

INGENIEURGEOLOGISCHES FLÄCHENGUTACHTEN

Projekt-Nr. **P21-2482**

Projekt: Gundelsheim-Höchstberg
Flächengutachten für die Erschließung
des NBG „Ob dem Dorf V“

Auftraggeber: Stadt Gundelsheim
Tiefenbacher Straße 16
74831 Gundelsheim

Lage: TK 25, 6721 Bad Friedrichshall
UTM-Koordinaten (WGS84): Zone: 32U
(Gauß - Krüger - Koordinaten)
mittlerer Ostwert: 5.16.385 (R: 35.16.470)
mittlerer Nordwert: 54.59.910 (H: 54.61.650)

Bearbeiter: Matthias Leibing, Dipl.-Geol.

Sinsheim, 25. Oktober 2023

INHALT

1. Einleitung
2. Lagebeschreibung
3. Durchführung
4. Geologische Situation
5. Hydrogeologische Situation
6. Baugrundbeurteilung und bodenmechanische Kennwerte
7. Beurteilung der Böden hinsichtlich des Wiedereinbaus,
Maßnahmen beim Wiedereinbau
8. Erdbautechnische Hinweise
9. Umwelttechnische Untersuchungen
10. Anmerkungen

ANLAGEN

- Nr. 1.1 Geographischer Lageplan;
- Nr. 1.2 Lageplan der Bohrungen;
- Nr. 2 Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022;
- Nr. 3 Schichtenprofile nach DIN 4023;
- Nr. 4 Bodenmechanische Feld- und Laborversuche;
- Nr. 5 Umwelttechnische Analysenergebnisse.

1 Einleitung

1.1 Veranlassung

Die Stadt Gundelsheim plant die Erschließung des Baugebietes „Ob dem Dorf V“ im Ortsteil Höchstberg.

Unser Büro (Töniges GmbH) wurde mit dem Schreiben vom 06.10.2023 durch die Stadt Gundelsheim beauftragt, auf dem vorgesehenen Baugebiet zur Erkundung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse Kleinrammbohrungen sowie bodenmechanische Versuche durchzuführen und ein Flächengutachten zu erstellen.

Das vorliegende Flächengutachten beinhaltet ingenieurgeologische Aussagen über:

- den geplanten Kanalbau (anstehende Bodenarten, Beurteilung der Wiederverwendbarkeit des Aushubmaterials, Grundwasserstand, Grabenverbau usw.);
- erdbautechnische Angaben für den geplanten Bau von Straßen (Aufbau und Erstellung des Rohplanums);
- die allgemeine Baugrundsituation der Gesamtfläche (u. a. Gründungsvorschläge mit Angaben der notwendigen Bodenkennwerte);
- die hydrologische Versickerungsfähigkeit von nicht verschmutztem Oberflächenwasser im Baugebiet;
- umwelttechnische Aussagen über anstehende Asphaltflächen und Böden im Baugebiet.

1.2 Unterlagen

Folgende Planunterlagen wurden uns durch das Ingenieurbüro Willaredt, Sinsheim zur Verfügung gestellt:

- 1 Lageplan (25.10.2023)

Maßstab 1 : 500

2 Lagebeschreibung

Das geplante Baugebiet „Ob dem Dorf V“ befindet sich am nördlichen Ortsrand von Höchstberg westlich der „Bernbrunner Straße“.

Das Untersuchungsgebiet steigt in Richtung Westen von ca. 250,00 m ü. NN auf 270,00 m ü. NN an.

Die Nord - Süd - Erstreckung liegt bei ca. 130 - 230 m und die Ost - West - Erstreckung bei ca. 50 - 220 m. Das geplante Erschließungsgebiet wird zurzeit als landwirtschaftliche Fläche (Acker) genutzt.

3 Durchführung

3.1 Aufschlussarbeiten

Zur Erkundung des Untergrundes wurden am 12.10.2023 auf der Untersuchungsfläche insgesamt 8 Kleinrammbohrungen (RKS) bis max. 5,0 m unter Geländeoberkante (GOK) niedergebracht.

3.2 Vermessungsarbeiten

Die Bohransatzpunkte wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Als Bezugshöhe diente die Oberkante eines Kanaldeckels im „Krautweg“ (siehe Anlage 1). Die Oberkante des Kanaldeckels wurde in den uns zur Verfügung gestellten Unterlagen mit einer Höhe von 258,79 m ü. NN angegeben.

Für die Bohransatzpunkte und Endteufen werden folgende Höhenkoten in [m ü. NN] angegeben:

Rammkernsondierung	Ansatzpunkt	Endteufe
RKS 1	260,20	255,20
RKS 2	265,93	260,93
RKS 3	269,82	264,82
RKS 4	264,56	259,56
RKS 5	263,23	258,23
RKS 6	255,82	250,82
RKS 7	257,58	252,58
RKS 8	258,34	253,34

3.3 Darstellung der Baugrundprofile

Die angetroffenen Bodenschichten wurden nach DIN 4022 analytisch angesprochen und in Schichtenverzeichnissen detailliert beschrieben (Anlage 2) sowie nach DIN 4023 in Schichtenprofilen dargestellt (Anlage 3).

3.4 Grundwasserstandsmessungen

Während der Bohrarbeiten wurde in keiner Kleinrammbohrung ein Wasserzutritt zu dem Bohrloch registriert, auch stellte sich nach Abschluss der Bohrarbeiten kein Wasserspiegel in den Bohröffnungen ein (siehe Kapitel 5).

4 Geologische Situation

4.1 Allgemeiner Überblick

Der Felsuntergrund im Bereich des Bauvorhabens besteht aus der geologischen Formation des „Unteren Keupers“ („Erfurt-Formation“). Es handelt sich dabei um eine Wechsellagerung von Ton- Tonmergelsteinen, Dolomit- und Sandsteinen.

Das Felsgestein des „Unteren Keupers“ wurde bei den Baugrunduntersuchungen nicht erreicht. Im Untersuchungsgebiet wurden Verwitterungslehme, Lösslehme, Löss und Auffüllungen angetroffen.

4.2 Geologie im Untersuchungsgebiet

Im Folgenden werden die angetroffenen Bodenschichten nur allgemein beschrieben. Detaillierte Daten können den Schichtenverzeichnissen (Anlage 3), den Schichtenprofilen (Anlage 4) und dem Kapitel 6.2 (Bodenmechanische Kenngrößen) entnommen werden.

- 4.2.1 Im Bereich der RKS 1 und RKS 6 wurde der Feldweg- bzw. Straßenaufbau angetroffen. Es handelt sich dabei im Bereich der RKS 6 um eine ca. 0,09 m mächtige **Asphaltschicht** mit einem ca. 0,31 m mächtigen **Schotterunterbau** aus Kalksteinbruchstücken.

Im Bereich der RKS 1 wurde als Feldwegaufbau ein ca. 0,6 m mächtiger mitteldicht gelagerter Schotteraufbau aus Kalk- und Ziegelbruchstücken angetroffen.

- 4.2.2 Als oberste Schicht wurde in den Kleinrammbohrungen RKS 2, 3, 4, 5, 7 und 8 ein ca. 0,3 – 0,5 m mächtiger **Oberboden** angetroffen. Dieser durchwuzelte Bereich besteht zum Großteil aus schwach tonigen und feinsandigen Schluffen mit organischen Beimengungen.
- 4.2.3 Unterhalb der Tragschicht bzw. des Wegeaufbaus wurden in den Kleinrammbohrungen RKS 1 und RKS 6 ca. 0,5 – 2,1 m mächtige **Auffüllungen** erbohrt. Es handelt sich dabei um tonigen, feinsandigen und kiesigen Schluff mit halbfester Konsistenz und leichter Plastizität. Die kiesigen Komponenten bestehen aus Muschelkalkbruchstücken und gerundeten Kiesen.
- 4.2.4 Unterhalb der Auffüllung bzw. des Oberbodens wurde in den Kleinrammbohrungen **Lösslehme und Löss** aufgeschlossen. Die Lösslehme bestehen aus tonigem und feinsandigem Schluff. Die Lösslehme wurden mit halbfesten Konsistenz und leichter bis mittlerer Plastizität festgestellt. Die Löss setzen sich aus schwach tonigen und stark feinsandigen Schluffen mit halbfester Konsistenz und leichter Plastizität zusammen. In den Kleinrammbohrungen RKS 2 – RKS 4 reichen die Löss und Lösslehme bis zur Endteufe von 5,0 m unter GOK. In den übrigen Bohrungen erreichen sie Mächtigkeiten von 1,3 – 3,7 m.
- 4.2.5 Als unterste Schicht wurden in Kleinrammbohrungen RKS 1, 5, 6, 7 und 8 **Verwitterungslehme** erbohrt. Es handelt sich dabei um stark tonige Schluffe bzw. schluffigen Tone mit halbfester Konsistenz und leichter Plastizität. Als kiesige Komponenten treten untergeordnet Sandsteinbruchstücke und Eisen-Mangan-Konkretionen auf.

4.3 Schichtoberkanten

Für die jeweiligen **Schichtoberkanten** werden folgende Höhenkoten in [m. ü. NN] und in Klammern die Schichtmächtigkeiten in [m] angegeben:

	RKS 1	RKS 2	RKS 3	RKS 4
Oberboden	--	265,93 (0,40)	269,82 (0,50)	264,56 (0,40)
Asphalt	--	--	--	--
Tragschicht	--	--	--	--
Feldweg- schotter	260,20 (0,60)	--	--	--
Auffüllungen	259,60 (0,50)	--	--	--
Lösslehm / Löss	259,10 (1,30)	265,53 (>4,60)	269,32 (>4,50)	264,16 (>4,60)
Verwite- rungslehm	255,40 (>0,20)	--	--	--
<i>Endteufe</i>	<i>255,20 (5,00)</i>	<i>260,93 (5,00)</i>	<i>264,82 (5,00)</i>	<i>259,56 (5,00)</i>

	RKS 5	RKS 6	RKS 7	RKS 8
Oberboden	263,23 (0,40)	--	257,58 (0,40)	258,34 (0,30)
Asphalt	--	255,82 (0,09)	--	--
Tragschicht	--	255,73 (0,31)	--	--
Auffüllungen	--	255,42 (2,10)	--	--
Lösslehm / Löss	262,83 (3,10)	253,32 (1,90)	257,18 (3,60)	258,04 (3,70)
Verwite- rungslehm	259,73 (>1,50)	251,42 (>0,60)	253,58 (>1,00)	254,34 (>1,00)
<i>Endteufe</i>	<i>258,23 (5,00)</i>	<i>250,82 (5,00)</i>	<i>252,58 (5,00)</i>	<i>253,34 (5,00)</i>

5 Hydrogeologische Situation

Während der Bohrarbeiten wurde im Bereich der Kleinrammbohrungen kein Wasserandrang festgestellt. Nach Abschluss der Bohrarbeiten konnte auch kein Wasserspiegel eingemessen werden.

Wasserschutzgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt nach den im Internet veröffentlichten Daten der Landesanstalt für Umwelt (LUBW) (Stand vom 24.10.2023) **außerhalb** von Wasserschutzzonen.

5.1 Auswertung der Siebschlamm-Analyse

Zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwerts (k_f -Werts) des Lösslehms wurde eine Sieb-Schlamm-Analyse zur Bestimmung der Kornverteilung nach DIN 18123 durchgeführt (Körnungslinie siehe Anlage Nr. 4).

Anhand des Ergebnisses der Kornverteilung wurde nach MALLET/PAQUANT folgender Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) des Lösslehms ermittelt:

Bereich Versickerungs-versuch	Entnahmetiefe unter GOK	Bodenart	k_f -Wert nach MALLET/PAQUANT [ms ⁻¹]
VV	0,4 - 1,0 m	Löss/Lösslehm	$8,0 \times 10^{-8}$

Dieser k_f -Wert von $k_f = 8,0 \times 10^{-8}$ m/s gilt nach DIN 18130 als „sehr schwach durchlässig“.

Für die Bemessung von Versickerungsanlagen muss nach dem DWA-Regelwerk „Arbeitsblatt DWA-A 138“, 04/2005, bei der Bestimmungsmethode „Sieblinienauswertung“ allerdings ein Korrekturfaktor von 0,2 zur Festlegung des **Bemessungs- k_f -Werts**(Sieb-Schlamm-Analyse) angesetzt werden.

Bei einem Sieblinien- k_f -Wert von $k_f = 8,0 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ ergibt sich dann ein **Bemessungs- k_f -Wert**(Sieb-Schlamm-Analyse) VON

$$k_f (\text{Bemessung}) = 8,0 \times 10^{-8} \text{ m/s} \times 0,2 = \underline{\underline{1,6 \times 10^{-8} \text{ m/s}}}.$$

Der durch die Sieb-Schlamm-Analyse indirekt ermittelte **Bemessungs- k_f -Wert** des **Lösslehms** gilt nach DIN 18130 als „**sehr schwach durchlässig**“.

5.2 Auswertung des Versickerungsversuches

Im Bereich der Sondierung RKS 7 wurde ein Versickerungsversuch „VV“, d. h. ein Auffüllungsversuch mit Leitungswasser im verrohrten Bohrloch (DN 50), in dem dort anstehenden Lösslehm durchgeführt. Hierbei tritt das unter dem Druck der vorhandenen Wassersäule stehende Wasser durch die Bohrlochsohle in den Boden ein. Anhand der Versickerungsrate wird der Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) der Bodenart bestimmt.

Für die Berechnung des Versuchs wurde die Formel nach KOLLBRUNNER-MAAG (1946,1941) angewandt:

$$k_f = \frac{r}{4\Delta t} \times 2,303 \times \log \frac{h_1}{h_2} \quad (\text{ms}^{-1})$$

r	=	Radius des Pegelrohrs
Δt	=	Zeitintervall
h_1	=	Wasserstand im Pegelrohr zum Beginn des Zeitintervalls
h_2	=	Wasserstand im Pegelrohr am Ende des Zeitintervalls Δt

Es wurde folgender Durchlässigkeitsbeiwert bestimmt:

Versickerungsversuch	Fallhöhe	Pegeltiefe	Bodenart	Messintervall	k_f -Wert [ms ⁻¹]
VV	2,0 m	2,0 m	Lösslehm	8.6400 Min.	$5,01 \times 10^{-10}$

Dieser k_f -Wert von $k_f = 5,01 \times 10^{-10} \text{ m/s}$ gilt nach DIN 18130 als „sehr schwach durchlässig“.

Für die Bemessung von Versickerungsanlagen muss nach dem DWA-Regelwerk „Arbeitsblatt DWA-A 138“, 04/2005, bei der Bestimmungsmethode „Versickerungsversuch“ (Feldversuch) ein Korrekturfaktor von 2 zur Festlegung des **Bemessungs- k_f -Werts**_(Versickerungsversuch) angesetzt werden.

Daraus ergibt sich somit ein **Bemessungs- k_f -Wert**_(Versickerungsversuch) von:

$$\text{VV: } k_f (\text{Bemessung}) = 5,01 \times 10^{-10} \text{ m/s} \times 2 = \underline{\underline{1,00 \times 10^{-9} \text{ m/s}}}$$

Der durch den oben beschriebenen Versickerungsversuch ermittelte Bemessungs- k_f -Wert des **Lösslehms** gilt nach DIN 18130 als „**sehr schwach durchlässig**“.

5.3 Ansetzbarer Bemessungs- k_f -Wert für den Lösslehm

Der durch den Versickerungsversuch und die Sieb-Schlamm-Analyse ermittelte bzw. für die Dimensionierung der Versickerung ansetzbare **Bemessungs- k_f -Wert** des **Lösslehms** beträgt:

$$k_f (\text{Bemessung}) = (1,60 \times 10^{-8} \text{ m/s} + 1,0 \times 10^{-9} \text{ m/s}) / 2 = \underline{\underline{8,50 \times 10^{-9} \text{ m/s}}}$$

Der **Bemessungs- k_f -Wert** von $8,50 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ des **Lösslehms** gilt nach DIN 18130 als „**sehr schwach durchlässig**“. Mit zunehmender Tiefe werden die Versickerungsraten voraussichtlich nicht signifikant zunehmen.

5.4 Beurteilung der Grundwasserdeckschichten

Im Baugebiet wurde bis in eine Tiefe von 5,0 m unter Geländeoberkante kein Grundwasserspiegel angetroffen. Es ist davon auszugehen, dass Grundwasser erst in deutlich größeren Tiefen zu erwarten ist. Somit ergibt sich für die geplanten Baumaßnahme eine grundwasserfreie Sickerstrecke von $\geq 1,5 \text{ m}$. Somit ist, entsprechend der „Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung“ (09.Juli 2021), von „günstigen“ Bedingungen auszugehen.

6 Baugrundbeurteilung und bodenmechanische Kennwerte

6.1 Hinweise zur Wohnbebauung

Da uns keine konkreten Pläne über die vorgesehenen Bebauungen vorliegen und die Aufschlüsse relativ weit auseinander liegen, können die folgenden Hinweise zu den Bebauungen nur allgemein gehalten werden. Sie können Einzelgutachten für die Bebauungen nicht ersetzen.

Aufgrund der im Neubaugebiet anstehenden Böden mit überwiegend halbfester Konsistenz sind relativ gute, d.h. tragfähige Baugrundverhältnisse vorhanden.

Die Zusammendrückbarkeit bindiger Böden ist allgemein umso größer, je höher der natürliche Wassergehalt bzw. je geringer die Konsistenzzahl des Bodens ist.

Die Bauwerksgründungen können mittels **Streifen- und Einzelfundamenten** oder **statisch bemessener Bodenplatte** in dem gewachsenen Boden durchgeführt werden.

Im Folgenden werden Anhaltswerte für die Gründung von Bauwerken angegeben. Die endgültigen Werte **müssen** im Einzelfall in Abhängigkeit von der jeweiligen Konstruktion, den auftretenden Lasten und den tatsächlichen Baugrundverhältnissen festgelegt werden.

Für die Gründung von Bauwerken mit Einzel- und Streifenfundamenten in den halbfesten Löss und Lösslehm kann man vorläufig von **zulässigen Bodenpressungen von $\sigma = 200 \text{ kN/m}^2 - 250 \text{ kN/m}^2$** ausgehen.

Hinweis:

Eine fachtechnische Überprüfung und Untersuchung sollte bei der Erstellung von Bauwerken in jedem Falle erfolgen. Je nach Bauwerksgestaltung reicht eine Überprüfung der ausgehobenen Baugrube oder das Anlegen von Baggerschürfen aus. Die Gründung muss allseits in denselben Boden- oder Felsarten erfolgen.

6.2 Bodenmechanische Kenngrößen

Entsprechend der DIN 18300:2015-08 geben wir für die anstehenden Böden die folgenden Homogenbereiche für den Erdaushub (E) mittels Bagger an.

Werden weitere Erd-, Grund-, Durchpress-, Verbaumaßnahmen, etc. erforderlich, sind ggf. andere Einteilungen der Homogenbereiche für Ausschreibungen gemäß VOB/C erforderlich.

Böden	Homogenbereich E 1	Homogenbereich E 2	Homogenbereich E 3
Ortsübliche Bezeichnung	Oberboden	ungebundene Tragschicht / Auffüllungen	Auffüllungen / Löss / Lösslehm / Verwitterungslehm
Aushub nach DIN 18300:2012-09	BKL 1 + 4	BKL 3	BKL 4
Bodengruppen nach DIN 18196	OH	GW / GU	UL / UM / TL /
Plastizitätszahl, Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	halbfest	n.n.	halbfest
Korngrößenverteilung	n.n.	n.n.	siehe Anlage
Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 14688-2	locker	mitteldicht	n.n.
Wassergehalt nach DIN ISO 1789-1	n.n.	n.n.	n.n.
Scherfestigkeiten	n.n.	n.n.	n.n.
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	n.n.	n.n.	n.n.
organischer Anteil nach DIN 18128	vorhanden	n.n.	n.n.

n.n.: nicht nachgewiesen

Bodenkennwerte (cal) nach DIN 1055-2

Lösslehm / Löss / (UL, halbfeste Konsistenz)

Wichte erdfeucht:	19,5 kN/m ³
Wichte gesättigt:	21,0 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb:	11,0 kN/m ³
Reibungswinkel:	25,0 - 27,5°
Kohäsion, c':	5 – 10 kN/m ²

Verwitterungslehm / (TL, halbfeste Konsistenz)

Wichte erdfeucht:	19,5 kN/m ³
Wichte gesättigt:	21,0 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb:	11,0 kN/m ³
Reibungswinkel:	25,0 - 27,5°
Kohäsion, c':	10 – 15 kN/m ²

Frostklassen gemäß ZTVE-StB 17 und DIN 18 196

	Bodenart (DIN 18196)	Frostklasse (ZTV E-StB 17 und DIN 18196)
Tragschicht	GW	F1; nicht frostempfindlich
Auffüllungen	GU	F2; gering bis mittel frostempfindlich
Löss / Lösslehm / Verwitterungslehm	UL / UM / TL	F3; sehr frostempfindlich

7 Beurteilung der Böden hinsichtlich des Wiedereinbaus, Maßnahmen beim Wiedereinbau

7.1 Wiederverwendbarkeit des Bodenaushubes

Zur Untersuchung der Wiederverwendbarkeit des anfallenden Aushubes im Bereich des geplanten Kanal- und Straßenbaus wurde eine Bodenmischprobe aus den Lösslehm / Löss erstellt und die Proctordichte nach DIN 18 127 bestimmt (Anlage 4).

Bodenart	Natürlicher Wassergehalt	Optimaler Wassergehalt	Wassergehalt bei	
			97 % Proctor nasser Ast trockener Ast	95 % Proctor nasser Ast trockener Ast
Mischprobe Lösslehm / Löss	20,75 %	14,8 %	18,0 % 11,6 %	18,9 % 10,7 %

Bei der Bestimmung der Wassergehalte ergaben sich folgende Werte:

Rammkern- sondierung	Entnahmetiefe u. Ge- lände OK	Bodenart	Wassergehalt
RKS 1	1,1 – 2,4 m	Löß	20,79 %
RKS 2	1,0 – 3,5 m	Löß	18,47 %
RKS 2	3,5 – 4,0 m	Lößlehm	21,15 %
RKS 3	1,0 – 3,5 m	Löß	17,22 %
RKS 4	0,4 – 1,7 m	Löß	16,16 %
RKS 4	1,7 – 3,5 m	Lößlehm	23,79 %
RKS 5	1,0 – 2,0 m	Lößlehm / Löß	21,60 %
RKS 6	2,5 – 4,4 m	Lößlehm / Löß	20,65 %
RKS 7	0,4 – 2,0 m	Lößlehm / Löß	19,71 %
RKS 8	0,7 – 2,0 m	Lößlehm / Löß	16,27 %

Nach dem vorliegenden Ergebnis des Proctorversuchs wird eine Verdichtung der **Lösse / Lösslehme** auf 95 % Proctor bei Wassergehalten zwischen **10,7 %** und **18,9 %** erreicht und eine Verdichtung auf 97 % Proctor bei Wassergehalten zwischen **11,6 %** und **18,0 %**.

Der durchschnittliche Wassergehalt der anstehenden **Lösslehme und Löss** wurde mit **19,58%** ermittelt.

Nach ZTVE-StB ist bei Leitungsgräben innerhalb und außerhalb des Straßenkörpers in der Leitungszone und im Bereich ab Planumsoberkante bis 0,50 m unter Planumsoberkante je nach Verdichtbarkeitsklasse des Einbaumaterials ein Verdichtungsgrad von $\geq 97 \%$ - $\geq 100 \%$ Proctor zu erreichen. Im übrigen Kanalgrabenbereich ist je nach Verdichtbarkeitsklasse des Einbaumaterials eine Verdichtung auf $\geq 97 \%$ - $\geq 98 \%$ Proctor ausreichend.

Die anstehenden Böden sind grundsätzlich für den Wiedereinbau geeignet.

Der durchschnittliche Wassergehalt der Böden liegt für ein einbaufähiges Maß ca. 2 – 3 % zu hoch. Die Wassergehalte der Böden müssen für einen Wiedereinbau durch Kalkzugabe auf ein einbaufähiges Maß reduziert werden (siehe Kapitel 8.1).

Der anfallende Aushub muss in Lagen von max. 0,30 m Schütthöhe eingebracht und verdichtet werden.

Die Überprüfung der Verdichtung sollte mittels Künzelstabsondierung erfolgen. Hierbei ist eine mindestens gleiche oder bessere Dichtigkeit wie im natürlich anstehenden Boden zu erreichen. Die Überprüfungen können durch unser Büro (Töniges GmbH) durchgeführt werden.

7.2 Maßnahmen beim Wiedereinbau

Der anfallende Aushub muss in Lagen von max. 0,30 m Schütthöhe eingebracht und verdichtet werden.

Das anfallende Aushubmaterial ist bei Schlechtwetterperioden mit Regenernissen mit Folien abzudecken, um eine Durchfeuchtung zu verhindern.

Weiterhin sollte eine Wassergehaltsreduzierung über eine Kalkung in der Ausschreibung vorgesehen werden (siehe Kap. 8.1).

Die Kalkung kann über einen Separator erfolgen.

Die Überprüfung der Verdichtung sollte mittels Künzelstabsondierung erfolgen. Hierbei ist eine mind. gleiche oder bessere Dichtigkeit wie im natürlich anstehenden Boden zu erreichen. Die Überprüfungen können durch unser Büro durchgeführt werden.

8 Erdbautechnische Hinweise

8.1 Kanal- und Leitungsbau

Aushub

Wir gehen von einer geplanten Kanalsohle von ca. 3,0 – 6,0 m u. GOK aus.

Die im Baugebiet angetroffenen Auffüllungen, Löss, Lösslehme und Verwitterungslehme sind der Bodenklasse 4 zuzuordnen.

Kanalbau / Kanalaufleger

Auf Grundlage der Baugrunduntersuchung und der o.g. Einbindtiefe der Kanalsohle besteht der Gründungsboden aus Lössen, Lösslehm und Verwitterungslehm.

Eine Auflagerverbesserung wird nicht notwendig. Eventuell auftretende Weichzonen an den Grabensohlen müssen ausgeräumt und durch geeignetes Material ersetzt werden.

Für den Einbau von Rohren und anderen Fertigteilen gelten die Mindestanforderungen der DIN EN 1610.

Bei den angetroffenen Untergrundverhältnissen gilt nach DIN EN 1610 der Bettungs-Typ 1.

Entsprechend darf die Dicke der unteren Bettungsschicht, gemessen unter dem Rohrschaft, folgende Werte nicht unterschreiten:

- 100 mm bei normalen Bodenverhältnissen (halbfesten Löss / Lösslehme / Verwitterungslehm)

Verbauarbeiten

Verbauarbeiten, außer dem obligatorischen Kulissen-Verbau, werden nicht notwendig.

Die Grabenwände können mit folgenden Böschungsneigungen abgeschrägt werden:

bis 1,0 m Tiefe	80°
bis 3,0 m Tiefe	60°
bis 5,0 m Tiefe	45°

Hinweis:

Die Arbeitsraumbreiten und Hinweise der DIN 4124 (z.B. unbelastete Böschungskrone) sind zu beachten.

Die Überprüfung der Verdichtung im Kanalgraben sollte mittels Künzelstabsondierung erfolgen. Diese kann von unserem Büro durchgeführt werden.

Wasserhaltung

Werden im Zuge der Baumaßnahme (z.B. bei Ausführung im Frühjahr) temporäre Schicht- bzw. Stauwässer angetroffen, sind diese über Baudrönanen bzw. Entwässerungsrinnen und vorausseilende Pumpensümpfe abzuleiten. Wir gehen aber davon aus, dass dies nicht erforderlich wird.

Wiederverfüllung des Kanalgrabens

Das Aushubmaterial im Untersuchungsgebiet setzt sich aus Lössen, Lösslehm und Verwitterungslehm zusammen.

Der durchschnittliche Wassergehalt der Böden liegt für ein einbaufähiges Maß ca. 2 – 3 % zu hoch. Die Wassergehalte der Lösslehme müssen für einen Wiedereinbau durch Kalkzugabe auf ein einbaufähiges Maß reduziert werden.

Wir empfehlen daher, für 60 % der Grabenverfüllung eine Kalkung (ca. 30 – 35 kg/m³) vorzusehen.

Für 10 % der Grabenverfüllung sollte Fremdmaterial in der Ausschreibung vorgesehen werden, um z.B. bei Schlechtwetterperioden entsprechend Verfügungsmasse zu haben.

Das Material muss in Lagen von max. 0,3 m Schütthöhe eingebaut und verdichtet werden (Kapitel 7). Hierbei ist eine mind. gleiche oder bessere Dichtigkeit wie im natürlich anstehenden Boden zu erreichen. Die Überprüfungen können durch unser Büro durchgeführt werden.

Aufgrund der Erfahrungen aus den letzten Jahren können aufgrund langanhaltender Trockenperioden die Böden auch zu trocken für einen direkten Einbau vorliegen. Wir empfehlen, daher das Wässern der Böden als Eventualposition mit auszuschreiben.

8.2 Straßenbau

Beim Bau der Erschließungsstraßen muss eine ausreichende Tragfähigkeit und Frostsicherheit des Straßenaufbaues erzielt werden. Grundlagen hierfür sind die Richtlinien der RStO 12 und der ZTVE–StB 17 (Fassung von 1997).

Seitens des Gutachters wird davon ausgegangen, dass aufgrund der geplanten Nutzung der Verkehrsflächen nach RStO 12 mindestens die Belastungsklasse Bk1,0 (Wohnstraße) erforderlich wird. Die Belastungsklassen sind im Vorfeld zu überprüfen.

Der Unterbau der Verkehrsfläche ist gemäß den Richtlinien der ZTVE-StB 17, und RStO 12 auszuführen. Die angetroffenen Lösslehme / Lössen werden durch ihren überwiegend feinsandigen, schluffigen und tonigen Charakter in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich) eingestuft, so dass unabhängig von den Anforderungen an die Tragfähigkeit eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von $\geq 0,60 \text{ m}$ erforderlich ist.

Im Bereich der Straßentrassen ist das Rohplanum so zu verdichten, dass ein Verformungsmodul von mind. $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachgewiesen werden kann.

Die anstehenden Bodenarten sind für die Erstellung des Rohplanums grundsätzlich geeignet. Die Wassergehalte liegen jedoch bereichsweise zu hoch, was eine Rohplanumsverbesserung notwendig macht.

Wir schlagen deshalb für 80 % der Straßenabwicklung eine Kalkung von ca. 10 – 15 kg Weißfeinkalk pro Quadratmeter (ca. 0,4 m Frästiefe) vor. Für weitere 10 % der Straßenabwicklung sollte ein Grobschlag (0,20 m mächtig / 0/150) zur Verbesserung vorgesehen werden, da je nach Witterung das Planum durch Befahren gestört sein könnte.

Auf der Oberkante der Frostschutzschicht einer bituminösen Tragschicht ist gemäß des ZTVE-StB 17 bzw. RStO 12 für die Tragfähigkeit ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ erforderlich.

Entsprechend der RStO 12 ist für Kreisverkehrsflächen - bezogen auf den am stärksten belasteten Abschnitt der Kreisverkehrsfläche - die nächsthöhere Belastungsklasse vorzusehen. Somit ergibt sich, je nach Belastungsklasse, eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 60 bzw. 65 cm.

Wo im Bereich des Erdplanums aufgeweichte oder – bei Ausführung im Winter – gefrorene Böden angetroffen werden, sind diese sorgfältig auszuräumen und durch das Material der Frostschutz- / Tragschicht zu ersetzen.

Die Überprüfung des Verformungsmoduls sollte mittels Lastplattendruckversuchen erfolgen. Dies kann von unserem Büro durchgeführt werden.

8.3 Regenrückhaltebecken

Nach den durchgeführten Feld- und Laborversuchen liegen im Untersuchungsgebiet sehr schwach durchlässige Böden (Lösse / Lößlehme und Verwitterungslehme) vor. Für eventuell geplante Regenrückhaltebecken werden daher keine zusätzlichen Abdichtungsmaßnahmen vor.

9 Umwelttechnische Untersuchungen

9.1 Asphaltanalyse

Um den bestehenden Asphaltbelag der „Bernbrunner Straße (RKS 6) auf eine mögliche Kohlenteerstämmigkeit bzw. PAK-Belastung hin zu untersuchen, wurde eine Asphaltprobe nach den Richtlinien der RuVA-StB 01 („Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer- / pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau“) untersucht.

Die Bewertung der Asphaltprobe erfolgt in Anlehnung an die RuVA-StB 01 („Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau“) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Asphaltstraßen.

Für die Aspekte des Arbeitsschutzes sind die enthaltenen Polycyclischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) und Phenole zu betrachten. Die Betrachtung erfolgt anhand der Gesamtgehalte an PAK nach EPA.

Für den Boden- und Gewässerschutz ist von Bedeutung, in welchen Mengen PAK nach EPA und Phenole durch Wasser eluiert werden. Die Bewertung richtet sich nach dem PAK-Gehalt im Feststoff. Phenole werden anhand des Phenolindex im Eluat bewertet.

In Abhängigkeit dieser beiden Parameter ist die Einordnung in die entsprechende Verwertungsklasse gemäß der folgenden Tabelle vorzunehmen:

Verwertungsklasse	Art der Straßenbaustoffe		Gesamtgehalt im Feststoff PAK nach EPA	Phenolindex im Eluat
A	Ausbauasphalt		≤ 25 mg/kg	≤ 0,1 mg/l
B	Ausbaustoffe mit teer- / pechtypischen Bestandteilen	vorwiegend steinkohlen-teertypisch	> 25 mg/kg	≤ 0,1 mg/l
C		vorwiegend braunkohlen-teertypisch	Wert ist anzugeben	> 0,1 mg/l

Aus der Einstufung in die Verwertungsklassen nach RuVA-StB 01 ergibt sich die folgende Zuordnung der Verwertungsverfahren:

Verwertungsklasse A: Verwertung als Asphaltgranulat im **Heißmischverfahren**. Dabei Einsatz in Asphaltmischanlagen und Baustellenmischverfahren möglich.

Verwertungsklasse B: Verwertung in **Kaltemischverfahren** mit Bindemittel

Verwertungsklasse C: Verwertung in **Kaltemischverfahren** mit Bindemittel

Hinweis 1: Für die Verwertungsklassen B und C ist das Kaltemischverfahren nur zulässig, wenn im Rahmen der Eignungsprüfung nachgewiesen wird, dass die Probekörper die Grenzwerte gemäß folgender Tabelle einhalten:

Verwertungsklasse	PAK nach EPA [mg/l]	Phenolindex im Eluat [mg/l]
B	≤ 0,03	kein Nachweis erforderlich
C	≤ 0,03	≤ 0,1

Hinweis 2: Für die Verwertungsklasse A kann auch eine Kaltverarbeitung ohne Bindemittel durchgeführt werden. Dabei muss der Einbau jedoch unter vollständiger Überbauung durch eine wasser-undurchlässige Schicht erfolgen.

Ein Einsatz des Materials ist dann jedoch nur außerhalb von Wasserschutz-zonen, außerhalb von Gebieten mit häufigen Überschwemmungen bzw. außerhalb von Karstgebieten ohne Deckschichten möglich.

Ausbauasphalt ist grundsätzlich getrennt auszubauen, um diesen zielgerichtet möglichst hochwertig als Zugabematerial für Heißmischgut einzusetzen.

Bei den Analysen wurden folgende PAK-Gehalte festgestellt:

	Probenart	PAK nach EPA [mg/kg]	Phenol-in- dex [mg/l]	Verwertungs- klasse nach RuVA
Asphalt RKS 6	Asphalt	1,69	≤ 0,01	A

Die Detailergebnisse sind in dem Laborbericht 449/9361 der BVU Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH, Markt Rettenbach, aufgeführt (Anlage Nr. 5).

Aus den Analysen ergibt sich, dass der Asphaltaufbruch entsprechend der **Verwertungsklasse A** verwendet werden kann. Der Ausbauasphalt kann entweder im Heißmischverfahren verwendet oder aufgrund des PAK-Gehalts unter 100 mg/kg im Kaltmischverfahren ohne Bindemittel unter vollständiger Überbauung durch eine wasserundurchlässige Schicht eingebaut werden. **Dieses Material ist somit unter o. g. Auflagen frei verwendbar.**

Eventuell geruchlich auffälliges Material sollte in einem Container zwischengelagert werden. Eine Trennung des Asphaltaufbruchs müsste dann vor Ort beim Ausbau erfolgen. Im Zweifel ist der Gutachter hinzuzuziehen. Für eine entsprechende Verwertung / Entsorgung sind dann nochmals Analysen notwendig.

9.2 Bodenuntersuchung

Zur Untersuchung des anfallenden Aushubes wurde eine Mischprobe aus den Auffüllungen und den anstehenden Böden (Löss / Lößlehm) untersucht.

Die Proben wurden bezüglich der Richtlinien der Ersatzbaustoffverordnung (EBV) chemisch orientierend untersucht. Dadurch kann eventuell anfallendes Aushubmaterial hinsichtlich der Verwertung orientierend beurteilt werden.

Die Bewertung der vorliegenden Ergebnisse erfolgt auf Grundlage der folgenden Unterlagen in der jeweils gültigen Fassung:

1. Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung - ErsatzbaustoffV) vom 09.07.2021 (kurz: EBV) gemäß Anlage 1 Tabelle 3

Gemäß EBV werden die Messbefunde des zu verwertenden Bodenmaterials den Zuordnungswerten gemäß Anlage 1 Tabelle 3 und 4 gegenübergestellt. Dadurch kann das Bodenmaterial einer „Materialklasse“ für den Wiedereinbau zugeordnet werden.

In Abhängigkeit des Massenanteils an mineralischen Fremdbestandteilen erfolgt zunächst die Einstufung für Bodenmaterial in die Klassen ‚BM‘ (bis 10 Vol-%) bzw. ‚BM-F‘ (bis 50 Vol-%) seitens des sachkundigen Probenehmers.

Bei einer Voreinstufung in die Klasse BM werden für die Bodenarten Sand, Lehm/Schluff und Ton für die Parameter Schwermetalle im Feststoff unterschiedliche Grenzwerte zur Einhaltung der Materialklasse BM-0 genannt.

Innerhalb der Klasse BM wird zwischen den Einbaukonfigurationen BM-0 und BM-0* unterschieden. Bodenmaterial der Klassenzuordnung BM-0 darf außerhalb der Wasserschutzgebietszone I (WSZ I) und Heilquellenschutzgebietszone I (HSZ I) uneingeschränkt in technischen Bauwerken verwertet werden.

Der Einbau von BM-0* sowie BM-F0* Material ist nur außerhalb der WSZ I und II sowie HSZ I und II in technischen Bauwerken möglich. Es sind die Einsatzmöglichkeiten gemäß Anlage 2 Tabelle 5 zu beachten.

Die Verwertung von Bodenmaterial mit der Klasse BM-F1, BM-F2 und BM-F3 in technischen Bauwerken setzt steigende Anforderungen an die hydrogeologischen Verhältnisse und Grundwasserabstände gemäß Anlage 2 Tabelle 6 - 8 der EBV voraus.

Die Detailergebnisse sind in den Laborberichten 449/9359 und 449/9360 der BVU Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH, Markt Rettenbach, aufgeführt (Anlage Nr. 5).

9.3 Analyseergebnisse (Zuordnungswerte EBV)

Parameter	Einheit	MP Auffüllungen	EBV	MP Löß / Lößlehm	EBV
Feststoff			Schluff		Schluff
TOC	[Masse-%]	0,65	BM-0	0,20	BM-0
EOX	[mg/kg]	< 0,5	BM-0	< 0,5	BM-0
MKW C ₁₀ -C ₂₂	[mg/kg]	< 30	-- / BM-0*	< 30	--
MKW C ₁₀ -C ₄₀	[mg/kg]	51	-- / BM-0*	< 50	--
PAK n. EPA	[mg/kg]	15,3	BM-F3	n.n.	BM-0
Benzo(a)pyren	[mg/kg]	1,2	--	< 0,04	BM-0
PCB ₆ und PCB-118	[mg/kg]	n.n.	BM-0	n.n.	BM-0
Arsen	[mg/kg]	8,7	BM-0	13	BM-0
Blei	[mg/kg]	15	BM-0	18	BM-0
Cadmium	[mg/kg]	0,25	BM-0	0,3	BM-0
Chrom, gesamt	[mg/kg]	36	BM-0	47	BM-0
Kupfer	[mg/kg]	20	BM-0	19	BM-0
Nickel	[mg/kg]	28	BM-0	33	BM-0
Quecksilber	[mg/kg]	0,02	BM-0	0,02	BM-0
Thallium	[mg/kg]	< 0,4	BM-0	< 0,4	BM-0
Zink	[mg/kg]	45	BM-0	59	BM-0
Eluat					
pH-Wert	[]	8,38	--	8,21	--
el. Leitfähigkeit**	[µS/cm]	319	-- / BM-0*	174	-- / BM-0*
Sulfat	[mg/l]	18	BM-0	10	BM-0
PAK₁₅	[µg/l]	4,3	BM-F3	0,072	--
1-Methylnaphtalin	[µg/l]	0,18	--	< 0,005	--
2-Methylnaphtalin		1,03		0,007	
Naphthalin		0,69		0,012	
PCB ₆ und PCB-118	[µg/l]	n.n.	--	n.n.	--
Arsen	[µg/l]	< 4	--	< 4	--
Blei	[µg/l]	< 5	--	< 5	--
Cadmium	[µg/l]	< 0,1	--	< 0,1	--
Chrom, ges.	[µg/l]	< 5	--	< 5	--
Kupfer	[µg/l]	< 5	--	< 5	--
Nickel	[µg/l]	< 5	--	< 5	--
Quecksilber	[µg/l]	< 0,05	--	< 0,05	--
Thallium	[µg/l]	< 0,2	--	< 0,2	--
Zink	[µg/l]	< 10	--	< 10	--
Gesamteinstufung			BM-F3		BM-0

-- kein Zuordnungswert für Bodenmaterial der Klasse BM-0 vorhanden

** Stoffspezifischer Orientierungswert; bei Abweichung ist die Ursache zu prüfen

9.4 Bewertung der Mischprobe „MP Auffüllungen“

In Hinsicht einer möglichen Verwertung ergibt sich gemäß der Ersatzbaustoffverordnung für die Mischprobe „**MP Auffüllungen**“ eine orientierende Einstufung als **BM-F3 Material**. Ausschlaggebender Parameter ist der PAK-Gehalt im Feststoff und Eluat. Das Material kann gemäß Anlage 2 Tabelle 8 der Ersatzbaustoffverordnung verwendet werden.

9.5 Bewertung der Mischprobe „MP Löß / Lößlehm“

In Hinsicht einer möglichen Verwertung ergibt sich gemäß der Ersatzbaustoffverordnung für die Mischprobe „**MP Löß / Lößlehm**“ eine orientierende Einstufung als **BM-0 Material**.

Wir empfehlen beim Aushub weitere Haufwerksbeprobungen durchzuführen bzw. dies im Vorfeld mit der annehmenden Stelle zu klären. Das Material kann gemäß den Vorgaben der Ersatzbaustoffverordnung verwendet werden.

10 Anmerkungen

Die Untergrundverhältnisse wurden anhand von 6 punktuellen Rammkernsondierungen beschrieben und beurteilt. Die im Gutachten enthaltenen Angaben gelten streng genommen nur für diese Untersuchungsstellen. Abweichungen von den im vorliegenden Gutachten enthaltenen Angaben können nicht ausgeschlossen werden und sind dem Gutachter sofort anzuzeigen.

Eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der während der Aushubarbeiten angetroffenen Boden- und Wasserverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen im Gutachten sind erforderlich.

Der Gutachter ist frühzeitig in die Fertigstellungsplanung mit einzubeziehen.

Ebenfalls ist bei Planungsänderungen oder sich ankündigenden Schäden der Gutachter sofort zu verständigen. Die Erdarbeiten sind mit dem Gutachter abzustimmen.

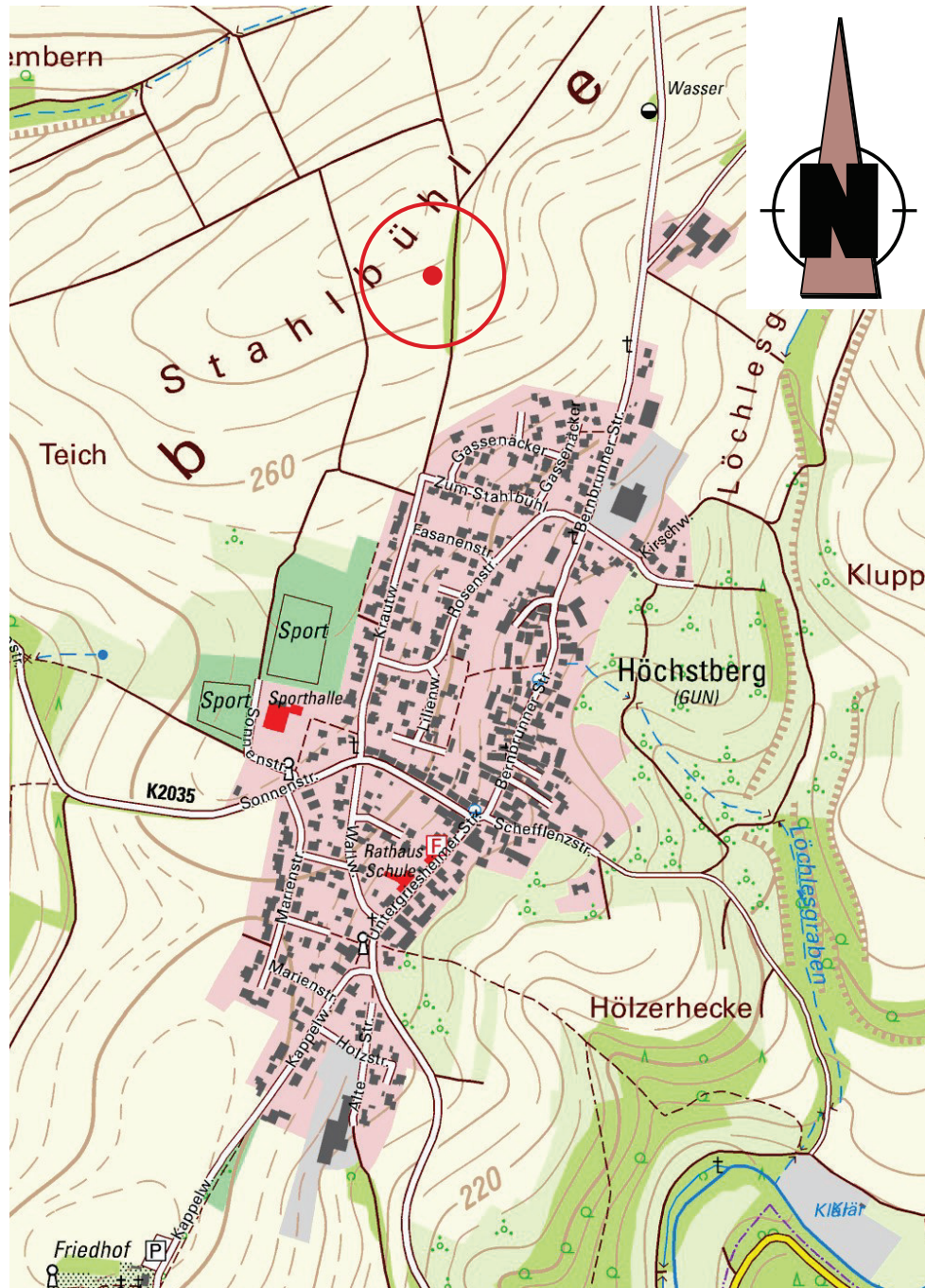
Wir empfehlen, die Verdichtungsarbeiten mittels Rammsondierungen und Lastplattendruckversuchen überprüfen zu lassen. Hierzu stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Das Gutachten darf nur als Gesamtes an Dritte weitergegeben werden. Bei der Weitergabe von einzelnen Kapiteln oder Anlagen besteht die Gefahr einer Fehlinterpretation.

Bei weiteren Fragen stehen wir Ihnen jederzeit gerne mit unseren Fachkenntnissen zur Verfügung.

pdf-Dokument, ohne Unterschrift gültig

M. Leibing, Dipl.-Geol.



Untersuchungsgebiet

TÖNIGES GmbH
Beratende Geologen
und Ingenieure

Kleines Feldlein 4
D-74889 Sinsheim

FON: 07261 / 9211 - 0
FAX: 07261 / 9211 - 22



RGundelsheim-Höchstberg, NBG "Ob dem Dorf V"

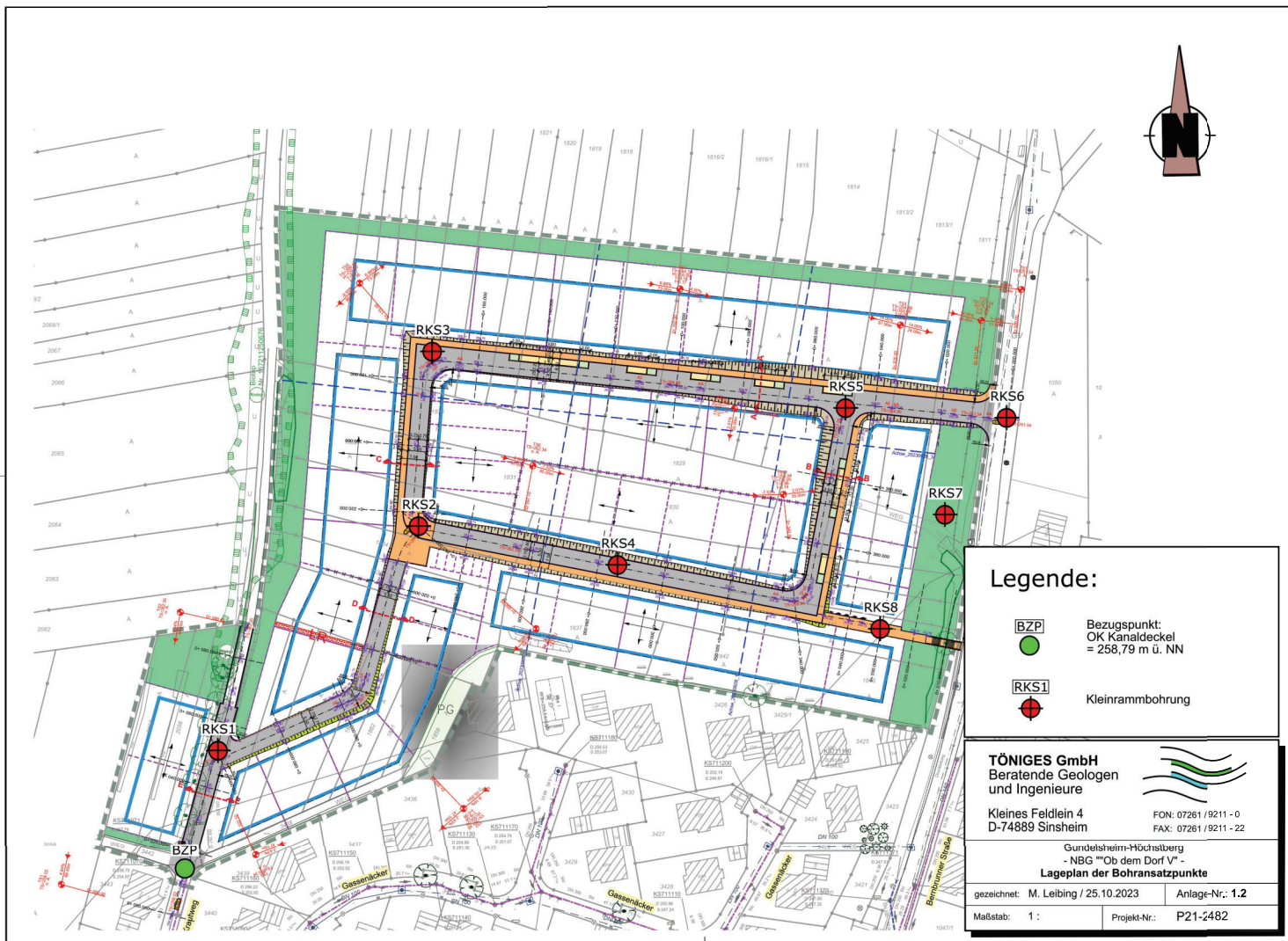
Geographische Lage des Untersuchungsgebietes

gezeichnet: M. Leibing / 25.10.2023

Anlage-Nr.: 1.1

Maßstab: 1 : 10.000

Projekt-Nr.: P21-2482



		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: Bericht: AZ: P21-2482	
Bauvorhaben: Gundelsheim-Höchstberg, NBG "Ob dem Dorf V"							
Bohrung Nr.: RKS 1 / Blatt 1						Datum: 12.10.2023	
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe				
0,30	a) Kies, schwach schluffig, sandig			BKL 3			
	b) Kies = Muschelkalkbruchstücke						
	c) mitteldicht	d)	e) grau				
	f)	g) Auffüllung	h) GW, GU				
0,60	a) Kies, sandig			BKL 3			
	b) Kies = Ziegelsteinbruchstücke						
	c) mitteldicht	d)	e) rot				
	f)	g) Auffüllung	h) GW				
1,10	a) Schluff, feinsandig, tonig, schwach kiesig			BKL 4			
	b) schwach kiesig = gerundete Kiese						
	c) halbfest	d)	e) grau-braun				
	f)	g) Auffüllung	h) UL				
2,40	a) Schluff, stark feinsandig, schwach tonig			BKL 4			
	b)						
	c) halbfest	d)	e) braun				
	f)	g) Löß	h) UL				
4,80	a) Schluff, feinsandig, tonig bis stark tonig			BKL 4			
	b)						
	c) halbfest	d)	e) braun				
	f)	g) Verwitterungslehm	h) UL, TL				
5,00	a) Schluff, feinsandig, tonig, kiesig			BKL 4			
	b) kiesig = Sandsteinbruchstücke						
	c) halbfest	d)	e) graubraun				
	f)	g) Verwitterungslehm	h) UL, TL				

¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: Bericht: AZ: P21-2482		
Bauvorhaben: Gundelsheim-Höchstberg, NBG "Ob dem Dorf V"								
Bohrung Nr.: RKS 2 / Blatt 1						Datum: 12.10.2023		
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe					
0,40	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig, organisch			BKL 1+4				
	b) Oberboden							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Mutterboden	h) OH					
3,50	a) Schluff, stark feinsandig, tonig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Löß	h) UL					
4,00	a) Schluff, feinsandig, tonig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Lößlehm	h) UL,UM					
5,00	a) Schluff, feinsandig, tonig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Lößlehm	h) UL,UM					
¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor								

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: Bericht: AZ: P21-2482		
Bauvorhaben: Gundelsheim-Höchstberg, NBG "Ob dem Dorf V"								
Bohrung Nr.: RKS 3 / Blatt 1						Datum: 12.10.2023		
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe					
0,50	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig, organisch			BKL 1+4				
	b) Oberboden							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Mutterboden	h) OH					
3,50	a) Schluff, stark feinsandig, schwach tonig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Löß	h) UL					
4,00	a) Schluff, feinsandig, tonig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Lößlehm	h) UL,UM					
5,00	a) Schluff, stark feinsandig, tonig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Löß	h) UL					
¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor								

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: Bericht: AZ: P21-2482		
Bauvorhaben: Gundelsheim-Höchstberg, NBG "Ob dem Dorf V"								
Bohrung Nr.: RKS 4 / Blatt 1						Datum: 12.10.2023		
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe					
0,40	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig, organisch			BKL 1+4				
	b) Oberboden							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Mutterboden	h) OH					
1,70	a) Schluff, stark feinsandig, schwach tonig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Löß	h) UL					
3,50	a) Schluff, feinsandig, tonig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Lößlehm	h) UL,UM					
5,00	a) Schluff, feinsandig, tonig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest bis steif	d)	e) braun					
	f)	g) Lößlehm	h) UM					
¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor								

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: Bericht: AZ: P21-2482		
Bauvorhaben: Gundelsheim-Höchstberg, NBG "Ob dem Dorf V"								
Bohrung Nr.: RKS 5 / Blatt 1						Datum: 12.10.2023		
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe					
0,40	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig, organisch			BKL 1+4				
	b) Oberboden							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Mutterboden	h) OH					
3,50	a) Schluff, feinsandig, tonig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Lößlehm/Löß	h) UL,UM					
5,00	a) Schluff, feinsandig, tonig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Verwitterungslehm	h) UL,TL					

¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: Bericht: AZ: P21-2482		
Bauvorhaben: Gundelsheim-Höchstberg, NBG "Ob dem Dorf V"								
Bohrung Nr.: RKS 6 / Blatt 1						Datum: 12.10.2023		
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe					
0,09	a) Asphalt							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g) Asphalt	h)					
0,40	a) Kies, sandig			BKL 3				
	b) Kies = Kalksteinbruchstücke							
	c) dicht	d)	e) grau					
	f)	g) ungeb. Tragschicht	h) GW					
2,50	a) Schluff, tonig, feinsandig, kiesig bis stark kiesig			BKL 3-4				
	b) kiesig = Kalksteinbruchstücke							
	c) halbfest	d)	e) braun-oliv					
	f)	g) Auffüllung	h) UL, GU⁻					
4,40	a) Schluff, tonig, feinsandig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Löß/Lößlehm	h) UL, UM					
5,00	a) Ton, schluffig, feinsandig, kiesig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun-oliv					
	f)	g) Verwitterungslehm	h) TL					

¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

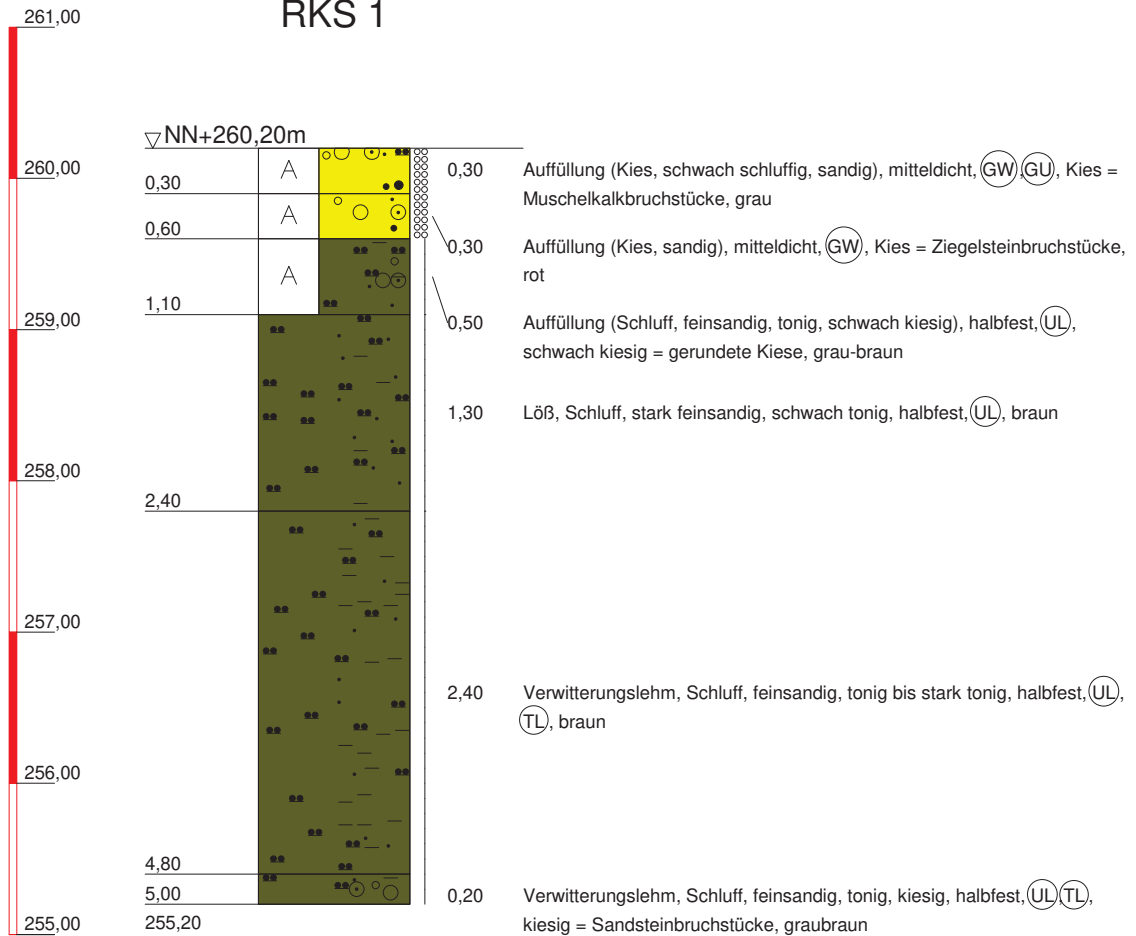
		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: Bericht: AZ: P21-2482		
Bauvorhaben: Gundelsheim-Höchstberg, NBG "Ob dem Dorf V"								
Bohrung Nr.: RKS 7 / Blatt 1						Datum: 12.10.2023		
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe					
0,40	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig, organisch			BKL 1+4				
	b) Oberboden							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Mutterboden	h) OH					
2,00	a) Schluff, tonig, feinsandig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Löß/Lößlehm	h) UL,UM					
4,00	a) Schluff, stark feinsandig, schwach tonig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Löß	h) UL					
5,00	a) Schluff, stark tonig, feinsandig			BKL 4				
	b) Eisen-/Mangan-Konkretionen							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Verwitterungslehm	h) UL,UM					
¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor								

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: Bericht: AZ: P21-2482		
Bauvorhaben: Gundelsheim-Höchstberg, NBG "Ob dem Dorf V"								
Bohrung Nr.: RKS 8 / Blatt 1						Datum: 12.10.2023		
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe					
0,30	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig, organisch			BKL 1+4				
	b) Oberboden							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Mutterboden	h) OH					
0,70	a) Schluff, tonig, feinsandig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Lößlehm	h) UL					
2,00	a) Schluff, feinsandig, tonig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) hellbraun					
	f)	g) Löß/Lößlehm	h) UL,UM					
4,00	a) Schluff, tonig, feinsandig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Löß/Lößlehm	h) UL					
5,00	a) Ton, schluffig, schwach feinsandig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun-oliv					
	f)	g) Verwitterungslehm	h) TL					

¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

NN+m

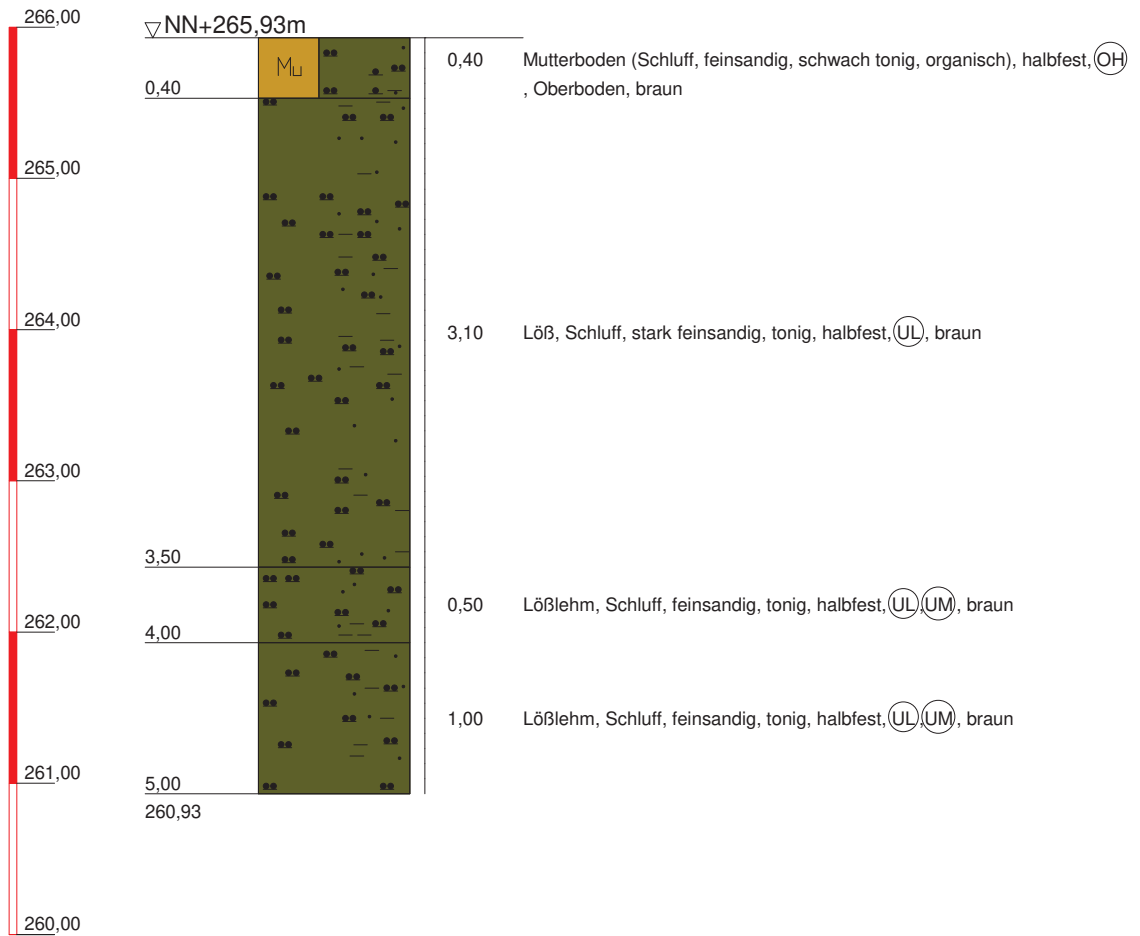
RKS 1



Töniges GmbH Beratende Geol. und Ing. Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22	Bauvorhaben: Gundelsheim-Höchstberg, NBG "Ob dem Dorf V" Planbezeichnung: Schichtenprofile	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: P21-2482
		Datum: 12.10.2023
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: M. Leibing

RKS 2

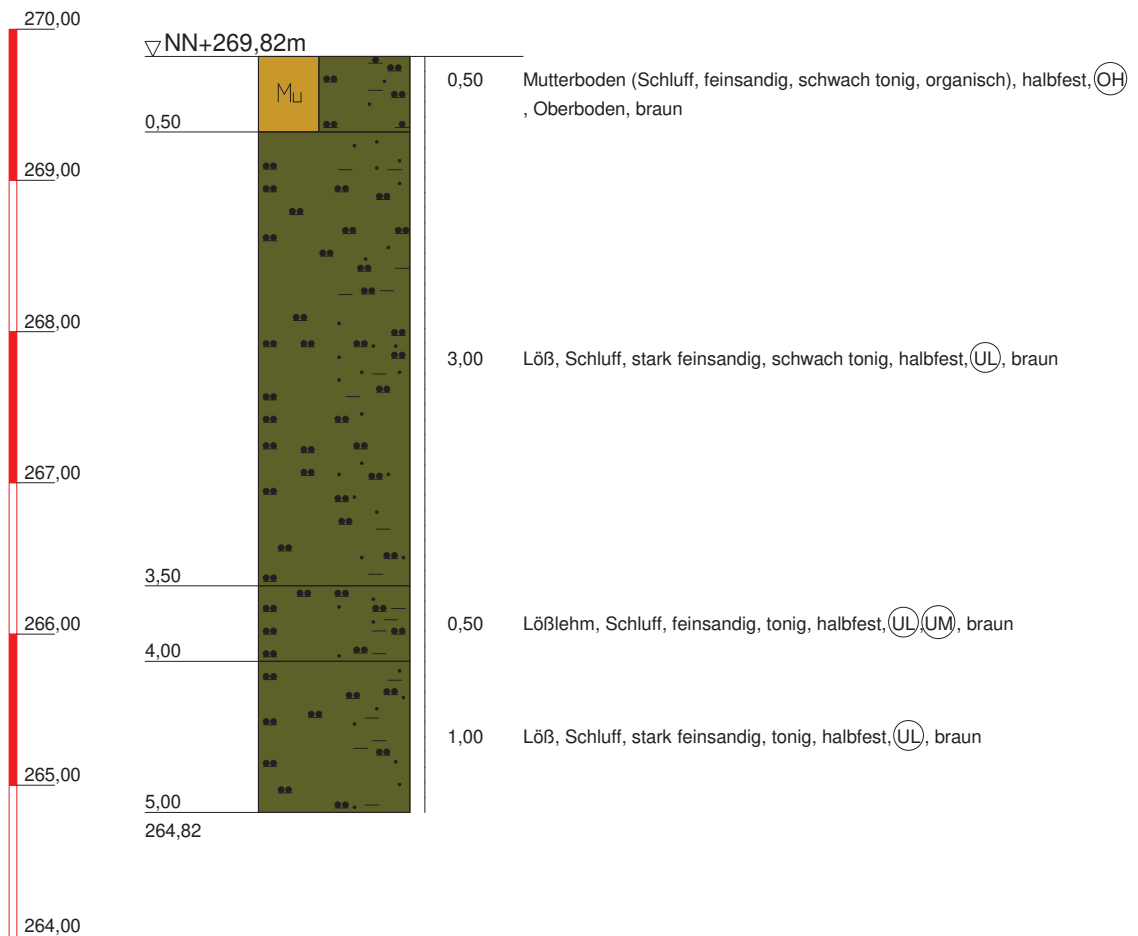
NN+m



Töniges GmbH Beratende Geol. und Ing. Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22	Bauvorhaben: Gundelsheim-Höchstberg, NBG "Ob dem Dorf V" Planbezeichnung: Schichtenprofile	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: P21-2482
		Datum: 12.10.2023
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: M. Leibing

NN+m

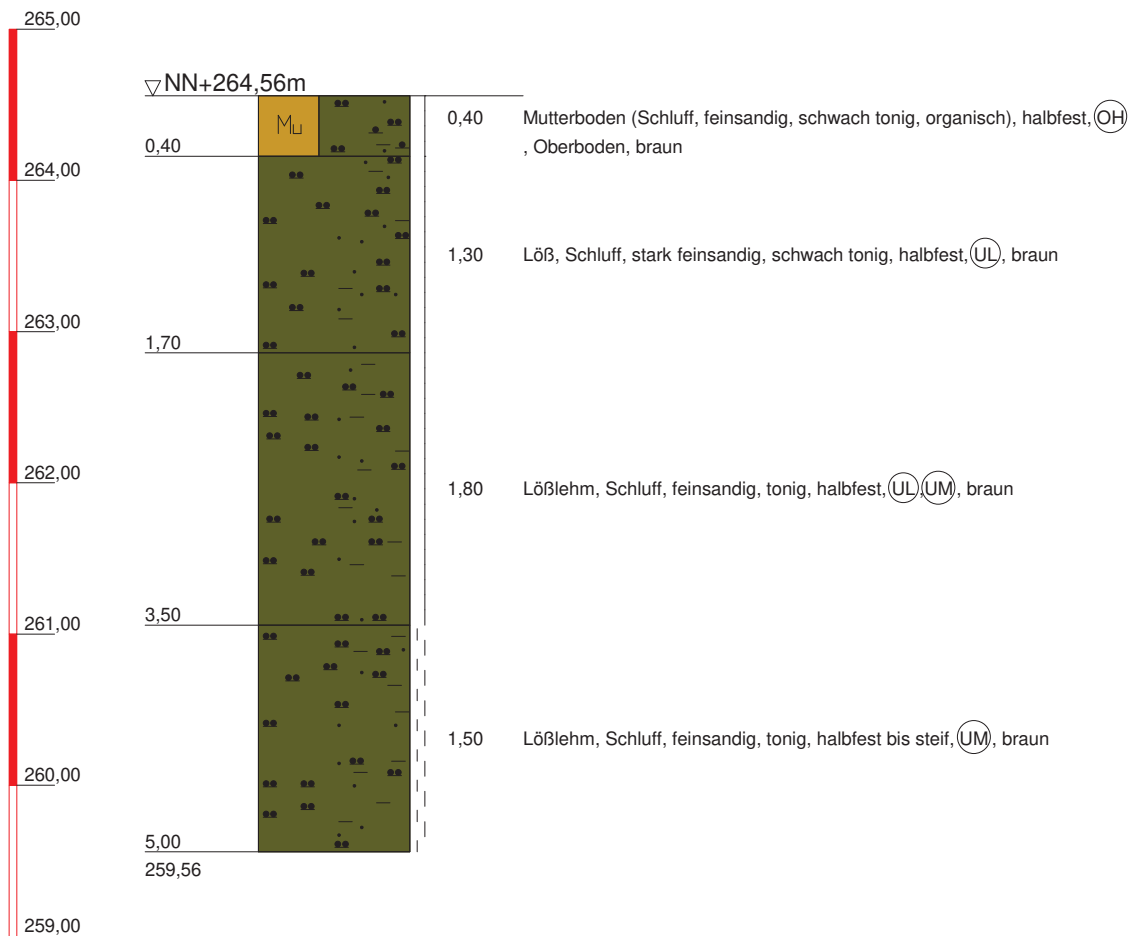
RKS 3



Töniges GmbH Beratende Geol. und Ing. Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22	Bauvorhaben: Gundelsheim-Höchstberg, NBG "Ob dem Dorf V" Planbezeichnung: Schichtenprofile	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: P21-2482
		Datum: 12.10.2023
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: M. Leibing

NN+m

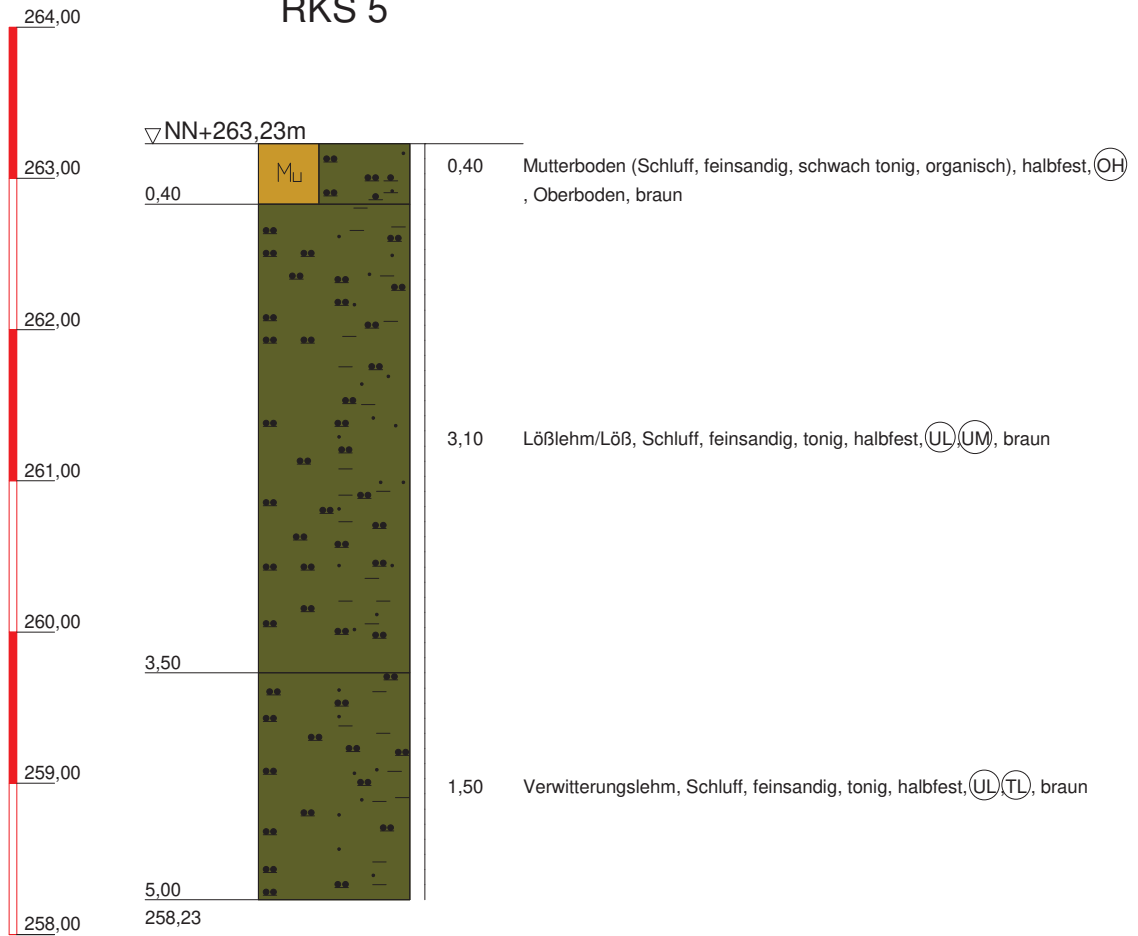
RKS 4



Töniges GmbH Beratende Geol. und Ing. Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22	Bauvorhaben: Gundelsheim-Höchstberg, NBG "Ob dem Dorf V" Planbezeichnung: Schichtenprofile	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: P21-2482
		Datum: 12.10.2023
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: M. Leibing

NN+m

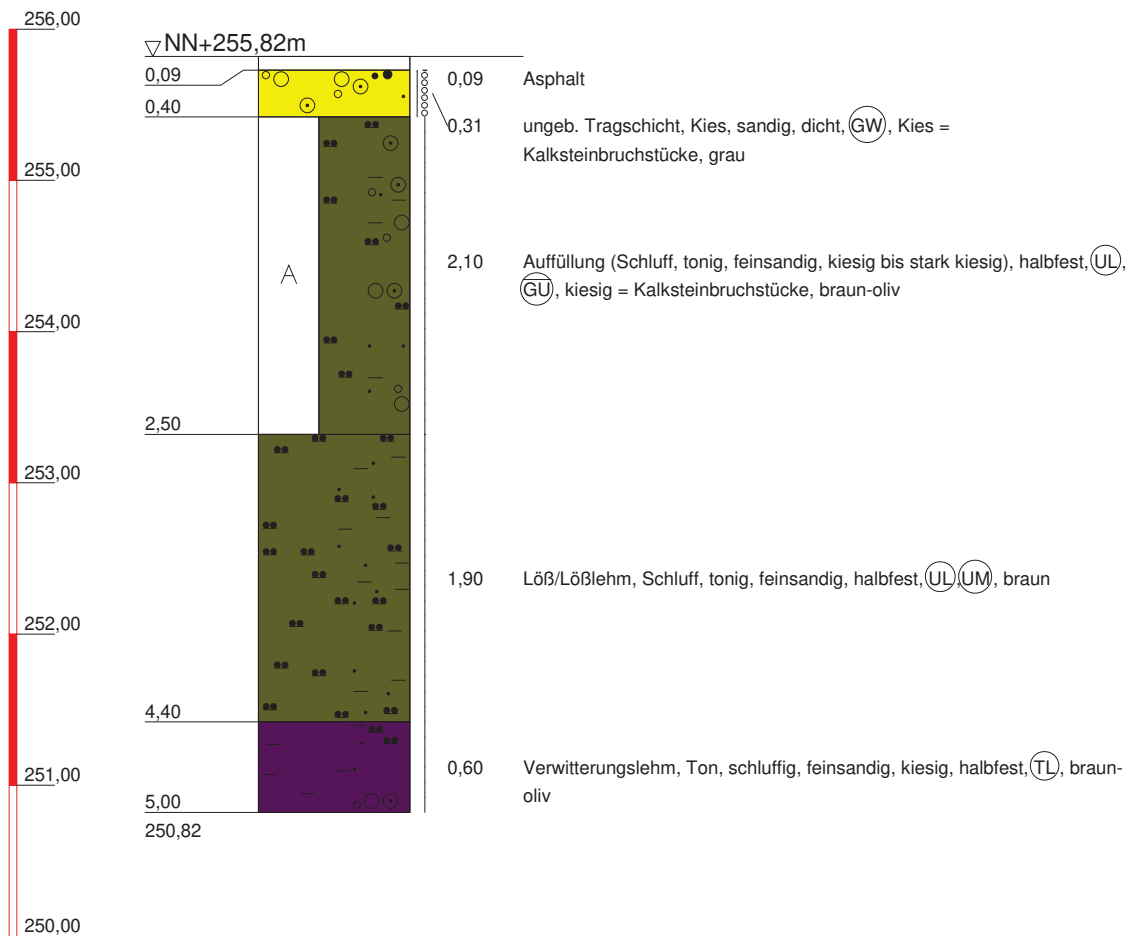
RKS 5



Töniges GmbH Beratende Geol. und Ing. Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22	Bauvorhaben: Gundelsheim-Höchstberg, NBG "Ob dem Dorf V" Planbezeichnung: Schichtenprofile	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: P21-2482
		Datum: 12.10.2023
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: M. Leibing

RKS 6

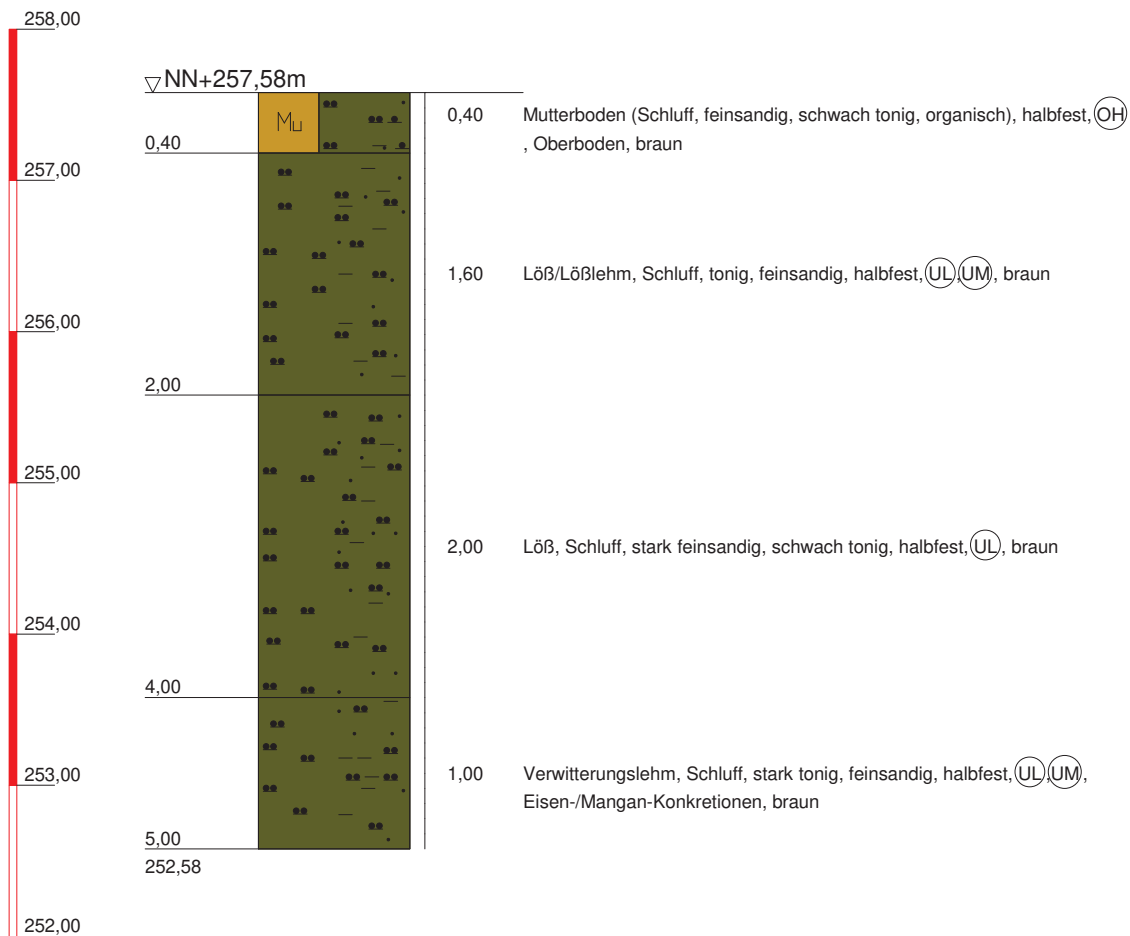
NN+m



Töniges GmbH Beratende Geol. und Ing. Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22	Bauvorhaben: Gundelsheim-Höchstberg, NBG "Ob dem Dorf V" Planbezeichnung: Schichtenprofile	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: P21-2482
		Datum: 12.10.2023
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: M. Leibing

NN+m

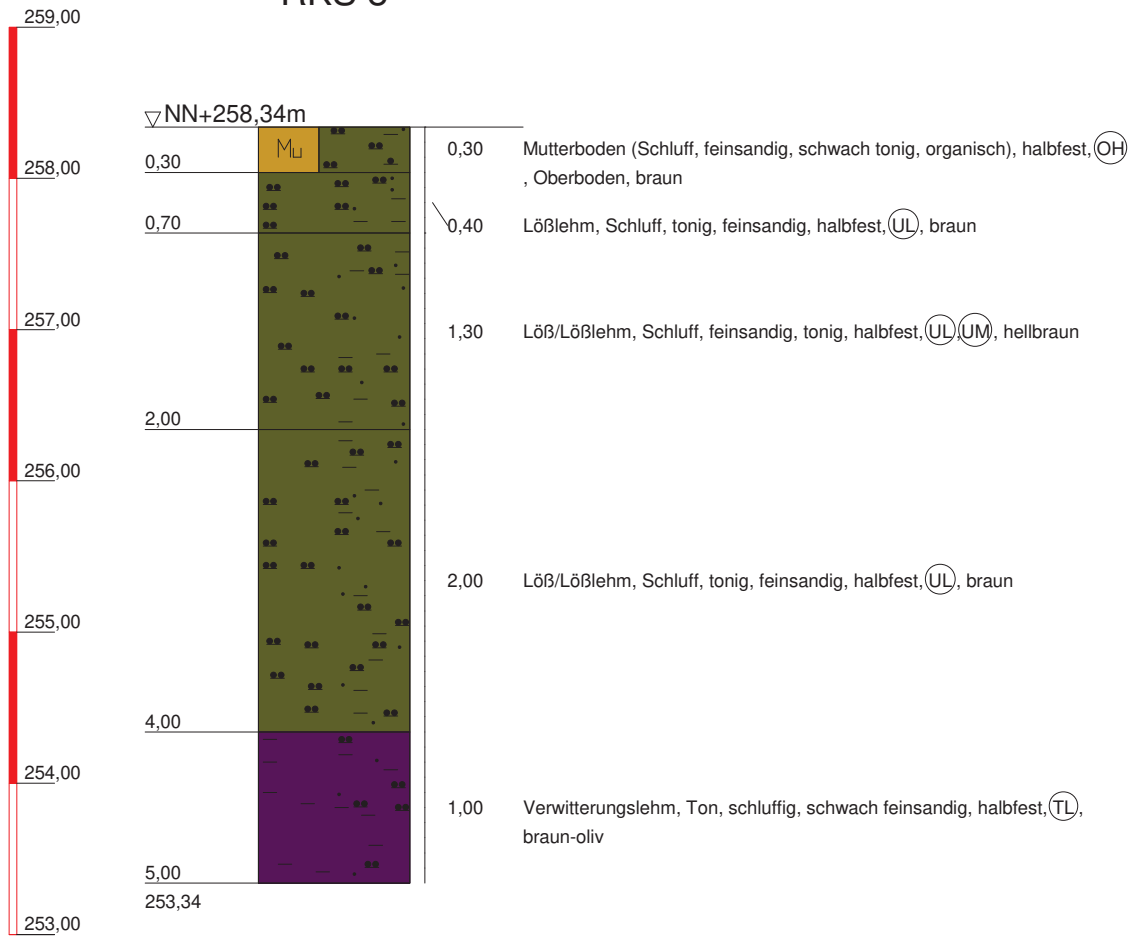
RKS 7



Töniges GmbH Beratende Geol. und Ing. Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22	Bauvorhaben: Gundelsheim-Höchstberg, NBG "Ob dem Dorf V" Planbezeichnung: Schichtenprofile	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: P21-2482
		Datum: 12.10.2023
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: M. Leibing

NN+m

RKS 8



Töniges GmbH Beratende Geol. und Ing. Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22	Bauvorhaben: Gundelsheim-Höchstberg, NBG "Ob dem Dorf V" Planbezeichnung: Schichtenprofile	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: P21-2482
		Datum: 12.10.2023
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: M. Leibing

Projektnummer	P21-2482
Bauvorhaben	Gundelsheim, Höchstberg,NBG
Datum	12.10.2023

-----Feldversuch-----

Versickerungsversuch

Bezeichnung	VV 1		VV 2	
Durchmesser 4,6 cm				

Bei Sondierung	RKS 7			
Bodenart	Lösslehm			
Pegeltiefe	2,0 m			
Fallhöhe	2,0 m			

Vergangene Zeit	Tiefe ab POK			
12.10.2023 10,26 Uhr	0			
12.10.2023 10,35 Uhr	2 mm			
12.10.2023 11,00 Uhr	5 mm			
12.10.2023 13,00 Uhr	1 cm			
13.10.2023 10,26 Uhr	8,5 cm			

**Projekt: Gundelsheim, OT Höchstberg,NBG****P21-2482****Datum:****16.10.2023****Bestimmung des Wassergehalts nach DIN 18121**

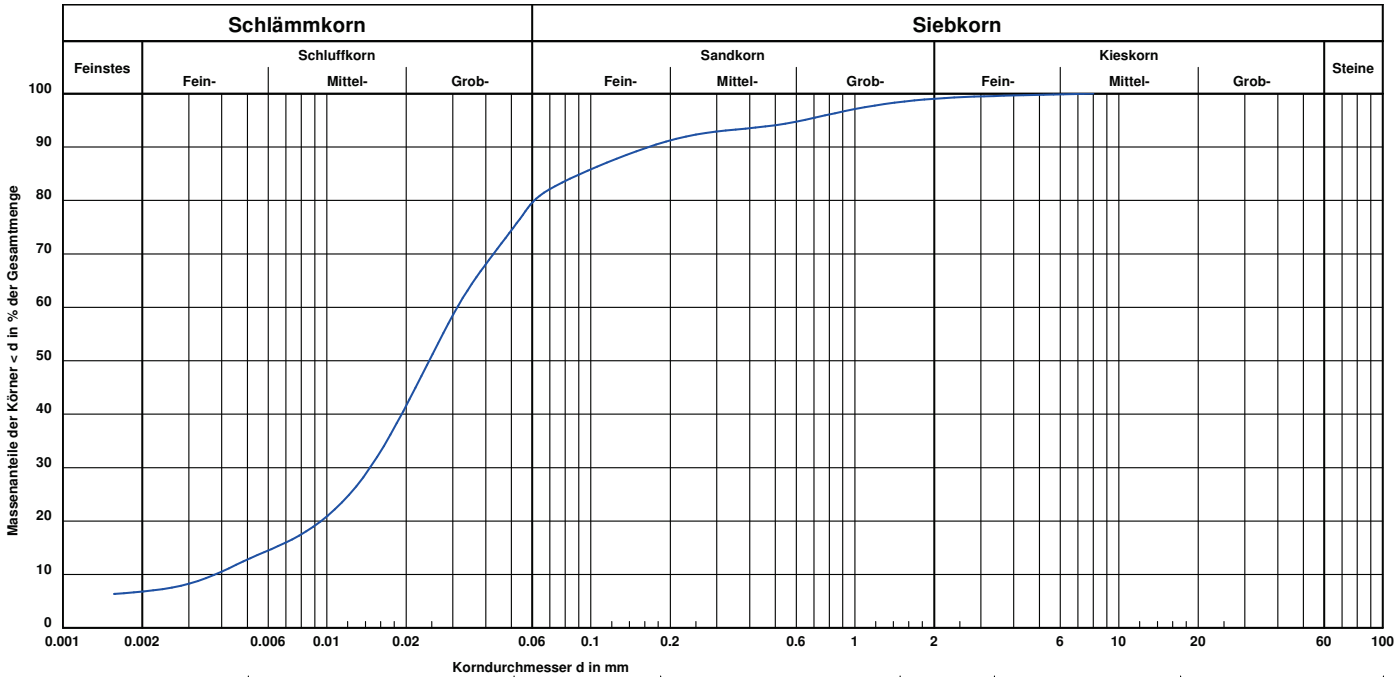
Entnahmestelle	Tiefe	Bodenart	Probe feucht	Probe trocken	Behälter	Wassergehalt
	[m]		[g]	[g]	[g]	[%]
RKS 1	1,1-2,4		204,86	177,35	45,04	20,79
RKS 2	1,0-3,5		199,40	175,19	44,13	18,47
RKS 2	3,5-4,0		259,31	230,14	92,20	21,15
RKS 3	1,0-3,5		233,74	209,94	71,71	17,22
RKS 4	0,4-1,7		256,56	232,65	84,73	16,16
RKS 4	1,7-3,5		164,81	141,49	43,45	23,79
RKS 5	1,0-2,0		193,63	167,22	44,95	21,60
RKS 6	2,5-4,4		292,67	261,04	107,85	20,65
RKS 7	0,4-2,0		181,24	158,97	45,99	19,71
RKS 8	0,7-2,0		276,19	249,01	81,95	16,27

Müller & Weit Geotechnik
Abt: Labor/Bodenmechanik
74889 Sinsheim, Kleines Feldlein 4
m.w.geotechnik@gmx.de

Körnungslinie
Bad Rappenau-Siegelsbacherstr.
P23-0601

M & W

Datum: 25.07.2023



Entnahmestelle	Bezeichnung	Tiefe:	k [m/s] (Mallet/Paquant):	Kurve	T/U/S/G [%]:	Bodenart
RKS 5	Lösslehm	0,4-1,0 m	8.0 * 10 ⁻⁸	—	6.8/73.8/18.4/1.0	U, t', fs'

Müller & Weit Geotechnik

Abt: Labor/Bodenmechanik

74889 Sinsheim, Kleines Feldlein 4

Tel:07261-978688 Fax:07261-978861 mail:m.w.geotechnik@gmx.de

Entnahmestelle: MP RKS 1-8

Entnahmetiefe: 3,5-5,0 m

Proctorkurve nach DIN 18 127

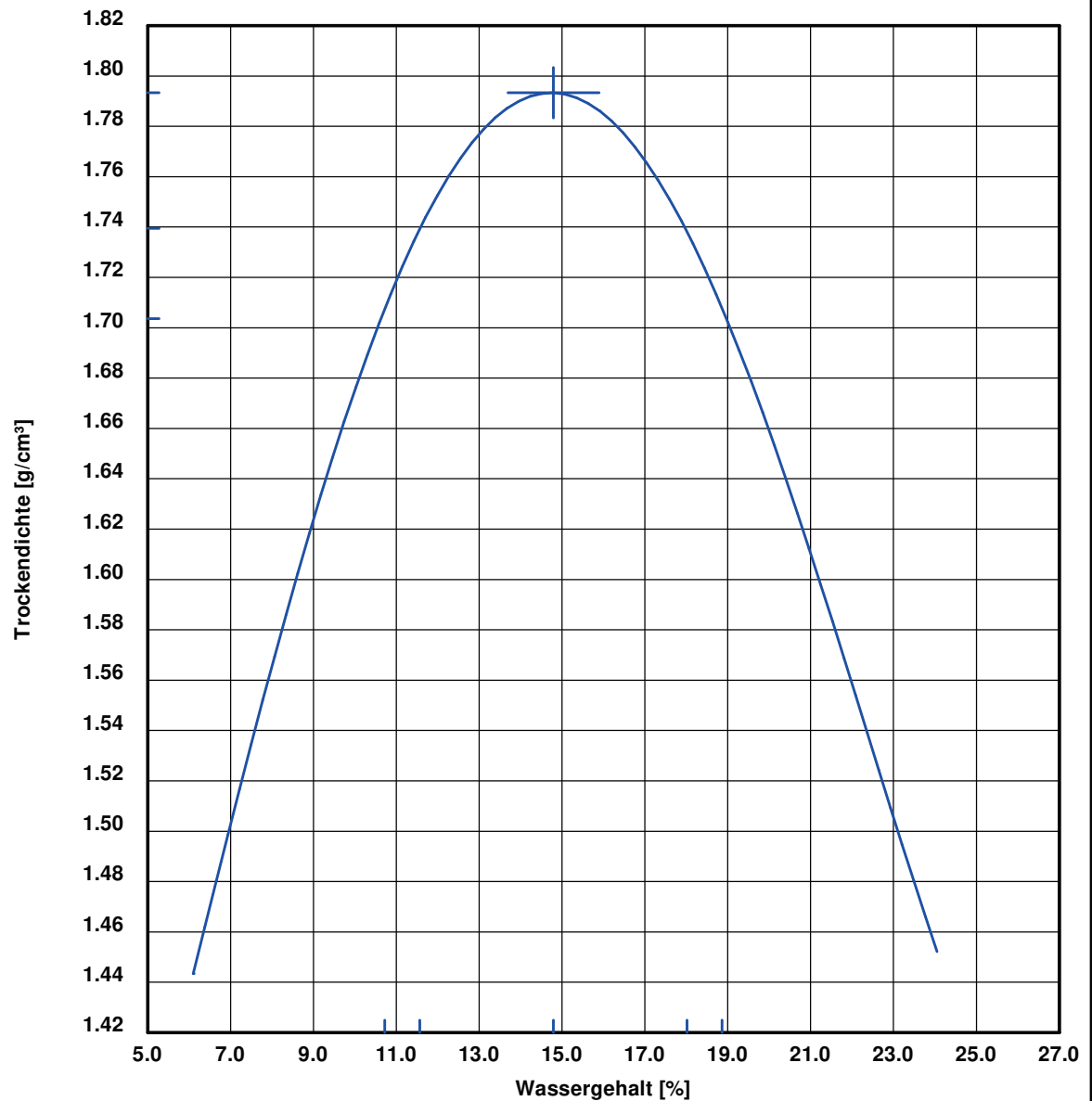
Gundelsheim, OT Höchstberg, NBG
P21-2482

Bearbeiter: M&W

Datum: 18.10.2023

Bodenart: Löss/Lösslehm

Natürlicher Wassergehalt: 20,75 %



100 % der Proctordichte $\rho_{pr} = 1.793 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt $w_{pr} = 14.8 \%$

97.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.740 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 11.6 / 18.0 \%$

95.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.704 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 10.7 / 18.9 \%$

TÖNIGES GmbH

Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim

Analysenbericht Nr.	449/9359	Datum:	20.10.2023
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : TÖNIGES GmbH
 Projekt : Gundelsheim-Höchstberg, NBG "Ob dem Dorf V"
 Projekt-Nr. : P21-2482
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : PN98
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : 12.10.2023 Probeneingang : 17.10.2023
 Originalbezeich. : MP Auffüllungen
 Probenbezeich. : 449/9359
 Untersuch.-zeitraum : 17.10.2023 – 20.10.2023

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	87,9	-	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	67	-	-	-	-	-	-	Siebung
Glühverlust	[Masse %]	3,4	-	-	-	-	-	-	DIN EN 15169 :2007-05
TOC	[Masse %]	0,65	1	1	5	5	5	5	DIN EN 15936 :2012-11

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BM-0*/BM-F)

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Arsen	[mg/kg TS]	8,7	20	20	40	40	40	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	15	70	140	140	140	140	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,25	1	1	2	2	2	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	36	60	120	120	120	120	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	20	40	80	80	80	80	320	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	28	50	100	100	100	100	350	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,02	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	1	1	2	2	2	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	45	150	300	300	300	300	1200	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser									EN 13657 :2003-01

2.2 Summenparameter, PCB, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1					DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		300	300	300	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	51		600	600	600	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 118	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01							
Σ PCB (7):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1					DIN EN 15308 :2016-12
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04							
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,12							
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	0,09							
Fluoren	[mg/kg TS]	0,29							
Phenanthren	[mg/kg TS]	1,6							
Anthracen	[mg/kg TS]	0,79							
Fluoranthren	[mg/kg TS]	2,6							
Pyren	[mg/kg TS]	2,1							
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	1,4							
Chrysen	[mg/kg TS]	1,0							
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	1,6							
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,58							
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	1,2							
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,24							
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,93							
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,73							
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	15,3	3	6	6	6	9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat -Schütteleluat (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Eluatherstellung – Schütteleluat [l:s]		2 : 1							DIN 19529 : 2015-12
pH-Wert	[-]	8,38			65–95	65–95	65–95	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	319		350	350	500	500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4		8	12	20	85	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		23	35	90	250	470	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,1		2	3,0	3,0	10	15	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		10	15	150	290	530	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		20	30	110	170	320	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		20	30	30	150	280	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,05		0,1					DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 0,2		0,2					DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		100	12	20	85	1600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Sulfat	[mg/l]	18	250	250	250	450	450	1000	EN ISO 10304 :2009-07

Parameter	Einheit	Messwert		BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
PCB 28	[µg/l]	< 0,002								
PCB 52	[µg/l]	< 0,002								
PCB 101	[µg/l]	< 0,002								
PCB 118	[µg/l]	< 0,002								
PCB 138	[µg/l]	< 0,002								
PCB 153	[µg/l]	< 0,002								
PCB 180	[µg/l]	< 0,002								
Σ PCB (7):	[µg/l]	n.n.			0,01					DIN EN 15308 :2016-12
1-Methylnaphthalin	[µg/l]	0,18			2					DIN 38 407 F 39 : 2011-09
2-Methylnaphthalin	[µg/l]	1,03								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Naphthalin	[µg/l]	0,69								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Acenaphthylen	[µg/l]	0,45								
Acenaphthen	[µg/l]	2,36								
Fluoren	[µg/l]	0,99								
Phenanthren	[µg/l]	0,2								
Anthracen	[µg/l]	0,26								
Fluoranthren	[µg/l]	0,023								
Pyren	[µg/l]	0,022								
Benzo(a)anthracen	[µg/l]	0,01								
Chrysen	[µg/l]	0,006								
Benzo(b)fluoranthren	[µg/l]	0,007								
Benzo(k)fluoranthren	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(a)pyren	[µg/l]	< 0,005								
Dibenz(a,h)anthracen	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(a,h,i)perylene	[µg/l]	0,005								
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[µg/l]	0,007								
Σ PAK (15):	[µg/l]	4,3			0,2	0,3	1,5	3,8	20	DIN 38 407 F 39 : 2011-09

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (EBV Anl. 1, Tab3) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

BM-0-L = Grenzwerte BM-0 Lehm

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 20.10.2023

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele
(stellv. Laborleiterin)

TÖNIGES GmbH

Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim

Analysenbericht Nr.	449/9360	Datum:	20.10.2023
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : TÖNIGES GmbH
 Projekt : Gundelsheim-Höchstberg, NBG "Ob dem Dorf V"
 Projekt-Nr. : P21-2482
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : PN98
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : 12.10.2023 Probeneingang : 17.10.2023
 Originalbezeich. : MP Löß/ Lößlehm
 Probenbezeich. : 449/9360
 Untersuch.-zeitraum : 17.10.2023 – 20.10.2023
 Fremdstoffanteil : < 10 % TS

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	83,9	-	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 :2017-09
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	100	-	-	-	-	-	-	Siebung
Glühverlust	[Masse %]	3,8	-	-	-	-	-	-	DIN EN 15169 :2007-05
TOC	[Masse %]	0,20	1	1	5	5	5	5	DIN EN 15936 :2012-11

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BM-0*/BM-F)

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Arsen	[mg/kg TS]	13	20	20	40	40	40	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	18	70	140	140	140	140	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,3	1	1	2	2	2	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	47	60	120	120	120	120	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	19	40	80	80	80	80	320	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	33	50	100	100	100	100	350	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,02	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	1	1	2	2	2	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	59	150	300	300	300	300	1200	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser									EN 13657 :2003-01

2.2 Summenparameter, PCB, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1					DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		300	300	300	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		600	600	600	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 118	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01							
Σ PCB (7):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1					DIN EN 15308 :2016-12
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04							
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04							
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.	3	6	6	6	9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat -Schütteleluat (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Eluatherstellung – Schütteleluat [l:s]		2 : 1							DIN 19529 : 2015-12
pH-Wert	[-]	8,21			65–95	65–95	65–95	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	174		350	350	500	500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4		8	12	20	85	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		23	35	90	250	470	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,1		2	3,0	3,0	10	15	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		10	15	150	290	530	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		20	30	110	170	320	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		20	30	30	150	280	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,05		0,1					DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 0,2		0,2					DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		100	12	20	85	1600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Sulfat	[mg/l]	10	250	250	250	450	450	1000	EN ISO 10304 :2009-07

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
PCB 28	[µg/l]	< 0,002							
PCB 52	[µg/l]	< 0,002							
PCB 101	[µg/l]	< 0,002							
PCB 118	[µg/l]	< 0,002							
PCB 138	[µg/l]	< 0,002							
PCB 153	[µg/l]	< 0,002							
PCB 180	[µg/l]	< 0,002							
Σ PCB (7):	[µg/l]	n.n.		0,01					DIN EN 15308 :2016-12
1-Methylnaphthalin	[µg/l]	< 0,005		2					DIN 38 407 F 39 : 2011-09
2-Methylnaphthalin	[µg/l]	0,007							DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Naphthalin	[µg/l]	0,012							DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Acenaphthylen	[µg/l]	< 0,005							
Acenaphthen	[µg/l]	0,015							
Fluoren	[µg/l]	0,018							
Phenanthren	[µg/l]	0,032							
Anthracen	[µg/l]	0,007							
Fluoranthren	[µg/l]	< 0,005							
Pyren	[µg/l]	< 0,005							
Benzo(a)anthracen	[µg/l]	< 0,005							
Chrysen	[µg/l]	< 0,005							
Benzo(b)fluoranthren	[µg/l]	< 0,005							
Benzo(k)fluoranthren	[µg/l]	< 0,005							
Benzo(a)pyren	[µg/l]	< 0,005							
Dibenz(a,h)anthracen	[µg/l]	< 0,005							
Benzo(a,h,i)perylene	[µg/l]	< 0,005							
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[µg/l]	< 0,005							
Σ PAK (15):	[µg/l]	0,072		0,2	0,3	1,5	3,8	20	DIN 38 407 F 39 : 2011-09

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (EBV Anl. 1, Tab3) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

BM-0-L = Grenzwerte BM-0 Lehm

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 20.10.2023

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele
(stellv. Laborleiterin)

TÖNIGES GmbH
Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim

Analysenbericht Nr.	449/9361	Datum:	20.10.2023
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: TÖNIGES GmbH		
Projekt	: Gundelsheim-Höchstberg, NBG "Ob dem Dorf V"		
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme	: Bohrung
Art der Probe	: Asphalt	Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum	: 12.10.2023	Probeneingang	: 17.10.2023
Originalbezeich.	: Asphalt RKS 6		
Probenbezeich.	: 449/9361	Untersuchungszeitraum	: 17.10.2023 – 20.10.2023

Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Trockensubstanz	[%]	98,9	DIN EN 14346 : 2017-09
Naphthalin	[mg/kg TS]	0,15	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoren	[mg/kg TS]	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,2	DIN ISO 18287 : 2006-05
Anthracen	[mg/kg TS]	0,06	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,17	DIN ISO 18287 : 2006-05
Pyren	[mg/kg TS]	0,16	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,11	DIN ISO 18287 : 2006-05
Chrysen	[mg/kg TS]	0,11	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,17	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,14	DIN ISO 18287 : 2006-05
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,16	DIN ISO 18287 : 2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,11	DIN ISO 18287 : 2006-05
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	1,69	

Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Eluatherstellung			DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	9,13	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	177	DIN EN 27 888 : 1993
Phenolindex	[µg/l]	< 10	DIN EN ISO 14402:1999-12

Markt Rettenbach, den 20.10.2023

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele
(stellv. Laborleiterin)

Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN 19747:2009-07-30)**Nummer der Feldprobe:** Asphalt RKS 6**Tag und Uhrzeit der Probenahme:** 12.10.2023**Probenahmeprotokoll-Nr:****Probenvorbehandlung** (von der Feldprobe zur Laborprobe)**Nummer der Laborprobe:** 449/9361.**Tag und Uhrzeit der Anlieferung:** 17.10.2023**Probenahmeprotokoll:** ☒ ja ☐ nein

Ordnungsgemäße Probenanlieferung: ja.

Probengefäß: PE-Eimer Transportbedingungen (z. B. Kühlung):

separierte Fraktion (z. B. Art, Anteil, separate Teilprobe): nein

Kommentierung:

Größe der Laborprobe: Volumen [l]: 1. oder Masse [kg]:

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)Sortierung: ☐ ja ☒ nein separierte Stoffgruppen:

Teilung / Homogenisierung:

☐ fraktionierendes Teilen☒ Kegeln und Vierteln☐ Cross-Riffling☐ Sonstige:

Rückstellprobe:

☒ Ja ☐ Nein:

Herstellung der Prüfprobe

Vorkleinerung: ☒ ja☐ nein Feinkleinerung: ☒ ja ☐ nein

Teilmassen [3 kg]:

Teilmassen [0,3 kg]

☒ Backenbrecher☒ Kugelmühle☐ Schneidemühle☐ Mörsermühle☐ Bohrmeisel / Meisel☒ Endfeinheit 0,15 mm☐ Sonstige:☐ Endfeinheit ____ mm

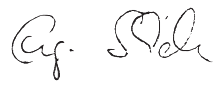
Trocknung:

☒ 105° C ☐ Lufttrocknung:

17.10.2023

Datum

**Jonathan Schwarz**
Bearbeiter

Erklärung der Untersuchungsstelle	
1.	Untersuchungsinstitut: Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH Anschrift: Gewerbestr. 10 87733 Markt Rettenbach Ansprechpartner: Herr Engelbert Schindele Telefon/Telefax: 08392/9210 eMail: bvü@bvü-analytik.de
	Prüfbericht – Nr.: 449/9361 Prüfbericht Datum: 20.10.2023 Probenahmeprotokoll nach PN 98 liegt vor: ☒ ja ☐ nein Auftraggeber: TÖNIGES GmbH Anschrift: Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim
3.	Sämtliche gemessenen und im Untersuchungsbericht aufgeführten Parameter wurden nach den in Anhang 4 der geltenden DepV vorgegebenen Untersuchungsmethoden durchgeführt ☒ ja ☐ teilweise Gleichwertige Verfahren angewandt ☐ nein ☐ ja Parameter/Normen: ☐ Behördlicher Nachweis über die Gleichwertigkeit der angewandten Methoden liegt bei. Das Untersuchungsinstitut ist für die im Bericht aufgeführten Untersuchungsmethoden nach DIN EN ISO/IEC 17025, Ausgabe August 2005, 2. Berichtigung Mai 2007 akkreditiert ☒ nach dem Fachmodul Abfall von _____ Behörde _____ notifiziert ☐ Es wurden Untersuchungen von einem Fremdlabor durchgeführt ☐ ja ☒ nein Parameter: Untersuchungsinstitut: Anschrift: Akkreditierung DIN EN ISO/IEC 17025 ☐ Notifizierung Fachmodul Abfall ☐
4.	<u>Markt Rettenbach, 20.10.2023</u> Ort, Datum  _____ Unterschrift des Untersuchungsstelle (Laborleiter)