



**TÖNIGES** GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

# INGENIEURGEOLOGISCHES FLÄCHENGUTACHTEN

**Projekt-Nr.** P22-1143

**Projekt:** Flächengutachten für die Erschließung des Neubaugebiets  
„Östlich Marbacher Straße“ im Stadtteil Neckarrens, Stadt  
Remseck am Neckar

**Auftraggeber:** Gerst Ingenieure GmbH  
Industriestraße 47 West  
75417 Mühlacker

**Lage:** TK 25, 7121 Stuttgart-Nordost  
mittlerer Rechtswert 3520.700  
mittlerer Hochwert 5415.260

**Bearbeiter:** Jochen Lanz, Dipl.-Geol.

Sinsheim, 14. November 2022



**TÖNIGES** GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

## 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
  - 8.1 Kanal- und Leitungsbau
  - 8.2 Straßenbau
9. Umwelttechnische Bewertung der bituminösen Deckschicht (Asphalt)
10. Bodenanalysen
11. Anmerkungen



**TÖNIGES** GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

## **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 Versuche
  
- Nr. 5        Chemische Laboranalysen



**TÖNIGES** GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

# **1 Einleitung**

## **1.1 Veranlassung**

Die Stadt Remseck am Neckar plant durch die Gerst Ingenieure GmbH, Mühlacker, im Stadtteil Neckarrems die Erschließung des Neubaugebiets „Östlich Marbacher Straße“.

Nach den uns vorliegenden Informationen von den Gerst Ingenieuren GmbH ist die Sohle der geplanten Kanalleitung des Neubaugebiets „Östlich Marbacher Straße“ etwa 4,0 - 5,0 m unter bestehender Geländeoberkante (u. GOK) bzw. auf einem Höhenniveau von ungefähr 234,3 - 252,6 m ü. NN vorgesehen.

Unser Büro (Töniges GmbH) wurde mit dem Schreiben vom 24.08.2022 (Posteingang 29.08.2022) von der Stadtverwaltung Remseck am Neckar beauftragt, auf dem vorgesehenen Neubaugebiet „Östlich Marbacher Straße“ zur Erkundung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse Kleinkernbohrungen (Rammkernsondierungen) sowie bodenmechanische Versuche durchzuführen und ein Flächengutachten zu erstellen.

Das vorliegende Flächengutachten beinhaltet ingenieurgeologische Aussagen über:

- den geplanten Leitungs- und 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 Oberflächenwasser für eventuell vorgesehene Versickerungsflächen.

## 1.2 Unterlagen

Folgende Planungsunterlagen wurden uns vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt:

Plan/Unterlagen	Plan Nr.	Maßstab	Planungsstand
Übersichtsplan Verkehrsanlagen WBE „Östlich Marbacher Straße“	V-1-01	1 : 500	20.05.2022
Übersichtsplan Ver- und Entsorgungsleitungen WBE „Östlich Marbacher Straße“	V-2-01	1 : 500	20.05.2022

## 2 Lagebeschreibung

Das geplante Neubaugebiet „Östlich Marbacher Straße“ befindet sich am nordöstlichen Stadtrand von Neckarrems, etwa 430 m nordöstlich der Evangelischen Kirche von Neckarrems. Unmittelbar westlich schließt das geplante Neubaugebiet an die „Marbacher Straße“ und östlich an die „Schwaikheimer Straße“ an. Etwa 8 - 15 m nordöstlich des Erschließungsgeländes verläuft die L 1140 und ca. 300 m westlich fließt der „Neckar“ in Richtung Norden.

Zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung wurde das Untersuchungsgelände landwirtschaftlich als Ackerfläche und Wiese genutzt. Das Untersuchungsgebiet liegt auf einem Höhenniveau von etwa 239,3 - 256,6 m ü. NN und weist somit eine Höhendifferenz von ungefähr 17,3 m auf.



TÖNIGES GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

### **3 Durchführung**

#### **3.1 Aufschlussarbeiten**

Zur Erkundung des Untergrundes im geplanten Neubaugebiet „Östlich Marbacher Straße“ wurden am 04.10.2022 auf der Untersuchungsfläche insgesamt 8 Kleinrammbohrungen (Rammkernsondierungen) bis max. 5,2 m unter Geländeoberkante (u. GOK) niedergebracht.

Für die Wiederverwertung beziehungsweise Entsorgung des Asphalts der westlich an das Untersuchungsgelände angrenzenden „Marbacher Straße“ und der südöstlich angrenzenden „Schwaikheimer Straße“ wurden aus den dort bestehenden Asphaltchichten mittels Diamantbohrer zwei Asphaltproben entnommen und fachgerecht gelagert. Diese zwei Asphaltproben wurden hinsichtlich einer möglichen Teerstämmigkeit zur chemischen Analyse 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“) ins Labor gebracht und analysiert (Kapitel 9). Hierbei wurden die Proben auf PAK im Feststoff und Phenole im Eluat untersucht.

Damit das künftige Aushubmaterial hinsichtlich der Verwertung / Entsorgung **orientierend** beurteilt werden kann, wurde aus den vorhandenen Auffüllungen die Mischprobe „**MP Auffüllungen**“ sowie aus dem geogen gewachsenen Boden die Mischprobe „**MP geogen gewachsener Boden**“ erstellt und auf die Parameter der VwV Boden und der Deponieverordnung analysiert (Kapitel 10).



### 3.2 Vermessungsarbeiten

Die Bohransatzpunkte der Rammkernsondierungen (RKS) wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Als Höhenbezugspunkt diente die Oberkante (OK) eines Kanaldeckels (KD) im der südöstlich an das geplante Baugebiet anschließenden „Schwaikheimer Straße“, etwa 5 m südöstlich des geplanten Neubaugebiets „Östlich Marbacher Straße“. In den uns vorliegenden Planungsunterlagen wird dieser Kanaldeckel mit der Bezeichnung „A255,19“ und einem Höhenniveau von **OK KD = 257,78 m ü. NN** angegeben. Alle Höhenangaben in diesem Gutachten beziehen sich auf diesen Höhenbezugspunkt (Anlage Nr. 1.2).

Für die Bohransatzpunkte und Endteufen wurden folgende Höhen in [m ü. NN] eingemessen:

<b>Rammkernsondierung</b>	<b>Ansatzpunkt</b>	<b>Endteufe</b>
RKS 1	239,32	235,12
RKS 2	241,60	237,80
RKS 3	242,14	239,14
RKS 4	249,99	247,09
RKS 5	255,97	251,27
RKS 6	256,58	251,38
RKS 7	246,76	243,76
RKS 8	248,88	246,58

### 3.3 Darstellung der Baugrundprofile

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



### 3.4 Grundwasserstandsmessungen

Während der Bohrarbeiten wurden **keine** Wasserzutritte zu den Bohröffnungen registriert. Auch stellte sich nach Abschluss der Bohrarbeiten **kein** Grundwasserspiegel in den Bohrlöchern ein (siehe Kapitel 5).

## 4 Geologische Situation

### 4.1 Allgemeiner Überblick

Der Felsuntergrund im Untersuchungsbereich besteht aus der geologischen Formation des „**Oberen Muschelkalks (mo)**“.

Der angewitterte Fels des „Oberen Muschelkalks (mo)“ wurde im Zuge der Baugrunduntersuchung erreicht. Oberhalb des angewitterten Felses steht Verwitterungsboden, Lößlehm und Löß an. Aufgrund der Vornutzungen des Geländes sind oberhalb des geogen gewachsenen Bodens bereichsweise anthropogen geprägte Auffüllungen vorhanden.

### 4.2 Geologie im Untersuchungsgebiet

Im Folgenden werden die angetroffenen Bodenschichten nur allgemein beschrieben. Detaillierte Daten können den Schichtenverzeichnissen (Anlage Nr. 2), den Schichtenprofilen (Anlage Nr. 3) und dem Kapitel 6.2 (Bodenmechanische Kenngrößen) entnommen werden.

- 4.2.1 In der westlich an das Untersuchungsgelände angrenzenden „Marbacher Straße“ und der südöstlich an das geplante Neubaugebiet anschließenden „Schwaikheimer Straße“ wurden die Straßendecken aus **bituminösem Asphalt** angetroffen. Die Mächtigkeiten wurde mit ca. 0,14 - 0,15 m festgestellt.



- 4.2.2 In dem zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung landwirtschaftlich als Acker und Wiese genutzten Untersuchungsbereich des geplanten Neubaugebiets „Östlich Marbacher Straße“ wurde in den dort niedergebrachten Sondierungen als oberste Schicht ein ca. 0,3 - 0,4 m mächtiger **Oberboden (Mutterboden)** angetroffen. Der Oberboden besteht aus schwach tonigem, kiesigem und feinsandigem Schluff mit organischen Beimengungen. Der dunkelbraun-grau gefärbte Oberboden weist eine lockere Lagerung auf.
- 4.2.3 In den Bereichen der Bohrungen RKS 1, RKS 2, RKS 4 und RKS 7 sind unterhalb des Oberbodens bis ungefähr 0,7 - 1,5 m u. GOK braungrau bis graubraun gefärbte **Auffüllungen** vorhanden. Dieses Auffüllmaterial besteht aus kiesigem (Schottermaterial), tonigem und feinsandigem Schluff. Bei den kiesigen Komponenten handelt es sich um Ziegelstein- und Muschelkalkbruchstücke. Die ca. 0,4 - 1,1 m mächtigen Auffüllungen wurden mit einer halbfesten Konsistenz und leichter Plastizität festgestellt.
- 4.2.4 Unterhalb des Oberbodens (RKS 5, RKS 6 und RKS 8) steht bis etwa 0,8 - 4,7 m u. GOK braun bis braungrau gefärbter **Lößlehm** an. Der Lößlehm setzt sich aus kiesigem, tonigem und feinsandigem Schluff zusammen. Der ca. 0,4 - 4,3 m mächtige Lößlehm weist eine halbfeste bis steife Konsistenz und leichte Plastizität auf.
- 4.2.5 Bis ungefähr 2,0 - 4,5 m u. GOK wurde unterhalb des Oberbodens (RKS 3), der Auffüllungen (RKS 2 und RKS 4) sowie des Lößlehms (RKS 5) hellbraun gefärbter **Löß** angetroffen. Der Löß besteht aus schwach tonigem und stark feinsandigem Schluff. Der ca. 0,8 - 3,7 m mächtige Löß wurde mit einer halbfesten Konsistenz und leichter Plastizität ermittelt.



**TÖNIGES** GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

- 4.2.6 Im Bereich der Bohrung RKS 2 wurde unterhalb des Löß' bis etwa 3,5 m u. GOK braun gefärbter **Lößlehm** aufgeschlossen. Dabei handelt es sich um tonigen und feinsandigen Schluff. Dieses ca. 1,5 m mächtige Sediment weist eine halbfeste Konsistenz und leichte Plastizität auf.
- 4.2.7 Als unterste Schicht steht unterhalb der Auffüllungen (RKS 1 und RKS 7), des Lößlehms (RKS 2, RKS 6 und RKS 8) und des Löß' (RKS 3 und RKS 4) bis zur erreichten Erkundungstiefe in etwa 2,3 - 5,2 m u. GOK braun bis grau gefärbter **Verwitterungsboden** an. Der Verwitterungsboden besteht aus tonigem, schluffigem und feinsandigem bis sandigem Kies. Die schwachbindigen, sandig-kiesigen Anteile des mind. 0,3 - 3,5 m mächtigen Verwitterungsbodens wurde mit einer mitteldichten Lagerung halbfesten Konsistenz und leichter Plastizität festgestellt.

Mit der angewandten Bohrtechnik war in diesen Untersuchungsbereichen ein Eindringen tiefer als ca. 2,3 - 5,2 m u. GOK nicht möglich. Mit zunehmender Tiefe ist mit einer Abnahme des Verwitterungsgrads und einer Zunahme der Festigkeit (Bodenklassen 6 - 7 nach DIN 18 300:2012-09 (alt)) zu rechnen. Es ist davon auszugehen, dass in etwa ab der Tiefe der Bohrhindernisse der angewitterte Fels des „Oberen Muschelkalkes (mo)“ (Bodenklassen 6 - 7 nach DIN 18 300:2012-09 (alt)) ansteht. Eventuell ist ab diesen Endteufen mit hartem Fels (bankig-massige Kalksteine der Bodenklassen 6 - 7 nach DIN 18 300:2012-09 (alt)) zu rechnen. **Daher sind Felslöffel und Meißelarbeiten vorzuhalten.**

- 4.2.8 Im Bereich der Bohrung RKS 5 wurde als unterste Schicht unterhalb des Löß' bis zur dort erreichten Erkundungstiefe in ungefähr 4,7 m u. GOK der **angewitterte Ton- bzw. Tonmergelstein des „Oberen Muschelkalks (mo)“** aufgeschlossen. Dieser mind. 0,2 m mächtige sowie braungrau gefärbte angewitterte Fels weist eine halbfeste bis feste Konsistenz auf.



Mit der angewandten Bohrtechnik war im Bereich der Sondierung RKS 5 ein Eindringen tiefer als ca. 4,7 m u. GOK nicht möglich. Mit zunehmender Tiefe ist mit einer Abnahme des Verwitterungsgrads und einer Zunahme der Festigkeit (Bodenklassen 6 - 7 nach DIN 18 300:2012-09 (alt)) zu rechnen. Eventuell steht ab dieser Endteufe harter Fels (bankig-massige Kalksteine der Bodenklassen 6 - 7 nach DIN 18 300:2012-09 (alt)) an. Der angewitterte Fels konnte nur in einer Mächtigkeit von ungefähr 0,2 m aufgeschlossen werden. **Daher sind Felslöffel und Meißelarbeiten vorzuhalten.**

#### 4.2.9 Schichtoberkanten

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

	<b>RKS 1</b>	<b>RKS 2</b>	<b>RKS 3</b>	<b>RKS 4</b>
Oberboden	239,32 (0,30)	241,60 (0,40)	242,14 (0,40)	249,99 (0,40)
Auffüllungen	239,02 (0,40)	241,20 (0,80)	--	249,59 (0,60)
Löß	--	240,40 (0,80)	241,74 (2,20)	248,99 (1,50)
Lößlehm	--	239,60 (1,50)	--	--
Verwitterungsboden	238,62 (3,50)	238,10 (0,30)	239,54 (0,40)	247,49 (0,40)
<i>Endteufe</i>	<i>235,12*</i> <i>(4,20)</i>	<i>237,80*</i> <i>(3,80)</i>	<i>239,14*</i> <i>(3,00)</i>	<i>247,09*</i> <i>(2,90)</i>

	<b>RKS 5</b>	<b>RKS 6</b>	<b>RKS 7</b>	<b>RKS 8</b>
Oberboden	255,97 (0,40)	256,58 (0,40)	246,76 (0,40)	248,88 (0,40)
Auffüllungen	--	--	246,36 (1,10)	--
Lößlehm	255,57 (0,40)	256,18 (4,30)	--	248,48 (0,40)
Löß	255,17 (3,70)	--	--	--
Verwitterungsboden	--	251,88 (0,50)	245,26 (1,50)	248,08 (1,50)
angewitterter Fels	251,47 (0,20)	--	--	--
<i>Endteufe</i>	<i>251,27*</i> <i>(4,70)</i>	<i>251,38*</i> <i>(5,20)</i>	<i>243,76*</i> <i>(3,00)</i>	<i>246,58*</i> <i>(2,30)</i>

\* Mit der angewandten Bohrtechnik war in diesen Untersuchungsbereichen ein Eindringen tiefer als ca. 2,3 - 5,2 m u. GOK nicht möglich.



TÖNIGES GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

## 5 Hydrogeologische Situation

### 5.1 Internetdaten der LUBW

Auf der Internetseite der LUBW (Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg) konnten folgende Daten für das Untersuchungsgelände abgefragt werden:

#### 5.1.1 Hochwasserrisikomanagement

Nach den am 10.11.2022 im Internet verfügbaren Daten der LUBW (Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg) liegt das zur Bebauung vorgesehene Neubaugebiet „Östlich Marbacher Straße“ **außerhalb** der ausgewiesenen Überflutungsflächen.

Da das Neubaugebiet „Östlich Marbacher Straße“ **außerhalb** der ausgewiesenen Überflutungsflächen des HQ<sub>100</sub> liegt, ist kein HHW (Bemessungshochwasserstand) anzugeben (siehe Kapitel 5.3.2).

Da sich die o.g. Daten in der **Änderung bzw. Fortschreibung** befinden, sind die Angaben während der Planungsphase erneut zu überprüfen.

#### 5.1.2 Starkregenrisikomanagement

In Bezug auf potentielle Starkregenereignisse lagen dem Gutachter keine entsprechenden Starkregenrisikokarten des Gebiets vor. Sofern diese in Erstellung sind und/oder im Nachgang fertiggestellt werden, müssen diese dem Gutachter im Zuge einer fachtechnischen Bauüberwachung in Bezug auf die Neubaumaßnahmen vorgelegt werden.



**TÖNIGES** GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

### 5.1.3 Wasserschutzgebiet

Nach den im Internet im November 2022 unter der Seite der LUBW (Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg) veröffentlichten Daten, liegt das Untersuchungsgebiet **außerhalb** der festgesetzten Trinkwasserschutzzonen.

### 5.2 Gemessene Grundwasserstände

Während der Bohrarbeiten wurde in den Aufschlussbohrungen **kein** Wasserandrang zu den Bohröffnungen festgestellt. Es stellte sich auch nach Abschluss der Sondierungen **kein** Grundwasserspiegel innerhalb der Bohröffnungen ein.

Die Grundwassermessung im Zuge der Baugrunderkundung für das Neubaugebiet „Östlich Marbacher Straße“ wurden Anfang Oktober 2022 durchgeführt. In der Regel nimmt in dieser Jahreszeit der Grundwasserstand ab. Der Hochstand liegt meist im Frühjahr (März, April) und der Tiefstand im Spätjahr (November, Dezember).

Wie bereits im Kapitel 1 beschrieben, ist nach den uns vorliegenden Informationen der Gerst Ingenieure GmbH die Sohle der geplanten Kanalleitung im Neubaugebiet „Östlich Marbacher Straße“ etwa 4,0 - 5,0 m unter bestehender Geländeoberkante bzw. auf einem Höhenniveau von ungefähr 234,3 - 252,6 m ü. NN vorgesehen.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung liegt der Grundwasserspiegel **außerhalb** der Gründungsmaßnahmen und stellt keine Gefährdung für die Bauvorhaben dar.



TÖNIGES GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

### **5.3 Bemessungswasserstand für die Einwirkungsklassen gemäß DIN 18533**

#### **5.3.1 Bemessungsgrundwasserstand (HGW)**

Im Zuge der durchgeführten Baugrunduntersuchungen wurde, wie oben beschrieben, kein Grundwasser bis in eine Tiefe von etwa 2,3 - 5,2 m u. GOK bzw. bis ungefähr 235,11 - 251,26 m ü. NN angetroffen. Der HGW liegt danach unterhalb der erdberührenden Bauwerksteile.

#### **5.3.2 Bemessungshochwasserstand (HHW)**

Nach der Hochwassergefährdungskarte gemäß der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) und des Hochwasserrisikomanagements Baden-Württemberg, liegt das Neubaugebiet „Östlich Marbacher Straße“ **außerhalb** von Überflutungsflächen.

Da sich die o.g. Daten in der **Änderung bzw. Fortschreibung** befinden, sind die Angaben während der Planungsphase erneut zu überprüfen.

### **5.4 Auswertung des Versickerungsversuchs und der Sieb-Schlamm-Analyse**

#### **5.4.1 Versickerungsversuche vom 04.10.2022**

Im Bereich der Bohrung RKS 2 im geplanten Neubaugebiet „Östlich Marbacher Straße“ wurde der Versickerungsversuch „VV 1“ (siehe Lageplan, Anlage Nr. 1.2), d.h. Auffüllungsversuche 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 Pegelrohres  
 $\Delta t$  = Zeitintervall  
 $h_1$  = Wasserstand im Pegelrohr zum Beginn des Zeitintervalls  
 $h_2$  = Wasserstand im Pegelrohr am Ende des Zeitintervalls  $\Delta t$

Es wurde folgender Durchlässigkeitsbeiwert bestimmt:

Versickerungsversuch	Fallhöhe	Pegeltiefe	Bodenart	Messintervall	$k_f$ -Wert [ms <sup>-1</sup> ]
VV 1	2,0 m	1,0 m	Lößlehm	180 Min.	$5,35 \times 10^{-9}$

Dieser  $k_f$ -Wert von  $k_f = 5,35 \times 10^{-9}$  m/s gilt nach DIN 18 130 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- $k_f$ -Wertes**(Versickerungsversuch) angesetzt werden.

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

$$\text{VV 1: } k_{f(\text{Bemessung})} = 5,35 \times 10^{-9} \text{ m/s} \times 2 = \underline{\underline{1,07 \times 10^{-8} \text{ m/s}}}$$

Der durch den oben beschriebenen Versickerungsversuch ermittelte Bemessungs- $k_f$ -Wert des **Lößlehms** gilt nach DIN 18 130 als „**schwach durchlässig**“ bis „**sehr schwach durchlässig**“.

Zur genaueren Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes ( $k_f$ -Wertes) des Lößlehms im Untersuchungsbereich wurde eine Sieb-Schlamm-Analyse durchgeführt.



#### 5.4.2 Sieb-Schlamm-Analyse des Lößlehms

Zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwerts ( $k_f$ -Werts) des Lößlehms im Untersuchungsbereich (Bereich RKS 2) wurde eine Sieb-Schlamm-Analyse zur Bestimmung der Kornverteilung nach DIN 18 123 durchgeführt (Körnungslinie siehe Anlage Nr. 4).

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

Bereich Versickerungsversuch	Entnahmetiefe u. GOK	Bodenart	$k_f$ -Wert [ $\text{ms}^{-1}$ ]
VV 1	1,0 m	Lößlehm	$5,5 \times 10^{-8}$

Dieser  $k_f$ -Wert von  $k_f = 5,5 \times 10^{-7}$  m/s gilt nach DIN 18 130 als „schwach durchlässig“ bis „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- $k_f$ -Wertes**<sub>(Sieb-Schlamm-Analyse)</sub> angesetzt werden.

Bei einem Sieblinien- $k_f$ -Wert von  $k_f = 5,5 \times 10^{-8}$  m/s ergibt sich dann ein **Bemessungs- $k_f$ -Wert**<sub>(Sieb-Schlamm-Analyse)</sub> von

$$k_{f(\text{Bemessung})} = 5,5 \times 10^{-8} \text{ m/s} \times 0,2 = \underline{\underline{1,1 \times 10^{-8} \text{ m/s}}}$$

Der durch die Sieb-Schlamm-Analyse indirekt ermittelte **Bemessungs- $k_f$ -Wert** des **Lößlehms** gilt nach DIN 18 130 als „**schwach durchlässig**“ bis „**sehr schwach durchlässig**“.



### 5.4.3 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:

$$k_{f(\text{Bemessung})} = (1,07 \times 10^{-8} \text{ m/s} + 1,1 \times 10^{-8} \text{ m/s}) / 2 = \underline{\underline{1,09 \times 10^{-8} \text{ m/s}}}$$

Der Bemessungs- $k_f$ -Wert von  $1,09 \times 10^{-8}$  m/s des Lößlehms gilt nach DIN 18 130 als „**schwach durchlässig**“ bis „**sehr schwach durchlässig**“. Mit zunehmender Tiefe werden die Versickerungsraten voraussichtlich nicht signifikant zunehmen (siehe Kapitel 5.4.4).

### 5.4.4 Durchlässigkeit der vorhandenen Böden im Untersuchungsbereich

Aus Baugrunduntersuchungen in ähnlichen Bodenverhältnissen sowie den durchgeführten Feld- und Laborversuchen ist bekannt, dass der im Untersuchungsbereich anstehende Löß, der Lößlehm, der Verwitterungslehm, der Ton- und Tonmergelstein des angewitterten Fels des „Oberen Muschelkalks (mo)“ sowie die vorhandenen Auffüllungen **Durchlässigkeitsbeiwerte** bzw.  **$k_f$ -Werte** von ungefähr  $10^{-7}$  -  $10^{-9}$  m/s aufweisen.

Diese Durchlässigkeitsbeiwerte sind nach DIN 18 130 als „schwach durchlässig“ bis „sehr schwach durchlässig“ zu bezeichnen. Eine Versickerung innerhalb dieser Böden ist daher nicht sinnvoll bzw. nicht möglich.



TÖNIGES GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

## 6 Baugrundbeurteilung und bodenmechanische Kennwerte

### 6.1 Hinweise zur Bebauung

Da uns keine konkreten Pläne über die vorgesehene Bebauung vorliegen und die Aufschlüsse relativ weit auseinander liegen, können die folgenden Hinweise zur Bebauung nur allgemein gehalten werden.

**Sie können Einzelgutachten für die Bebauung nicht ersetzen.**

Aufgrund des im **Neubauebiets „Östlich Marbacher Straße“** überwiegend anstehenden Löß, Lößlehms und des Verwitterungsbodens mit halbfester bis steifer Konsistenz und leichter Plastizität sowie mitteldichter Lagerung sind relativ gute, d.h. tragfähige Baugrundverhältnisse vorhanden. Diese Böden stellen einen tragfähigen Baugrund dar.

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

Die Bauwerksgründungen **nicht unterkellertes** Bauvorhaben können mittels **Streifen- und Einzelfundamente** in den geogen gewachsenen Boden unterhalb der vorhandenen Auffüllungen 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.



**TÖNIGES** GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

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\*.

Bei Gründungen in den Verwitterungsböden mit Einzel- und Streifenfundamenten können vorläufig Bodenpressungen von  **$\sigma = 250 \text{ kN/m}^2 - 280 \text{ kN/m}^2$**  angesetzt werden.

### **Hinweis:**

Eine fachtechnische Überprüfung und Untersuchung sollte bei der Erstellung von Bauwerken in jedem Falle erfolgen. Die erforderliche Gründungsmaßnahme ist je nach Lage und Einbindetiefe des geplanten Bauwerks abhängig und sollte im Vorfeld überprüft werden. **Im Übrigen ersetzen die oben angegebenen Werte der Bodenpressungen sowie Lastplattendruckversuche kein Baugrundgutachten!**

## **6.2 Bodenmechanische Kenngrößen**

### **6.2.1 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08**

Entsprechend der DIN 18300:2015-08 geben wir für die anstehenden Böden die folgenden Homogenbereiche für den **Erdaushub mittels Bagger** an. Werden weitere Erdbaumaßnahmen erforderlich, sind ggf. andere Einteilungen der Homogenbereiche für Ausschreibungen gemäß VOB/C entsprechend der DIN-Normen 18301 und Folgende (Ramm-, Bohr-, Vortriebsarbeiten, Verbaumaßnahmen, Rückverankerungen o.Ä.) erforderlich.

---

\* Die zulässige Bodenpressung ist keine Bodenkonstante. Ihre Größe hängt in entscheidendem Maße von der Art der Belastung, von der Abmessung des Gründungskörpers und seiner Gründungstiefe sowie von der jeweiligen Bodenart ab.



**TÖNIGES** GmbH  
 Beratende Geologen  
 und Ingenieure  
 Sinsheim  
 Tel. (0 72 61) 92 11-0  
 Fax (0 72 61) 92 11-22

In den folgenden Tabellen sind die seitens des Gutachters eingeteilten Homogenbereiche gemäß der DIN 18300:2015-08 dargestellt:

**Boden:**

	<b>Homogenbereich E1</b>	<b>Homogenbereich E2</b>
Ortsübliche Bezeichnung	Oberboden	Auffüllungen / Lößlehm / Löß / Verwitterungsboden
Aushub nach DIN 18 300:2012-09 (alt)	BKL 1 + 4	BKL 3, 4, 5
Bodengruppen nach DIN 18196	OH	GW / GU / GT / SU* / UL / TL
Plastizitätszahl, Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	n.n.	halbfest bis steif
Korngrößenverteilung	n.n.	n.n.
Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 14688-2	locker	mitteldicht
Wassergehalt nach DIN ISO 1789-1	n.n.	n.n.
Scherfestigkeiten	n.n.	siehe 6.3
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	< 5%	< 5 %
organischer Anteil nach DIN 18128	vorhanden	n.n.

n.n.: nicht nachgewiesen



**Fels:**

	<b>Homogenbereich E3</b>
Ortsübliche Bezeichnung	Oberer Muschelkalk
Benennung von Fels nach DIN EN ISO 14689-1	Kalksteinbänke mit Ton- und Tonmergelsteinlagen
Aushub nach DIN 18 300:2012-09 (alt)	BKL 6 - 7
Dichte nach DIN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2	n. n.
Nach DIN EN ISO 14689-1*: Verwitterungsstufen nach Tab. 13  Veränderlichkeit nach Tab. 4  Abschätzung der einaxialen Druckfestigkeit Tab.5  Schichtflächenabstand nach Tab. 7   Kluftflächenabstand nach Tab. 8   Öffnungsweiten von Trennflächen n. Tab. 11	frisch (V1) bis stark verwittert (V4)  Ton-/ Tonmergelsteine: veränderlich bis stark veränderlich 4 - 5*  Ton-/ Tonmergelsteine: 1 - 25 MN/m <sup>2</sup> Kalksteine: 25 - 250 MN/m <sup>2</sup>  Ton-/ Tonmergelsteine: fein laminiert (< 6 mm) bis grob laminiert (6 - 20 mm)* Kalksteine: dünn (60 - 200 mm) bis dick (600 - 2.000mm)*  Ton-/ Tonmergelsteine: außerordentlich engständig (< 20 mm) bis sehr engständig (20-60 mm)* Kalksteine: engständig (60 - 200 mm) bis mittelengständig (200 - 600 mm)*  sehr eng (< 0,1 mm) bis weit (0,1 - 100 mm)*
Abrasivität	n. n.

n. n.: nicht nachgewiesen      \*): Erfahrungswerte

Mit der angewandten Bohrtechnik war in den Untersuchungsbereichen ein Eindringen tiefer als ca. 2,3 - 5,2 m u. GOK nicht möglich. Mit zunehmender Tiefe ist mit einer Abnahme des Verwitterungsgrads und einer Zunahme der Festigkeit (Bodenklassen 6 - 7 nach DIN 18 300:2012-09 (alt)) zu rechnen.

**Hinweis:**

*Sollen die nicht nachgewiesenen („n.n.“) Parameter mittels bodenmechanischen Laborversuchen bestimmt werden, kann durch unser Büro ein entsprechendes Angebot erstellt werden.*



### 6.3 Mittlere Bodenkennwerte (cal.) nach DIN 1055-2

#### Homogenbereich E2: Auffüllungen / Lößlehm / Löß (UL/SU\*, halbfeste Konsistenz)

Wichte erdfeucht	19,5 kN/m <sup>3</sup>
Wichte gesättigt	21,0 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb	11,0 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	27,5° - 32,5°
Kohäsion, c`	5 - 10 kN/m <sup>2</sup>
Scherfestigkeit c <sub>u</sub>	≥ 50 kN/m <sup>2</sup>

#### Homogenbereich E2: Auffüllungen / Lößlehm (TL, halbfeste Konsistenz)

Wichte erdfeucht	21,0 kN/m <sup>3</sup>
Wichte gesättigt	21,0 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb	11,0 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	22,5° - 30°
Kohäsion, c`	10 - 15 kN/m <sup>2</sup>
Scherfestigkeit c <sub>u</sub>	≥ 50 kN/m <sup>2</sup>

#### Homogenbereich E2: Lößlehm (UL, steife Konsistenz)

Wichte erdfeucht	18,5 kN/m <sup>3</sup>
Wichte gesättigt	20,0 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb	10,0 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	27,5° - 32,5°
Kohäsion, c`	2 - 5 kN/m <sup>2</sup>
Scherfestigkeit c <sub>u</sub>	≥ 20 kN/m <sup>2</sup>



### **Homogenbereich E2: Lößlehm (TL, steife Konsistenz)**

Wichte erdfeucht	20,0 kN/m <sup>3</sup>
Wichte gesättigt	20,0 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb	10,0 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	22,5° - 30°
Kohäsion, c`	5 - 10 kN/m <sup>2</sup>
Scherfestigkeit c <sub>u</sub>	≥ 20 kN/m <sup>2</sup>

### **Homogenbereich E2: Verwitterungsboden (GW/GU/GT, mitteldichte Lagerung)**

Wichte erdfeucht	19,0 kN/m <sup>3</sup>
Wichte gesättigt	21,5 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb	11,5 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	32,5° - 37,5°
Kohäsion, c`	0 - 6 kN/m <sup>2</sup>

### **Homogenbereich E3: angewitterter Fels („Oberer Muschelkalk (mo)“)**

Wichte erdfeucht	23,0 kN/m <sup>3</sup>
Wichte wassergesättigt	23,0 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb	13,0 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	35° - 40°
Kohäsion c'	20 kN/m <sup>2</sup>

## **6.4 Mittlere Steifeziffern der Böden**

Auffüllungen	2.000 kN/m <sup>2</sup>
Lößlehm (steif)	8.000 kN/m <sup>2</sup>
Lößlehm (halbfest)	10.000 kN/m <sup>2</sup>
Löß	12.000 kN/m <sup>2</sup>
Verwitterungsboden	16.000 kN/m <sup>2</sup>
angewitterter Fels	40.000 kN/m <sup>2</sup>



## 6.5 Frostklassen gemäß ZTVE-StB 17 und DIN 18 196

	<b>Bodenart (DIN 18196)</b>	<b>Frostklasse (ZTV E-StB 17 und DIN 18196)</b>
<b>Auffüllungen / Lößlehm / Löß</b>	UL / TL / SU*	<b>F3; sehr frostempfindlich</b>
<b>Verwitterungsboden</b>	GW / GU / GT	F2; gering bis mittel 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-, Leitungs- und Straßenbaus wurden die Wassergehalte der anstehenden Böden nach DIN 18 121 bestimmt (Anlage Nr. 4).

Bei der Bestimmung der Wassergehalte ergaben sich folgende Werte:

<b>Rammkern- sondierung</b>	<b>Entnahmetiefe u. GOK</b>	<b>Bodenart</b>	<b>Wassergehalt</b>
RKS 1	1,0 - 3,0 m	Verwitterungsboden	15,80 %
RKS 1	3,4 - 4,0 m	Verwitterungsboden	15,73 %
RKS 2	0,4 - 1,2 m	Auffüllungen	18,43 %
RKS 2	1,2 - 2,0 m	Löß	17,03 %
RKS 2	2,0 - 3,5 m	Lößlehm	17,45 %
RKS 3	1,0 - 2,0 m	Löß	10,42 %
RKS 3	2,0 - 2,6 m	Löß	9,63 %
RKS 3	2,6 - 3,0 m	Verwitterungsboden	3,12 %
RKS 4	1,0 - 2,0 m	Löß	11,72 %
RKS 4	2,0 - 2,5 m	Löß	15,36 %
RKS 4	2,5 - 2,9 m	Verwitterungsboden	7,69 %



RKS 5	0,4 - 0,8 m	Lößlehm	18,11 %
RKS 5	0,8 - 1,5 m	Löß	6,43 %
RKS 5	1,5 - 3,0 m	Löß	10,15 %
RKS 5	3,0 - 4,5 m	Löß	11,60 %
RKS 6	0,4 - 1,0 m	Lößlehm	18,12 %
RKS 6	1,0 - 2,0 m	Lößlehm	11,96 %
RKS 6	2,0 - 3,0 m	Lößlehm	21,13 %
RKS 6	3,0 - 4,0 m	Lößlehm	24,89 %
RKS 6	4,0 - 4,7 m	Lößlehm	26,27 %
RKS 7	0,4 - 0,8 m	Auffüllungen	16,55 %
RKS 7	0,8 - 1,5 m	Auffüllungen	10,39 %
RKS 7	1,5 - 2,5 m	Verwitterungsboden	17,24 %
RKS 8	0,8 - 1,5 m	Verwitterungsboden	4,61 %
RKS 8	1,5 - 2,3 m	Verwitterungsboden	5,92 %

Nach ZTVE-StB 17 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.

Folgende durchschnittlichen Wassergehalte wurden ermittelt:

<b>Bodenart</b>	<b>Durchschnittlicher Wassergehalt</b>
Auffüllungen	15,12 %
Lößlehm	19,70 %
Löß	11,54 %
Verwitterungsboden	10,02 %



## 7.2 Proctorversuch nach DIN 18127

Bodenart	natürlicher Wassergehalt	optimaler Wassergehalt	Wassergehalt bei	
			97 % nasser Ast trockener Ast	95 % nasser Ast trockener Ast
Lößlehm	15,85 %	15,3 %	13,9 %	13,3 %
			17,0 %	17,3 %

Nach dem vorliegenden Ergebnis des Proctorversuchs wird eine Verdichtung des **Lößlehms** auf 95 % Proctor bei Wassergehalten zwischen **13,3 %** und **17,3 %** erreicht und eine Verdichtung auf 97 % Proctor bei Wassergehalten zwischen **13,9 %** und **17,0 %**.

Der ermittelte durchschnittliche Wassergehalt des anfallenden **Lößlehms** liegt mit ca. **19,70 %** etwa **2 - 3 % oberhalb** der Grenzen für einen direkten Wiedereinbau **ohne** Bodenverbesserung.

Wir empfehlen, während der Bauphase Wassergehaltsbestimmungen durchzuführen, da je nach Jahreszeit und Witterung (Niederschlagsperioden) die Wassergehalte schwanken können und hierdurch eine evtl. notwendige Verbesserung dimensioniert werden kann. Im Zweifel ist der Gutachter hinzuzuziehen.

Bei Notwendigkeit kann für den Wiedereinbau des **Lößlehms** durch Kalkzugabe (Einfräsen) eine Reduzierung des Wassergehaltes erreicht werden.

Dabei sollten folgende Mengen vorgesehen werden:

- 2 kg/m<sup>2</sup> für 1 - 2 % Wassergehaltsreduzierung
- 3 - 5 kg/m<sup>2</sup> für 2 - 3 % Wassergehaltsreduzierung
- 8 - 10 kg/m<sup>2</sup> für 4 - 5 % Wassergehaltsreduzierung



TÖNIGES GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

Diese Angaben beziehen sich auf eine Frästiefe der Einzellagen von etwa 0,3 - 0,4 m und der Verwendung von Weißfeinkalk. Weiterhin sind die Angaben dieser Mengen von der jahreszeitlichen Witterung abhängig und sollten im Zuge der Maßnahme vor Ort vom Gutachter angegeben werden. Beim Wiedereinbau der bindigen Böden ist daher **unbedingt** auf den Wassergehalt zu achten.

Im vorliegenden Fall müssten für den Wiedereinbau des anfallenden Lößlehms bereits ca. 2 - 3 kg/m<sup>2</sup> Weißfeinkalk bei einer Frästiefe von etwa 0,4 m vorgesehen werden. Wird der zu nasse Lößlehm mit dem Baggerlöffel verbessert, würden aus Erfahrung ungefähr 6 - 9 kg/m<sup>3</sup> Weißfeinkalk zu verwenden sein. Wir empfehlen, für 30 % der Grabenverfüllung eine Bodenverbesserung durch die genannte Kalkung in der Ausschreibung vorzusehen. **Aufgrund der angrenzenden Bebauungen empfehlen wir, eine eventuelle Kalkung nur mit einem „Seperator“ durchzuführen.**

Je nach Jahres- und Ausführungszeit können die für den Wiedereinbau vorgesehenen Böden bei erhöhtem Wassergehalt auf Mieten zwischengelagert und bei trockener sowie sonniger Witterung „aufgerissen“ werden, damit das Material trocknen kann. Dadurch kann die erforderliche Kalkung eventuell reduziert werden.

**Aufgrund der in der Vergangenheit immer häufiger auftretenden langen Trockenphasen (Klimawandel) kann es allerdings auch erforderlich werden, die anstehenden Böden bei einem direkten Einbau zu wässern. Entsprechende Vorkehrungen (Wasseranschluss / Wasserwagen, o.ä.) sind vorzusehen. Im Zweifel ist der Gutachter hinzuzuziehen.**



**TÖNIGES** GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

Obwohl unter Berücksichtigung der „Verdrängung“ durch den Kanal- und Leitungsbau eine gewisse Bevorratung erfolgen kann, empfehlen wir trotzdem, für 25 % der Abwicklung der Kanalgrabenverfüllung Fremdmaterial als Bedarfposition in der Ausschreibung vorzusehen.

### **7.3 Maßnahmen beim Wiedereinbau**

Der anfallende Aushub muss in Lagen von max. 0,3 m Schütthöhe eingebracht und verdichtet werden.

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

Für den Wiedereinbau des anfallenden Aushubmaterials sind die bezüglich der Kalkmengen gemachten Angaben zu beachten.

Aufgrund der in der Vergangenheit immer häufiger auftretenden langen Trockenphasen (Klimawandel) kann es erforderlich werden, die anstehenden Böden bei einem direkten Einbau zu wässern. Entsprechende Vorkehrungen (Wasseranschluss / Wasserwagen, o.ä.) sind vorzusehen.

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



TÖNIGES GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

## 8 Erdbautechnische Hinweise

### 8.1 Kanal- und Leitungsbau

#### Aushub

Die Gründungssohle des geplanten Kanal- und Leitungsbaus im **Neubauegebiets „Östlich Marbacher Straße“** ist nach den uns vorliegenden Informationen von den Gerst Ingenieure GmbH etwa 4,0 - 5,0 m unter bestehender Geländeoberkante bzw. auf einem Höhengniveau von ungefähr 234,3 - 252,6 m ü. NN vorgesehen.

Das anfallende Aushubmaterial besteht zum Großteil aus halbfesten Auffüllungen, halbfesten bis steifen Lößlehm und halbfesten Löß der Bodenklasse 4 nach der DIN 18 300:2012-09 (alt) sowie dem mitteldicht gelagerten bis halbfesten Verwitterungsboden der Bodenklassen 3 bis 5 nach der DIN 18 300:2012-09 (alt). Nach den Ergebnissen der Rammkernsondierungen können diese Böden mit dem Baggerlöffel gelöst werden.

**In den Untersuchungsbereichen war mit der angewandten Bohrtechnik ein Eindringen tiefer als ca. 2,3 - 5,2 m u. GOK nicht möglich. Mit zunehmender Tiefe ist mit einer Abnahme des Verwitterungsgrads und einer Zunahme der Festigkeit (Bodenklassen 6 - 7 nach DIN 18 300:2012-09 (alt)) zu rechnen. Eventuell steht ab dieser Endteufe harter Fels (bankig-massige Kalksteine der Bodenklassen 6 - 7 nach DIN 18 300:2012-09 (alt)) an. Der angewitterte Fels konnte nur in einer Mächtigkeit von ungefähr 0,2 m aufgeschlossen werden. Daher sind Felslöffel und Meißelarbeiten vorzuhalten.**



**TÖNIGES** GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

### **Kanalbau / Kanalaufleger**

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung besteht bei den o.g. Einbindetiefen der Gründungsboden aus dem halbfesten bis steifen Lößlehm, dem halbfesten Löß und dem mitteldicht gelagerten bis halbfesten Verwitterungsboden. Zum Großteil besteht bei den o.g. Einbindetiefen der Gründungsboden aus dem angewitterten Fels des „Oberen Muschelkalks (mo)“.

Eine Auflagerverbesserung wird in diesen Böden voraussichtlich nicht notwendig. Trotzdem empfehlen wir, für etwa 10 - 20 % dieser Maßnahme eine ungefähr 0,2 m mächtige Auflagerverbesserung mit Grobschlag (z.B. Körnung 0/90) vorzusehen.

Eventuell auftretende Weichzonen an den Grabensohlen müssen ausgeräumt und durch geeignetes Material ersetzt werden. Im Zweifel ist der Gutachter hinzuzuziehen.

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 (Lößlehm und Löß);
- 150 mm bei Fels oder festgelagerten Böden (Verwitterungsböden und angewitterter Fels).

### **Schachtbauwerke**

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung gründen die Schachtbauwerke im halbfesten bis steifen Lößlehm, im halbfesten Löß, im mitteldicht gelagerten bis halbfesten Verwitterungsboden und im angewitterten Fels des „Oberen Muschelkalks (mo)“.



**TÖNIGES** GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

Wir empfehlen, die Schachtbauwerke mittels einer Bodenplatte auf einem  $\geq 0,2$  m mächtigen Schotterunterbau (KFT-Material, Körnung 0/45) zu gründen. Hierzu geben wir folgende Kennwerte an:

Gründung innerhalb von **halbfestem bis steifen Lößlehm:**

gemäß EC 7, DIN EN 1054:2010-12

für ständige Bemessungssituation (BS-P)

- Bemessungssohlwiderstand  $\sigma_{R,d}$  112 kN/m<sup>2</sup>

nach alter DIN 1054:1976-11

- max. zul. Bodenpressung  $\sigma_{zul}$  80 kN/m<sup>2</sup>

**Der  $\sigma_{R,d}$ -Wert ist der Bemessungswert des Sohlwiderstandes und kein aufnehmbarer Sohldruck nach DIN 1054:2005-01 sowie keine Bodenpressung nach DIN 1054:1976-11.**

Gründung innerhalb von **halbfestem Löß:**

gemäß EC 7, DIN EN 1054:2010-12

für ständige Bemessungssituation (BS-P)

- Bemessungssohlwiderstand  $\sigma_{R,d}$  168 kN/m<sup>2</sup>

nach alter DIN 1054:1976-11

- max. zul. Bodenpressung  $\sigma_{zul}$  120 kN/m<sup>2</sup>

**Der  $\sigma_{R,d}$ -Wert ist der Bemessungswert des Sohlwiderstandes und kein aufnehmbarer Sohldruck nach DIN 1054:2005-01 sowie keine Bodenpressung nach DIN 1054:1976-11.**



TÖNIGES GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

Gründung innerhalb von **mitteldicht gelagertem bis halbfestem Verwitterungsboden:**

gemäß EC 7, DIN EN 1054:2010-12

für ständige Bemessungssituation (BS-P)

- Bemessungssohlwiderstand  $\sigma_{R,d}$  196 kN/m<sup>2</sup>

nach alter DIN 1054:1976-11

- max. zul. Bodenpressung  $\sigma_{zul}$  140 kN/m<sup>2</sup>

**Der  $\sigma_{R,d}$ -Wert ist der Bemessungswert des Sohlwiderstandes und kein aufnehmbarer Sohldruck nach DIN 1054:2005-01 sowie keine Bodenpressung nach DIN 1054:1976-11.**

Gründung innerhalb von **halbfestem bis festem bzw. hartem angewitterten Fels des „Oberen Muschelkalks (mo)“:**

gemäß EC 7, DIN EN 1054:2010-12

für ständige Bemessungssituation (BS-P)

- Bemessungssohlwiderstand  $\sigma_{R,d}$  280 kN/m<sup>2</sup>

nach alter DIN 1054:1976-11

- max. zul. Bodenpressung  $\sigma_{zul}$  200 kN/m<sup>2</sup>

**Der  $\sigma_{R,d}$ -Wert ist der Bemessungswert des Sohlwiderstandes und kein aufnehmbarer Sohldruck nach DIN 1054:2005-01 sowie keine Bodenpressung nach DIN 1054:1976-11.**

Der Gründungsboden darf nicht aufgelockert noch aufgeweicht oder durchwarkt vorliegen. Er ist dann vor dem Einbau der Sauberkeitsschicht durch einen Bodenaustausch (z.B. Schottermaterial) zu ersetzen. Im Zweifel ist der Gutachter hinzuzuziehen.



**TÖNIGES** GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

### **Verbauarbeiten**

Bindet der geplante Kanal, wie bereits im Kapitel 1 beschrieben, etwa 4,0 - 5,0 m unter bestehende Geländeoberkante ein, sind für einen Großteil des Untersuchungsbereiches Verbauarbeiten, außer dem obligatorischen Kulissen-Verbau (Krings-Verbau), nicht notwendig.

Die Grabenwände können dann mit folgenden Böschungsneigungen abgeschrägt werden:

bis 1,0 m Tiefe	80°
bis 3,0 m Tiefe	60°
bis 5,0 m Tiefe	50°

### **Hinweis:**

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

Die Überprüfung der Verdichtung im Kanalgraben sollte mittels Rammsondierungen (ehem. Künzelstabsondierungen) erfolgen. Diese kann von unserem Büro durchgeführt werden.

Für umliegende Gebäude empfehlen wir, vor Beginn der Baumaßnahme eine Beweissicherung durchzuführen.

### **Wasserhaltung**

Die Gründungssohle der geplanten Kanalleitung liegt im Neubaugebiet „Östlich Marbacher Straße“ außerhalb des Grundwasserschwankungsbereichs. Je nach Jahreszeit bzw. in der Folge von besonders ergiebigen Niederschlagsereignissen kann es durch Sickerwasser-, Schichtwasser- und Oberflächenwasserzutritten zu einem Wasserandrang in die Baugruben kommen. Wir empfehlen, in der Ausschreibung eine offene Wasserhaltung (möglichst vorausseilend) mittels ausreichend dimensionierten Pumpensämpfen vorzuhalten.



**TÖNIGES** GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

## **Wiederverfüllung des Kanal- und Leitungsgrabens**

Das Aushubmaterial für die Herstellung des Kanal- und Leitungsgrabens besteht aus den vorhandenen Auffüllungen, dem Lößlehm, dem Löß, dem Verwitterungsboden und dem Ton- und Tonmergelstein sowie eventuell den Kalksteinbruchstücken des angewitterten Fels des „Oberen Muschelkalks (mo)“.

Wir empfehlen, die anfallenden Böden für den Wiedereinbau vorzusehen. Dafür sind für etwa 30 % die eventuell erforderlichen Verbesserungsmaßnahmen, wie im Kapitel 7 beschrieben, in der Ausschreibung vorzusehen.

Beim Wiedereinbau dieses Aushubmaterials ist zwingend der ideale Wassergehalt der Böden zu beachten. Bei günstiger, trockener Witterung können diese Bodenarten, wie im Kapitel 7 beschrieben, wieder eingebaut werden.

Im Falle von schlechter Witterung empfehlen wir, ca. 25 % Fremdmaterial als Bedarfsposition vorzusehen.

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

Nach ZTVE-StB 17 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.



**TÖNIGES** GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

## 8.2 Straßenbau

Für die geplante Straßenbaumaßnahme muss eine ausreichende Tragfähigkeit und Frostsicherheit des Straßenaufbaus erzielt werden. Grundlagen hierfür sind die Richtlinien der RStO 12 und der ZTVE-StB 17.

Im Bereich der Straßentrasse ist das Rohplanum so zu verdichten, dass ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$  nachgewiesen werden kann. Mit den angetroffenen sowie anstehenden Böden ist die Erstellung eines Rohplanums möglich.

Gemäß den „Ergänzungen zu den Technischen Vertragsbedingungen im Straßenbau Baden-Württemberg“, (ETV-StB-BW, Ausgabe 2007), Teil 1, 1.07, „Witterungsempfindliche Böden im Planum“, ist besonders bei witterungsempfindlichen Böden (insbesondere TL, UL) im Planum eine Verbesserung vorzusehen.

Wir schlagen deshalb vor, für die Straßenabwicklung eine Verbesserung mittels einem Kalk-Zement-Gemisch (30/70) von etwa 5 - 8 kg/m<sup>2</sup> bei einer Frästiefe von etwa 0,4 m in der Ausschreibung als Bedarfsposition vorzuhalten. Zusätzlich oder alternativ kann auch eine Verbesserung mit einem Grobschlag (z.B. 0/90, 0/100 oder 0/120) von ca. 0,2 - 0,3 m Mächtigkeit als Bedarfsposition ausgeschrieben werden. Aufgrund der in der Vergangenheit immer häufiger auftretenden langen Trockenphasen (Klimawandel) kann es allerdings auch erforderlich werden, die anstehenden Böden zu wässern. Entsprechende Vorkehrungen (Wasseranschluss / Wasserwagen, o.ä.) empfehlen wir in der Ausschreibung mit aufzustellen.



**TÖNIGES** GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

Die Auffüllungen sowie die anstehenden geogenen Bodenarten im Bereich der Untersuchungstrasse gehören zum Großteil der **Frostempfindlichkeitsklasse F 3** (Lößlehm und Löß) und untergeordnet der **Frostempfindlichkeitsklasse F 2** (Verwitterungsboden) an. Aufgrund der überwiegend festgestellten **Frostempfindlichkeitsklasse F 3** ist je nach Belastungsklasse (Bk), unabhängig von den Anforderungen an die Tragfähigkeit, eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von  $\geq 50$  cm (Bk0,3) bzw. von  $\geq 60$  cm (Bk 3,2 bis Bk1,0) bzw. von  $\geq 65$  cm (Bk100 - Bk10) erforderlich.

**Die Zuordnungen der Belastungsklassen sind vor Baubeginn zu prüfen.**

Wir empfehlen, einen Mindestaufbau von  $\geq 60$  cm vorzusehen.

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

Die Überprüfung der Verdichtung sollte mittels Lastplattendruckversuchen erfolgen. Dies kann von unserem Büro durchgeführt werden.

## **9 Umwelttechnische Bewertung der bituminösen Deckschichten (Asphalt)**

- 9.1 Um den bestehenden Asphaltbelag der westlich an das Untersuchungs Gelände angrenzenden „Marbacher Straße“ und der südöstlich angrenzenden „Schwaikheimer Straße“ auf eine mögliche Kohlenteerstämmigkeit hin zu untersuchen, wurden am 04.10.2022 zwei Asphaltproben aus diesen Straßendecken entnommen.



**TÖNIGES** GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

Diese zwei Asphaltproben wurden hinsichtlich einer möglichen Kohlenteerstämmigkeit 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“) analysiert. Hierbei wurden die Proben auf PAK im Feststoff und Phenole im Eluat untersucht.

- 9.2 Die Bewertung der Asphaltproben 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.

Diese Richtlinie berücksichtigt für die Bewertung Belange des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes, des Bundesbodenschutzgesetzes, der Umweltverträglichkeit und des Arbeitsschutzes.

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. 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
<b>A</b>	Ausbauasphalt		≤ 25 mg/kg	≤ 0,1 mg/l
<b>B</b>	Ausbaustoffe mit teer- / pechtypischen Bestandteilen	vorwiegend steinkohlenteertypisch	> 25 mg/kg	≤ 0,1 mg/l
<b>C</b>		vorwiegend braunkohlenteertypisch	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 **Kaltmischverfahren** mit Bindemittel

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

**Hinweis 1:** Für die Verwertungsklassen B und C ist das Kaltmischverfahren 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 Verwertungsklassen B und C ist eine **thermische Behandlung / Verwertung** notwendig, sofern die Abbruchfläche 1.000 m<sup>2</sup> übersteigt und das Material dem Bereich von **Autobahnen, Bundes- oder Landstraßen** entstammt.

**Hinweis 3:** Für die Verwertungsklassen A kann auch eine Kaltverarbeitung ohne Bindemittel durchgeführt werden. Dabei muss der Einbau jedoch unter vollständiger Überbauung durch eine wasserundurchlässige 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.

### 9.3 Bei der Analyse wurde folgender PAK-Gehalt festgestellt:

	<b>Feststoff</b> [mg/kg]	<b>Phenolindex</b> [mg/l]	<b>Verwertungsklasse nach</b> <b>RuVA</b>
<b>Asphaltprobe 1</b> (0,0 - 0,14 m) „Marbacher Straße“	0,56	< 0,01	<b>A</b>
<b>Asphaltprobe 2</b> (0,0 - 0,15 m) „Schwaikheimer Straße“	0,88	< 0,01	<b>A</b>

### 9.4 Bewertung der Asphaltprobe:

Aus den Analysenergebnissen ergibt sich, dass der Asphaltaufbruch in den Untersuchungs-bereichen der „Marbacher Straße“ und der „Schwaikheimer Straße“ in Neckarrems entsprechend der **Verwertungsklasse A** verwendet werden kann.



**TÖNIGES** GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

Der Ausbauasphalt kann entweder im **Heißmischverfahren** verwendet oder im **Kaltmischverfahren ohne Bindemittel** unter vollständiger Überbauung durch eine wasserundurchlässige Schicht eingebaut werden. **Dieses Material ist somit unter o.g. Bedingungen im Straßenbau frei verwendbar.**

Gemäß den Vorgaben der RuVA-StB 01 ist bei Ausbaustoffen der Verwertungsklasse A eine hochwertige Art der Verwertung im Heißmischverfahren anzustreben.

Eine Verwertung als Deponieersatzbaustoff (PAK-Gehalt < 1.000 mg/kg) ist mit diesem Material möglich.

Gemäß der „Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen“ des Umweltministeriums Baden-Württembergs (Mai 2012) ist das Material in die **Deponieklasse 0** einzustufen.

Wird im Zuge der Baumaßnahme organoleptisch auffälliger Asphaltaufbruch festgestellt, ist dieser zu separieren und für die weitere Verwertung bzw. Entsorgung neu zu beproben. Im Zweifel ist der Gutachter hinzuzuziehen.

### **HINWEIS:**

Ist eine entsprechende **Verwertung** des anfallenden Materials **nicht** möglich und muss daher eine Entsorgung des Materials auf einer Deponie (Verwertung oder Beseitigung) erfolgen, so sind aufgrund der Einführung der Deponieverordnung (DepV) vom 27.04.2009 weitere Untersuchungen (Probennahmen, weiterführende Laboranalysen) erforderlich. Der Untersuchungsumfang richtet sich hierbei nach Masse, Herkunft und Zusammensetzung des Materials.



Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass es durch diese dann notwendigen Maßnahmen zu **Mehrkosten sowie eventuell zu Bauverzögerungen** kommen kann, da das Material bis zum Vorliegen der Ergebnisse nicht an einer Deponie angeliefert werden kann.

## 10 Bodenanalysen

### 10.1 VwV-Analysen

Damit das künftige Aushubmaterial hinsichtlich der Verwertung / Entsorgung **orientierend** beurteilt werden kann, wurde aus den vorhandenen Auffüllungen die Mischprobe „**MP Auffüllungen**“ und aus dem geogen anstehenden Boden die Mischprobe „**MP geogen gewachsener Boden**“ erstellt.

Diese Mischproben wurden bezüglich den Richtlinien der VwV (Boden)<sup>1</sup> chemisch untersucht. Zusätzlich wurden die Mischproben gemäß den Vorgaben und Parametern der aktuellen **Deponieverordnung** (DepV) Anhang 3 Tab. 2, Spalte 5-8 (ohne Säureneutralisationskapazität) untersucht, um sie für eine eventuelle Entsorgung / Verwertung auf einer Deponie einzustufen. Der Probenehmer erfüllt die Vorgaben gemäß dem Anhang 4 Nr. 1 DepV zur Beprobung von festen Abfällen (fachkundiger Probenehmer).

Die Proben wurden nach VwV Boden, Tabelle 6-1, folgendermaßen bewertet:

Probe	VwV Boden, Tabelle 6-1
MP Auffüllungen	Lehm/Schluff
MP geogen gewachsener Boden	Lehm/Schluff

<sup>1</sup> Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV) vom 14. März 2007. Tab. 6.1



**TÖNIGES** GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

## Abfalltechnische Bewertungsgrundlagen

Die Analysen der Proben bzw. Mischproben erfolgte gemäß der Parameterliste nach der VwV Boden Baden-Württemberg vom 14.03.2007, Tabelle 6-1. Diese Liste entspricht etwa den Tabellen II.1.2-2 und II.1.2-3 gemäß den überholten LAGA -Mitteilungen Nr. 20.

Gemäß VwV Boden werden die Messbefunde des zu verwertenden Bodenmaterials den Zuordnungswerten gemäß Tabelle 6-1 gegenübergestellt. Dadurch kann das Bodenmaterial einer „Einbaukonfiguration“ zugeordnet werden.

Die VwV Boden wird auf Bodenmaterial mit mineralischen Fremdbestandteilen kleiner und größer 10 Vol.-% (entspricht „LAGA Boden“ und „LAGA Baustoffe“) angewendet.

Bei der „Qualitätsstufe“ Z0 werden für die Bodenarten Sand, Lehm/Schluff und Ton für die Parameter Schwermetalle und Arsen im Feststoff unterschiedliche Zuordnungswerte genannt.

Bei einer „Verwertung in bodenähnlichen Anwendungen“ (z.B. Landschaftsbau) und zur „Verfüllung von Abgrabungen“ (Abbau von Steinen und Erde), wird zwischen den Einbaukonfigurationen Z0 und Z0\* unterschieden. Für die Verfüllung von Abgrabungen darf Z0 uneingeschränkt verwendet werden.

Der Einbau von Z0\*-Bodenmaterial ist unter bestimmten Voraussetzungen (Abdeckung, Mindestabstand zum höchsten Grundwasserstand, außerhalb der WSZ IIIA, Zone III Heilquellenschutzgebiete, Wasservorranggebiete und Karstgebiete) möglich.

Bodenmaterial mit der Qualitätsstufe Z1 und Z2 kann ausschließlich in technischen Bauwerken (z.B. Straßenbau, Bau von Lärm- und Sichtschutzwällen, Herstellung von Parkplatzflächen) verwertet werden.



**TÖNIGES** GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

Bei der Einbaukonfiguration Z1 wird zwischen Z1.1 und Z1.2 mit günstigen hydrogeologischen Verhältnissen unterschieden. Es handelt sich um eine Verwertung in technischen Bauwerken mit wasserdurchlässiger Oberfläche bzw. ohne definierte technische Sicherungsmaßnahmen (z.B. Parkplatzflächen, nicht versiegelt). Hierbei sind einige Bedingungen einzuhalten.

Bei der Einbaukonfiguration Z2 handelt es sich um eine Verwertung in technischen Bauwerken. Es handelt sich hierbei z.B. um Bauwerke mit wasserundurchlässigen Deckschichten (z.B. Parkplätze mit Beton- oder Asphaltdecke). Hierbei sind einige Bedingungen einzuhalten.

Bei Überschreitung der Zuordnungswerte Z2 erfolgt die Bewertung gemäß der Deponieverordnung (DepV; Deponieklasse DKI und DKII) und sonstigen in Baden-Württemberg gültigen Vorschriften.

Die Laborergebnisse sind als Anlage Nr. 5 gemäß den Analysenberichten Nr. 449/6833 und 449/6834 der BVU GmbH, Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH, Markt Rettenbach, dargestellt.



### Analysenergebnisse und Zuordnungswerte gemäß VwV und DepV

Parameter	Einheit	MP Auffüllungen	VwV Boden	DepV
			Lehm/Schluff	
<b>Feststoff</b>				
Glühverlust	[Masse-%]	4,0	-	(DK I)**
TOC	[Masse-%]	0,81	-	DK 0
lipophile Stoffe	[Masse-%]	< 0,02	-	DK 0
EOX	[mg/kg]	< 0,5	Z 0	-
MKW C10-C40	[mg/kg]	< 50	Z 0	DK 0
MKW C10-C22	[mg/kg]	< 30	Z 0	DK 0
Σ-BTEX	[mg/kg]	< BG	Z 0	DK 0
Σ-LHKW	[mg/kg]	< BG	Z 0	DK 0
PAK n. EPA	[mg/kg]	1,74	Z 0	DK 0
Benzo(a)pyren	[mg/kg]	0,16	Z 0	-
PCB <sub>7</sub>	[mg/kg]	< BG	Z 0	DK 0
Arsen	[mg/kg]	14	Z 0	-
Blei	[mg/kg]	26	Z 0	-
Cadmium	[mg/kg]	0,5	Z 0	-
Chrom, gesamt	[mg/kg]	47	Z 0	-
Kupfer	[mg/kg]	28	Z 0	-
Nickel	[mg/kg]	31	Z 0	-
Quecksilber	[mg/kg]	0,11	Z 0	-
Thallium	[mg/kg]	< 0,4	Z 0	-
Zink	[mg/kg]	94	Z 0	-
Cyanide, gesamt	[mg/kg]	< 0,25	Z 0	-
<b>Eluat</b>				
pH-Wert	[ ]	8,36	Z 0	DK 0
Leitfähigkeit	[μS/cm]	99	Z 0	-
Chlorid	[mg/l]	< 2	Z 0	DK 0
Sulfat	[mg/l]	< 5	Z 0	DK 0
Cyanide, gesamt	[mg/l]	< 0,005	Z 0	-
Cyanide, leicht frei- setzbar	[mg/l]	< 0,005	-	DK 0
Phenolindex	[μg/l]	< 10	Z 0	DK 0
Arsen	[μg/l]	< 4	Z 0	DK 0
Blei	[μg/l]	< 5	Z 0	DK 0



**TÖNIGES** GmbH  
 Beratende Geologen  
 und Ingenieure  
 Sinsheim  
 Tel. (0 72 61) 92 11-0  
 Fax (0 72 61) 92 11-22

Parameter	Einheit	MP Auffüllungen	VwV Boden	DepV
Eluat			Lehm/Schluff	
Cadmium	[µg/l]	< 0,2	Z 0	DK 0
Chrom, ges.	[µg/l]	< 5	Z 0	DK 0
Kupfer	[µg/l]	< 5	Z 0	DK 0
Nickel	[µg/l]	< 5	Z 0	DK 0
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15	Z 0	DK 0
Zink	[µg/l]	< 10	Z 0	DK 0
Barium	[µg/l]	53	-	DK 0
Molybdän	[µg/l]	< 5	-	DK 0
Antimon	[µg/l]	< 3	-	DK 0
Selen	[µg/l]	< 4	-	DK 0
DOC	[mg/l]	4,7	-	DK 0
Fluorid	[mg/l]	0,74	-	DK 0
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	[mg/l]	138	-	DK 0
<b>Gesamteinstufung</b>			<b>Z 0</b>	<b>DK 0</b>

- ohne Zuordnung in der DepV bzw. VwV

\*\* kann gleichwertig zu TOC angewandt werden

< BG: Messergebnis ist kleiner als die laboranalytische Bestimmungsgrenze



### Analysenergebnisse und Zuordnungswerte gemäß VwV und DepV

Parameter	Einheit	MP geogen gewachsener Boden	VwV Boden	DepV
			Lehm/Schluff	
<b>Feststoff</b>				
Glühverlust	[Masse-%]	2,2	-	DK 0
TOC	[Masse-%]	0,56	-	DK 0
lipophile Stoffe	[Masse-%]	< 0,02	-	DK 0
EOX	[mg/kg]	< 0,5	Z 0	-
MKW C10-C40	[mg/kg]	< 50	Z 0	DK 0
MKW C10-C22	[mg/kg]	< 30	Z 0	DK 0
Σ-BTEX	[mg/kg]	< BG	Z 0	DK 0
Σ-LHKW	[mg/kg]	< BG	Z 0	DK 0
PAK n. EPA	[mg/kg]	< BG	Z 0	DK 0
Benzo(a)pyren	[mg/kg]	< 0,04	Z 0	-
PCB <sub>7</sub>	[mg/kg]	< BG	Z 0	DK 0
Arsen	[mg/kg]	10	Z 0	-
Blei	[mg/kg]	8,8	Z 0	-
Cadmium	[mg/kg]	0,7	Z 0	-
Chrom, gesamt	[mg/kg]	19	Z 0	-
Kupfer	[mg/kg]	14	Z 0	-
Nickel	[mg/kg]	14	Z 0	-
Quecksilber	[mg/kg]	0,03	Z 0	-
Thallium	[mg/kg]	< 0,4	Z 0	-
Zink	[mg/kg]	54	Z 0	-
Cyanide, gesamt	[mg/kg]	< 0,25	Z 0	-
<b>Eluat</b>				
pH-Wert	[ ]	8,69	Z 0	DK 0
Leitfähigkeit	[μS/cm]	76	Z 0	-
Chlorid	[mg/l]	< 2	Z 0	DK 0
Sulfat	[mg/l]	< 5	Z 0	DK 0
Cyanide, gesamt	[mg/l]	< 0,005	Z 0	-
Cyanide, leicht freisetzbar	[mg/l]	< 0,005	-	DK 0
Phenolindex	[μg/l]	< 10	Z 0	DK 0
Arsen	[μg/l]	< 4	Z 0	DK 0
Blei	[μg/l]	< 5	Z 0	DK 0



Parameter	Einheit	MP geogen gewachsener Boden	VwV Boden	DepV
Eluat			Lehm/Schluff	
Cadmium	[µg/l]	< 0,2	Z 0	DK 0
Chrom, ges.	[µg/l]	< 5	Z 0	DK 0
Kupfer	[µg/l]	< 5	Z 0	DK 0
Nickel	[µg/l]	< 5	Z 0	DK 0
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15	Z 0	DK 0
Zink	[µg/l]	< 10	Z 0	DK 0
Barium	[µg/l]	17	-	DK 0
Molybdän	[µg/l]	< 5	-	DK 0
Antimon	[µg/l]	< 3	-	DK 0
Selen	[µg/l]	< 4	-	DK 0
DOC	[mg/l]	1,6	-	DK 0
Fluorid	[mg/l]	< 0,5	-	DK 0
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	[mg/l]	40	-	DK 0
<b>Gesamteinstufung</b>			<b>Z 0</b>	<b>DK 0</b>

- ohne Zuordnung in der DepV bzw. VwV

< BG: Messergebnis ist kleiner als die laboranalytische Bestimmungsgrenze

## 10.2 **Bewertung:**

Die Mischproben „**MP Auffüllungen**“ und „**MP geogen gewachsener Boden**“ aus den genannten Untersuchungsbereichen des Neubaugebiets „**Östlich Marbacher Straße**“ in Neckarrems weisen gemäß VwV Boden **keine** Grenzwertüberschreitungen auf. Damit ergibt sich für dieses anfallende Material eine Einstufung in die **Qualitätsstufe Z 0**.

**Dieses Material ist unter o.g. Bedingungen frei verwendbar.**

Das Material, repräsentiert durch die Mischproben „**MP Auffüllungen**“ und „**MP geogen gewachsener Boden**“ kann auf Deponien ab der Klasse **DK 0** verbracht werden. Für eine Entsorgung auf Deponien sollte der vorliegende Bericht mit den Anlagen den annehmenden Stellen vorgelegt werden.

**Eine Wiederverwendung auf der Baustelle ist möglich.**



**TÖNIGES** GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

Es ist zu beachten, dass bei einem Antreffen von organoleptisch auffälligem Material, dieses separiert und getrennt entsorgt/verwertet werden muss. Im Zweifel ist der Gutachter hinzuzuziehen.

### 10.3 **Hinweis:**

Die im Zuge der geplanten Baumaßnahme anfallenden Böden aus den Untersuchungsbereichen sind nach den Ergebnissen der Baugrunderkundungen unter den oben genannten Bedingungen für den Wiedereinbau geeignet (siehe Kapitel 7 und Kapitel 10).

Für das zum Wiedereinbau geeignete sowie vorgesehene Material empfehlen wir, vor dem Wiedereinbau den Wassergehalt dieser Böden zu überprüfen. Bei erhöhten Wassergehalten werden gegebenenfalls Verbesserungsmaßnahmen erforderlich. Im Zweifel ist der Gutachter hinzuzuziehen.

Anfallendes Aushubmaterial, das nicht für den Wiedereinbau vorgesehen bzw. geeignet ist, ist entsprechend zu verwerten bzw. zu entsorgen. Die überschüssigen Aushubmassen sollten auf Miete zwischengelagert werden, um für eine mögliche Verwertung / Entsorgung erneut beprobt zu werden.

Die Ergebnisse der **orientierenden** umwelttechnischen Untersuchungen und der Einordnung in die Qualitätsstufen gemäß der VwV Boden wurden im Hinblick auf eine Verwertung des Materials in entsprechenden technischen Bauwerken durchgeführt. Ist eine entsprechende **Verwertung** des anfallenden Materials **nicht** möglich und muss daher eine Entsorgung des Materials auf einer Deponie (Verwertung oder Beseitigung) erfolgen, so sind aufgrund der Einführung der Deponieverordnung (DepV) vom 27.04.2009 weitere Untersuchungen (Probennahmen, weiterführende Laboranalysen) erforderlich. Der Untersuchungsumfang richtet sich hierbei nach Masse, Herkunft und Zusammensetzung des Materials.



TÖNIGES GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass es durch diese dann notwendigen Maßnahmen zu **Mehrkosten sowie eventuell zu Bauverzögerungen** kommen kann, da das Material bis zum Vorliegen der Ergebnisse nicht an einer Deponie angeliefert werden kann.

## 11 Anmerkungen

Die Untergrundverhältnisse wurden anhand von punktuellen Aufschlüssen 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.



**TÖNIGES** GmbH  
Beratende Geologen  
und Ingenieure  
Sinsheim  
Tel. (0 72 61) 92 11-0  
Fax (0 72 61) 92 11-22

Für umliegende Gebäude empfehlen wir, vor Beginn der Baumaßnahme eine Beweissicherung durchzuführen.

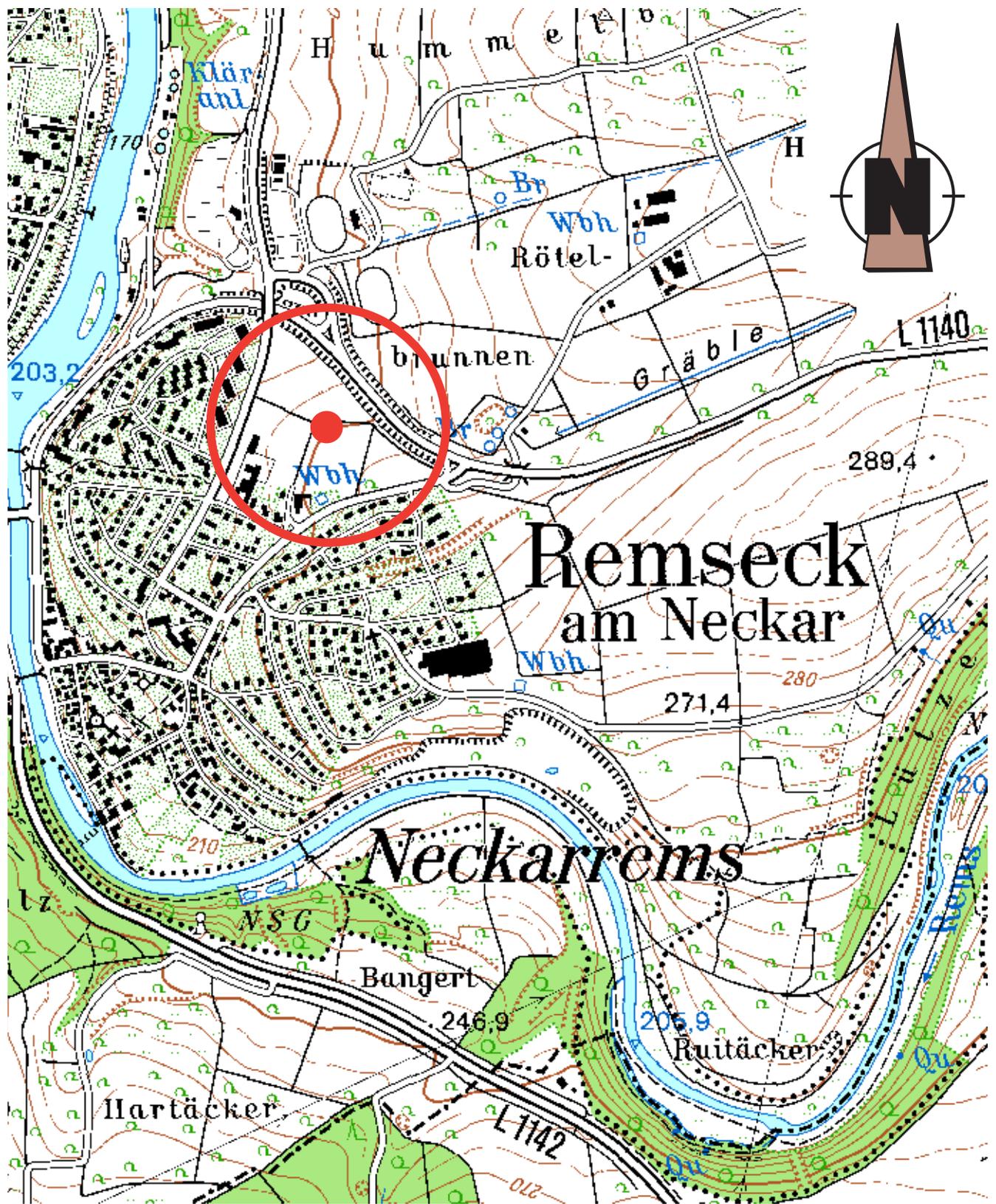
Das Gutachten darf nur als Gesamtes an Dritte weitergegeben werden. Bei der Weitergabe von einzelnen Kapiteln oder Anlagen besteht die Gefahr einer Fehlinterpretation.

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

*pdf-Dokument, ohne Unterschrift gültig*

M. Leibing, Dipl.-Geol.

J. Lanz, Dipl.-Geol.



Untersuchungsgebiet

TÖNIGES GmbH  
INGENIEUR-  
GEOLOGISCHES  
BÜRO



Kleines Feldlein 4  
D-74889 Sinsheim

FON: 07261 / 92 11 - 0  
FAX: 07261 / 92 11 - 22

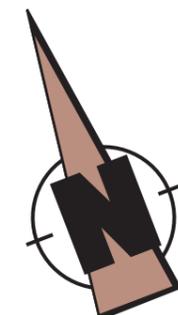
Neckarrens, Erschließung NBG "Östlich Marbacher Straße"  
Geografische Lage des Untersuchungsgebietes

gezeichnet: J. Lanz / 11.11.2022

Anlage-Nr.: 1,1

Maßstab: 1 : 10.000

Projekt-Nr.: P22-1143



- BZP  
 Bezugspunkt:  
 OK Kanaldeckel  
 "A255,19" = 257,78 m ü. NN
  
- RKS1  
 Rammkernsondierung
  
- AP1  
 Asphaltprobe
  
- VV1  
 Versickerungsversuch

**TÖNIGES GmbH**  
**INGENIEUR-  
 GEOLOGISCHES  
 BÜRO**



Kleines Feldlein 4  
 D-74889 Sinsheim

FON: 07261 / 92 11 - 0  
 FAX: 07261 / 92 11 - 22

Neckarrens, Erschließung NBG "Östlich Marbacher Straße"  
 Lageplan der Bohransatzpunkte

gezeichnet: J. Lanz / 11.11.2022

Anlage-Nr.: 1.2

Maßstab: 1 : 2.000

Projekt-Nr.: P22-1143

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: Bericht: AZ: <b>P22-1143</b>	
Bauvorhaben: <b>Remseck am Neckar, OT Neckarrems, NBG "Östlich der Marbacher Straße"</b>							
Bohrung Nr.: <b>RKS 1 / Blatt 1</b>					Datum: <b>04.10.2022</b>		
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		i) Kalk-gehalt		
<b>0,30</b>	a) <b>Schluff, feinsandig, kiesig, schwach tonig, schwach organisch</b>			<b>BKL 1+4</b>			
	b) <b>Oberboden</b>						
	c) <b>locker</b>	d)	e) <b>dkl.braungrau</b>				
	f)	g) <b>Mutterboden</b>	h) <b>OH</b>				
<b>0,70</b>	a) <b>Schluff, feinsandig, tonig, schwach kiesig</b>			<b>BKL 4</b>			
	b) <b>kiesig = Ziegelsteinbruchstücke</b>						
	c) <b>halbfest</b>	d)	e) <b>braungrau</b>				
	f)	g) <b>Auffüllung</b>	h) <b>UL,TL</b>				
<b>4,20</b>	a) <b>Kies, feinsandig, schluffig, tonig</b>			<b>BKL 3-5</b>			
	b)						
	c) <b>mitteldicht bis halbfest</b>	d)	e) <b>braungrau-grau</b>				
	f)	g) <b>Verwitterungsboden</b>	h) <b>GU,GT</b>				
<b>4,21</b>	a) <b>Bohrhindernis</b>						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				

1) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: Bericht: AZ: <b>P22-1143</b>	
Bauvorhaben: <b>Remseck am Neckar, OT Neckarrems, NBG "Östlich der Marbacher Straße"</b>							
Bohrung Nr.: <b>RKS 2 / Blatt 1</b>					Datum: <b>04.10.2022</b>		
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 <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) Kalk-gehalt		
<b>0,40</b>	a) <b>Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach organisch</b>			<b>BKL 1+4</b>			
	b) <b>Oberboden</b>						
	c) <b>locker</b>	d)	e) <b>dkl.braungrau</b>				
	f)	g) <b>Mutterboden</b>	h) <b>OH</b>				
<b>1,20</b>	a) <b>Schluff, feinsandig, tonig, schwach kiesig</b>			<b>BKL 4</b>			
	b) <b>kiesig = Ziegelsteinbruchstücke</b>						
	c) <b>halbfest</b>	d)	e) <b>braungrau</b>				
	f)	g) <b>Auffüllung</b>	h) <b>UL,TL</b>				
<b>2,00</b>	a) <b>Schluff, stark feinsandig, schwach tonig</b>			<b>BKL 4</b>			
	b)						
	c) <b>halbfest</b>	d)	e) <b>hellbraun</b>				
	f)	g) <b>LöB</b>	h) <b>UL,SU<sup>-</sup></b>				
<b>3,50</b>	a) <b>Schluff, feinsandig, tonig</b>			<b>BKL 4</b>			
	b)						
	c) <b>halbfest</b>	d)	e) <b>braun</b>				
	f)	g) <b>Lößlehm</b>	h) <b>UL,TL</b>				
<b>3,80</b>	a) <b>Kies, feinsandig, schluffig, tonig</b>			<b>BKL 3-5</b>			
	b)						
	c) <b>mitteldicht bis halbfest</b>	d)	e) <b>braun-grau</b>				
	f)	g) <b>Verwitterungsboden</b>	h) <b>GU,GT</b>				
<b>3,81</b>	a) <b>Bohrhindernis</b>						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: Bericht: AZ: <b>P22-1143</b>	
Bauvorhaben: <b>Remseck am Neckar, OT Neckarrems, NBG "Östlich der Marbacher Straße"</b>							
Bohrung Nr.: <b>RKS 3 / Blatt 1</b>					Datum: <b>04.10.2022</b>		
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 <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) Kalk-gehalt		
<b>0,40</b>	a) <b>Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach organisch</b>			<b>BKL 1+4</b>			
	b) <b>Oberboden</b>						
	c) <b>locker</b>	d)	e) <b>dkl.braungrau</b>				
	f)	g) <b>Mutterboden</b>	h) <b>OH</b>				
<b>2,60</b>	a) <b>Schluff, stark feinsandig, schwach tonig</b>			<b>BKL 4</b>			
	b)						
	c) <b>halbfest</b>	d)	e) <b>hellbraun</b>				
	f)	g) <b>Löß</b>	h) <b>UL,SU<sup>-</sup></b>				
<b>3,00</b>	a) <b>Kies, feinsandig, schwach schluffig, schwach tonig</b>			<b>BKL 3-5</b>			
	b)						
	c) <b>mitteldicht bis halbfest</b>	d)	e) <b>grau</b>				
	f)	g) <b>Verwitterungsboden</b>	h) <b>GW,GU</b>				
<b>3,01</b>	a) <b>Bohrhindernis</b>						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

		Schichtenverzeichnis				Anlage:		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						AZ: <b>P22-1143</b>		
Bauvorhaben: <b>Remseck am Neckar, OT Neckarrems, NBG "Östlich der Marbacher Straße"</b>								
Bohrung						Datum: <b>04.10.2022</b>		
Nr.: <b>RKS 4 / Blatt 1</b>								
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 <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) Kalk-gehalt		
<b>0,40</b>	a) <b>Schluff, feinsandig, kiesig, schwach tonig, schwach organisch</b>			<b>BKL 1+4</b>				
	b) <b>Oberboden</b>							
	c) <b>locker</b>	d)	e) <b>dkl.braungrau</b>					
	f)	g) <b>Mutterboden</b>	h) <b>OH</b>					
<b>1,00</b>	a) <b>Schluff, kiesig, feinsandig, tonig</b>			<b>BKL 4</b>				
	b) <b>kiesig = Ziegelsteinbruchstücke, Muschelkalkbruchstücke</b>							
	c) <b>halbfest</b>	d)	e) <b>graubraun</b>					
	f)	g) <b>Auffüllung</b>	h) <b>UL, GU<sup>-</sup></b>					
<b>2,50</b>	a) <b>Schluff, stark feinsandig, schwach tonig</b>			<b>BKL 4</b>				
	b)							
	c) <b>halbfest</b>	d)	e) <b>hellbraun</b>					
	f)	g) <b>LöB</b>	h) <b>UL, SU<sup>-</sup></b>					
<b>2,90</b>	a) <b>Kies, feinsandig, schluffig, tonig</b>			<b>BKL 3-5</b>				
	b)							
	c) <b>mitteldicht bis halbfest</b>	d)	e) <b>braun-grau</b>					
	f)	g) <b>Verwitterungsboden</b>	h) <b>GU, GT</b>					
<b>2,91</b>	a) <b>Bohrhindernis</b>							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: Bericht: AZ: <b>P22-1143</b>	
Bauvorhaben: <b>Remseck am Neckar, OT Neckarrems, NBG "Östlich der Marbacher Straße"</b>							
Bohrung Nr.: <b>RKS 5 / Blatt 1</b>					Datum: <b>04.10.2022</b>		
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 <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) Kalk-gehalt		
<b>0,40</b>	a) <b>Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach organisch</b>			<b>BKL 1+4</b>			
	b) <b>Oberboden</b>						
	c) <b>locker</b>	d)	e) <b>dkl.braungrau</b>				
	f)	g) <b>Mutterboden</b>	h) <b>OH</b>				
<b>0,80</b>	a) <b>Schluff, feinsandig, tonig</b>			<b>BKL 4</b>			
	b)						
	c) <b>halbfest</b>	d)	e) <b>braungrau</b>				
	f)	g) <b>Lößlehm</b>	h) <b>UL,TL</b>				
<b>4,50</b>	a) <b>Schluff, stark feinsandig, schwach tonig</b>			<b>BKL 4</b>			
	b)						
	c) <b>halbfest</b>	d)	e) <b>hellbraun</b>				
	f)	g) <b>Löß</b>	h) <b>UL,SU<sup>-</sup></b>				
<b>4,70</b>	a) <b>Tonstein/Tonmergelstein</b>			<b>BKL 5-6</b>			
	b)						
	c) <b>halbfest bis fest</b>	d)	e) <b>braungrau</b>				
	f)	g) <b>angew. Fels</b>	h)				
<b>4,71</b>	a) <b>Bohrhindernis</b>						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

		Schichtenverzeichnis				Anlage:		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						AZ: <b>P22-1143</b>		
Bauvorhaben: <b>Remseck am Neckar, OT Neckarrems, NBG "Östlich der Marbacher Straße"</b>								
Bohrung						Datum: <b>04.10.2022</b>		
Nr.: <b>RKS 6 / Blatt 1</b>								
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 <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) Kalk-gehalt		
<b>0,40</b>	a) <b>Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach organisch</b>			<b>BKL 1+4</b>				
	b) <b>Oberboden</b>							
	c) <b>locker</b>	d)	e) <b>dkl.braungrau</b>					
	f)	g) <b>Mutterboden</b>	h) <b>OH</b>					
<b>4,70</b>	a) <b>Schluff, feinsandig, tonig, kiesig</b>			<b>BKL 4</b>				
	b)							
	c) <b>halbfest bis steif</b>	d)	e) <b>braungrau</b>					
	f)	g) <b>Lößlehm</b>	h) <b>UL,TL</b>					
<b>5,20</b>	a) <b>Kies, feinsandig, schluffig, tonig</b>			<b>BKL 3-5</b>				
	b)							
	c) <b>mitteldicht bis halbfest</b>	d)	e) <b>braun-grau</b>					
	f)	g) <b>Verwitterungsboden</b>	h) <b>GU,GT</b>					
<b>5,21</b>	a) <b>Bohrhindernis</b>							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

		Schichtenverzeichnis				Anlage:		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						AZ: <b>P22-1143</b>		
Bauvorhaben: <b>Remseck am Neckar, OT Neckarrems, NBG "Östlich der Marbacher Straße"</b>								
Bohrung						Datum: <b>04.10.2022</b>		
Nr.: <b>RKS 7 / Blatt 1</b>								
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 <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) Kalk-gehalt		
<b>0,40</b>	a) <b>Schluff, feinsandig, kiesig, schwach tonig, schwach organisch</b>			<b>BKL 1+4</b>				
	b) <b>Oberboden</b>							
	c) <b>locker</b>	d)	e) <b>dkl.braungrau</b>					
	f)	g) <b>Mutterboden</b>	h) <b>OH</b>					
<b>1,50</b>	a) <b>Schluff, feinsandig, tonig, kiesig</b>			<b>BKL 4</b>				
	b) <b>kiesig = Ziegelsteinbruchstücke</b>							
	c) <b>halbfest</b>	d)	e) <b>braungrau</b>					
	f)	g) <b>Auffüllung</b>	h) <b>UL,TL</b>					
<b>3,00</b>	a) <b>Kies, feinsandig, schluffig, tonig</b>			<b>BKL 3-5</b>				
	b)							
	c) <b>mitteldicht bis halbfest</b>	d)	e) <b>braun-grau</b>					
	f)	g) <b>Verwitterungsboden</b>	h) <b>GU,GT</b>					
<b>3,01</b>	a) <b>Bohrhindernis</b>							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					

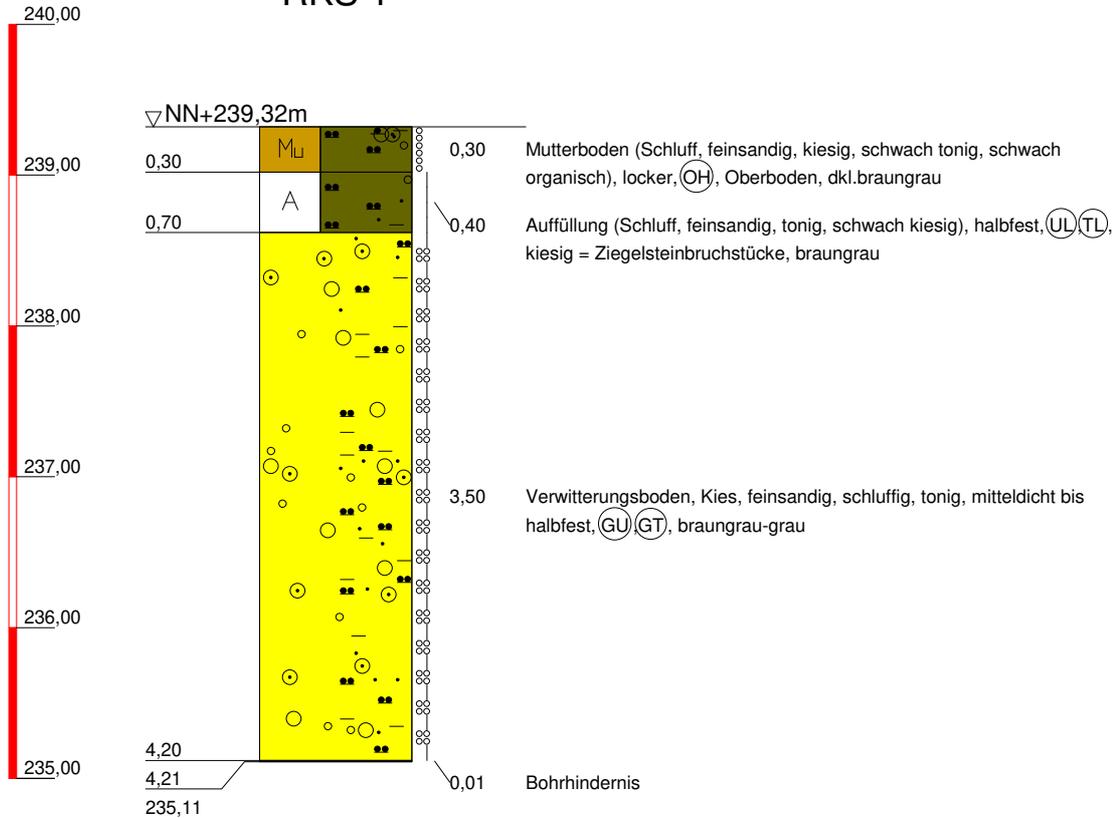
<sup>1)</sup> Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

		Schichtenverzeichnis				Anlage:		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						AZ: <b>P22-1143</b>		
Bauvorhaben: <b>Remseck am Neckar, OT Neckarrems, NBG "Östlich der Marbacher Straße"</b>								
Bohrung						Datum: <b>04.10.2022</b>		
Nr.: <b>RKS 8 / Blatt 1</b>								
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 <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) Kalk-gehalt		
<b>0,40</b>	a) <b>Schluff, feinsandig, kiesig, schwach tonig, schwach organisch</b>			<b>BKL 1+4</b>				
	b) <b>Oberboden</b>							
	c) <b>locker</b>	d)	e) <b>dkl.braungrau</b>					
	f)	g) <b>Mutterboden</b>	h) <b>OH</b>					
<b>0,80</b>	a) <b>Schluff, feinsandig, tonig, kiesig</b>			<b>BKL 4</b>				
	b)							
	c) <b>halbfest</b>	d)	e) <b>braun</b>					
	f)	g) <b>Lößlehm</b>	h) <b>UL,TL</b>					
<b>2,30</b>	a) <b>Kies, sandig, schluffig</b>			<b>BKL 3-5</b>				
	b)							
	c) <b>mitteldicht bis halbfest</b>	d)	e) <b>braun-grau</b>					
	f)	g) <b>Verwitterungsboden</b>	h) <b>GW,GU</b>					
<b>2,31</b>	a) <b>Bohrhindernis</b>							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

NN+m

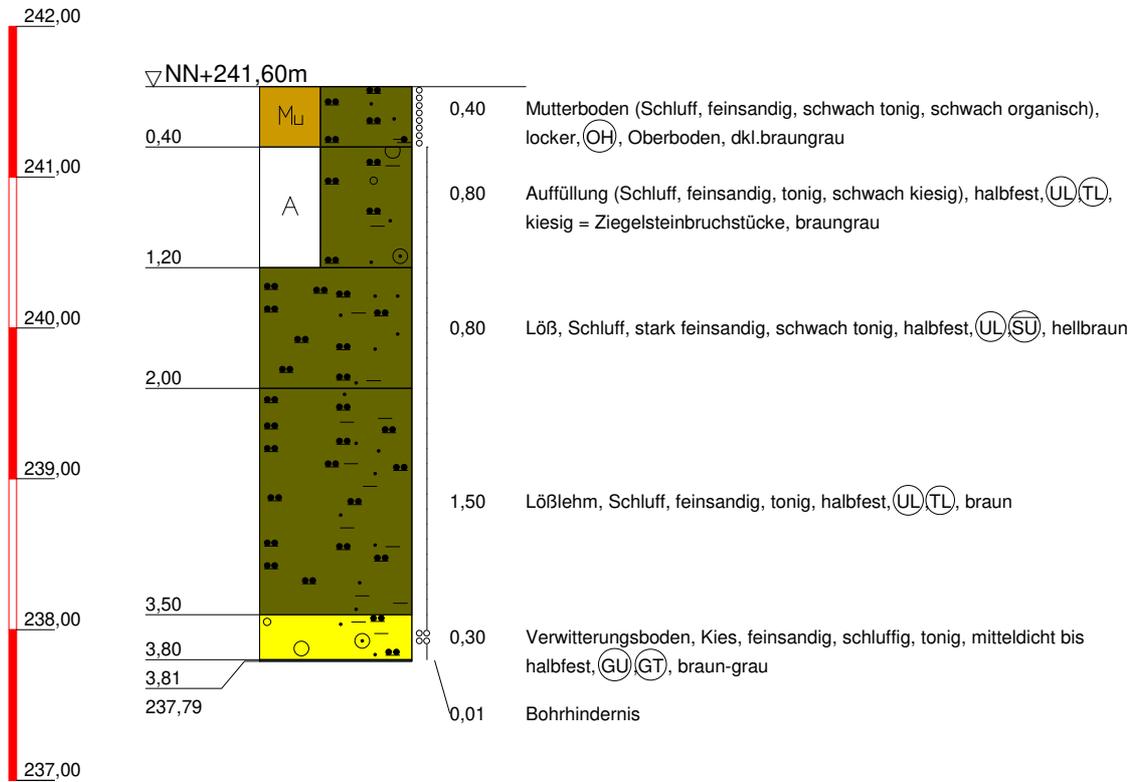
# RKS 1



<b>Töniges GmbH</b> Beratende Geol. und Ing.  Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22	<b>Bauvorhaben:</b> Remseck am Neckar, OT Neckarrems, NBG "Östlich der Marbacher Straße"  <b>Planbezeichnung:</b> Schichtenprofile	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: P22-1143
		Datum: 04.10.2022
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: J. Lanz

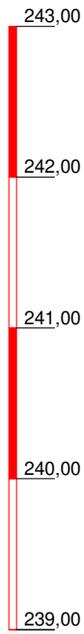
NN+m

## RKS 2



<b>Töniges GmbH</b> Beratende Geol. und Ing.  Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22	<b>Bauvorhaben:</b> Remseck am Neckar, OT Neckarrems, NBG "Östlich der Marbacher Straße"  <b>Planbezeichnung:</b> Schichtenprofile	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: P22-1143
		Datum: 04.10.2022
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: J. Lanz

NN+m



### RKS 3

▽ NN+242,14m

0,40

M<sub>U</sub>

0,40

Mutterboden (Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach organisch), locker, (OH), Oberboden, dkl.braungrau

2,20

2,20

Löß, Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, halbfest, (UL)(SU), hellbraun

2,60

0,40

Verwitterungsboden, Kies, feinsandig, schwach schluffig, schwach tonig, mitteldicht bis halbfest, (GW)(GU), grau

3,00

0,01

Bohrhindernis

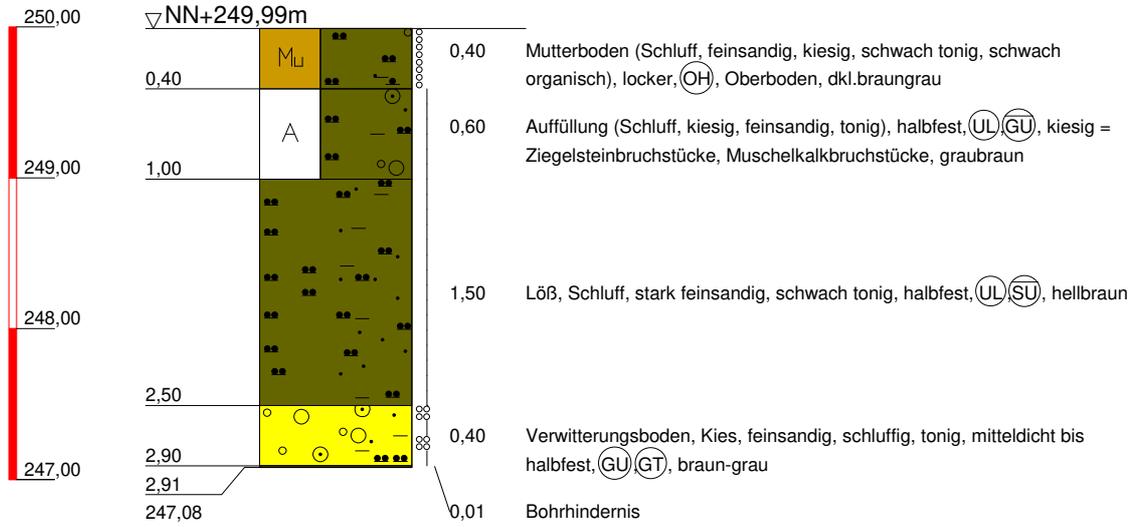
3,01

239,13

<b>Töniges GmbH</b> Beratende Geol. und Ing.  Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22	<b>Bauvorhaben:</b> Remseck am Neckar, OT Neckarrems, NBG "Östlich der Marbacher Straße"  <b>Planbezeichnung:</b> Schichtenprofile	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: P22-1143
		Datum: 04.10.2022
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: J. Lanz

# RKS 4

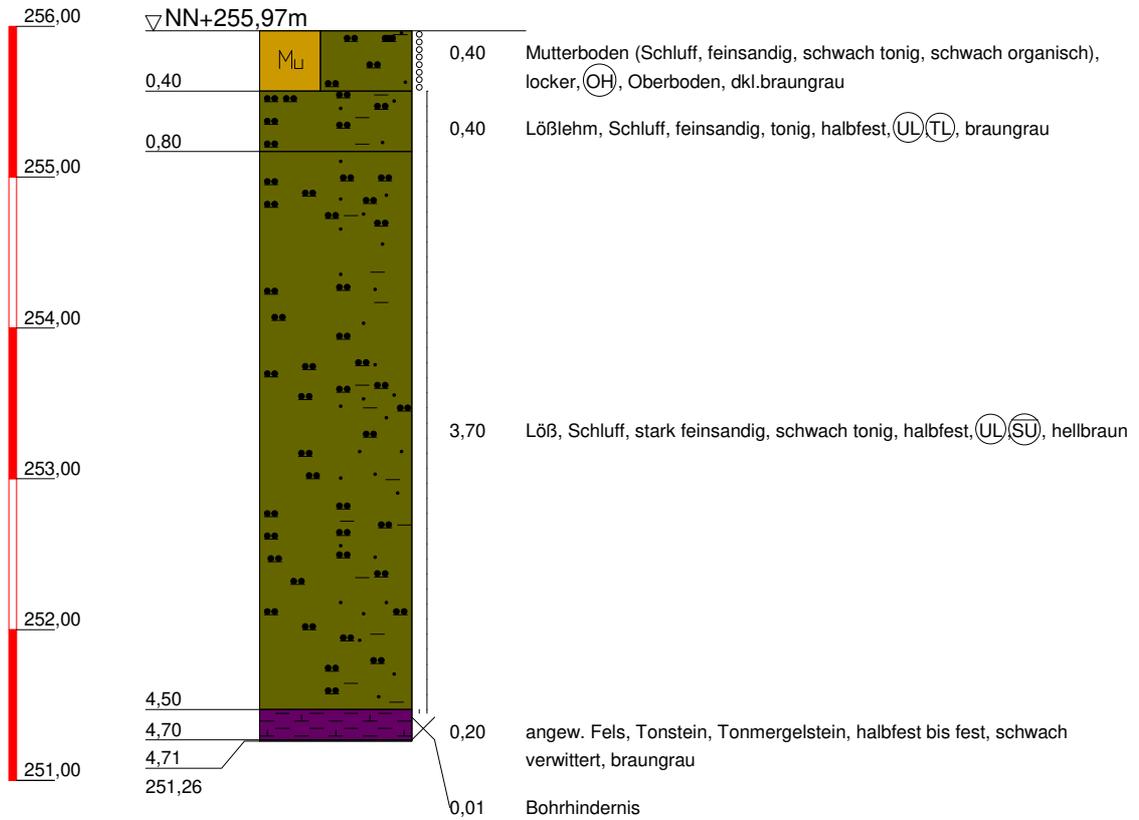
NN+m



<p><b>Töniges GmbH</b> Beratende Geol. und Ing.</p> <p>Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22</p>	<p><b>Bauvorhaben:</b> Remseck am Neckar, OT Neckarrems, NBG "Östlich der Marbacher Straße"</p> <p><b>Planbezeichnung:</b> Schichtenprofile</p>	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: P22-1143
		Datum: 04.10.2022
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: J. Lanz

# RKS 5

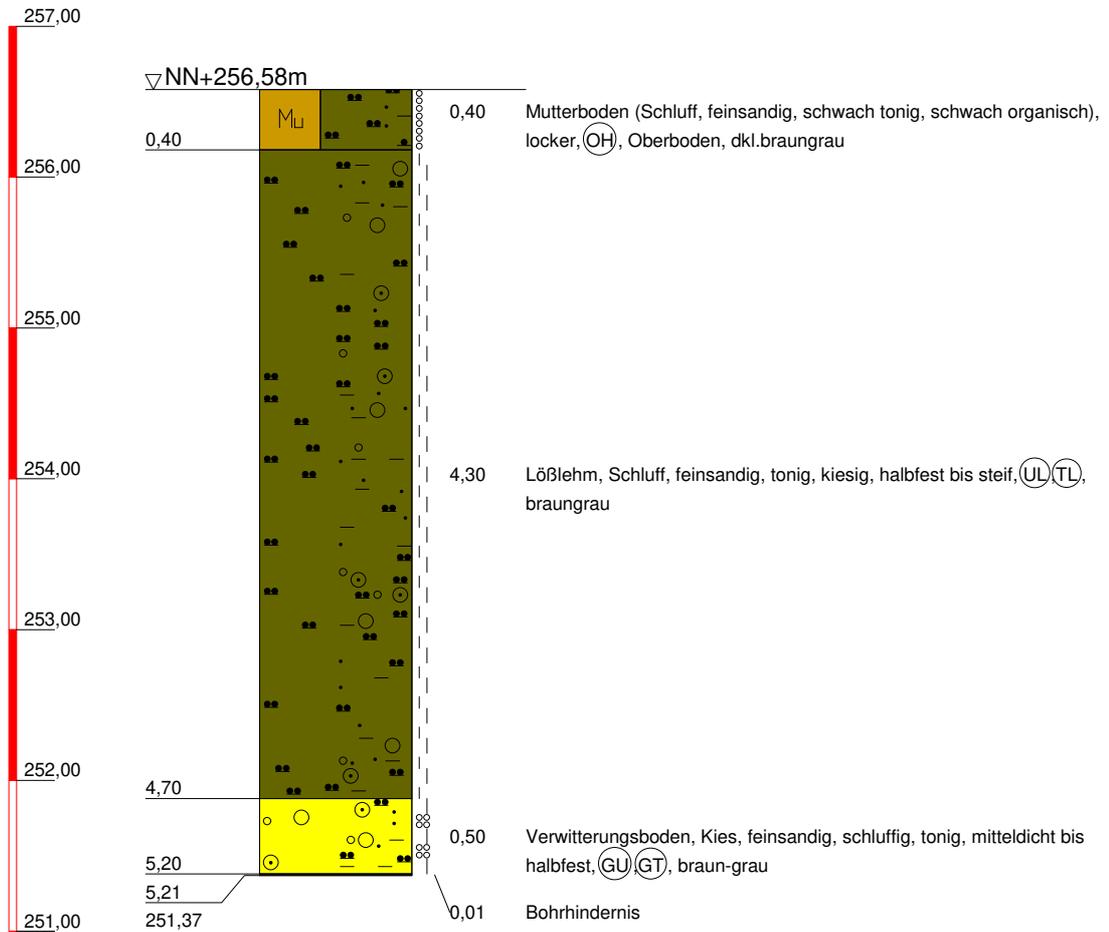
NN+m



<p><b>Töniges GmbH</b> Beratende Geol. und Ing.</p> <p>Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22</p>	<p><b>Bauvorhaben:</b> Remseck am Neckar, OT Neckarrems, NBG "Östlich der Marbacher Straße"</p> <p><b>Planbezeichnung:</b> Schichtenprofile</p>	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: P22-1143
		Datum: 04.10.2022
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: J. Lanz

NN+m

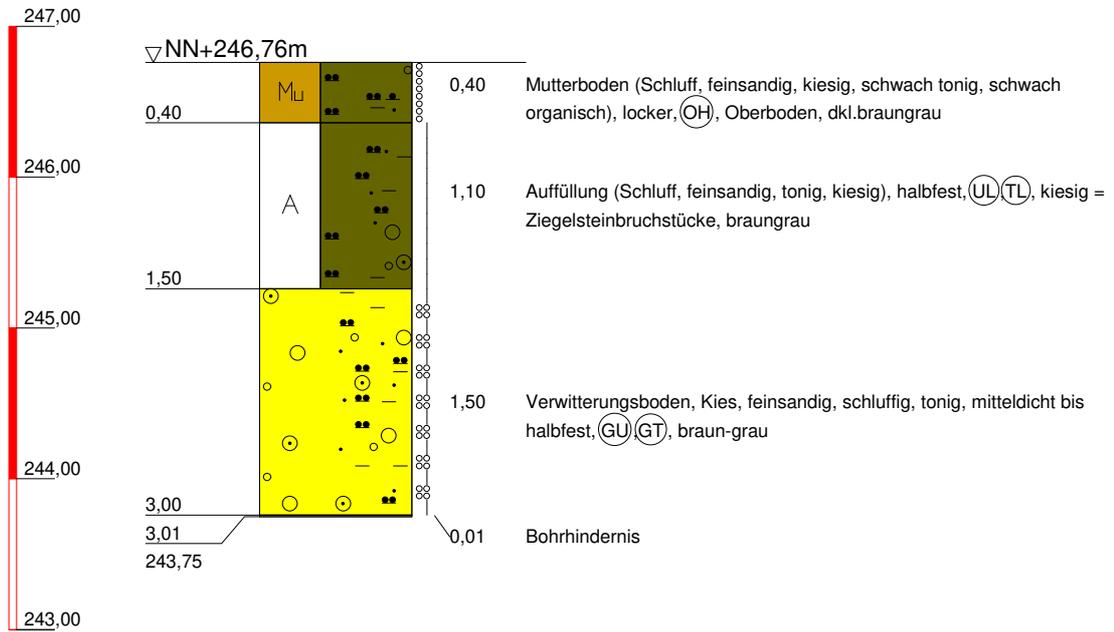
# RKS 6



<b>Töniges GmbH</b> Beratende Geol. und Ing.  Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22	<b>Bauvorhaben:</b> Remseck am Neckar, OT Neckarrems, NBG "Östlich der Marbacher Straße"  <b>Planbezeichnung:</b> Schichtenprofile	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: P22-1143
		Datum: 04.10.2022
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: J. Lanz

NN+m

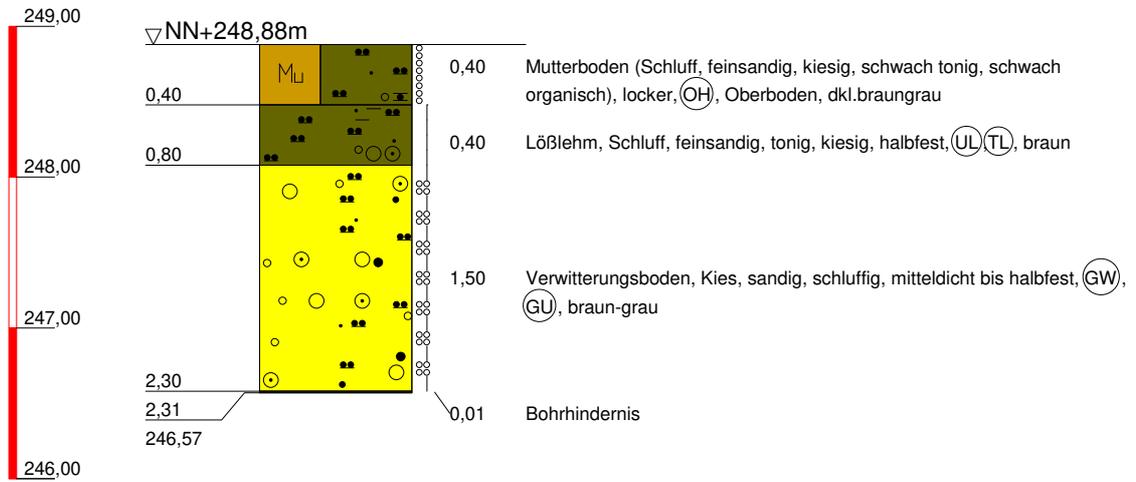
# RKS 7



<b>Töniges GmbH</b> Beratende Geol. und Ing.  Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22	<b>Bauvorhaben:</b> Remseck am Neckar, OT Neckarrems, NBG "Östlich der Marbacher Straße"  <b>Planbezeichnung:</b> Schichtenprofile	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: P22-1143
		Datum: 04.10.2022
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: J. Lanz

# RKS 8

NN+m



<p><b>Töniges GmbH</b>                  Beratende Geol. und Ing.                  Kleines Feldlein 4                  74889 Sinsheim                  Tel.: 07261/9211-0                  Fax: 07261/9211-22</p>	<p><b>Bauvorhaben:</b>                  Remseck am Neckar, OT Neckarremms,                  NBG "Östlich der Marbacher Straße"</p> <p><b>Planbezeichnung:</b>                  Schichtenprofile</p>	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: P22-1143
		Datum: 04.10.2022
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: J. Lanz

Projektnummer	P22-1143
Bauvorhaben	Remseck, OT Neckarrems NBG „östl. Marbacher Str.“
Datum	04.10.2022

-----Feldversuch-----

# Versickerungsversuch

Bezeichnung	VV 1			
<b>Durchmesser 4,6 cm</b>				

<b>Bei Sondierung</b>	s. Plan			
<b>Bodenart</b>	Lösslehm			
<b>Pegeltiefe</b>	1,0 m			
<b>Fallhöhe</b>	2,0 m			

Vergangene Zeit	Tiefe ab POK	Vergangene Zeit	Tiefe ab POK	
04.10.2022- 10,30 Uhr	0			
04.10.2022- 12,30 Uhr	2,0 cm			
04.10.2022- 13,30 Uhr	2,0 cm			
	gezogen			

**Müller & Weit Geotechnik**

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

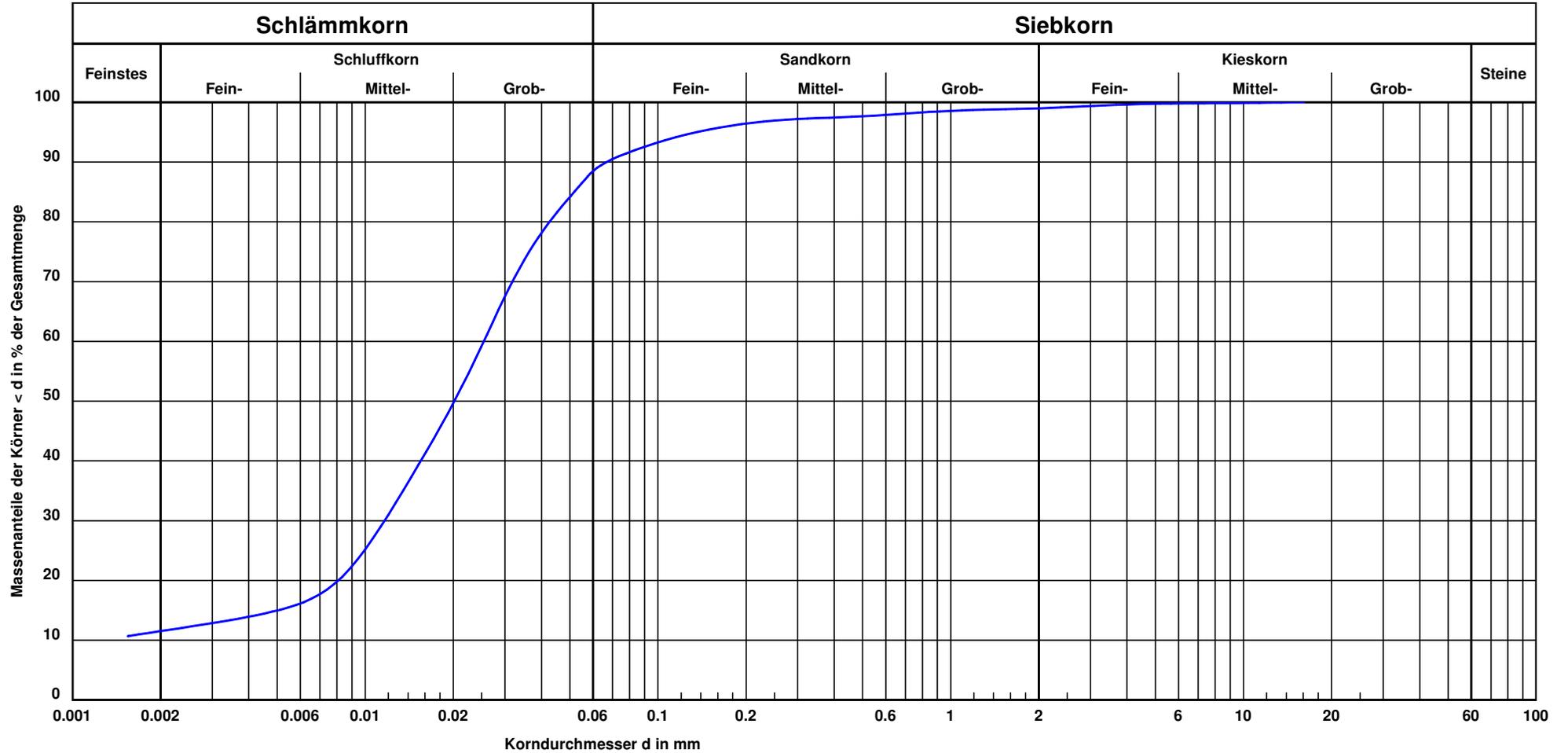
# Körnungslinie

Remseck a. N. NBG östl. Marbacherstr.

P22-1143

M & W

Datum: 11.10.2022



Entnahmestelle	Bezeichnung	Tiefe:	k [m/s] (Mallet/Paquant):	Kurve	T/U/S/G [%]:	Bodenart
VV 1	Lösslehm	1,0 m	$5.5 \cdot 10^{-8}$	—	11.5/77.8/9.7/1.0	U, t', fs'

Projekt: **Remseck a. N. NBG östl. Marbacherstr.****P22-1143**

Datum:

**11.10.2022****Bestimmung des Wassergehalts nach DIN 18121**

Entnahmestelle	Tiefe	Bodenart	Probe feucht	Probe trocken	Behälter	Wassergehalt
	[m]		[g]	[g]	[g]	[ % ]
<b>RKS 1</b>	<b>1,0-3,0</b>		149,22	135,00	44,98	<b>15,80</b>
<b>RKS 1</b>	<b>3,0-4,0</b>		157,42	146,18	74,73	<b>15,73</b>
<b>RKS 2</b>	<b>0,4-1,2</b>		161,52	143,33	44,64	<b>18,43</b>
<b>RKS 2</b>	<b>1,2-2,0</b>		152,31	136,47	43,45	<b>17,03</b>
<b>RKS 2</b>	<b>2,0-3,5</b>		150,35	134,69	44,95	<b>17,45</b>
<b>RKS 3</b>	<b>1,0-2,0</b>		177,35	164,92	45,61	<b>10,42</b>
<b>RKS 3</b>	<b>2,0-2,6</b>		144,01	135,16	43,29	<b>9,63</b>
<b>RKS 3</b>	<b>2,6-3,0</b>		174,93	170,97	44,13	<b>3,12</b>
<b>RKS 4</b>	<b>1,0-2,0</b>		138,06	128,30	45,04	<b>11,72</b>
<b>RKS 4</b>	<b>2,0-2,5</b>		153,10	138,43	42,91	<b>15,36</b>
<b>RKS 4</b>	<b>2,5-2,9</b>		144,20	137,12	45,09	<b>7,69</b>
<b>RKS 5</b>	<b>0,4-0,8</b>		226,18	204,49	84,73	<b>18,11</b>
<b>RKS 5</b>	<b>0,8-1,5</b>		183,06	176,33	71,71	<b>6,43</b>
<b>RKS 5</b>	<b>1,5-3,0</b>		251,64	236,95	92,18	<b>10,15</b>
<b>RKS 5</b>	<b>3,0-4,5</b>		241,50	224,92	81,95	<b>11,60</b>
<b>RKS 6</b>	<b>0,4-1,0</b>		203,27	188,63	107,85	<b>18,12</b>
<b>RKS 6</b>	<b>1,0-2,0</b>		160,13	147,94	45,99	<b>11,96</b>
<b>RKS 6</b>	<b>2,0-3,0</b>		109,56	98,10	43,87	<b>21,13</b>
<b>RKS 6</b>	<b>3,0-4,0</b>		154,23	130,62	35,75	<b>24,89</b>
<b>RKS 6</b>	<b>4,0-4,7</b>		157,80	132,26	35,05	<b>26,27</b>
<b>RKS 7</b>	<b>0,4-0,8</b>		142,50	127,50	36,86	<b>16,55</b>
<b>RKS 7</b>	<b>0,8-1,5</b>		251,52	235,10	77,03	<b>10,39</b>
<b>RKS 7</b>	<b>1,5-2,5</b>		193,01	175,43	73,43	<b>17,24</b>
<b>RKS 8</b>	<b>0,8-1,5</b>		209,34	205,90	131,28	<b>4,61</b>
<b>RKS 8</b>	<b>1,5-2,3</b>		220,66	215,59	129,88	<b>5,92</b>

# 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: 0,4-4,7 m

## Proctorkurve nach DIN 18 127

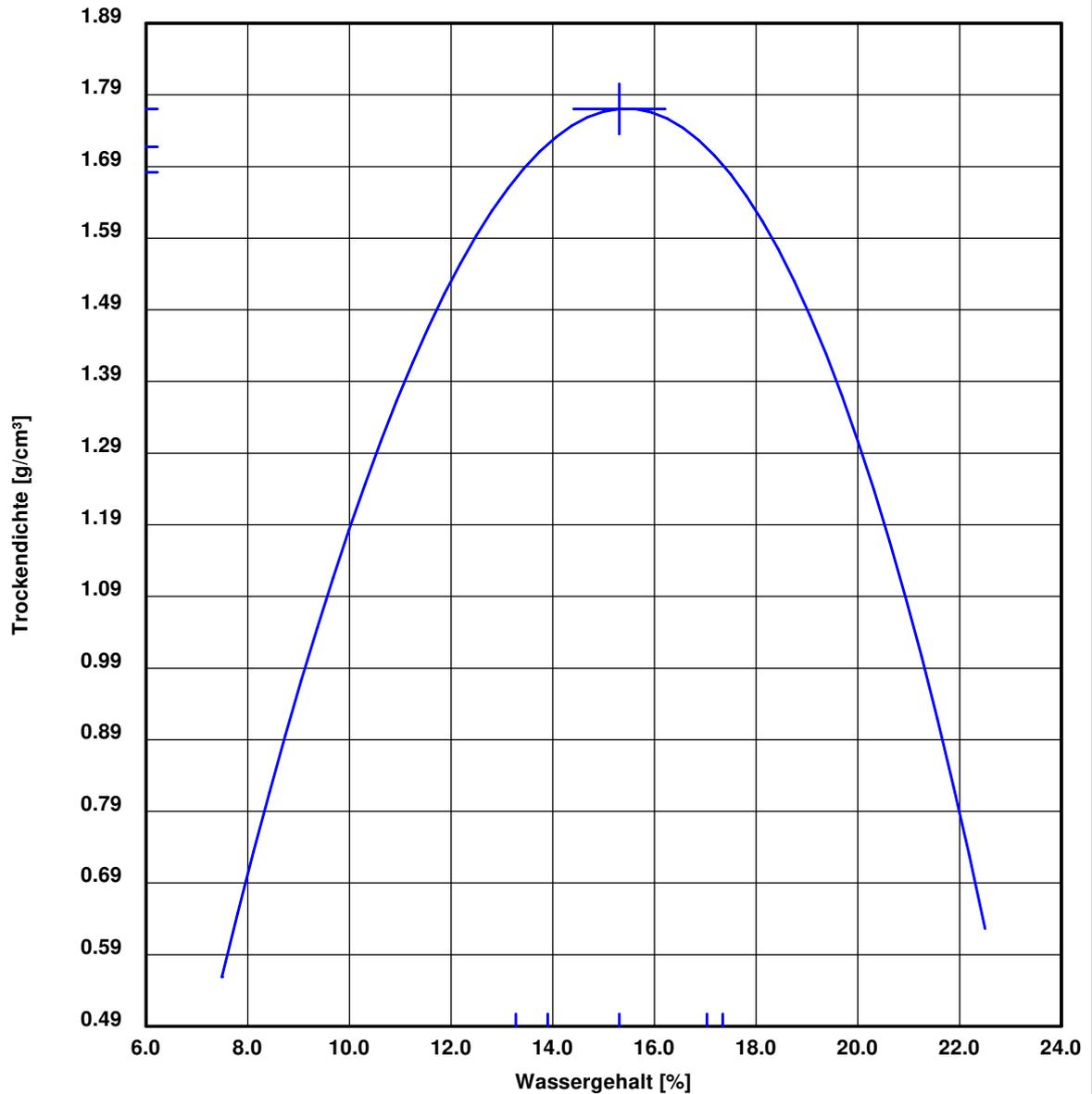
Remseck a. N. NBG östl. Marbacherstr.  
P22-1143

Bodenart: Lösslehm

Natürlicher Wassergehalt: 15,85 %

Bearbeiter: M&W

Datum: 11.10.2022



100 % der Proctordichte  $\rho_{pr} = 1.770 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt  $w_{pr} = 15.3 \%$

97.0 % der Proctordichte  $\rho_d = 1.717 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt  $w = 13.9 / 17.0 \%$

95.0 % der Proctordichte  $\rho_d = 1.682 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt  $w = 13.3 / 17.3 \%$

TÖNIGES GmbH  
Kleines Feldlein 4  
74889 Sinsheim

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>449/6831</b>	<b>Datum:</b>	<b>13.10.2022</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: TÖNIGES GmbH		
Projekt	: Remseck am Neckar, Neubaugebiet "Östlich der Marbacher Straße"		
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme	: Bohrung
Art der Probe	: Asphalt	Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum	: 04.10.2022	Probeneingang	: 10.10.2022
Originalbezeich.	: Asphaltprobe 1 (0,0-0,14 m)		
Probenbezeich.	: 449/6831	Untersuch.-zeitraum	: 10.10.2022 – 13.10.2022

### Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Trockensubstanz	[%]	99,6	DIN EN 14346 : 2017-09
Naphthalin	[mg/kg TS]	0,06	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]	< 0,04	DIN ISO 18287 :2006-05
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,09	DIN ISO 18287 :2006-05
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	DIN ISO 18287 :2006-05
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,06	DIN ISO 18287 :2006-05
Pyren	[mg/kg TS]	0,05	DIN ISO 18287 :2006-05
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	DIN ISO 18287 :2006-05
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04	DIN ISO 18287 :2006-05
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,07	DIN ISO 18287 :2006-05
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04	DIN ISO 18287 :2006-05
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,05	DIN ISO 18287 :2006-05
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	DIN ISO 18287 :2006-05
Benzo(a,h,i)perylen	[mg/kg TS]	0,14	DIN ISO 18287 :2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	DIN ISO 18287 :2006-05
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>0,56</b>	

### Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Eluatherstellung			DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	9,85	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	67	DIN EN 27 888 : 1993
Phenolindex	[µg/l]	< 10	DIN EN ISO 14402:1999-12

Markt Rettenbach, den 13.10.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

**Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN 19747:2009-07-30)****Nummer der Feldprobe:** Asphaltprobe 1 (0,0-0,14 m)**Tag und Uhrzeit der Probenahme:** 04.10.2022**Probenahmeprotokoll-Nr:** .....**Probenvorbehandlung** (von der Feldprobe zur Laborprobe)**Nummer der Laborprobe:** 449/6831.**Tag und Uhrzeit der Anlieferung:** 10.10.2022**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-Riffing Sonstige:

Rückstellprobe:

 Ja       Nein:

Herstellung der Prüfprobe

Vorkleinerung:       jaO nein      Feinkleinerung:  ja       nein

Teilmassen [ 3 kg ]:

Teilmassen [ 0,3 kg ]

 Backenbrecher Kugelmühle Schneidemühle Mörsermühle Bohrmeisel / Meisel Endfeinheit 0,15 mm Sonstige: Endfeinheit \_\_\_\_ mm

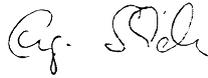
Trocknung:

 105° C       Lufttrocknung:

10.10.2022

Datum

Jonathan Schwarz  
Bearbeiter

<b>Erklärung der Untersuchungsstelle</b>	
<b>1.</b>	<p>Untersuchungsinstitut: Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH</p> <p>Anschrift: Gewerbestr. 10 87733 Markt Rettenbach</p> <p>Ansprechpartner: Herr Engelbert Schindele</p> <p>Telefon/Telefax: 08392/9210</p> <p>eMail: bvü@bvü-analytik.de</p>
	<p>Prüfbericht – Nr.: 449/6831</p> <p>Prüfbericht Datum: 13.10.2022</p> <p>Probenahmeprotokoll nach PN 98 liegt vor: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p> <p>Auftraggeber: TÖNIGES GmbH</p> <p>Anschrift: Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim</p>
<b>3.</b>	<p>Sämtliche gemessenen und im Untersuchungsbericht aufgeführten Parameter wurden nach den in Anhang 4 der geltenden DepV vorgegebenen Untersuchungsmethoden durchgeführt  <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> teilweise</p> <p>Gleichwertige Verfahren angewandt <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja</p> <p>Parameter/Normen:</p> <p><input type="checkbox"/> Behördlicher Nachweis über die Gleichwertigkeit der angewandten Methoden liegt bei.</p> <p>Das Untersuchungsinstitut ist für die im Bericht aufgeführten Untersuchungsmethoden nach DIN EN ISO/IEC 17025, Ausgabe August 2005, 2. Berichtigung Mai 2007 akkreditiert <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>nach dem Fachmodul Abfall von _____ Behörde _____ notifiziert <input type="checkbox"/></p> <p>Es wurden Untersuchungen von einem Fremdlabor durchgeführt <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein</p> <p>Parameter:</p> <p>Untersuchungsinstitut:</p> <p>Anschrift:</p> <p>Akkreditierung DIN EN ISO/IEC 17025 <input type="checkbox"/> Notifizierung Fachmodul Abfall <input type="checkbox"/></p>
<b>4.</b>	<p style="text-align: center;"></p> <p style="text-align: center;">_____ Unterschrift des Untersuchungsstelle (Laborleiter)</p> <p>Markt Rettenbach, 13.10.2022 Ort, Datum</p>

TÖNIGES GmbH  
 Kleines Feldlein 4  
 74889 Sinsheim

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>449/6832</b>	<b>Datum:</b>	<b>13.10.2022</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: TÖNIGES GmbH		
Projekt	: Remseck am Neckar, Neubaugebiet "Östlich der Marbacher Straße"		
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme	: Bohrung
Art der Probe	: Asphalt	Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum	: 04.10.2022	Probeneingang	: 10.10.2022
Originalbezeich.	: Asphaltprobe 2 (0,0-0,15 m)		
Probenbezeich.	: 449/6832	Untersuch.-zeitraum	: 10.10.2022 – 13.10.2022

### Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Trockensubstanz	[%]	99,6	DIN EN 14346 : 2017-09
Naphthalin	[mg/kg TS]	0,13	DIN ISO 18287 :2006-05
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04	DIN ISO 18287 :2006-05
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,05	DIN ISO 18287 :2006-05
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04	DIN ISO 18287 :2006-05
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,17	DIN ISO 18287 :2006-05
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	DIN ISO 18287 :2006-05
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,06	DIN ISO 18287 :2006-05
Pyren	[mg/kg TS]	0,07	DIN ISO 18287 :2006-05
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	DIN ISO 18287 :2006-05
Chrysen	[mg/kg TS]	0,05	DIN ISO 18287 :2006-05
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,07	DIN ISO 18287 :2006-05
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04	DIN ISO 18287 :2006-05
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,06	DIN ISO 18287 :2006-05
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	DIN ISO 18287 :2006-05
Benzo(a,h,i)perylen	[mg/kg TS]	0,12	DIN ISO 18287 :2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,1	DIN ISO 18287 :2006-05
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>0,88</b>	

### Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Eluatherstellung			DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	10,66	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	105	DIN EN 27 888 : 1993
Phenolindex	[µg/l]	< 10	DIN EN ISO 14402:1999-12

Markt Rettenbach, den 13.10.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

**Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN 19747:2009-07-30)****Nummer der Feldprobe:** Asphaltprobe 2 (0,0-0,15 m)**Tag und Uhrzeit der Probenahme:** 04.10.2022**Probenahmeprotokoll-Nr:** .....**Probenvorbehandlung** (von der Feldprobe zur Laborprobe)**Nummer der Laborprobe:** 449/6832.**Tag und Uhrzeit der Anlieferung:** 10.10.2022**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-Riffing Sonstige:

Rückstellprobe:

 Ja       Nein:

Herstellung der Prüfprobe

Vorkleinerung:       jaO nein      Feinkleinerung:  ja       nein

Teilmassen [ 3 kg ]:

Teilmassen [ 0,3 kg ]

 Backenbrecher Kugelmühle Schneidemühle Mörsermühle Bohrmeisel / Meisel Endfeinheit 0,15 mm Sonstige: Endfeinheit \_\_\_\_ mm

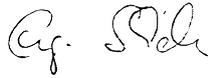
Trocknung:

 105° C       Lufttrocknung:

10.10.2022

Datum

Jonathan Schwarz  
Bearbeiter

<b>Erklärung der Untersuchungsstelle</b>	
<b>1.</b>	<p>Untersuchungsinstitut: Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH</p> <p>Anschrift: Gewerbestr. 10 87733 Markt Rettenbach</p> <p>Ansprechpartner: Herr Engelbert Schindele</p> <p>Telefon/Telefax: 08392/9210</p> <p>eMail: bvu@bvu-analytik.de</p>
	<p>Prüfbericht – Nr.: 449/6832</p> <p>Prüfbericht Datum: 13.10.2022</p> <p>Probenahmeprotokoll nach PN 98 liegt vor: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p> <p>Auftraggeber: TÖNIGES GmbH</p> <p>Anschrift: Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim</p>
<b>3.</b>	<p>Sämtliche gemessenen und im Untersuchungsbericht aufgeführten Parameter wurden nach den in Anhang 4 der geltenden DepV vorgegebenen Untersuchungsmethoden durchgeführt  <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> teilweise</p> <p>Gleichwertige Verfahren angewandt <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja</p> <p>Parameter/Normen:</p> <p><input type="checkbox"/> Behördlicher Nachweis über die Gleichwertigkeit der angewandten Methoden liegt bei.</p> <p>Das Untersuchungsinstitut ist für die im Bericht aufgeführten Untersuchungsmethoden nach DIN EN ISO/IEC 17025, Ausgabe August 2005, 2. Berichtigung Mai 2007 akkreditiert <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>nach dem Fachmodul Abfall von _____ Behörde _____ notifiziert <input type="checkbox"/></p> <p>Es wurden Untersuchungen von einem Fremdlabor durchgeführt <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein</p> <p>Parameter:</p> <p>Untersuchungsinstitut:</p> <p>Anschrift:</p> <p>Akkreditierung DIN EN ISO/IEC 17025 <input type="checkbox"/> Notifizierung Fachmodul Abfall <input type="checkbox"/></p>
<b>4.</b>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Markt Rettenbach, 13.10.2022 Ort, Datum</p> <p style="text-align: center;">_____ Unterschrift des Untersuchungsstelle (Laborleiter)</p>

TÖNIGES GmbH  
Kleines Feldlein 4  
74889 Sinsheim

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>449/6833</b>	<b>Datum:</b>	<b>13.10.2022</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber : TÖNIGES GmbH  
 Projekt : Remseck am Neckar, Neubaugebiet "Östlich der Marbacher Straße"  
 Projekt-Nr. : P22-1143  
 Entnahmestelle :  
 Art der Probenahme : PN98 Art der Probe : Boden  
 Entnahmedatum : 04.10.2022 Probeneingang : 10.10.2022  
 Originalbezeich. : MP Auffüllungen Probenbezeich. : 449/6833  
 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers Untersuch.-zeitraum : 10.10.2022 – 13.10.2022

### Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV:2007-03 +DepV:2020-06)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (L/T   T)				Z 1	Z 2	DK 0	DK 1	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe											
Trockensubstanz	[%]	86,6	-	-	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 :2017-09	
Glühverlust	[Masse% TS]	4,0	-	-	-	< 3 <sup>2a</sup>	< 3 <sup>2a</sup>			DIN EN 15169 :2007-05	
TOC	[Masse% TS]	0,81	-	-	-	< 1 <sup>2a</sup>	< 1 <sup>2a</sup>			DIN EN 15936 :2012-11	
Arsen	[mg/kg TS]	14	15	20	45	150				EN ISO 11885 :2009-09	
Blei	[mg/kg TS]	26	70	100	210	700				EN ISO 11885 :2009-09	
Cadmium	[mg/kg TS]	0,5	1	1,5	3	10				EN ISO 11885 :2009-09	
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	47	60	100	180	600				EN ISO 11885 :2009-09	
Kupfer	[mg/kg TS]	28	40	60	120	400				EN ISO 11885 :2009-09	
Nickel	[mg/kg TS]	31	50	70	150	500				EN ISO 11885 :2009-09	
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,11	0,5	1,0	1,5	5				DIN EN ISO 12846 :2012-08	
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,7	1,0	2,1	7				EN ISO 11885 :2009-09	
Zink	[mg/kg TS]	94	150	200	450	1500				EN ISO 11885 :2009-09	
Aufschluß mit Königswasser											
										EN 13657 :2003-01	

2a: Für Bodenmaterial ohne Fremdbestandteile sind Überschreitungen beim Glühverlust bis 5 Masse% oder beim TOC bis 3 Masse% zulässig, wenn die Überschreitung ausschließlich auf natürliche Bestandteile des Bodenmaterials zurückgeht

Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0*	Z1:2	Z 2	DK 0	DK 1	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	3	10			DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30	200	300	1000	500		DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	400	600	2000	500		DIN EN 14039 :2005-01
Extrahierb. lipoph. St.	[Masse% TS]	< 0,02				< 0,1	0,4	LAGA-RL KW/04 :2009-12
Cyanid (ges.)	[mg/kg TS]	< 0,25	-	3	10			DIN EN ISO 17380 :2013-10
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						
<b>Σ PCB (7):</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>n.n.</b>	0,1	0,15	0,5	1	-	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05						
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05						
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Iso-Propylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Styrol	[mg/kg TS]	< 0,05						
<b>Σ BTXE:</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>n.n.</b>	1	1	1	6	-	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01						
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01						
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
<b>Σ LHKW:</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>n.n.</b>	1	1	1	-	-	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04						
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,13						
Anthracen	[mg/kg TS]	0,05						
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,31						
Pyren	[mg/kg TS]	0,23						
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,15						
Chrysen	[mg/kg TS]	0,12						
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,23						
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,08						
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,16	0,6	0,9	3			
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	0,14						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,14						
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>1,74</b>	3	3/9	30	30	-	DIN ISO 18287 :2006-05

**Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat (VwV:2007-03 +DepV:2020-06)**

Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	DK 0	DK 1	Methode
Eluatherstellung								DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[ - ]	8,36	6,5-9,5	6-12	5,5-12	5,5-13	5,5-13	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	99	250	1500	2000			DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4	14	20	60	50	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Antimon	[µg/l]	< 3				6	30	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Barium	[µg/l]	53				2000	5000	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5	40	80	200	50	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2	1,5	3	6	4	50	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5	12,5	25	60	50	300	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5	20	60	100	200	1000	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Molybdän	[µg/l]	< 5				50	300	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5	15	20	70	40	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Selen	[µg/l]	< 4				10	30	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15	< 0,5	1	2	1	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1	-	-	-			DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10	150	200	600	400	2000	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10	20	40	100	100	200	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5	5	10	20			EN ISO 14403 :2012-10
Cyanid (lf.)	[µg/l]	< 5				10	100	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2	30	50	100	80	1500	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5	50	100	150	100	2000	EN ISO 10304 :2009-07
gelösten Feststoffe	[mg/l]	138				400	3000	DIN 38 409-1 :1987-01
DOC	[mg/l]	4,7				50	50	DIN EN 1484 :2019-04
Fluorid	[mg/l]	0,74				1	5	EN ISO 10304-1 :2009-07

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (VwV:2007-03 +DepV:2020-06) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

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

Markt Rettenbach, den 13.10.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

**Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN 19747:2009-07-30)****Nummer der Feldprobe:** MP Auffüllungen**Tag und Uhrzeit der Probenahme:****Probenahmeprotokoll-Nr:** .....**Probenvorbehandlung** (von der Feldprobe zur Laborprobe)**Nummer der Laborprobe:** 449/6833.**Tag und Uhrzeit der Anlieferung:** 10.10.2022**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 ]:5.                      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 ]

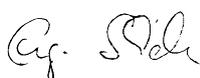
 Backenbrecher                       Kugelmühle Schneidemühle                       Mörsermühle Bohrmeisel / Meisel                       Endfeinheit 0,15 mm Sonstige:                       Endfeinheit \_\_\_\_ mm

Trocknung:

 105° C                       Lufttrocknung:10.10.2022  
Datum

Bearbeiter

Jonathan Schwarz

<b>Erklärung der Untersuchungsstelle</b>	
<b>1.</b>	<p>Untersuchungsinstitut: Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH</p> <p>Anschrift: Gewerbestr. 10 87733 Markt Rettenbach</p> <p>Ansprechpartner: Herr Engelbert Schindele</p> <p>Telefon/Telefax: 08392/9210</p> <p>eMail: bv@bv-analytik.de</p>
	<p>Prüfbericht – Nr.: 449/6833</p> <p>Prüfbericht Datum: 13.10.2022</p> <p>Probenahmeprotokoll nach PN 98 liegt vor: <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein</p> <p>Auftraggeber: TÖNIGES GmbH</p> <p>Anschrift: Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim</p>
<b>3.</b>	<p>Sämtliche gemessenen und im Untersuchungsbericht aufgeführten Parameter wurden nach den in Anhang 4 der geltenden DepV vorgegebenen Untersuchungsmethoden durchgeführt  <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> teilweise</p> <p>Gleichwertige Verfahren angewandt <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja</p> <p>Parameter/Normen:</p> <p><input type="checkbox"/> Behördlicher Nachweis über die Gleichwertigkeit der angewandten Methoden liegt bei.</p> <p>Das Untersuchungsinstitut ist für die im Bericht aufgeführten Untersuchungsmethoden nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03 akkreditiert <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>nach dem Fachmodul Abfall von _____ Behörde _____ notifiziert <input type="checkbox"/></p> <p>Es wurden Untersuchungen von einem Fremdlabor durchgeführt <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein</p> <p>Parameter:</p> <p>Untersuchungsinstitut:</p> <p>Anschrift:</p> <p>Akkreditierung DIN EN ISO/IEC 17025 <input type="checkbox"/> Notifizierung Fachmodul Abfall <input type="checkbox"/></p>
<b>4.</b>	<p><u>Markt Rettenbach, 13.10.2022</u> Ort, Datum</p> <p style="text-align: center;"> _____ Unterschrift des Untersuchungsstelle (Laborleiter)</p>

TÖNIGES GmbH  
Kleines Feldlein 4  
74889 Sinsheim

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>449/6834</b>	<b>Datum:</b>	<b>13.10.2022</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber : TÖNIGES GmbH  
 Projekt : Remseck am Neckar, Neubaugebiet "Östlich der Marbacher Straße"  
 Projekt-Nr. : P22-1143  
 Entnahmestelle :  
 Art der Probenahme : PN98 Art der Probe : Boden  
 Entnahmedatum : 04.10.2022 Probeneingang : 10.10.2022  
 Originalbezeich. : MP geogen gewachsener Boden Probenbezeich. : 449/6834  
 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers Untersuch.-zeitraum : 10.10.2022 – 13.10.2022

### Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV:2007-03 +DepV:2020-06)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (L/T   T)				Z 1	Z 2	DK 0	DK 1	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe											
Trockensubstanz	[%]	92,6	-	-	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 :2017-09	
Glühverlust	[Masse% TS]	2,2	-	-	-	< 3 <sup>2a</sup>	< 3 <sup>2a</sup>			DIN EN 15169 :2007-05	
TOC	[Masse% TS]	0,56	-	-	-	< 1 <sup>2a</sup>	< 1 <sup>2a</sup>			DIN EN 15936 :2012-11	
Arsen	[mg/kg TS]	10	15	20	45	150				EN ISO 11885 :2009-09	
Blei	[mg/kg TS]	8,8	70	100	210	700				EN ISO 11885 :2009-09	
Cadmium	[mg/kg TS]	0,7	1	1,5	3	10				EN ISO 11885 :2009-09	
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	19	60	100	180	600				EN ISO 11885 :2009-09	
Kupfer	[mg/kg TS]	14	40	60	120	400				EN ISO 11885 :2009-09	
Nickel	[mg/kg TS]	14	50	70	150	500				EN ISO 11885 :2009-09	
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,03	0,5	1,0	1,5	5				DIN EN ISO 12846 :2012-08	
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,7	1,0	2,1	7				EN ISO 11885 :2009-09	
Zink	[mg/kg TS]	54	150	200	450	1500				EN ISO 11885 :2009-09	
Aufschluß mit Königswasser											
										EN 13657 :2003-01	

2a: Für Bodenmaterial ohne Fremdbestandteile sind Überschreitungen beim Glühverlust bis 5 Masse% oder beim TOC bis 3 Masse% zulässig, wenn die Überschreitung ausschließlich auf natürliche Bestandteile des Bodenmaterials zurückgeht

Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0*	Z1:2	Z 2	DK 0	DK 1	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	3	10			DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30	200	300	1000	500		DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	400	600	2000	500		DIN EN 14039 :2005-01
Extrahierb. lipoph. St.	[Masse% TS]	< 0,02				< 0,1	0,4	LAGA-RL KW/04 :2009-12
Cyanid (ges.)	[mg/kg TS]	< 0,25	-	3	10			DIN EN ISO 17380 :2013-10
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						
<b>Σ PCB (7):</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>n.n.</b>	0,1	0,15	0,5	1	-	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05						
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05						
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Iso-Propylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Styrol	[mg/kg TS]	< 0,05						
<b>Σ BTXE:</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>n.n.</b>	1	1	1	6	-	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01						
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01						
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
<b>Σ LHKW:</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>n.n.</b>	1	1	1	-	-	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04						
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Acenaphthen	[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	0,6	0,9	3			
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>n.n.</b>	3	3/9	30	30	-	DIN ISO 18287 :2006-05

**Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat (VwV:2007-03 +DepV:2020-06)**

Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	DK 0	DK 1	Methode
Eluatherstellung								DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[ - ]	8,69	6,5-9,5	6-12	5,5-12	5,5-13	5,5-13	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	76	250	1500	2000			DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4	14	20	60	50	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Antimon	[µg/l]	< 3				6	30	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Barium	[µg/l]	17				2000	5000	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5	40	80	200	50	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2	1,5	3	6	4	50	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5	12,5	25	60	50	300	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5	20	60	100	200	1000	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Molybdän	[µg/l]	< 5				50	300	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5	15	20	70	40	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Selen	[µg/l]	< 4				10	30	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15	< 0,5	1	2	1	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1	-	-	-			DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10	150	200	600	400	2000	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10	20	40	100	100	200	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5	5	10	20			EN ISO 14403 :2012-10
Cyanid (lf.)	[µg/l]	< 5				10	100	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2	30	50	100	80	1500	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5	50	100	150	100	2000	EN ISO 10304 :2009-07
gelösten Feststoffe	[mg/l]	40				400	3000	DIN 38 409-1 :1987-01
DOC	[mg/l]	1,6				50	50	DIN EN 1484 :2019-04
Fluorid	[mg/l]	< 0,5				1	5	EN ISO 10304-1 :2009-07

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (VwV:2007-03 +DepV:2020-06) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

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

Markt Rettenbach, den 13.10.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

**Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN 19747:2009-07-30)****Nummer der Feldprobe:** MP geogen gewachsener Boden**Tag und Uhrzeit der Probenahme:****Probenahmeprotokoll-Nr:** .....**Probenvorbehandlung** (von der Feldprobe zur Laborprobe)**Nummer der Laborprobe:** 449/6834.**Tag und Uhrzeit der Anlieferung:** 10.10.2022**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 ]:5.                      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 ]

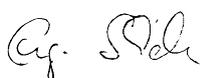
 Backenbrecher                       Kugelmühle Schneidemühle                       Mörsermühle Bohrmeisel / Meisel                       Endfeinheit 0,15 mm Sonstige:                       Endfeinheit \_\_\_\_ mm

Trocknung:

 105° C                       Lufttrocknung:10.10.2022  
Datum

Bearbeiter

Jonathan Schwarz

<b>Erklärung der Untersuchungsstelle</b>	
<b>1.</b>	<p>Untersuchungsinstitut: Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH</p> <p>Anschrift: Gewerbestr. 10 87733 Markt Rettenbach</p> <p>Ansprechpartner: Herr Engelbert Schindele</p> <p>Telefon/Telefax: 08392/9210</p> <p>eMail: bvu@bvu-analytik.de</p>
	<p>Prüfbericht – Nr.: 449/6834</p> <p>Prüfbericht Datum: 13.10.2022</p> <p>Probenahmeprotokoll nach PN 98 liegt vor: <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein</p> <p>Auftraggeber: TÖNIGES GmbH</p> <p>Anschrift: Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim</p>
<b>3.</b>	<p>Sämtliche gemessenen und im Untersuchungsbericht aufgeführten Parameter wurden nach den in Anhang 4 der geltenden DepV vorgegebenen Untersuchungsmethoden durchgeführt  <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> teilweise</p> <p>Gleichwertige Verfahren angewandt <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja</p> <p>Parameter/Normen:</p> <p><input type="checkbox"/> Behördlicher Nachweis über die Gleichwertigkeit der angewandten Methoden liegt bei.</p> <p>Das Untersuchungsinstitut ist für die im Bericht aufgeführten Untersuchungsmethoden nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03 akkreditiert <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>nach dem Fachmodul Abfall von _____ Behörde _____ notifiziert <input type="checkbox"/></p> <p>Es wurden Untersuchungen von einem Fremdlabor durchgeführt <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein</p> <p>Parameter:</p> <p>Untersuchungsinstitut:</p> <p>Anschrift:</p> <p>Akkreditierung DIN EN ISO/IEC 17025 <input type="checkbox"/> Notifizierung Fachmodul Abfall <input type="checkbox"/></p>
<b>4.</b>	<p style="text-align: center;"><u>Markt Rettenbach, 13.10.2022</u> Ort, Datum</p> <div style="text-align: center;">   <hr style="width: 20%; margin: auto;"/>           Unterschrift des Untersuchungsstelle (Laborleiter)         </div>