Ingenieurgeologisches Gutachten

Projekt-Nr. **E 18524**

Projekt: Reichartshausen, Flächengutachten für die Erschließung des Neubaugebiets Bettelmannsklinge

Auftraggeber: GkB
Gesellschaft für kommunale Baulanderschließung mbH
Am Storrenacker 1b
76139 Karlsruhe

Lage: TK 25, 6619 Helmstadt-Bargen
mittlerer Rechtswert: 3495.660
mittlerer Hochwert: 5468.670

Bearbeiter: Stefanie Wunderlich, Dipl.-Geol.

Sinsheim, 13. September 2018

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 Baugrundbeschreibung

6 Hydrogeologische Situation

7 Bodenmechanische Kennwerte

8 Beurteilung der Böden hinsichtlich des Wiedereinbaus, Maßnahmen beim Wiedereinbau

9 Erdbautechnische Hinweise

10 Asphaltanalyse

11 Bodenanalyse

12 Anmerkungen

ANLAGEN

Nr. 1.1 Übersichtsplan
Nr. 1.2 Lageplan der Bohrungen
Nr. 2 Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022
Nr. 3 Schichtenprofile nach DIN 4023
Nr. 4 Bodenmechanische Laborversuche
Nr. 5 Chemische Laborversuche

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 GkB mbH, Karlsruhe, plant für die Gemeinde Reichartshausen die Erschließung des Neubaugebiets Bettelmannsklinge in Reichartshausen.

Zur Erkundung der Baugrund- und der hydrogeologischen Verhältnisse sowie zur Bewertung des anfallenden Aushubmaterials für den Wiedereinbau und der Teerstämmigkeit der bestehenden Asphaltdecke wurde unser Büro (Töniges GmbH) durch die GkB mbH am 12.07.2018 beauftragt, ein ingenieurgeologisches Gutachten zu erstellen.

Das vorliegende Flächengutachten beinhaltet ingenieurgeologische Aussagen über:

- den geplanten Kanalbau (anstehende Bodenarten, Beurteilung der Wiederverwendbarkeit des Aushubmaterials, Grundwasserstand, Grabenverbau usw.);
- eine mögliche Teerstämmigkeit des Ausbauasphalts; Festlegung der Weiterverwendung und Bearbeitung von Asphalt und Straßenunterbau;
- 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

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

1.2 Unterlagen

Folgende Planunterlagen wurden uns durch die GkB mbH zur Verfügung gestellt:

Plan	Maßstab	Planungsstand
Städtebauliches Konzept - Variante 1	1 : 500	03.11.2017
Städtebauliches Konzept - Variante 2	1 : 500	21.06.2018

2 Lagebeschreibung

Das Untersuchungsgebiet liegt am südwestlichen Ortsrand von Reichartshausen und befindet sich größtenteils auf landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Die Zufahrt zum Neubaugebiet soll über einen neuen Kreisverkehr erfolgen, der im jetzigen Kreuzungsbereich der K4191 zur Wannestraße geplant ist.

3 Durchführung

3.1 Aufschlussarbeiten

Zur Erkundung des Untergrunds wurden am 13.08.2018 insgesamt 10 Kleinrammbohrungen (RKS1 - RKS 10) abgeteuft. RKS 1 - RKS 5 wurden im bestehenden Straßenbereich bis etwa 2,00 m unter GOK angelegt. Im geplanten Neubaugebiet wurden RKS 6 - RKS 10 bis max. 5,00 m unter Geländeoberkante abgeteuft.

3.2 Vermessungsarbeiten

Die Bohransatzpunkte wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Als Höhenbezugspunkt diente die Oberkante (OK) eines Kanaldeckels (KD) im Bereich des neu geplanten Kreisverkehrs. Dieser wird in den uns zur Verfügung gestellten Unterlagen mit der Höhe **OK KD = 235,57 m ü. NN** angegeben.

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

Alle in diesem Gutachten angegebenen Höhen beziehen sich auf diesen Bezugspunkt (Anlage Nr. 1.2).

Für die Bohransatzpunkte und Endteufen werden demnach folgende Höhen in [m ü. NN] in Bezug auf o. g. Kanaldeckel angegeben:

Kleinrammbohrung	Ansatzpunkt	Endteufe
RKS 1	235,94	233,94
RKS 2	236,43	234,43
RKS 3	234,75	232,75
RKS 4	236,30	234,30
RKS 5	242,41	240,41
RKS 6	246,18	241,18
RKS 7	253,97	249,27
RKS 8	259,37	254,37
RKS 9	269,23	264,23
RKS 10	265,91	261,51

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 und nach Abschluss der Bohrarbeiten wurden keine Wasserzutritte zu den Bohrlöchern registriert und anschließend auch keine Wasserspiegel gemessen (siehe Kapitel 6).

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

3.5 Wiederverwendbarkeit des Aushubmaterials

Um die Wiedereinbaubarkeit des anfallenden Aushubmaterials zu beurteilen, wurde an einer Bodenprobe (MP Löss/Lösslehm) ein Proctorversuch nach DIN 18 127 und an einer Probe (MP Unterbau) eine Sieb-Analyse nach DIN 18 123 durchgeführt (Anlage Nr. 4).

Des Weiteren wurden an 10 Bodenproben aus verschiedenen Kleinrammbohrungen und aus verschiedenen Entnahmetiefen Wassergehaltsbestimmungen nach DIN 18 121 durchgeführt (Anlage Nr. 4).

3.6 Chemische Laboranalysen

Für die Angaben zur Wiederverwertung beziehungsweise Entsorgung des Asphalts wurden aus der bestehenden Asphaltschicht mittels Diamantbohrer fünf Asphaltproben entnommen und drei davon auf PAK im Feststoff und Phenole im Eluat untersucht.

Zur Beurteilung des Aushubs wurden zwei Mischproben (MP Unterbau und MP Aushub) zusammengestellt, zur Analyse in ein chemisches Labor gebracht und entsprechend den Vorgaben der VwV Boden (Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14. März 2007, Tab. 6.1) analysiert und bewertet.

4 Geologische Situation

Der Felsuntergrund im Bereich des Bauvorhabens besteht aus der geologischen Formation des **„Oberen Buntsandsteins (so2)“**.

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

Das Felsgestein des „Oberen Buntsandsteins“ wurde bei den Baugrunduntersuchungen mit drei Bohrungen erreicht. Über dem Fels wurde im Bereich des Neubaugebiets Verwitterungslehm (z. T. kiesig), Lösslehm, Löss sowie Oberboden aufgeschlossen.

Im Straßenbereich wurden unter der Asphaltdecke der Unterbau, Auffüllungen und Verwitterungslehm (z. T. umgelagert bzw. kiesig) angetroffen.

5 Baugrundbeschreibung

Im Folgenden werden die angetroffenen Bodenschichten nur allgemein beschrieben. Detaillierte Daten können den Schichtenverzeichnissen (Anlage Nr. 2) sowie den Schichtenprofilen (Anlage Nr. 3) entnommen werden.

5.1 RKS 1 bis RKS 5

Als Oberstes der Kleinrammbohrungen RKS 1 bis RKS 5 wurde die Straßendecke aus **bituminösem Asphalt** angetroffen. Nach der 0,13 - 0,16 m mächtigen Asphaltschicht folgt der ca. 0,19 - 1,84 m mächtige **Unterbau (ungebundene Tragschicht)**. Dieser setzt sich aus feinsandigem und schwach schluffigem Kies (Kalksteinbruchstücke) zusammen.

Mächtigkeit des festgestellten Straßenaufbaus (Asphalt und Unterbau) in [m]:

	RKS 1	RKS 2	RKS 3	RKS 4	RKS 5
Asphalt	0,13	0,13	0,16	0,14	0,16
ungebundene Tragschicht	1,23	0,87	0,19	0,21	1,84
Straßenaufbau (gesamt)	*1,40*	*1,00*	*0,35*	*0,35*	*2,00*

Unterhalb des Straßenunterbaus folgen in den Kleinrammbohrungen RKS 1 bis RKS 4 **Auffüllungen**.

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

Diese bestehen aus tonigem, feinsandigem und kiesigem Schluff mit halbfester Konsistenz und leichter Plastizität sowie schluffigem und sandigem Kies mit mitteldichter Lagerung. Die kiesigen Bestandteile sind überwiegend Sandsteinbruchstücke. Untergeordnet kommen Kalksteinbruchstücke, Asphaltreste, gerundete Kiese und Holzkohlereste vor. Die graubraun bis braun gefärbten Auffüllungen wurden mit einer Mächtigkeit von ca. 0,19 - 1,84 m angetroffen.

Im Bereich der RKS 2 bis RKS 4 wurde unterhalb der Auffüllungen **Verwitterungslehm** aufgeschlossen. Diese setzen sich aus schluffigem und feinsandigem Ton mit halbfester bis fester Konsistenz und leichter Plastizität.

Innerhalb der RKS 3 liegt der Verwitterungslehm bis etwa 1,00 m unter GOK umgelagert vor. Bis ungefähr 1,5 m unter GOK besteht der Verwitterungslehm aus schluffigem, feinsandigem und tonigem Kies mit mitteldichter Lagerung.

	RKS 1	**RKS 2**	**RKS 3**	**RKS 4**	**RKS 5**
Asphalt	235,94 (0,13)	236,43 (0,13)	234,75 (0,16)	236,30 (0,14)	242,41 (0,16)
Unterbau	235,77 (1,23)	236,30 (0,87)	234,59 (0,19)	236,16 (0,21)	242,25 (1,84)
Auffüllungen	234,54 (0,60)	235,43 (0,50)	234,40 (0,35)	235,95 (0,65)	--
Verwitterungslehm	--	234,93 (0,50)	234,05 (1,30)	235,30 (1,00)	--
Endteufe	233,94 *(2,00)*	*234,43 (2,00)*	*232,75 (2,00)*	*234,30 (2,00)*	*240,41 (2,00)*

5.2 RKS 6 bis RKS 10

In den Sondierungen RKS 6 - RKS 10 wurde als oberste Schicht ein ca. 0,30 - 0,40 m mächtiger **Oberboden** aus feinsandigem und tonigem Schluff mit organischen Beimengungen aufgeschlossen.

Unterhalb des Oberbodens (RKS 6 - RKS 10) wurde hellbraun bis braun gefärbter **Löss bzw. Lösslehm** angetroffen.

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

Diese Böden setzen sich ausschließlich aus Schluff mit unterschiedlich starken tonigen und feinsandigen Anteilen zusammen. Der halbfeste Löss bzw. Lösslehm weist eine leichte Plastizität auf. Die Mächtigkeit wurde mit 1,00 - 3,20 m festgestellt.

Unterhalb des Lösses bzw. Lösslehms folgt bis etwa 3,00 - 5,00 m unter GOK **Verwitterungslehm**. Dieser Boden besteht aus feinsandigem und schwach kiesigem Schluff und Ton mit halbfester Konsistenz und leichter Plastizität. Lagenweise wurden stark kiesige oder umgelagerte Bereiche festgestellt. Die Mächtigkeit des rotbraun bis rot gefärbten Verwitterungslehms beträgt 0,70 - 2,00 m.

Als unterste Schicht wurde im Bereich der RKS 6, 7 und 10 der angew. Fels des „Oberen Buntsandsteins“ erbohrt. Dieser setzt sich aus rot gefärbten Ton- und Tonmergelsteinen mit halbfester bis fester Konsistenz zusammen.

Innerhalb der RKS 7 und RKS 10 war ab etwa 4,40 - 4,70 m unter GOK kein weiteres Eindringen mit der angewandten Bohrtechnik möglich. Seitens des Gutachters wird davon ausgegangen, dass in dieser Tiefe der harte Sandstein des „Oberen Buntsandsteins“ ansteht.

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

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

	RKS 6	RKS 7	RKS 8	RKS 9	RKS 10
Oberboden	246,18 (0,40)	253,97 (0,40)	259,37 (0,30)	269,23 (0,40)	265,91 (0,40)
Löss	245,78 (1,00)	253,57 (0,60)	259,07 (1,40)	268,83 (1,60)	265,51 (0,80)
Löss/Lösslehm	--	252,97 (2,00)	257,67 (1,30)	--	264,71 (0,80)
Lösslehm	--	--	--	267,23 (1,60)	--
Verwitterungslehm	244,78 (1,60)	250,97 (0,70)	256,37 (2,00)	265,63 (1,40)	263,91 (1,00)
angew. Fels	243,18 (2,00)	250,27 (1,00)	--	--	262,91 (1,40)
Endteufe	*241,18 (5,00)*	*249,27 (4,70)*	*254,37 (5,00)*	*264,23 (5,00)*	*261,51 (4,40)*

6 Hydrogeologische Situation

6.1 Internetdaten der LUBW

Auf der Internetseite der LUBW (Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg) konnten am 31.08.2018 folgende Daten für das Untersuchungsgelände abgefragt werden:

6.1.1 Hochwasserrisikomanagement

Laut LUBW liegen für das Untersuchungsgebiet in Reichartshausen keine Hochwasserdaten vor.

6.1.2 Wasserschutzgebiet

Nach den im Internet unter der Seite der LUBW veröffentlichten Daten liegt der Großteil des Untersuchungsgebiets außerhalb einer festgesetzten Wasserschutzzone.

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

Der Bereich nördlich des Flurstücks 9380 und östlich der K4191 liegt in der Zone III B des Wasserschutzgebiets Br. Gew. Unter der Zentbrücke Reichartshausen (226.012, 13.08.1976, Landratsamt Rhein-Neckar-Kreis).

6.2 Gemessene Grundwasserdaten

Während der Bohrarbeiten wurde in den Aufschlussbohrungen kein Wasserandrang zu den Bohröffnungen festgestellt. Nach Abschluss der Bohrungen stellte sich kein Wasserspiegel in den Bohröffnungen ein.

Bei der Erschließung ist daher mit keinem Wasserandrang zu den Kanalgräben zu rechnen. Je nach Jahreszeit kann jedoch Stau-, Sicker- und Schichtwasser auftreten.

Wir empfehlen, für Schlechtwetterperioden mit Niederschlagsereignissen eine offene Wasserhaltung mittels Pumpensümpfen vorzuhalten.

6.3 Auswertung des Versickerungsversuchs

Versickerungsversuch vom 13.08.2018

Um den Durchlässigkeitsbeiwert (k_f-Wert) des anstehenden Untergrunds zu bestimmen, wurde im Zuge der Baugrunduntersuchung im Bereich der RKS 7 ein Versickerungsversuch durchgeführt. Dabei handelt es sich um einen Auffüllungsversuch mit Leitungswasser im verrohrten Bohrloch (DN 50), der im dort anstehenden Löss/Lösslehm durchgeführt wurde.

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.

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

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

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

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

Es wurde folgender Durchlässigkeitsbeiwert bestimmt:

Versickerungs-versuch	Fallhöhe	Pegeltiefe	Bodenart	Messintervall	k_f-Wert [ms^{-1}]
VV bei RKS 7	2,0 m	1,50 m	Löss / Löss-lehm	27 Std.	$1{,}79 \times 10^{-9}$

Der durch den oben beschriebenen Versickerungsversuch ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert (k_f-Wert) des **Lösses/Lösslehms** gilt nach DIN 18 130 als **„sehr schwach durchlässig“**.

Nach dem DWA-Regelwerk „Arbeitsblatt DWA-A 138“, 04/2005, muss bei der Bestimmungsmethode „Feldversuch“ ein Korrekturfaktor von 2,0 zur Festlegung des Bemessungs-k_f-Werts angesetzt werden.

Bei einem durchschnittlichen Feldversuch-k_f-Wert von $k_f = 1{,}79 \times 10^{-9}$ m/s ergibt sich dann ein Bemessungs-k_f-Wert von

$k_f = 3{,}59 \times 10^{-9}$ m/s.

Dieser Wert kann als realistisch angesehen werden, zumal der Gutachter nach der Bodenansprache den k_f-Wert in den gleichen Dimensionen angesetzt hat.

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

Der durch die Sieb-Analyse ermittelte Bemessungs-k_f-Wert des **Lösses/Lösslehms** gilt nach DIN 18 130 als **„sehr schwach durchlässig“**.
Die Versickerungsrate im bindigen **Löss/Lösslehm** ist als **gering** zu bezeichnen. Eine Versickerung innerhalb dieser Böden ist daher **nicht** möglich.

7 Baugrundbeurteilung und bodenmechanische Kennwerte

7.1 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.

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.

Die Bauwerke können mittels **Streifen- und Einzelfundamenten** in den Löss/Lösslehm bzw. Verwitterungslehm gegründet werden. Für die Gründung von Bauwerken in den bindigen Böden kann man vorläufig von einer **maximal zulässigen Bodenpressung von σ_{zul} = 200 kN/m² - 250 kN/m²** (nach DIN 1054:1976-11) ausgehen. Dies entspricht einem **Bemessungssohlwiderstand von σ_{zul} = 280 kN/m² - 350 kN/m²** (gemäß EC 7, DIN EN 1054:2010-12 für ständige Bemessungssituation (BS-P)).

Für eine Gründung mit Bodenplatte kann vorläufig von einer **maximal zulässigen Bodenpressung von σ_{zul} = 120 kN/m² - 140 kN/m²** (nach DIN 1054:1976-11) ausgehen.

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

Dies entspricht einem **Bemessungssohlwiderstand von σ_{zul} = 168 kN/m² - 196 kN/m²** (gemäß EC 7, DIN EN 1054:2010-12 für ständige Bemessungssituation (BS-P)).

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

Eine fachtechnische Überprüfung und Untersuchung sollte bei der Erstellung von Bauwerken in jedem Falle erfolgen.

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

Böden	**Homogenbereich A**	**Homogenbereich B**
Ortsübliche Bezeichnung	Unterbau	Auffüllungen
Aushub nach DIN 18300:2012-09	BKL 3	BKL 3 - 4
Bodengruppen nach DIN 18196	GW	UL / TL / SW
Plastizitätszahl, Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	n. n.	halbfest
Korngrößenverteilung	n. n.	n. n.
Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 14688-2	mitteldicht	mitteldicht
Wassergehalt nach DIN ISO 1789-1	n. n.	n. n.
Scherfestigkeiten	n. n.	n. n.
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	n. n.	n. n.
organischer Anteil nach DIN 18128	n. n.	n. n.

n. n.: nicht nachgewiesen

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

Böden	Homogenbereich C	Homogenbereich D	Homogenbereich E
Ortsübliche Bezeichnung	Oberboden	Löss / Lösslehm	Verwitterungslehm
Aushub nach DIN 18300:2012-09	BKL 1 + 4	BKL 4	BKL 3 - 6
Bodengruppen nach DIN 18196	OH	UL / TL	UL / TL / GW / GT / GT*
Plastizitätszahl, Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	halbfest	halbfest	halbfest
Korngrößenverteilung	n. n.	n. n.	n. n.
Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 14688-2	n. n.	n. n.	n. n.
Wassergehalt nach DIN ISO 1789-1	n. n.	n. n.	n. n.
Scherfestigkeiten	n. n.	n. n.	n. n.
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	n. n.	n. n.	n. n.
organischer Anteil nach DIN 18128	vorhanden	n. n.	n. n.

n. n.: nicht nachgewiesen

Fels	Homogenbereich C
Ortsübliche Bezeichnung	„Oberer Buntsandstein“
Aushub nach DIN 18300:2012-09	BKL 4 - 6
Benennung von Fels nach DIN EN ISO 14689-1	Ton- und Tonmergelstein
Plastizitätszahl, Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	halbfest bis fest
Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2	n. n.
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit nach DIN EN ISO 14689-1	mäßig bis stark verwittert 2 - 3 (Tabelle 13)
einaxiale Druckfestigkeit nach DGGT-Empfehlung Nr. 1	1 - 25
Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform nach DIN EN ISO 14689-1	n. n.

n. n. nicht nachgewiesen

Hinweis:

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

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

7.3 Bodenkennwerte (cal) der Homogenbereiche nach DIN 1055-2

Auffüllungen (UL / TL, halbfeste Konsistenz)

Wichte erdfeucht	20,0 kN/m³
Wichte gesättigt	20,0 kN/m³
Wichte unter Auftrieb	10,0 kN/m³
Reibungswinkel	22,5° - 25,0°
Kohäsion c'	5 - 7 kN/m²

Löss / Lösslehm (UL / TL, halbfeste Konsistenz)

Wichte erdfeucht	20,5 kN/m³
Wichte gesättigt	21,0 kN/m³
Wichte unter Auftrieb	11,0 kN/m³
Reibungswinkel	27,5° - 30,0°
Kohäsion c'	7 - 10 kN/m²

Verwitterungslehm (TL, halbfeste Konsistenz)

Wichte erdfeucht	21,0 kN/m³
Wichte gesättigt	21,0 kN/m³
Wichte unter Auftrieb	11,0 kN/m³
Reibungswinkel	22,5° - 25,0°
Kohäsion c'	10 - 12 kN/m²

angew. Fels (Ton-, Tonmergelstein, halbfeste bis feste Konsistenz)

Wichte erdfeucht	22,0 kN/m³
Wichte gesättigt	22,0 kN/m³
Wichte unter Auftrieb	12,0 kN/m³
Reibungswinkel	30,0° - 35,0°
Kohäsion c'	15 - 20 kN/m²

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

7.4 Mittlere Steifeziffern (cal.) der Gründungsböden

Auffüllungen (nachverdichtet)	6.000 - 8.000 kN/m²
Löss / Lösslehm	10.000 - 12.000 kN/m²
Verwitterungslehm	14.000 - 18.000 kN/m²
angew. Fels (Ton-, Tonmergelstein)	20.000 - 30.000 kN/m²

7.5 Frostklassen gemäß ZTVE-StB 09 und DIN 18 196

Unterbau	GW	Frostklasse F 1, nicht frostempfindlich
Auffüllungen	UL / TL	Frostklasse F 3, sehr frostempfindlich
Löss / Lösslehm	UL / TL	Frostklasse F 3, sehr frostempfindlich
Verwitterungslehm	UL / TL / GT*	Frostklasse F 3, sehr frostempfindlich
Verwitterungslehm	GW / GT	Frostklasse F 1 - F 2, nicht bis mittel frostempfindlich

8 Beurteilung der Böden hinsichtlich des Wiedereinbaus, Maßnahmen beim Wiedereinbau

8.1 Wiederverwendbarkeit des Bodenaushubs

Zur Untersuchung der Wiederverwendbarkeit des anfallenden Aushubs wurde eine Mischprobe aus dem Löss/Lösslehm entnommen und die Proctordichte nach DIN 18 127 bestimmt (Anlage Nr. 4).

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

Proctorversuch:

Bodenart	Natürlicher Wasser-gehalt	optimaler Wassergehalt	Wassergehalt bei 97 % Proctor nasser Ast trockener Ast	95 % Proctor nasser Ast trockener Ast
Mischprobe Löss/Lösslehm	16,70 %	15,50 %	19,30 % 11,30 %	20,10 % 10,10 %

Bei der Bestimmung der Wassergehalte ergaben sich folgende Werte:

Probe	Bodenart	Tiefe (m)	Wassergehalt (%)
RKS 6	Löss	0,80 - 1,40	15,39
RKS 6	Verwitterungslehm	1,40 - 2,00	18,57
RKS 7	Löss/Lösslehm	1,00 - 3,00	17,90
RKS 7	Verwitterungslehm	3,00 - 3,70	19,16
RKS 8	Löss/Lösslehm	1,70 - 3,00	18,18
RKS 8	Verwitterungslehm	3,00 - 3,70	19,87
RKS 9	Löss	1,00 - 2,00	17,59
RKS 9	Lösslehm	2,00 - 3,60	18,67
RKS 10	Löss/Lösslehm	1,20 - 2,00	22,24
RKS 10	Verwitterungslehm	2,00 - 3,00	20,26

Nach den vorliegenden Ergebnissen des Proctorversuchs wird eine Verdichtung des Aushubmaterials auf 95 % Proctor bei Wassergehalten zwischen 10,10 % und 20,10 % erreicht und eine Verdichtung auf 97 % Proctor bei Wassergehalten zwischen 11,30 % und 19,30 %.

Folgende durchschnittliche Wassergehalte wurden ermittelt:

Bodenart	durchschnittlicher Wassergehalt
Löss/Lösslehm	18,33 %
Verwitterungslehm	19,47 %

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

8.2 Allgemeiner Hinweis

Nach ZTVE-StB 09 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 ≥ 97 % - ≥ 100 % Proctor zu erreichen.

Im übrigen Kanalgrabenbereich ist je nach Verdichtbarkeitsklasse des Einbaumaterials eine Verdichtung auf ≥ 97 % - ≥ 98 % Proctor ausreichend.

Der durchschnittliche Wassergehalt des **Lösses / Lösslehms** und des **Verwitterungslehms** liegt innerhalb bzw. knapp oberhalb der Grenzen für einen direkten Wiedereinbau **ohne** Bodenverbesserung. Jahreszeitlich bedingt können Verbesserungsmaßnahmen erforderlich werden.

8.3 Maßnahmen beim Wiedereinbau

Sollte jahreszeitlich bedingt der Wassergehalt zu hoch liegen, kann durch Kalkzugabe eine Reduzierung erreicht werden.

Dabei sollten folgende Mengen vorgesehen werden:

2 kg/m² für 1 - 2 % Wassergehaltsreduzierung
3 - 5 kg/m² für 2 - 3 % Wassergehaltsreduzierung
8 - 10 kg/m² für 4 - 5 % Wassergehaltsreduzierung

Diese Angaben beziehen sich auf eine Schütthöhe der Einzellagen von ca. 0,30 m.

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

9 Erdbautechnische Hinweise

9.1 Kanal- und Leitungsbau

Da uns keine Informationen über die Einbindetiefe des Kanals vorliegen, wird seitens des Gutachters die Sohle des geplanten Kanals auf der Höhe des Bestandskanals von ca. 2,00 - 3,00 m unter GOK festgesetzt.

Aushub

Die angetroffenen Böden sind zum Großteil den Bodenklassen 3 - 4 zuzuordnen. Der angetroffene Löss/Lösslehm sowie der Verwitterungslehm können nach den Ergebnissen der Kleinrammbohrungen mit dem Bagger gelöst werden.

Stellenweise ist mit dem Fels des „Oberen Buntsandsteins“ zu rechnen. Dies kann vor allem im südwestlichen Bereich (RKS 6, RKS 7 u. RKS 10) möglich sein. Felslöffel und Meißel sind zum Lösen des Felses vorzuhalten.

Kanalbau / Kanalauflager

Auf Grundlage der Baugrunduntersuchungen bestehen die Gründungsböden bei den o. g. Einbindetiefen aus halbfestem Löss/Lösslehm und Verwitterungslehm. Diese Böden sind als Gründungsboden geeignet.

Eventuell auftretende Weichzonen an den Grabensohlen müssen ausgeräumt und durch geeignetes Material (z. B. Schotter) ersetzt werden. Dafür ist für 20 % der Abwicklung zusätzlich eine 0,20 m mächtige Schotterschicht auf Geotextilvlies vorzusehen.

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

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

Bei den angetroffenen Untergrundverhältnissen kann nach DIN EN 1610 der Bettungs-Typ 1 angewandt werden.

Für Bettungs-Typ 1 darf die Dicke der unteren Bettungsschicht, gemessen unter dem Rohrschaft, eine Dicke von 100 mm nicht unterschreiten.

Schachtbauwerke

Für auf der Trasse projektierte Schachtbauwerke wird als direkter Gründungsboden Löss/Lösslehm bzw. Verwitterungslehm angetroffen.

gemäß EC 7, DIN EN 1054:2010-12
für ständige Bemessungssituation (BS-P)
- Bemessungssohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ 140 kN/m²

nach DIN 1054:1976-11
- max. zul. Bodenpressung σ_{zul} 100 kN/m²

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

Der Gründungsboden darf nicht aufgeweicht vorliegen. Er ist dann vor dem Einbau der Sauberkeitsschicht durch einen Bodenaustausch zu ersetzen.

Wasserhaltung

Da innerhalb der Bohröffnungen kein Wasser angetroffen wurde, ist im Bereich der Baugrubensohle mit keinem Wasserandrang zu rechnen. Wir empfehlen dennoch, für Schlechtwetterperioden mit Niederschlagsereignissen eine offene Wasserhaltung vorzuhalten.

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

Verbauarbeiten

Aufgrund der angetroffenen Bodenverhältnisse ist ein freies Abböschen der Grabenwände bei ausreichendem Platzangebot möglich.

Verbauarbeiten, außer dem obligatorischen Kulissen-Verbau, werden nicht notwendig. Da mit zunehmender Tiefe die Standfestigkeit der angetroffenen Baugrundverhältnisse zunimmt, können die Grabenwände mit folgenden Böschungsneigungen abgeschrägt werden:

bis 1,0 m Tiefe	90°
bis 3,0 m Tiefe	70°
bis 4,0 m Tiefe	60°

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. Diese kann ebenfalls von unserem Büro durchgeführt werden.

Wiederverfüllung des Kanalgrabens

Das Aushubmaterial des Untersuchungsgebiets setzt sich überwiegend aus bindigem Löss, Löss/Lösslehm und Verwitterungslehm zusammen.

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

Diese Böden können je nach Wassergehalt für den Wiedereinbau verwendet werden. Jahreszeitlich bedingt können Verbesserungsmaßnahmen erforderlich werden. Dies sollte für 30 % des anfallenden Aushubmaterials mit 25 kg/m^3 Weißfeinkalk vorgesehen werden.
Nach ZTVE-StB 09 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 ≥ 97 % - ≥ 100 % Proctor zu erreichen. Im übrigen Kanalgrabenbereich ist je nach Verdichtbarkeitsklasse des Einbaumaterials eine Verdichtung auf ≥ 97 % - ≥ 98 % Proctor ausreichend.

Das Material muss in Lagen von max. 0,30 m Schütthöhe eingebaut und verdichtet werden (Kapitel 7). Hierbei ist eine mind. gleiche oder bessere Dichtigkeit wie im natürlich anstehenden Boden zu erreichen. Die Überprüfungen können durch unser Büro durchgeführt werden.

9.2 Straßenbau

Für die geplanten Straßen muss eine ausreichende Tragfähigkeit und Frostsicherheit des Straßenaufbaus erzielt werden. Grundlagen hierfür sind die Richtlinien der RStO 12 und der ZTVE-StB 09.

Im Bereich der Straßentrasse ist das Rohplanum so zu verdichten, dass ein Verformungsmodul von **E_{v2} ≥ 45 MPa (MN/m²)** nachgewiesen werden kann. Dies wäre mit den anstehenden Bodenarten grundsätzlich möglich, trotzdem sollte für 40 % der Abwicklung eine Verbesserung mit einem Mischbinder (z.B. 70/30, ≥15 kg/m^2, Frästiefe 0,50 m) vorgesehen werden.
Die im Bereich des Rohplanums anstehenden Böden (Löss / Lösslehm) gehören überwiegend der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich) an.

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

Aus diesem Grund ist, je nach Belastungsklasse (Bk), unabhängig von den Anforderungen an die Tragfähigkeit, eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von ≥ 50 cm (Bk 0,3) bzw. von ≥ 60 cm (Bk 3,2 bis Bk 1,0) erforderlich.

Die Zuordnungen der Belastungsklassen (Bk) sind vor Baubeginn zu prüfen.

Wir empfehlen, im Erschließungsbereich einen Mindestaufbau von ≥ 60 cm vorzusehen.

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

Wiedereinbau des vorhandenen Straßenunterbaus

Die ungebundene Tragschicht aus dem Untersuchungsgebiet entspricht gemäß der durchgeführten Siebanalyse der Sieblinie eines KFT-Materials (kombinierte Frost- und Tragschicht) gemäß den Anforderungen der ZTVT-StB 09 und kann bei chemischer Eignung für den Wiedereinbau verwendet werden.

Kann im Bereich von Parkplatzflächen und Verkehrsflächen Oberflächenwasser in den Unterbau versickern (bei Pflaster o. Ä.), so muss der Unterbau ausreichend hydraulisch entwässert werden.

9.3 Erdbebenzone

Nach der Karte der Erdbebenzonen für Baden-Württemberg des Geologischen Landesamts Baden-Württemberg (2005), Maßstab 1 : 350.000, liegt das Untersuchungsgebiet außerhalb einer Erdbebenzone.

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

10 Asphaltanalyse

Um den bestehenden Asphaltbelag auf eine mögliche Kohlenteerstämmigkeit bzw. PAK-Belastung hin zu untersuchen, wurden drei Asphaltproben (RKS 2, RKS 3 und RKS 5) nach den Richtlinien der RuVA-StB 01 („Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer- / pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau“) untersucht.

Die Bewertung der 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.

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

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

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

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

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

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

Hinweis 2: Für die Verwertungsklasse 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 Wasserschutzzonen, außerhalb von Gebieten mit häufigen Überschwemmungen bzw. außerhalb von Karstgebieten ohne Deckschichten möglich.

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

Bei den Analysen wurden folgende PAK-Gehalte festgestellt:

	Probenart	PAK nach EPA [mg/kg]	Phenol-index [mg/l]	Verwertungs-klasse nach RuVA
RKS 2 (0,00 - 0,13 m)	Asphalt	3,7	≤ 0,01	**A**
RKS 3 (0,00 - 0,16 m)	Asphalt	6,6	≤ 0,01	**A**
RKS 5 (0,00 - 0,16 m)	Asphalt	7,8	≤ 0,01	**A**

Aus der Analyse ergibt sich, dass der Asphaltaufbruch entsprechend der **Verwertungsklasse A** verwendet werden kann. Der Ausbauasphalt kann entweder im Heißmischverfahren verwendet oder aufgrund des PAK-Gehalts unter 100 mg/kg im Kaltmischverfahren ohne Bindemittel unter vollständiger Überbauung durch eine wasserundurchlässige Schicht eingebaut werden. **Dieses Material ist somit unter o. g. Auflagen frei verwendbar**.
Auch die übrigen Asphaltproben waren organoleptisch unauffällig.
Eventuell geruchlich auffälliges Material sollte in einem Container zwischengelagert werden. Eine Trennung des Asphaltaufbruchs müsste dann vor Ort beim Ausbau erfolgen. Im Zweifel ist der Gutachter hinzuzuziehen. Für eine entsprechende Verwertung / Entsorgung sind dann nochmals Analysen notwendig.

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

11 Bodenanalyse

11.1 VwV-Analyse

Aus dem anfallenden Aushubmaterial wurden zwei Mischproben (MP Unterbau und MP Aushub (geogener Boden)) entnommen und bezüglich der Richtlinien der VwV Boden (Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV) vom 14. März 2007. Tab. 6.1) chemisch untersucht. Dadurch kann das künftige Aushubmaterial hinsichtlich der Verwertung / Entsorgung beurteilt werden.

Abfalltechnische Bewertungsgrundlagen

Die Analyse der Mischprobe 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“ Z 0 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 Z 0 und Z 0* unterschieden. Für die Verfüllung von Abgrabungen darf Z 0 uneingeschränkt verwendet werden.

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

Der Einbau von Z 0*-Bodenmaterial ist unter bestimmten Voraussetzung (Abdeckung, Mindestabstand zum höchsten Grundwasserstand, außerhalb der WSZ IIIA, Zone III Heilquellenschutzgebiete, Wasservorranggebiete und Karstgebiete) möglich.

Bodenmaterial mit der Qualitätsstufe Z 1 und Z 2 kann ausschließlich in technischen Bauwerken (z. B. Straßenbau, Bau von Lärm- und Sichtschutzwällen, Herstellung von Parkplatzflächen) verwertet werden.

Bei der Einbaukonfiguration Z 1 wird zwischen Z 1.1 und Z 1.2, 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 Z 2 handelt 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 (größer) Z 2 erfolgt die Bewertung gemäß der Abfallablagerungsverordnung (AbfAblV; Deponieklasse DKI und DKII) und sonstigen in Baden-Württemberg gültigen Vorschriften.

Die Laborergebnisse sind als Anlage Nr. 5 gemäß den Prüfberichten 18/04411 und 18/04412, BVU GmbH, Markt Rettenbach, dargestellt:

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

Parameter	Einheit	MP Unterbau	Zuordnung nach VwV
Feststoff			
EOX	[mg/kg]	< 0,5	Z 0
MKW (C_{10}-C_{22})	[mg/kg]	< 30	Z 0
MKW (C_{10}-C_{40})	[mg/kg]	< 50	Z 0
Cyanid ges.	[mg/kg]	< 0,25	Z 0
PCB_6	[mg/kg]	< BG*	Z 0
BTEX (AKW)	[mg/kg]	< BG	Z 0
Σ-LHKW	[mg/kg]	< BG	Z 0
PAK n. EPA	[mg/kg]	0,44	Z 0
Benzo(a)pyren	[mg/kg]	0,05	Z 0
Arsen	[mg/kg]	3,4	Z 0
Blei	[mg/kg]	3,7	Z 0
Cadmium	[mg/kg]	0,07	Z 0
Chrom	[mg/kg]	7,2	Z 0
Kupfer	[mg/kg]	12	Z 0
Nickel	[mg/kg]	6,8	Z 0
Quecksilber	[mg/kg]	< 0,02	Z 0
Thallium	[mg/kg]	< 0,4	Z 0
Zink	[mg/kg]	14	Z 0
Eluat			
pH-Wert	[-]	8,89	Z 0
Leitfähigkeit	[µS/cm]	56	Z 0
Phenolindex	[µg/l]	< 10	Z 0
Cyanid ges.	[µg/l]	< 5	Z 0
Chlorid	[mg/l]	< 2	Z 0
Sulfat	[mg/l]	< 5	Z 0
Arsen	[µg/l]	< 3	Z 0
Blei	[µg/l]	< 5	Z 0
Cadmium	[µg/l]	< 0,2	Z 0
Chrom	[µg/l]	< 5	Z 0
Kupfer	[µg/l]	< 5	Z 0
Nickel	[µg/l]	< 5	Z 0
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15	Z 0
Zink	[µg/l]	< 10	Z 0
Zuordnungswert nach VwV Boden			**Z 0**

* Messergebnis ist kleiner als die laboranalytische Bestimmungsgrenze

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

Parameter	Einheit	MP Aushub	Zuordnung nach VwV
Feststoff			
EOX	[mg/kg]	< 0,5	Z 0
MKW (C_{10}-C_{22})	[mg/kg]	< 30	Z 0
MKW (C_{10}-C_{40})	[mg/kg]	< 50	Z 0
Cyanid ges.	[mg/kg]	< 0,25	Z 0
PCB_6	[mg/kg]	< BG*	Z 0
BTEX (AKW)	[mg/kg]	< BG	Z 0
Σ-LHKW	[mg/kg]	< BG	Z 0
PAK n. EPA	[mg/kg]	< BG	Z 0
Benzo(a)pyren	[mg/kg]	< 0,04	Z 0
Arsen	[mg/kg]	10	Z 0
Blei	[mg/kg]	13	Z 0
Cadmium	[mg/kg]	0,12	Z 0
Chrom	[mg/kg]	29	Z 0
Kupfer	[mg/kg]	14	Z 0
Nickel	[mg/kg]	23	Z 0
Quecksilber	[mg/kg]	0,03	Z 0
Thallium	[mg/kg]	< 0,4	Z 0
Zink	[mg/kg]	40	Z 0
Eluat			
pH-Wert	[-]	7,84	Z 0
Leitfähigkeit	[µS/cm]	109	Z 0
Phenolindex	[µg/l]	< 10	Z 0
Cyanid ges.	[µg/l]	< 5	Z 0
Chlorid	[mg/l]	< 2	Z 0
Sulfat	[mg/l]	< 5	Z 0
Arsen	[µg/l]	< 3	Z 0
Blei	[µg/l]	< 5	Z 0
Cadmium	[µg/l]	< 0,2	Z 0
Chrom	[µg/l]	< 5	Z 0
Kupfer	[µg/l]	< 5	Z 0
Nickel	[µg/l]	< 5	Z 0
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15	Z 0
Zink	[µg/l]	< 10	Z 0
Zuordnungswert nach VwV Boden			**Z 0**

* Messergebnis ist kleiner als die laboranalytische Bestimmungsgrenze

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

11.2 Bewertung

Die Bewertung der MP Unterbau erfolgt nach den Grenzwerten für Sand, die Bewertung der MP Aushub erfolgt nach den Grenzwerten für Lehm/Schluff.

Der Unterbau sowie der geogen anstehende Boden wird ohne Grenzwertüberschreitung als **Z 0-Material** gemäß der Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg eingestuft.

Das Material ist somit frei verwertbar.

Hinweis:
Auf Grundlage der orientierenden Voruntersuchung können durch die „Annehmende Stelle“ aufgrund der Einführung der Deponieverordnung (DepV) vom 27.04.2009 weitere Untersuchungen (Probennahmen aus Haufwerken, grundlegende Charakterisierung, Laboranalysen im reduzierten Umfang = Schlüsselparameter) gefordert werden.

Der Untersuchungsumfang richtet sich dann nach Masse, Herkunft und Zusammensetzung des Materials. Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass es durch diese dann notwendigen Maßnahmen zu Mehrkosten kommen kann, da das Material bis zum Vorliegen der Ergebnisse nicht an einer Deponie angeliefert werden kann.

12 Anmerkungen

Die Untergrundverhältnisse wurden anhand punktueller Aufschlüsse beschrieben und beurteilt. Die im Gutachten enthaltenen Angaben gelten streng genommen nur für diese Untersuchungsstellen.

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

Abweichungen von den im vorliegenden Gutachten enthaltenen Angaben können nicht ausgeschlossen werden und sind dem Gutachter sofort anzuzeigen.

Sollten beim Aushub andere Bodenschichten als beschrieben angetroffen werden, ist unverzüglich der Gutachter zur weiteren Beurteilung heranzuziehen.

Eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der Bodenverhältnisse während der Aushubarbeiten 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 Lastplattendruckversuchen bzw. Rammsondierungen überprüfen zu lassen. Hierzu stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Für die umliegenden Gebäude empfehlen wir, vor Beginn der Baumaßnahme eine Beweissicherung durchzuführen. Diese kann ebenfalls von unserem Büro durchgeführt werden.

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

J. Schön, Dipl.-Geol. S. Wunderlich, Dipl.-Geol.

Untersuchungsgebiet

TÖNIGES GmbH
INGENIEUR-
GEOLOGISCHES
BÜRO

Kleines Feldlein 4
D-74889 Sinsheim

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

Reichartshausen
Erschließung NBG Bettelmannsklinge
Geografische Lage des Untersuchungsgebiets

gezeichnet: S. Wunderlich / 11.09.2018	Anlage-Nr.: **1.1**
Maßstab: 1 : 10.000	Projekt-Nr.: E 18524

BZP
Bezugspunkt:
OK Kanaldeckel
= 235,57 m ü. NN

RKS1
Kleinrammbohrung

TÖNIGES GmbH
INGENIEUR-
GEOLOGISCHES
BÜRO

Kleines Feldlein 4
D-74889 Sinsheim

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

Reichartshausen
Erschließung NBG Bettelmannsklinge
Lageplan der Bohransatzpunkte

gezeichnet: S. Wunderlich / 11.09.2018	Anlage-Nr.: **1.2**
Maßstab: 1 : 1.500	Projekt-Nr.: E 18524

Töniges GmbH, Kleines Feldlein 4, 74889 Sinsheim

	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Anlage: Bericht: AZ: *E 18524*

Bauvorhaben: *Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge*

Bohrung Nr.: *RKS 1* / Blatt *1*

Datum: *13.08.2018*

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen [1]					Art	Nr.	Tiefe in m Unterkante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung [1]	h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,13	a) ***Asphalt***							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g) ***Asphalt***	h)	i)				
0,30	a) ***Kies, schwach schluffig, feinsandig***				***BKL 3***			
	b) ***Kies = Kalksteinbruchstücke***							
	c) ***mitteldicht***	d)	e) ***grau***					
	f)	g) ***Unterbau***	h) ***GW***	i)				
1,40	a) ***Kies, schluffig, feinsandig***				***BKL 3***			
	b) ***Kies = Kalksteinbruchstücke***							
	c) ***mitteldicht***	d)	e) ***grau***					
	f)	g) ***Unterbau***	h) ***GW***	i)				
2,00	a) ***Schluff, feinsandig, tonig, schwach kiesig***				***BKL 4***			
	b) ***kiesig = Holzkohlereste, Sandsteinbruchstücke***							
	c) ***halbfest***	d)	e) ***graubraun***					
	f)	g) ***Auffüllung***	h) ***UL,TL***	i)				

[1]) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

Töniges GmbH, Kleines Feldlein 4, 74889 Sinsheim

	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Anlage: Bericht: AZ: *E 18524*

Bauvorhaben: ***Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge***

Bohrung Nr.: ***RKS 2*** / Blatt ***1*** — Datum: ***13.08.2018***

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen [1]					Art	Nr.	Tiefe in m Unterkante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung [1]	h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,13	a) ***Asphalt***							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g) ***Asphalt***	h)	i)				
0,25	a) ***Kies, schwach schluffig, feinsandig***				***BKL 3***			
	b) ***Kies = Kalksteinbruchstücke***							
	c) ***mitteldicht***	d)	e) ***grau***					
	f)	g) ***Unterbau***	h) ***GW***	i)				
1,00	a) ***Kies, schwach schluffig, feinsandig***				***BKL 3***			
	b) ***Kies = Kalksteinbruchstücke***							
	c) ***mitteldicht***	d)	e) ***grau***					
	f)	g) ***Unterbau***	h) ***GW***	i)				
1,50	a) ***Schluff, feinsandig, tonig, sehr schwach kiesig***				***BKL 4***			
	b) ***kiesig = Sandsteinbruchstücke***							
	c) ***halbfest***	d)	e) ***braun***					
	f)	g) ***Auffüllung***	h) ***UL,TL***	i)				
2,00	a) ***Ton, schluffig, schwach feinsandig, sehr schwach kiesig***				***BKL 4-6***			
	b)							
	c) ***halbfest***	d)	e) ***rot***					
	f)	g) ***Verwitterungslehm***	h) ***TL***	i)				

[1]) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

Töniges GmbH, Kleines Feldlein 4, 74889 Sinsheim

	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Anlage: Bericht: AZ: *E 18524*

Bauvorhaben: *Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge*

Bohrung Nr.: *RKS 3* / Blatt *1*

Datum: *13.08.2018*

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen [1]					Art	Nr.	Tiefe in m Unterkante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung [1]	h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,16	a) *Asphalt*							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g) *Asphalt*	h)	i)				
0,35	a) *Kies, schwach schluffig, feinsandig*				*BKL 3*			
	b) *Kies = Asphaltreste*							
	c) *mitteldicht*	d)	e) *schwarz*					
	f)	g) *Unterbau*	h) *GW*	i)				
0,70	a) *Sand, schluffig, kiesig*				*BKL 3*			
	b) *kiesig = Asphaltreste, gerundete Kiese*							
	c) *mitteldicht*	d)	e) *braun*					
	f)	g) *Auffüllung*	h) *SW*	i)				
1,00	a) *Schluff, feinsandig, tonig*				*BKL 4*			
	b)							
	c) *halbfest*	d)	e) *rotbraun*					
	f)	g) *umgel. Verwitterungslehm*	h) *UL,TL*	i)				
1,50	a) *Kies, schluffig, feinsandig, tonig*				*BKL 3-5*			
	b) *Kies = Sandsteinbruchstücke*							
	c) *mitteldicht*	d)	e) *rot*					
	f)	g) *kiesiger Verwitterungslehm*	h) *GW,GT*	i)				
2,00	a) *Ton, schluffig, feinsandig*				*BKL 4-6*			
	b)							
	c) *halbfest bis fest*	d)	e) *rot*					
	f)	g) *Verwitterungslehm*	h) *TL*	i)				

[1]) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

Töniges GmbH, Kleines Feldlein 4, 74889 Sinsheim

	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Anlage: Bericht: AZ: *E 18524*

Bauvorhaben: ***Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge***

Bohrung
Nr.: ***RKS 4*** / Blatt ***1***

Datum: ***13.08.2018***

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen [1]					Art	Nr.	Tiefe in m Unterkante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung [1]	h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,14	a) ***Asphalt***							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g) ***Asphalt***	h)	i)				
0,35	a) ***Kies, schwach schluffig, feinsandig***				***BKL 3***			
	b) ***Kies = Asphaltreste***							
	c) ***mitteldicht***	d)	e) ***grau***					
	f)	g) ***Unterbau***	h) ***GW***	i)				
1,00	a) ***Schluff, feinsandig, tonig, kiesig***				***BKL 3-4***			
	b) ***kiesig = Sandsteinbruchstücke, Kalksteinbruchstücke***							
	c) ***halbfest bis mitteldicht***	d)	e) ***braun***					
	f)	g) ***Auffüllung***	h) ***UL,TL***	i)				
2,00	a) ***Ton, schluffig, feinsandig***				***BKL 4-6***			
	b)							
	c) ***halbfest bis fest***	d)	e) ***rot***					
	f)	g) ***Verwitterungslehm***	h) ***TL***	i)				

[1]) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

Töniges GmbH, Kleines Feldlein 4, 74889 Sinsheim

	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Anlage: Bericht: AZ: *E 18524*

Bauvorhaben: ***Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge***

Bohrung
Nr.: ***RKS 5*** / Blatt ***1***

Datum: ***13.08.2018***

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen [1]					Art	Nr.	Tiefe in m Unterkante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung [1]	h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,16	a) ***Asphalt***							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g) ***Asphalt***	h)	i)				
2,00	a) ***Kies, schwach schluffig, feinsandig***				***BKL 3***			
	b) ***Kies = Kalksteinbruchstücke***							
	c) ***mitteldicht***	d)	e) ***grau***					
	f)	g) ***Unterbau***	h) ***GW***	i)				

[1]) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

Töniges GmbH, Kleines Feldlein 4, 74889 Sinsheim

	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Anlage: Bericht: AZ: *E 18524*

Bauvorhaben: ***Reichartshausen, NBG Bettmannsklinge***

Bohrung Nr.: ***RKS 6*** / Blatt ***1***

Datum: ***13.08.2018***

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen [1] c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung [1] / h) [1] Gruppe / i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust	Entnommene Proben: Art	Nr.	Tiefe in m Unterkante
0,40	a) ***Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, schwach organisch*** b) ***Oberboden*** c) ***halbfest*** / d) / e) ***hellbraun*** f) / g) ***Mutterboden*** / h) ***OH*** / i)				***BKL 1+4***			
0,80	a) ***Schluff, stark feinsandig, schwach tonig*** b) c) ***halbfest*** / d) / e) ***hellbraun*** f) / g) ***Löß*** / h) ***UL*** / i)				***BKL 4***			
1,40	a) ***Schluff, stark feinsandig, tonig*** b) c) ***halbfest*** / d) / e) ***hellbraun*** f) / g) ***Löß*** / h) ***UL*** / i)				***BKL 4***			
2,00	a) ***Schluff, feinsandig, tonig, kiesig*** b) ***kiesig = Sandsteinbruchstücke*** c) ***halbfest*** / d) / e) ***rot*** f) / g) ***kiesiger Verwitterungslehm*** / h) ***GT‾*** / i)				***BKL 3-5***			
3,00	a) ***Ton, schluffig, feinsandig*** b) c) ***halbfest*** / d) / e) ***rot*** f) / g) ***Verwitterungslehm*** / h) ***TL*** / i)				***BKL 4-6***			
5,00	a) ***Tonstein, Tonmergelstein*** b) c) ***fest*** / d) / e) ***rot*** f) / g) ***Buntsandstein*** / h) / i)				***BKL 6-7***			

[1] Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

Töniges GmbH, Kleines Feldlein 4, 74889 Sinsheim

	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Anlage: Bericht: AZ: *E 18524*

Bauvorhaben: ***Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge***

Bohrung
Nr.: ***RKS 7*** / Blatt ***1***

Datum: ***13.08.2018***

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen [1]					Art	Nr.	Tiefe in m Unterkante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung [1]	h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,40	a) ***Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, schwach organisch***				***BKL 1+4***			
	b) ***Oberboden***							
	c) ***halbfest***	d)	e) ***hellbraun***					
	f)	g) ***Mutterboden***	h) ***OH***	i)				
1,00	a) ***Schluff, stark feinsandig, schwach tonig***				***BKL 4***			
	b)							
	c) ***halbfest***	d)	e) ***hellbraun***					
	f)	g) ***Löß***	h) ***UL***	i)				
3,00	a) ***Schluff, feinsandig, tonig***				***BKL 4***			
	b) ***Fe-/Mn-Konkretionen***							
	c) ***halbfest***	d)	e) ***braun***					
	f)	g) ***Löß/Lößlehm***	h) ***UL,TL***	i)				
3,70	a) ***Schluff, feinsandig, tonig, schwach kiesig***				***BKL 4-6***			
	b)							
	c) ***halbfest***	d)	e) ***rotbraun***					
	f)	g) ***umgel. Verwitterungslehm***	h) ***UL,TL***	i)				
4,70	a) ***Tonstein, Tonmergelstein***				***BKL 6-7***			
	b)							
	c) ***halbfest bis fest***	d)	e) ***rot***					
	f)	g) ***Buntsandstein***	h)	i)				

[1] Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

Töniges GmbH, Kleines Feldlein 4, 74889 Sinsheim

	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Anlage: Bericht: AZ: *E 18524*

Bauvorhaben: *Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge*

Bohrung Nr.: *RKS 8* / Blatt *1*

Datum: *13.08.2018*

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen [1] c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung [1] / h) [1] Gruppe / i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust	Entnommene Proben: Art	Nr.	Tiefe in m Unterkante
0,30	a) ***Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, schwach organisch***				***BKL 1+4***			
	b) ***Oberboden***							
	c) ***halbfest***	d)	e) ***hellbraun***					
	f)	g) ***Mutterboden***	h) ***OH***	i)				
1,20	a) ***Schluff, stark feinsandig, schwach tonig***				***BKL 4***			
	b)							
	c) ***halbfest***	d)	e) ***hellbraun***					
	f)	g) ***Löß***	h) ***UL***	i)				
1,70	a) ***Schluff, stark feinsandig, schwach tonig***				***BKL 4***			
	b) ***Fe-/Mn-Konkretionen***							
	c) ***halbfest***	d)	e) ***braun***					
	f)	g) ***Löß***	h) ***UL***	i)				
3,00	a) ***Schluff, stark feinsandig, tonig***				***BKL 4***			
	b)							
	c) ***halbfest***	d)	e) ***braun***					
	f)	g) ***Löß/Lößlehm***	h) ***UL,TL***	i)				
3,70	a) ***Schluff, stark feinsandig, schwach tonig***				***BKL 4-6***			
	b)							
	c) ***halbfest***	d)	e) ***rotbraun***					
	f)	g) ***umgel. Verwitterungslehm***	h) ***UL,TL***	i)				
5,00	a) ***Ton, schwach schluffig, schwach feinsandig***				***BKL 4-6***			
	b)							
	c) ***halbfest bis fest***	d)	e) ***rot***					
	f)	g) ***Verwitterungslehm***	h)	i)				

[1]) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

Töniges GmbH, Kleines Feldlein 4, 74889 Sinsheim

	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Anlage: Bericht: AZ: *E 18524*

Bauvorhaben: ***Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge***

Bohrung Nr.: ***RKS 9*** / Blatt ***1***

Datum: ***13.08.2018***

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen [1] c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung [1] / h) [1] Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust	Entnommene Proben: Art	Nr.	Tiefe in m Unterkante
0,40	a) ***Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, schwach organisch*** b) ***Oberboden*** c) ***halbfest*** / d) / e) ***hellbraun*** f) / g) ***Mutterboden*** / h) ***OH*** / i)	***BKL 1+4***			
1,00	a) ***Schluff, stark feinsandig, schwach tonig*** b) c) ***halbfest*** / d) / e) ***hellbraun*** f) / g) ***Löß*** / h) ***UL*** / i)	***BKL 4***			
2,00	a) ***Schluff, stark feinsandig, schwach tonig*** b) c) ***halbfest*** / d) / e) ***hellbraun*** f) / g) ***Löß*** / h) ***UL*** / i)	***BKL 4***			
3,60	a) ***Schluff, feinsandig, tonig*** b) ***Fe-/Mn-Konkretionen*** c) ***halbfest*** / d) / e) ***braun*** f) / g) ***Lößlehm*** / h) ***UL,TL*** / i)	***BKL 4***			
5,00	a) ***Ton, schwach schluffig, schwach feinsandig*** b) c) ***halbfest bis fest*** / d) / e) ***rot*** f) / g) ***Verwitterungslehm*** / h) / i)	***BKL 4-6***			

[1]) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

Töniges GmbH, Kleines Feldlein 4, 74889 Sinsheim

	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Anlage: Bericht: AZ: *E 18524*

Bauvorhaben: ***Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge***

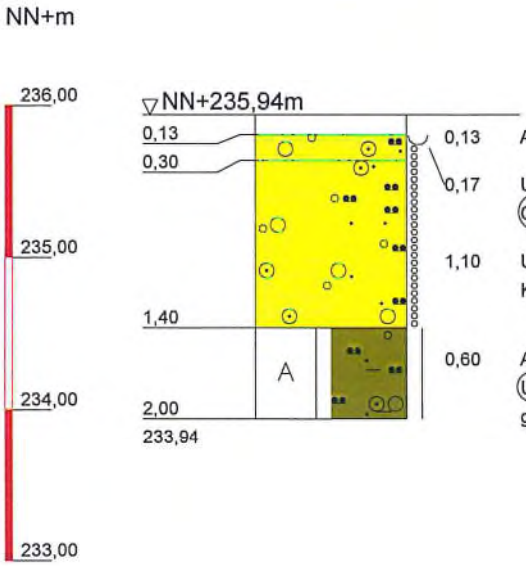
Bohrung Nr.: ***RKS 10*** / Blatt ***1***

Datum: ***13.08.2018***

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen [1]					Art	Nr.	Tiefe in m Unterkante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung [1]	h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,40	a) ***Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, schwach organisch***				***BKL 1+4***			
	b) ***Oberboden***							
	c) ***halbfest***	d)	e) ***hellbraun***					
	f)	g) ***Mutterboden***	h) ***OH***	i)				
1,20	a) ***Schluff, stark feinsandig, schwach tonig***				***BKL 4***			
	b)							
	c) ***halbfest***	d)	e) ***hellbraun***					
	f)	g) ***Löß***	h) ***UL***	i)				
2,00	a) ***Schluff, feinsandig, tonig***				***BKL 4***			
	b)							
	c) ***halbfest***	d)	e) ***braun***					
	f)	g) ***Lößlehm/Löß***	h) ***UL,TL***	i)				
3,00	a) ***Ton, schwach schluffig, schwach feinsandig***				***BKL 4-6***			
	b)							
	c) ***halbfest bis fest***	d)	e) ***rot***					
	f)	g) ***Verwitterungslehm***	h) ***TL***	i)				
4,40	a) ***Tonstein, Tonmergelstein***				***BKL 6-7***			
	b)							
	c) ***halbfest bis fest***	d)	e) ***rot***					
	f)	g) ***Buntsandstein***	h)	i)				
4,41	a) ***Bohrhindernis***							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

[1]) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

RKS 1



0,13	Asphalt
0,17	Unterbau, Kies, schwach schluffig, feinsandig, naß, mitteldicht, (GW), Kies = Kalksteinbruchstücke, grau
1,10	Unterbau, Kies, schluffig, feinsandig, mitteldicht, (GW), Kies = Kalksteinbruchstücke, grau
0,60	Auffüllung (Schluff, feinsandig, tonig, schwach kiesig), halbfest, (UL)(TL), kiesig = Holzkohlereste, Sandsteinbruchstücke, graubraun

Töniges GmbH
Beratende Geol. und Ing.
Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim
Tel.: 07261/9211-0
Fax: 07261/9211-22

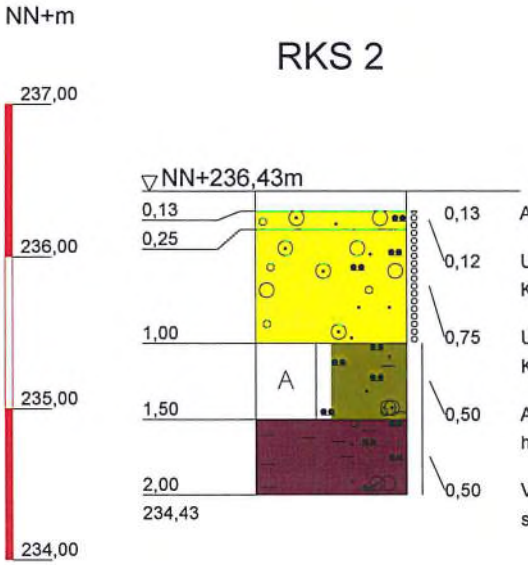
Bauvorhaben:
Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge

Planbezeichnung:
Schichtenprofile

Plan-Nr:
Projekt-Nr: E 18524
Datum: 13.08.2018
Maßstab: 1:50
Bearbeiter: S. Wunderlich

Copyright © 1994-2010 IDAT GmbH - G:\DATEN\2018\E18524 Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge\Profile\rks1.bop

RKS 2



0,13	Asphalt
0,12	Unterbau, Kies, schwach schluffig, feinsandig, mitteldicht, (GW), Kies = Kalksteinbruchstücke, grau
0,75	Unterbau, Kies, schwach schluffig, feinsandig, mitteldicht, (GW), Kies = Kalksteinbruchstücke, grau
0,50	Auffüllung (Schluff, feinsandig, tonig, sehr schwach kiesig), halbfest, (UL)(TL), kiesig = Sandsteinbruchstücke, braun
0,50	Verwitterungslehm, Ton, schluffig, schwach feinsandig, sehr schwach kiesig, halbfest, (TL), rot

Töniges GmbH
Beratende Geol. und Ing.
Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim
Tel.: 07261/9211-0
Fax: 07261/9211-22

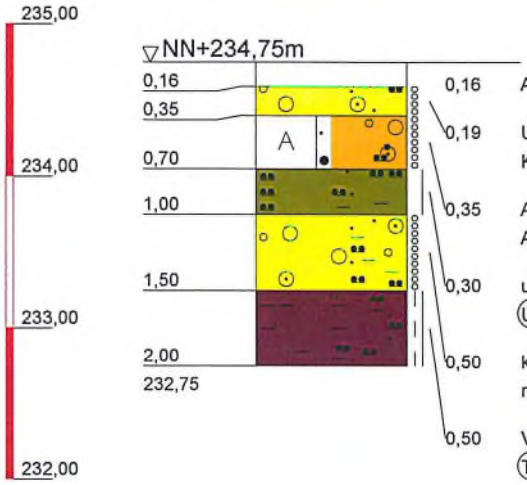
Bauvorhaben:
Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge

Planbezeichnung:
Schichtenprofile

Plan-Nr:
Projekt-Nr: E 18524
Datum: 13.08.2018
Maßstab: 1:50
Bearbeiter: S. Wunderlich

Copyright © 1994-2010 IDAT GmbH - G:\DATEN\2018\E18524 Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge\Profile\rks2.bop

RKS 3



0,16	Asphalt
0,19	Unterbau, Kies, schwach schluffig, feinsandig, mitteldicht, (GW), Kies = Asphaltreste, schwarz
0,35	Auffüllung (Sand, schluffig, kiesig), mitteldicht, (SW), kiesig = Asphaltreste, gerundete Kiese, braun
0,30	umgel. Verwitterungslehm, Schluff, feinsandig, tonig, halbfest, (UL)(TL), rotbraun
0,50	kiesiger Verwitterungslehm, Kies, schluffig, feinsandig, tonig, mitteldicht, (GW)(GT), Kies = Sandsteinbruchstücke, rot
0,50	Verwitterungslehm, Ton, schluffig, feinsandig, halbfest bis fest, (TL), rot

Töniges GmbH
Beratende Geol. und Ing.
Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim
Tel.: 07261/9211-0
Fax: 07261/9211-22

Bauvorhaben:
Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge

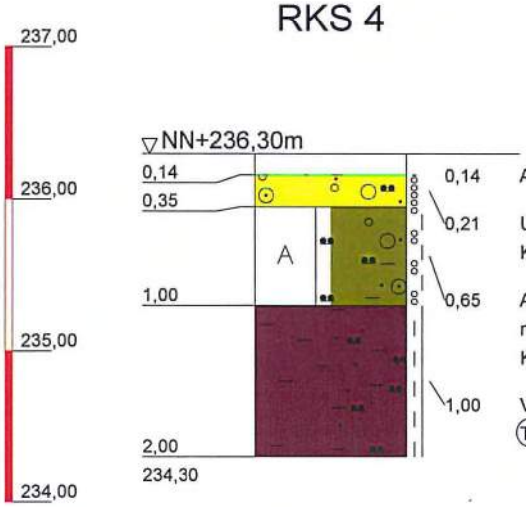
Planbezeichnung:
Schichtenprofile

Plan-Nr:
Projekt-Nr: E 18524
Datum: 13.08.2018
Maßstab: 1:50
Bearbeiter: S. Wunderlich

Copyright © 1994-2010 IDAT GmbH - G:\DATEN\2018\E18524 Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge\Profile\rks3.bop

NN+m

RKS 4



0,14 Asphalt

0,21 Unterbau, Kies, schwach schluffig, feinsandig, mitteldicht, (GW), Kies = Asphaltreste, grau

0,65 Auffüllung (Schluff, feinsandig, tonig, kiesig), halbfest bis mitteldicht, (UL)(TL), kiesig = Sandsteinbruchstücke, Kalksteinbruchstücke, braun

1,00 Verwitterungslehm, Ton, schluffig, feinsandig, halbfest bis fest, (TL), rot

Töniges GmbH
Beratende Geol. und Ing.
Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim
Tel.: 07261/9211-0
Fax: 07261/9211-22

Bauvorhaben:
Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge

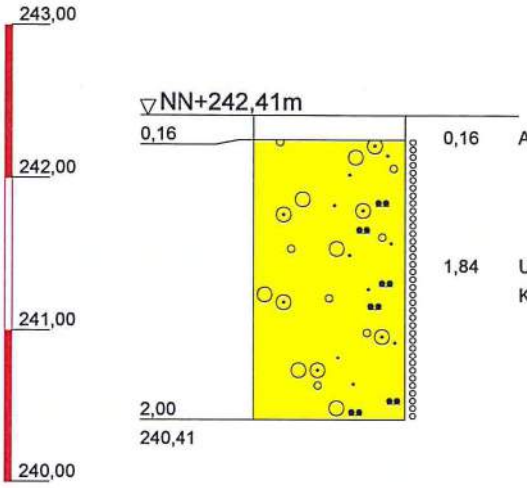
Planbezeichnung:
Schichtenprofile

Plan-Nr:
Projekt-Nr: E 18524
Datum: 13.08.2018
Maßstab: 1:50
Bearbeiter: S. Wunderlich

Copyright © 1994-2010 IDAT GmbH - G:\DATEN\2018\E18524 Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge\Profile\rks4.bop

NN+m

RKS 5



0,16	Asphalt
1,84	Unterbau, Kies, schwach schluffig, feinsandig, mitteldicht, (GW), Kies = Kalksteinbruchstücke, grau

Töniges GmbH
Beratende Geol. und Ing.
Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim
Tel.: 07261/9211-0
Fax: 07261/9211-22

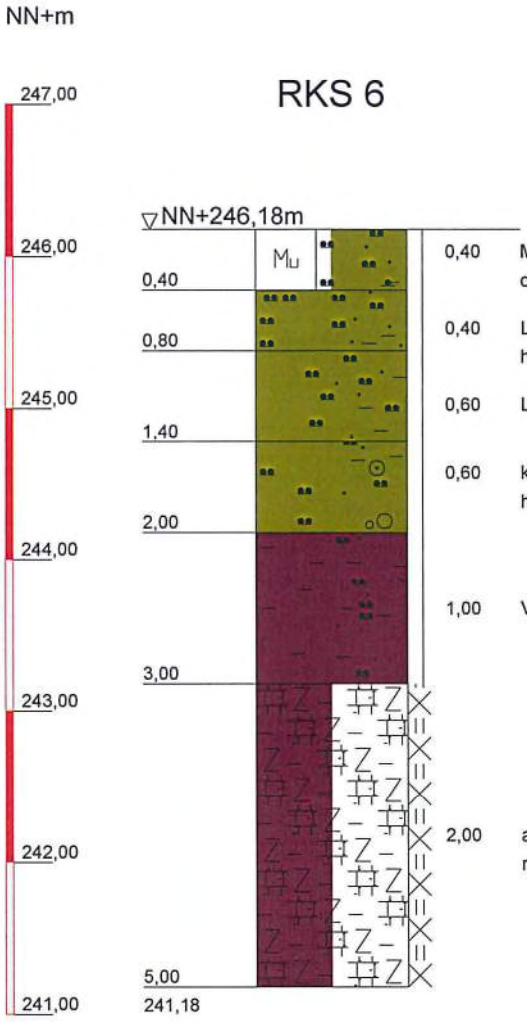
Bauvorhaben:
Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge

Planbezeichnung:
Schichtenprofile

Plan-Nr:
Projekt-Nr: E 18524
Datum: 13.08.2018
Maßstab: 1:50
Bearbeiter: S. Wunderlich

Copyright © 1994-2010 IDAT GmbH - G:\DATEN\2018\E18524 Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge\Profile\rks5.bop

RKS 6



0,40	Mutterboden (Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, schwach organisch), halbfest, (OH), Oberboden, hellbraun
0,40	Löß, Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, halbfest, (UL), hellbraun
0,60	Löß, Schluff, stark feinsandig, tonig, halbfest, (UL), hellbraun
0,60	kiesiger Verwitterungslehm, Schluff, feinsandig, tonig, kiesig, halbfest, (GT), kiesig = Sandsteinbruchstücke, rot
1,00	Verwitterungslehm, Ton, schluffig, feinsandig, halbfest, (TL), rot
2,00	angew. Fels, Tonstein, Tonmergelstein, fest, schwach verwittert, rot

Töniges GmbH
Beratende Geol. und Ing.
Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim
Tel.: 07261/9211-0
Fax: 07261/9211-22

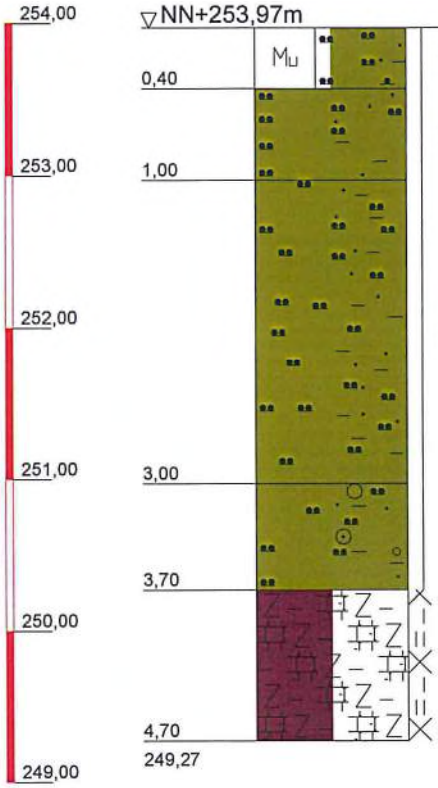
Bauvorhaben:
Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge

Planbezeichnung:
Schichtenprofile

Plan-Nr:
Projekt-Nr: E 18524
Datum: 13.08.2018
Maßstab: 1:50
Bearbeiter: S. Wunderlich

Copyright © 1994-2010 IDAT GmbH - G:\DATEN\2018\E18524 Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge\Profile\rks6.bop

RKS 7



0,40	Mutterboden (Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, schwach organisch), halbfest, (OH), Oberboden, hellbraun
0,60	Löß, Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, halbfest, (UL), hellbraun
2,00	Löß/Lößlehm, Schluff, feinsandig, tonig, halbfest, (UL)(TL), Fe-/Mn-Konkretionen, braun
0,70	umgel. Verwitterungslehm, Schluff, feinsandig, tonig, schwach kiesig, halbfest, (UL)(TL), rotbraun
1,00	angew. Fels, Tonstein, Tonmergelstein, halbfest bis fest, schwach verwittert, rot

Töniges GmbH
Beratende Geol. und Ing.
Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim
Tel.: 07261/9211-0
Fax: 07261/9211-22

Bauvorhaben:
Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge

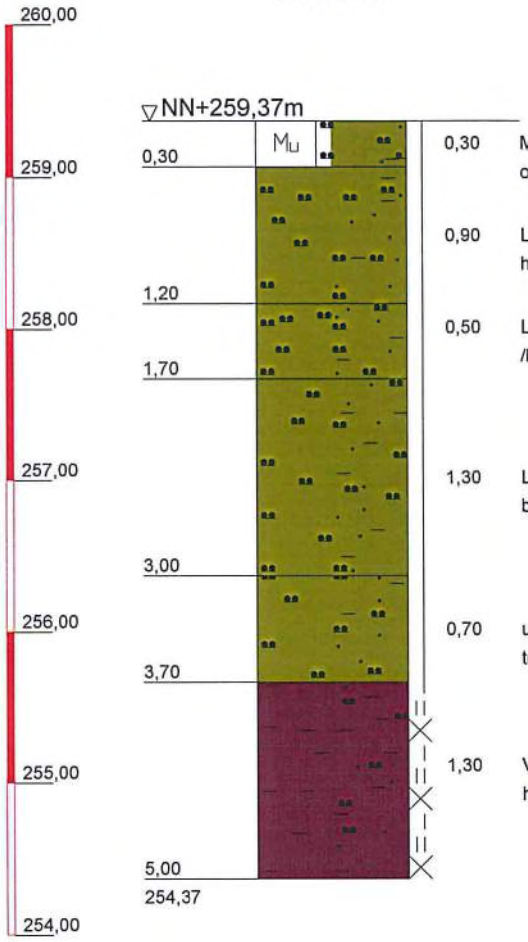
Planbezeichnung:
Schichtenprofile

Plan-Nr:
Projekt-Nr: E 18524
Datum: 13.08.2018
Maßstab: 1:50
Bearbeiter: S. Wunderlich

Copyright © 1994-2010 IDAT GmbH - G:\DATEN\2018\E18524 Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge\Profile\rks7.bop

NN+m

RKS 8



0,30	Mutterboden (Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, schwach organisch), halbfest, (OH), Oberboden, hellbraun
0,90	Löß, Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, halbfest, (UL), hellbraun
0,50	Löß, Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, halbfest, (UL), Fe-/Mn-Konkretionen, braun
1,30	Löß/Lößlehm, Schluff, stark feinsandig, tonig, halbfest, (UL)(TL), braun
0,70	umgel. Verwitterungslehm, Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, halbfest, (UL)(TL), rotbraun
1,30	Verwitterungslehm, Ton, schwach schluffig, schwach feinsandig, halbfest bis fest, schwach verwittert, rot

Töniges GmbH
Beratende Geol. und Ing.
Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim
Tel.: 07261/9211-0
Fax: 07261/9211-22

Bauvorhaben:
Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge

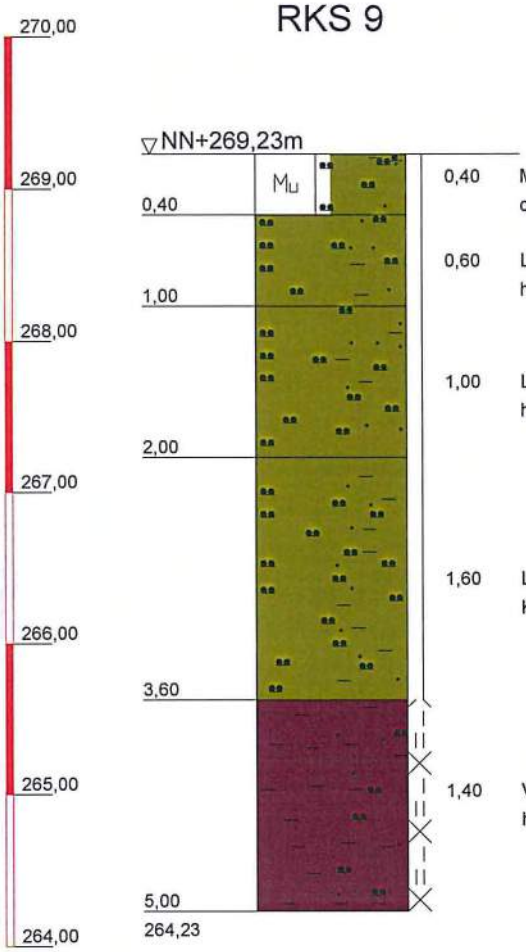
Planbezeichnung:
Schichtenprofile

Plan-Nr:
Projekt-Nr: E 18524
Datum: 13.08.2018
Maßstab: 1:50
Bearbeiter: S. Wunderlich

Copyright © 1994-2010 IDAT GmbH - G:\DATEN\2018\E18524 Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge\Profile\rks8.bop

NN+m

RKS 9



0,40	Mutterboden (Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, schwach organisch), halbfest, (OH), Oberboden, hellbraun
0,60	Löß, Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, halbfest, (UL), hellbraun
1,00	Löß, Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, halbfest, (UL), hellbraun
1,60	Lößlehm, Schluff, feinsandig, tonig, halbfest, (UL) (TL), Fe-/Mn-Konkretionen, braun
1,40	Verwitterungslehm, Ton, schwach schluffig, schwach feinsandig, halbfest bis fest, schwach verwittert, rot

Töniges GmbH
Beratende Geol. und Ing.
Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim
Tel.: 07261/9211-0
Fax: 07261/9211-22

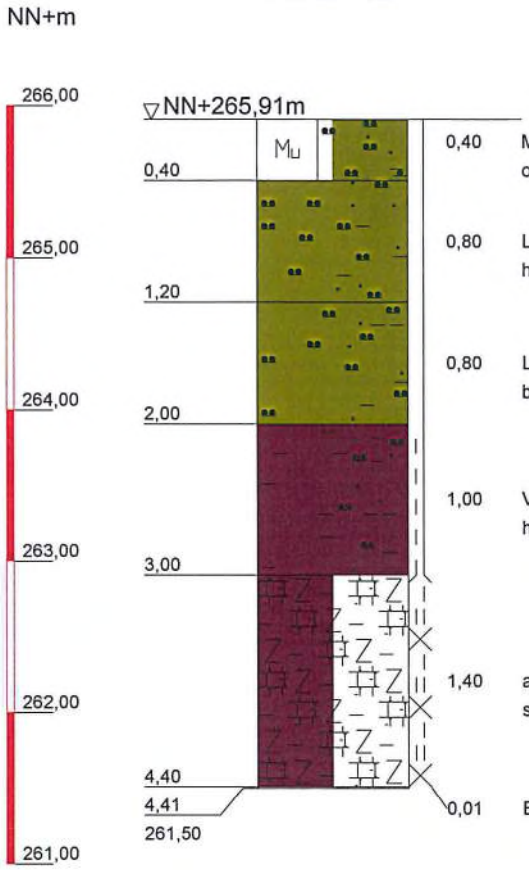
Bauvorhaben:
Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge

Planbezeichnung:
Schichtenprofile

Plan-Nr:
Projekt-Nr: E 18524
Datum: 13.08.2018
Maßstab: 1:50
Bearbeiter: S. Wunderlich

Copyright © 1994-2010 IDAT GmbH - G:\DATEN\2018\E18524 Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge\Profile\rks9.bop

RKS 10



0,40 Mutterboden (Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, schwach organisch), halbfest, (OH), Oberboden, hellbraun

0,80 Löß, Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, halbfest, (UL), hellbraun

0,80 Löß / Lößlehm, Schluff, feinsandig, tonig, halbfest, (UL) (TL), braun

1,00 Verwitterungslehm, Ton, schwach schluffig, schwach feinsandig, halbfest bis fest, (TL), rot

1,40 angew. Fels, Tonstein, Tonmergelstein, halbfest bis fest, schwach verwittert, rot

0,01 Bohrhindernis

Töniges GmbH
Beratende Geol. und Ing.
Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim
Tel.: 07261/9211-0
Fax: 07261/9211-22

Bauvorhaben:
Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge

Planbezeichnung:
Schichtenprofile

Plan-Nr:
Projekt-Nr: E 18524
Datum: 13.08.2018
Maßstab: 1:50
Bearbeiter: S. Wunderlich

Copyright © 1994-2010 IDAT GmbH - G:\DATEN\2018\E18524 Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge\Profile\rks10.bop

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:

Proctorkurve nach DIN 18 127

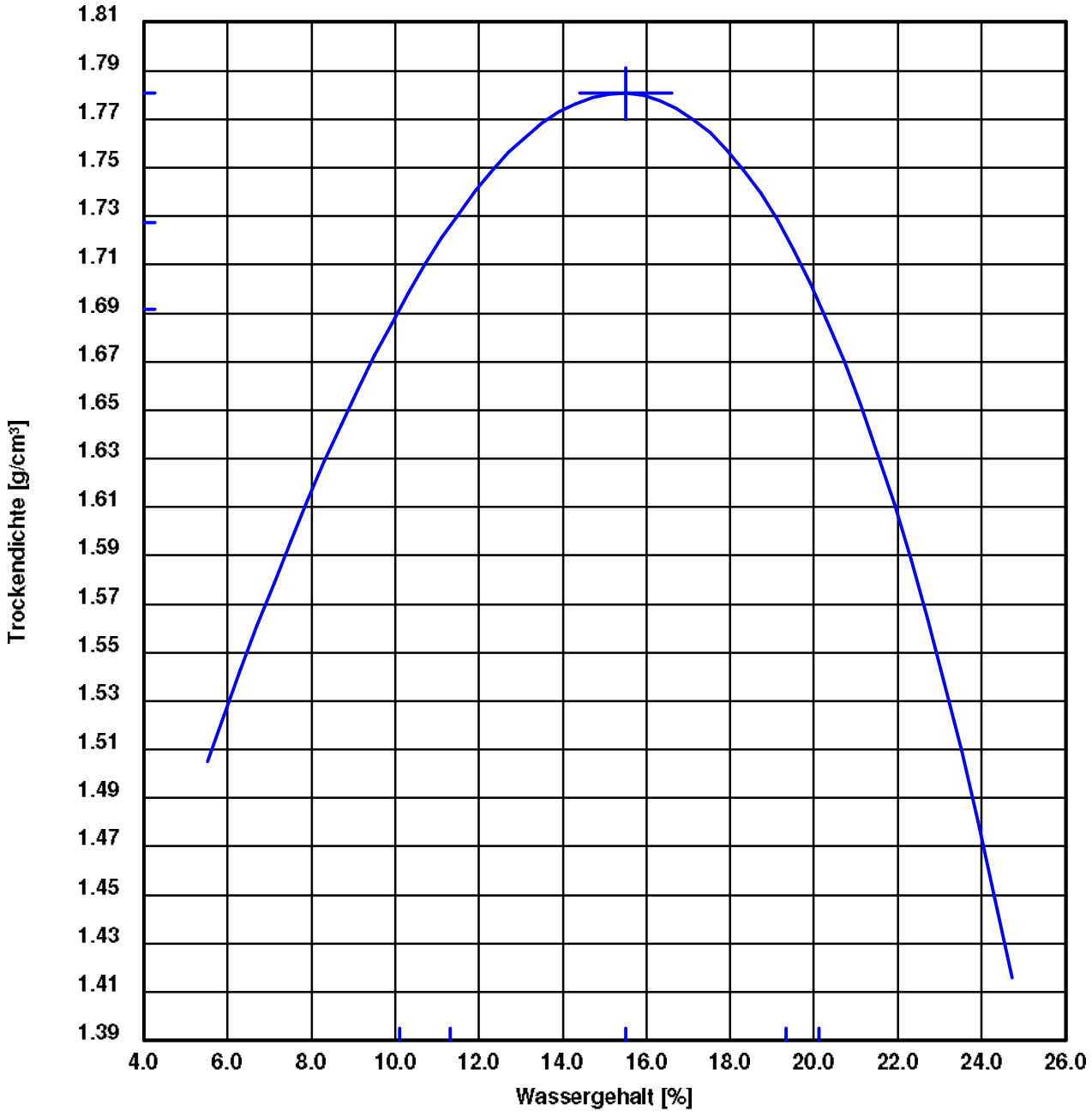
Reichartshausen,NBG
E 18524

Bearbeiter: M&W

Datum: 24.08.2018

Bodenart: Löß/ Lößlehm

Natürlicher Wassergehalt: 16,7 %



100 % der Proctordichte ρ_{Pr} = 1.781 g/cm³	Optimaler Wassergehalt w_{Pr} = 15.5 %
97.0 % der Proctordichte ρ_{d} = 1.727 g/cm³	min/max Wassergehalt w = 11.3 / 19.3 %
95.0 % der Proctordichte ρ_{d} = 1.692 g/cm³	min/max Wassergehalt w = 10.1 / 20.1 %

Müller & Weit Geotechnik
Abt: Labor/Bodenmechanik
74889 Sinsheim, Kleines Feldlein 4
Tel:07261-978688 Fax:07261-978861 mail:m.w.geotechnik@gmx.de

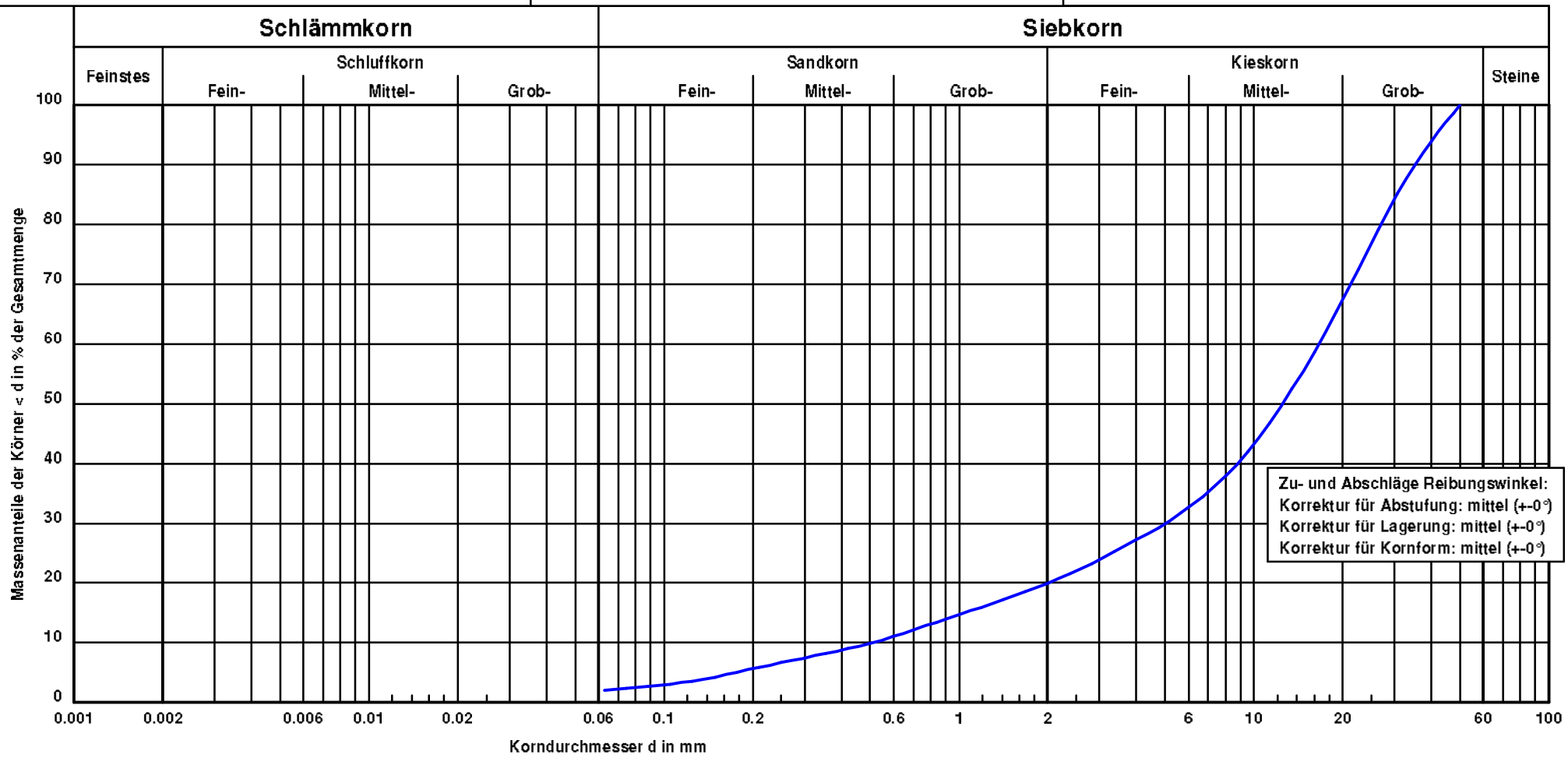
Körnungslinie

Reichartshausen, NBG

E 18524

Bearbeiter: M&W

Datum: 24.08.2018



Entnahmestelle	MP RKS 1-5
Bodenart:	G, ms', gs'
Tiefe:	0,13-1,0 m
k [m/s] (Mallet/Paquant):	$18 * 10^{-2}$
Bezeichnung	Schotter
U/Cc	32,6/3,0
T/U/S/G [%]:	- /2,1/17,9/80,1
Bodengruppe	GW
Reibungswinkel	39,6
Frostsicherheit	F1

Bemerkungen:

BVU

Bioverfahrenstechnik und
Umweltanalytik GmbH

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 08392/921-0
Fax 08392/921-30
bvu@bvu-analytik.de

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

TÖNIGES GmbH
Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim

Analysenbericht Nr.	18/04413	Datum:	25.08.2018

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: TÖNIGES GmbH		
Projekt	: E 18524 Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge		
Projekt-Nr.	: E 18524		
Art der Probe	: Schwarzdecke		
Entnahmestelle	:		
Entnahmedatum	: 13.08.2018		
Originalbezeich.	: AP 1 (RKS 2)		
Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers	Probeneingang	: 21.08.2018
Probenbezeich.	: 18/04413	Unters-zeitraum	: 21.08.2018 – 25.08.2018

Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,17		
Anthracen	[mg/kg TS]	0,12		
Fluoranthen	[mg/kg TS]	0,33		
Pyren	[mg/kg TS]	0,37		
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,22		
Chrysen	[mg/kg TS]	0,38		
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,25		
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,14		
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,36		
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(a,h,i)perylen	[mg/kg TS]	0,77		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,55		
Σ PAK (EPA Liste):	**[mg/kg TS]**	3,7		DIN ISO 18287 :2006-05

Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
pH-Wert	[-]	9,36		DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	51		DIN EN 27 888 : 1993
Phenolindex	[µg/l]	< 10		DIN EN ISO 14402:1999-12

Markt Rettenbach, den 25.08.2018

Onlinedokument ohne Unterschrift
Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele

BVU

Bioverfahrenstechnik und
Umweltanalytik GmbH

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 08392/921-0
Fax 08392/921-30
bvu@bvu-analytik.de

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

TÖNIGES GmbH
Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim

Analysenbericht Nr.	18/04414	Datum:	25.08.2018

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: TÖNIGES GmbH		
Projekt	: E 18524 Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge		
Projekt-Nr.	: E 18524		
Art der Probe	: Schwarzdecke		
Entnahmestelle	:		
Entnahmedatum	: 13.08.2018		
Originalbezeich.	: AP 2 (RKS 3)		
Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers	Probeneingang	: 21.08.2018
Probenbezeich.	: 18/04414	Unters-zeitraum	: 21.08.2018 – 25.08.2018

Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Naphthalin	[mg/kg TS]	0,76		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	0,49		
Fluoren	[mg/kg TS]	0,57		
Phenanthren	[mg/kg TS]	1,5		
Anthracen	[mg/kg TS]	0,31		
Fluoranthen	[mg/kg TS]	0,83		
Pyren	[mg/kg TS]	0,83		
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,32		
Chrysen	[mg/kg TS]	0,26		
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,19		
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,09		
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,26		
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(a,h,i)perylen	[mg/kg TS]	0,1		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,07		
Σ PAK (EPA Liste):	**[mg/kg TS]**	6,6		DIN ISO 18287 :2006-05

Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
pH-Wert	[-]	9,26		DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	78		DIN EN 27 888 : 1993
Phenolindex	[µg/l]	< 10		DIN EN ISO 14402:1999-12

Markt Rettenbach, den 25.08.2018

Onlinedokument ohne Unterschrift
Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele

BVU

Bioverfahrenstechnik und
Umweltanalytik GmbH

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 08392/921-0
Fax 08392/921-30
bvu@bvu-analytik.de

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

TÖNIGES GmbH
Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim

Analysenbericht Nr.	18/04415	Datum:	25.08.2018

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: TÖNIGES GmbH		
Projekt	: E 18524 Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge		
Projekt-Nr.	: E 18524		
Art der Probe	: Schwarzdecke		
Entnahmestelle	:		
Entnahmedatum	: 13.08.2018		
Originalbezeich.	: AP 3 (RKS 5)		
Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers	Probeneingang	: 21.08.2018
Probenbezeich.	: 18/04415	Unters-zeitraum	: 21.08.2018 – 25.08.2018

Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Naphthalin	[mg/kg TS]	0,13		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,12		
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,57		
Anthracen	[mg/kg TS]	0,12		
Fluoranthen	[mg/kg TS]	1,5		
Pyren	[mg/kg TS]	1,4		
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,47		
Chrysen	[mg/kg TS]	1,0		
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,66		
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,36		
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,64		
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,1		
Benzo(a,h,i)perylen	[mg/kg TS]	0,32		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,37		
Σ PAK (EPA Liste):	**[mg/kg TS]**	7,8		DIN ISO 18287 :2006-05

Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
pH-Wert	[-]	9,33		DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	87		DIN EN 27 888 : 1993
Phenolindex	[µg/l]	< 10		DIN EN ISO 14402:1999-12

Markt Rettenbach, den 25.08.2018

Onlinedokument ohne Unterschrift
Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele

BVU

Bioverfahrenstechnik und
Umweltanalytik GmbH

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 08392/921-0
Fax 08392/921-30
bvu@bvu-analytik.de

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

TÖNIGES GmbH

Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim

Analysenbericht Nr.	18/04411	Datum:	25.08.2018

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	:	TÖNIGES GmbH			
Projekt	:	E 18524 Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge			
Projekt-Nr.	:	E 18524			
Entnahmestelle	:		Art der Probenahme	:	Mischprobe
Art der Probe	:	Boden	Probenehmer	:	von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum	:	13.08.2018	Probeneingang	:	21.08.2018
Originalbezeich.	:	MP Unterbau	Probenbezeich.	:	18/04411
Untersuch.-zeitraum	:	21.08.2018 – 25.08.2018			

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV BW)

1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S | L/tL)		Z 0*	Z1.1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	95,9		-		-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	3,4		10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	3,7		40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,07		0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	7,2		30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	12		20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	6,8		15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	< 0,02		0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4		0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	14		60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser									EN 13657 :2003-01

1.2 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S | L/tL)	Z 0*	Z 1.1/2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		1	1	3	10	DIN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		100	200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		-	400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[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 138	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01						
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	**n.n.**		0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,1						
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,1						
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,1						
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,1						
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,1						
Σ BTXE:	**[mg/kg TS]**	**n.n.**		1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
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						
Σ LHKW:	**[mg/kg TS]**	**n.n.**		1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04						
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoranthen	[mg/kg TS]	0,08						
Pyren	[mg/kg TS]	0,07						
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,05						
Chrysen	[mg/kg TS]	0,06						
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,05						
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,05		0,3	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						
Σ PAK (EPA Liste):	**[mg/kg TS]**	**0,44**		3	3	3 /9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Z0/Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung								DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,89		6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	56		250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 3		14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		12,5	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		0,5	0,5	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[µg/l]	< 10		150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		5	5	10	20	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		30	30	50	100	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Markt Rettenbach, den 25.08.2018

Onlinedokument ohne Unterschrift
Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

BVU

Bioverfahrenstechnik und
Umweltanalytik GmbH

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 08392/921-0
Fax 08392/921-30
bvu@bvu-analytik.de

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

TÖNIGES GmbH

Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim

Analysenbericht Nr.	18/04412	Datum:	25.08.2018

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: TÖNIGES GmbH		
Projekt	: E 18524 Reichartshausen, NBG Bettelmannsklinge		
Projekt-Nr.	: E 18524		
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme	: Mischprobe
Art der Probe	: Boden	Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum	: 13.08.2018	Probeneingang	: 21.08.2018
Originalbezeich.	: MP Aushub	Probenbezeich.	: 18/04412
Untersuch.-zeitraum	: 21.08.2018 – 25.08.2018		

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV BW)

1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S | L/tL)		Z 0*	Z1.1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	87,5		-		-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	10		10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	13		40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,12		0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	29		30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	14		20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	23		15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,03		0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4		0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	40		60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser									EN 13657 :2003-01

1.2 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S | L/tL)	Z 0*	Z 1.1/2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		1	1	3	10	DIN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		100	200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		-	400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[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 138	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01						
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	**n.n.**		0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,1						
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,1						
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,1						
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,1						
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,1						
Σ BTXE:	**[mg/kg TS]**	**n.n.**		1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
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						
Σ LHKW:	**[mg/kg TS]**	**n.n.**		1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04						
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoranthen	[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)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		0,3	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						
Σ PAK (EPA Liste):	**[mg/kg TS]**	**n.n.**		3	3	3 /9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Z0/Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung								DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	7,84		6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	109		250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 3		14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		12,5	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		0,5	0,5	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[µg/l]	< 10		150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		5	5	10	20	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		30	30	50	100	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Markt Rettenbach, den 25.08.2018

Onlinedokument ohne Unterschrift
Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)