

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. **E 16580**

Projekt: Sinsheim-Steinsfurt - Flächengutachten für die
Erschließung des Neubaugebiets „Zwischen den Hölzern“

Planung: BIT Ingenieur AG
Am Storrenacker 1b
76130 Karlsruhe

Auftraggeber: Stadt Sinsheim
Wilhelmstraße 14 - 16
74889 Sinsheim

Lage: TK 25, 6719 Sinsheim
mittlerer Rechtswert: 3494.180
mittlerer Hochwert: 5455.740

Bearbeiter: Matthias Leibing, Dipl.-Geol.

Sinsheim, 30. Januar 2017



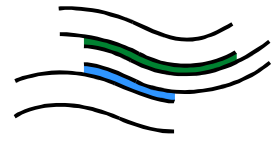
TÖNIGES GmbH
Beratende Geologen
und Ingenieure
Sinsheim
Tel. (0 72 61) 92 11-0
Fax (0 72 61) 92 11-22

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
- 9 Bodenanalysen
- 10 Anmerkungen

ANLAGEN

- | | |
|---------|--------------------------------------|
| Nr. 1.1 | Geographischer Übersichtsplan |
| Nr. 1.2 | Lageplan |
| Nr. 2 | Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022 |
| Nr. 3 | Schichtenprofile nach DIN 4023 |
| Nr. 4 | Bodenmechanische Laborversuche |
| 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

Das Büro BIT Ingenieure AG, Karlsruhe, plant für die Stadt Sinsheim die Erschließung des Baugebiets „Zwischen den Hölzern“ in Sinsheim-Steinsfurt.

Unser Büro (Töniges GmbH) wurde mit dem Schreiben vom 15.12.2016 durch die Stadt Sinsheim beauftragt, auf dem vorgesehenen Baugebiet zur Erkundung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse Kleinrammbohrungen (Rammkernsondierungen) sowie bodenmechanische Versuche durchzuführen und ein Flächengutachten zu erstellen.

Das vorliegende Flächengutachten beinhaltet ingenieurgeologische Aussagen über:

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



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 Planungsunterlagen wurden uns von der Pröll-Miltner-GmbH, Karlsruhe zur Verfügung gestellt:

Plan/Unterlagen	Planungsstand	Maßstab
Bebauungsplan, Vor- entwurf	16.03.2016	1 : 1.000

2 Lagebeschreibung

Das geplante Baugebiet „Zwischen den Hölzern“ befindet sich am östlichen Ortsrand von Steinsfurt mit einer mittleren Entfernung zum „alten“ Ortsetter von ca. 500 m.

Nördlich der Untersuchungsfläche verläuft die Kreisstraße K 4182. Östlich und südlich schließen sich landwirtschaftliche Nutzflächen an. Westlich des geplanten Bebauungsgeländes befinden sich bebaute Grundstücke.

Das Untersuchungsgelände steigt von Nordwesten in Richtung Südosten von ca. 192 m ü. NN auf 218 m ü. NN an.

3 Durchführung

3.1 Aufschlussarbeiten

Zur Erkundung des Untergrunds wurden am 11.01.2017 auf der Untersuchungsfläche insgesamt 10 Kleinrammbohrungen (RKS) bis max. 6,0 m unter Geländeoberkante (GOK) niedergebracht.

3.2 Vermessungsarbeiten

Die Bohransatzpunkte wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Als Höhenbezugspunkt dienten die Oberkante (OK) zweier Kanaldeckel (KD). Die Oberkanten der Kanaldeckel wurden aufgrund der vorliegenden Geländehöhen im Bebauungsplan abgeschätzt.

Für die Bohransatzpunkte wurden folgende Höhen in [m ü. NN] angegeben

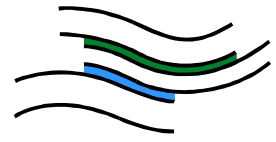
Kleinrammbohrung	Ansatzpunkt	Endteufe
RKS 1	193,75	187,75
RKS 2	195,66	189,66
RKS 3	197,65	191,65
RKS 4	203,24	197,24
RKS 5	207,27	204,77
RKS 6	199,10	195,80
RKS 7	214,17	209,97
RKS 8	207,14	204,04
RKS 9	195,07	190,57
RKS 10	194,13	188,13

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 Ruhewasserspiegel eingemessen (siehe Kapitel 5).



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

4 Geologische Situation

4.1 Allgemeiner Überblick

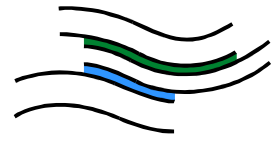
Der Felsuntergrund im Bereich der Untersuchungsfläche besteht aus der geologischen Formation des „**Oberen Muschelkalks (mo)**“. Hierbei handelt es sich im Untersuchungsgebiet um den „Trochichtenkalk“ und die „Meißner Formation“.

Das Festgestein des „Oberen Muschelkalks“ wurde bei den Baugrunduntersuchungen teilweise erreicht. Über den Festgesteinen wurden Verwitterungslehme, Löss, Lößlehme und Schwemmlösse angetroffen.

4.2 Geologie im Untersuchungsgebiet

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.

- 4.2.1 Die bisher landwirtschaftlich genutzten Bereiche des Untersuchungsgebiets (RKS 2 bis RKS 7 und RKS 10) sind mit einem ca. 0,2 - 0,3 m mächtigen **Oberboden** (Mutterboden) bedeckt. Dieser besteht aus tonigem bis feinsandigem Schluff mit organischen Beimengungen. Der dunkelbraun gefärbte Oberboden weist eine halbfeste bis steife Konsistenz auf.
- 4.2.2 Die Bohrungen RKS 1, RKS 8 und RKS 9 wurden im Bereich der bestehenden Feldwege bzw. Zufahrtsstraßen nieder gebracht. Als oberste Schicht wurde hierbei eine 0,06 – 0,20 m mächtige **Asphaltschicht** angetroffen. Unterhalb der Asphaltschicht wurde eine 0,54 – 0,90 m mächtige ungebundene **Tragschicht** aus gebrochenem Muschelkalkmaterial erbohrt.



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

Unterhalb der Tragschicht wurden im Bereich der RKS 9 ca. 2,3 m mächtige **Auffüllungen** erbohrt. Diese setzen sich aus feinsandigem, tonigem und schwach kiesigem Schluff und schwach schluffigem und sandigem Kies zusammen. Bei den kiesigen Bestandteilen handelt es sich um Kalksteinbruchstücke.

- 4.2.3 Unter dem Oberboden bzw. unterhalb der Tragschicht folgen in den Kleinrammbohrungen RKS 1 – RKS 4, RKS 7 und RKS 10 **Lösse / Lösslehme** und **Schwemmlösse**. Diese Böden setzen sich aus feinsandigem bis stark feinsandigem und tonigem Schluff mit halbfester bis steifer Konsistenz zusammen. Die Plastizität wurde mit leicht bis mittel festgestellt. In den Kleinrammbohrungen RKS 1 bis RKS 3 und RKS 10 reichen diese Böden bis zur Endteufe von 6,0 m unter Geländeoberkante. In den übrigen Bohrungen wurden Mächtigkeiten von 0,7 – 4,3 m angetroffen.
- 4.2.4 Unterhalb der Löss / Lösslehme bzw. des Oberbodens wurde in den Sondierungen RKS 4 – RKS 8 braungrau gefärbte **Verwitterungslehme** erbohrt. Diese besteht aus tonigem, schwach feinsandigem und kiesigem Schluff bzw. stark schluffigem und feinsandigem Ton. Die Mächtigkeit der Verwitterungslehme wurde in den Kleinrammbohrungen mit 1,5 – 2,6 m festgestellt.
- 4.2.5 Nach den Verwitterungslehmen folgt in den Kleinrammbohrungen RKS 5 – RKS 9 der **Verwitterungshorizont** des „Oberen Muschelkalkes“. Der Verwitterungshorizont setzt sich korngrößenmäßig aus sandigen und schluffigen Kiesen mit mitteldichter bis dichter Lagerung zusammen. Bei den kiesigen Bestandteilen handelt es sich um Muschelkalkbruchstücke des anstehenden Festgesteines. Der Verwitterungshorizont wurde mit einer Mächtigkeit von 0,5 – 1,4 m angetroffen und geht mit unscharfer Schichtgrenze in die tonig angewitterten Festgesteine des „Oberen Muschelkalkes“ über.



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

Mit der gewählten Erkundungsmethode konnte in die Festgesteine des „Oberen Muschelkalkes“ aufgrund von Rammhindernissen nicht eingedrungen werden. Ab der Endteufe ist mit Böden der Bodenklasse 6 und 7 (DIN 18300:2012-09) zu rechnen.

4.3 Schichtoberkanten

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

	RKS 1	RKS 2	RKS 3	RKS 4	RKS 5
Asphalt	193,75 (0,06)	--	--	--	--
Tragschicht	193,69 (0,54)	--	--	--	--
Auffüllungen	--	--	--	--	--
Oberboden	--	195,66 (0,20)	197,65 (0,30)	203,24 (0,20)	207,27 (0,20)
Lösslehm / Löss/Schwemmlöss	193,15 (>5,40)	195,46 (>5,80)	197,35 (>5,70)	203,04 (4,30)	--
Verwitterungs- lehm	--	--	--	198,74 (>1,50)	207,07 (1,90)
Verwitterungsho- rizont	--	--	--	--	205,17 (0,40)
tonig angewitter- ter Fels	--	--	--	--	204,77
<i>Endteufe</i>	187,75 (6,00)	189,66 (6,00)	191,65 (6,00)	197,24 (6,00)	204,77 (2,50)



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

	RKS 6	RKS 7	RKS 8	RKS 9	RKS 10
Asphalt	--	--	207,14 (0,20)	195,07 (0,18)	--
Tragschicht	--	--	206,94 (0,90)	194,89 (0,62)	--
Auffüllungen	--	--	--	194,27 (2,30)	--
Oberboden	199,10 (0,30)	214,17 (0,30)	--	--	194,13 (0,20)
Lösslehm / Löss/Schwemml öss	--	213,87 (0,70)	--	--	193,93 (>5,80)
Verwitterungs- lehm	198,80 (2,10)	213,17 (2,60)	206,04 (1,50)	--	--
Verwitterungsho- rizont	196,70 (0,90)	210,57 (0,60)	204,54 (0,50)	191,97 (1,40)	--
tonig angewitter- ter Fels	195,80	209,97	204,04	190,56	--
<i>Endteufe</i>	195,80 (3,30)	209,97 (4,20)	204,04 (3,10)	190,56 (4,50)	188,13 (6,00)

5 Hydrogeologische Situation

Während der Bohrarbeiten wurden **keine** Wasserzutritte verzeichnet, auch stellte sich nach Abschluss der Bohrarbeiten kein Grundwasserspiegel in den Bohröffnungen ein.

Im nördlichen Bereich des Baugebietes ist eine Grundwassermessstelle vorhanden (siehe Anlage 1.2). Der Grundwasserspiegel wurde hier am 18.01.2017 in einer Tiefe von 29,42 m unter Pegeloberkante (ca. 164,58 m ü. NN) eingemessen.

5.1 Wasserschutzgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt nach den im Internet im Januar 2017 unter der Seite der LUBW (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg) veröffentlichten Daten innerhalb der festgesetzten Wasserschutzzone IIIA des Wasserschutzgebiets Nr. 46 (Stadt Sinsheim – OT Rohrbach, Steinsfurt, Ehrstädt, „Kantenberg-, Brühl-, Abtsmauer-, Kuhschwanz- und Dombachbrunnen“.

5.2 Auswertung des Versickerungsversuchs und der Sieb-Analyse

5.2.1 Versickerungsversuch vom 11.01.2017

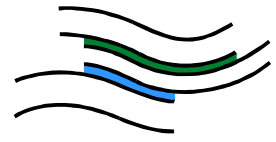
Um den Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) des anstehenden Untergrunds zu bestimmen, wurde im Zuge der Baugrunduntersuchung ein Versickerungsversuch im Bereich der RKS 1 durchgeführt. Dabei handelt es sich um einen Auffüllungsversuch mit Leitungswasser im verrohrten Bohrloch (DN 50), der in dem dort anstehenden Löss durchgeführt wurde (Anlage Nr. 4).

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.

Es wurde folgender Durchlässigkeitsbeiwert bestimmt:

Versickerungsversuch	Fallhöhe	Pegeltiefe	Bodenart	Messintervall	k_f -Wert [ms ⁻¹]
VV	2,0 m	2,0 m	Löss	1800 sec	$3,41 \times 10^{-7}$

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



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

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 $k_f = 3,41 \times 10^{-7}$ m/s ergibt sich dann ein Bemessungs- k_f -Wert von

$$k_f = 6,82 \times 10^{-7} \text{ m/s.}$$

5.2.2 Auswertung der Sieb-Schlamm-Analyse

Zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwerts (k_f -Werts) des Lösses bzw. des Lösslehms wurde eine Mischprobe zusammengestellt und eine Sieb-Analyse zur Bestimmung der Kornverteilung nach DIN 18 123 durchgeführt (Körnungslinie siehe Anlage Nr. 4).

Anhand des Ergebnisses der Kornverteilung wurde nach HAZEN folgender Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) ermittelt:

Kleinrammbohrungen	Entnahmetiefe u. GOK	Bodenart	k_f -Wert [ms^{-1}]
RKS 1 bis RKS 4	3,0 – 4,0 m	Löss/Lösslehm/ Schwemmlöss	$4,64 \times 10^{-6}$

Für die Berechnung von Versickerungsleistungen ist von einem durchschnittlichen k_f -Wert von

$$k_f = 4,64 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

auszugehen.

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



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

Bei einem durchschnittlichen Sieblinien- k_f -Wert von $k_f = 4,64 \times 10^{-6}$ m/s ergibt sich dann ein **Bemessungs- k_f -Wert** von

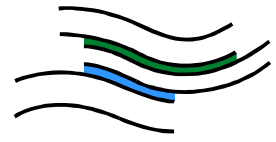
$$k_f = 9,28 \times 10^{-7} \text{ m/s.}$$

Der durch die Sieb-Analyse ermittelte Bemessungs- k_f -Wert des **Lösses /Lößlehmes** bzw. **Lösslehms** gilt nach DIN 18 130 als „**schwach durchlässig**“.

Nennenswerte Versickerungsraten sind in diesen Bodenschichten deshalb nicht zu erzielen. Die **Versickerungsraten** in den bindigen Böden sind als **gering** zu bezeichnen.

Im Baugebiet wurden 2,1 - > 6,0 m mächtige bindige Decklehme mit sehr geringen Durchlässigkeitsbeiwerten angetroffen. Unterhalb der bindigen Decklehme schließt sich der Verwitterungshorizont und danach die tonig angewitterten Festgesteine des „Oberen Muschelkalkes“ an. Der Verwitterungshorizont und der tonig angewitterte Fels weisen immer noch einen hohen bindigen und somit stauenden Charakter auf. Stark klüftige oder verkarstete Gesteine treten im Baugebiet daher erst in einer Tiefe von ca. > 5 m auf.

Aufgrund der Deckschichten und des Grundwasserabstandes (ca. 29 m u.G.) geht aus gutachterlicher Sicht von den Erschließungsarbeiten und einer späteren Bebauung keine Gefährdung für das Grundwasser aus.



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

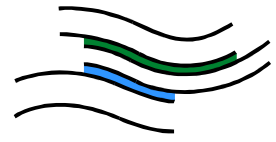
Da uns keine konkreten Pläne über die vorgesehene Bebauung vorliegen und die Aufschlüsse relativ weit auseinander liegen, können die folgenden Hinweise zur Bebauung nur allgemein gehalten werden. Sie können Einzelgutachten für die Bebauung nicht ersetzen.

Im geplanten Neubaugebiet „Zwischen den Hölzern“ sind unterschiedliche Untergrundverhältnisse vorhanden.

Zum einen stehen im nordöstlichen Bereich mächtige bindige Decklehme (Löss / Lößlehm / Verwitterungslehm) an.

Zum anderen wurden im südwestlichen Bereich der Verwitterungshorizont bzw. der tonig angewitterte Fels des „Oberen Muschelkalkes“ angetroffen. Je nach Einbindetiefe des Kellers können in diesem Bereich auch Meißelarbeiten erforderlich werden, da ab einer Tiefe von ca. 2,5 – 4,5 m unter GOK kein weiteres Eindringen mit der Kleinrammbohrung möglich war. Hier ist mit dem tonig angewitterten Fels des „Oberen Muschelkalks“ der Bodenklasse 6 -7 zu rechnen.

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

Wir empfehlen, die Bauwerksgründungen mittels **Streifen- und Einzelfundamenten** in den gewachsenen Boden durchzuführen.

Für die Gründung von Bauwerken in den bindigen Decklehmen kann man vorläufig von einer **maximal zulässigen Bodenpressung von $\sigma_{zul} = 200 \text{ kN/m}^2 - 250 \text{ kN/m}^2$** (nach DIN 1054:1976-11) ausgehen. Dies entspricht einem **Bemessungssohlwiderstand von $\sigma_{zul} = 280 \text{ kN/m}^2 - 350 \text{ kN/m}^2$** (gemäß EC 7, DIN EN 1054:2010-12 für ständige Bemessungssituation (BS-P)).

Für die Gründung von Bauwerken in den Verwitterungshorizont bzw. den tonig verwitterten Fels des „Oberen Muschelkalkes“ kann man vorläufig von einer **maximal zulässigen Bodenpressung von $\sigma_{zul} = 350 \text{ kN/m}^2 - 400 \text{ kN/m}^2$** (nach DIN 1054:1976-11) ausgehen. Dies entspricht einem **Bemessungssohlwiderstand von $\sigma_{zul} = 490 \text{ kN/m}^2 - 560 \text{ kN/m}^2$** (gemäß EC 7, DIN EN 1054:2010-12 für ständige Bemessungssituation (BS-P)).

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.

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.



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

6.2 Bodenmechanische Kenngrößen

6.2.1 Homogenbereiche nach DIN 18 300: 2015-08

Boden:

	Homogen- bereich A	Homogen- bereich B	Homogen- bereich C
Ortsübliche Bezeichnung	Oberboden	Auffüllungen bindig	Auffüllung kiesig / Tragschicht
Aushub nach DIN 18300:2012-09	BKL 1 + 4	BKL 4	BKL 3
Bodengruppen nach DIN 18196	OH	UL / TL	GU / GW
Plastizitätszahl, Konsis- tenzzahl nach DIN 18122-1	halbfest	halbfest - steif	halbfest - steif
Korngrößenverteilung	n. n.	n. n.	n. n.
Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 14688-2	locker	n. e.	mitteldicht
Wassergehalt nach DIN ISO 1789-1	n. n.	siehe Anlage 4 und Kapitel 7.1	n. n.
Scherfestigkeiten	n. n.	n. n.	n. n.
Massenanteil Steine, Blö- cke 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

n.e.: nicht erforderlich



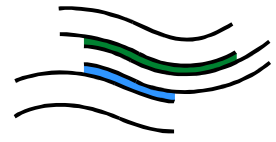
TÖNIGES GmbH
Beratende Geologen
und Ingenieure
Sinsheim
Tel. (0 72 61) 92 11-0
Fax (0 72 61) 92 11-22

	Homogen- bereich D	Homogen- bereich E	Homogen- bereich F
Ortsübliche Bezeichnung	Löss / Lösslehm / Schwemmlöss	Verwitterungslehm	Verwitterungshorizont
Aushub nach DIN 18300:2012-09	BKL 4	BKL 4	BKL 4 - 6
Bodengruppen nach DIN 18196	UL / TL / UM	UL / TL	GU / GU*
Plastizitätszahl, Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	halbfest - steif	halbfest	n.e.
Korngrößenverteilung	siehe Anlage 4	n. n.	n.n.
Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 14688-2	n. e.	n.e.	mitteldicht bis dicht
Wassergehalt nach DIN ISO 1789-1	siehe Anlage 4 und Kapitel 7.1	siehe Anlage 4 und Kapitel 7.1	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	n. n.	n. n.	n. n.

n. n.: nicht nachgewiesen

n.e.: nicht erforderlich

	Homogenbereich G
Ortsübliche Bezeichnung	Muschelkalk
Aushub nach DIN 18300-2012-09	BKL 6 + 7
Benennung von Fels nach DIN EN ISO 14689-1	Kalk-, Tonstein, Wechselfolge
Dichte nach DIN ISO 1789-2 oder DIN 18125-2	siehe 6.2.2
Verwitterung und Veränderung, Veränderlichkeit nach Din EN ISO 14689-1	frisch – stark verwittert 0 – (gemäß Tabelle 13)
Einaxiale Druckfestigkeit	25 – 100 MN/m ²



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

6.2.2 Bodenkennwerte (cal) nach DIN 1055-2

Auffüllungen (UL / TL, halbfeste Konsistenz)

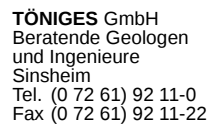
Wichte erdfeucht	18,5 kN/m ³
Wichte wassergesättigt	20,0 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	10,0 kN/m ³
Reibungswinkel	27,5° - 30,0°
Kohäsion c'	5 - 7 kN/m ²
Kohäsion c'u	≥ 50 kN/m ²

Auffüllungen (GW / GU, mitteldichte Lagerung)

Wichte erdfeucht	18,0 kN/m ³
Wichte wassergesättigt	20,5 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	10,5 kN/m ³
Reibungswinkel	32,5° - 35,0°
Kohäsion c'	2 - 5 kN/m ²

Löss / Lösslehm / Schwemmlöss (UL / TL, halbfeste Konsistenz)

Wichte erdfeucht	19,5 kN/m ³
Wichte wassergesättigt	21,0 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	11,0 kN/m ³
Reibungswinkel	27,5° - 30,0°
Kohäsion c'	5 - 7 kN/m ²
Kohäsion c'u	≥ 50 kN/m ²



Wichte erdfeucht	19,5 kN/m ³
Wichte wassergesättigt	21,0 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	11,0 kN/m ³
Reibungswinkel	27,5° - 30,0°
Kohäsion c'	5 - 10 kN/m ²
Kohäsion c'u	≥ 50 kN/m ²

Wichte erdfeucht	18,0 kN/m ³
Wichte gesättigt	20,5 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	10,5 kN/m ³
Reibungswinkel	32,5 ° - 37,0°
Kohäsion c'	5 - 7 kN/m ²

Wichte erdfeucht	23,0 kN/m ³
Wichte gesättigt	23,0 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	13,0 kN/m ³
Reibungswinkel	37,5 ° - 40,0°
Kohäsion c'	20- 50 kN/m ²

Verwitterungslehm UL / GU* Frostklasse F 3,
mittel bis sehr frostempfindlich



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

Verwitterungshorizont

GU / GU*

Frostklasse F 2 – F 3,

gering bis mittel bis sehr frost-
empfindlich

6.2.4 Mittlere Steifeziffern (cal.) des Gründungsbodens

Auffüllungen	4.000 - 6.000 kN/m ²
Löss / Lösslehm / Schwemmlöss	10.000 - 12.000 kN/m ²
Verwitterungslehm	14.000 - 16.000 kN/m ²
Verwitterungshorizont	20.000 - 30.000 kN/m ²
tonig verwitterter Fels	30.000 - 50.000 kN/m ²

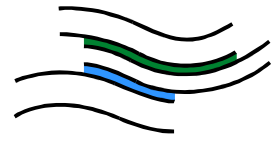
7 Beurteilung der Böden hinsichtlich des Wiedereinbaus, Maßnahmen beim Wiedereinbau

7.1 Wiederverwendbarkeit des Bodenaushubs

Zur Untersuchung der Wiederverwendbarkeit des anfallenden Aushubs im Bereich des geplanten Kanal- und Straßenbaus wurde eine Mischprobe der anfallenden bindigen Decklehme erstellt und die Proctordichte nach DIN 18 127 bestimmt (Anlage Nr. 4).

Bestimmung der Proctordichte:

Bodenart	Natürlicher Wassergehalt	optimaler Wassergehalt	Wassergehalt bei	
			97 % Proctor nasser Ast trockener Ast	95 % Proctor nasser Ast trockener Ast
Mischprobe Lösslehm / Schemmlöss	21,25 %	15,9 %	20,3 % 11,2 %	21,6 % 10,2 %



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

Bei der Bestimmung der Wassergehalte ergaben sich folgende Werte:

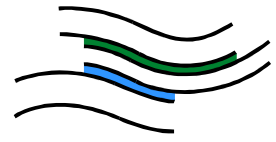
Kleinrammbohrung	Entnahmetiefe u. GOK	Bodenart	Wassergehalt
RKS 1	0,6 – 2,0 m	Löss	19,5 %
RKS 2	1,0 - 3,0 m	Löss / Schwemmlöss	24,1 %
RKS 3	2,0 – 3,0 m	Schwemmlöss	18,2 %
RKS 4	1,0 - 2,3 m	Löss	22,2 %
RKS 5	0,6 - 2,0 m	Verwitterungslehm	18,7 %
RKS 6	1,0 – 2,4 m	Verwitterungslehm	19,5 %
RKS 7	1,0 – 2,3 m	Verwitterungslehm	18,1 %
RKS 8	1,1 – 2,6 m	Verwitterungslehm	18,5 %
RKS 9	0,8 - 1,6 m	Auffüllungen	23,3 %
RKS 10	0,8 - 2,0 m	Löss	20,6 %

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 $\geq 97 \%$ - $\geq 100 \%$ Proctor zu erreichen. Im übrigen Kanalgrabenbereich ist je nach Verdichtbarkeitsklasse des Einbaumaterials eine Verdichtung auf $\geq 97 \%$ - $\geq 98 \%$ Proctor ausreichend.

Nach den vorliegenden Ergebnissen des Proctorversuchs wird eine Verdichtung der Löss / Lösslehme und Schwemmlösse auf 95 % Proctor bei Wassergehalten zwischen **10,2 %** und **21,6 %** erreicht und eine Verdichtung auf 97 % Proctor bei Wassergehalten zwischen **11,2 %** und **20,3 %**.

Folgende durchschnittlichen Wassergehalte wurden ermittelt:

Bodenart	Durchschnittlicher Wassergehalt
Löss / Lösslehm / Schwemmlöss	20,92 %
Verwitterungslehm	18,7 %



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

Der durchschnittliche Wassergehalt der Löss / Lößlehme und Schwemmlöss liegt für die direkte Wiederverfüllung etwas zu hoch. Bei trockener Witterung können diese Bodenarten nach einer gewissen Abtrocknung ohne Verbesserung wieder eingebaut werden. Ist dies nicht möglich, kann durch Kalkzugabe der Wassergehalt auf ein einbaufähiges Maß reduziert werden (siehe Kapitel 8.1).

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.

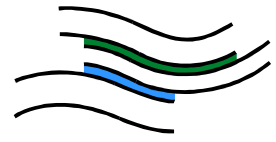
7.2 Maßnahmen beim Wiedereinbau

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.

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

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.



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

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 $\leq 0,30$ 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.

8 Erdbautechnische Hinweise

8.1 Kanal- und Leitungsbau

8.1.1 Aushub

Wir gehen von einer geplanten Kanalsohle von ca. 3,0 – 4,0 m u. GOK aus.

Die im Baugebiet angetroffenen Löß/ Lößlehme/Schwemmlösse, Verwitterungslehme und der Verwitterungshorizont sind der Bodenklasse 3 – 5 zuzuordnen.

In den Kleinrammbohrungen RKS 5 – RKS 9 stehen ab einer Tiefe von ca. 2,5 - 4,5 m unter jetziger Geländeoberfläche die Festgesteine des „Oberen Muschelkalkes“ und somit Böden der Bodenklasse 6 bis 7 an.

8.1.2 Kanalbau / Kanalaufleger

Auf Grundlage der Baugrunduntersuchung und der o.g. Einbindtiefe der Kanalsohle besteht der Gründungsboden aus Löss / Lößlehen / Schwemmlössen, Verwitterungslehen, Verwitterungshorizont und Festgesteinen.

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

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

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

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

- 100 mm bei normalen Bodenverhältnissen (halbfesten Löss / Lößlehm, Verwitterungslehm);
- 150 mm bei Fels oder festgelagerten Böden

8.1.3 Wasserhaltung

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



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

8.1.4 Verbauarbeiten

Verbauarbeiten, außer dem obligatorischen Kulissen-Verbau, werden nicht notwendig. Die Grabenwände können mit folgenden Böschungsneigungen abgeschrägt werden:

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

Hinweis:

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

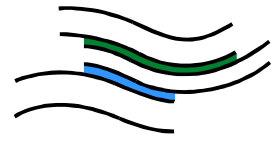
Die Überprüfung der Verdichtung im Kanalgraben sollte mittels Künzelstabsondierung erfolgen. Diese kann von unserem Büro durchgeführt werden.

8.1.5 Wiederverfüllung des Kanalgrabens

Das Aushubmaterial des Untersuchungsgebiets setzt sich überwiegend aus bindigen Decklehm (Löss, Lösslehm, Schwemmlöss) und Verwitterungslehm zusammen.

Die anstehenden Böden sind grundsätzlich für den Wiedereinbau geeignet. Der durchschnittliche Wassergehalt der bindigen Böden liegt etwas zu hoch für ein einbaufähiges Maß. Bei trockener Witterung können diese Bodenarten nach einer gewissen Abtrocknung ohne Verbesserung wieder eingebaut werden.

Wir empfehlen jedoch, für 40 % der Grabenverfüllung eine Kalkung (ca. 25 – 30 kg/m³) vorzusehen.



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

Für weitere 20 % der Grabenverfüllung sollte Fremdmaterial in der Ausschreibung vorgesehen werden, um z.B. bei Schlechtwetterperioden entsprechend Verfügungsmasse zu haben.

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

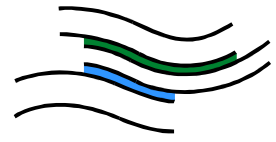
Nach ZTVE-StB 09 ist bei Leitungsgräben innerhalb und außerhalb des Straßenkörpers in der Leitungszone und im Bereich ab Planumsoberkante bis 0,50 m unter Planumsoberkante je nach Verdichtbarkeitsklasse des Einbaumaterials ein Verdichtungsgrad von $\geq 97\%$ - $\geq 100\%$ Proctor zu erreichen. Im übrigen Kanalgrabenbereich ist je nach Verdichtbarkeitsklasse des Einbaumaterials eine Verdichtung auf $\geq 97\%$ - $\geq 98\%$ Proctor ausreichend.

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 09.

Im Bereich der Straßentrasse ist das Rohplanum so zu verdichten, dass ein Verformungsmodul von **$E_{v2} \geq 45 \text{ MPa (MN/m}^2\text{)}$** nachgewiesen werden kann. Dies wird auf den im Rohplanum anstehenden Böden erreichbar sein.

Die im Bereich des Rohplanums anstehenden Böden gehören überwiegend der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich) an. Aus diesem Grund ist, je nach Belastungsklasse (Bk), unabhängig von den Anforderungen an die Tragfähigkeit, eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von $\geq 50 \text{ cm}$ (Bk 0,3) bzw. von $\geq 60 \text{ cm}$ (Bk 3,2 bis Bk 1,0) erforderlich.



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

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

Wir empfehlen, für den Straßenaufbau einen Mindestaufbau von ≥ 60 cm vorzusehen.

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

Da die anstehenden Bodenarten für die direkte Verdichtung zu feucht sein könnten, sollte für 50 % der Straßenabwicklung eine Kalkung mit $10\text{--}15 \text{ kg/m}^2$ Weißfeinkalk (Frästiefe $\geq 0,40 \text{ m}$) vorgesehen werden.

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

8.3 Erdbebenzone

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

9 Bodenanalysen

9.1 Bodenaggressivität

Im Untersuchungsbereich wurden keine anstehenden Böden angetroffen, die auf eine besondere Bodenaggressivität schließen lassen. Bezüglich einer möglichen Bodenaggressivität sind daher keine gesonderten Maßnahmen zu treffen.

9.2 Umwelttechnische Bewertung der bituminösen Deckschicht (Asphalt)

Um die bestehenden Asphaltbeläge der angrenzenden Straßen bzw. des Feldweges auf eine mögliche Teerstämmigkeit hin zu untersuchen, wurden während der Baugrunduntersuchung aus der Straßendecke Asphaltproben entnommen.

Nach einer organoleptischen Ansprache der Asphaltkerne wurden zwei Asphaltproben entnommen und hinsichtlich einer möglichen Teerstämmigkeit 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) untersucht. Diese Richtlinie berücksichtigt für die Bewertung Belange des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes, des Bundesbodenschutzgesetzes, der Umweltverträglichkeit und des Arbeitsschutzes.

Folgende Proben wurden für die chem. Untersuchungen zusammengestellt:

RKS 1 Asphalt

RKS 9 Asphalt



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

Hierbei wurden diese auf PAK im Feststoff und Phenole im Eluat untersucht.

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
A	Ausbauasphalt		≤ 25 mg/kg	≤ 0,1 mg/l
B	Ausbaustoffe mit teer- / pechtypischen Bestandteilen	vorwiegend steinkohlen-teertypisch	> 25 mg/kg	≤ 0,1 mg/l
C		vorwiegend braunkohlen-teertypisch	Wert ist anzugeben	> 0,1 mg/l

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

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

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

Verwertungsklasse C: Verwertung in **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	$\leq 0,03$	kein Nachweis erforderlich
C	$\leq 0,03$	$\leq 0,1$

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

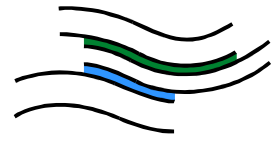
Ausbauasphalt ist grundsätzlich getrennt auszubauen, um diesen zielgerichtet möglichst hochwertig als Zugabematerial für Heißmischgut einzusetzen.

Die Asphaltproben wurden hinsichtlich einer möglichen Teerstämmigkeit im Labor der Wessling GmbH, Impexstr.5, 69190 Walldorf, analysiert.

Bei den Analysen wurden folgende PAK–Gehalte festgestellt:

	Feststoff [mg/kg]	Phenolindex [mg/l]	Verwertungsklasse nach RuVA
Asphalt RKS 1	4,05	$\leq 0,01$	A
Asphalt RKS 9	1,91	$\leq 0,01$	A

Das ausführliche Laborergebnis ist in dem Prüfbericht CWA16-031208-1 der Wessling GmbH in der Anlage 5 einzusehen.



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

Der Asphaltaufbruch ist in die **Verwertungsklasse A** einzustufen. Der Ausbauasphalt kann entweder im Heißmischverfahren verwendet oder im Kaltmischverfahren ohne Bindemittel unter vollständiger Überbauung durch eine wasserundurchlässige Schicht eingebaut werden. Er ist quasi frei verwertbar. Auch die übrigen Asphaltproben waren organoleptisch unauffällig.

Die ungebundene Tragschicht kann bezüglich des PAK Gehaltes in die Zuordnungsklasse Z 0 nach der VwV –Boden eingestuft werden.

9.3 VwV-Analysen

Zur umwelttechnischen Bewertung des Aushubes wurden zwei Mischproben entnommen.

Der laboranalytische Untersuchungsumfang erfolgte

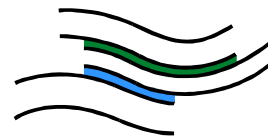
- gemäß Tab. 6-1 nach der „Verwertung von als Abfall eingestuften Bodenmaterial“ der Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg vom 14.03.07 – kurz VwV Boden.

Die ausführlichen Laborergebnisse sind in der Anlage enthalten.

Die Proben wurde im chemischen Labor der Wessling Laboratorien GmbH, Impexstr. 5, 69190 Walldorf, analysiert.

Das Ergebnis der Einzelstoffanalysen und die Messmethoden sind in dem Laborbericht CWA17-001740-1 der Wessling Laboratorien in der Anlage einzusehen.

In den folgenden Tabellen sind die Laborergebnisse mit entsprechender Bewertung gemäß VwV und gemäß Zusatzparameter der DepV zusammengefasst:



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

Tabelle 1: Analyseergebnisse, Zuordnungswert gemäß VwV Boden

Parameter	Einheit	MP	VwV Boden
Feststoff		Mischprobe Verwitterungs- lehm	Ton
EOX	[mg/kg]	<0,5	Z 0
MKW C10-C40	[mg/kg]	<50	Z 0
MKW C10-C22	[mg/kg]	<50	Z 0
Σ-BTEX	[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]	<0,01	Z 0
PCB ₆	[mg/kg]	<BG	Z 0
Arsen	[mg/kg]	9,0	Z 0
Blei	[mg/kg]	17	Z 0
Cadmium	[mg/kg]	<0,4	Z 0
Chrom, gesamt	[mg/kg]	47	Z 0
Kupfer	[mg/kg]	52	Z 0
Nickel	[mg/kg]	77	Z 0
Quecksilber	[mg/kg]	<0,1	Z 0
Thallium	[mg/kg]	0,71	Z 0
Zink	[mg/kg]	63	Z 0
Cyanide, gesamt	[mg/kg]	<0,1	Z 0
Eluat			
pH-Wert	[]	8,7	Z 0
Leitfähigkeit ¹⁾	[μS/cm]	65,3	Z 0
Chlorid	[mg/l]	<1,0	Z 0
Sulfat	[mg/l]	3,1	Z 0
Cyanide, gesamt	[mg/l]	<BG	Z 0
Phenolindex	[μg/l]	<10	Z 0
Arsen	[μg/l]	<5	Z 0
Blei	[μg/l]	<5	Z 0
Cadmium	[μg/l]	<0,5	Z 0
Chrom, ges.	[μg/l]	<5	Z 0
Kupfer	[μg/l]	<5	Z 0
Nickel	[μg/l]	<5	Z 0
Quecksilber	[μg/l]	<0,2	Z 0
Zink	[μg/l]	<10	Z 0
Gesamteinstufung			Z 0

< BG: Messergebnis ist kleiner als die laboranalytische Bestimmungsgrenze

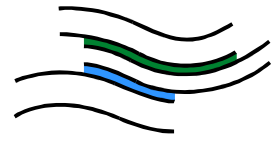


TÖNIGES GmbH
Beratende Geologen
und Ingenieure
Sinsheim
Tel. (0 72 61) 92 11-0
Fax (0 72 61) 92 11-22

Tabelle 2: Analyseergebnisse, Zuordnungswert gemäß VwV Boden

Parameter	Einheit	MP	VwV Boden
Feststoff		Mischprobe Löß, Lößlehm, Schwemmlöss	Schluff
EOX	[mg/kg]	<0,5	Z 0
MKW C10-C40	[mg/kg]	<50	Z 0
MKW C10-C22	[mg/kg]	<50	Z 0
Σ-BTEX	[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]	<0,01	Z 0
PCB ₆	[mg/kg]	<BG	Z 0
Arsen	[mg/kg]	9,2	Z 0
Blei	[mg/kg]	16	Z 0
Cadmium	[mg/kg]	<0,4	Z 0
Chrom, gesamt	[mg/kg]	32	Z 0
Kupfer	[mg/kg]	17	Z 0
Nickel	[mg/kg]	34	Z 0
Quecksilber	[mg/kg]	<0,1	Z 0
Thallium	[mg/kg]	>0,4	Z 0
Zink	[mg/kg]	51	Z 0
Cyanide, gesamt	[mg/kg]	<0,1	Z 0
Eluat			
pH-Wert	[]	8,0	Z 0
Leitfähigkeit ¹⁾	[μS/cm]	68,1	Z 0
Chlorid	[mg/l]	1,9	Z 0
Sulfat	[mg/l]	9,6	Z 0
Cyanide, gesamt	[mg/l]	<BG	Z 0
Phenolindex	[μg/l]	<10	Z 0
Arsen	[μg/l]	<5	Z 0
Blei	[μg/l]	<5	Z 0
Cadmium	[μg/l]	<0,5	Z 0
Chrom, ges.	[μg/l]	<5	Z 0
Kupfer	[μg/l]	<5	Z 0
Nickel	[μg/l]	<5	Z 0
Quecksilber	[μg/l]	<0,2	Z 0
Zink	[μg/l]	<10	Z 0
Gesamteinstufung			Z 0

< BG: 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

Einstufung des Aushubmaterials:

In Hinsicht einer möglichen Verwertung ist das Bodenmaterial, repräsentiert durch die Proben „MP Verwitterungslehm und MP Löß, Lößlehm, Schwemmlöss“, als **Z 0 – Material** gemäß der Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg einzustufen.

Aus rein analytischer Sicht ist die Wiederverwertung des Materials gemäß VwV Boden in bodenähnlichen Anwendungen außerhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht und zur Verfüllung von Ausgrabungen möglich.

Bei einer Verwendung des Materials in oder auf einer durchwurzelbaren Bodenschicht sowie das Herstellen einer durchwurzelbaren Bodenschicht sind die Regelungen der Vollzugshilfe zu § 12 der BBodSchV zu beachten.

10 Anmerkungen

Die Untergrundverhältnisse wurden anhand von punktuellen Aufschlüssen (Kleinrammbohrungen) 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.



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

Für die umliegenden Gebäude empfehlen wir, vor Beginn der Baumaßnahme eine Beweissicherung durchzuführen. Hierfür stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Der Gutachter ist frühzeitig in die Fertigstellungsplanung mit einzubeziehen. Ebenfalls ist bei Planungsänderungen oder sich ankündigenden Schäden der Gutachter sofort zu verständigen. Die Erdarbeiten sind mit dem Gutachter abzustimmen.

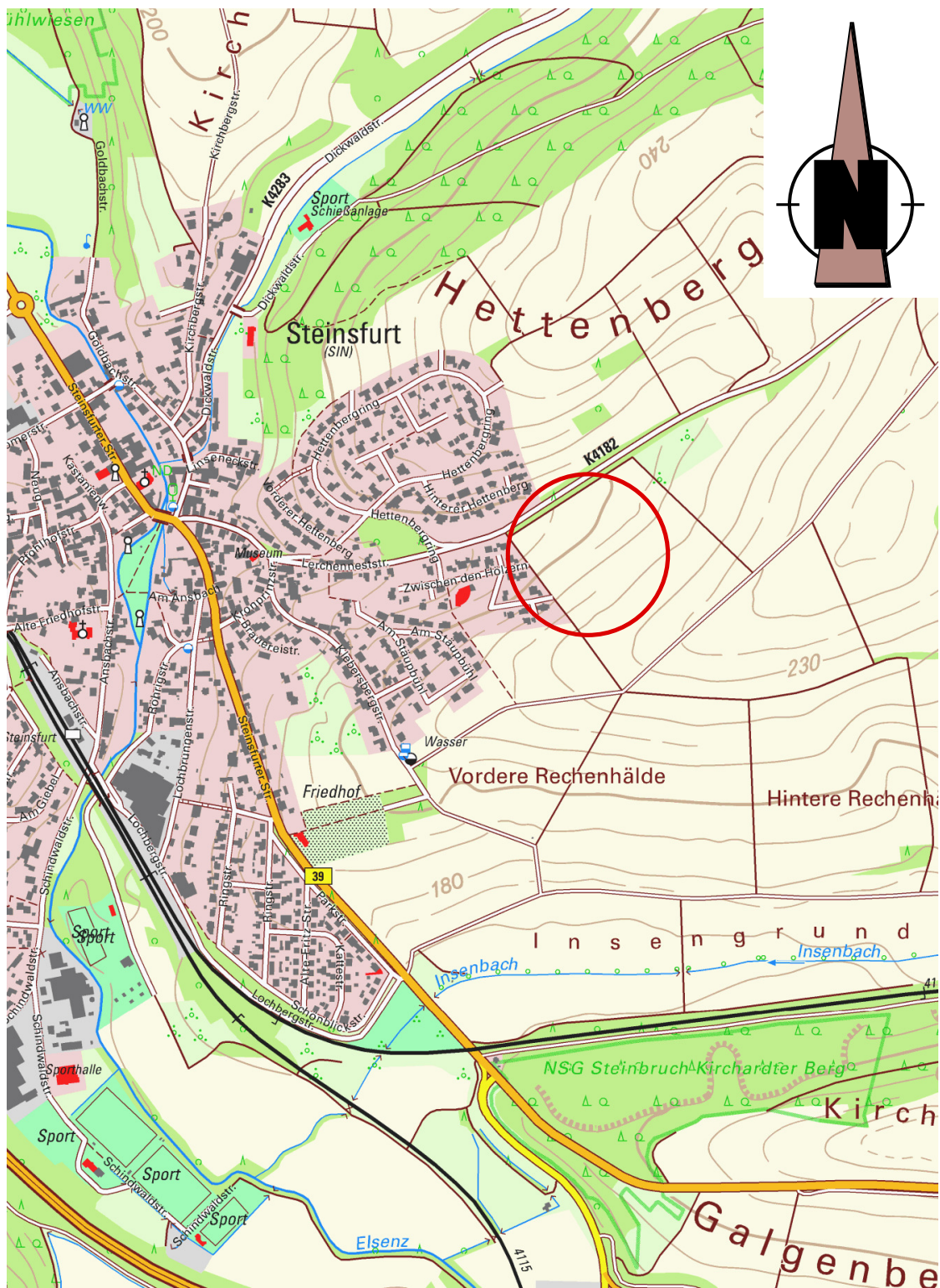
Wir empfehlen, die Verdichtungsarbeiten mittels Rammsondierungen und Lastplattendruckversuchen überprüfen zu lassen. Hierzu stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

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

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

J. Schön, Dipl.-Geol.

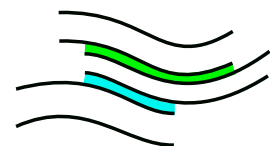
M. Leibing, Dipl.-Geol.



Untersuchungsgebiet

TÖNIGES GmbH
Beratende Geologen
und Ingenieure

Kleines Feldlein 4
D-74889 Sinsheim



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

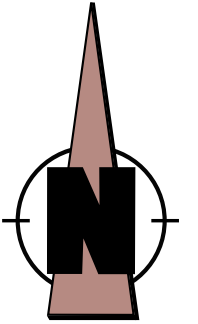
Sinsheim-Steinsfurt, NBG "Zwischen den Hölzern"
Geographische Lage des Untersuchungsgebietes

gezeichnet: M. Leibing / 18.01.2017

Anlage-Nr.: 1.1

Maßstab: 1 : 10.000

Projekt-Nr.: E 16580



Legende:

-  BZP
Bezugspunkt:
OK Kanaldeckel
-  VV 1
Versickerungsversuch
-  RKS1
Kleinrammbohrung
-  P 1
Bestandspegel

TÖNIGES GmbH
Beratende Geologen
und Ingenieure

Kleines Feldlein 4
D-74889 Sinsheim

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

Sinsheim - Steinsfurt, NBG "Zwischen den Hölzern"

Lageplan der Bohransatzpunkte

gezeichnet: M. Leibing / 18.01.2017

Anlage-Nr.: 1.2

Maßstab: 1 : 1.000

Projekt-Nr.: E 16580

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: Bericht: AZ: E 16580		
Bauvorhaben: Sinsheim-Steinsfurt, NBG "Zwischen den Hölzern"								
Bohrung Nr.: RKS 1 / Blatt 1						Datum: 11.01.2017		
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe					
0,06	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g) Asphalt	h)					
0,60	a) Kies, sandig, schwach schluffig			BKL 3				
	b) kiesig = Muschelkalkbruchstücke							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g) ungeb. Tragschicht	h) GU					
6,00	a) Schluff, stark feinsandig, schwach tonig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Löß	h) UL					

¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: Bericht: AZ: E 16580		
Bauvorhaben: Sinsheim-Steinsfurt, NBG "Zwischen den Hölzern"								
Bohrung Nr.: RKS 2 / Blatt 1						Datum: 11.01.2017		
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe					
0,20	a) Schluff, feinsandig, tonig, schwach organisch			BKL 1-4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Oberboden	h) OH					
1,80	a) Schluff, stark feinsandig, schwach tonig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Löß	h) UL					
6,00	a) Schluff, stark feinsandig, schwach tonig			BKL 2-4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Schwemmlöß	h) UL					

¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: Bericht: AZ: E 16580		
Bauvorhaben: Sinsheim-Steinsfurt, NBG "Zwischen den Hölzern"								
Bohrung Nr.: RKS 3 / Blatt 1						Datum: 11.01.2017		
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe					
0,30	a) Schluff, feinsandig, tonig, schwach organisch			BKL 1-4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Oberboden	h) OH					
2,00	a) Schluff, stark feinsandig, schwach tonig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Löß / Lößlehm	h) UL					
6,00	a) Schluff, stark feinsandig			BKL 2-4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Schwemmlöß	h) UL					

¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: Bericht: AZ: E 16580		
Bauvorhaben: Sinsheim-Steinsfurt, NBG "Zwischen den Hölzern"								
Bohrung Nr.: RKS 4 / Blatt 1						Datum: 11.01.2017		
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe					
0,20	a) Schluff, feinsandig, tonig, schwach organisch			BKL 1 - 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e)					
	f)	g) Oberboden	h) OH					
2,30	a) Schluff, stark feinsandig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Löß	h) UL					
4,50	a) Schluff, tonig bis schwach tonig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Löß / Lößlehm	h) UL,UM					
6,00	a) Schluff, tonig, schwach kiesig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Verwitterungslehm	h) UL,TL					
¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor								

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: Bericht: AZ: E 16580	
Bauvorhaben: Sinsheim-Steinsfurt, NBG "Zwischen den Hölzern"							
Bohrung Nr.: RKS 5 / Blatt 1						Datum: 11.01.2017	
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe				
0,20	a) Schluff, feinsandig, tonig, schwach organisch			BKL 1-4			
	b)						
	c) halbfest	d)	e) braun				
	f)	g) Oberboden	h) OH				
0,40	a) Schluff, tonig, schwach feinsandig			BKL 4			
	b)						
	c) halbfest	d)	e) braun				
	f)	g) Verwitterungslehm	h) UL				
0,60	a) Schluff, kiesig, schwach feinsandig			BKL 4			
	b) kiesig = Muschelkalkbruchstücke						
	c) halbfest	d)	e) braun				
	f)	g) Verwitterungslehm	h) UL, TL				
2,10	a) Ton, stark schluffig, schwach feinsandig			BKL 4			
	b)						
	c) halbfest	d)	e) braun				
	f)	g) Verwitterungslehm	h) TL				
2,50	a) Kies, sandig, stark schluffig			BKL 3-5			
	b) kiesig = Muschelkalkbruchstücke						
	c) mitteldicht bis halbfest	d)	e) braun				
	f)	g) Verwitterungshorizont	h) GU				
2,51	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g) Bohrhindernis	h)				

¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: Bericht: AZ: E 16580		
Bauvorhaben: Sinsheim-Steinsfurt, NBG "Zwischen den Hölzern"								
Bohrung Nr.: RKS 6 / Blatt 1						Datum: 11.01.2017		
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe					
0,30	a) Schluff, feinsandig, tonig, schwach organisch			BKL 1 - 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Oberboden	h) OH					
2,40	a) Schluff, tonig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Verwitterungslehm	h) UL, TL					
3,30	a) Kies, sandig, schwach schluffig			BKL 3-5				
	b) kiesig = Muschelkalkbruchstücke							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g) Verwitterungshorizont	h) GU⁻, GU					
3,31	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g) Bohrhindernis	h)					
¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor								

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: Bericht: AZ: E 16580		
Bauvorhaben: Sinsheim-Steinsfurt, NBG "Zwischen den Hölzern"								
Bohrung Nr.: RKS 7 / Blatt 1						Datum: 11.01.2017		
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe					
0,30	a) Schluff, feinsandig, tonig, schwach organisch			BKL 1-4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Oberboden	h) OH					
1,00	a) Schluff, feinsandig, tonig			BKI 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Löß	h) UL					
3,60	a) Schluff, schwach feinkiesig, tonig, feinsandig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Verwitterungslehm	h) UL, TL					
4,20	a) Kies, schwach steinig, schwach schluffig			BKL 3-5				
	b)							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g) Verwitterungshorizont	h) GU					
4,21	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g) Bohrhindernis	h)					

¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: Bericht: AZ: E 16580		
Bauvorhaben: Sinsheim-Steinsfurt, NBG "Zwischen den Hölzern"								
Bohrung Nr.: RKS 8 / Blatt 1						Datum: 11.01.2017		
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe					
0,20	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g) Asphalt	h)					
1,10	a) Mittelkies, stark sandig, schwach schluffig			BKL 3				
	b) kiesig = Muschelkalkbruchstücke							
	c) mitteldicht	d)	e) grau					
	f)	g) ungeb. Tragschicht	h) GU					
2,60	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach kiesig			BKL 3				
	b) kiesig = Muschelkalkbruchstücke							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Verwitterungslehm	h) UL					
3,10	a) Kies, sandig, schwach schluffig			BKL 3-5				
	b) kiesig = Muschelkalkbruchstücke							
	c) mitteldicht	d)	e) grau					
	f)	g) Verwitterungshorizont	h) GW, GU					
3,11	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g) Bohrhindernis	h)					

¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernteten Proben				Anlage: Bericht: AZ: E 16580		
Bauvorhaben: Sinsheim-Steinsfurt, NBG "Zwischen den Hölzern"								
Bohrung Nr.: RKS 9 / Blatt 1						Datum: 11.01.2017		
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe					
0,18	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g) Asphalt	h)					
0,80	a) Kies, sandig, schwach schluffig			BKL 3				
	b) kiesig = Muschelkalkbruchstücke, Ziegelbruchstücke							
	c) mitteldicht	d)	e) grau					
	f)	g) ungeb. Tragschicht	h) GU					
1,60	a) Schluff, tonig, feinsandig, schwach kiesig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Auffüllung	h) UL, TL					
3,10	a) Kies, sandig, schwach schluffig			BKL 3				
	b) kiesig = Muschelkalkbruchstücke							
	c) mitteldicht	d)	e) grau					
	f)	g) Auffüllung	h) GU					
4,50	a) Kies, sandig, schwach schluffig			BKL 3-5				
	b)							
	c) mitteldicht	d)	e) grau					
	f)	g) Verwitterungshorizont	h) GU					
4,51	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g) Bohrhindernis	h)					

¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

Bestimmung des Wassergehalts nach DIN 18121

Bauvorhaben: **SNH-Steinsfurt, NBG zw.d. Hölzern**

Projekt Nr. **E 16580**

Datum: 19.01.2017



Entnahmestelle	RKS 1	RKS 2	RKS 3	RKS 4	RKS 5	RKS 6	RKS 7
Entnahmetiefe	0,6-2,0 m	1,0-3,0 m	2,0-3,0 m	1,0-2,3 m	0,6-2,0 m	1,0-2,4 m	1,0-2,3 m
Behälter Nr.	I	II	III	IV	V	VI	VII
Feuchte Probe + Behälter m + mb [g]	267,65	254,88	264,67	256,97	264,75	269,97	282,81
Trock.Probe + Behälter md + mb [g]	235,79	219,46	235,3	224,18	234,96	238,38	251,95
Behälter mb [g]	72,64	72,58	73,79	76,61	75,43	76,63	81,41
Wasser (m + mb) - (md + ma)= mw [g]	31,86	35,42	29,37	32,79	29,79	31,59	30,86
Trockene Probe md [g]	163,15	146,88	161,51	147,57	159,53	161,75	170,54
Wassergehalt w=mw/md [%]	19,5	24,1	18,2	22,2	18,7	19,5	18,1

Entnahmestelle	RKS 8	RKS 9	RKS 10				
Entnahmetiefe	1,1-2,6 m	0,8-1,6 m	0,8-2,0 m				
Behälter Nr.	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
m + mb [g]	287,01	266,14	254,27				
Trock.Probe + Behälter md + mb [g]	254,96	230,13	225,55				
Behälter mb [g]	82,01	75,28	85,95				
Wasser (m + mb) - (md + ma)= mw [g]	32,05	36,01	28,72				
Trockene Probe md [g]	172,95	154,85	139,60				
Wassergehalt w=mw/md [%]	18,5	23,3	20,6				

Entnahmestelle							
Entnahmetiefe							
Behälter Nr.							
Feuchte Probe + Behälter m + mb [g]							
Trock.Probe + Behälter md + mb [g]							
Behälter mb [g]							
Wasser (m + mb) - (md + ma)= mw [g]							
Trockene Probe md [g]							
Wassergehalt w=mw/md [%]							

WST-GmbH, Elly-Beinhorn-Str. 6, 69214 Eppelheim

Projekt: Erschließung NBG "Zwischen den Hölzern" SNH
WST-Proj.-Nr: 170133
Ausführung: F. Huber, M.Sc. Geowiss.

VV im ausgebauten Bohrloch (Vollrohr)

Open-End-Test in ungesättigter Bodenzone

Versuch Nr.: 1	VV-I (RKS 10) Versuchstiefe:	2,00	m
Datum: 11.01.2017			

Schichtbeschreibung:
s. Schichtenverzeichnis

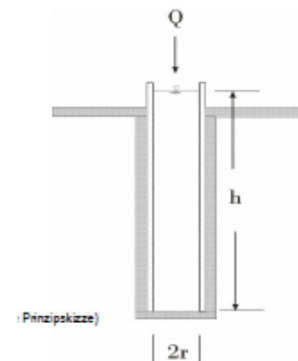
h = Wassersäule im Rohr [m]	t = Zeit [sek.]	Absenkung im Vollrohr [m]	Q [m³] gesamt	Q [m³/s]	
2,000	0	0	0	0	Mittelwert Q [m³/s]: 9,92E-08
1,987	300	0,013	2,98E-05	9,92E-08	
1,974	600	0,026	5,95E-05	9,92E-08	
1,962	900	0,038	8,70E-05	9,16E-08	
1,948	1200	0,052	1,19E-04	1,07E-07	
1,934	1500	0,066	1,51E-04	1,07E-07	
1,922	1800	0,078	1,79E-04	9,16E-08	Höhe d. Wassersäule zu Beginn [m] 2,00
					Durchmesser Messrohr [m]: 0,054
					1 cm Absenkung = m³ 2,29E-05
					1 cm Absenkung = ml 22,90
					Radius Messrohr [m] 0,027
					Mittelwert h [m] 1,961
					(30 min)

Auswertung (nach Prinz 1977, S. 76/77 2.85.c):

$$k_f = \frac{Q \text{ [m}^3\text{/s]}}{5,5 \times r \text{ [m]} \times h \text{ [m]}}$$

$$\underline{k_f} = \frac{9,92\text{E-}08 \text{ m}^3/\text{s}}{0,291 \text{ m}^2} =$$

Mit: Q = Wasserzugabe
r = Radius Messrohr
h = Höhe Wassersäule
5,5 = Formelkonstante



Müller & Weit Geotechnik

Abt: Labor/Bodenmechanik

74889 Sinsheim, Kleines Feldlein 4

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

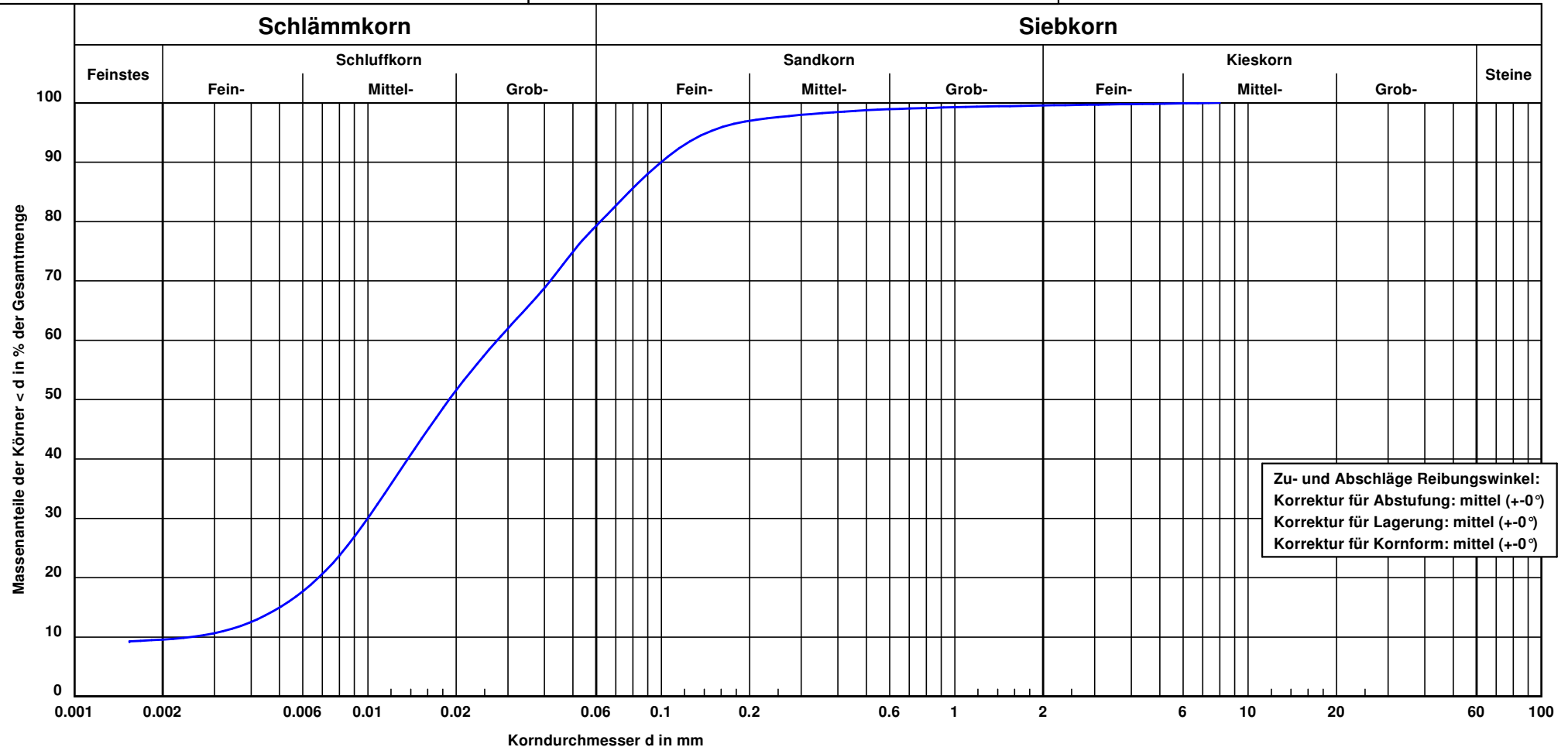
Körnungslinie

SNH-Steinsfurt, NBG zw.d. Hölzern

E 16580

Bearbeiter: M&W

Datum: 19.01.2017



Entnahmestelle	RKS 1-10	Bemerkungen: Lößlehm/Schwemmlöß	
Bodenart:	U, fs, t'		
Tiefe:	3,0-4,0 m		
k [m/s] (Mallet/Paquant):	$3.7 \cdot 10^{-8}$		
Bezeichnung	MP Lößlehm/Schwemmlöß		
U/Cc	11.2/1.5		
T/U/S/G [%]:	9.6/70.8/19.2/0.4		
Reibungswinkel	29.0		
Frostsicherheit	F3		

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 1-10

Entnahmetiefe: 2,0-4,0 m

Proctorkurve nach DIN 18 127

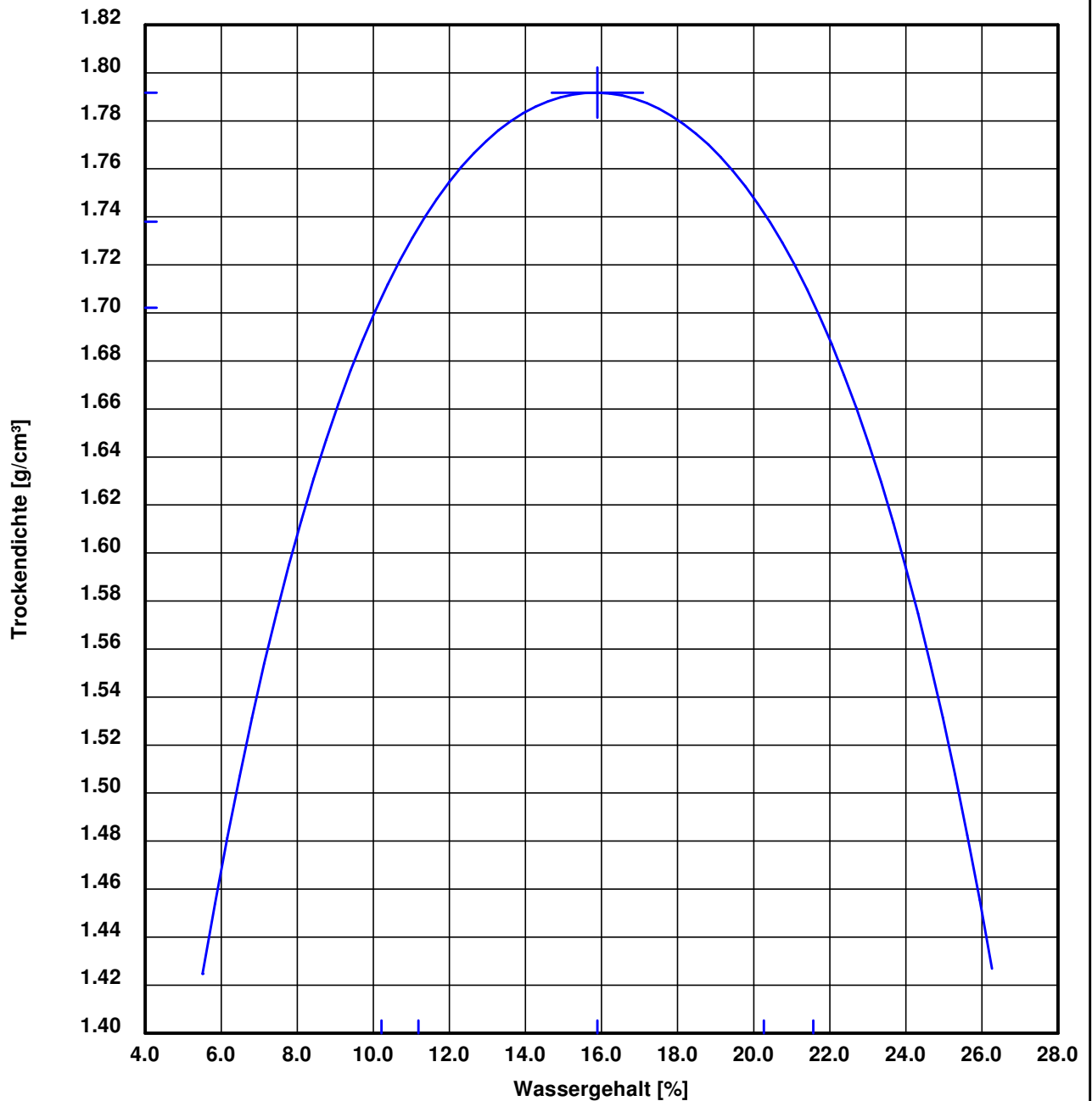
SNH-Steinsfurt, NBG zw.d. Hölzern
E 16580

Bodenart: Lößlehm/Schwemmlöß

Natürlicher Wassergehalt: 21,25 %

Bearbeiter: M&W

Datum: 19.01.2017



100 % der Proctordichte $\rho_{Pr} = 1.792 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt $w_{Pr} = 15.9 \%$

97.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.738 \text{ g/cm}^3$

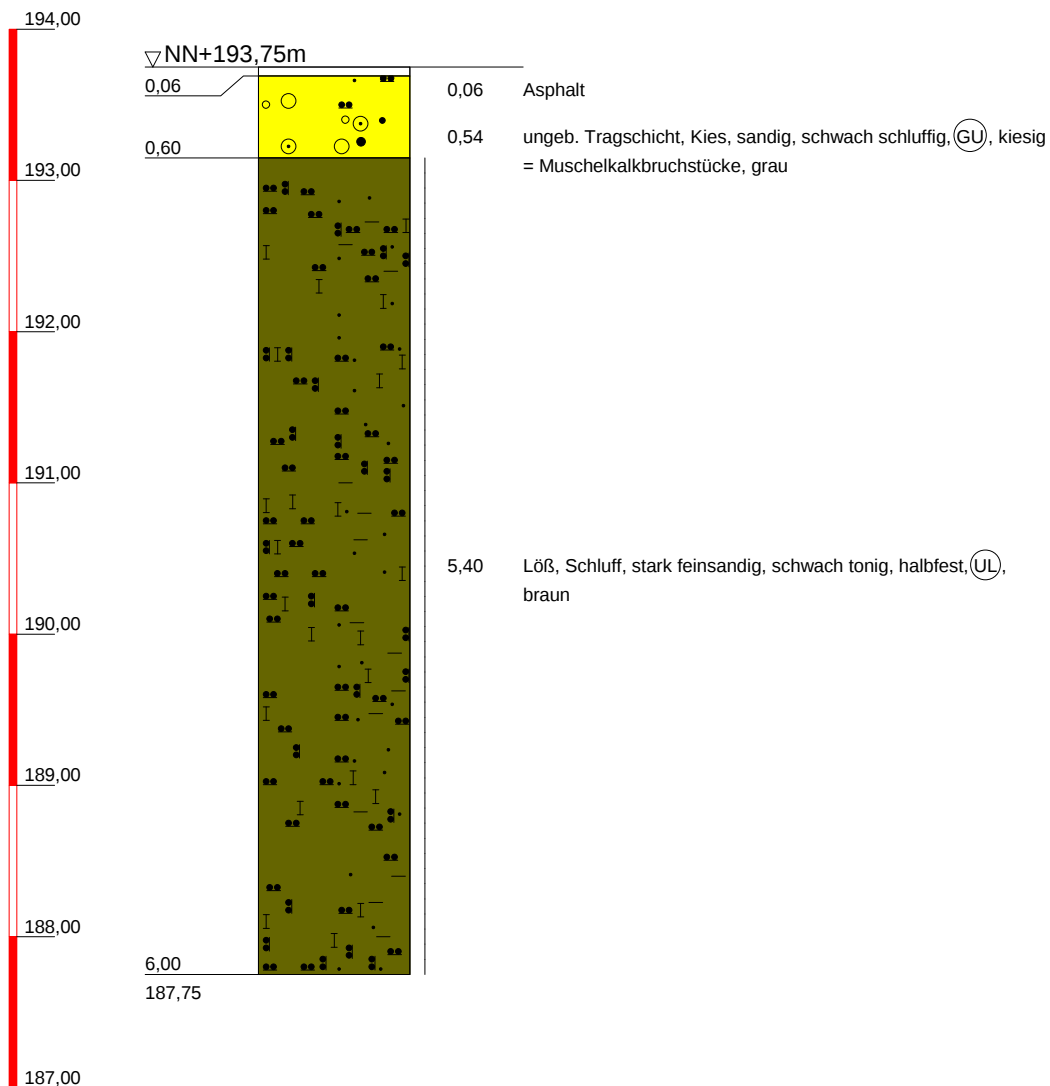
min/max Wassergehalt $w = 11.2 / 20.3 \%$

95.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.702 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 10.2 / 21.6 \%$

NN+m

RKS 1



Töniges GmbH
Beratende Geol. und Ing.

Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim
Tel.: 07261/9211-0
Fax: 07261/9211-22

Bauvorhaben:
Sinsheim-Steinsfurt
NBG "Zwischen den Hölzern"

Planbezeichnung:
Schichtenprofile

Plan-Nr:

Projekt-Nr: E 16580

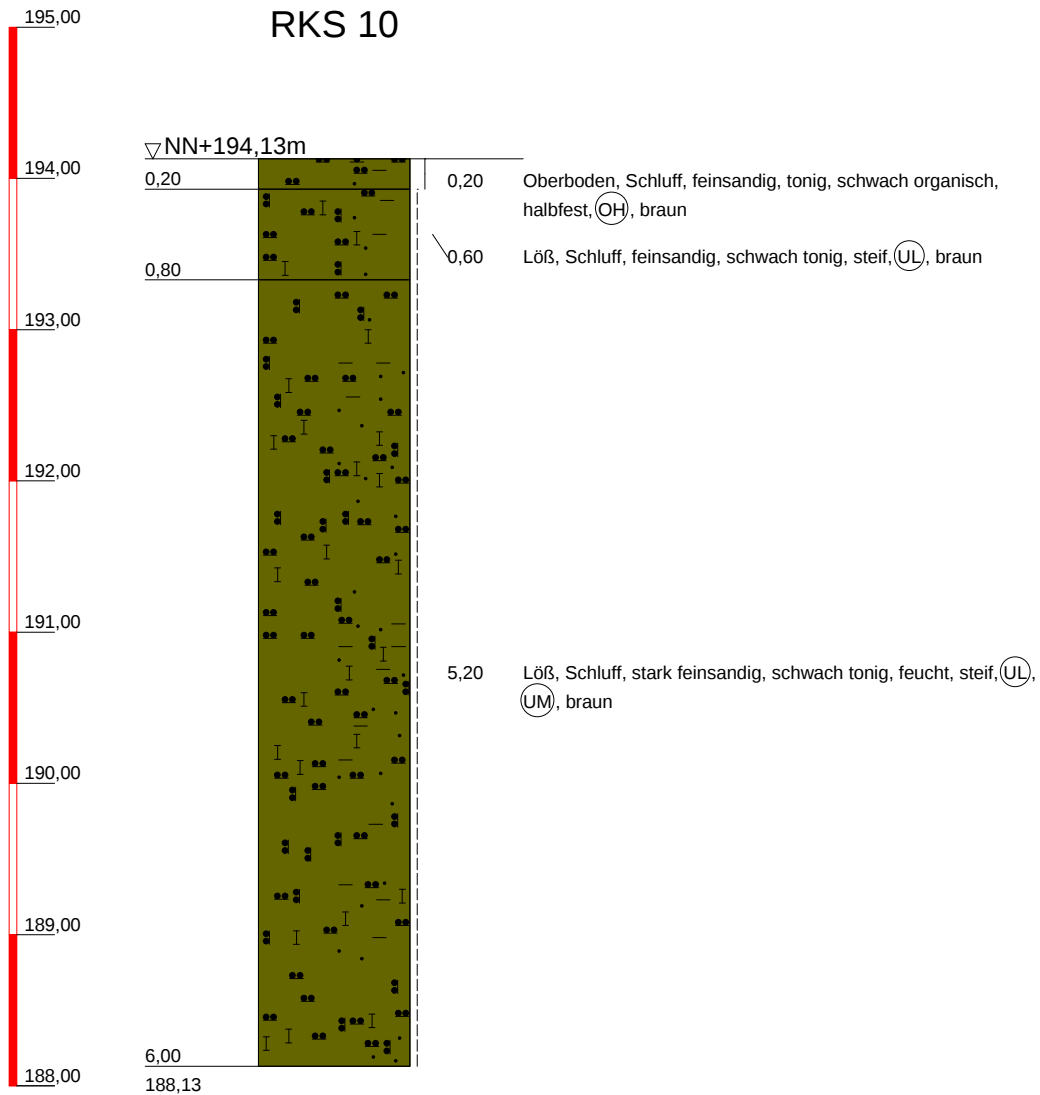
Datum: 11.01.2017

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: M. Leibing

NN+m

RKS 10



Töniges GmbH
Beratende Geol. und Ing.

Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim
Tel.: 07261/9211-0
Fax: 07261/9211-22

Bauvorhaben:
Sinsheim-Steinsfurt
NBG "Zwischen den Hölzern"

Planbezeichnung:
Schichtenprofile

Plan-Nr:

Projekt-Nr: E 16580

Datum: 11.01.2017

Maßstab: 1:50

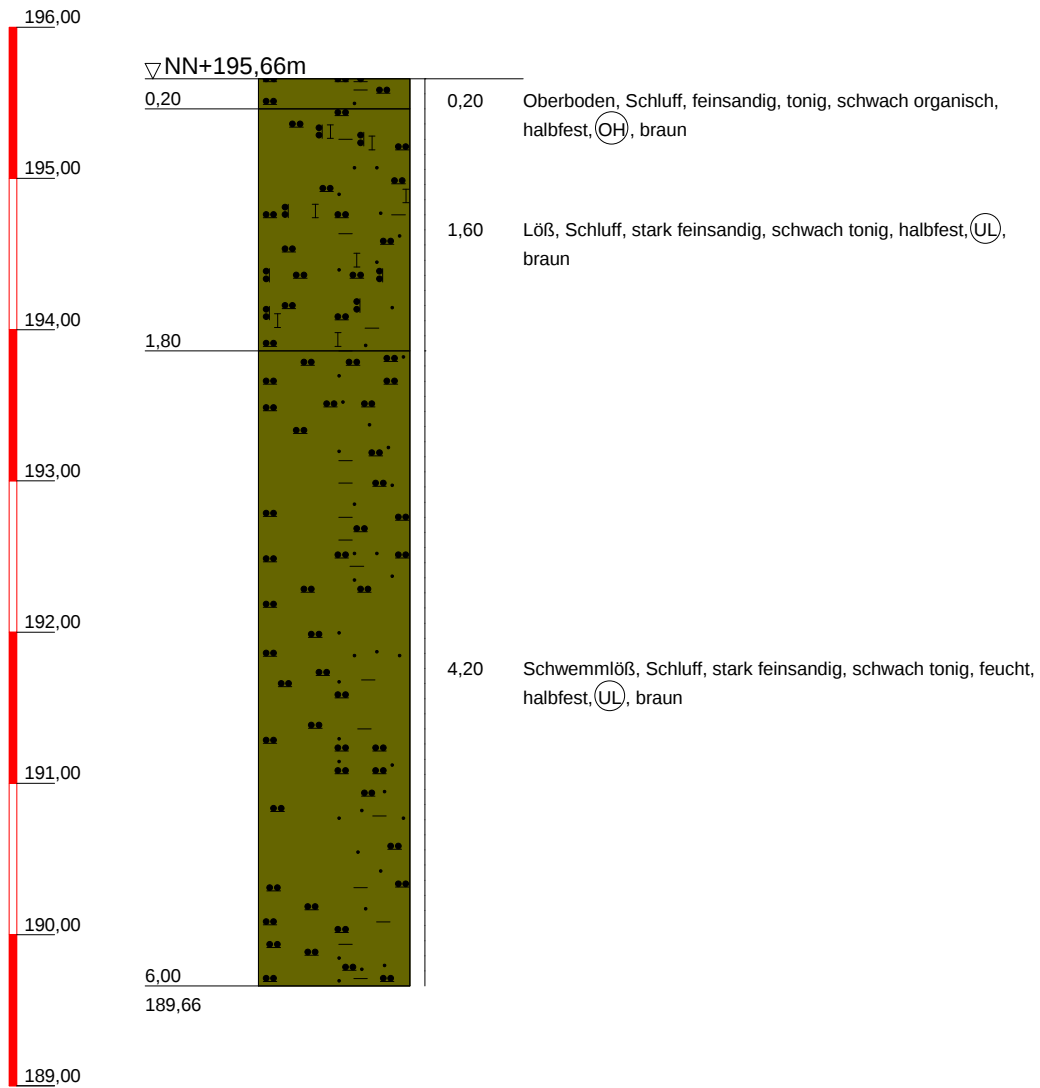
Bearbeiter: M. Leibing

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernteten Proben				Anlage: Bericht: AZ: E 16580		
Bauvorhaben: Sinsheim-Steinsfurt, NBG "Zwischen den Hölzern"								
Bohrung Nr.: RKS 10 / Blatt 1						Datum: 11.01.2017		
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe					
0,20	a) Schluff, feinsandig, tonig, schwach organisch			BKL 1 - 4				
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Oberboden	h) OH					
0,80	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig			BKL 4				
	b)							
	c) steif	d)	e) braun					
	f)	g) Löß	h) UL					
6,00	a) Schluff, stark feinsandig, schwach tonig			BKL 4				
	b)							
	c) steif	d)	e) braun					
	f)	g) Löß	h) UL,UM					

¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

NN+m

RKS 2



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

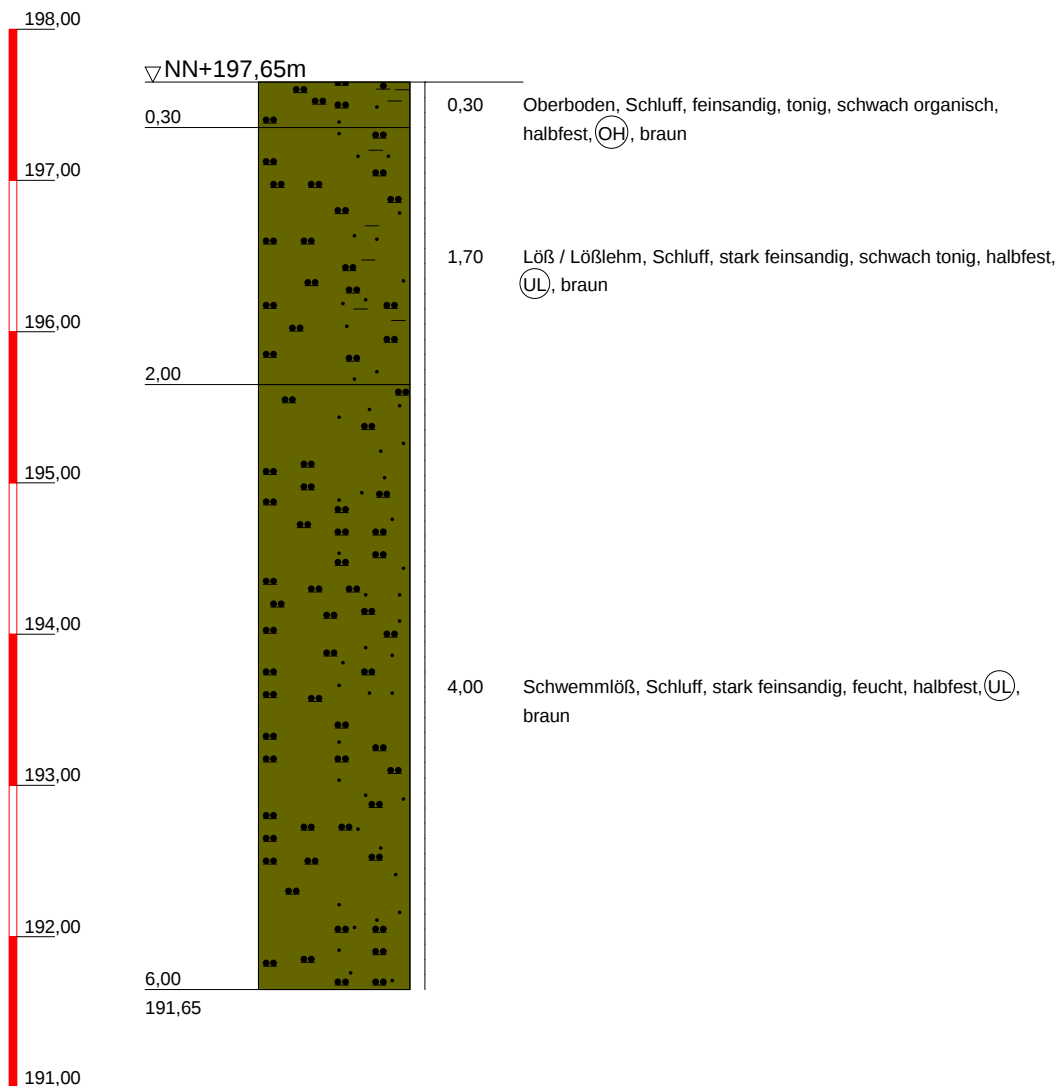
Bauvorhaben:
 Sinsheim-Steinsfurt
 NBG "Zwischen den Hölzern"

Planbezeichnung:
 Schichtenprofile

Plan-Nr:
Projekt-Nr: E 16580
Datum: 11.01.2017
Maßstab: 1:50
Bearbeiter: M. Leibing

NN+m

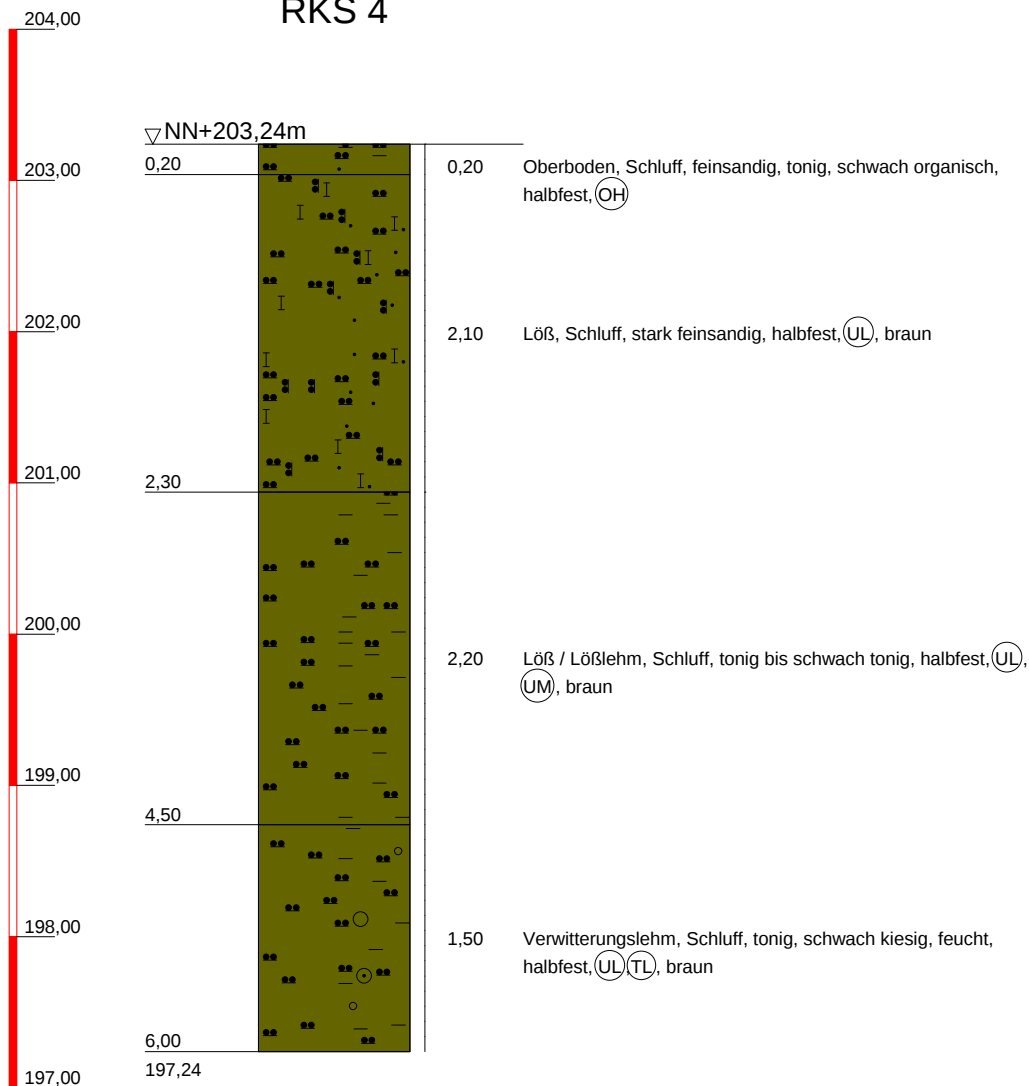
RKS 3



Töniges GmbH Beratende Geol. und Ing. Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22	Bauvorhaben: Sinsheim-Steinsfurt NBG "Zwischen den Hölzern" Planbezeichnung: Schichtenprofile	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: E 16580
		Datum: 11.01.2017
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: M. Leibing

NN+m

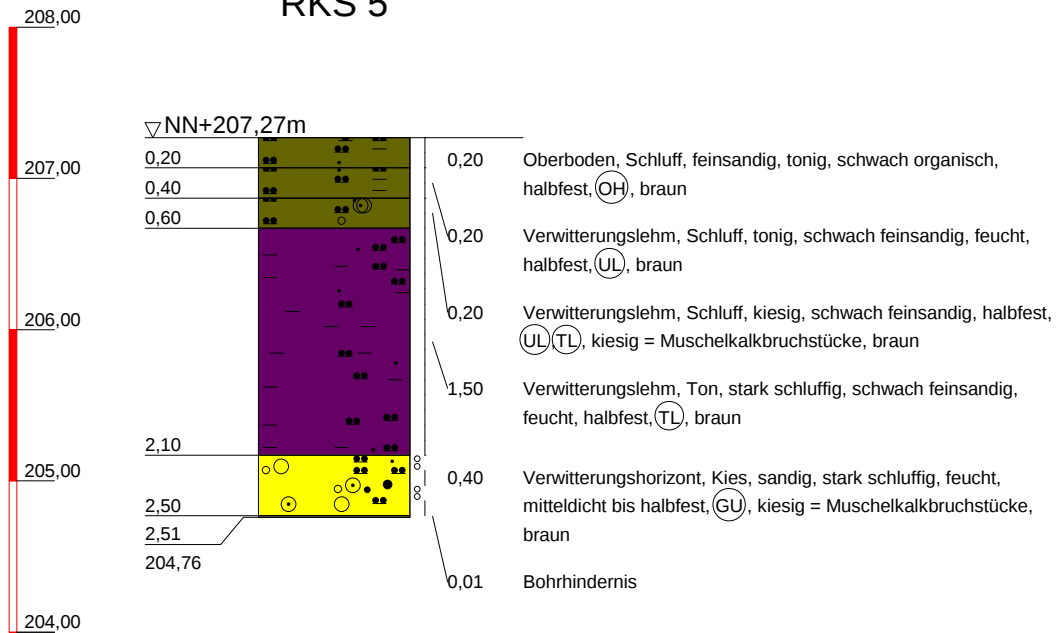
RKS 4



Töniges GmbH Beratende Geol. und Ing. Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22	Bauvorhaben: Sinsheim-Steinsfurt NBG "Zwischen den Hölzern" Planbezeichnung: Schichtenprofile	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: E 16580
		Datum: 11.01.2017
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: M. Leibing

NN+m

RKS 5



Töniges GmbH
Beratende Geol. und Ing.

Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim
Tel.: 07261/9211-0
Fax: 07261/9211-22

Bauvorhaben:
Sinsheim-Steinsfurt
NBG "Zwischen den Hölzern"

Planbezeichnung:
Schichtenprofile

Plan-Nr:

Projekt-Nr: E 16580

Datum: 11.01.2017

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: M. Leibing

NN+m

200,00

RKS 6

199,00

▽NN+199,10m

0,30

0,30

Oberboden, Schluff, feinsandig, tonig, schwach organisch, halbfest, (OH), braun

198,00

2,10

Verwitterungslehm, Schluff, tonig, feucht, halbfest, (UL)(TL), braun

197,00

2,40

0,90

Verwitterungshorizont, Kies, sandig, schwach schluffig, (GU)(GU), kiesig = Muschelkalkbruchstücke, grau

196,00

3,30

3,31

195,79

0,01

Bohrhindernis

195,00

Töniges GmbH
Beratende Geol. und Ing.

Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim
Tel.: 07261/9211-0
Fax: 07261/9211-22

Bauvorhaben:
Sinsheim-Steinsfurt
NBG "Zwischen den Hölzern"

Planbezeichnung:
Schichtenprofile

Plan-Nr:

Projekt-Nr: E 16580

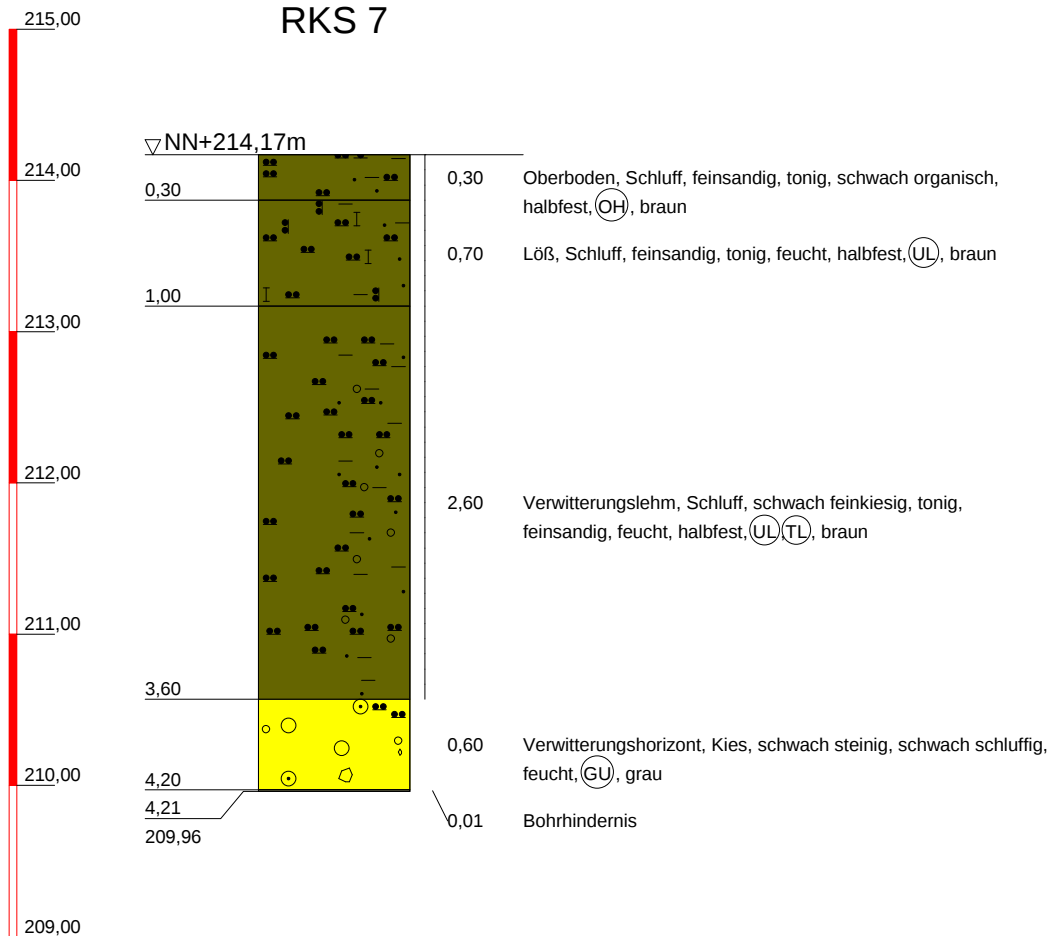
Datum: 11.01.2017

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: M. Leibing

NN+m

RKS 7



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

Bauvorhaben:
Sinsheim-Steinsfurt
NBG "Zwischen den Hölzern"
Planbezeichnung:
Schichtenprofile

Plan-Nr:
Projekt-Nr: E 16580
Datum: 11.01.2017
Maßstab: 1:50
Bearbeiter: M. Leibing

NN+m

208,00

207,00

206,00

205,00

204,00

RKS 8

▽ NN+207,14m

0,20

1,10

2,60

3,10

3,11

204,03

0,20 Asphalt

0,90 ungeb. Tragschicht, Mittelkies, stark sandig, schwach schluffig, feucht, mitteldicht, (GU), kiesig = Muschelkalkbruchstücke, grau

1,50 Verwitterungslehm, Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach kiesig, feucht, halbfest, (UL), kiesig = Muschelkalkbruchstücke, braun

0,50 Verwitterungshorizont, Kies, sandig, schwach schluffig, feucht, mitteldicht, (GW), (GU), kiesig = Muschelkalkbruchstücke, grau

0,01 Bohrhindernis

Töniges GmbH
Beratende Geol. und Ing.

Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim
Tel.: 07261/9211-0
Fax: 07261/9211-22

Bauvorhaben:
Sinsheim-Steinsfurt
NBG "Zwischen den Hölzern"

Planbezeichnung:
Schichtenprofile

Plan-Nr:

Projekt-Nr: E 16580

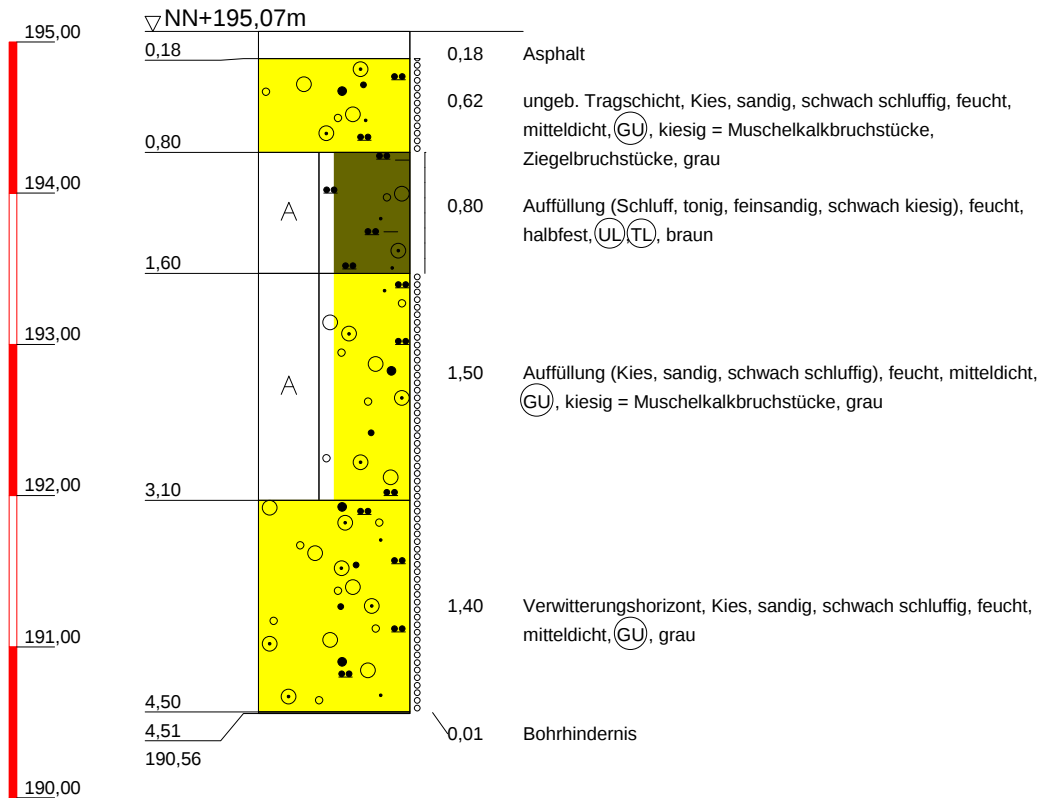
Datum: 11.01.2017

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: M. Leibing

RKS 9

NN+m



Töniges GmbH
Beratende Geol. und Ing.

Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim
Tel.: 07261/9211-0
Fax: 07261/9211-22

Bauvorhaben:
Sinsheim-Steinsfurt
NBG "Zwischen den Hölzern"

Planbezeichnung:
Schichtenprofile

Plan-Nr:

Projekt-Nr: E 16580

Datum: 11.01.2017

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: M. Leibing

WESSLING GmbH, Impexstraße 5, 69190 Walldorf

TÖNIGES GmbH
Ingenieurgeologisches Büro
Herr Matthias Leibing
Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim

Geschäftsfeld: Umwelt

Ansprechpartner: C. Bethge
Durchwahl: +49 6227 8 209 20
Fax: +49 6227 8 209 15
E-Mail: Charlotte.Bethge@wessling.de

Prüfbericht

Projekt: E16580, Sinsheim-Steinsfurt, NBG "Zwischen den Hölzern"

Prüfbericht Nr.	CWA17-001740-1	Auftrag Nr.	CWA-00557-17	Datum	26.01.2017
Probe Nr.	17-008933-01				
Eingangsdatum	19.01.2017				
Bezeichnung	MP Verwitterungslehm				
Probenart	Feststoff allgemein				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probenehmer	Matthias Leibing				
Probenmenge	2,3 kg				
Probengefäß	Eimer				
Anzahl Gefäße	1				
Untersuchungsbeginn	19.01.2017				
Untersuchungsende	25.01.2017				

Probenvorbereitung

Probe Nr.	17-008933-01	
Bezeichnung	MP Verwitterungslehm	
Ordnungsgemäße Probenanlieferung	Ja	
Fremdbestandteile	Nein	
Steine	g	nicht bestimmt
Glas	g	0
Metall	g	0
Kunststoff	g	0
Holz	g	0
Fraktioniertes Teilen	Ja	
Kegeln und Vierteln	Nein	
Anzahl der Prüfproben	3	
Lufttrocknen vor Zerkleinern/Sieben	Ja	
Zerkleinerung	Nein	
Manuelle Vorzerkleinerung	Nein	
Brechen	Nein	

Prüfbericht Nr. **CWA17-001740-1** Auftrag Nr. **CWA-00557-17** Datum **26.01.2017**

Probe Nr.	17-008933-01		
Schneidmühle	Nein		
Siebung	Nein		
homogenisierte Laborprobe	Ja		
vorbereiteter Gesamtfraction	Ja		
Feinfraktion	Nein		
Grobfraktion	Nein		
Rückstellprobe	g	1000	
Lufttrocknung (40°C)	Ja		
Chemisch (Natriumsulfat)	Ja		
Trocknung (105°C)	Ja		
Gefriertrocknung	Nein		
Mahlen	Ja		
Schneiden	Nein		
Manuell	Nein		
Gesamtmasse der Originalprobe	g	2300	
Feuchtegehalt	%	OS	11,93
Königswasser-Extrakt		TS	19.01.2017

Physikalische Untersuchung

Probe Nr.	17-008933-01		
Bezeichnung	MP Verwitterungslehm		
Trockenrückstand	Gew%	OS	89,3
Glühverlust (550°C)	Gew%	TS	1,41

Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Probe Nr.	17-008933-01		
Bezeichnung	MP Verwitterungslehm		
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
Cumol	mg/kg	TS	<0,1
Styrol	mg/kg	TS	<0,1
Summe nachgewiesener BTEX	mg/kg	TS	-/-

Summenparameter

Probe Nr.	17-008933-01		
Bezeichnung	MP Verwitterungslehm		
Cyanid (CN), ges.	mg/kg	TS	<0,1
EOX	mg/kg	TS	<0,5
Kohlenwasserstoff-Index	mg/kg	TS	<50
Kohlenwasserstoff-Index > C10-C22	mg/kg	TS	<50

Prüfbericht Nr.	CWA17-001740-1	Auftrag Nr.	CWA-00557-17	Datum	26.01.2017
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

Probe Nr.	17-008933-01			
Lipophile Stoffe, schwerflüchtig	Gew%	OS	<0,025	
TOC	Gew%	TS	0,17	

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Probe Nr.	17-008933-01			
Bezeichnung	MP Verwitterungslehm			
PCB Nr. 28	mg/kg	TS	<0,01	
PCB Nr. 52	mg/kg	TS	<0,01	
PCB Nr. 101	mg/kg	TS	<0,01	
PCB Nr. 118	mg/kg	TS	<0,01	
PCB Nr. 138	mg/kg	TS	<0,01	
PCB Nr. 153	mg/kg	TS	<0,01	
PCB Nr. 180	mg/kg	TS	<0,01	
Summe der 6 PCB	mg/kg	TS	-/-	
PCB gesamt (Summe 6 PCB x 5)	mg/kg	TS	-/-	
Summe der 7 PCB	mg/kg	TS	-/-	

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)

Probe Nr.	17-008933-01			
Bezeichnung	MP Verwitterungslehm			
Dichlormethan	mg/kg	TS	<0,1	
Tetrachlorethen	mg/kg	TS	<0,1	
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	TS	<0,1	
Tetrachlormethan	mg/kg	TS	<0,1	
Trichlormethan	mg/kg	TS	<0,1	
Trichlorethen	mg/kg	TS	<0,1	
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	TS	<0,1	
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg	TS	-/-	

Im Königswasser-Extrakt

Elemente

Probe Nr.	17-008933-01			
Bezeichnung	MP Verwitterungslehm			
Arsen (As)	mg/kg	TS	9,0	
Blei (Pb)	mg/kg	TS	17	
Cadmium (Cd)	mg/kg	TS	<0,4	
Chrom (Cr)	mg/kg	TS	47	
Kupfer (Cu)	mg/kg	TS	52	
Nickel (Ni)	mg/kg	TS	77	
Quecksilber (Hg)	mg/kg	TS	<0,1	
Thallium (Tl)	mg/kg	TS	0,71	
Zink (Zn)	mg/kg	TS	63	

Prüfbericht Nr. **CWA17-001740-1** Auftrag Nr. **CWA-00557-17** Datum **26.01.2017**
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.	17-008933-01		
Bezeichnung	MP Verwitterungslehm		
Naphthalin	mg/kg	TS	<0,01
Acenaphthylen	mg/kg	TS	<0,01
Acenaphthen	mg/kg	TS	<0,01
Fluoren	mg/kg	TS	<0,01
Phenanthren	mg/kg	TS	<0,01
Anthracen	mg/kg	TS	<0,01
Fluoranthren	mg/kg	TS	<0,01
Pyren	mg/kg	TS	<0,01
Benzo(a)anthracen	mg/kg	TS	<0,01
Chrysen	mg/kg	TS	<0,01
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	TS	<0,01
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	TS	<0,01
Benzo(a)pyren	mg/kg	TS	<0,01
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	TS	<0,01
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	TS	<0,01
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	TS	<0,01
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	TS	-/-

Im Eluat
Physikalische Untersuchung

Probe Nr.	17-008933-01		
Bezeichnung	MP Verwitterungslehm		
pH-Wert	W/E		8,7
Leitfähigkeit [25°C], elektrische	µS/cm	W/E	65,3
Gesamtgehalt gelöster Feststoffe	mg/l	W/E	112

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

Probe Nr.	17-008933-01		
Bezeichnung	MP Verwitterungslehm		
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	<1
Cyanid (CN), ges.	mg/l	W/E	<0,005
Cyanid (CN), l. freis.	mg/l	W/E	<0,005
Fluorid (F)	mg/l	W/E	0,38
Sulfat (SO ₄)	mg/l	W/E	3,1

Summenparameter

Probe Nr.	17-008933-01		
Bezeichnung	MP Verwitterungslehm		
DOC	mg/l	W/E	2,1
Phenol-Index nach Destillation	µg/l	W/E	<10

Prüfbericht Nr. **CWA17-001740-1** Auftrag Nr. **CWA-00557-17** Datum **26.01.2017**
Elemente

Probe Nr.	17-008933-01		
Bezeichnung	MP Verwitterungslehm		
Antimon (Sb)	µg/l	W/E	<5
Arsen (As)	µg/l	W/E	<5
Barium (Ba)	µg/l	W/E	7,1
Blei (Pb)	µg/l	W/E	<5
Cadmium (Cd)	µg/l	W/E	<0,5
Chrom (Cr)	µg/l	W/E	<5
Kupfer (Cu)	µg/l	W/E	<5
Molybdän (Mo)	µg/l	W/E	<5
Nickel (Ni)	µg/l	W/E	<5
Quecksilber (Hg)	µg/l	W/E	<0,2
Selen (Se)	µg/l	W/E	<5
Zink (Zn)	µg/l	W/E	<10

Prüfbericht Nr. **CWA17-001740-1** Auftrag Nr. **CWA-00557-17** Datum **26.01.2017**

Probe Nr.	17-008933-02
Eingangsdatum	19.01.2017
Bezeichnung	MP Löß, Lößlehm, Schwemmlöß
Probenart	Feststoff allgemein
Probenahme durch	Auftraggeber
Probenehmer	Matthias Leibing
Probenmenge	2,9 kg
Probengefäß	Eimer
Anzahl Gefäße	1
Untersuchungsbeginn	19.01.2017
Untersuchungsende	25.01.2017

Probenvorbereitung

Probe Nr.	17-008933-02
Bezeichnung	MP Löß, Lößlehm, Schwemmlöß
Ordnungsgemäße Probenanlieferung	Ja
Fremdbestandteile	Nein
Steine g	nicht bestimmt
Glas g	0
Metall g	0
Kunststoff g	0
Holz g	0
Fraktioniertes Teilen	Ja
Kegeln und Vierteln	Nein
Anzahl der Prüfproben	3
Lufttrocknen vor Zerkleinern/Sieben	Ja
Zerkleinerung	Nein
Manuelle Vorzerkleinerung	Nein
Brechen	Nein
Schneidmühle	Nein
Siebung	Nein
homogenisierte Laborprobe	Ja
vorbereiteter Gesamtfraction	Ja
Feinfraktion	Nein
Grobfraktion	Nein
Rückstellprobe g	1000
Lufttrocknung (40°C)	Ja
Chemisch (Natriumsulfat)	Ja
Trocknung (105°C)	Ja
Gefriertrocknung	Nein
Mahlen	Ja

Prüfbericht Nr. **CWA17-001740-1** Auftrag Nr. **CWA-00557-17** Datum **26.01.2017**

Probe Nr.	17-008933-02		
Schneiden	Nein		
Manuell	Nein		
Gesamtmasse der Originalprobe	g		2900
Feuchtegehalt	%	OS	24,16
Königswasser-Extrakt		TS	19.01.2017

Physikalische Untersuchung

Probe Nr.	17-008933-02		
Bezeichnung	MP Löß, Lößlehm, Schwemmlöß		
Trockenrückstand	Gew%	OS	80,5
Glühverlust (550°C)	Gew%	TS	1,93

Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Probe Nr.	17-008933-02		
Bezeichnung	MP Löß, Lößlehm, Schwemmlöß		
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
Cumol	mg/kg	TS	<0,1
Styrol	mg/kg	TS	<0,1
Summe nachgewiesener BTEX	mg/kg	TS	-/-

Summenparameter

Probe Nr.	17-008933-02		
Bezeichnung	MP Löß, Lößlehm, Schwemmlöß		
Cyanid (CN), ges.	mg/kg	TS	<0,1
EOX	mg/kg	TS	<0,5
Kohlenwasserstoff-Index	mg/kg	TS	<50
Kohlenwasserstoff-Index > C10-C22	mg/kg	TS	<50
Lipophile Stoffe, schwerflüchtig	Gew%	OS	<0,025
TOC	Gew%	TS	0,35

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Probe Nr.	17-008933-02		
Bezeichnung	MP Löß, Lößlehm, Schwemmlöß		
PCB Nr. 28	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 52	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 101	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 118	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 138	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 153	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 180	mg/kg	TS	<0,01

Prüfbericht Nr. **CWA17-001740-1** Auftrag Nr. **CWA-00557-17** Datum **26.01.2017**

Probe Nr.	17-008933-02		
Summe der 6 PCB	mg/kg	TS	-/-
PCB gesamt (Summe 6 PCB x 5)	mg/kg	TS	-/-
Summe der 7 PCB	mg/kg	TS	-/-

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)

Probe Nr.	17-008933-02		
Bezeichnung	MP Löß, Lößlehm, Schwemmlöß		
Dichlormethan	mg/kg	TS	<0,1
Tetrachlorethen	mg/kg	TS	<0,1
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	TS	<0,1
Tetrachlormethan	mg/kg	TS	<0,1
Trichlormethan	mg/kg	TS	<0,1
Trichlorethen	mg/kg	TS	<0,1
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	TS	<0,1
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg	TS	-/-

Im Königswasser-Extrakt
Elemente

Probe Nr.	17-008933-02		
Bezeichnung	MP Löß, Lößlehm, Schwemmlöß		
Arsen (As)	mg/kg	TS	9,2
Blei (Pb)	mg/kg	TS	16
Cadmium (Cd)	mg/kg	TS	<0,4
Chrom (Cr)	mg/kg	TS	32
Kupfer (Cu)	mg/kg	TS	17
Nickel (Ni)	mg/kg	TS	34
Quecksilber (Hg)	mg/kg	TS	<0,1
Thallium (Tl)	mg/kg	TS	<0,4
Zink (Zn)	mg/kg	TS	51

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.	17-008933-02		
Bezeichnung	MP Löß, Lößlehm, Schwemmlöß		
Naphthalin	mg/kg	TS	<0,01
Acenaphthylen	mg/kg	TS	<0,01
Acenaphthen	mg/kg	TS	<0,01
Fluoren	mg/kg	TS	<0,01
Phenanthren	mg/kg	TS	<0,01
Anthracen	mg/kg	TS	<0,01
Fluoranthren	mg/kg	TS	<0,01
Pyren	mg/kg	TS	<0,01
Benzo(a)anthracen	mg/kg	TS	<0,01
Chrysen	mg/kg	TS	<0,01
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	TS	<0,01

Prüfbericht Nr.	CWA17-001740-1	Auftrag Nr.	CWA-00557-17	Datum	26.01.2017
Probe Nr.	17-008933-02				
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	TS	<0,01		
Benzo(a)pyren	mg/kg	TS	<0,01		
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	TS	<0,01		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	TS	<0,01		
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	TS	<0,01		
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	TS	-/-		

Im Eluat**Physikalische Untersuchung**

Probe Nr.	17-008933-02				
Bezeichnung	MP Löß, Lößlehm, Schwemmlöß				
pH-Wert		W/E	8,0		
Leitfähigkeit [25°C], elektrische	µS/cm	W/E	68,1		
Gesamtgehalt gelöster Feststoffe	mg/l	W/E	162		

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

Probe Nr.	17-008933-02				
Bezeichnung	MP Löß, Lößlehm, Schwemmlöß				
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	1,9		
Cyanid (CN), ges.	mg/l	W/E	<0,005		
Cyanid (CN), i. freis.	mg/l	W/E	<0,005		
Fluorid (F)	mg/l	W/E	<0,2		
Sulfat (SO ₄)	mg/l	W/E	9,6		

Summenparameter

Probe Nr.	17-008933-02				
Bezeichnung	MP Löß, Lößlehm, Schwemmlöß				
DOC	mg/l	W/E	2,6		
Phenol-Index nach Destillation	µg/l	W/E	<10		

Elemente

Probe Nr.	17-008933-02				
Bezeichnung	MP Löß, Lößlehm, Schwemmlöß				
Antimon (Sb)	µg/l	W/E	<5		
Arsen (As)	µg/l	W/E	<5		
Barium (Ba)	µg/l	W/E	14		
Blei (Pb)	µg/l	W/E	<5		
Cadmium (Cd)	µg/l	W/E	<0,5		
Chrom (Cr)	µg/l	W/E	<5		
Kupfer (Cu)	µg/l	W/E	<5		
Molybdän (Mo)	µg/l	W/E	<5		
Nickel (Ni)	µg/l	W/E	<5		
Quecksilber (Hg)	µg/l	W/E	<0,2		

Prüfbericht Nr.	CWA17-001740-1	Auftrag Nr.	CWA-00557-17	Datum	26.01.2017
Probe Nr.	17-008933-02				
Selen (Se)	µg/l	W/E	<5		
Zink (Zn)	µg/l	W/E	<10		

Prüfbericht Nr. **CWA17-001740-1** Auftrag Nr. **CWA-00557-17** Datum **26.01.2017**

Abkürzungen und Methoden

Trockenrückstand/Wassergehalt in Abfällen
 Probenvorbereitung DepV
 Glühverlust von Abfall
 Königswasser-Extrakt vom Feststoff (Abfälle)
 Metalle/Elemente in Feststoff
 Extrahierbare organische Halogenverbindungen (EOX)
 LHKW (leichtfl. halogen. Kohlenwasserst.)
 Leichtflüchtige aromatische KW (BTEX)
 Cyanide gesamt und leichtfreisetzbar im Boden (CFA)
 Kohlenwasserstoffe in Abfall (GC)
 Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC) in Abfall
 Extrahierbare lipophile Stoffe
 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
 Polychlorierte Biphenyle (PCB)
 Auslaugung, Schüttelverfahren W/F-10 l/kg
 pH-Wert in Wasser/Eluat
 Leitfähigkeit, elektrisch
 Gesamtgehalt gelöster Feststoffe
 Metalle/Elemente in Wasser/Eluat
 Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)
 Gelöste Anionen in Wasser/Eluat
 Gelöste Anionen, Sulfat in Wasser/Eluat
 Gelöste Anionen, Chlorid in Wasser/Eluat
 Phenol-Index in Wasser/Eluat
 Cyanide in Wasser/Eluat

DIN EN 14346^A
 DIN 19747^A
 DIN EN 15169^A
 DIN EN 13657^A
 DIN EN ISO 17294-2^A
 DIN 38414 S17^A
 DIN EN ISO 10301 mod.^A
 DIN 38407-9 mod.^A
 DIN ISO 17380^A
 DIN EN 14039^A
 DIN EN 13137^A
 LAGA KW/04^A
 DIN ISO 18287^A
 DIN EN 15308^A
 DIN EN 12457-4^A
 DIN 38404-5^A
 DIN EN 27888^A
 DIN EN 15216^A
 DIN EN ISO 17294-2^A
 DIN EN 1484^A
 DIN EN ISO 10304-1^A
 DIN EN ISO 10304-1^A
 DIN EN ISO 10304-1^A
 DIN EN ISO 14402^A
 DIN EN ISO 14403^A

ausführender Standort

Umweltanalytik Walldorf
 Umweltanalytik Walldorf
 Umweltanalytik Walldorf
 Umweltanalytik Walldorf
 Umweltanalytik Walldorf
 Umweltanalytik Rhein-Main
 Umweltanalytik Rhein-Main
 Umweltanalytik Rhein-Main
 Umweltanalytik Walldorf
 Umweltanalytik Walldorf
 Umweltanalytik Walldorf
 Umweltanalytik Rhein-Main
 Umweltanalytik Walldorf
 Umweltanalytik Walldorf
 Umweltanalytik Walldorf
 Umweltanalytik Walldorf
 Umweltanalytik Rhein-Main
 Umweltanalytik Walldorf
 Umweltanalytik Walldorf
 Umweltanalytik Walldorf
 Umweltanalytik Walldorf
 Umweltanalytik Walldorf
 Umweltanalytik Oppin
 Umweltanalytik Oppin

OS Originalsubstanz
 TS Trockensubstanz
 W/E Wasser/Eluat



Charlotte Bethge
 Master of Science Geowissenschaften
 Sachverständige Umwelt und Wasser

WESSLING GmbH, Impexstraße 5, 69190 Walldorf

TÖNIGES GmbH
Ingenieurgeologisches Büro
Herr Matthias Leibing
Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim

Geschäftsfeld: Umwelt

Ansprechpartner: C. Bethge
Durchwahl: +49 6227 8 209 20
Fax: +49 6227 8 209 15
E-Mail: Charlotte.Bethge@wessling.de

Prüfbericht

Projekt: E16580, Sinsheim-Steinsfurt, NBG "Zwischen den Hölzern"

Prüfbericht Nr.	CWA17-001782-1	Auftrag Nr.	CWA-00557-17	Datum	26.01.2017
Probe Nr.	17-008927-01				
Eingangsdatum	19.01.2017				
Bezeichnung	Asphalt RKS 1				
Probenart	Feststoff allgemein				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probenehmer	Matthias Leibing				
Probenmenge	0,7 kg				
Probengefäß	PE Dose				
Anzahl Gefäße	1				
Untersuchungsbeginn	19.01.2017				
Untersuchungsende	26.01.2017				

Probenvorbereitung

Probe Nr.	17-008927-01		
Bezeichnung	Asphalt RKS 1		
Feuchtegehalt	%	OS	0,66

Physikalische Untersuchung

Probe Nr.	17-008927-01		
Bezeichnung	Asphalt RKS 1		
Trockensubstanz	Gew%	OS	99,3

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.	17-008927-01		
Bezeichnung	Asphalt RKS 1		
Naphthalin	mg/kg	TS	0,05
Acenaphthylen	mg/kg	TS	<0,02
Acenaphthen	mg/kg	TS	0,02

Prüfbericht Nr.	CWA17-001782-1	Auftrag Nr.	CWA-00557-17	Datum	26.01.2017
Probe Nr.	17-008927-01				
Fluoren	mg/kg	TS	0,03		
Phenanthren	mg/kg	TS	0,18		
Anthracen	mg/kg	TS	0,09		
Fluoranthren	mg/kg	TS	0,33		
Pyren	mg/kg	TS	0,32		
Benzo(a)anthracen	mg/kg	TS	0,21		
Chrysen	mg/kg	TS	0,28		
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	TS	0,41		
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	TS	0,22		
Benzo(a)pyren	mg/kg	TS	0,69		
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	TS	0,10		
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	TS	0,66		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	TS	0,43		
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	TS	4,05		

Im Eluat**Physikalische Untersuchung**

Probe Nr.	17-008927-01				
Bezeichnung	Asphalt RKS 1				
pH-Wert		W/E	9,4		
Leitfähigkeit [25°C], elektrische	µS/cm	W/E	40,4		

Summenparameter

Probe Nr.	17-008927-01				
Bezeichnung	Asphalt RKS 1				
Phenol-Index nach Destillation	µg/l	W/E	<10		

Prüfbericht Nr. **CWA17-001782-1** Auftrag Nr. **CWA-00557-17** Datum **26.01.2017**

Probe Nr.	17-008927-02
Eingangsdatum	19.01.2017
Bezeichnung	Asphalt RKS 9
Probenart	Feststoff allgemein
Probenahme durch	Auftraggeber
Probenehmer	Matthias Leibing
Probenmenge	2,7 kg
Probengefäß	Eimer
Anzahl Gefäße	1
Untersuchungsbeginn	19.01.2017
Untersuchungsende	26.01.2017

Probenvorbereitung

Probe Nr.	17-008927-02
Bezeichnung	Asphalt RKS 9
Feuchtegehalt	% OS 3,93

Physikalische Untersuchung

Probe Nr.	17-008927-02
Bezeichnung	Asphalt RKS 9
Trockensubstanz	Gew% OS 96,2

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.	17-008927-02
Bezeichnung	Asphalt RKS 9
Naphthalin	mg/kg TS 0,03
Acenaphthylen	mg/kg TS <0,02
Acenaphthen	mg/kg TS 0,03
Fluoren	mg/kg TS 0,03
Phenanthren	mg/kg TS 0,06
Anthracen	mg/kg TS 0,03
Fluoranthren	mg/kg TS 0,17
Pyren	mg/kg TS 0,11
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS 0,15
Chrysen	mg/kg TS 0,15
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS 0,23
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS <0,02
Benzo(a)pyren	mg/kg TS 0,21
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS <0,02
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS 0,48

Prüfbericht Nr.	CWA17-001782-1	Auftrag Nr.	CWA-00557-17	Datum	26.01.2017
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

Probe Nr.	17-008927-02			
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	TS	0,24	
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	TS	1,91	

Im Eluat**Physikalische Untersuchung**

Probe Nr.	17-008927-02			
Bezeichnung	Asphalt RKS 9			
pH-Wert		W/E	9,6	
Leitfähigkeit [25°C], elektrische	µS/cm	W/E	89,6	

Summenparameter

Probe Nr.	17-008927-02			
Bezeichnung	Asphalt RKS 9			
Phenol-Index nach Destillation	µg/l	W/E	<10	

Prüfbericht Nr.	CWA17-001782-1	Auftrag Nr.	CWA-00557-17	Datum	26.01.2017
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

Abkürzungen und Methoden

Trockenrückstand / Wassergehalt im Feststoff
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
Auslaugung, Schüttelverfahren W/F-10 l/kg
Leitfähigkeit, elektrisch
pH-Wert in Wasser/Eluat
Phenol-Index in Wasser/Eluat

DIN ISO 11465^A
DIN 38414 S23^A
DIN EN 12457-4^A
DIN EN 27888^A
DIN 38404-5^A
DIN EN ISO 14402^A

OS
TS
WE

Originalsubstanz
Trockensubstanz
Wasser/Eluat

ausführender Standort

Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Rhein-Main
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Oppin



Charlotte Bethge
Master of Science Geowissenschaften
Sachverständige Umwelt und Wasser