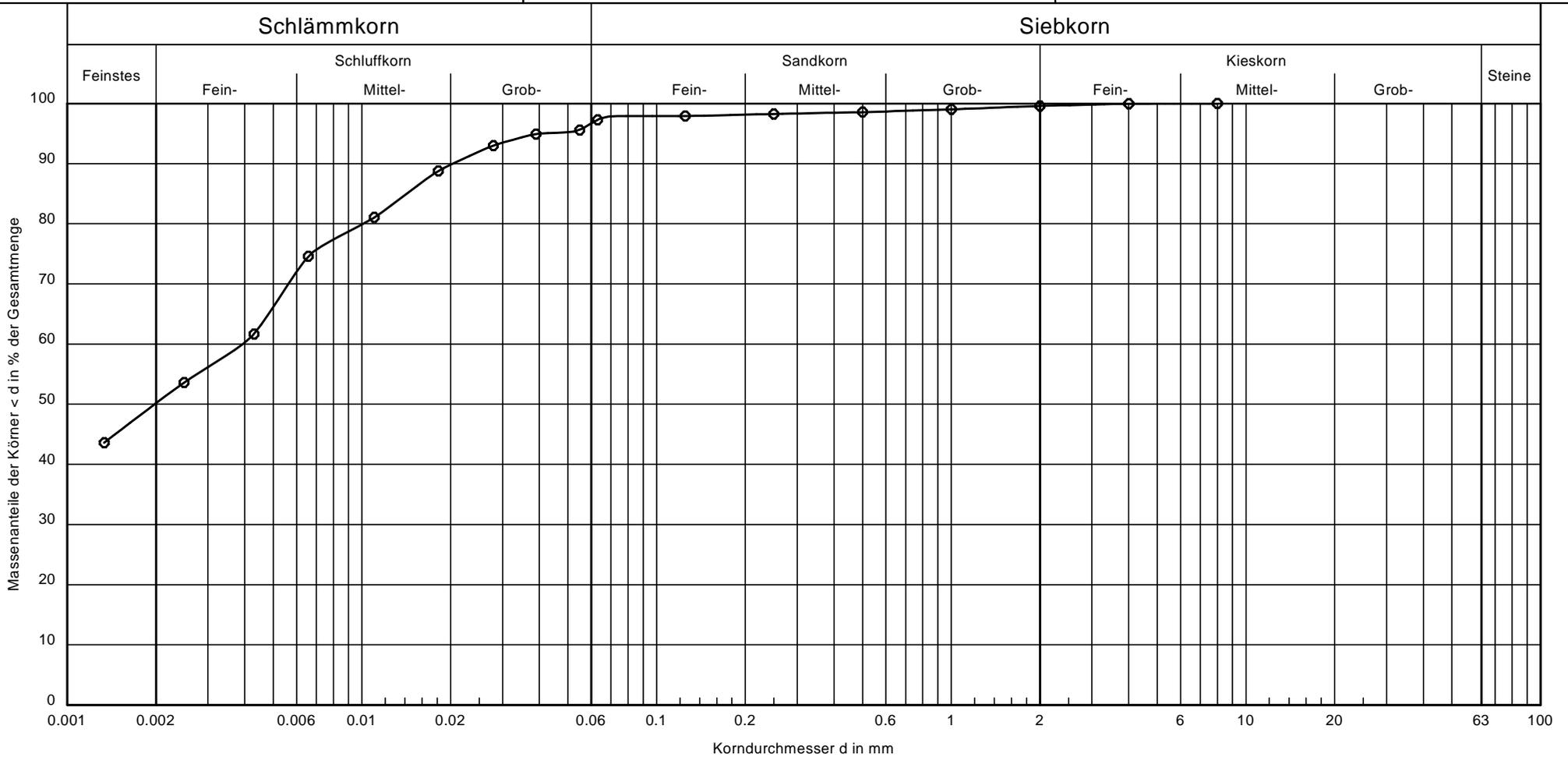
Bearbeiter: ax / st

Datum: 15.10.2021

## Körnungslinie nach DIN EN 17892-4

### BG Herbsleben Seelengrabenweg

Prüfungsnummer: GP 2/3  
 Probe entnommen am: 27.09.2021  
 Art der Entnahme: GP  
 Arbeitsweise: Siebung / Sedimentation



Bezeichnung:	GP 2/3	Bemerkungen: Verwitterungszone Schicht 3	Bericht: 20210910-10002 Anlage: 3.3.3
Entnahmestelle:	KRB 2		
Tiefe u. GOK [m]:	2,30 - 3,00 m		
Bodenart (KGV):	T, U		
T/U/S/G [%]:	50.2/47.1/2.3/0.4		
Bodengruppe:	UL, TL		

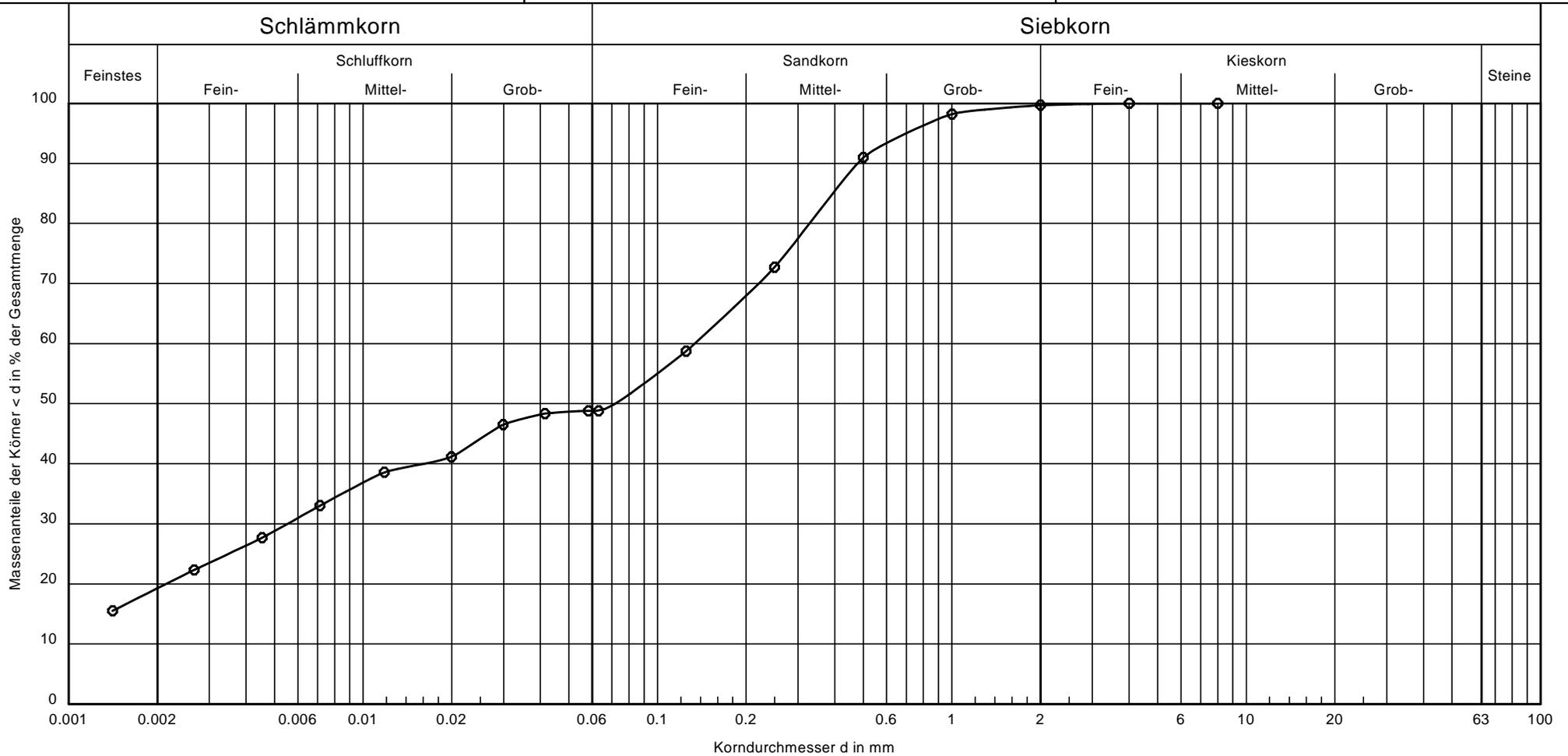
geotechnik heiligenstadt gmbh  
 Aegidienstraße 14  
 37308 Heilbad Heiligenstadt  
 Tel.: 03606/55400 Fax: 03606/554040

Bearbeiter: ax / st

Datum: 15.10.2021

**Körnungslinie nach DIN EN 17892-4**  
**BG Herbsleben**  
**Seelengrabenweg**

Prüfungsnummer: GP 4/3  
 Probe entnommen am: 27.09.2021  
 Art der Entnahme: GP  
 Arbeitsweise: Siebung / Sedimentation



Bezeichnung:	GP 4/3	Bemerkungen: Verwitterungszone Schicht 3	Bericht: 20210910-10002 Anlage: 3.3.4
Entnahmestelle:	KRB 4		
Tiefe u. GOK [m]:	2,10 - 3,00 m		
Bodenart (KGV):	S, u, t		
T/U/S/G [%]:	19.3/29.6/50.8/0.3		
Bodengruppe:			

geotechnik heiligenstadt gmbh  
 Aegidienstraße 14  
 37308 Heilbad Heiligenstadt  
 Tel.: 03606/55400 Fax: 03606/554040

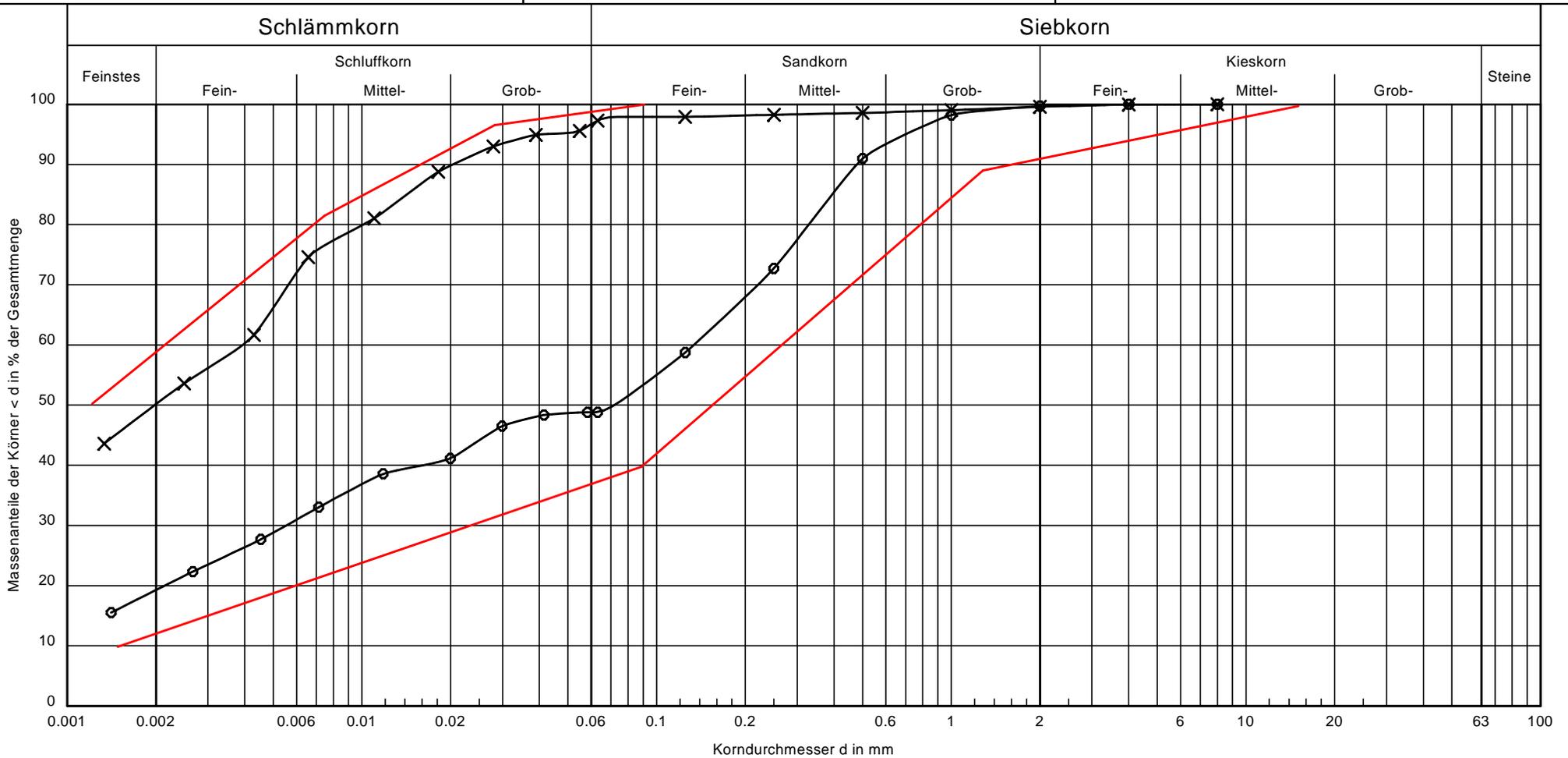
Bearbeiter: ax / st

Datum: 15.10.2021

## Körnungslinie nach DIN EN 17892-4

### BG Herbsleben Seelengrabenweg

Prüfungsnummer: GP 4/3, GP 2/3  
 Probe entnommen am: 27.09.2021  
 Art der Entnahme: GP  
 Arbeitsweise: Siebung / Sedimentation



Bezeichnung:	GP 4/3	GP 2/3	Bemerkungen: Verwitterungszone Schicht 3 Kornband A	Bericht: 20210910-10002 Anlage: 3.3.5
Entnahmestelle:	KRB 4	KRB 2		
Tiefe u. GOK [m]:	2,10 - 3,00 m	2,30 - 3,00 m		
Bodenart (KGV):	S, u, t	T, U		
T/U/S/G [%]:	19.3/29.6/50.8/0.3	50.2/47.1/2.3/0.4		
Bodengruppe:	SU*	UL, TL		

geotechnik heiligenstadt gmbh  
 Aegidienstraße 14  
 37308 Heilbad Heiligenstadt  
 Tel.: 03606 / 5540-0; e-mail: info@geotechnik.com

Bericht: 20210826-10005  
 Anlage: 3.4

## Glühverlust nach DIN 18 128 - GL

**BG Herbsleben**  
**Seelengrabenweg**

Bearbeiter: ed / st

Datum: 15.10.2021

Angaben zum Versuch:

- Glühzeit: 2 Stunden
- Beimengungen Gips / Kalk: kalkfrei
- Bemerkungen:

Probenbezeichnung:	GP 1/2	GP 1/2	GP 1/2
Entnahmestelle:	KRB 1	KRB 1	KRB 1
Entnahmetiefe:	1,10 - 2,90 m	1,10 - 2,90 m	1,10 - 2,90 m
Bodenart:	GU*	GU*	GU*
übliche Benennung:	Terrassensedimente	Terrassensedimente	Terrassensedimente
Wassergehalt [%]	4,83	4,83	4,83
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	48.88	49.66	47.15
Geglühte Probe + Behälter [g]	48.56	49.30	46.85
Behälter [g]	31.41	29.88	31.00
Trockenmasse vor Glühen [g]	17.47	19.78	16.15
Glühverlust [%]	1.83	1.82	1.86
Mittelwert [%]	1.84		

Probenbezeichnung:	GP 3/3	GP 3/3	GP 3/3
Entnahmestelle:	KRB 3	KRB 3	KRB 3
Entnahmetiefe:	1,60 - 2,80 m	1,60 - 2,80 m	1,60 - 2,80 m
Bodenart:	-	-	-
übliche Benennung:	Schwemmsedimente	Schwemmsedimente	Schwemmsedimente
Wassergehalt [%]	55,47	55,47	55,47
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	72.25	64.76	69.70
Geglühte Probe + Behälter [g]	71.53	63.79	68.90
Behälter [g]	59.63	48.17	53.04
Trockenmasse vor Glühen [g]	12.62	16.59	16.66
Glühverlust [%]	5.71	5.85	4.77
Mittelwert [%]	5.44		

# **Anlage 4.1**

## **Deklaration von Aushubmaterial**

**99955 Herbsleben, „Seelengrabenweg“**

**Erschließung Baugebiet**

**Projekt-Nr. 20210910-10002**

**Prüfbericht-Nr.: 2021-F-4450-1-1, -2-1**

### Anlagen

4.2 Probenahmeprotokolle und Prüfberichte

## 1. Probenahme/Probenanalytik

Für die Untersuchung der Baugrundverhältnisse im geplanten Baubereich des Wohngebietes „Seelengrabenweg“ wurden die Kleinrammbohrungen KRB 1 bis KRB 4/V abgeteuft.

Die Bohrungen wurden gleichzeitig zur schichtweisen Entnahme von Bodenproben als Einzelproben genutzt. Aus den Einzelproben wurde nach organoleptischer Begutachtung zwei den Aushub charakterisierende Mischproben MP 1 aus den aufgefüllten Böden (Schicht 1) und den „gewachsenen“ Böden (MP 2) gebildet (Probenzusammenstellung s. Tabellen 1 und 2).

Die Mischprobe MP 1 aus der Auffüllung wurde entsprechend dem Untersuchungsumfang Bauschutt/Boden mit > 10 Vol.-% an mineralischen Fremdbestandteilen (FB) LAGA M20 [4] untersucht.

Die Mischprobe MP 2 aus dem „gewachsenen“ Boden wurde entsprechend des vollständigen Untersuchungsumfanges für Boden (Tab. II. 1.2.2 und 1.2.2) gemäß dem Fragenkatalog zur Anpassung an die LAGA M 20 [1], die auf den Übergangsempfehlungen des TMLNU [2] an die LAGA M 20 [3] basieren, untersucht.

Die analytischen Untersuchungen wurden in unserem Auftrag im chemischen Labor des Thüringer Umweltinstitutes Henterich GmbH, 99819 Krauthausen OT Pferdsdorf durchgeführt.

An dieser Stelle wird auf die Ergebnisse der Orientierenden Altlastenuntersuchung in 99955 Herbsleben [5] verwiesen. Die in diesem Bericht beschriebenen Ergebnisse beruhen auf die im Bereich der Untersuchungsstellen KRB 1 bis KRB 4/V angetroffenen Untergrundverhältnisse. In [5] wurde ein weit ausgedehnteres Raster an Untersuchungsstellen verwendet und stichprobenartig innerhalb einer Rasteruntersuchung die vorhandene Auffüllung analysiert. Insofern gelten die nachfolgenden Ergebnisse ausschließlich für den Bereich der durchgeführten Untersuchungspunkte und sind nicht auf andere Grundstücke oder Untersuchungsstellen übertragbar.

Probenzusammenstellung:

**Tabelle 1:** Einzelproben der analysierten Mischprobe MP 1 – Auffüllung aus KRB 1 – 4/V

Aufschluss	Einzelprobe-Nr.	Tiefe [m u. GOK]	Bodenart	übliche Benennung	Farbe	mineralische Fremdbestandteile / Kieskomponente
KRB 1	GP 1/1	0,20 – 1,10	Schluff	Auffüllung	bn – gr - dbn	Kalkstein, Sandstein
KRB 2/V	GP 2/1	0,10 – 1,10			dbn – gr bn	Ziegelbruchreste, Kalkstein, Beton
KRB 3	GP 3/1	0,20 – 0,90	Sand/Kies		bn - gr	Kalkstein, Ziegelbruch, Beton
	GP 3/2	0,90 – 1,60			bn	Ton-/Sand-/Kalkstein, Arkose
KRB 4/V	GP 4/1	0,10 – 0,70	Schluff		dbn - bn	Ziegelbruchreste, Holzreste, Kalkstein
	GP 4/2	0,70 – 2,10	Sand/Kies		gr - bn	Sand-/Ton-/Kalkstein, Beton

**Tabelle 2:** Einzelproben der analysierten Mischprobe MP 2 - „gewachsener“ Boden aus KRB 1 – KRB 4/V

Aufschluss	Einzelprobe-Nr.	Tiefe [m u. GOK]	Bodenart	übliche Benennung	Farbe	mineralische Fremdbestandteile / Kieskomponente
KRB 1	GP 1/2	1,10 – 2,90	Sand/Kies	Terrassensedimente	bn - gr	Kalkstein, Rundkiese, Sandstein
KRB 1	GP 1/3	2,90 – 5,00	Schluff/Ton	Verwitterungszone	gr – robr - grgrün	-
KRB 2/V	GP 2/2	1,10 – 2,30	Sand/Kies	Terrassensedimente	bn - gr	Sand-/Ton-/Kalkstein
KRB 2/V	GP 2/3	2,30 – 3,00	Schluff/Ton	Verwitterungszone	gr - grgrün	-
KRB 3	GP 3/3	1,60 – 2,80	Schluff/Ton	Schwemmsedimente	gr – bn – robn - schw	Rundkiese, Gelbkalke
KRB 3	GP 3/4	2,80 – 5,00	Schluff/Ton	Verwitterungszone	gr - grgrün	-
KRB 4/V	GP 4/3	2,10 – 3,00	Schluff/Ton		gr - grgrün	-

organoleptischer Befund:

Die organoleptischen Befunde der Mischproben MP 1 und MP 2 können den Probenahmeprotokollen (siehe Anlage 4.2) entnommen werden.

## 2. Chemische Befunde

### 2.1. Analysenergebnisse und Bewertung gemäß Übergangsempfehlung Untersuchungsprogramm für Boden

Die Tabelle 3 enthält die Analysenergebnisse der Mischprobe MP 1 und stellt sie den Zuordnungswerten für TR LAGA M20 Umfang Bauschutt, bzw. Boden mit > 10 Vol.-% an mineralischen Fremdbestandteilen gemäß /4/ gegenüber.

**Tab. 3:** Analysenergebnisse der Mischprobe MP 1 (Auffüllung) aus KRB 1 – 4/V

Parameter	Dimension	Probe	Zuordnungswerte gemäß [4]		
<b>Feststoffkriterien</b>		<b>MP 1</b>	<b>Z 1.1</b>	<b>Z 1.2</b>	<b>Z 2</b>
Trockensubstanzgehalt	Gew. %	92,0	-	-	-
EOX	mg/kg TS	< 1,0	3	5	10
Kohlenwasserstoffe C <sub>10</sub> - C <sub>22</sub>	mg/kg TS	< 50	300	300	1000
Kohlenwasserstoffe C <sub>10</sub> - C <sub>40</sub>	mg/kg TS	< 50	600	600	2000
Arsen	mg/kg TS	6,1	-	-	-
Blei	mg/kg TS	11,1	-	-	-
Cadmium	mg/kg TS	< 0,20	-	-	-
Chrom	mg/kg TS	17,8	-	-	-
Kupfer	mg/kg TS	20,2	-	-	-
Nickel	mg/kg TS	16,4	-	-	-
Quecksilber	mg/kg TS	< 0,05	-	-	-
Zink	mg/kg TS	34,3	-	-	-
Summe PAK	mg/kg TS	n. b.	5	15	75 (100)
<b>Eluatkriterien</b>			<b>Z 1.1</b>	<b>Z 1.2</b>	<b>Z 2</b>
pH-Wert		9,17	7 - 12		
elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	193	1500	2500	3000
Phenolindex	µg/l	< 10	10	50	100
Chlorid	mg/l	1,6	20	40	150
Sulfat	mg/l	57,8	250	300	600
Arsen	µg/l	< 3	10	40	50
Blei	µg/l	< 3	40	100	100
Cadmium	µg/l	< 0,5	2	5	5
Chrom (gesamt)	µg/l	< 2	30	75	100
Kupfer	µg/l	< 2	50	150	200
Nickel	µg/l	< 2	50	100	100
Quecksilber	µg/l	< 0,10	0,2	1	2
Zink	µg/l	< 2	100	300	400

n. b. = analysentechnisch nicht bestimmbar (Einzelwerte PAK < 0,05 mg/kg TS)

TS = Trockensubstanz

Die Tabelle 4 enthält die Analysenergebnisse der Mischprobe MP 2 und stellt sie den Zuordnungswerten für Boden gemäß /2/ und /3/ gegenüber.

Tab. 4: Analysenergebnisse der Mischprobe MP 2 („gewachsener“ Boden) aus KRB 1 – 4/V

Parameter	Dimension	MP 2	Zuordnungswerte gemäß [3]				
		Schluff	Z0 (Lehm/ Schluff)	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
<b>Feststoffkriterien</b>		<i>gew. Boden o. min. FB</i>					
Trockensubstanz	Masse-%	91,5					
TOC	Masse-%	0,18	0,5	0,5	1,5	1,5	5
Cyanid gesamt	mg/kg TS	< 0,5	-	-	10	30	100
EOX	mg/kg TS	< 1,0	1	1	3	10	15
KW C10 – C22	mg/kg TS	< 50	100	200	300	300	1000
KW C10 – C40	mg/kg TS	< 50	-	400	600	600	2000
Arsen	mg/kg TS	3,1	15	15	30	50	150
Blei	mg/kg TS	3,8	70	140	200	300	1000
Cadmium	mg/kg TS	< 0,20	1	1	1	3	10
Chrom (ges.)	mg/kg TS	24,1	60	120	100	200	600
Kupfer	mg/kg TS	22,1	40	80	100	200	600
Nickel	mg/kg TS	19,9	50	100	100	200	600
Quecksilber	mg/kg TS	< 0,05	0,5	1	1	3	10
Zink	mg/kg TS	19,4	150	300	300	500	1500
Thallium	mg/kg TS	< 0,40	0,7	0,7	1	3	10
Summe PAK	mg/kg TS	0,42	3	3	5	15	20
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	< 0,05	0,3	0,6	0,5	1	-
LHKW	mg/kg TS	n. b.	1	1	1	3	5
BTEX	mg/kg TS	n. b.	1	1	1	3	5
PCB	mg/kg TS	n. b.	0,05	0,1	0,1	0,5	1
<b>Eluatkriterien</b>			<b>Z0</b>	<b>Z0*</b>	<b>Z1.1</b>	<b>Z1.2</b>	<b>Z2</b>
pH-Wert		8,37	6,5 - 9			6 - 12	5,5 - 12
elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	140	500			1000	1500
Phenolindex	µg/l	< 10	< 10	10	10	50	100
Chlorid	mg/l	1,7	10			20	100
Sulfat	mg/l	25,9	50	250	250	250	250
Cyanid gesamt	µg/l	< 5	< 10	10	10	50	100
Arsen	µg/l	< 3	10	10	10	40	60
Blei	µg/l	< 3	20	40	40	100	200
Cadmium	µg/l	< 0,5	2			5	10
Chrom	µg/l	< 2	15	30	30	75	150
Kupfer	µg/l	< 2	50			150	300
Nickel	µg/l	< 2	40	50	50	150	200
Quecksilber	µg/l	< 0,10	0,2			1	2
Zink	µg/l	< 2	100			300	600

TS - Trockensubstanz

n. b. - nicht bestimmbar (Einzelparameter LHKW + BTEX < 0,02 mg/kg TS, PCB < 0,004 mg/kg TS)

Wiederverwertbarkeit / Deklaration von Aushubmaterial/Boden:

Mischprobe MP 1 aufgefüllter Boden/ Boden mit > 10 Vol.-% min. Fremdbestandteile:

**Zuordnungswert Z 1.1 im Feststoff:                    alle untersuchten Parameter**

**Zuordnungswert Z 1.1 im Eluat:                    alle untersuchten Parameter**

**Die Kategorie Z 0 ist für / Boden mit > 10 Vol.-% min. Fremdbestandteile nicht vorgesehen.**  
**Böden dieser Kategorie sind nicht für bodenähnliche Anwendungen geeignet.** Das Material der abfallcharakterisierenden Mischprobe MP 1 aus KRB 1 – KRB 4/V von 0,10 – 2,10 m unter GOK überschreitet mit dem Parameter Sulfat im Eluat den Zuordnungswert für Z 0 (Tabelle 3). Somit ist das Material der Verwertungskategorie Z 1.1 zuzuordnen und unterliegt entsprechenden Beschränkungen im Sinne von /1/ zur Verwertung an anderer Stelle (Einbauklasse 1, eingeschränkt offener Einbau in technischen Bauwerken in hydrogeologisch ungünstigen Gebieten).

AVV – Schlüssel: **17 01 07:** Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen, Keramik mit Ausnahme die unter 17 01 06 fallen.

Mischprobe MP 2 – gewachsener Boden:

**Zuordnungswert Z 0 im Feststoff:                    alle untersuchten Parameter**

**Zuordnungswert Z 0 im Eluat:                    alle untersuchten Parameter**

Das Material der abfallcharakterisierenden Mischprobe MP 2 – gewachsener Boden überschreitet in keinen der untersuchten Parameter den Zuordnungswert Z 0 (Tabelle 4). Eine Verwendung im uneingeschränkten offenen Einbau, auch in bodenähnlichen Anwendungen, ist daher möglich. Es unterliegt daher keinen Beschränkungen im Sinne von /1/ zur Verwertung an anderer Stelle.

AVV – Schlüssel: **17 05 04:** Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen.

### Verwendete Regelwerke

- [1] Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (TMLNU)  
Übergangsempfehlungen zur Anpassung des LAGA M 20 „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln - (Stand: 6. November 1997)“ an die diesbezügliche ACK/UMK-Beschlusslage, Stand: 11.02.2004.
- [2] Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (TMLNU)  
Fragenkatalog zur Ergänzung der Übergangsempfehlungen, Stand: 12/2005.
- [3] LAGA - Länderarbeitsgemeinschaft Abfall  
Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/ Abfällen - Technische Regeln, TR Boden, Stand: 5. November 2004.
- [4] LAGA - Länderarbeitsgemeinschaft Abfall  
Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/ Abfällen - Technische Regeln, Stand: 6. November 1997.
- [5] Orientierende Altlastenuntersuchung / Gefährdungsabschätzung und orientierende Deklarationsanalytik in 99955 Herbsleben, Projektnummer: 20210218-10003 vom 13.09.2021



**Protokoll über die Entnahme einer Abfallprobe/Bodenprobe**

Entnehmende Stelle  geotechnik heiligenstadt gmbh Aegidienstraße 14 37308 Heilbad Heiligenstadt Tel.: 03606/55400 Fax: 03606/554040	Projekt-Nr.: 20210910-10002  Analytik gemäß LAGA M 20 (1997) Untersuchungsumfang Bauschutt
---	---

1. **Probenahmestelle:** 99955 Herbsleben, Erschließung Baugebiet „Seelengrabenweg“ aus den Kleinrammbohrungen KRB 1 bis KRB 4/V
2. **Zeitpunkt der Probenahme Datum/Uhrzeit:** 27.09.2021
3. **Art der Probe (Boden/Schlacke/gem. Teil II):** Auffüllung: Schluff, schwach tonig – tonig, sandig – stark sandig, kiesig – stark kiesig (Kieskomponente: Beton, Ziegelbruch, Eisen, Kunststoff, Kalkstein, Rundkiese, Sandstein), mineralische Fremdbestandteile > 10 %
4. **Entnahmegesetz:** per Hand mit Probenahmespatel aus Kernrohr herausgeschält
5. **Art der Probenahme** Einzelprobe  Mischprobe
- 5a) **bei Mischproben:** Zahl der Einzelproben 6 (GP 1/1, GP 2/1, GP 3/1, GP 3/2, GP 4/1 und GP 4/2)

6. Entnahmedaten:

Probenbezeichnung/-nummer	<b>MP 1</b>
Entnahmetiefe	0,10 – 2,10 m
Farbe	grau – graubraun – dunkelgrau
Geruch	neutral
Probenmenge	2,45 kg
Probenbehälter	PE-Becher
Konservierung	-



7. Bemerkungen:

Heiligenstadt, Aegidienstraße 14  
Ort

J. Brieskany  
Probennehmer/Fahrer



# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH

Boden · Abfall · Sedimente  
Abwasser · Klärschlamm  
Wasser · Trinkwasser

Durch die DAkkS nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2018  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für  
den in der Urkundenanlage  
D-PL-21735-01-00 aufgeführten  
Akkreditierungsumfang.



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH  
OT Pferdsdorf · Kielforstweg 2 · 99819 Krauthausen

Tel. 036926 71009-0  
Fax 036926 71009-9

E-Mail: postmaster@thuinst.de  
Homepage: www.thuinst.de

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2021-F-4450-1-1

**Auftraggeber:** Geotechnik Heiligenstadt GmbH  
Aegidienstraße 14  
37308 Heilbad Heiligenstadt  
20210910-10002

**Projekt:** 20210910-10002

**Entnahmestelle:** MP 1 aus KRB 1 - 4 (0,10-2,10 m)

**Probenehmer:** siehe Auftraggeber

**Probenahmedatum:** 27.09.2021

**Probeneingangsdatum:** 30.09.2021

**Analysenbeginn:** 30.09.2021

**Prüfgegenstand:** Auffüllung

**Prüfziel:** LAGA-Mindestunters. für Bauschutt bei unsp. Verdacht/Tab. II 1.4-1

Parameter	Dimension	Ergebnis	Analyseverfahren
<b>Feststoffkriterien</b>			
Farbe		braun, beige	organoleptisch
Geruch		ohne	organoleptisch
Trockensubstanzgehalt	Masse %	92,0	DIN EN 14346:2007-03 <sup>a</sup>
EOX	mg/kg TS	< 1,0	DIN 38414-17:2017-01 <sup>a</sup>
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	< 50	DIN EN 14039:2005-01 <sup>a</sup>
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	< 50	DIN EN 14039:2005-01 <sup>a</sup>
Arsen	mg/kg TS	6,1	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Blei	mg/kg TS	11,1	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Cadmium	mg/kg TS	< 0,20	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Chrom	mg/kg TS	17,8	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Kupfer	mg/kg TS	20,2	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Nickel	mg/kg TS	16,4	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Quecksilber	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN ISO 17852:2008-04 <sup>a</sup>
Zink	mg/kg TS	34,3	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
<b>PAK</b>			
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Acenaphylen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Acenaphthen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Fluoren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Phenanthren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Chrysen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>

Pferdsdorf, 12.10.2021

Seite 1 von 2

HRB 517815  
Steuer-Nr.: 157/121/10837

Geschäftsführer:  
Ralf Murzen  
Dr. Sven Unger



# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH

Boden · Abfall · Sedimente  
Abwasser · Klärschlamm  
Wasser · Trinkwasser

Durch die DAKKS nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2018  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für  
den in der Urkundenanlage  
D-PL-21735-01-00 aufgeführten  
Akkreditierungsumfang.



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH  
OT Pferdsdorf · Kiefelweg 2 · 99819 Krauthausen

Tel. 036926 71009-0  
Fax 036926 71009-9

E-Mail: [postmaster@thuinst.de](mailto:postmaster@thuinst.de)  
Homepage: [www.thuinst.de](http://www.thuinst.de)

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2021-F-4450-1-1

### Eluatkriterien

Trübung, qualitativ		klar	DIN EN ISO 7027:2004-04 <sup>a</sup>
pH-Wert		9,17	DIN 38404-5:2009-07 <sup>a</sup>
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	193	DIN EN 27888:1993-11 <sup>a</sup>
Phenolindex	µg/l	< 10	DIN EN ISO 14402:1999-12 <sup>a</sup>
Chlorid	mg/l	1,6	DIN EN ISO 10304-1:2009-07 <sup>a</sup>
Sulfat	mg/l	57,8	DIN EN ISO 10304-1:2009-07 <sup>a</sup>
Arsen	µg/l	< 3	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Blei	µg/l	< 3	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Cadmium	µg/l	< 0,5	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Chrom	µg/l	< 2	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Kupfer	µg/l	< 2	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Nickel	µg/l	< 2	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Quecksilber	µg/l	< 0,10	DIN EN ISO 17852:2008-04 <sup>a</sup>
Zink	µg/l	< 2	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>

Nur gültig für Feststoffanalysen: Der Königswasseraufschluss zur Schwermetallbestimmung erfolgt in Bodenproben nach DIN ISO 11466:1997-06<sup>a</sup>, sowie in Bauschutt- und Abfallproben nach DIN EN 13657:2003-01<sup>a</sup>. Die Eluatherstellung erfolgt nach DIN EN 12457-4:2003-01<sup>a</sup>, bei Untersuchungen gemäß BBodSchV nach DIN 38414-4:1984-10<sup>a</sup>.

Kundenangaben: Projekt und Entnahmestelle. Der Prüfzeitraum entspricht dem Zeitraum zwischen dem Probeneingangsdatum und dem Datum der Erstellung des Prüfberichtes. Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich im Fall der Anlieferung auf das Probenmaterial im Lieferzustand, die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf den Prüfgegenstand. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die Angabe „< Wert“ entspricht der Bestimmungsgrenze des jeweiligen Analyseverfahrens.

<sup>a</sup> akkreditiertes Prüfverfahren; TS/TR Trockensubstanz/Trockenrückstand; OS Originalsubstanz; <sup>f</sup> Fremdvergabe; <sup>u</sup> Unterauftragvergabe  
Ohne schriftliche Genehmigung darf der Bericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Es gelten die AGB ([www.gba-group.com/agb](http://www.gba-group.com/agb)), sofern nicht andere Regelungen vereinbart wurden. Das Thüringer Umweltinstitut übernimmt für zitierte Grenzwerte keine Gewähr.

Archivierung: Bericht

D. Weggen  
Laborleitung



**Protokoll über die Entnahme einer Abfallprobe/Bodenprobe**

Entnehmende Stelle  geotechnik heiligenstadt gmbh Aegidienstraße 14 37308 Heilbad Heiligenstadt Tel.: 03606/55400 Fax: 03606/554040	Projekt-Nr.: 20210910-10002  Analytik gemäß LAGA M 20, TR Boden (2004) Umfang Boden Tab. II.1.2.2- II 1.2-3
---	--

1. **Probenahmestelle:** 99955 Herbsleben, Erschließung Baugebiet „Seelengrabenweg“ aus den Kleinrammbohrungen KRB 1 bis KRB 4/V
2. **Zeitpunkt der Probenahme Datum/Uhrzeit:** 27.09.2021
3. **Art der Probe (Boden/Schlacke/gem. Teil II):** „gewachsener“ Boden: Sand, stark kiesig, schwach schluffig – schluffig bis Ton, schluffig (Kieskomponente: Kalkstein, Rundkiese), ohne mineralischen Fremdbestandteile
4. **Entnahmegesetz:** per Hand mit Probenahmespatel aus Kernrohr herausgeschält
5. **Art der Probenahme** Einzelprobe  Mischprobe
- 5a) **bei Mischproben:** Zahl der Einzelproben 7 (GP 1/2, GP 1/3, GP 2/2, GP 2/3, GP 3/3, GP 3/4 und GP 4/3)

6. Entnahmedaten:

Probenbezeichnung/-nummer	<b>MP 2</b>
Entnahmetiefe	1,10 – 5,00 m
Farbe	bunt – graubraun – grünlich grau – rötlich braun
Geruch	neutral
Probenmenge	2,00 kg
Probenbehälter	PE-Becher
Konservierung	-



7. Bemerkungen:

Heiligenstadt, Aegidienstraße 14  
Ort

*J. Brieskany*  
Probennehmer/Fahrer



# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH

Boden · Abfall · Sedimente  
Abwasser · Klärschlamm  
Wasser · Trinkwasser

Durch die DAkkS nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2018  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für  
den in der Urkundenanlage  
D-PL-21735-01-00 aufgeführten  
Akkreditierungsumfang.



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH  
OT Pferdsdorf · Kielforstweg 2 · 99819 Krauthausen

Tel. 036926 71009-0  
Fax 036926 71009-9

E-Mail: postmaster@thuinst.de  
Homepage: www.thuinst.de

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2021-F-4450-2-1

**Auftraggeber:** Geotechnik Heiligenstadt GmbH  
Aegidienstraße 14  
37308 Heilbad Heiligenstadt

**Projekt:** 20210910-10002

**Entnahmestelle:** MP 2 aus KRB 1 - 4 (1,10-5,00 m)

**Probenehmer:** siehe Auftraggeber

**Probenahmedatum:** 27.09.2021

**Probeneingangdatum:** 30.09.2021

**Analysenbeginn:** 30.09.2021

**Prüfgegenstand:** Boden

**Prüfziel:** Analyse nach vorgegebenen Parametern

Parameter	Dimension	Ergebnis	Analyseverfahren
<b>Feststoffkriterien</b>			
Trockensubstanzgehalt	Masse %	91,5	DIN EN 14346:2007-03 <sup>a</sup>
TOC	Masse % d.TS	0,18	DIN EN 13137:2001-12 <sup>a</sup>
Cyanid gesamt	mg/kg TS	< 0,5	DIN ISO 17380:2006-05 <sup>a</sup>
EOX	mg/kg TS	< 1,0	DIN 38414-17:2017-01 <sup>a</sup>
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	< 50	DIN EN 14039:2005-01 <sup>a</sup>
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	< 50	DIN EN 14039:2005-01 <sup>a</sup>
Arsen	mg/kg TS	3,1	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Blei	mg/kg TS	3,8	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Cadmium	mg/kg TS	< 0,20	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Chrom	mg/kg TS	24,1	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Kupfer	mg/kg TS	22,1	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Nickel	mg/kg TS	19,9	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Quecksilber	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN ISO 17852:2006-04 <sup>a</sup>
Zink	mg/kg TS	19,4	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Thallium	mg/kg TS	< 0,40	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
<b>PAK</b>			
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Acenaphthylen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Acenaphthen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Fluoren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Phenanthren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Fluoranthren	mg/kg TS	0,12	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Pyren	mg/kg TS	0,09	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Chrysen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,06	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>
Summe PAK	mg/kg TS	0,42	DIN ISO 18287:2006-05 <sup>a</sup>

Pferdsdorf, 12.10.2021

Seite 1 von 3

HRB 517815  
Steuer-Nr.: 157/121/10837

Geschäftsführer:  
Ralf Murzen  
Dr. Sven Unger



# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH

Boden · Abfall · Sedimente  
Abwasser · Klärschlamm  
Wasser · Trinkwasser

Durch die DAKKS nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2018  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für  
den in der Urkundenanlage  
D-PL-21735-01-00 aufgeführten  
Akkreditierungsumfang.



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH  
OT Pferdsdorf · Kielforstweg 2 · 99819 Krauthausen

Tel. 036926 71009-0  
Fax 036926 71009-9

E-Mail: [postmaster@thuinst.de](mailto:postmaster@thuinst.de)  
Homepage: [www.thuinst.de](http://www.thuinst.de)

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2021-F-4450-2-1

### LHKW

1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301:1997-08 <sup>a</sup> /HLUG:2000 <sup>a</sup>
Dichlormethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301:1997-08 <sup>a</sup> /HLUG:2000 <sup>a</sup>
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301:1997-08 <sup>a</sup> /HLUG:2000 <sup>a</sup>
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301:1997-08 <sup>a</sup> /HLUG:2000 <sup>a</sup>
Trichlormethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301:1997-08 <sup>a</sup> /HLUG:2000 <sup>a</sup>
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301:1997-08 <sup>a</sup> /HLUG:2000 <sup>a</sup>
Tetrachlormethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301:1997-08 <sup>a</sup> /HLUG:2000 <sup>a</sup>
Trichlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301:1997-08 <sup>a</sup> /HLUG:2000 <sup>a</sup>
Tetrachlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301:1997-08 <sup>a</sup> /HLUG:2000 <sup>a</sup>

### BTEX

Benzol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38407-9:1991-05 <sup>a</sup> /HLUG:2000 <sup>a</sup>
Toluol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38407-9:1991-05 <sup>a</sup> /HLUG:2000 <sup>a</sup>
Ethylbenzol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38407-9:1991-05 <sup>a</sup> /HLUG:2000 <sup>a</sup>
m-, p- Xylole	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38407-9:1991-05 <sup>a</sup> /HLUG:2000 <sup>a</sup>
o- Xylol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38407-9:1991-05 <sup>a</sup> /HLUG:2000 <sup>a</sup>

### PCB

PCB Nr.118	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308:2016-12 <sup>a</sup>
PCB Nr.28	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308:2016-12 <sup>a</sup>
PCB Nr.52	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308:2016-12 <sup>a</sup>
PCB Nr.101	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308:2016-12 <sup>a</sup>
PCB Nr.138	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308:2016-12 <sup>a</sup>
PCB Nr.153	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308:2016-12 <sup>a</sup>
PCB Nr.180	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308:2016-12 <sup>a</sup>

### Eluatkriterien

pH-Wert		8,37	DIN 38404-5:2009-07 <sup>a</sup>
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	140	DIN EN 27888:1993-11 <sup>a</sup>
Phenolindex	µg/l	< 10	DIN EN ISO 14402:1999-12 <sup>a</sup>
Chlorid	mg/l	1,7	DIN EN ISO 10304-1:2009-07 <sup>a</sup>
Sulfat	mg/l	25,9	DIN EN ISO 10304-1:2009-07 <sup>a</sup>
Cyanid gesamt	mg/l	< 0,005	DIN EN ISO 14403-2:2012-10 <sup>a</sup>
Arsen	µg/l	< 3	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Blei	µg/l	< 3	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Cadmium	µg/l	< 0,5	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Chrom	µg/l	< 2	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Kupfer	µg/l	< 2	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Nickel	µg/l	< 2	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>
Quecksilber	µg/l	< 0,10	DIN EN ISO 17852:2008-04 <sup>a</sup>
Zink	µg/l	< 2	DIN EN ISO 11885:2009-09 <sup>a</sup>



# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH

Boden · Abfall · Sedimente  
Abwasser · Klärschlamm  
Wasser · Trinkwasser

Durch die DAkkS nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2018  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für  
den in der Urkundenanlage  
D-PL-21735-01-00 aufgeführten  
Akkreditierungsumfang.



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH  
OT Pferdsdorf · Kielforstweg 2 · 99819 Krauthausen

Tel. 036926 71009-0  
Fax 036926 71009-9

E-Mail: [postmaster@thuinstd.de](mailto:postmaster@thuinstd.de)  
Homepage: [www.thuinstd.de](http://www.thuinstd.de)

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2021-F-4450-2-1

Nur gültig für Feststoffanalysen: Der Königwasseraufschluss zur Schwermetallbestimmung erfolgt in Bodenproben nach DIN ISO 11466:1997-06<sup>8</sup>, sowie in Bauschutt- und Abfallproben nach DIN EN 13657:2003-01<sup>9</sup>. Die Eluatherstellung erfolgt nach DIN EN 12457-4:2003-01<sup>9</sup>, bei Untersuchungen gemäß BBodSchV nach DIN 38414-4:1984-10<sup>4</sup>.

Kundenangaben: Projekt und Entnahmestelle. Der Prüfzeitraum entspricht dem Zeitraum zwischen dem Probeneingangsdatum und dem Datum der Erstellung des Prüfberichtes. Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich im Fall der Anlieferung auf das Probenmaterial im Lieferzustand, die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf den Prüfgegenstand. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die Angabe „< Wert“ entspricht der Bestimmungsgrenze des jeweiligen Analyseverfahrens.

<sup>8</sup> akkreditiertes Prüfverfahren; <sup>9</sup> TS/TR Trockensubstanz/Trockenrückstand; <sup>0</sup> OS Originalsubstanz; <sup>F</sup> Fremdvergabe; <sup>U</sup> Unterauftragvergabe  
Ohne schriftliche Genehmigung darf der Bericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Es gelten die AGB ([www.gba-group.com/agb](http://www.gba-group.com/agb)), sofern nicht andere Regelungen vereinbart wurden. Das Thüringer Umweltinstitut übernimmt für zillierte Grenzwerte keine Gewähr.  
Archivierung: Bericht

D. Weggen  
Laborleitung

geotechnik heiligenstadt Aegidienstraße 14 37308 Heilbad Heiligenstadt Tel.: 03606 / 55400 Fax: 03606 / 554040	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: 20210910-10002  Bearbeiter: jb Anhang
--	---	---

Vorhaben: Wohngebiet "Seelengrabenweg" Bebauungsplan Nr. 15, in 99955 Herbsleben

<b>Bohrung KRB 1 / Blatt: 1</b>	Höhe: 1,25 m rel.  Datum: 27.09.2021
---------------------------------	---

1	2			3		4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>	h) <sup>1)</sup> Gruppe						
0.20	a) Schluff, schwach tonig, schwach sandig, humos			mäßig feucht					
	b)								
	c) weich - steif	d) leicht	e) dunkelbraun						
	f) Mutterboden/ Auffüllung	g) Anthropogen	h)      i)						
1.10	a) Schluff, kiesig - stark kiesig, schwach sandig - sandig, schwach tonig			mäßig feucht		GP	1/1	0,20-1,10	
	b) kiesig = Kalkstein, Sandstein								
	c) steif - halbfest	d) mittel	e) braun, grau, dunkelbraun						
	f) Auffüllung	g) Anthropogen	h)      i)						
2.90	a) Kies, sandig, schwach schluffig			mäßig feucht		GP	1/2	1,10-2,90	
	b) schwach schluffig kiesig = Sandstein, Kalkstein, gerundete Kiese								
	c) mitteldicht	d) mittel - schwer	e) braun - grau						
	f) Terrassensedimente	g) Quartär	h)      i)						
5.00	a) Schluff, tonig - stark tonig/ Ton, schluffig - stark schluffig			GW: /  mäßig feucht - trocken  Bohloch offen!		GP	1/3	2,90-5,00	
	b)								
	c) fest - halbfest	d) mittel - schwer	e) grau, rotbraun, graugrün						
	f) Verwitterungszone (ve - vz)	g) Mittlerer Keuper	h)      i)						
	a)								
	b)								
	c)	d)	e)						
	f)	g)	h)      i)						

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

geotechnik heiligenstadt Aegidienstraße 14 37308 Heilbad Heiligenstadt Tel.: 03606 / 55400 Fax: 03606 / 554040	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: 20210910-10002  Bearbeiter: jb Anhang
--	---	---

Vorhaben: Wohngebiet "Seelengrabenweg" Bebauungsplan Nr. 15, in 99955 Herbsleben

<b>Bohrung</b> <b>KRB 2/V</b> / Blatt: 1          Höhe: 1,99 m rel.	<b>Datum:</b> 27.09.2021
---	-----------------------------

1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>					Art	Nr	Tiefe in m (Unter-kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>	h) <sup>1)</sup> Gruppe					
0.10 1.89	a) Schluff, schwach tonig - tonig, schwach sandig, humos			mäßig feucht - feucht				
b)								
c) weich - steif	d) leicht	e) dunkelbraun						
f) Mutterboden/ Auffüllung	g) Anthropogen	h)	i)					
1.10 0.89	a) Schluff, sandig, kiesig, schwach tonig			mäßig feucht - trocken		GP	2/1	0,10-1,10
b) kiesig= Kalkstein, Beton, vereinzelt Ziegelbruch								
c) steif bis halbfest	d) leicht - mittel	e) dunkelbraun - braungrau						
f) Auffüllung	g) Anthropogen	h)	i)					
2.30 -0.31	a) Sand, kiesig - stark kiesig, schwach schluffig - schluffig/ Kies, sandig - stark sandig,			mäßig feucht		GP	2/2	1,10-2,30
b) schwach schluffig kiesig = Sandstein, Tonstein, Kalkstein, tlw. gerundet								
c) mitteldicht	d) mittel	e) braun - grau						
f) Terrassensedimente	g) Quartär	h)	i)					
3.00 -1.01	a) Ton und Schluff			GW: /  mäßig feucht - trocken  Bohrloch offen!		GP	2/3	2,30-3,00
b)								
c) halbfest	d) mittel - schwer	e) grau, graugrün						
f) Verwitterungszone (ve - vz)	g) Mittlerer Keuper	h)	i)					
	a)							
b)								
c)	d)	e)						
f)	g)	h)	i)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

geotechnik heiligenstadt  
Aegidienstraße 14  
37308 Heilbad Heiligenstadt  
Tel.: 03606 / 55400  
Fax: 03606 / 554040

# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bericht: 20210910-10002

Bearbeiter: jb  
Anhang

Vorhaben: Wohngebiet "Seelengrabenweg" Bbauungsplan Nr. 15, in 99955 Herbsleben

Bohrung <b>KRB 3</b> / Blatt: 1				Höhe: -1,30 m rel.		Datum: 27.09.2021					
1	2				3		4	5	6		
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>						Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang							e) Farbe	
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>		h) <sup>1)</sup> Gruppe						i) Kalkgehalt	
0.20 -1.50	a) Schluff, schwach tonig - tonig, humos				mäßig feucht						
	b)										
	c) weich - steif		d) leicht							e) dunkelbraun	
	f) Mutterboden/ Auffüllung		g) Anthropogen							h)	i)
0.80 -2.10	a) Schluff, schwach kiesig - kiesig, schwach sandig - sandig				mäßig feucht		GP	3/1	0,20-0,80		
	b) kiesig = Kalkstein, Ziegelbruch, Beton										
	c) steif		d) leicht - mittel							e) braun - grau	
	f) Auffüllung		g) Anthropogen							h)	i)
1.60 -2.90	a) Sand, kiesig - stark kiesig, schwach schluffig - schluffig				mäßig feucht - feucht		GP	3/2	0,80-1,60		
	b) kiesig = Tonstein, Sandstein, Kalkstein, Arkose (gerundet)										
	c) locker - mitteldicht		d) mittel							e) braun	
	f) Auffüllung		g) Anthropogen							h)	i)
2.80 -4.10	a) Schluff, tonig - stark tonig, schwach kiesig, schwach sandig, schwach organisch - organisch				mäßig feucht - feucht		GP	3/3	1,60-2,80		
	b) kiesig = gerundete Kiese, Gelbkalk										
	c) weich - steif		d) mittel							e) grau, braun, schwarz, rotbr.	
	f) Schwemmsedimente		g) Quartär							h)	i)
5.00 -6.30	a) Schluff, tonig - stark tonig / Ton, schluffig - stark schluffig, schwach sandig				GW: /  mäßig feucht - trocken		GP	3/4	2,80-5,00		
	b)										
	c) halbfest - fest		d) mittel - schwer							e) grau - graugrün	
	f) Verwitterungszone		g) Mittlerer Keuper							h)	i)
Bohrloch offen!											

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

geotechnik heiligenstadt Aegidienstraße 14 37308 Heilbad Heiligenstadt Tel.: 03606 / 55400 Fax: 03606 / 554040	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: 20210910-10002  Bearbeiter: jb Anhang
--	---	---

Vorhaben: Wohngebiet "Seelengrabenweg" Bbauungsplan Nr. 15, in 99955 Herbsleben

<b>Bohrung</b> <b>KRB 4/V</b> / Blatt: 1          Höhe:    -1,08 m rel.	<b>Datum:</b> 27.09.2021
---	-----------------------------

1	2			3		4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>	h) <sup>1)</sup> Gruppe						
0.10 -1.18	a) Schluff, schwach tonig - tonig, humos			mäßig feucht					
	b)								
	c) weich - steif	d) leicht	e) dunkelbraun						
	f) Mutterboden/ Auffüllung	g) Anthropogen	h)    i)						
0.70 -1.78	a) Schluff, schwach tonig - tonig, schwach kiesig			mäßig feucht		GP	4/1	0,10-0,70	
	b) kiesig = Kalkstein, vereinzelt Ziegelbruchreste und Holzreste								
	c) steif	d) leicht	e) dunkelbraun - braun						
	f) Auffüllung	g) Anthropogen	h)    i)						
2.10 -3.18	a) Sand, kiesig - stark kiesig, schwach schluffig - schluffig			mäßig feucht		GP	4/2	0,70-2,10	
	b) kiesig = Sandstein, Tonstein, Kalkstein, Gelbkalk, Betonbruch								
	c) locker - mitteldicht	d) leicht - mittel	e) grau - braun						
	f) Auffüllung	g) Anthropogen	h)    i)						
3.00 -4.08	a) Sand, schluffig, tonig			GW: /  mäßig feucht - trocken  Bohrloch offen!		GP	4/3	2,10-3,00	
	b)								
	c) halbfest	d) mittel	e) rotbraun - violett braungr						
	f) Verwitterungszone	g) Mittlerer Keuper	h)    i)						
	a)								
	b)								
	c)	d)	e)						
	f)	g)	h)    i)						

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor