Geotechnik Aalen
Niederlassung Stuttgart
Dipl.- Geol. W. Höffner – Beratender Ingenieur

Ingenieurgeologie
Hydrogeologie
Umweltgeologie
Erd- & Grundbau
Geoinformationssysteme

Talstraße 41
70188 Stuttgart
fon: 07 11 / 28 45 618
fax: 07 11 / 28 45 688
nl.stuttgart@geotechnik-aalen.de
www.geotechnik-aalen.de

GEOTECHNISCHES GUTACHTEN

Titel: Baugebiet „Seewiesen – Erweiterung“ in Steinheim - Höpfigheim

Auftraggeber: Stadtbauamt Steinheim
Marktstraße 29
71711 Steinheim a. d. Murr

Datum: 30. Mai 2018 Az.: 18 151S be01 hö/lo

Verteiler: Stadtbauamt Steinheim
<b.ciocchetti@stadt-steinheim.de> 2-fach+pdf

Geoteck Ingenieure GmbH
<j.holder@geoteck.de> 1-fach+pdf

Die Veröffentlichung dieses Gutachtens ist ohne unsere schriftliche Zustimmung weder ganz noch auszugsweise zulässig.

INHALT

		Seite
1.	**VORGANG**	**4**
2.	**LAGE UND GEOLOGISCHE SITUATION**	**4**
3.	**DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN**	**5**
4.	**UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE**	**5**
4.1.	Schichtaufbau des Untergrundes	5
4.2.	Grundwasserverhältnisse	7
4.3.	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	7
4.4.	Umweltchemische Laboruntersuchungen	8
4.5.	Lage in Erdbebenzone	8
4.6.	Erdstatische Kennwerte	9
4.7.	Homogenbereiche nach DIN 18 300, DIN 18301 und DIN 18304	9
5.	**FOLGERUNGEN FÜR DIE ERSCHLIEßUNGSMAßNAHME**	**11**
5.1.	Geotechnisches Modell	11
5.2.	Hinweise zu den Kanalbaumaßnahmen	11
5.2.1.	Herstellung des Rohrgrabens	11
5.2.2.	Rohrauflager	12
5.2.3.	Verfüllung der Rohrgräben	13
5.3.	Wasserhaltung	14
5.4.	Hinweise zum Straßenbau	14
5.5.	Hinweise zur Bebauung	16
5.6.	Versickerung von Oberflächenwasser	17
6.	**BEWEISSICHERUNG**	**17**
7.	**WASSERRECHTLICHE GESICHTSPUNKTE**	**18**
8.	**KAMPFMITTEL**	**18**
9.	**SCHLUSSBEMERKUNGEN**	**19**

Anlagen

Anlage 1	Pläne
Anlage 1.1	Übersichtslageplan
Anlage 1.2	Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1:500
Anlage 2	Ergebnisse der örtlichen Erkundung
Anlage 2.1 – 2.4	Profile der Bohrsondierungen und schweren Rammsondierung
Anlage 3	Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen
Anlage 3.1	Natürlicher Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1
Anlage 3.2	Atterberg'sche Konsistenzgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
Anlage 3.3	Chemische Analysen nach VwV Boden (Prüfbericht 1805159)

1. VORGANG

Die Stadt Steinheim a. d. Murr plant über die Geoteck Ingenieure GmbH, Kirchheim u. Teck die „Seewiesen-Erweiterung“ im Ortsteil Höpfigheim.

Die Geotechnik Aalen wurde auf Grundlage des Honorarangebots vom 26.03.2018 (Az. 18151S an01) beauftragt ein geotechnisches Erschließungsgutachten auszuarbeiten. Dazu wurden folgende Unterlagen digital zur Verfügung gestellt:

/1/ Bebauungsplan „Seewiesen-Erweiterung“, M 1:2.000, Stadt Steinheim/Murr, Stand 19.09.2017

/2/ Städtebaulicher Entwurf, M 1:500, Roosplan Backnang, Stand 14.11.2017

2. LAGE UND GEOLOGISCHE SITUATION

Das Baugebiet „Seewiesen-Erweiterung“ befindet sich am westlichen Ortsausgang von Höpfigheim in der Verlängerung der Mühlbachstraße. Im Westen wird es durch das Gelände des Regenwasserüberlaufbeckens, im Norden von der Hauptstraße und im Süden vom Mühlbach begrenzt (vgl. Anlage 1.1 und 1.2).

Laut geologischer Karte von Baden-Württemberg[1] und des Online-Kartendienstes des Landesamts für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) besteht der geologisch feste Untergrund aus den Schichten der Grabfeld-Formation (kmGr, Gipskeuper). Dabei handelt es sich um rotbraune, violette, grüne und graue Tonsteine, die Gipssteine und Dolomitsteinlagen enthalten. Der Gipskeuper liegt oberflächennah in ausgelaugtem Zustand und stark verwittert vor. In der Talaue wurden auf dem Gipskeuper quartäre Auelehme (Schluff-Ton-Gemische, z.T. anmoorig) abgelagert, wohingegen in Richtung Talflanken Fließerden aus Lösslehm (Schluff-Ton-Sand-Gemische) anstehen.

Aus hydrogeologischer Sicht ist der unverwitterte Gipskeuper als Grundwassergeringleiter zu betrachten. Im verwitterten Zustand sind Wasserführungen entlang von Klüften und Verkarstungen möglich. Die Auelehme und Fließerden gelten aufgrund der geringen bis fehlenden Porendurchlässigkeit als Wasserstauer, wobei geringe Ergiebigkeiten mit zunehmenden Sand-und Kiesanteilen auftreten können.

[1] Geologische Karte von Baden-Württemberg, M 1:25.000, Blatt 7021 Marbach am Neckar, geologisches Landesamt Baden-Württemberg.

3. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Die Untergrundverhältnisse wurden am 17.05.2018 mit insgesamt vier Bohrungen (BS) bis ca. 8,5 m u. Gel. sowie einer schweren Rammsondierungen (DPH) bis ca. 11,8 m u. Gel. erkundet. Die Ansatzpunkte wurden in Abhängigkeit der Geländeverhältnisse, Betretungserlaubnisse und dem Planungsstand festgelegt, deren Lage kann dem Lageplan aus Anlage 1.2 entnommen werden.

Die Bohrungen wurden ingenieurgeologisch aufgenommen und beprobt. An ausgewählten Bodenproben wurden bodenmechanische Laborversuche (natürlicher Wassergehalt, Konsistenzgrenzen) durchgeführt. Eine Probe aus dem Auelehm wurde an das akkreditierte, chemische Labor der Analytik-Team GmbH, Fellbach gegeben, um die Wiederverwertungsmöglichkeiten nach VwV Boden abschätzen zu können.

4. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1. Schichtaufbau des Untergrundes

Der Schichtaufbau, der in den Bohrungen angetroffen wurde, ist vergleichbar und wird im folgenden Abschnitt beschrieben. Die Schichtprofile sind in der Anlage 2 abgebildet.

- **Oberboden** (Schichtstärke bis ca. 30 cm): In den Bohrungen wurde an oberster Stelle der Oberbodenhorizont aufgeschlossen. Dabei handelt es sich um ein Schluff-Ton-Gemisch mit Grasnarbe.
- **Auffüllung** (Schichtstärke bis ca. 70 cm): In der Bohrung BS 2 wurde unterhalb der Oberbodenschicht eine braune, feinsandige Schluff-Ton-Auffüllung mit halbfester Konsistenz erbohrt. Bei dem Material handelt es sich um Erdmaterial, das aufgrund einzelner Ziegelstücke als Auffüllung beschrieben wird.
- **Auelehm** (Schichtstärke bis ca. 7 m): In allen Bohrungen setzt sich unterhalb des Oberbodens bzw. der Auffüllung Auelehm fort. Die Zusammensetzung des Auelehms ist abhängig von der Tiefe und dem Einfluss des Grundwassers. Im oberen Bereich, der nicht dauerhaft im Grundwasserbereich liegt, ist der Auelehm als braunes Schluff-Ton-Gemisch mit Feinsandanteilen charakterisiert. Im Bereich des Grundwassers ist der Auelehm braun bis dunkelgrau gefärbt, besteht weiterhin aus feinsandigem Schluff-Ton, jedoch sind auch organische Anteile und Pflanzenreste enthalten. Im unteren Bereich wurde Grundwasser angetroffen und eingemessen. Die im Feld bestimmte Konsistenz ist im oberflächennahen Bereich steif bis halbfest und wird mit der Tiefe zunehmend weicher bis breiig.

- **Verwitterter Gipskeuper** (Schichtstärke bis >4,5 m): Als unterstes erbohrtes Schichtglied wurde verwitterter Gipskeuper aufgeschlossen, der als schluffiger, feinkiesiger und feinsandiger Ton beschrieben werden kann. Die Kiesfraktion wird durch Mergelsteinstücke aufgebaut. Die Färbung ist gipskeupertypisch rotbraun, violett und grünlichgrau. Die in situ bestimmte Konsistenz ist steif bis halbfest und die Bohrungen kamen im Gipskeuper zum Stehen.

Tabelle 1: Schichtverzeichnis mit Angaben der Untergrenzen der einzelnen Schichten. Die Werte beziehen sich auf m unter Geländeoberkante (GOK) bzw. in der Klammer auf die Höhe in m NN.

Schichtglied	**Aufschluss** (Höhe m NN)			
	BS 1 (207,04)	**BS 2** (208,94)	**BS 3** (206,34)	**BS 4** (205,34)
Oberboden	0,3 (206,74)	0,15 (208,64)	0,3 (206,04)	0,3 (205,04)
Auffüllung	-	1,0 (207,94)	-	-
Auelehm	7,0 (200,04)	4,1 (204,84)	6,6 (199,74)	7,2 (198,14)
verw. Gipskeuper	7,5 (199,54) **E.T.**	8,5 (200,44) **E.T.**	7,1 (199,24) **E.T.**	8,5 (196,84) **E.T.**
Grundwasser	3,1 (203,94)	-	2,55 (203,79)	1,35 (203,99)

Ergebnisse der schweren Rammsondierung (DPH):

Die Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476-2[2] mit der schweren Rammsonde (DPH) gibt Aufschluss auf die Lagerungsdichte bzw. die Konsistenz des Untergrundes, indem die Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe (N_{10}) aufgezeichnet werden. Die Ergebnisse der schweren Rammsondierung (DPH 1) werden nachfolgend ausgewertet:

- **DPH 1 (bei BS 1):** Im oberen Bereich, d.h. bis ca. 1,5 m u. Gel., nehmen die Schlagzahlen von ca. N_{10} ~ 7 bis N_{10} ~ 1 ab. Für den Oberboden bzw. den oberflächennahen Auelehm können Konsistenzen von steif bis weich abgeleitet werden. Bis ca. 3,5 m u. Gel. werden Schlagzahlen von N_{10} ~ 1 erreicht, was für weiche Konsistenz steht. Darunter ist ein fast

[2] DIN EN ISO 22476-2 – Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Felduntersuchungen Teil 2: Rammsondierungen, Fassung 2005.

kontinuierlicher Anstieg der Schlagzahlen bis in den Tiefenbereich bei ca. 9,0 m u. Gel. zu verzeichnen (N_{10} ~ 1 bis 23), was für zunehmende Bodenfestigkeit, d.h. weiche bis feste Konsistenz steht. Im weiteren Verlauf sind nur geringe Zunahmen der Schlagzahlen festzustellen (N_{10} ~ 23 – 35), die jedoch typisch für verwitterten, festen und mürben Gipskeuper sind. Ab ca. 11,8 m u. Gel. wurde nicht mehr weitergerammt.

4.2. Grundwasserverhältnisse

Mit Ausnahme der Bohrung BS 2 wurde Grundwasser innerhalb der dunkelgrauen, organischen Auelehmschichten angetroffen (vgl. Tabelle 2). Der Grundwasserspiegel liegt schwach gespannt vor und wurde nach Abschluss der Bohrarbeiten bei ca. 203,8 – 204,0 mNN eingemessen.

Im Allgemeinen sind die bindigen Auelehme aber als gering wasserdurchlässig bis wasserstauend einzustufen. Durch den Feinsandanteil wird die Wasserdurchlässigkeit stellenweise begünstigt. Es können Durchlässigkeitsbeiwerte k_f <1*10^{-8} m/s abgeschätzt werden.

4.3. Bodenmechanische Laboruntersuchungen

An ausgewählten Bodenproben wurden bodenmechanische Laborversuche durchgeführt, um die Bodeneigenschaften sowie die charakteristischen Kennwerte festlegen zu können.

Natürlicher Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1[3]:

Die natürlichen Wassergehalte sind in der Anlage 3.1 zusammengefasst und ergeben folgendes Bild:

- Auelehm (oberflächennah, ausgetrocknet): w_n ~ 12,8 – 24,3 %
- Auelehm (braun): w_n ~ 22,3 – 28,8 %
- Auelehm (braun – dunkelgrau, GW-Bereich): w_n ~ 25,6 – 35,5 %
- Verw. Gipskeuper: w_n ~ 18,9 – 24,8 %

Insgesamt können die Wassergehalte mit den im Feld bestimmten Konsistenzen verglichen werden.

Konsistenzgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12[4]:

An Bodenproben aus dem Auelehm wurden die atterberg'schen Zustandsgrenzen (Fließ- und Ausrollgrenze) ermittelt (s. Anlage 3.2). Nach der DIN 18196[5] kann der Auelehm der

[3] DIN EN ISO 17892-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 1: Bestimmung der Wassergehalts, Ausgabe 03/2015.
[4] DIN EN ISO 17892-12: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 12: Bestimmung der Zustandsgrenzen, Ausgabe 02/2017.

Bodengruppe **TM** zugeordnet werden, d.h. mittelplastischer Ton mit breiiger bis weicher Konsistenz (I_c = 0,34 – 0,74 %). Die labortechnisch bestimmten Konsistenzen können annähernd mit den Feldbeobachtungen verglichen werden.

4.4. Umweltchemische Laboruntersuchungen

Der Auelehm wurde stichprobenartig hinsichtlich seiner Wiederverwertungsmöglichkeiten nach den Parametern der VwV-Boden (Z-Klassifikation) im akkreditierten Labor der Analytik-Team GmbH untersucht. Die Analysenauszüge und eine Auswertung vor dem Hintergrund der Zuordnungswerte der VwV Boden können der Anlage 3.3 entnommen werden. Aufgrund der Bodenzusammensetzung werden die Zuordnungswerte für Z0 Lehm/Schluff herangezogen. Demnach ist der Auelehm der Qualitätsstufe **Z0** nach VwV Boden zuzuordnen.

Da es sich bei dem Auelehm um einen natürlichen Boden handelt, der keine anthropogenen Auffälligkeiten zeigt, ist eine Wiederverwertung des Auelehms an Ort und Stelle aus gutachterlicher Sicht uneingeschränkt und ohne zusätzliche Analysen möglich. Generell ist Bodenaushub nach Zusammensetzung und organoleptischer Auffälligkeiten zu trennen. Bei Wiederverwertung auf anderen Baustellen oder bei Entsorgung auf Deponien sind Haufwerksbeprobungen nach LAGA PN98 durchzuführen und auf die entsprechenden Parameterumfänge (Z-Klassen, d.h. VwV Boden bei Wiederverwertung; DK-Klassen, d.h. Deponieverordnung bei Entsorgung) zu untersuchen. Es ist darauf zu achten, dass aufgrund der organischen Anteile im Auelehm (insbesondere im dunkelgrau gefärbten Auelehm im GW-Bereich) erhöhte Entsorgungskosten entstehen können.

4.5. Lage in Erdbebenzone

Nach DIN EN 1998:2010-12[6] (EC 8, Abs. 3.2.1) „*müssen die nationalen Territorien von den nationalen Behörden je nach örtlicher seismischer Gefährdung in Erdbebenzonen unterteilt werden*“. Laut der Karte der Erdbebenzonen des Innenministeriums Baden-Württemberg[7] liegt Höpfigheim in der Erdbebenzone 0 sowie in der Untergrundklasse R, d.h. dem zugrunde gelegten Gefährdungsniveau werden rechnerisch Intensitäten zwischen 6 bis <6,5 zugeordnet. Zum Bemessungswert der Bodenbeschleunigung a_g wird keine Angabe gemacht wird. Die Baugrund- und Untergrundverhältnisse können dem Kombinationstyp C-R / B-R zugeordnet werden.

---

[5] DIN 18196 – Erd- und Grundbau: Bodenklassifikationen für bautechnische Zwecke, Ausgabe 1988/2005.
[6] DIN EN 1998:2010-12: Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten, Ausgabe 12/2010.
[7] Karte der Erbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden–Württemberg, M 1:350.000, Innenministerium Baden-Württemberg, Auflage 2005

4.6. Erdstatische Kennwerte

Basierend auf den bodenmechanischen Laborergebnissen und den geologischen Felduntersuchungen, können unter Berücksichtigung der DIN 1055[8] für die baurelevanten angetroffenen Böden folgende charakteristische erdstatische Kennwerte angegeben werden.

Tabelle 2: Charakteristische erdstatische Kennwerte.

Schichtbereich	Wichte [kN/m³]		Reibungswinkel [°]	Kohäsion [kN/m²]		Steifemodul [MN/m²]
	γ	γ'	Φ'_k	c'_k	$c_{u,k}$	$E_{s,k}$
Auelehm (TM, breiig - weich)	18,5	8,5	17,5	0 - 5	0 - 15	1 - 2
Verw. Gipskeuper (rammbar)	19	9	25 - 32,5	10 - 15	50 - 100	8 – 12
Gipskeuper** (felsartig, nicht rammbar)	22	12	32,5	15	-	30 - 50

** nicht aufgeschlossen

Tabelle 3: Für verdichtet eingebautes Fremdmaterial können folgende Ansätze für bodenmechanische Kennwerte angesetzt werden.

Schichtbereich	Wichte [kN/m³]	Reibungswinkel [°]
	γ	Φ'_k
Fremdmaterial (Schotter-Splitt-Gemische und RC-Material)	21	35
Fremdmaterial (Kies, Sand, Kies-Sand-Gemisch sowie Siebschutt)	20	32,5

4.7. Homogenbereiche nach DIN 18 300, DIN 18301 und DIN 18304

Die Einteilung von Boden und Fels in Homogenbereiche erfolgt nach dem Zustand der anstehenden Schichten vor dem Lösen. Als Homogenbereich wird „ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für einsetzbare

[8] DIN 1055-2 – Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2: Bodenkenngrößen, Ausgabe 11/2010.

Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist“[9], bezeichnet. Die jeweiligen Gewerke werden wie folgt eingeteilt:

- DIN 18300 Erdarbeiten Kennbuchstabe E
- DIN 18301 Bohrarbeiten Kennbuchstabe B
- DIN 18304 für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten Kennbuchstabe R

Für die Homogenbereiche ergibt sich folgendes:

- Homogenbereich O: Oberboden
- Homogenbereich EBR I: Auelehm
- Homogenbereich EBR II: Verw. Gipskeuper (rammbar)

Der Oberboden wird einem eigenständigen Homogenbereich zugeteilt, da aus Bodenschutzgründen der Oberboden zwingend wiederzuverwerten ist und in einem ersten Arbeitsschritt fachgerecht abzuschieben ist.

Im Hinblick auf die Homogenbereiche werden in der nachfolgenden Tabelle die Eigenschaften der angetroffenen Böden dargestellt. Wenn keine Laborversuche zur Verfügung stehen, beruhen die Angaben auf Erfahrungswerten und den Feldbeobachtungen.

Tabelle 4: Homogenbereiche nach DIN 18300 Erdarbeiten, DIN 18301 Bohrarbeiten und DIN 18304 Rammarbeiten.

	EBR I	**EBR II**
	Auelehm	**verw. Gipskeuper**
Korngrößenverteilung (Feinkornanteil)	>40 Gew.-%	>40 Gew.-%
Massenanteil Steine, Blöcke	(nicht erkundet)	(nicht erkundet)
Dichte	1,6 – 2,0 t/m³	1,9 – 2,2 t/m³
Kohäsion	5 – 5 kN/m²	10 - 15 kN/m²
Undränierte Scherfestigkeit (c_u)	0 - 15 kN/m²	50 – 100 kN/m²-
Sensitivität	-	-
Natürlicher Wassergehalt (w_n)	~12,8 – 35,5 %	~18,9 – 24,8 %
Plastizität	mittelplastisch	leicht bis mittelplastisch
Plastizitätszahl (I_P)	17,8 – 26,4 %	-
Konsistenz	breiig – weich - steif	steif bis halbfest
Konsistenzzahl (I_C)	0,34 – 0,74	0,75 - 1,0
Durchlässigkeit	< $1x10^{-8}$ m/s	< $1x10^{-8}$
Bezogene Lagerungsdichte (I_D)	-	-
Organischer Anteil	<5-10 %	<5%
Abrasivität	kaum abrasiv	abrasiv
Bodengruppe nach DIN 18 196	TM	TL, TM

[9] VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen Ergänzungsband 2015 zur VOB Gesamtausgabe 2012, Kapitel 2.3 Einteilung von Boden und Fels in Homogenbereiche.

5. FOLGERUNGEN FÜR DIE ERSCHLIEßUNGSMAßNAHME

5.1. Geotechnisches Modell

Der Schichtaufbau im geplanten Erschließungsgebiet ist als einheitlich zu betrachten. Die baurelevanten Schichten werden an oberster Stelle von Auelehm aufgebaut, der von verwittertem Gipskeuper unterlagert wird. Das Gelände fällt von Norden nach Süden hin ein, was sich darin äußert, dass der verwitterte Gipskeuper im nördlichen Bereich (vgl. BS 2) bei ca. 205 mNN ansteht und im südlichen Bereich (vgl. BS 4) bei ca. 198 mNN. Selbiges Bild zeichnet sich im gemessenen Grundwasserspiegel wieder, d.h. in den Bohrungen BS 1, BS 3 und BS 4 wurde der Grundwasserspiegel bei ca. 204 mNN eingemessen, während in BS 2 kein Grundwasser angetroffen wurde. Außerdem werden mit der Nähe zum Mühlbach die Auelehme organischer und liegen auch in breiiger bis weicher Konsistenz vor.

Nach dem städtebaulichen Entwurf /2/ sollen verschiedene Wohnhäuser gebaut werden. Die Mühlbachstraße wird in Richtung Westen verlängert und die im südlichen Teil des Erschließungsgebiets liegenden Gebäude sollen über eine Zufahrt mit Wendeplatte erreicht werden. Ob die im Baufeld befindlichen Versorgungsleitungen im Zuge der Erschließung erneuert werden ist uns nicht bekannt. Das Überbauen der bestehenden Leitungen ist planerisch und statisch zu prüfen.

5.2. Hinweise zu den Kanalbaumaßnahmen

5.2.1. Herstellung des Rohrgrabens

Die Gestaltung von Baugruben und Rohrgräben ist nach der DIN 4124[10] durchzuführen. Freie Böschungen können bis 5,0 m Böschungshöhe hergestellt werden, sofern die Böschungsstandsicherheit nicht durch Verkehr und/oder Erschütterungen beeinflusst wird und die Böschung nicht durchströmt wird. Folgende freie Böschungswinkel dürfen nicht überschritten werden:

- Weiche bindige Böden (Auelehm) $\beta \leq 45°$
- Mindestens steife bindige Böden (Auelehm, verw. Gipskeuper) $\beta \leq 60°$

Die Böschungskronen sind von jeglichen Lasten freizuhalten.

Folgende Mindestabstände zur Baugrubenböschung sind bei Baustellenverkehr einzuhalten:

- Gesamtgewicht < 12 t: 1,0 m
- Gesamtgewicht ≥ 12 t: 2,0 m

[10] DIN 4124 – Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten, Ausgabe 01/2012.

Breiige Böden, wie sie stellenweise in den Bohrungen angetroffen wurden, sind nicht standsicher und müssen verbaut werden. Es ist dabei zu beachten, dass es in den breiigen Böden auch zu Grundwasserzutritten kommt. Als Verbausysteme eignet sich daher ein Spundwandverbau. Die Rammbarkeit der Elemente ist bis Schlagzahlen $N_{10} \leq 30$ problemlos möglich (vgl. DPH 1). In Kanalgräben kann auch ein seitlich gestützer Verbau eingesetzt werden, der im Absenkverfahren, d.h. max. 50 cm vorauseilender Aushub, unmittelbar nach Aushub der Gräben kraftschlüssig eingesetzt werden muss, da seitliche Verformungen entstehen können, die das Einsetzen zu einem späteren Zeitpunkt erschweren. In Bereichen, in denen auch händisch gearbeitet wird, ist unabhängig der Grabentiefe immer ein Grabenverbaugerät einzustellen und nur in dessen Schutz zu arbeiten.

Da die Auelehme insgesamt gering wasserdurchlässig sind, kann den Gräben bzw. Baugruben zuströmendes Grundwasser über eine vorauseilende, offene Grundwasserhaltung (z.B. Pumpensumpf) abgeführt werden (vgl. Abschnitt 5.3).

5.2.2. Rohrauflager

Für die Einbettung von Rohren gelten die Vorschriften der DIN EN 1610[11].

Unter Berücksichtigung des Schichtaufbaus des Untergrundes empfehlen wir den Einbau des Rohrauflagers nach DIN EN 1610, Typ 1 (s. Abbildung 1). Punkt- und Linienlasten, die aufgrund unterschiedlicher Untergrundverhältnisse auftreten können, werden dabei vermieden. Die Dicke der unteren Bettungsschicht (a) sollte bei den vorliegenden Bodenverhältnissen mindestens 10 cm betragen. Die Dicke der oberen Bettungsschicht (b) muss den Anforderungen der statischen Berechnung entsprechen.

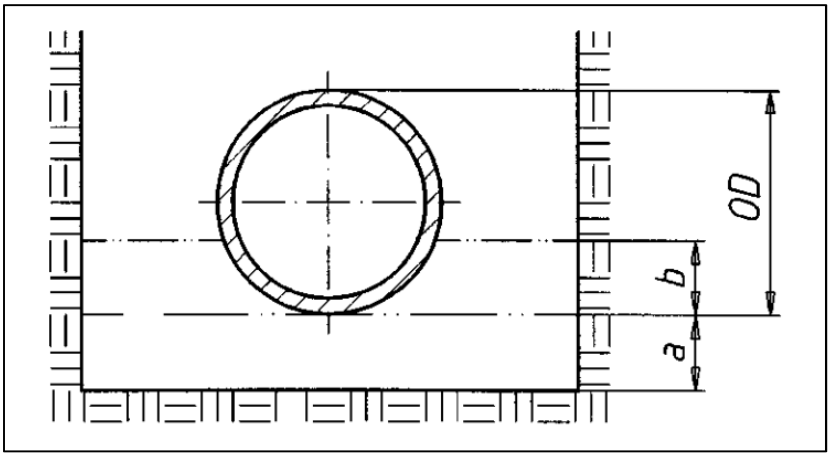


Abbildung 1: Bettung Typ 1, aus DIN EN 1610.

[11] DIN EN 1610 – Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen, Ausgabe 10/1997.

Für die Rohrbettung gelten die Materialanforderungen der DIN EN 1610, Abschnitt 5.3. Demnach sind die zu verwendenden Größtkorndurchmesser abhängig vom Rohrdurchmesser:

- DN ≤ 200 mm 22 mm Größtkorn
- DN ≥ 200 mm bis ≤600 mm 40 mm Größtkorn

Eine Auswahl der Baustoffe kann dem Anhang B der DIN EN 1610 entnommen werden. Die Mindestabdeckungen über den Rohrleitungen sind entsprechend der DIN EN 1610 einzuhalten. Außerdem sind die Angaben des Rohrherstellers zu beachten.

Die Leitungsgräben sind während der Bauzeit frei von Wasser zu halten (vgl. Abschnitt 5.3). Aufgeweichte oder entfestigte Bereiche sind mit erdfeuchtem Aushubmaterial oder der Bettungsschicht auszutauschen.

5.2.3. Verfüllung der Rohrgräben

Die Verfüllung von Rohrgräben richtet sich nach der späteren Nutzung der darüber liegenden Flächen, so kommt es im Bereich von Verkehrsflächen auf eine möglichst verformungsarme Verfüllung an.

Für die Rohrbettung und Rohrumhüllung sind die Vorgaben der DIN EN 1610 zu berücksichtigen. Die Hauptverfüllung des Leitungsgrabens (Verfüllzone) ist bis zur Unterkante des Straßenaufbaus (Tragschicht bzw. Erdplanum) mit einem gut verdichtbaren, abgestuftem Mineral- oder Bodengemisch unter lagenweiser Verdichtung herzustellen. Der Wiedereinbau ist mit geeigneten Verdichtungsgeräten vorzunehmen, wobei unverdichtete Schütthöhen von 30 cm nicht überschritten werden sollten. Dies gilt insbesondere für Kanalgräben, da hier nur kleine Verdichtungsgeräte eingesetzt werden können. Weiche oder nasse Materialien dürfen nicht eingebaut werden.

Als Material eignen sich alle grob- und gemischtkörnigen, verwitterungsbeständigen Mineralstoffgemische, die ausreichend weit gestuft sind (z. B. Bodengruppen nach DIN 18196: SW, SI, SU, GW, GI, GU) und deren Feinkornanteil (bindiger Anteile = Kornfraktion < 0,063 mm) unter 15 Gew.-% liegt. Insbesondere kommen hierzu Schotter-Splitt-Gemische nach ZTV T-StB 95[12] (so genanntes Schotter-Tragschicht-Material), Kies-Sand-Gemische und Siebschutt mit weniger als 15 % bindigen Anteilen in Frage. Es können auch Recycling-Baustoffe verwendet werden, wenn sie den Anforderungen nach TL Gestein-StB 04[13] entsprechen.

[12] ZTV T-StB 95 – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau, Ausgabe 1995, Fassung 2002, herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Straßenbau

[13] TL Gestein-StB 04 – Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau, Ausgabe 2004, Fassung 2007, aufgestellt von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

Unter ökologischer und wirtschaftlicher Betrachtung sollte grundsätzlich die fachgerechte Wiederverwertung von Aushubmaterial angestrebt werden, sofern dieses frei von rohrschädigenden Materialien und in einem verdichtungswilligen Zustand ist (halbfeste Konsistenz, ggfls. mit Bindemittel verbessert). Es ist hierbei zu berücksichtigen, dass bei gleichem Verdichtungsgrad, die Setzungen eines bindigen Bodens immer größer sind als bei einem grob- oder gemischtkörnigen Boden.

Beim Einbau der Materialien ist darauf zu achten, dass die erforderlichen Verdichtungsgrade (D_{Pr}), eingehalten werden, siehe ZTV A-StB 2012[14] und ZTV E-StB 09, Tab. 2. Demnach ist ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 98$ % in der Verfüllzone bis auf Höhe Erdplanum zu erreichen.

Für den Nachweis der fachgerechten Verdichtung sind entsprechende Verdichtungskontrollen (Fremd- und Eigenüberwachung) während der Bauzeit durchzuführen, siehe dazu ZTV E-StB 09.

5.3. Wasserhaltung

Abhängig der geplanten Grabentiefen wird Grundwasser angetroffen. Das Grundwasser wurde in den dunkelgrauen Auelehmen angetroffen und wurde nach Abschluss der Bohrarbeiten bis ca. 70 cm höher eingemessen. Es liegt somit ein schwach gespannter Grundwasserspiegel vor, dessen Druckgrundwasserspiegel bei ca. 204 mNN liegt. Bei den Erdarbeiten ist somit mit Grundwasserzutritten zu rechnen und eine bauzeitliche Grundwasserhaltung ist erforderlich. Aufgrund der Bodeneigenschaften ist davon auszugehen, dass die Wasserdurchlässigkeit sehr gering ist ($k_f < 10^{-8}$ m/s) und die, der Baugrube zufließenden, Wassermengen über eine offene Grundwasserhaltung abgepumpt werden können. Die Grundwasserhaltung kann bspw. über Pumpensümpfe, die dem Aushub vorauseilen sollten, betrieben werden.

Eine detaillierte Berechnung der anfallenden Wassermengen kann, sofern die Baugrubendimensionen vorliegen, nach *DAVIDENKOFF*[15] berechnet werden. Die der Baugrube zufließenden Wassermassen liegen erfahrungsgemäß in der Größenordnung <5l/s.

5.4. Hinweise zum Straßenbau

Die Verkehrsflächen können nach den Ausführungen der RStO 12[16] geplant und gebaut werden.

---

[14] ZTV A-StB 12 – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen an Verkehrsflächen, Ausgabe 2012.
[15] cit. in Walter Herth, Erich Arndts (1994): Theorie und Praxis der Grundwasserabsenkung, 4. Auflage.
[16] RStO 12 – Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012.

Der anstehende Untergrund ist nach der Karte der Frosteinwirkungszonen (RStO 12) der Frosteinwirkungszone I zuzuordnen. Die angetroffenen Schichten (Bodengruppe TM) können nach der ZTV E-StB 17[17] in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 eingestuft werden.

Die Dicke des frostsicheren Oberbaus richtet sich, neben der Frostempfindlichkeitsklasse, nach den zu erwartenden Verkehrsbelastungen und Mehr- oder Minderdicken, die von klimatischen Bedingungen und Untergrundverhältnissen abhängen.

Für die Verkehrsflächen empfehlen wir den Einbau einer kombinierten Frost- und Tragschicht (KFT), z.B. der Körnung 0/45 oder 0/56 mm.

Derzeit liegen noch keine Angaben zur Belastungsklasse vor. Es wird davon ausgegangen, dass im Zuge der Wohnbebauung entsprechend schweres Gerät auf den neu gestalteten Straßen verkehren muss. An folgendem Beispiel für eine angenommene Belastungsklasse BK 3,2 nach RStO 12 setzt sich die Dicke des frostsicheren Oberbaus wie folgt zusammen:

Örtliche Verhältnisse:	**BK 3,2**
Frostsicherer Aufbau nach Tabelle 6 (F3, BK 3,2)	0,60 m
wegen Frosteinwirkungszone I (vgl. Bild 6 RStO 12)	+0,00 m
kleinräumiges Klima (keine besonderen Einflüsse)	± 0,00 m
Grundwasserverhältnisse (kein GW bis 1,5 m u. Gel.)	± 0,00 m
Lage der Gradiente (geländegleich)	± 0,00 m
Fahrbahnentwässerung (Rinnen, Einläufe, Rohrleitungen)	- 0,05 m
frostsicherer Gesamtaufbau	**0,55 m**

Für Asphalt- oder Pflasterbauweisen kann die Dimensionierung der frostsicheren Gesamtaufbaus, d.h. Schichtstärke KFT und Asphalttrag und Asphaltdeckschicht, nach der RStO 12 Tafel 1, Zeile 1 bemessen werden. Im vorliegenden Beispiel wäre die Frostschutzschicht (KFT) mit 33 cm und die Asphalttrag und Asphaltdeckschicht mit 22 cm zu bemessen.
Unabhängig von der Bauweise müssen das Erdplanum sowie die Tragschicht eine ausreichende Tragfähigkeit aufweisen, die mit Hilfe von statischen Lastplattendruckversuchen nach DIN 18134 nachgewiesen werden kann. Eine Korrelation mit dynamischen Fallplatten oder Messwalzen ist für eine flächendeckende Kontrolle möglich.

- **OK Erdplanum:** $E_{V2} \geq 45$ MN/m² bei $E_{V2}/E_{V1} \leq 2{,}5$
- **OK KFT:** $E_{V2} \geq 120$ MN/m² bei $E_{V2}/E_{V1} \leq 2{,}3$

[17] ZTV E-StB 17 – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2017.

Die Baugrunderkundungen zeigen, dass der Auelehm auf dem Niveau des Erdplanums in weicher, steifer, aber auch halbfester Konsistenz vorliegt. Erfahrungsgemäß wird das geforderte Verformungsmodul für das Erdplanum ($E_{V2} \geq 45$ MN/m²) nicht erreicht. Außerdem ist davon auszugehen, dass bei ungünstigen Witterungsbedingungen der Auelehm aufweicht und für Baustellengeräte nicht mehr befahrbar ist. Zur Herstellung eines tragfähigen Erdplanums ergeben sich folgende Möglichkeiten:

- **Bodenverbesserung**: Als Bindemittel empfehlen wir ein staubreduziertes Zement-Weissfeinkalk-Gemisch, das in ca. 40 cm Frästiefe in den Boden eingearbeitet wird. Die Bindemittelmenge ist an den Boden bzw. die Witterung anzupassen, abschlägig kann mit ca. 20 kg/m² Ausstreumenge gerechnet werden.
- **Bodenaustausch**: Der Auelehm ist mit ca. 40 cm Schroppen oder Siebschutt auszutauschen. Damit das Austauschmaterial beim Verdichten nicht unnötig in den Untergrund eingedrückt wird, kann ein Geovlies zwischen gewachsenem Boden (Auelehm) und Austauschmaterial ausgelegt werden. Entsprechende Testfelder können während der Bauzeit hergestellt werden, um den tatsächlich notwendigen Aufbau zu klären.

5.5. Hinweise zur Bebauung

Die Gründung von Gebäuden kann nach DIN EN 1997-1[18] (EC7) mit Verweis auf DIN 1054[19] geplant und bemessen werden. Im Hinblick auf die Gründung der Gebäude muss der maximal zulässige Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ des Bodens bestimmt werden. Dieser hängt neben den Bodeneigenschaften auch von den Gebäudelasten und deren Anordnung sowie der Setzungsempfindlichkeit des betrachteten Gebäudes ab und ist im Einzelfall festzulegen. Als Gründungshorizont eignen sich mindestens steife Auelehme, wobei auf weichen und breiigen Böden nicht gegründet werden darf.

Die geplanten Bauwerke sind vor Durchfeuchtung zu schützen. Hierbei ist die DIN 18533[20] zu berücksichtigen und für die einzelnen Gebäude eine Wassereinwirkungsklasse festzulegen, die in Kombination mit einer Dränage nach DIN 4095 ausgeführt werden kann. Wegen der Grundwasserverhältnisse ist die Ausführung erdberührter Gebäudeteile auch mit einer auftriebssicheren WU-Stahlbetonkonstruktion (sog. „weißen Wanne“) denkbar.

---

[18] DIN EN 1997-1: Eurocode 7 – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1: Allgemeine Regeln, Ausgabe 03/2014.
[19] DIN 1054: Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1, Ausgabe 12/2010.
[20] DIN 18533: Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil : Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze, Ausgabe 07/2017.

Nach der Hochwassergefahrenkarte (http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de) sind der Bereich südlich der Mühlbachstraße bei Extremhochwasser HQ_{EXT} und Bereiche nahe am Mühlbach auch bei 10-järigem Hochwasser HQ_{10} als Überflutungsfläche ausgewiesen. Der Wasserspiegel im Hochwasserfall wird mit ca. 205 - 206 mNN angegeben.

5.6. Versickerung von Oberflächenwasser

Die Versickerung von Oberflächenwasser ist überwiegend von der Kornverteilung, der Korngröße und der Lagerungsdichte abhängig. Nach dem Arbeitsblatt DWA A 138[21] werden Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen $k_f < 1 \times 10^{-3}$ m/s und $k_f > 1 \times 10^{-6}$ m/s als günstig angesehen. Durch bessere Durchlässigkeit entfällt die Reinigungswirkung aufgrund des zu schnellen Einsickerns. Bei geringerer Durchlässigkeit tritt eine stauende Wirkung ein. Der Leitfaden „Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung[22]“ gibt für die sinnvolle Versickerung den Durchlässigkeitsbeiwert $k_f \sim 1 \times 10^{-5}$ m/s als Grenzwert zwischen „gut möglicher“ und „kaum möglicher“ Versickerung an.

Die oberflächennah anstehenden Auelehme haben erfahrungsgemäß einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f<1*10^{-8}$ m/s. Das bedeutet, dass Oberflächenwasser aufgrund der geringen Durchlässigkeit nur in geringsten Mengen versickert. Eine Versickerung in den verwitterten Gipskeuper, der zuoberst als Verwitterungston vorliegt, ist ebenso wenig möglich.

Falls das direkte Einleiten von Oberflächenwasser in das kommunale Netz nicht genehmigt wird, sind für die Versickerung von Oberflächenwasser ausreichende Retentionsräume zu gestalten, die mit rückstaufreien Notüberläufen auszustatten sind. Das Einleiten in das kommunale Netz ist auf jeden Fall mit der zuständigen Behörde abzustimmen.

6. BEWEISSICHERUNG

Im Zuge der Baumaßnahme, insbesondere bei Verdichtungsvorgängen im Straßenbereich, können an bestehenden Gebäuden Rissschäden entstehen. Damit die Bauherrschaft vor ungerechtfertigten Schadenersatzforderungen abgesichert ist, kann im Vorfeld eine Beweissicherung an Bestandsgebäuden durchgeführt werden.

[21] DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Ausgabe 0472005.
[22] Leitfaden Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung, Ministerium für Umwelt und Verkehr.

7. WASSERRECHTLICHE GESICHTSPUNKTE

Das Ableiten von Grundwasser über die bauzeitliche Grundwasserhaltung stellt im Sinne des Wassergesetzes von Baden-Württemberg eine Benutzung des Grundwassers dar und ist genehmigungspflichtig. Die Erlaubnis muss beim zuständigen Landratsamt in Form eines entsprechenden Antrags eingeholt werden. Darin sollten Pläne des Bauvorhabens, Angaben zum Baugrund, den Grundwasserverhältnisse sowie zur vorgesehenen Wasserhaltung (Grundwasserstand, Absenkziel, Dauer der Absenkung, Art der Wasserhaltung und der abzuleitenden Menge) enthalten sein.

Durch Leitungsbaumaßnahmen kann entlang der wasserdurchlässigen Leitungszone dauerhaft Grundwasser abgeführt werden. Um dies zu verhindern wird erfahrungsgemäß die Anordnung von Sperrriegeln (Lehm, Tonschlag) alle 50 m seitens der Behörde verlangt. Die Sperrriegel sollten durch die Grabenverfüllung bis zum höchsten Grundwasserniveau verlaufen und seitlich sowie in die Grabensohle ca. 30-50 cm einbinden.

8. KAMPFMITTEL

Im Hinblick auf die Baumaßnahme sollte für das betrachtete Gebiet Kampfmittelfreiheit vorliegen, da Kriegseinwirkungen, insbesondere Bombardierungen, während des zweiten Weltkrieges nicht ausgeschlossen werden können.

Die Auskunft über Kampfmittelfreiheit kann beim Kampfmittelräumdienst Baden-Württemberg eingeholt werden. Eine zeitnahe Bearbeitung ist bei privaten Unternehmen möglich (z.B. Luftbildauswertung R. Hinkelbein[23], Filderstadt).

[23] Regine Hinkelbein, Uhuweg 22, 70794 Filderstadt, info@luftbildauswertung.eu, Tel.: 0711/7799222

9. SCHLUSSBEMERKUNGEN

Die Untergrundverhältnisse im Erschließungsgebiet „Seewiesen-Erweiterung“ in Höpfigheim wurden mit insgesamt vier Bohrungen und einer Rammsondierung beschrieben und beurteilt. Abweichungen zwischen den Aufschlüssen vom hier beschriebenen Befund können nicht ausgeschlossen werden. Eine ständige und sorgfältige Kontrolle, der bei den Erd- und Gründungsarbeiten angetroffenen Verhältnisse und ein Vergleich zu den Ergebnissen und Folgerungen im Gutachten sind daher unerlässlich. In Zweifelsfällen ist der Gutachter zu verständigen.

Für die Beantwortung geotechnischer Fragen bei der weiteren Planung und Ausführung stehen wir gerne zur Verfügung.

Für die Geotechnik Aalen

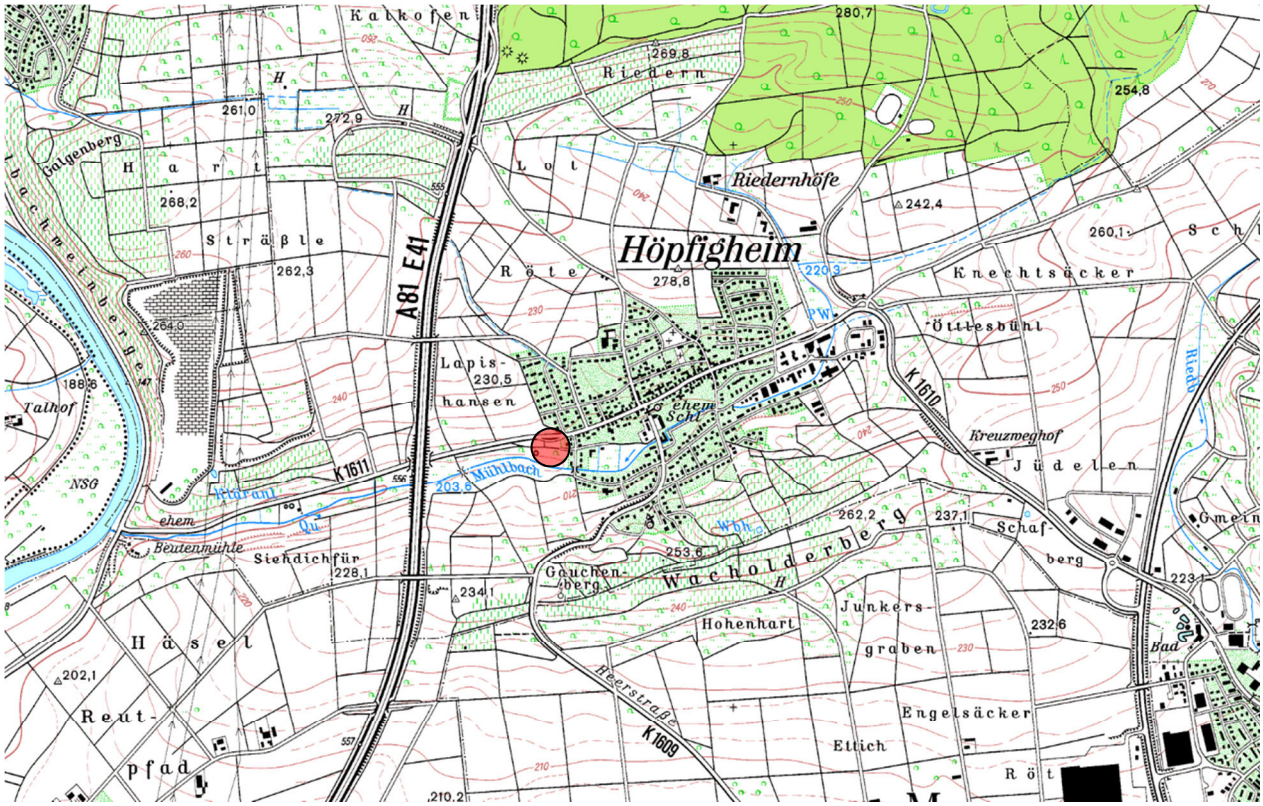
W. Höffner, Dipl.- Geol.

Sachbearbeiter:

M. Loose, M.Sc.

ÜBERSICHTSLAGEPLAN

Plangrundlage: TK 25



Legende:

Untersuchungsgebiet

	Baugebiet "Seewiesen - Erweiterung", Steinheim - Höpfigheim	Lageplan mit Untersuchungspunkten M 1: 500	GEOTECHNIK AALEN	18151S
				Anlage 1.2

roosplan
Stadt- und Landschaftsplanung

Königsberger Straße 4 • 71522 Backnang

18151Sbe01_anl1.2_180530.dgn 30.05.2018 09:29:34

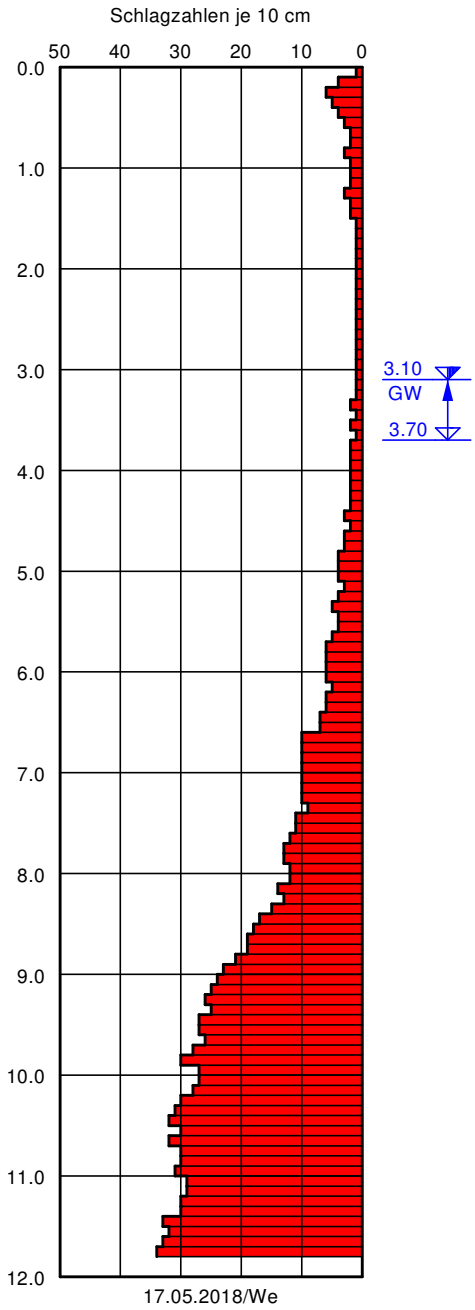
Geotechnik Aalen
Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen
Tel.: 07361/9406-0 Fax: 07361/9406-10

Bericht: 18151S

Anlage: 2.1

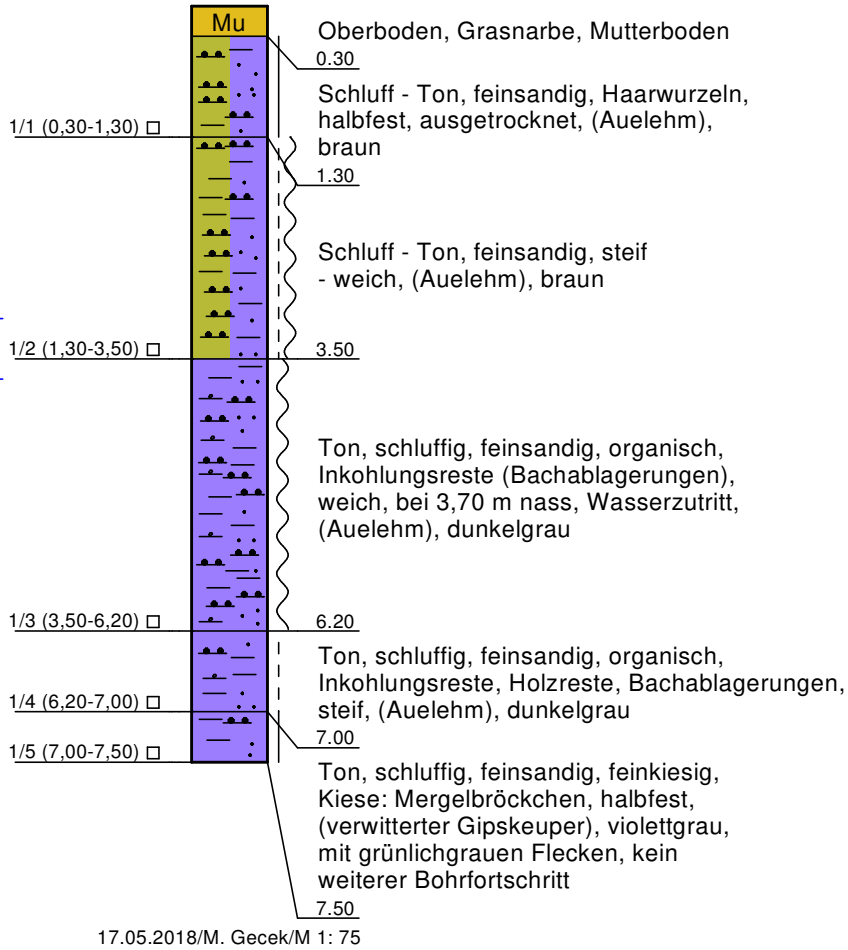
DPH 1

207,04 m NN



BS 1

207,04 m NN



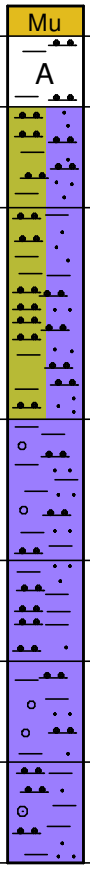
Geotechnik Aalen
Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen
Tel.: 07361/9406-0 Fax: 07361/9406-10

Bericht: 18151S

Anlage: 2.2

BS 2

208,94 m NN



	0.30	Oberboden, Grasnarbe, Mutterboden
2/1 (0,30-1,00) □	1.00	Auffüllung, (Schluff - Ton, feinsandig), Haarwurzeln, einz. Ziegelreste, halbfest, ausgetrocknet, braun
2/2 (1,00-2,00) □	2.00	Schluff - Ton, feinsandig, steif, (Auelehm), braun
2/3 (2,00-4,10) □	4.10	Schluff - Ton, feinsandig, steif - weich, (Auelehm), braun
2/4 (4,10-5,50) □	5.50	Ton, schluffig, feinsandig, schwach feinkiesig, Kiese: Sandsteinbröckchen, steif, (verwitterter Gipskeuper), rotbraun
2/5 (5,50-6,50) □	6.50	Ton, schluffig, feinsandig, steif - halbfest, (verwitterter Gipskeuper), dunkelviolettgrau
2/6 (6,50-7,50) □	7.50	Ton, schluffig, feinsandig, feinkiesig, Kiese: Mergelbröckchen, steif, (verwitterter Gipskeuper), dunkelviolettgrau, mit grünlichgrauen Flecken
2/7 (7,50-8,50) □	8.50	Ton, schluffig, feinsandig, kiesig, Kiese: Mergelbröckchen, halbfest, (verwitterter Gipskeuper), grünlich grau, mit dunkelviolettgrauen Verfärbungen, kein weiterer Bohrfortschritt

17.05.2018/M. Gecek/M 1: 75

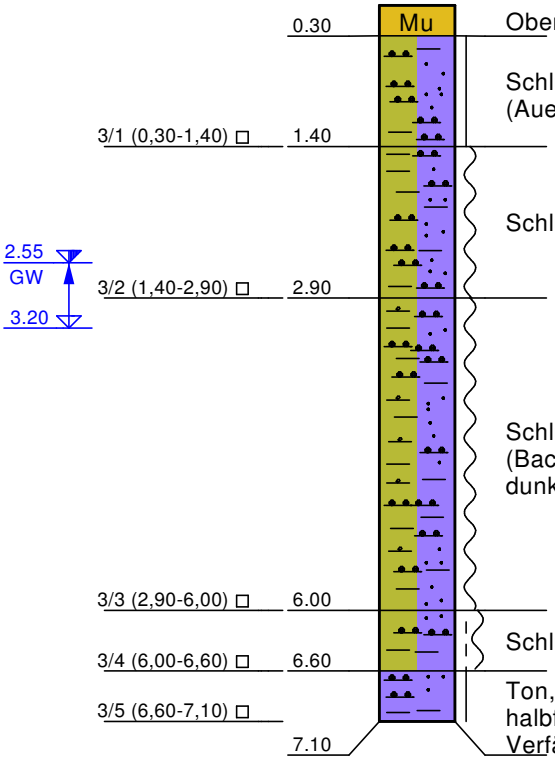
Geotechnik Aalen
Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen
Tel.: 07361/9406-0 Fax: 07361/9406-10

Bericht: 18151S

Anlage: 2.3

BS 3

206,34 m NN



Oberboden, Grasnarbe, Mutterboden

Schluff - Ton, feinsandig, Haarwurzeln, halbfest, ausgetrocknet, (Auelehm), braun

Schluff - Ton, feinsandig, weich, (Auelehm), braun

Schluff - Ton, feinsandig, organisch, Pflanzenreste, Inkohlungsreste, (Bachablagerungen), weich, bei 3,20 m nass, Wasserzutritt, (Auelehm), dunkelgrau

Schluff - Ton, feinsandig, weich, weich - steif, (Auelehm), braun

Ton, schluffig, feinsandig, schwach feinkiesig, Kiese: Mergelbröckchen, halbfest, (verwitterter Gipskeuper), graubraun, mit violettgrauen Verfärbungen, kein weiterer Bohrfortschritt

17.05.2018/M. Gecek/M 1: 75

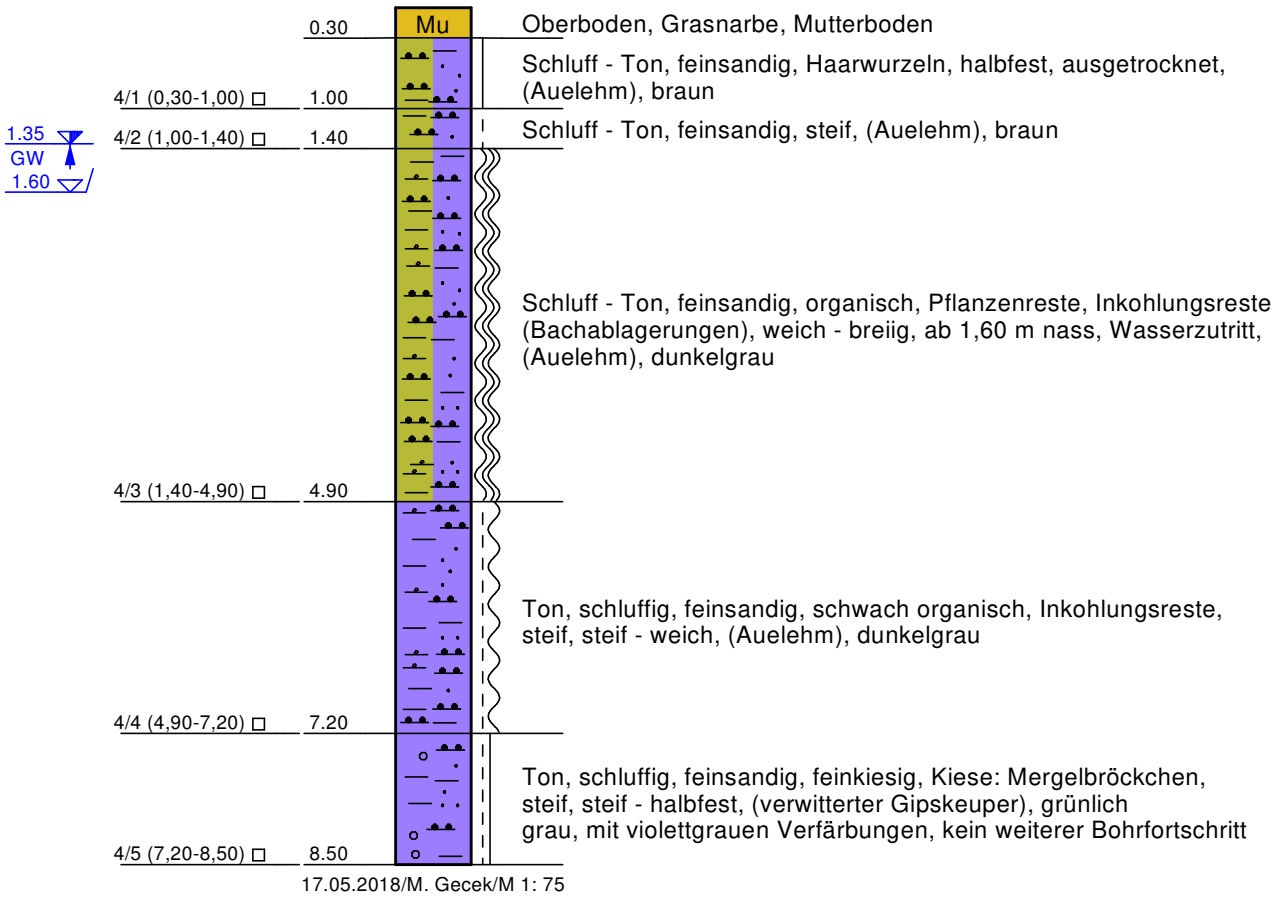
Geotechnik Aalen
Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen
Tel.: 07361/9406-0 Fax: 07361/9406-10

Bericht: 18151S

Anlage: 2.4

BS 4

205,34 m NN



17.05.2018/M. Gecek/M 1: 75

Geotechnik Aalen
Robert - Bosch - Straße 59
73431 Aalen
Tel.: 07361/9406-0 Fax: 07361/940610

Bericht: 18151S BE01

Anlage: 3.1

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Baugebiet "Seewiesen-Erweiterung" in Steinheim-Höpfigheim

Bearbeiter: Ge/Ki Datum: 22.05.2018

Prüfungsnummer: 01
Entnahmestelle: BS 1 - BS 4
Tiefe: s. Schichtenverz.
Bodenart: s. Schichtenverz.
Art der Entnahme: gestört
Probe entnommen am: 18.05.18 durch Lo

Probenbezeichnung:	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	2/1
Feuchte Probe + Behälter [g]:	434.60	528.70	545.80	420.70	405.70	426.80
Trockene Probe + Behälter [g]:	393.10	436.40	445.00	355.60	355.10	390.90
Behälter [g]:	107.50	115.40	99.20	110.20	106.70	110.50
Porenwasser [g]:	41.50	92.30	100.80	65.10	50.60	35.90
Trockene Probe [g]:	285.60	321.00	345.80	245.40	248.40	280.40
Wassergehalt [%]	14.53	28.75	29.15	26.53	20.37	12.80

Probenbezeichnung:	2/2	2/3	2/4	2/5	2/6	2/7
Feuchte Probe + Behälter [g]:	440.60	487.60	449.40	420.30	494.20	429.60
Trockene Probe + Behälter [g]:	378.80	418.60	383.50	357.30	422.90	377.60
Behälter [g]:	107.10	109.00	110.00	103.20	120.40	102.00
Porenwasser [g]:	61.80	69.00	65.90	63.00	71.30	52.00
Trockene Probe [g]:	271.70	309.60	273.50	254.10	302.50	275.60
Wassergehalt [%]	22.75	22.29	24.10	24.79	23.57	18.87

Probenbezeichnung:	3/1	3/2	3/3	3/4	3/5	4/1
Feuchte Probe + Behälter [g]:	397.30	502.80	479.20	512.90	466.70	225.40
Trockene Probe + Behälter [g]:	359.20	415.00	392.00	430.50	409.10	201.20
Behälter [g]:	112.50	107.00	103.50	108.00	124.10	101.70
Porenwasser [g]:	38.10	87.80	87.20	82.40	57.60	24.20
Trockene Probe [g]:	246.70	308.00	288.50	322.50	285.00	99.50
Wassergehalt [%]	15.44	28.51	30.23	25.55	20.21	24.32

Probenbezeichnung:	4/2	4/3	4/4	4/5		
Feuchte Probe + Behälter [g]:	483.70	551.80	520.20	569.60		
Trockene Probe + Behälter [g]:	403.50	438.80	428.50	483.20		
Behälter [g]:	119.80	120.40	102.30	99.80		
Porenwasser [g]:	80.20	113.00	91.70	86.40		
Trockene Probe [g]:	283.70	318.40	326.20	383.40		
Wassergehalt [%]	28.27	35.49	28.11	22.54		

GEOTECHNIK AALEN
Robert-Bosch-Straße 59
73431 Aalen
Tel.: 07361-94060 Fax: 07361-940610

Bericht: 18151S BE01

Anlage: 3.2.1

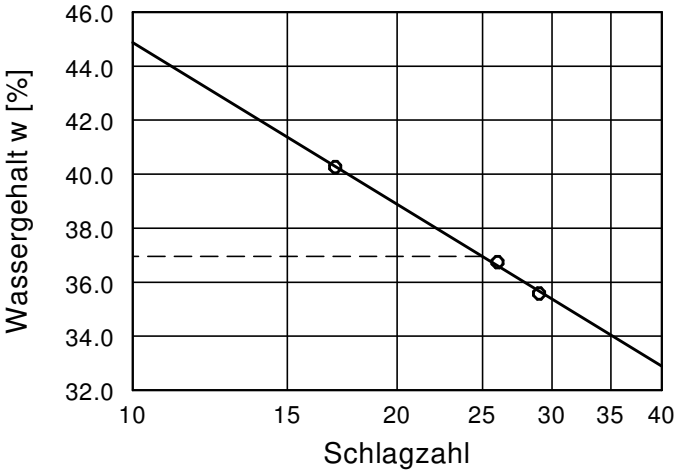
Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Baugebiet "Seewiesen-Erweiterung" in Steinheim-Höpfigheim

Bearbeiter: Frä

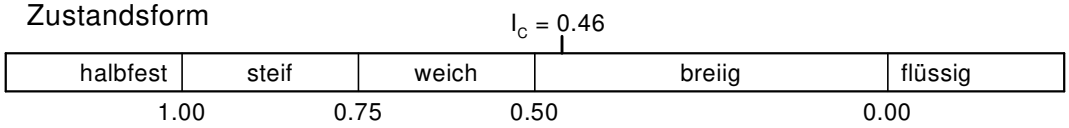
Datum: 28.05.2018

Prüfungsnummer: 1/2
Entnahmestelle: BS 1
Tiefe: 1,30 - 3,50 m
Art der Entnahme: gestört
Bodengruppe: TM
Probe entnommen am: 17.05.2018 durch Ge

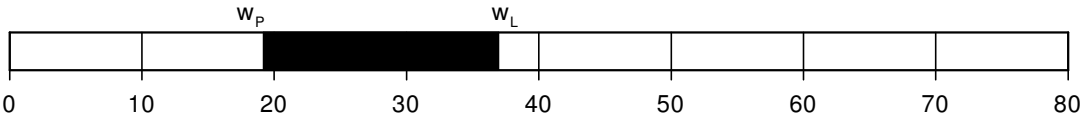


Wassergehalt w =	28.8 %
Fließgrenze w_L =	37.0 %
Ausrollgrenze w_P =	19.2 %
Plastizitätszahl I_P =	17.8 %
Konsistenzzahl I_C =	0.46

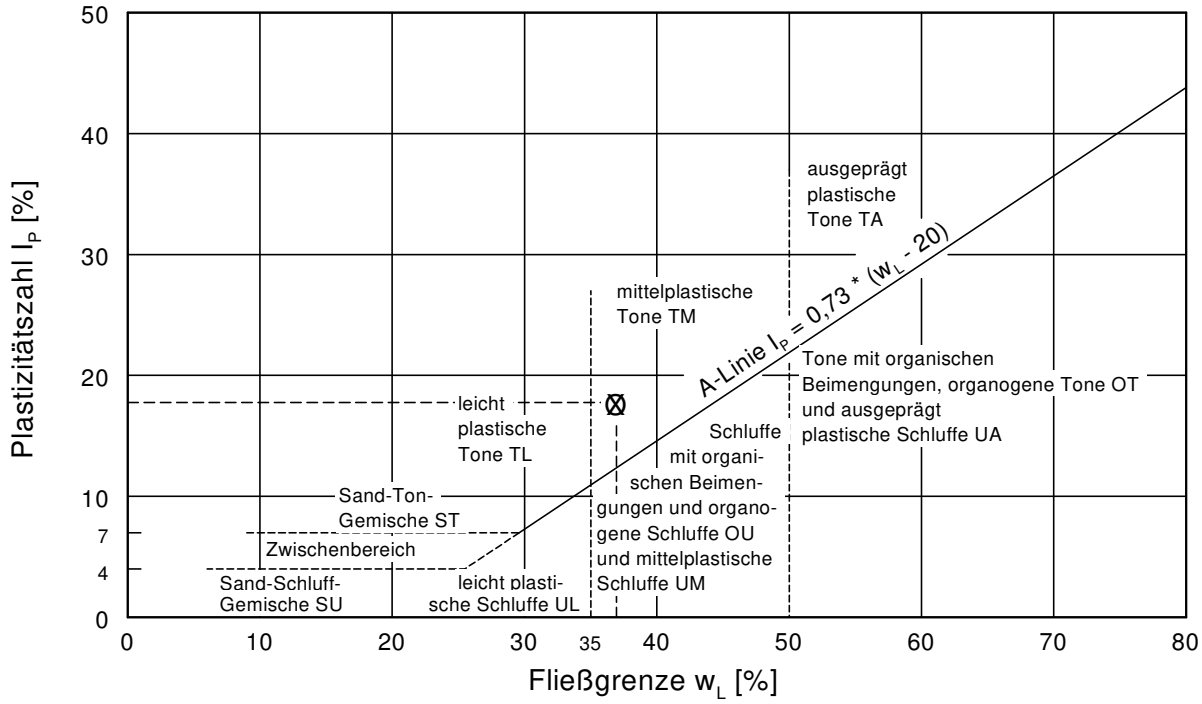
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



GEOTECHNIK AALEN
Robert-Bosch-Straße 59
73431 Aalen
Tel.: 07361-94060 Fax: 07361-940610

Bericht: 18151S BE01

Anlage: 3.2.2

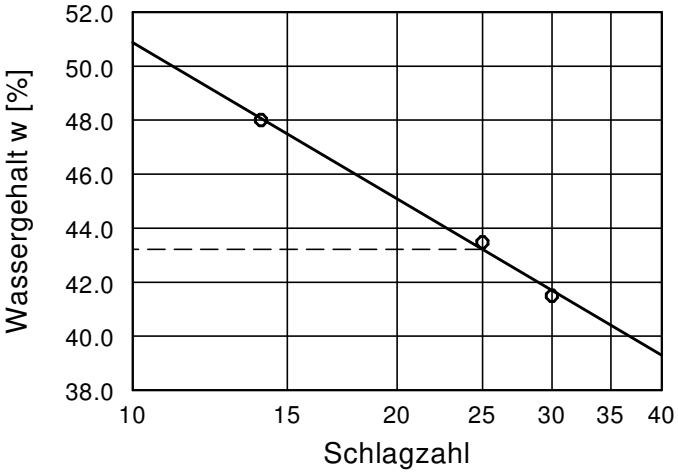
Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Baugebiet "Seewiesen-Erweiterung" in Steinheim-Höpfigheim

Bearbeiter: Frä

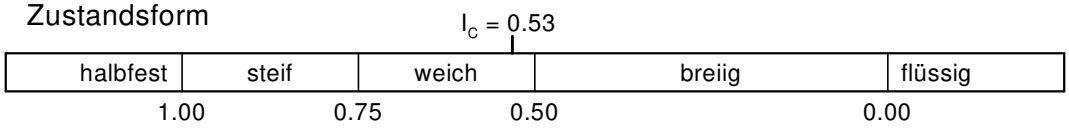
Datum: 28.05.2018

Prüfungsnummer: 1/3
Entnahmestelle: BS 1
Tiefe: 3,50 - 6,20 m
Art der Entnahme: gestört
Bodengruppe: TM
Probe entnommen am: 17.05.2018 durch Ge

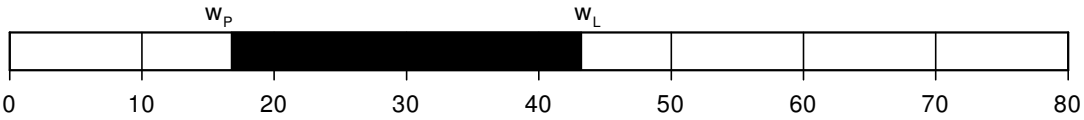


Wassergehalt w =	29.1 %
Fließgrenze w_L =	43.2 %
Ausrollgrenze w_P =	16.8 %
Plastizitätszahl I_P =	26.4 %
Konsistenzzahl I_C =	0.53

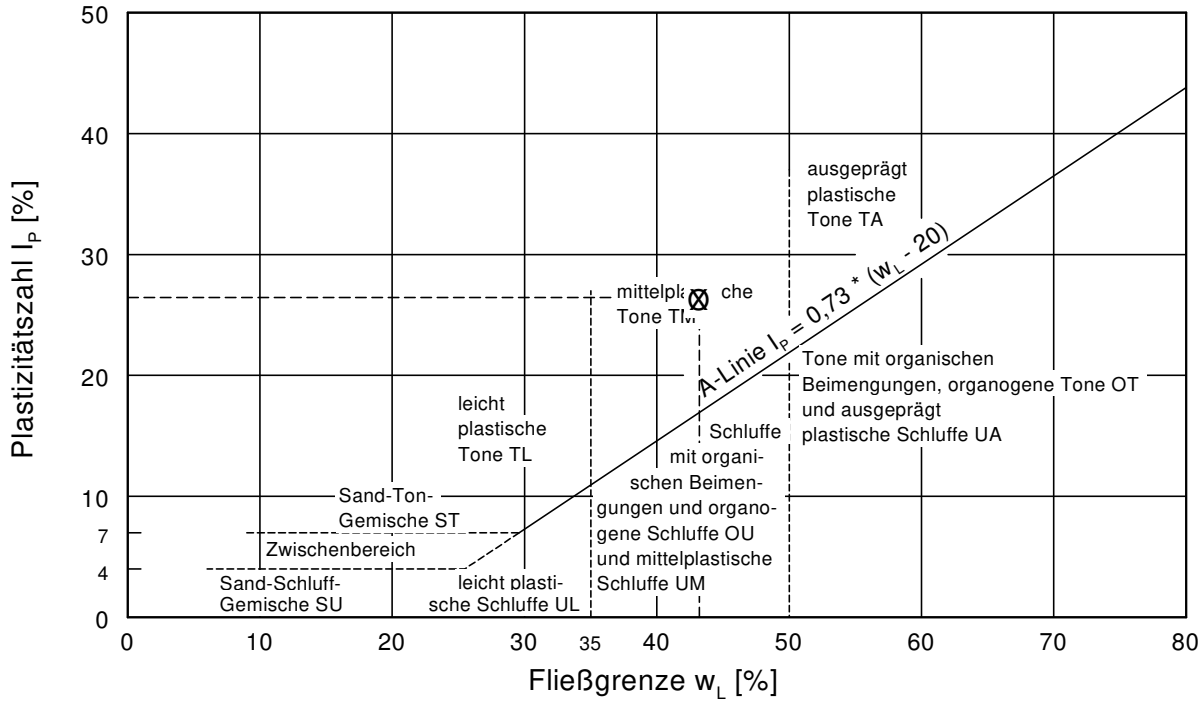
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



GEOTECHNIK AALEN
Robert-Bosch-Straße 59
73431 Aalen
Tel.: 07361-94060 Fax: 07361-940610

Bericht: 18151S BE01

Anlage: 3.2.3

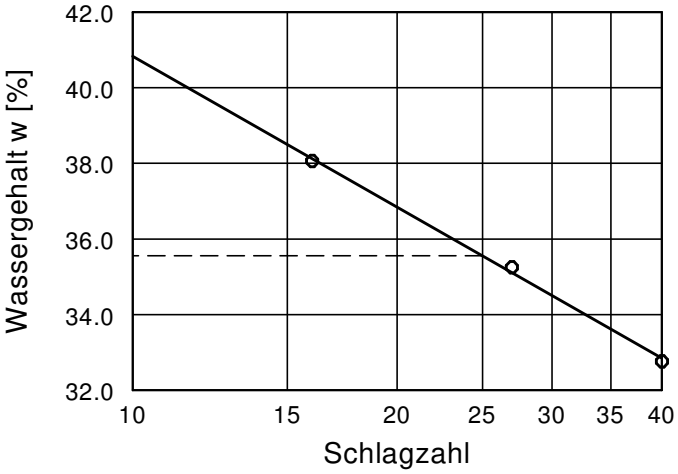
Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Baugebiet "Seewiesen-Erweiterung" in Steinheim-Höpfigheim

Bearbeiter: Frä

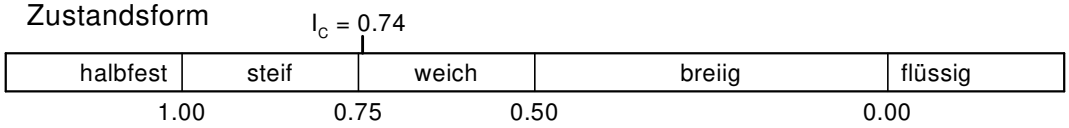
Datum: 28.05.2018

Prüfungsnummer: 2/3
Entnahmestelle: BS 2
Tiefe: 2,0,0 - 4,10 m
Art der Entnahme: gestört
Bodengruppe: TM
Probe entnommen am: 17.05.2018 durch Ge

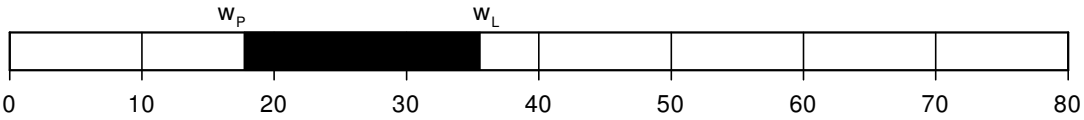


Wassergehalt w =	22.3 %
Fließgrenze w_L =	35.6 %
Ausrollgrenze w_P =	17.7 %
Plastizitätszahl I_P =	17.9 %
Konsistenzzahl I_C =	0.74

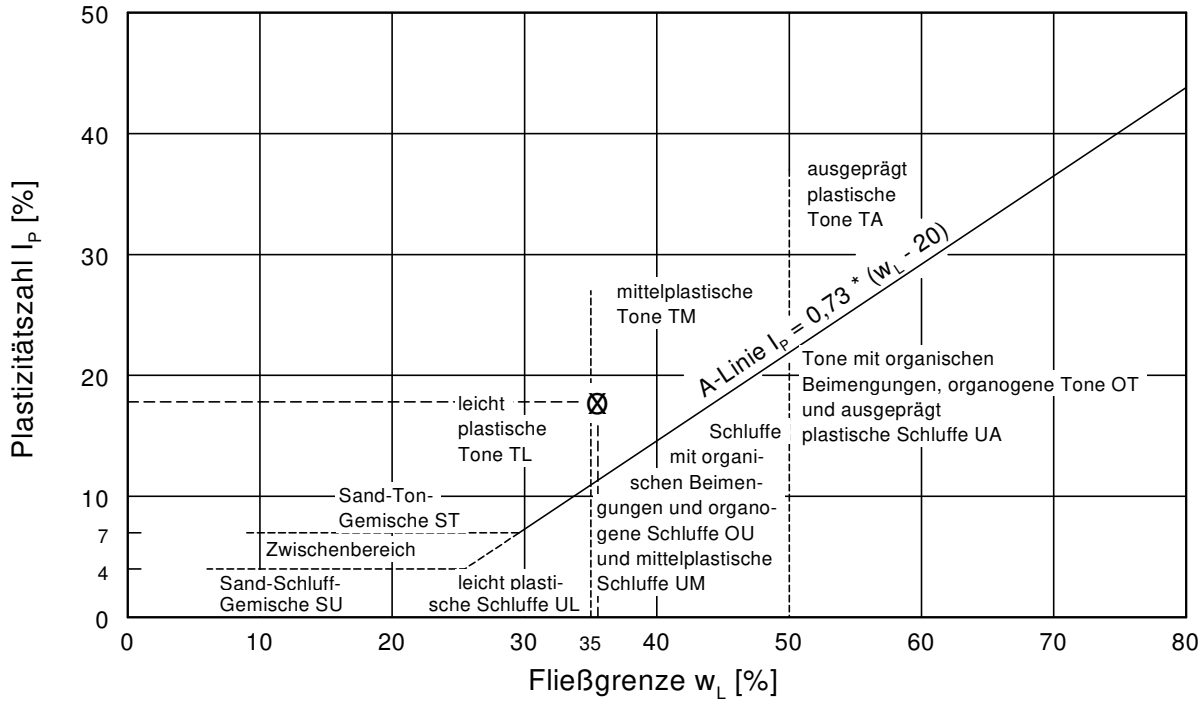
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



GEOTECHNIK AALEN
Robert-Bosch-Straße 59
73431 Aalen
Tel.: 07361-94060 Fax: 07361-940610

Bericht: 18151S BE01

Anlage: 3.2.4

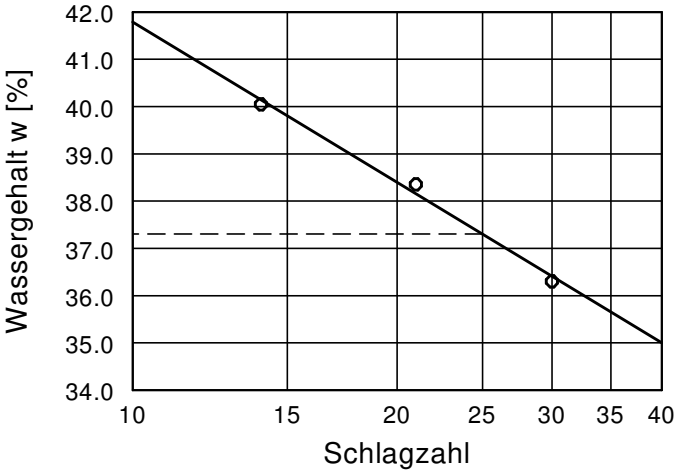
Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Baugebiet "Seewiesen-Erweiterung" in Steinheim-Höpfigheim

Bearbeiter: Frä

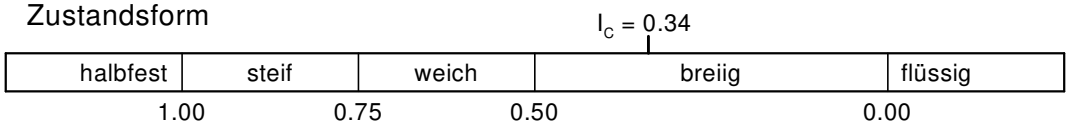
Datum: 28.05.2018

Prüfungsnummer: 3/3
Entnahmestelle: BS 3
Tiefe: 2,90 - 6,00 m
Art der Entnahme: gestört
Bodengruppe: TM
Probe entnommen am: 17.05.2018 durch Ge

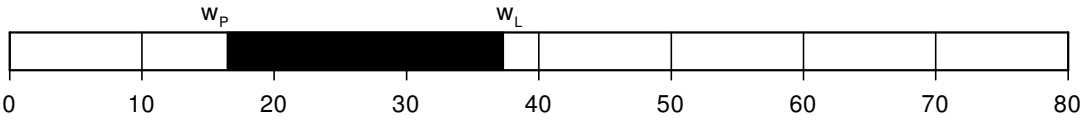


Wassergehalt w =	30.2 %
Fließgrenze w_L =	37.3 %
Ausrollgrenze w_P =	16.5 %
Plastizitätszahl I_P =	20.8 %
Konsistenzzahl I_C =	0.34

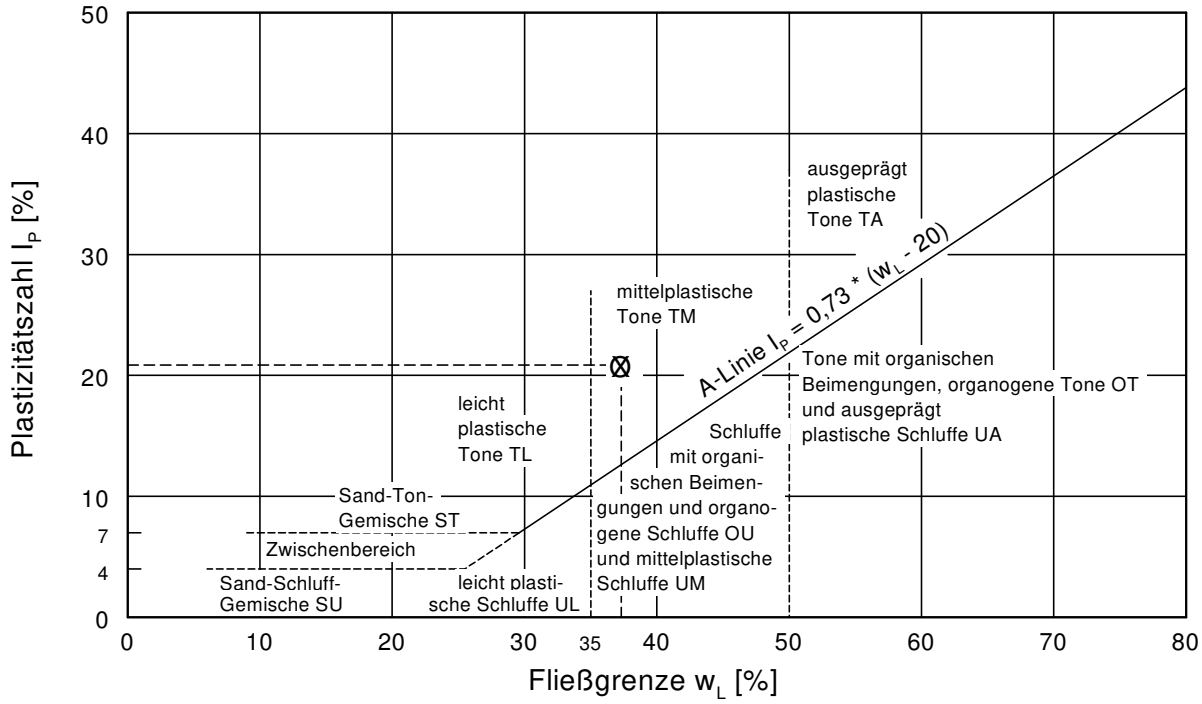
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Probenahme und Erstellung von Analysen

auf den Gebieten Wasser, Boden, Luft, Abfall, Altlasten und Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM GmbH

Daimler Str. 6
70736 Fellbach-Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Prüfbericht: 1805159

Analytik gemäß der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 im Feststoff und Eluat

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen
Projekt: 18151S
Projektbearbeiter: Herr Loose
Probenahme: durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 25.05.-29.05.2018

Untersuchungsbefund für die Probe: BS 1 1/1

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe [mg/kg TS]	
Naphthalin	0,01
Acenaphthylen	0,01
Acenaphthen	< 0,01
Fluoren	< 0,01
Phenanthren	0,05
Anthracen	0,02
Fluoranthen	0,05
Pyren	0,03
Benzo(a)anthracen	0,01
Chrysen	0,03
Benzo(b/k)fluoranthen	0,02
Benzo(a)pyren	0,01
Dibenzo(ah)anthracen	< 0,01
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,01
Benzo(ghi)perylen	0,01
Summe PAK 16*	**0,26**
Polychlorierte Biphenyle [mg/kg TS]	
PCB 28	< 0,01
PCB 52	< 0,01
PCB 101	< 0,01
PCB 118	< 0,01
PCB 138	< 0,01
PCB 153	< 0,01
PCB 180	< 0,01
Summe PCB*	**< 0,01**

Chlorierte KW [mg/kg TS]	
Vinylchlorid	< 0,010
Dichlormethan	< 0,010
trans-1,2-Dichlorethen	< 0,010
1,1-Dichlorethan	< 0,010
cis-1,2-Dichlorethen	< 0,010
Trichlormethan	< 0,010
1,1,1-Trichlorethan	< 0,010
Tetrachlormethan	< 0,010
Trichlorethen	< 0,010
Tetrachlorethen	< 0,010
Summe LHKW*	**< 0,010**

Schwermetalle im Feststt. [mg/kg TS]		
Arsen	**As**	7,6
Blei	**Pb**	17
Cadmium	**Cd**	< 0,40
Chrom, ges.	**Cr**	31
Kupfer	**Cu**	21
Nickel	**Ni**	26
Quecksilber	**Hg**	< 0,10
Thallium	**Tl**	< 0,50
Zink	**Zn**	49
EOX [mg/kg TS]		< 0,50
MKW C_{10}-C_{22} [mg/kg TS]		< 50
MKW C_{10}-C_{40} [mg/kg TS]		59
Cyanide, ges. [mg/kg TS]		< 0,10

Aromatische KW [mg/kg TS]	
Benzol	< 0,010
Toluol	< 0,010
Ethylbenzol	< 0,010
m/p-Xylol	< 0,010
o-Xylol	< 0,010
i-Propylbenzol (Cumol)	< 0,010
Styrol	< 0,010
Summe AKW*	**< 0,010**
Eluat	
pH-Wert	8,3
Temperatur [°C]	27
Leitf. bei 25°C [µS/cm]	94
Chlorid [mg/l]	< 3,0
Sulfat [mg/l]	< 3,0
Cyanide, ges. [mg/l]	< 0,0050
Phenolindex [mg/l]	< 0,010
Schwermetalle im Eluat [mg/l]	
Arsen **As**	< 0,0030
Blei **Pb**	< 0,010
Cadmium **Cd**	< 0,0010
Chrom **Cr**	< 0,010
Kupfer **Cu**	< 0,010
Nickel **Ni**	< 0,010
Quecksilber **Hg**	< 0,0001
Zink **Zn**	< 0,025

PAK	DIN ISO 18287 : 2006-05	Hg	DIN EN ISO 12846 :2012-08	pH-Wert	DIN 38404-5 : 2009-07
PCB	DIN EN 15308 : 2008-05	EOX	DIN 38414-17 : 1989-11	Leitf.	DIN EN 27888 : 1993-11
LHKW	DIN EN ISO 10301 : 1997	MKW	DIN EN 14039 : 2005-01	Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Aufschluß	DIN EN 13657 : 2003-01	Cyan. Fest.	DIN ISO 11262 : 2012-04	Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
SM o. Hg	DIN EN ISO 11885 :2009-09	AKW	DIN 38407-9 : 1991-05	Cyan. Eluat	DIN 38405-13 : 2011-04
		Eluat	DIN EN 12457-4 : 2003-01	Phenolind.	DIN 38409-16 : 1984-07

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	BS 1 1/1
Labornummer:	1805159
Matrix:	Feststoff
Probenbehälter:	PE-Becher
Probenmenge:	ca. 1 kg

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2005.

Fellbach, den 29.05.2018
Analytik-Team GmbH
i.V.

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14414-01-00

Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.