

# BV Erschließung Baugebiet Loh in Meßstetten


## Baugrunduntersuchungen

---

**Geotechnischer Bericht**  
**Projektnummer 930-1542**

Aufgestellt: Tübingen, 06.08.2019


---



Raphael Schneider | Projektingenieur  
Diplom-Ingenieur

---

---



i. A. Andreas Motzer | Projektleiter  
Diplom-Geologe

---

**Auftraggeber:**

Stadt Meißstetten  
Stadtbauamt  
Hauptstraße 9  
72496 Meißstetten

**Verteiler:**

Stadt Meißstetten, Stadtbauamt  
Czerwenka, Ingenieurbüro für Vermessung und Tiefbau, Albstadt

**Geotechnische Arbeitsgemeinschaft**

Berghof Analytik + Umweltengineering GmbH  
Ob dem Himmelreich 9  
72074 Tübingen  
Deutschland  
T +49.7071.9878-0  
F +49.7071.9878-88  
e-mail: [umweltengineering@berghof.com](mailto:umweltengineering@berghof.com)  
[www.berghof.com](http://www.berghof.com)

Crystal Geotechnik GmbH  
Beratende Ingenieure & Geologen GmbH  
Hofstattstraße 28  
86919 Utting  
T +49.8806.95894-0  
F +49.8806.95894-44  
e-mail: [utting@crystal-geotechnik.de](mailto:utting@crystal-geotechnik.de)  
[www.crystal-geotechnik.de](http://www.crystal-geotechnik.de)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Allgemeines.....</b>	<b>4</b>
1.1. Veranlassung.....	4
1.2. Lage, Umgebung und Topographie .....	4
1.3. Geologische Verhältnisse .....	5
<b>2. Feld- und Laborarbeiten.....</b>	<b>6</b>
2.1. Vorarbeiten .....	6
2.2. Schurfaufnahme .....	6
2.3. Versickerungsversuch .....	6
2.4. Bodenmechanische Laborversuche.....	7
2.5. Chemische Laboruntersuchungen .....	8
<b>3. Beschreibung der Untergrundverhältnisse .....</b>	<b>8</b>
3.1. Schichtenabfolge .....	8
3.2. Bautechnische Eigenschaften.....	9
3.3. Grundwasserverhältnisse / Schichtwasser .....	9
3.4. Ergebnis Versickerungsversuch .....	10
<b>4. Erdbauliche und erdstatische Grundlagen.....</b>	<b>11</b>
4.1. Bodenklassifizierung und Bodenparameter .....	11
4.2. Aufnehmbarer Sohldruck und Bettungsmodul .....	12
4.3. Erdbebenzone .....	13
<b>5. Bauausführung / Gründung .....</b>	<b>14</b>
5.1. Allgemeines .....	14
5.2. Kanalverlegung / Verlegung von sonstigen Leitungen.....	14
5.2.1. Allgemeines .....	14
5.2.2. Baugruben und Verbauten.....	14
5.2.3. Wasserhaltung .....	14
5.2.4. Gründung Kanal.....	15
5.3. Wohnbebauung .....	15
5.3.1. Allgemeines .....	15
5.3.2. Aushubarbeiten / Wiederverwendung Aushubmaterial .....	15
5.3.3. Wasserhaltung / Bauwerkstrockenhaltung und Auftriebssicherung .....	15
5.3.4. Gründung.....	16
5.4. Straßenbau und Verkehrsflächen .....	16
5.4.1. Frostsicherer Straßenaufbau .....	16
5.4.2. Tragfähigkeit des Planums / Gründung der Verkehrsflächen .....	17
5.4.3. Verdichtungsanforderungen Frostschutzschicht .....	17
<b>6. Vorklassifizierung von Bodenaushubmaterial für Verwertung / Entsorgung.....</b>	<b>18</b>
6.1. Bewertungsgrundlage.....	18
6.2. Untersuchte Proben.....	19
6.3. Untersuchungsergebnisse .....	19
<b>7. Schlussbemerkungen .....</b>	<b>23</b>

## Anlagenverzeichnis

Nr.	Beschreibung
Anlage 1	Übersichtslageplan
Anlage 2	Lageplan mit Aufschlusspunkten und Aufschlussprofilen, M 1 : 500
Anlage 3	Profile der Schürfe
Anlage 4	Profilprotokolle / Schichtenverzeichnisse
Anlage 5	Laborprotokolle zur Baugrundbeurteilung
Anlage 6	Laborprotokolle chemische Analysen
Anlage 7	Auswertung Versickerungsversuch

# 1. Allgemeines

## 1.1. Veranlassung

Die Stadtverwaltung Meißstetten plant die Erschließung des Baugebietes „Loh“ an der Oskar-Wettstein-Straße in Meißstetten.

Auf der Grundlage unseres Angebotes vom 27.02.2019 wurde die Berghof Analytik und Umweltengineering GmbH von der Stadtverwaltung Meißstetten, Stadtbauamt, im Schreiben vom 14.03.2019 mit der Durchführung von Bau- grunduntersuchungen für die geplante Erschließung des Baugebietes „Loh“ beauftragt. Die Beurteilung der Bau- grundverhltnisse erfolgte in geotechnischer Zusammenarbeit mit unserem Partnerbro Crystal Geotechnik GmbH, Utting am Ammersee.

Zur Bearbeitung des Auftrages standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Topographische Karte (TK 25), Blatt 7819 - Meißstetten
- Geologische Karte (GK 25), Blatt 7819 - Meißstetten
- Vorentwurf Lageplan, Maßstab 1:250, Ing.büro Czerwenka, Stand 13.02.2019
- Lageplan Bebauungsplan „Loh“; Maßstab 1:500; 16.09.2010
- Hhenlinienplan 1:250, Ing.-Büro Czerwenka, Stand 10.04.2019

## 1.2. Lage, Umgebung und Topographie

Der Untersuchungsbereich liegt südlich des Stadtgebietes von Meißstetten, nordöstlich des Blumersbergs. Das Baugebiet wird im Südwesten durch die Oskar-Wettstein-Straße begrenzt. Im Westen grenzt das Baugebiet an einen befestigten Feldweg, welcher zu dem im Norden befindlichen Wasserhochbehälter verläuft.

Das Flurstück (Flstk.Nr. 2347/2), auf dem sich der Wasserhochbehälter befindet, bildet die nördliche Begrenzung des geplanten Baugebietes. Im Osten grenzt das Baugebiet an die bereits bestehende Bebauung entlang der dort nach Norden abzweigenden Oskar-Wettstein-Straße.

Das Gelände ist etwa nach Süden bis Südsüdosten geneigt und erstreckt sich über eine Geländehöhe von ca. 941 bis 952 m .NN.

Das Baugebiet soll über eine Ringstraße erschlossen werden. An dieser sind 19 Bauplätze geplant. Derzeit wird der Untersuchungsstandort als Wiese genutzt.

### 1.3. Geologische Verhältnisse

Nach der Geologischen Karte von Meißstetten stehen am Untersuchungsstandort die Schichten des Massenkalks des Weiß-Jura (Mittel- bis Ober-Kimmeridgium (ki2-3) / Weißjura δ-ε) an. Diese sind in Schwamm-Algen-Fazies ausgebildet und bestehen aus sehr reinen, harten, dichten und feinkörnigen Massenkalken.

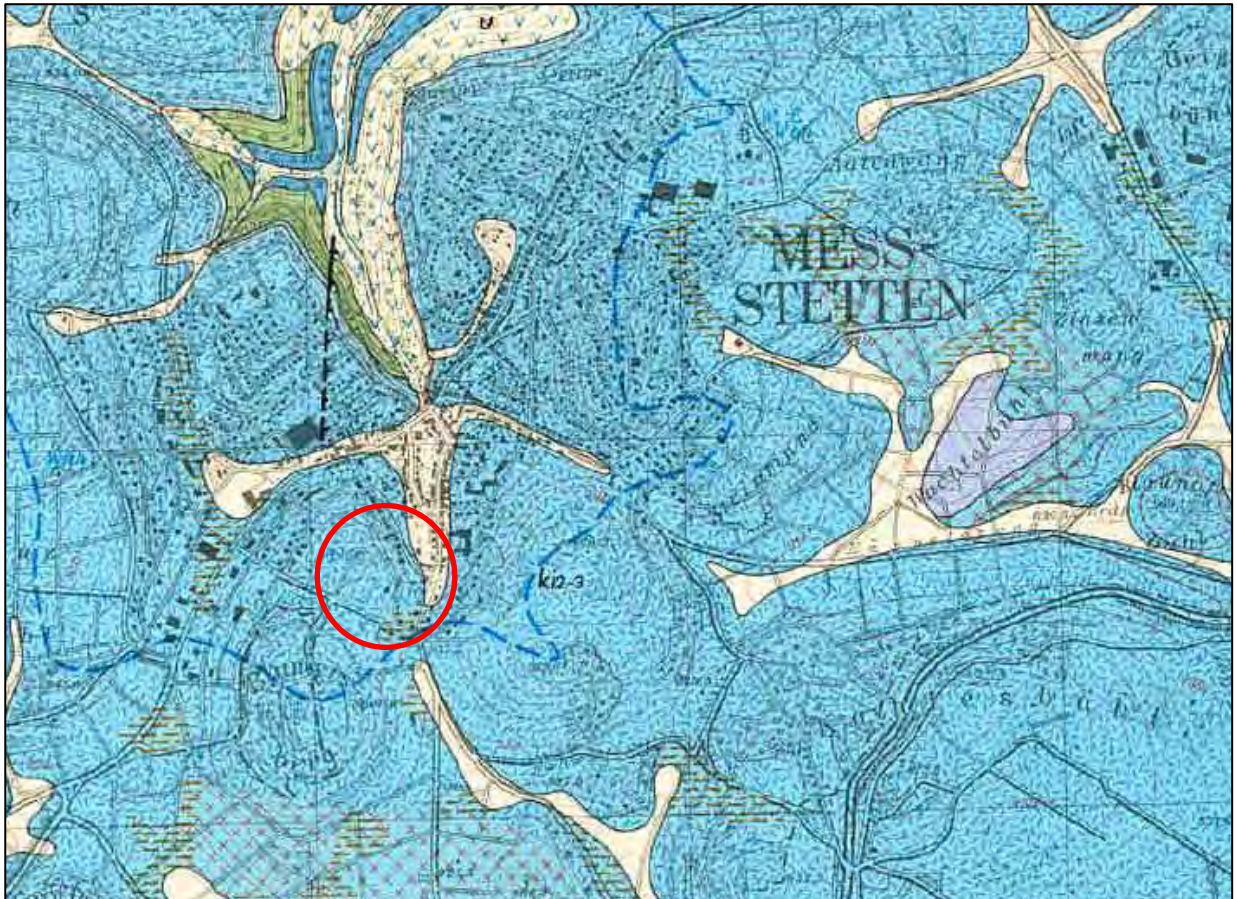


Abb. 1: Ausschnitt aus geologischer Karte Blatt Meißstetten (ohne Maßstab) mit Lage des Untersuchungsstandorts

Anhand der Ergebnisse der durchgeführten Baggerschürfe wurden am Untersuchungsstandort bereits in geringer Tiefe von ca. 0,5 – 1,1 m unter Gelände die anstehenden Schichten des Weiß-Jura-Massenkalks aufgeschlossen. Es handelt sich hierbei um kompakte, schwach klüftige, massige und dichte Kalke, welche sich nur schwer mittels Bagger lösen ließen. Die maximale Aufschlusstiefe betrug daher am Untersuchungsstandort nur ca. 1,4 m. Bei den überlagernden Deckschichten handelt es sich zumeist um stark verwitterte Kalksteine in Kiesfraktion, teils mit plattigen Steinen mit verlehmteten Zwischenlagen und Klüften. Die Mächtigkeit der Deckschichten nimmt vor allem im hangoberen Bereich etwas ab.

Als oberster Schichtglied findet sich eine etwa 20 cm mächtige Humusschicht aus zumeist tonigem, schwach kiesigem Schluffmaterial.

Grund- oder Sickerwasserzutritte wurden an keinem der Aufschlüsse bis zur Endtiefe festgestellt.

## 2. Feld- und Laborarbeiten

### 2.1. Vorarbeiten

Im Vorfeld der Erkundungsarbeiten wurde das Untersuchungsgelände durch den Unterzeichner in Augenschein genommen und wurden die Aufschlusspunkte festgelegt und ausgepflockt. Im Zuge dieser Arbeiten wurde auch die Kanal- und Leitungsführung vor Ort überprüft. Die Aufschlusspunkte wurden nach Lage und Höhe über NN durch das Ingenieurbüro Czerwenka im Anschluss der Aufschlussarbeiten vermessungstechnisch aufgenommen.

### 2.2. Schurfaufnahme

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse des geplanten Erschließungsgeländes wurden am 10.04.2019 insgesamt 6 Baggerschürfe (SG 1 bis SG 6) ausgeführt.

Die Baggerschürfe wurden jeweils bis in die anstehenden Schichten des Weißjura niedergebracht. Bei den Aufschlüssen wurde das jeweilige Profil gemäß DIN EN ISO 14688, 14689 und 22475-1 aufgenommen und wurden Bodenproben für bodenmechanische Laborversuche entnommen. Die Lage der Schurf- bzw. Aufschlusspunkte ist aus dem Lageplan in Anlage (2) ersichtlich, die Schurfprofile sind in Anlage (3) diesem Bericht beigelegt und auch im Lageplan in Anlage (2) eingetragen. Die kennzeichnenden Daten der Schurfaufnahmen sind in nachfolgender Tabelle (1) zusammengestellt.

**Tabelle (1): Kennzeichnende Daten der Schurfaufnahmen**

<b>Baggerschurf</b>	<b>Ansatzhöhe mNN</b>	<b>Aufschlusstiefe m u. GOK</b>	<b>Aufschlusstiefe mNN</b>	<b>Grund- bzw. Schichtwasser m u. GOK</b>	<b>Schichtwasser mNN</b>
Schurf SG 1	948,26	1,00	947,26	trocken	-
Schurf SG 2	950,20	1,00	949,20	trocken	-
Schurf SG 3	952,33	0,70	951,63	trocken	-
Schurf SG 4	946,92	1,40	945,52	trocken	-
Schurf SG 5	946,83	0,80	946,03	trocken	-
Schurf SG 6	943,62	1,30	942,32	trocken	-

### 2.3. Versickerungsversuch

Zur Überprüfung des Versickerungsvermögens der anstehenden Kalksteinschichten wurde an dem Schurf SG 6 ein Versickerungsversuch durchgeführt. Der Schurf wurde hierfür bis zu den anstehenden Schichten des Massenkalks des Weiß-Jura (Mittel- bis Ober-Kimmeridgium) abgeteuft.

Nach Vermessen der Schürfrgrube (L \* B \* T: 2,3 m \* 0,9 m \* 1,3 m) wurde diese, um den Einfluss einer Versickerung über die Schürfrgrubenflanken zu minimieren, nur auf eine Höhe von ca. 0,4 m über der Sohle mit Wasser aufgefüllt. Ferner fand, um eine Vorsättigung der Grubenwandungen zu erzielen, vor der eigentlichen Versuchsdurchführung, eine Erstbefüllung der Grube mit Wasser statt. Auch hier wurde die Absenkung des Wasserspiegels über die Zeit aufgezeichnet. Die Messergebnisse sind in der Anlage (7) „Auswertung Versickerungsversuch“ zusammengestellt und dokumentiert. Das Ergebnis des Versickerungsversuches ist in Kapitel 3.4 beschrieben.

## 2.4. Bodenmechanische Laborversuche

An aus den Baggerschürfen entnommenen Bodenproben, wurden im bodenmechanischen Labor von Crystal Geotechnik Grundlagenversuche zur näheren Beschreibung und Beurteilung der anstehenden Böden durchgeführt. Auf dieser Basis ist neben der Klassifizierung der Böden auch eine näherungsweise Zuordnung von Bodenparametern möglich.

Die im Einzelnen ausgeführten Laborversuche sind in nachfolgender Tabelle (2) zusammengestellt.

**Tabelle (2): Laborversuche**

Laborversuche	DIN-Norm	Anzahl
Bodenansprache	DIN EN ISO 14688-1 und -2 / DIN 4023	6
Bodenansprache	DIN 18196	4
Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1	1
Korngrößenerteilung	DIN EN ISO 17892-4	
- Siebanalyse		1
- Siebschlämmanalyse		3
Dichtebestimmung	DIN EN ISO 17892-2	1

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sind in den nachfolgenden Tabelle (3) zusammengestellt.

**Tabelle (3) Ergebnisse der Laboruntersuchungen**

Kenngröße		Einheit	Verwitterter Kalkstein	Kalkstein
Homogenbereich			B1	X1
<b>Korngrößenverteilung</b>				
Feinstkorn	Ø < 0,002 mm	%	0,5 – 2,7	--
Feinkorn	0,002 – 0,063 mm	%	9,7 <sup>1)</sup> – 12,7	--
Sandkorn	0,063 – 2,0 mm	%	4,0 – 9,2	--
Kieskorn	2,0 – 63,0 mm	%	49,1 – 85,3	--
Steine	Ø > 63,0 mm	%	0,0 – 33,5	--
<b>Wassergehalt / Dichte</b>				
Wassergehalt	w	%	--	2,5
Feuchtdichte	ρ	g/cm <sup>3</sup>	--	2,607
Trockendichte	ρ <sub>d</sub>	g/cm <sup>3</sup>	--	2,544

<sup>1)</sup> enthält Feinstkorn (Bodenprobe B191233-SG3-0,50m)



## 2.5. Chemische Laboruntersuchungen

Für die Vorprüfung und eine erste Einschätzung sowie Einstufung des bei dem Bauvorhaben anfallenden Bodenaushubmaterials hinsichtlich dessen Verwertung bzw. Entsorgung wurden aus den Schurfaufschlüssen Bodenmischproben aus zwei verschiedenen Untersuchungsbereichen erstellt und labortechnisch auf den Parameterumfang der Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums von Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV-Verwertung Boden vom 14.03.2007) untersucht. Der Analysenumfang wurde ergänzt um die Parameter der Deponieverordnung (DepV) nach der Deponieklasse DK0, welche nicht in der VwV-Verwertung Boden enthalten sind.

Eine Mischprobe wurde aus dem Deckschichtenmaterial der Schürfe SG 1 – SG 3 und eine Mischprobe aus dem Deckschichtenmaterial der Schürfe SG 4 – SG 6 erstellt.

Die Laboranalysenbefunde finden sich in der Anlage (6). Die Zusammenstellung, Auswertung und Bewertung der Ergebnisse findet sich in Kapitel 6.

## 3. Beschreibung der Untergrundverhältnisse

### 3.1. Schichtenabfolge

Die geologische Situation und die topographischen Verhältnisse wurden in den Abschnitten 1.2 und 1.3 detailliert beschrieben. Nachfolgend wird die Untergrundsituation vereinfacht nach bodenmechanischen Gesichtspunkten dargestellt.

Gemäß den ausgeführten Baugrundaufschlüssen, welche bis maximal 1,4 m unter Geländeoberkante (vgl. Schurf SG 4) abgeteufte wurden, ist im bebauungsrelevanten Tiefenbereich von den nachfolgend beschriebenen Untergrundverhältnissen auszugehen:

#### OBERBODEN

- *Homogenbereich O1*  
(bis max. 0,2 m unter GOK erkundet)

- Schluff, tonig, meist schwach kiesig;  
Konsistenz: weich – steif

#### FELSZERSATZ

- *Homogenbereich B1*  
  
(bis max. 1,1 m unter GOK erkundet)

- Kies, schwach schluffig bis schluffig, teils schwach sandig,  
meist steinig bis stark steinig;  
Lagerung: locker bis mitteldicht
- Steine, kiesig;  
Lagerung: mitteldicht bis dicht bzw. fest

#### FELS (Weißjura)

- *Homogenbereich X1:*

- Kalkstein, schwach klüftig bis klüftig, kompakt, massig;  
Festigkeit: fest; kompakter Fels

## 3.2. Bautechnische Eigenschaften

In nachfolgender Tabelle (4) werden die bodenmechanischen und bautechnischen Eigenschaften der erkundeten Böden näher beschrieben und im Hinblick auf die Baumaßnahme beurteilt.

**Tabelle 4: Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden**

<b>Bewertungskriterien</b>	<b>Felsersatz Kiese / Steine</b>	<b>Weißer Jura Kalkstein</b>
<b>Homogenbereich</b>	<b>B1</b>	<b>X1</b>
Tragfähigkeit	groß	groß – sehr groß
Kompressibilität	mittel – gering	gering – sehr gering
Standfestigkeit	mittel – gering	groß
Wasserempfindlichkeit	nicht – gering	nicht – gering
Frostempfindlichkeit (Kl. nach ZTV-E-StB 17)	nicht - mittel (F1 – F2)	nicht - mittel (F1 – F2)
Fließempfindlichkeit bei Wasserzufluss	gering	sehr gering
Wasserdurchlässigkeit	groß – sehr groß	kluftabhängig
Lösbarkeit	leicht / schwer <sup>1)</sup>	leicht – schwer lösbarer Fels

<sup>1)</sup> bei Verfestigungen / Grobeinlagerungen

## 3.3. Grundwasserverhältnisse / Schichtwasser

Bei den durchgeführten Aufschlussarbeiten wurden, wie bereits beschrieben, keine Wasserzutritte in allen Aufschlusspunkten auf dem Untersuchungsgelände bis zu den Endteufen (bis 1,4 m u. GOK) festgestellt.

Durch die Hanglage wird ein Großteil des anfallenden Niederschlagswassers am Untersuchungsstandort voraussichtlich oberflächlich bzw. oberflächennah abgeleitet. Mit signifikanten Grund- oder Schichtwassermengen wird am Untersuchungsstandort aber nicht gerechnet. Schichtwässer sind aber witterungsabhängig in allen Tiefen in besser durchlässigen Schichten in begrenztem Umfang möglich und zu beachten.

Aufgrund der insgesamt gering durchlässigen anstehenden Schichten sind jedoch zur Bauwerkstroekenhaltung geeignete Maßnahmen zur Ableitung von Sicker- und Schichtwasserzutritten für die in den Untergrund einbindenden Bauteilen vorzusehen, wenn diese nicht wasserdicht und auftriebssicher ausgebildet werden.

### 3.4. Ergebnis Versickerungsversuch

Der Versickerungsversuch wurde im Baggerschurf SG 6 durchgeführt.

Bei der Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes  $k_f$  aus den Versuchsergebnissen ist zu berücksichtigen, dass die Versickerungsfähigkeit in der ungesättigten Bodenzone ( $k_{fu}$ -Wert) bestimmt wurde.

Im Hinblick auf die Anlagenbemessung nach Arbeitsblatt DWA-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser) kann aus dem  $k_{fu}$ -Wert der  $k_f$ -Wert (Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Bodenzone) wie folgt abgeschätzt werden:

$$k_f \sim 2 \cdot k_{fu}$$

Hierbei wird berücksichtigt, dass im ungesättigten Bereich Luft eingeschlossen ist, die den Durchflussquerschnitt verengt und somit zu einer Verringerung des  $k_f$ -Wertes führt.

Es ist ferner noch anzumerken, dass der Versuch nur eine relativ punktuelle Aussage über den anstehenden und untersuchten Bodenbereich geben kann.

Die Auswertung des Versuchsergebnisses ergab einen Durchlässigkeitsbeiwert für die ungesättigte Bodenzone  $k_{fu}$ -Wert von  $2,8 \cdot 10^{-4}$  m/s.

Der sich hieraus abgeleitete  $k_f$ -Wert (Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Bodenzone) kann mit  **$k_f \approx 5,6 \cdot 10^{-4}$  m/s** abgeschätzt werden.

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser liegt der ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert in einem entwässerungstechnisch relevanten Versickerungsbereich ( $k_f$ -Wert:  $1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-6}$  m/s).

Hinsichtlich der Beurteilung des Versickerungsvermögens des Untergrundes ist zu berücksichtigen, dass zur Tiefe hin die anstehenden und nur schwer löslichen Massenkalken (Schwamm-Algen-Kalke) eine abnehmende und nur schwache Klüftung erwarten lassen. Es ist daher nicht auszuschließen, dass die Durchlässigkeit der anstehenden Felsschichten zur Tiefe hin abnimmt und Sickerwasser dann überwiegend relativ oberflächennah hangabwärts abfließt. Verkarstungserscheinungen waren vor Ort nicht erkennbar und sind für den Untersuchungsstandort auch nicht bekannt.

Im Untersuchungsgebiet wurden ferner die anstehenden massigen Kalksteinschichten insgesamt bereits in nur geringer Tiefe, teils bereits oberhalb von 1 m unter Gelände aufgeschlossen.

Durch die Hanglage und die abnehmende Klüftung zur Tiefe hin und die damit verbundene abnehmende Durchlässigkeit ist daher mit einem überwiegend relativ oberflächennahen Abfluss des Sickerwassers zu rechnen.

Im Zuge der geplanten Bebauung und Versiegelung des Geländes kann die Pufferwirkung des Bodens herabgesetzt werden, und bei einer Versickerung des Niederschlagswassers kann durch den relativ oberflächennahen Abfluss des Sickerwassers die unterliegende bestehende Bebauung gefährdet werden.

Dies ist für die weitere Planung der Entwässerung zu berücksichtigen und erforderlichenfalls zu überprüfen.

Zur Überprüfung und Verifizierung der Sachverhalte sind gegebenenfalls weitere Aufschlüsse und Sickerversuche in den anstehenden Massenkalkschichten, z. B. auch im hangunteren Bereich, angezeigt. Diese können über Kernbohrungen oder über Schürfe, hier allerdings nur in Verbindung mit Meißelarbeiten bei deren Erstellung, vorgenommen werden.

## 4. Erdbauliche und erdstatische Grundlagen

### 4.1. Bodenklassifizierung und Bodenparameter

In den Abschnitten 1, 2 und 3 wurden die im Rahmen der Baugrunderkundung angetroffenen Bodenschichten näher beschrieben und beurteilt. Im Folgenden werden die für den Erdbau notwendigen Homogenbereiche nach DIN 18300:2016-09 und die für erdstatische Berechnungen erforderlichen Bodenparameter angegeben und zusätzlich noch informativ die Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09 genannt.

#### BODENKLASSIFIZIERUNG

Tabelle 5: Bodenklassifizierung

Bodenschicht	Homogenbereich DIN 18300: 2016-09	Bodenart DIN 4023	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300: 2012-09
<b>OBERBODEN</b>				
Mutterboden (Schluff, tonig, meist schwach kiesig)	O1	Mu (U, t, (g'))	[OU] / [OT]	1
<b>FELSZERSATZ</b>				
Kies, schwach schluffig bis schluffig, meist steinig bis stark steinig, teils schwach sandig	B1	G, u'-u, (x-x*), (s')	GU	3 / (5) <sup>1)</sup>
Steine, kiesig	B1	X, g	GW / GI / GE	3 / 5 <sup>1)</sup>
<b>WEISSER JURA</b>				
Kalkstein ± verwittert – kompakt	X1	Kst	--	6 – 7

<sup>1)</sup> bei felsartigen Verfestigungen bzw. Grobleinlagerungen können auch hier die Bodenklassen 6-7 nach DIN 18300:2012-09 (leicht bis schwer lösbarer Fels) maßgebend werden

**BODENPARAMETER**

In nachfolgender Tabelle (6) werden die Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen für die vorliegend erkundeten Böden angegeben.

**Tabelle (6): Bodenparameter**

Bodenschicht	Lagerung/ Konsistenz	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ kN/m <sup>3</sup>	$\varphi'$ °	$c'$ kN/m <sup>2</sup>	$E_s$ MN/m <sup>2</sup>	$k_f$ m/s
<b>FELSZERSATZ</b>							
Kies, schwach schluffig bis schluffig, meist steinig bis stark steinig, teils schwach sandig	locker – mitteldicht	21	11 – 12	32,5 – 35,0	0	40 – 80	$\leq 1 \cdot 10^{-3}$
Steine, kiesig	mitteldicht – dicht bzw. fest	22 – 23	13 – 14	35,0 – 37,5	0	80 – 120	$\leq 5 \cdot 10^{-3}$
<b>WEISSER JURA</b>							
Kalkstein <sup>1)</sup>	(fest) kompakt	22 – 26	12 – 16	40,0 – 45,0 <sup>2)</sup>	20 – 50 <sup>2)</sup>	100 – 200 <sup>2)</sup>	-- <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Werte wurden nicht mittels Laborversuchen verifiziert; hierzu war auch die Qualität der mittels Schürfen entnommenen gestörten Bodenproben nicht ausreichend

<sup>2)</sup> fiktive Werte; für nähere Angaben wären hier tieferreichende Bohrungen und weitere Untersuchungen im Feld und im Labor erforderlich

<sup>3)</sup> kluftabhängig etc.

**4.2. Aufnehmbarer Sohldruck und Bettungsmodul****AUFNEHMBARER SOHLDRUCK**

Zur Dimensionierung von Fundamenten wird nachfolgend der aufnehmbare Sohldruck angegeben. Die Werte wurden auf Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit und einer Begrenzung von Setzungen ermittelt. Die erkundeten Felszersatzschichten sind für eine Lastabtragung zwar prinzipiell geeignet; im Hinblick auf Setzungsdifferenzen ist aber eine einheitliche Gründung des Bauwerks im relativ kompakten Fels bzw. im Kalkstein anzustreben.

Die in nachfolgender Tabelle angegebenen Werte beziehen sich auf eine Lastabtragung mit Fundamenten in den Kalkstein, welcher ab etwa 0,5 m (vgl. SG 3) bis 1,1 m (vgl. SG 6) unter Geländeoberkante ansteht; stärker verwitterte Abschnitte sind dabei unter Gründungskörpern zu entfernen.

**Tabelle (7): Aufnehmbarer Sohldruck für Streifenfundamente bei einer Gründung im Kalkstein**

geringste Einbindetiefe (m)	aufnehmbarer Sohldruck in kN/m <sup>2</sup> für b bzw. b'			
	0,50 m	1,00 m	1,50 m	2,00 m
$\geq 0,50$	480	520	560	500

Der anstehende Felsersatz bzw. die anstehenden Böden der Verwitterungsschicht sind unterhalb der Fundamente bis zum Erreichen des Felshorizontes vollständig abzutragen und ggf. durch Magerbeton zu ersetzen. Bei Ausnutzung der o.g. Tabellenwerte ist mit Setzungen in einer Größenordnung von  $\pm 2 - 5$  mm (im massiven Fels auch weniger) und Setzungsdifferenzen von  $\pm 2$  mm zu rechnen.

Für Einzelfundamente mit einem Seitenverhältnis  $< 2$  können die Tabellenwerte um 20 % erhöht werden, wenn die Einbindetiefe mindestens 60 Prozent der kleineren Fundamentbreite entspricht. Für die Tabellenwerte (Gebrauchswerte) wurde der Grundbruchnachweis nach dem globalen Sicherheitskonzept mit einem Gesamtsicherheitsbeiwert von  $\eta = 2,0$  geführt. Sofern mit dem Teilsicherheitskonzept nach DIN EN 1997 und DIN 1054: 2010-12 gearbeitet und der Bemessungswert  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstandes benötigt wird, sind die Tabellenwerte mit dem Faktor  $(2,0/\gamma_{R,v})$  – d.h. beispielsweise für die Bemessungssituation BS-P mit dem Faktor 1,4 – zu multiplizieren.

Die angegebenen Werte gelten für mittige, lotrechte Belastungen. Bei außermittiger bzw. schräger Lasteintragung sind die Tabellenwerte gemäß den Maßgaben der DIN 1054: 2010-12 abzumindern oder sind die zulässigen Sohlspannungen bzw. die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes mit Grundbruch- und Setzungsberechnungen nachzuweisen.

## BETTUNGSMODUL

Zur statischen Berechnung von Bodenplatten wird der Bettungsmodul  $k_{s,k}$  erforderlich, der im Sinne einer elastischen Federsteifigkeit des Untergrundes verstanden werden kann. Die Lasten aus Platten, Wänden und/oder Stützen werden dabei, je nach dem Verhältnis der Steifigkeit von Bodenplatte und Untergrund, auf variable Breite in den Boden eingetragen.

Bei der Gründung von Bodenplatten im Felsersatz (Kies bzw. Steine mit  $\geq$  mitteldichter Lagerung) können für die Berechnung der Bodenplatte die nachfolgend genannten Bettungsmodule angesetzt werden.

**Tabelle (8): Bettungsmodul für Plattengründungen im Felsersatz (verwitterter Kalkstein)**

Art der Belastung	Bettungsmodul (MN/m <sup>3</sup> ) für Bodenplatte
Flächenlast (Platte)	20 – 30

Werden detailliertere Angaben erforderlich, können die charakteristischen Bettungsmodule auch unter Zugrundelegung der in Tabelle (6) angegebenen Bodenparameter wie folgt genauer bestimmt werden:

$$k_{s,k} = \text{mittlere, charakteristische Bodenpressung} / \text{mittlere Setzung (MN/m}^3\text{)}.$$

## 4.3. Erdbebenzone

Die hier behandelte Baumaßnahme liegt nach der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg (1. Auflage 2005; Hrsg. Innenministerium Baden-Württemberg) gemäß DIN 4149: 2005-04 „Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten“, ersetzt durch die Norm DIN EN 1998-1/NA 2011-01, tektonisch in der Erdbebenzone 3 und wird der Untergrundklasse R - Gebiet mit felsartigem Gesteinsuntergrund - zugeordnet.

Dies ist mit der genannten Erdbebenzone unter anderem bei statischen Berechnungen zu berücksichtigen.

## 5. Bauausführung / Gründung

### 5.1. Allgemeines

Im Rahmen des vorliegenden Baugrundgutachtens werden nachfolgend erste Angaben im Hinblick auf die Erschließung des Baugebietes Loh in Meißstetten hinsichtlich der Verlegung von Kanälen und Leitungen und der Erstellung von Straßen und Verkehrsflächen aus geotechnischer Sicht ausgearbeitet. Weiterhin erfolgen erste Angaben zur Gründung der geplanten Wohngebäude.

### 5.2. Kanalverlegung / Verlegung von sonstigen Leitungen

#### 5.2.1. Allgemeines

Gemäß den uns vorliegenden Unterlagen kommen die Kanalleitungen in einer Tiefe von etwa 2,20 bis 2,80 m unter Geländeoberkante zu liegen. Entsprechend binden die Kanalleitungen in den anstehenden Fels / in den anstehenden Kalkstein (Weißer Jura) ein. Ob in diesen Tiefenbereichen mit Grundwasser zu rechnen ist, kann bei der vorliegend erreichten Erkundungstiefe von maximal 1,4 m unter Geländeoberkante nicht sicher ausgeschlossen werden.

#### 5.2.2. Baugruben und Verbauten

Aufgrund des geringen Flurabstandes des Felshorizontes kann der erforderliche Baugrubenaushub frei geböscht erfolgen, wobei im anstehenden gemischtkörnigen Felsersatz bis etwa 0,5 m bis 1,0 m unter GOK nur Böschungsneigungen von maximal 45° zur Horizontalen zulässig bzw. realisierbar sind. Im Bereich des Felsens sind dann nahezu senkrechte Böschungen mit  $\leq 80^\circ$  zur Horizontalen nach DIN 4124 zulässig. Die weiteren Vorgaben in der genannten DIN-Norm sind zu beachten.

Bei den geforderten Aushubtiefen ist zu großen Teilen mit felsartigen Bodenschichten und entsprechend mit erhöhtem Aufwand beim Lösen des Bodens zu rechnen. Bezüglich der Aushubarbeiten bzw. bzgl. des Lösens von Boden / Fels werden hier die Bodenklassen 6 und 7 (leicht bis schwer lösbarer Fels) nach DIN 18300:2012-09 maßgebend. Der Fels wurde dem Homogenbereich X1 zugewiesen.

#### 5.2.3. Wasserhaltung

Ob bei den erforderlichen Gründungstiefen von etwa 2,2 – 2,8 m unter GOK mit Wasserbeeinflussung zu rechnen ist, lässt sich anhand der vorliegenden Aufschlüsse nicht sicher beurteilen. Voraussichtlich ist aber nur untergeordnet von geringumfänglichen Schichtwasserzuflüssen auszugehen. Mit einem geschlossenen Grundwasserspiegel ist nach der vorliegenden Geologie und Topographie (Hanglage des Baugebietes) nicht zu rechnen.

Gegebenenfalls ist auf Kanal- bzw. Baugrubensohle eine offene Wasserhaltung mit Dränkiesschicht ( $d \approx 20$  cm), Pumpensäulen / Pumpenschächten und Pumpen zu installieren und zu betreiben. Das Wasser kann evtl. im felsigen Untergrund auch über eine geeignete Quer- bzw. Längsneigung der Aushubsohle den jeweiligen Pumpensäulen ohne Dränkiesschicht zugeleitet werden.

#### **5.2.4. Gründung Kanal**

Die Gründung der Kanäle und auch der in etwa 1,5 m Tiefe anzuordnenden Wasserleitungen erfolgt gemäß den vorliegenden Aufschlüssen innerhalb der gut bis sehr gut tragfähigen Felsschichten. Entsprechend müssen außer dem statisch erforderlichen Rohraufleger keine weiteren Gründungsmaßnahmen getroffen werden.

### **5.3. Wohnbebauung**

#### **5.3.1. Allgemeines**

Bei der folgenden allgemeinen Beurteilung zur Wohnbebauung wird davon ausgegangen, dass die geplanten Wohnhäuser nicht unterkellert werden und knapp unter der Geländeoberkante gründen. Für unterkellerte Bauwerke müsste die Baugrube mittels Meißelarbeit erstellt bzw. „ausgehoben“ werden, was mit einem erheblichen zeitlichen und materialintensiven wie auch finanziellen Aufwand verbunden wäre und somit aus wirtschaftlichen Gründen vermutlich nicht oder nur vereinzelt ausgeführt wird.

#### **5.3.2. Aushubarbeiten / Wiederverwendung Aushubmaterial**

Werden aufgrund der bereits angesprochenen Hanglage des Baugebietes Erdarbeiten erforderlich, ist bereits ab geringen Abtragungstiefen mit felsartigen Bodenschichten und entsprechend mit erhöhtem Aufwand zu rechnen. Bezüglich des Lösens von Boden wird hier der Homogenbereich X1 bzw. werden hier die früheren Bodenklassen 6 und 7 (leicht bis schwer lösbarer Fels) nach DIN 18300:2012-09 maßgebend.

Die ausgehobenen Böden des Felsersatzes (Homogenbereich B1) – bei ausreichend geringem Feinkornanteil (< 15 %) – und auch die ausgebrochenen, zerkleinerten Felsböden (Homogenbereich X1) können bei entsprechender Körnung (z. B. 0/80 mm) zur Hinterfüllung von Bauwerken generell herangezogen werden, sofern sie ausreichend verdichtbar sind. Grobe Anteile sind auszusortieren oder zu zerkleinern.

#### **5.3.3. Wasserhaltung / Bauwerkstrockenhaltung und Auftriebssicherung**

Grundwasser wurde vorliegend nicht erkundet. Entsprechend ist auch bei einer Einbindung in den Hang nicht mit einem geschlossenen Grundwasserniveau zu rechnen.

Wasserhaltungsmaßnahmen beschränken sich hier somit auf die Ableitung anfallender Oberflächenwässer und evtl. örtlicher Schichtwasserzutritte in den erkundeten, meist nur gering durchlässigen Felsschichten. Insgesamt ist nur ein begrenzter Wasseranfall zu erwarten. Hierfür ist auf Höhe der Aushubsohle eine Dränkiesschicht für offene Wasserhaltungsmaßnahmen mit Pumpenschächten und Pumpen (soweit erforderlich) anzuordnen.

Zum Schutz gegen aufsteigende Feuchte und zur Ableitung evtl. Schichtwässer ist unterhalb von Bodenplatten eine kapillarbrechende Schicht (Kiesschicht; Körnung 8 / 16 mm od. 16 / 32 mm) von etwa  $\geq 20$  cm vorzusehen.

Sofern erhöhte Anforderungen an die Trockenhaltung bestehen bzw. generell bei Einbindung unter GOK, wird der zusätzliche Einbau einer flächigen Drainage mit Drainageleitungen im Gründungsbereich und an den Außenwänden erforderlich. Die Drainageleitungen sind einer geeigneten, jederzeit rückstaufreien Vorflut zuzuleiten oder im Gelände abzuschlagen, was hier bei der allgemeinen Hanglage des Baugebietes ggf. möglich ist.

Die weiteren Maßgaben der DIN 4095, DIN 18533 und weiterer maßgebender Normen bezüglich der Trockenhaltung zum Schutz baulicher Anlagen sind zu beachten; dies gilt hier beispielsweise insbesondere auch für hangsei-



tige Wände, Kabelschächte und sonstige vergleichbare Einrichtungen (z.B. auch Aufzugsunterfahrten), die unter Gelände einbinden.

Werden keine fach- und DIN-gerechten Dränagemaßnahmen vorgesehen, sind in jedem Fall alle unter GOK einbindenden Bauteile wasserdicht und auftriebssicher (max. Schichtwasserspiegel bei GOK) auszubilden.

### 5.3.4. Gründung

Die Gründung ebenerdig gegründeter Häuser kann beispielsweise flächig auf dem anstehenden Felsersatz mit Bodenplatte erfolgen. Alternativ kann die Gründung über Streifenfundamente, die bis zum Felshorizont geführt werden, erfolgen, was vorliegend auch empfohlen wird. Bei Streifenfundamenten bietet es sich an, die ggf. erforderliche Grabenverfüllung bis zum Fels mit Magerbeton auszuführen.

Bzgl. der Dimensionierung der Bodenplatte bzw. der Streifenfundamente sei auf die Tabellen (7) und (8) im Kapitel 4.2 verwiesen.

Die Gründung evtl. unterkellerten Bauwerke kann im Fels z. B. auf der kapillarbrechenden Dränkiesschicht zur Wasserableitung ohne weitere Maßnahmen erfolgen.

## 5.4. Straßenbau und Verkehrsflächen

### 5.4.1. Frostsicherer Straßenaufbau

Ausgehend von einer geländenahe Gradienten der auf dem Baugelände neu geplanten Straßen ist auf Höhe des Planums der Straßen von gering bis mittel frostempfindlichen Kiesböden der Verwitterungszone auszugehen. Diese Böden sind meist der Frostempfindlichkeitsklasse F2 nach ZTVE-StB 17 zuzuordnen, weshalb auch für die weitere Bemessung des Straßenoberbaus von der Frostempfindlichkeitsklasse F2 auszugehen ist.

Der frostsichere Straßenaufbau ist so auszuführen, dass auch während der Frost- und Auftauperioden keine schädlichen Verformungen am Oberbau entstehen. Für die erforderliche Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus sind deshalb die in nachfolgender Tabelle (9) aufgeführten Werte, die gemäß RStO 12 zusammengestellt wurden, zu berücksichtigen.

**Tabelle (9) Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaues**

Frostempfindlichkeit des anstehenden Untergrundes	Ausgangswert für die Bestimmung der Dicke für die Bauklasse <b>Bk0,3</b> [cm]	Zuschlag aufgrund Frosteinwirkung Zone III [cm]	Zuschlag aufgrund Grundwasserverhältnisse [cm]	Abzug aufgrund Entwässerung Fahrbahn [cm]	Gesamtdicke des frostsicheren Straßenaufbaus [cm]
<b>F2</b>	40	+ 15	± 0	± 0	55

Wie Tabelle (9) zu entnehmen ist, wird empfohlen, den frostsicheren Straßenaufbau mit zumindest 55 cm für die Belastungskategorie Bk 0,3 für Wohnwege vorzusehen. Die vorläufige Einstufung der Belastungskategorie der neu geplanten Straßen ist vom Planer zu bestätigen bzw. abschließend festzulegen. Für die Belastungskategorien Bk1,0 bis Bk3,2 ist z. B. ein Zuschlag von weiteren 10 cm erforderlich.

Für den frostsicheren Straßenaufbau im Bereich des Baugebietes „Loh“ wurde ein Zuschlag von 15 cm aufgrund möglicher Frosteinwirkungen (Zone III) berücksichtigt. Wird eine Entwässerung der Fahrbahn sowie der Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen vorgesehen, so kann der frostsichere Oberbau um 5 cm verringert werden. Dies ist vorliegend nicht berücksichtigt.

Als frostsichere Tragschicht können Kiese bzw. Kies-Sand-Gemische der Bodengruppen GW, GI und GE nach DIN 18196 (Feinkornanteil < 5 %) der Frostempfindlichkeitsklasse F1 nach ZTVE-StB 17 verwendet werden. Des Weiteren gelten die Maßgaben der ZTVE-StB 17 bzw. der ZTVSoB-StB 04.

#### **5.4.2. Tragfähigkeit des Planums / Gründung der Verkehrsflächen**

Zusätzlich zur Mächtigkeit des erforderlichen frostsicheren Aufbaus ist im Hinblick auf Verformungen des Oberbaus die Tragfähigkeit des Untergrundes zu beachten. Gemäß ZTVE-StB 17 ist auf dem Planum ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen.

Bei den im Planumbereich überwiegend anstehenden kiesigen Verwitterungsböden (Felsersatz; Homogenbereich B1) kann dieser Wert vermutlich durch eine sachgerechte Nachverdichtung der Aushubsohle erreicht werden.

Andernfalls sind geringer tragfähige Schichten durch Kies / Schotter (Körnung z. B. 0/63 mm; Feinkornanteil < 5 %) auszutauschen. Dies ist vorliegend nur in begrenztem Umfang erforderlich, wenn die Gradienten der neuen Straßen etwa geländegleich angeordnet werden.

Die Wirksamkeit der Nachverdichtung ist mittels statischen Lastplattendruckversuchen zu überprüfen und zu bestätigen. Sollte eine ausreichende Verdichtung nicht erreicht werden können, sind die genannten Teilbodenaustauschmaßnahmen erforderlich.

#### **5.4.3. Verdichtungsanforderungen Frostschuttschicht**

Nach Einbau der Tragschicht des Oberbaus und den anschließenden Verdichtungsmaßnahmen muss unterhalb der Asphaltdecke ein ausreichender Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$  (für Bk0,3) nachgewiesen werden. Zusätzlich ist dabei ein Verhältniswert von  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$  einzuhalten. Wenn der  $E_{v1}$ -Wert bereits 60 % des zuvor genannten  $E_{v2}$ -wertes erreicht, sind auch höhere Verhältniswerte  $E_{v2}/E_{v1}$  zulässig.

## 6. Vorklassifizierung von Bodenaushubmaterial für Verwertung / Entsorgung

### 6.1. Bewertungsgrundlage

#### **Bodenverwertung:**

In Baden-Württemberg gilt seit dem 14.03.2007 die Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial<sup>1</sup> (im Weiteren abgekürzt mit VwV Bodenverwertung). Die Vorschrift gilt für Bodenmaterial, das als Abfall gem. § 3 Abs. 1 Kreislaufwirtschaft und Abfallgesetz (KrW-/Abfg) einzustufen ist.

Maßgebend für die Festlegung der Zuordnungswerte ist das Schutzgut Grundwasser.

Dort werden folgende Zuordnungswerte definiert:

#### **Z 0-Wert: Uneingeschränkter Einbau**

Bei Unterschreiten der Z 0-Werte ist davon auszugehen, dass das Schutzgut Grundwasser nicht beeinträchtigt wird. Bei einem Aushub ist das Material im Allgemeinen uneingeschränkt wieder verwertbar.

Darüber hinaus darf auch Bodenmaterial bis zu den Zuordnungswerten Z0\* verwertet werden, wenn folgende Bedingungen eingehalten sind:

Oberhalb des verfüllten Bodenmaterials wird eine Abdeckung aus Bodenmaterial, das die Vorsorgewerte der BBodSchV einhält, aufgebracht. Diese Abdeckung muss einschließlich der durchwurzelbaren Bodenschicht eine Mindestmächtigkeit von 2 m aufweisen. Nutzungs- und standortspezifisch können im Hinblick auf die durchwurzelbare Bodenschicht i.S. von § 12 BBodSchV weitere Anforderungen (u.a. 70 % der Vorsorgewerte bei landwirtschaftlicher Folgenutzung) festgelegt werden.

Die Sohle der Verfüllung hat einen Mindestabstand zum höchsten Grundwasserstand von 1 m.

Die Verfüllungen liegen außerhalb von Schutzgebieten (u.a. Trinkwasserschutzgebiete, Wasservorranggebiete, Karstgebiete).

#### **Z 1-Wert: Eingeschränkter offener Einbau**

Die Zuordnungswerte Z 1 stellen die Obergrenze für den offenen Wiedereinbau von Aushub unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen dar. Maßgebend für die Festlegung der Werte ist in der Regel das Schutzgut Grundwasser.

Grundsätzlich gelten die Z1.1-Werte. Bei Einhaltung dieser Werte ist selbst unter ungünstigsten hydrogeologischen Voraussetzungen davon auszugehen, dass keine nachteiligen Veränderungen des Grundwassers auftreten.

Bei hydrogeologisch günstigen Standorten gelten die Z 1.2-Werte. Hierzu zählen Standorte, bei denen der Grundwasserleiter durch flächig verbreitete, ausreichend mächtige und homogene natürliche oder künstliche Deckschichten mit geringer Durchlässigkeit und hohem Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen geschützt ist.

#### **Z 2-Wert: Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen**

Die Zuordnungswerte Z2 stellen die Obergrenze für den Wiedereinbau von Aushub mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar. Dadurch soll der Transport von Inhaltstoffen in den Untergrund und das Grundwasser verhindert werden. Maßgebend für die Festlegung der Werte ist das Schutzgut Grundwasser.

---

<sup>1</sup> Umweltministerium Baden-Württemberg, Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial, vom 14.03.2007

**Deponierung:**

Für die Ablagerung auf Deponien sind in Baden-Württemberg die Orientierungswerte für die Deponieklassen 0, I und II aus der Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit<sup>2</sup> (i.W. Feststoffgehalte für organische Parameter) zu beachten, während bundesweit die Zuordnungskriterien des Anhangs 3 der Deponieverordnung<sup>3</sup> (i.W. Eluatwerte für anorganische Parameter), für die Deponieklassen 0 bis III, gelten.

Die Einstufung als gefährlicher Abfall nach dem europäischen Abfallverzeichnis erfolgt in Baden-Württemberg nach der Tabelle 4 und 5 der vorläufigen Vollzugshinweise über die Zuordnung von Abfällen zu Abfallarten aus Spiegeleinträgen<sup>4</sup>.

## 6.2. Untersuchte Proben

Wie Eingangs beschrieben soll eine erste Einschätzung über das zu entsorgende / zu verwertende Aushubmaterial vorgenommen werden.

Zu diesem Zwecke wurden die aus den Schürfen gewonnenen Bodenproben des Deckschichtenmaterials zu Mischproben zusammengeführt.

In Tabelle (10) sind die untersuchten Mischproben aus den jeweils verwendeten Einzelproben aus den Schürfgruben mit dem durchgeführten Analysenumfang aufgeführt.

**Tabelle 10: Zusammenstellung der Mischproben für die chemischen Laboruntersuchungen**

Probenbezeichnung	Verwendete Einzelproben	Labornummer	Analysen
Mischprobe Schurf SG 1 - SG 3	Schurf SG 1 (0,2-0,9 m), SG 2 (0,2-0,6 m) und SG 3 (0,2-0,5 m)	102211/930/01+02	Analysenumfang nach VwV Bodenverwertung plus Ergänzungsparameter DK 0
Mischprobe Schurf SG 4 - SG 6	Schurf SG 4 (0,2-0,6 m), SG 5 (0,2-0,7 m) und SG 6 (0,2-1,1 m)	102211/930/03+04	Ergänzungsparameter DK 0

## 6.3. Untersuchungsergebnisse

In den nachfolgenden Übersichtstabellen (11), (12) und (13) sind die Analyseergebnisse der beiden Bodenmischproben zusammengestellt und den Zuordnungswerten der VwV Bodenverwertung sowie den Zuordnungswerten der Deponieverordnung gegenübergestellt.

<sup>2</sup> Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Handlungshilfe für Entscheidungen über Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen, Stand Mai 2012

<sup>3</sup> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), Deponieverordnung vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert worden ist

<sup>4</sup> Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Vorläufige Vollzugshinweise, Zuordnung von Abfällen zu Abfallarten aus Spiegeleinträgen, Reihe Abfall Heft 69, Stand Februar 2006

Tabelle (11): Übersichtstabelle Ergebnisse mit Zuordnungswerte der "VwV Bodenverwertung"

Labornummer		Proben		Zuordnungswerte			
		Mischprobe Schurf SG1 - SG3 102211/930/01	Mischprobe Schurf SG 4 - SG 6 102211/930/03	Z 0 Lehm/schluff	Z 0*	Z 1.1	Z 1.2
	pH-Wert	8,37	8,74	6,5 – 9,5	6,5 – 9,5	6,5 – 9,5	6 – 12
	Leitfähigkeit µS/cm	106	81,3	250	250	250	1500
	Chlorid mg/l	< 5	< 5	30	30	30	50
	Sulfat mg/l	10,9	< 10	50	50	50	100
	MKW (C10 - C22) mg/kg	< 50	< 50	100	200	300	300
	MKW (C10 – C40) mg/kg	< 50	< 50	100	400	600	600
	EOX mg/kg	< 1	< 1	1	1	1	3
	BTEX mg/kg	n.b.	n.b.	1	1	1	1
	LHKW mg/kg	n.b.	n.b.	1	1	1	1
	PAK <sub>16</sub> nach EPA mg/kg	n.b.	n.b.	3	3	3	9
	Benz(a)pyren mg/kg	n.b.	n.b.	0,3	0,6	0,9	0,9
	PCB <sub>6</sub> mg/kg	n.b.	n.b.	0,05	0,1	0,15	0,15
	Arsen mg/kg	3,7	2,8	15	15	45	45
	µg/l	< 2	< 2	-	14	14	20
	Blei mg/kg	6,2	4,5	70	140	210	210
	µg/l	< 2	< 2	-	40	40	80
	Cadmium mg/kg	0,32	0,29	1,0	1,0	3,0	3,0
	µg/l	< 1	< 1	-	1,5	1,5	3,0
	Chrom, gesamt mg/kg	14,7	14,7	60	120	120	180
	µg/l	< 2	< 2	-	12,5	12,5	25
	Kupfer mg/kg	7,5	5,7	40	80	120	120
	µg/l	2,0	< 2	-	20	20	60
	Nickel mg/kg	17,0	15,0	50	100	150	150
	µg/l	< 2	< 2	-	15	15	20
	Quecksilber mg/kg	< 0,05	< 0,05	0,5	1,0	1,5	1,5
	µg/l	< 0,2	< 0,2	-	0,5	0,5	1
	Thallium mg/kg	< 0,40	< 0,40	1	0,7	2,1	2,1
	µg/l			-	-	-	-
	Zink mg/kg	27,4	21,4	150	300	450	450
	µg/l	< 10	< 10	-	150	150	200
	Cyanid, gesamt mg/kg	< 0,5	< 0,5	-	-	3	3
	µg/l	< 5	< 5	5	5	5	10
	Phenolindex µg/l	< 10	< 10	20	20	20	40

Tabelle (12): Übersichtstabelle Ergebnisse mit Deponieverordnung

Labornummer		Proben		Deponieverordnung DepV. 2009 (mit 2016)			
		Mischprobe Schurf SG1 - SG3 102211/930/02	Mischprobe Schurf SG 4 - SG 6 102211/930/04	DK 0	DK I	DK II	DK III
	pH-Wert	8,37	8,74	5,5-13	5,5-13	5,5-13	4-13
	DOC mg/l	2,2	2,0	≤ 50	≤ 50	≤ 80	≤ 100
	TOC %	1,2	1,2	≤ 1	≤ 1	≤ 3	≤ 6
	Glühverlust (550 °C) %	1,9	1,9	≤ 3	≤ 3	≤ 5	≤ 10
	Extrahierbare lipophile Stoffe Masse-%	< 0,01	< 0,01	≤ 0,1	≤ 0,4	≤ 0,8	≤ 4
	Chlorid mg/l	< 5	< 5	≤ 80	≤ 1500	≤ 1500	≤ 2500
	Sulfat mg/l	10,9	< 10	≤ 100	≤ 2000	≤ 2000	≤ 5000
	Fluorid mg/l	0,1	0,1	≤ 1	≤ 5	≤ 15	≤ 50
	Cyanid, leicht freisetzbar mg/l	< 0,005	< 0,005	≤ 0,01	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1
	Phenolindex mg/l	< 0,01	< 0,01	≤ 0,1	≤ 0,2	≤ 50	≤ 100
	Arsen mg/l	< 0,002	< 0,002	≤ 0,05	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 2,5
	Blei mg/l	< 0,002	< 0,002	≤ 0,05	≤ 0,2	≤ 1	≤ 5
	Cadmium mg/l	< 0,001	< 0,001	≤ 0,004	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,5
	Chrom, gesamt mg/l	< 0,002	< 0,002	≤ 0,05	≤ 0,3	≤ 1	≤ 7
	Kupfer mg/l	0,002	< 0,002	≤ 0,2	≤ 1	≤ 5	≤ 10
	Nickel mg/l	< 0,002	< 0,002	≤ 0,04	≤ 0,2	≤ 1	≤ 4
	Quecksilber mg/l	< 0,0002	< 0,0002	≤ 0,001	≤ 0,005	≤ 0,02	≤ 0,2
	Zink mg/l	< 0,01	< 0,01	≤ 0,4	≤ 2	≤ 5	≤ 20
	Barium mg/l	< 0,1	< 0,1	≤ 2	≤ 5	≤ 10	≤ 30
	Molybdän mg/l	< 0,002	< 0,002	≤ 0,05	≤ 0,3	≤ 1	≤ 3
	Antimon mg/l	< 0,002	< 0,002	≤ 0,006	≤ 0,03	≤ 0,07	≤ 0,5
	Selen mg/l	< 0,002	< 0,002	≤ 0,01	≤ 0,03	≤ 0,05	≤ 0,7
	Gesamtgehalt an gelösten Stoffen mg/l	96,0	< 50	≤ 400	≤ 3000	≤ 6000	≤ 10000

**Tabelle (13): Übersichtstabelle Ergebnisse mit Zuordnungswerte Handlungshilfe organische Schadstoffe auf Deponien BW**

		Proben		Zuordnungswerte Handlungshilfe organische Schadstoffe auf Deponien UM-BW 2012			
Labornummer		Mischprobe Schurf SG1 - SG3 102211/930/02	Mischprobe Schurf SG 4 - SG 6 102211/930/04	DK 0	DK I	DK II	DK III
MKW (C10 – C40)	mg/kg	< 50	< 50	500	4.000	8.000	
BTEX	mg/kg	n.b.	n.b.	6	6	6	
LHKW	mg/kg	n.b.	n.b.	2	5	5	
PAK nach EPA	mg/kg	n.b.	n.b.	30	500	1.000	
PCB	mg/kg	n.b.	n.b.	1	5	10	

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse der beiden Bodenmischproben aus dem untersuchten Deckschichtenmaterial erbrachten keine erhöhten Schadstoffbelastungen.

Das Bodenaushubmaterial kann nach der Verwaltungsvorschrift „Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ des Umweltministeriums Baden-Württemberg als Z 0-Material eingestuft werden und einer Bodenverwertung zugeführt werden.

Für die Z 0-Werte wurden die Zuordnungswerte für Lehm/Schluff herangezogen. Nach der Verwaltungsvorschrift gelten für Bodenmaterial, das nicht bodenartsspezifisch zugeordnet werden kann bzw. das als Gemisch verschiedener Bodenarten bei Baumaßnahmen (z. B. bei kleinräumig wechselnden Bodenarten) oder bei der Bodenbehandlung anfällt, bei Z0 und Z0\* die Feststoff-Zuordnungswerte für Lehm/Schluff und die Eluat-Zuordnungswerte der Tabelle 6-1 (Zuordnungswerte der Verwaltungsvorschrift) sowie ggf. weitere Parameter, auf Grund derer die Behandlung erforderlich wurde.

Bei einer Deponierung des Bodenaushubmaterials kann dieses noch der Deponieklasse DK 0 zugeordnet werden. Es wurde nur für den Parameter TOC eine geringfügige Überschreitung des Zuordnungswertes für die Deponieklasse DK 0 bestimmt. Gemäß der gültigen DepV kann der Parameter „Glühverlust“ gleichwertig zu „TOC“ angewandt werden. Die Zuordnungswerte für die Deponieklasse DK 0 der Deponieverordnung werden hier eingehalten. Eine Zuordnung als DK 0-Material kann demnach erfolgen.

## 7. Schlussbemerkungen

Im vorliegenden Bericht wurden die Ergebnisse der Feld- und Laborarbeiten, die im Bereich der geplanten Erschließung des Baugebietes Loh in Meißstetten durchgeführt wurden, zusammengestellt, dokumentiert und bewertet. Angaben zur Bauwerksgründung, dem Straßenbau und der Kanalverlegung und weitere, geotechnische Gesichtspunkte wurden erarbeitet.

Zum Zeitpunkt der Ausarbeitung dieses Berichtes lagen uns die genannten Arbeitsunterlagen vor. Treten im Rahmen der Ausführungsplanung bzw. bei der Realisierung des Projektes bodenmechanische oder hydrogeologische Detailfragen auf, sind diese mit den Bearbeitern dieses Berichtes zu koordinieren. Dies trifft auch dann zu, wenn bei der Bauausführung nicht auszuschließende Abweichungen der Untergrundverhältnisse zwischen bzw. außerhalb der Aufschlüsse festgestellt werden, was möglich ist, oder nähere Angaben mit geotechnischem Hintergrund zu Bauwerksgründungen etc. erforderlich sind.

Es wird davon ausgegangen, dass die an Planung und Bauausführung beteiligten Ingenieure unter Zugrundelegung der hier aufgezeichneten Daten und Angaben alle erforderlichen Nachweise entsprechend den Regeln der Bautechnik führen.

Für weitere geotechnische Beratungen und/oder Berechnungen im Zuge dieses Projektes stehen wir gerne zur Verfügung.



## **Anlage 1**

# **Übersichtslageplan**



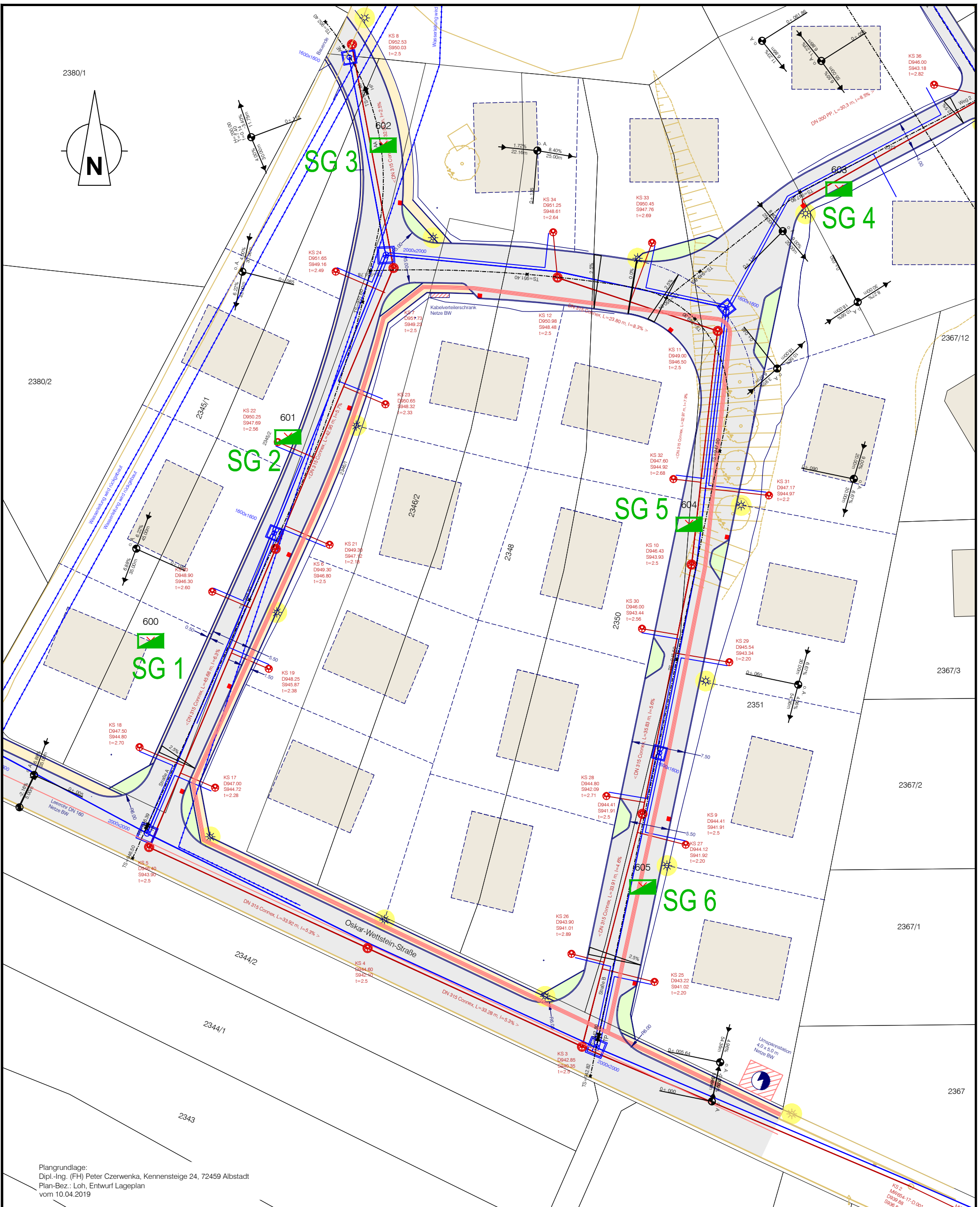
Projekt: Meßstetten ,Baugebiet Loh, Erschließung, 930-1542

Übersichtsplan TK

## **Anlage 2**

# **Lageplan mit Aufschlusspunkten und Aufschlussprofilen, M 1 : 500**





Plangrundlage:  
 Dipl.-Ing. (FH) Peter Czerwenka, Kennensteige 24, 72459 Albstadt  
 Plan-Bez.: Loh, Entwurf Lageplan  
 vom 10.04.2019

Anlage 2

Schürftgruben SG 1 bis SG 6

LEGENDE

- Fahrbahn Asphalt
- Gehweg Asphalt
- Grünfläche
- Straßeneinlauf
- Mischwasserkanal
- Wasserleitung
- Leitungstrasse

Berghof  
 Analytik + Umweltengineering GmbH  
 Ob dem Himmelreich 9, D-72074 Tübingen  
 Tel.: +49 (0)7071/9878-50 Fax.: +49 (0)7071/9878-88  
 www.berghof.com



Kreis: Zollernalbkreis		Stadt/Gemeinde: Meßstetten		
Projekt	Baugebiet Loh, Erschließung Lageplan			
Maßstab	1:500	0m 5m 25m		
Bearbeiter	Gezeichnet	Gefertigt	Geändert	Projektnummer
mo	A.G.	26.04.19		930-1542
Dateiname	Loh Ausbauplanung_Berghof.dwg			
				Layout
				A3_hoch

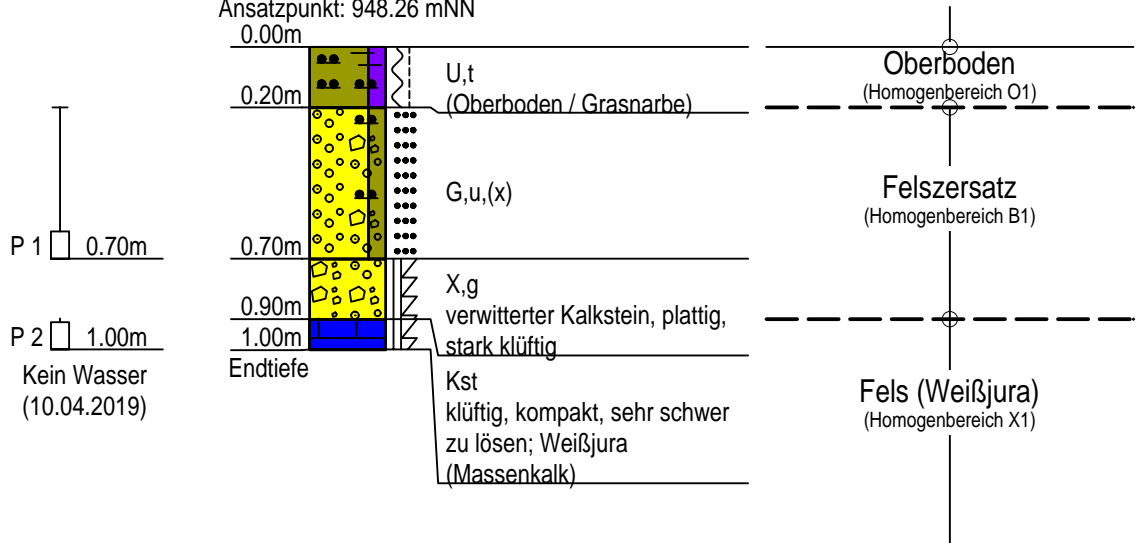
## **Anlage 3**

### **Profile der Schürfe**

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt: Messstetten, Erschließung Loh	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.: B 191233	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage: 3.1	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab: 1: 25	Datum: 10.04.2019
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	Hochwert:

## SG 1

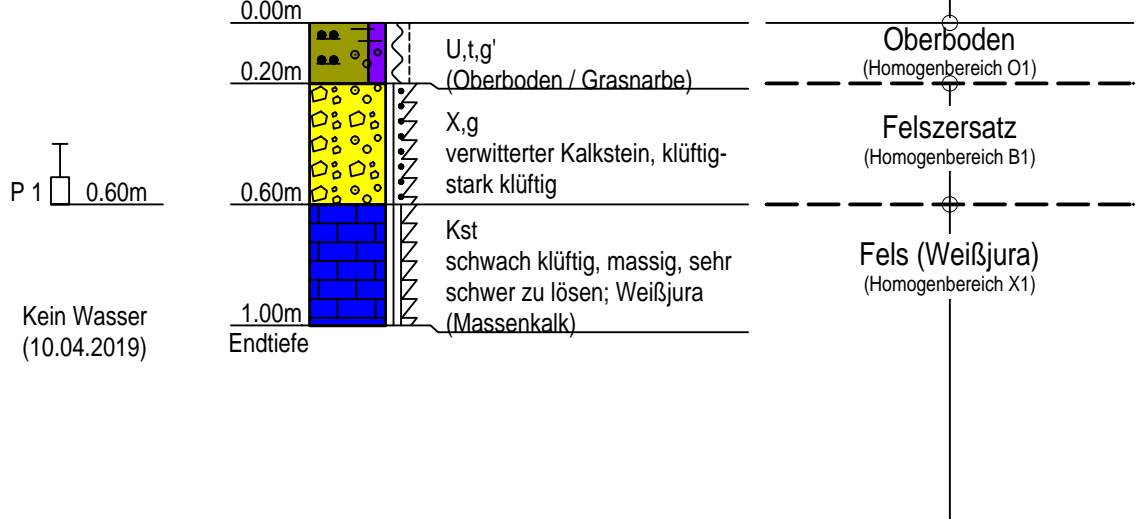
Ansatzpunkt: 948.26 mNN



Crystal Geotechnik GmbH	Projekt: Messstetten, Erschließung Loh	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.: B 191233	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage: 3.2	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab: 1: 25	Datum: 10.04.2019
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	Hochwert:

## SG 2

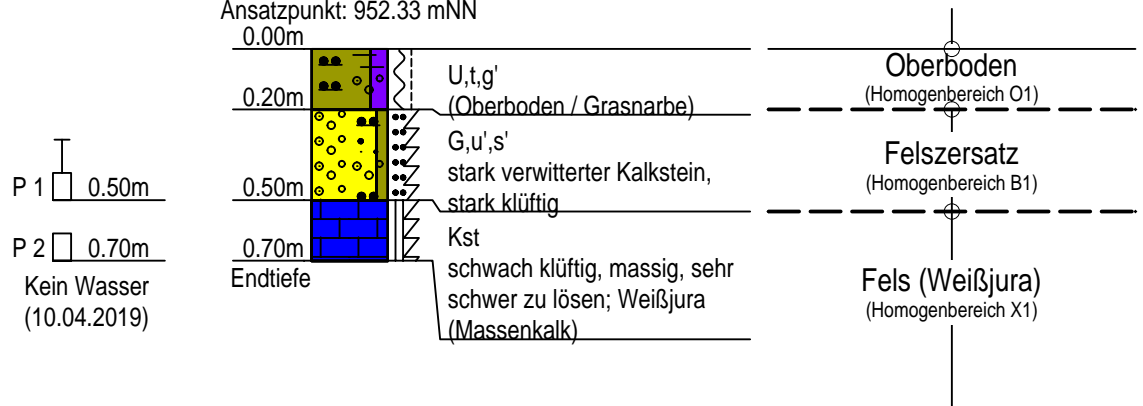
Ansatzpunkt: 950.20 mNN



Crystal Geotechnik GmbH	Projekt: Messstetten, Erschließung Loh	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.: B 191233	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage: 3.3	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab: 1: 25	Datum: 10.04.2019
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	Hochwert:

## SG 3

Ansatzpunkt: 952.33 mNN

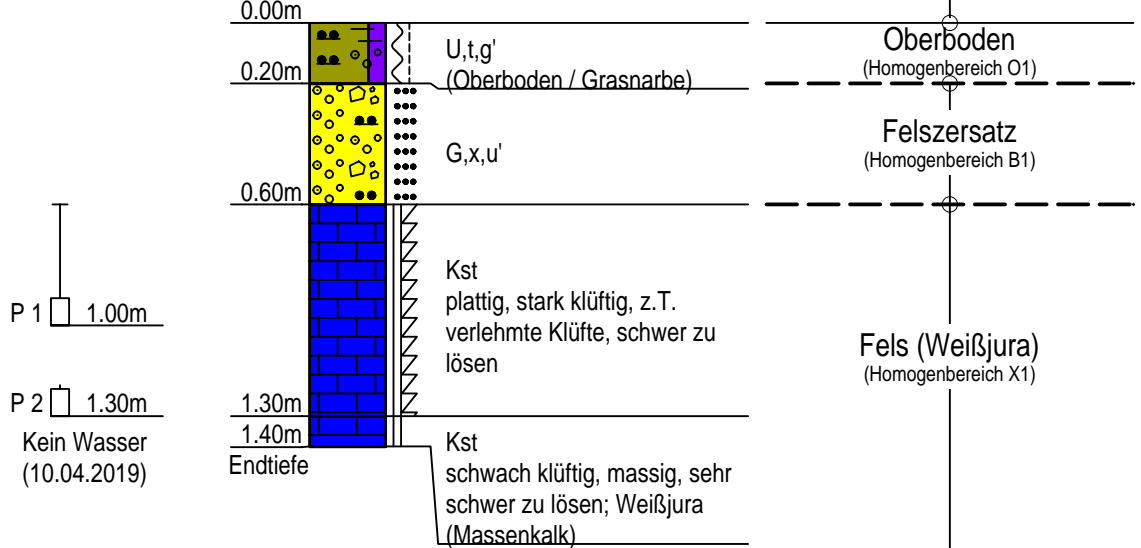




Crystal Geotechnik GmbH	Projekt: Messstetten, Erschließung Loh	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.: B 191233	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage: 3.4	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab: 1: 25	Datum: 10.04.2019
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	Hochwert:

## SG 4

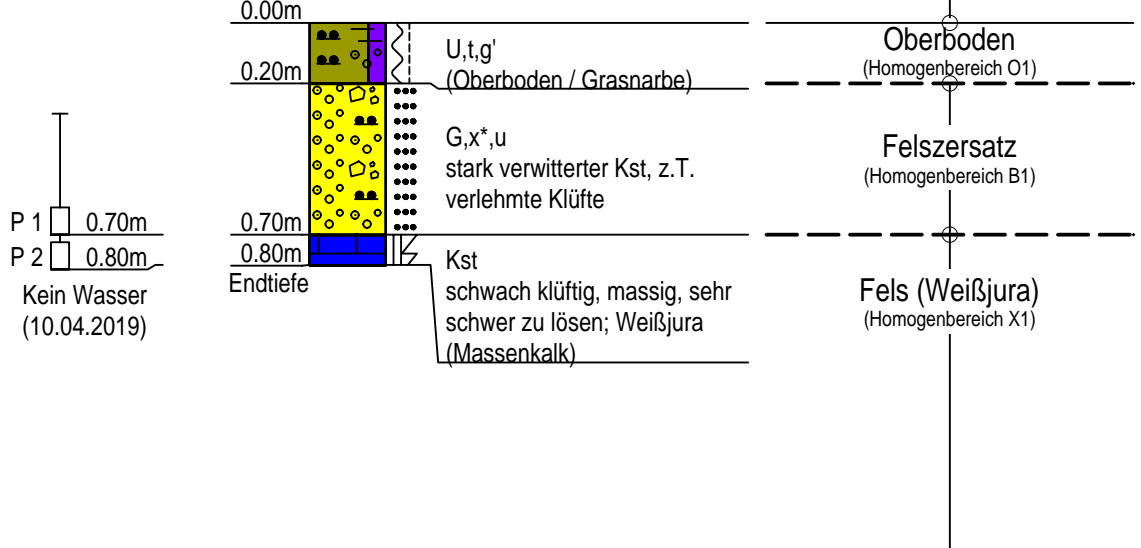
Ansatzpunkt: 946.92 mNN



Crystal Geotechnik GmbH	Projekt: Messstetten, Erschließung Loh	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.: B 191233	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage: 3.5	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab: 1: 25	Datum: 10.04.2019
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	Hochwert:

## SG 5

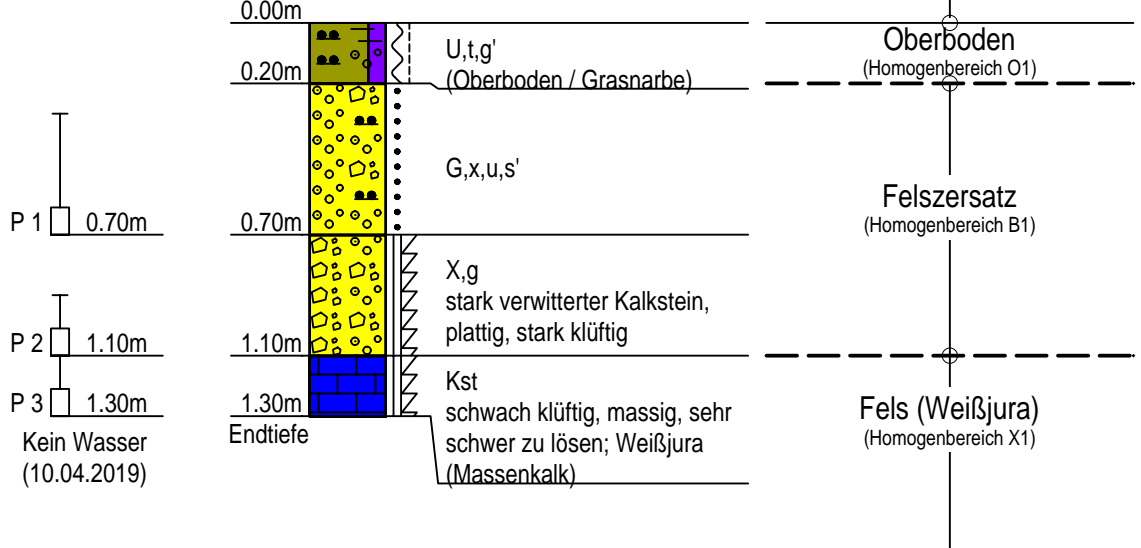
Ansatzpunkt: 946.83 mNN



Crystal Geotechnik GmbH	Projekt: Messstetten, Erschließung Loh	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.: B 191233	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage: 3.5	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab: 1: 25	Datum: 10.04.2019
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	Hochwert:

## SG 6

Ansatzpunkt: 943.62 mNN



## **Anlage 4**

# **Profilprotokolle / Schichtenverzeichnisse**

**Geologie**  
Feldprotokoll nach DIN 22475-1

Datum:	<b>10.04.2019</b>	Projekt:	<b>Erschließung Baugebiet Meßstetten - Loh</b>	Projektnummer	<b>930 1542</b>
Aufschluss:	<b>Schurf SG 1</b>	Lage:	<b>Meßstetten – Oskar-Wettstein-Straße</b>	Aufschluss (Ø):	<b>Baggerschurf</b>
Bearbeiter:	<b>A. Motzer</b>	Höhe:	<b>948,26 m ü.NN</b>	Endteufe	<b>1,0 m</b>

**Schichtenverzeichnis**

Tiefe [m u. GOK]	Bodenart	Strati- graphie	Bodenfarbe	Konsistenz/ Lagerungsdichte	Bodenfeuchte	Bemerkung
0,0 - 0,2	Schluff, tonig		dkl.braun	weich - steif	erdfeucht	Oberboden, Grasnarbe
0,2 – 0,7	Kies, schluffig, steinig		braun	locker – m.dicht	erdfeucht	
0,7 – 0,9	Steine, kiesig		hellbraun	fest	erdfeucht	verwitterter Kalkstein, plattig, stark klüftig
0,9 – 1,0	Kalkstein	W-Jura	hellbraun	fest	erdfeucht	klüftig, kompakt, sehr schwer zu lösen; Weißjura (Massenkalk)

Probenahme Boden [m u. GOK]	Grundwasser	Bodenluft	Messstellenausbau
0,2 – 0,7 m	kein Wasserzutritt festgestellt		
0,9 – 1,0 m			

Ort: Tübingen	Datum: 10.04.19	Unterschrift:
---------------	-----------------	---------------





**Geologie**  
Feldprotokoll nach DIN 22475-1

Datum:	<b>10.04.2019</b>	Projekt:	<b>Erschließung Baugebiet Meßstetten - Loh</b>	Projektnummer	<b>930 1542</b>
Aufschluss:	<b>Schurf SG 3</b>	Lage:	<b>Meßstetten – Oskar-Wettstein-Straße</b>	Aufschluss (Ø):	<b>Baggerschurf</b>
Bearbeiter:	<b>A. Motzer</b>	Höhe:	<b>952,33 m ü.NN</b>	Endteufe	<b>0,7 m</b>

**Schichtenverzeichnis**

Tiefe [m u. GOK]	Bodenart	Strati- graphie	Bodenfarbe	Konsistenz/ Lagerungsdichte	Bodenfeuchte	Bemerkung
0,0 – 0,2	Schluff, tonig, schwach kiesig		dkl.braun	weich - steif	erdfeucht	Oberboden, Grasnarbe
0,2 – 0,5	Kies, steinig, schwach schluffig		hellbraun	mitteldicht	erdfeucht	stark verwitterter Kalkstein, stark klüftig
0,5 – 0,7	Kalkstein	W-Jura	hellbraun	fest	erdfeucht	schwach klüftig, massig, sehr schwer zu lösen; Weißjura (Massenkalk)

Probenahme Boden [m u. GOK]	Grundwasser	Bodenluft	Messstellenausbau
0,3 – 0,5 m	kein Wasserzutritt festgestellt		
0,7 m			

Ort: Tübingen	Datum: 10.04.19	Unterschrift:
---------------	-----------------	---------------



**Geologie**  
Feldprotokoll nach DIN 22475-1

Datum:	<b>10.04.2019</b>	Projekt:	<b>Erschließung Baugebiet Meßstetten - Loh</b>	Projektnummer	<b>930 1542</b>
Aufschluss:	<b>Schurf SG 4</b>	Lage:	<b>Meßstetten – Oskar-Wettstein-Straße</b>	Aufschluss (Ø):	<b>Baggerschurf</b>
Bearbeiter:	<b>A. Motzer</b>	Höhe:	<b>946,92 m ü.NN</b>	Endteufe	<b>1,3 m</b>

**Schichtenverzeichnis**

Tiefe [m u. GOK]	Bodenart	Strati- graphie	Bodenfarbe	Konsistenz/ Lagerungsdichte	Bodenfeuchte	Bemerkung
0,0 – 0,2	Schluff, tonig, schwach kiesig		dkl.braun	weich - steif	erdfeucht	Oberboden, Grasnarbe
0,2 – 0,6	Kies, steinig, schwach schluffig		braun	locker – m.dicht	erdfeucht	
0,6 – 1,3	Steine, kiesig, schw. schluffig		hellbraun	m.dicht	erdfeucht	Kalkstein plattig, stark klüftig, z.T. verlehnte Klüfte, schwer zu lösen
ab 1,3 m	Kalkstein	W-Jura	hellbraun	fest	erdfeucht	schwach klüftig, massig, sehr schwer zu lösen; Weißjura (Massenkalk)

Probenahme Boden [m u. GOK]	Grundwasser	Bodenluft	Messstellenausbau
0,6 – 1,0 m	kein Wasserzutritt festgestellt		
1,2 – 1,3 m			

Ort: Tübingen	Datum: 10.04.19	Unterschrift:
---------------	-----------------	---------------





**Geologie**  
Feldprotokoll nach DIN 22475-1

Datum:	<b>10.04.2019</b>	Projekt:	<b>Erschließung Baugebiet Meßstetten - Loh</b>	Projektnummer	<b>930 1542</b>
Aufschluss:	<b>Schurf SG 5</b>	Lage:	<b>Meßstetten – Oskar-Wettstein-Straße</b>	Aufschluss (Ø):	<b>Baggerschurf</b>
Bearbeiter:	<b>A. Motzer</b>	Höhe:	<b>946,83 m ü.NN</b>	Endteufe	<b>0,8 m</b>

**Schichtenverzeichnis**

Tiefe [m u. GOK]	Bodenart	Strati- graphie	Bodenfarbe	Konsistenz/ Lagerungsdichte	Bodenfeuchte	Bemerkung
0,0 – 0,2	Schluff, tonig, schwach kiesig		dkl.braun	weich - steif	erdfeucht	Oberboden, Grasnarbe
0,2 – 0,7	Kies, steinig, schluffig		braun-hellbraun	locker – m.dicht	erdfeucht	stark verwitterter Kalkstein, z.T. verlehnte Klüfte
0,7 – 0,8	Kalkstein	W-Jura	hellbraun	fest	erdfeucht	schwach klüftig, massig, sehr schwer zu lösen; Weißjura (Massenkalk)

Probenahme Boden [m u. GOK]	Grundwasser	Bodenluft	Messstellenausbau
0,3 – 0,7 m	kein Wasserzutritt festgestellt		
0,7 – 0,8 m			

Ort: Tübingen	Datum: 10.04.19	Unterschrift:
---------------	-----------------	---------------



**Geologie**  
Feldprotokoll nach DIN 22475-1

Datum:	<b>10.04.2019</b>	Projekt:	<b>Erschließung Baugebiet Meßstetten - Loh</b>	Projektnummer	<b>930 1542</b>
Aufschluss:	<b>Schurf SG 6</b>	Lage:	<b>Meßstetten – Oskar-Wettstein-Straße</b>	Aufschluss (Ø):	<b>Baggerschurf</b>
Bearbeiter:	<b>A. Motzer</b>	Höhe:	<b>943,62 m ü.NN</b>	Endteufe	<b>1,3 m</b>

**Schichtenverzeichnis**

Tiefe [m u. GOK]	Bodenart	Strati- graphie	Bodenfarbe	Konsistenz/ Lagerungsdichte	Bodenfeuchte	Bemerkung
0,0 – 0,2	Schluff, tonig, schwach kiesig		dkl.braun	weich - steif	erdfeucht	Oberboden, Grasnarbe
0,2 – 0,7	Steine, kiesig		hellbraun	locker – m.dicht	erdfeucht	
0,7 – 1,1	Steine, kiesig		hellbraun	fest	erdfeucht	stark verwitterter Kalkstein, plattig, stark klüftig
1,1 – 1,3	Kalkstein	W-Jura	hellbraun	fest	erdfeucht	schwach klüftig, massig, sehr schwer zu lösen; Weißjura (Massenkalk)

Probenahme Boden [m u. GOK]	Grundwasser	Bodenluft	Messstellenausbau
0,3 – 0,7 m	kein Wasserzutritt festgestellt		
0,9 – 1,1 m			
1,1 – 1,3 m			

Ort: Tübingen	Datum: 10.04.19	Unterschrift:
---------------	-----------------	---------------



## **Anlage 5**

# **Laborprotokolle zur Baugrundbeurteilung**

Projekt: Meßstetten, Bebauungsplan Loh	Auftraggeber: Gemeinde Meßstetten
--	-----------------------------------

Projekt-Nr.: B191233	Probenehmer: Berghof	Probenahme: 10.04.2019	Probeneingang: 25.04.2019	Bearbeiter: RA/PS
----------------------	----------------------	------------------------	---------------------------	-------------------

Entnahmestelle Probenart Entnahmetiefe	Probenbezeichnung	Bodenart/-farbe nach DIN EN ISO 14688-1/-2:2011-06	Kurzzeichen nach DIN 4023  Bodengruppe nach DIN 18196  Bemerkungen	Wassergehalt	Kornverteilung in M-%					Zustandsgrenzen				Feuchtdichte $\rho$ / Trockendichte $\rho_d$	Einax Druckfestigkeit $q_{11}$ / vert. Stauchung $\epsilon_v$
					$\phi < 0.002$ mm	$\phi 0.002 - 0.063$ mm	$\phi 0.063 - 2$ mm	$\phi 2 - 63$ mm	$\phi > 63$ mm	Wasserg. $\phi < 0.4$ mm	Fließgrenze $w_L$	Ausrollgrenze $w_P$	Plastizität $I_p$		
				[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[g/cm <sup>3</sup> ]	[kPa]/[%]
SG 1 EP 0,30 - 0,70	B191233- SG1- 0,70m	Kies, schluffig  dunkles gelbliches braun	G,u  GU		1,6	10,3	4,0	84,1	0,0						
SG 3 EP 0,30 - 0,5	B191233- SG3- 0,50m	Kies, schwach schluffig, schwach sandig  helles grau	G,u',s'  GU			9,7	5,0	85,3	0,0						
SG 4 EP 0,60 - 1,00	B191233- SG4- 1,00m	Kalkstein  helles grau	Kst												
SG 5 EP 0,30 - 0,70	B191233- SG5- 0,70m	Kies, stark steinig, schluffig  dunkles gelbliches braun	G,x*,u  GU		0,5	12,7	4,2	49,1	33,5						
SG 6 EP 0,30 - 0,70	B191233- SG6- 0,70m	Kies, steinig, schluffig, schwach sandig  dunkles gelbliches braun	G,x,u,s'  GU		2,7	10,8	9,2	57,1	20,2						
SG 6 EP 1,10 - 1,30	B191233- SG6- 1,30m	Kalkstein  helles grau	Kst	2,5									2,607 2,544		

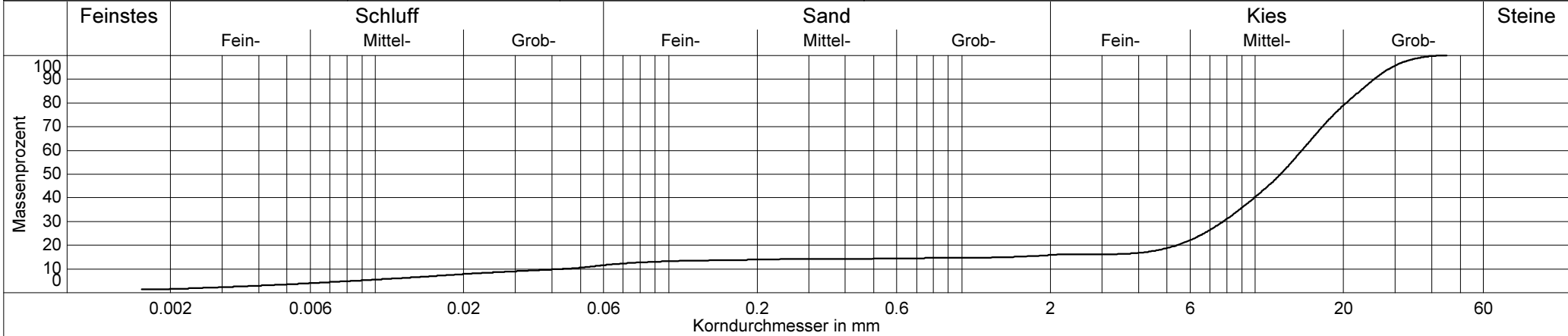
Crystal Geotechnik GmbH  
 Beratende Ingenieure und Geologen  
 Hofstattstraße 28, 86919 Utting  
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44  
 Mail: utting@crystal-geotechnik.de



# Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4

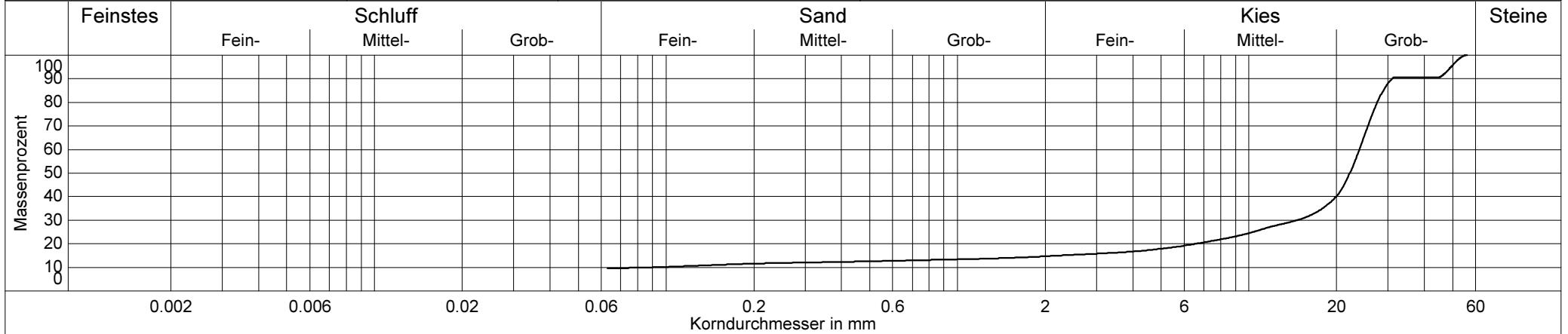
Projekt: Meßstetten, Bbauungsplan Loh  
 Projektnr.: B 191233  
 Datum: 25.04.2019  
 Anlage: 5.2  
 Auftraggeber: Gemeinde Meßstetten



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B191233-SG1-0,70m
Entnahmestelle	SG 1
Entnahmetiefe	0,30 - 0,70 m
Bodenart	G,u
Bodengruppe	GU
KornfraktionenT/U/S/G	1.6/10.3/4.0/84.1 %
Ungleichförmigkeitsgrad	333.8
Krümmungszahl	96.8
Anteil < 0.063 mm	11.9 %
d10 / d60	0.043/14.421 mm
kf nach Hazen	- (Cu > 5 )
kf nach Beyer	- (Cu > 30 )
kf nach Kaubisch	1.1E-05 m/s
kf nach Seiler	-
d25	6.680 mm
Korndichte geschätzt:	2,65 g/cm³
Frostempfindlichkeitsklasse	F2

Crystal Geotechnik GmbH	 Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Meßstetten, Bbauungsplan Loh
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 191233
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 25.04.2019
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 5.3
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: Gemeinde Meßstetten



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B191233-SG3-0,50m
Entnahmestelle	SG 3
Entnahmetiefe	0,30 - 0,50 m
Bodenart	G,u',s'
Bodengruppe	GU
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/9.7/5.0/85.3 %
Ungleichförmigkeitsgrad	270.4
Krümmungszahl	100.9
Anteil < 0.063 mm	9.7 %
d10 / d60	0.088/23.917 mm
kf nach Hazen	- (Cu > 5 )
kf nach Beyer	- (Cu > 30 )
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Seiler	-
d25	10.323 mm
Korndichte geschätzt:	2,65 g/cm³
Frostempfindlichkeitsklasse	F2

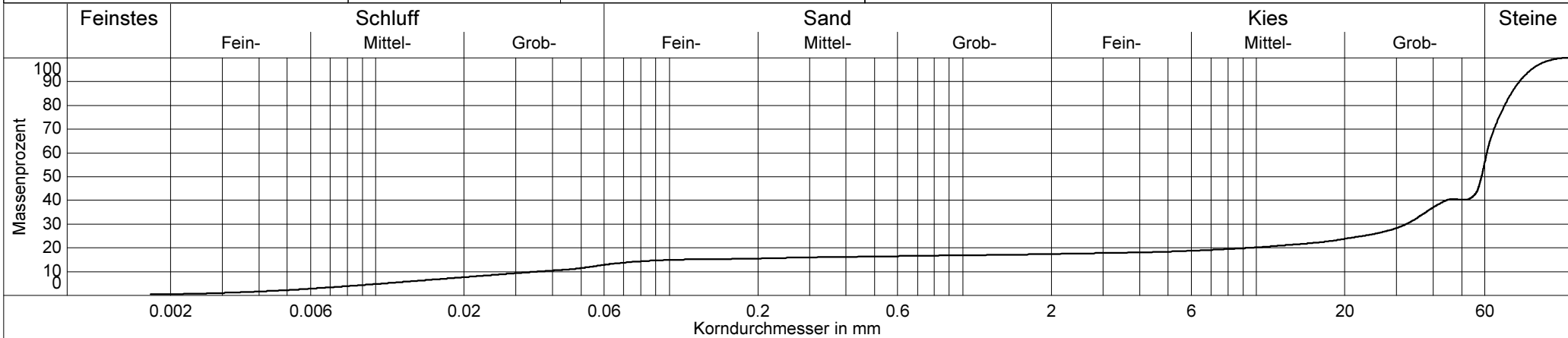
Crystal Geotechnik GmbH  
 Beratende Ingenieure und Geologen  
 Hofstattstraße 28, 86919 Utting  
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44  
 Mail: utting@crystal-geotechnik.de



# Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Projekt: Meßstetten, Bebauungsplan Loh  
 Projektnr.: B 191233  
 Datum: 25.04.2019  
 Anlage: 5.4  
 Auftraggeber: Gemeinde Meßstetten



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B191233-SG5-0,70m
Entnahmestelle	SG 5
Entnahmetiefe	0,30 - 0,70 m
Bodenart	G, $\bar{x}$ , u
Bodengruppe	GU
Kornfraktionen T/U/S/G	0.5/12.7/4.2/49.1/33.5 %
Ungleichförmigkeitsgrad	1727.8
Krümmungszahl	486.8
Anteil < 0.063 mm	13.2 %
d <sub>10</sub> / d <sub>60</sub>	0.035/60.953 mm
k <sub>f</sub> nach Hazen	- (Cu > 5 )
k <sub>f</sub> nach Beyer	- (Cu > 30 )
k <sub>f</sub> nach Kaubisch	8.1E-06 m/s
k <sub>f</sub> nach Seiler	-
d <sub>25</sub>	22.905 mm
Korndichte geschätzt:	2,65 g/cm <sup>3</sup>
Frostempfindlichkeitsklasse	F2

Crystal Geotechnik GmbH  
 Beratende Ingenieure und Geologen  
 Hofstattstraße 28, 86919 Utting  
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44  
 Mail: utting@crystal-geotechnik.de



# Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4

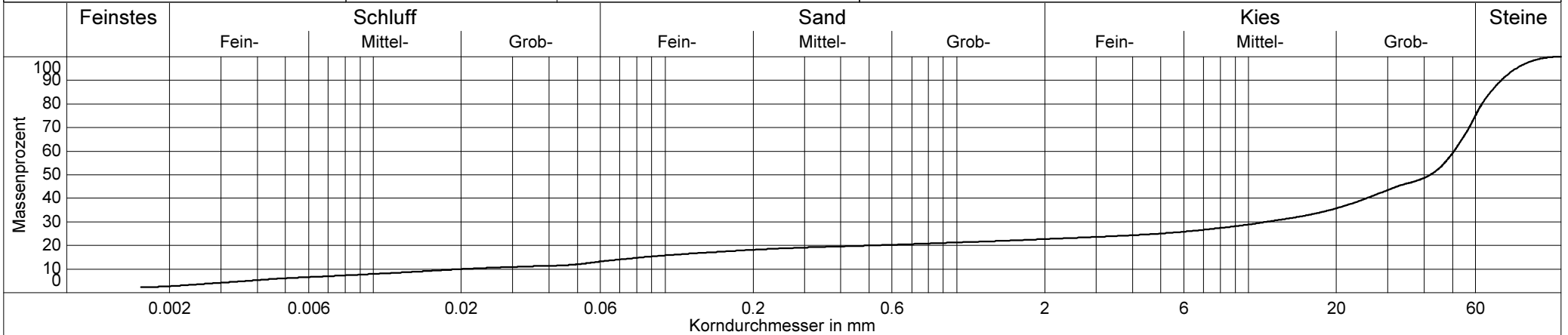
Projekt: Meßstetten, Bebauungsplan Loh

Projektnr.: B 191233

Datum: 25.04.2019

Anlage: 5.5

Auftraggeber: Gemeinde Meßstetten



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B191233-SG6-0,70m
Entnahmestelle	SG 6
Entnahmetiefe	0,30 - 0,70 m
Bodenart	G,x,u,s'
Bodengruppe	GU
KornfraktionenT/U/S/G	2.7/10.8/9.2/57.1/20.2 %
Ungleichförmigkeitsgrad	2537.0
Krümmungszahl	130.9
Anteil < 0.063 mm	13.5 %
d10 / d60	0.020/50.591 mm
kf nach Hazen	- (Cu > 5 )
kf nach Beyer	- (Cu > 30 )
kf nach Kaubisch	7.6E-06 m/s
kf nach Seiler	-
d25	4.904 mm
Korndichte geschätzt:	2,65 g/cm³
Frostempfindlichkeitsklasse	F2



# Dichtebestimmung

## mittels Tauchwägeverfahrens LT

nach DIN EN ISO Teil 2: 2015-03

**Projekt:** **Meßstetten, Bebauungsplan Loh**

**Projektnummer:** **B 191233** **Entnahme durch:** **Berghof**

**Bodenart:** **Kalkstein** **Entnahme am:** **10.04.19**

**Entnahmestelle:** **SG 6** **Probeneingang:** **25.04.19**

**Entnahmetiefe:** **1,10 - 1,30 m** **Ausgeführt durch:** **PS**

**Auftraggeber:** **Gemeinde Meßstetten** **Ausgeführt am:** **08.05.19**

Probenbezeichnung			B191233-SG6-1,30m	
Masse Probe wassergesättigt	m	[g]	409,94	
Masse Probe unter Wasser	m <sub>uw</sub>	[g]	252,91	
Temperatur vom Wasser	T	[°C]	17,10	
Dichte vom Wasser bei T	ρ <sub>w</sub>	[g/cm <sup>3</sup> ]	0,99878	
Volumen der Probe	V=(m <sub>d</sub> -m <sub>uw</sub> )/r <sub>w</sub>	[cm <sup>3</sup> ]	157,22	
<b>Feuchtdichte</b>	<b>ρ = m / V</b>	<b>[g/cm<sup>3</sup>]</b>	<b>2,607</b>	
Behälter Nr.			464	
Feuchte Probe + Behälter	m <sub>2</sub> + m <sub>Bl</sub>	[g]	418,76	
Trockene Probe + Behälter	m <sub>3</sub> + m <sub>Bl</sub>	[g]	408,82	
Behälter	m <sub>Bl</sub>	[g]	9,32	
Wasser	m <sub>w</sub> = m <sub>2</sub> - m <sub>3</sub>	[g]	9,94	
Trockene Probe	m <sub>d</sub>	[g]	399,50	
<b>Wassergehalt</b>	<b>w = m<sub>w</sub> / m<sub>d</sub></b>	<b>[%]</b>	2,5	
<b>Trockendichte</b>	<b>ρ<sub>d</sub> = ρ / 1 + w</b>	<b>[g/cm<sup>3</sup>]</b>	<b>2,544</b>	

Projektleiter: Raphael Schneider

### Crystal Geotechnik GmbH

Beratende Ingenieure und Geologen

Hofstattstr.28 86919 Utting

Tel. 08806/95894-0 [www.crystal-geotechnik.de](http://www.crystal-geotechnik.de)

## **Anlage 6**

# **Laborprotokolle chemische Analysen**

# Prüfbericht

**00102211-01\_(AC)****08.05.2019**Berghof Analytik + Umweltengineering GmbH  
Dresdner Straße 181a • D-09131 ChemnitzBerghof Analytik + Umweltengineering GmbH  
Herr Andreas Motzer  
Ob dem Himmelreich 9  
72074 Tübingen

Nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

**Auftragsdaten**

Betreff: Meßstetten, Loh (930-1542)

Eingangsdatum: 15.04.2019

Bearbeitungszeitraum: 15.04.2019 - 07.05.2019

Probennehmer: AG Herr Motzer

**Mischprobe Schurf SG 1-SG 3****Boden**

102211/930/01

**Grenz-/ Anforderungswert**

Parameter	Einheit	Ergebnis	Methode
<b>VwV Boden Baden-Württemberg</b>			
Farbe	-	hellbraun	- *
Trockenrückstand (105 °C)	% OS	91,6	DIN EN 14346 2007-03
Bodenart	-	Lehm Schluff	Bodenkundliche Kartieranleitg. 1994
Kohlenwasserstoffe, C10-C40	mg/kg TS	< 50	DIN EN 14039 2005-01
Kohlenwasserstoffe, C10-C22	mg/kg TS	< 50	DIN EN 14039 2005-01
EOX (extr.organ.geb.Halog.)	mg/kg TS	< 1	DIN 38414-17 (S 17) 2017-01
Königswasseraufschluss	-	x	DIN EN 13657 2003-01
Arsen	mg/kg TS	3,7	DIN EN ISO 17294-2 2005-02
Blei	mg/kg TS	6,2	DIN EN ISO 17294-2 2005-02
Cadmium	mg/kg TS	0,32	DIN EN ISO 17294-2 2005-02
Chrom, gesamt	mg/kg TS	14,7	DIN EN ISO 17294-2 2005-02
Kupfer	mg/kg TS	7,5	DIN EN ISO 17294-2 2005-02
Nickel	mg/kg TS	17,0	DIN EN ISO 17294-2 2005-02
Quecksilber	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN ISO 12846 2012-08
Thallium	mg/kg TS	< 0,40	DIN EN ISO 17294-2 2005-02
Zink	mg/kg TS	27,4	DIN EN ISO 17294-2 2005-02
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	< 0,5	DIN EN ISO 14403 (D 6) 2002-07



Berghof Analytik + Umweltengineering GmbH  
Dresdner Straße 181a  
09131 Chemnitz  
Deutschland  
Tel. +49 371 334356-0  
Fax +49 371 334356-10  
analytik.chemnitz@berghof.com  
www.berghof-analytik.com

**PAK (EPA)**

Naphthalin	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Acenaphthylen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Acenaphthen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Fluoren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Phenanthren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Fluoranthen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Chrysen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Summe	mg/kg TS	n.b.	berechnet

**BTEX-Aromaten**

Benzol	mg/kg TS	< 0,05	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
Toluol	mg/kg TS	< 0,05	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
Ethylbenzol	mg/kg TS	< 0,05	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
m/p-Xylol	mg/kg TS	< 0,1	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
o-Xylol	mg/kg TS	< 0,05	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
Summe	mg/kg TS	n.b.	berechnet

**LHKW**

cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,01	DIN EN ISO 10301 (F 4) 1997-08
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,01	DIN EN ISO 10301 (F 4) 1997-08
Trichlormethan	mg/kg TS	< 0,01	DIN EN ISO 10301 (F 4) 1997-08
Tetrachlormethan (Tetra)	mg/kg TS	< 0,01	DIN EN ISO 10301 (F 4) 1997-08
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	< 0,01	DIN EN ISO 10301 (F 4) 1997-08
Trichlorethen (Tri)	mg/kg TS	< 0,01	DIN EN ISO 10301 (F 4) 1997-08
Tetrachlorethen (Per)	mg/kg TS	< 0,01	DIN EN ISO 10301 (F 4) 1997-08
Summe	mg/kg TS	n.b.	berechnet

**PCB 7 gemäß DepV Anh. 4**

PCB 28	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 52	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 101	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 118	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 138	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 153	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 180	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
Summe	mg/kg TS	n.b.	berechnet

Eluatherstellung	-	x	DIN EN 12457-4 2003-01
Farbe, qualitativ	-	farblos	- *
Geruch, qualitativ	-	ohne	DIN EN 1622 (B 3) Anh. C 2006-10
pH-Wert / bei 20°C	-	8,37	DIN 38404-5 (C 5) 2009-07
elektr. Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	106	DIN EN 27888 (C8) 1993-11
Chlorid	mg/L	< 5,00	DIN EN ISO 10304-1 (D 20) 2009-07
Sulfat	mg/L	10,9	DIN EN ISO 10304-1 (D 20) 2009-07
Cyanid, gesamt	µg/L	< 5,00	DIN EN ISO 14403 (D 6) 2002-07
Phenolindex	µg/L	< 10,0	DIN EN ISO 14402 (H 37) 1999-12
Arsen	µg/L	< 2,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Blei	µg/L	< 2,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Cadmium	µg/L	< 1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Chrom, gesamt	µg/L	< 2,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Kupfer	µg/L	2,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Nickel	µg/L	< 2,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Quecksilber	µg/L	< 0,200	DIN EN ISO 12846 2012-08
Zink	µg/L	< 10	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02

Mischprobe Schurf SG 1- SG 3 entspricht /01			Boden
102211/930/02		Grenz-/ Anforderungswert	
Parameter	Einheit	Ergebnis	Methode
<b>DepV Deponieklasse 0</b>			
Probenvorbereitung	-	x	DIN 19747 2009-07
Trockenrückstand (105 °C)	% OS	91,6	DIN EN 14346 2007-03
Glühverlust (550 °C)	% TS	1,9	DIN EN 15169 2007-05
TOC (ges. org. Kohlenstoff)	% TS	1,2	DIN EN 13137 2001-12
<b>BTEX-Aromaten (Umfang DepV)</b>			
Benzol	mg/kg TS	< 0,05	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
Toluol	mg/kg TS	< 0,05	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
Ethylbenzol	mg/kg TS	< 0,05	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
m/p-Xylol	mg/kg TS	< 0,1	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
o-Xylol	mg/kg TS	< 0,05	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
Styrol	mg/kg TS	< 0,05	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
iso-Propylbenzol	mg/kg TS	< 0,05	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
Summe	mg/kg TS	n.b.	berechnet
<b>PCB 7 gemäß DepV Anh. 4</b>			
PCB 28	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 52	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 101	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 118	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 138	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 153	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 180	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
Summe	mg/kg TS	n.b.	berechnet
Kohlenwasserstoffe, C10-C40	mg/kg TS	< 50	DIN EN 14039 2005-01
<b>PAK (EPA)</b>			
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Acenaphthylen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Acenaphthen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Fluoren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Phenanthren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Chrysen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Summe	mg/kg TS	n.b.	berechnet
extrahierbare lipophile Stoffe	% OS	< 0,01	LAGA-Richtlinie KW/04 2009-12-15

Eluatherstellung	-	x	DIN EN 12457-4 2003-01
pH-Wert / bei 20°C	-	8,37	DIN 38404-5 (C 5) 2009-07
DOC (gel. organ. Kohlenstoff)	mg/L	2,2	DIN EN 1484 (H 3) 1997-08
Phenolindex	mg/L	< 0,01	DIN EN ISO 14402 (H 37) 1999-12
Arsen	mg/L	< 0,002	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Blei	mg/L	< 0,002	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Cadmium	mg/L	< 0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Kupfer	mg/L	0,002	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Nickel	mg/L	< 0,002	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Quecksilber	mg/L	< 0,0002	DIN EN ISO 12846 2012-08
Zink	mg/L	< 0,01	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Chlorid	mg/L	< 5,00	DIN EN ISO 10304-1 (D 20) 2009-07
Sulfat	mg/L	10,9	DIN EN ISO 10304-1 (D 20) 2009-07
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/L	< 0,005	DIN EN ISO 14403-1 (D 2) 2012-10
Fluorid	mg/L	0,1	DIN EN ISO 10304-1 (D 20) 2009-07
Barium	mg/L	< 0,1	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Chrom, gesamt	mg/L	< 0,002	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Molybdaen	mg/L	< 0,002	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Antimon	mg/L	< 0,002	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Selen	mg/L	< 0,002	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Gesamtgehalt an gelösten Stoffen	mg/L	96,0	DIN 38409-H 1-2 (H 1) 1987-01
elektr. Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	106	DIN EN 27888 (C8) 1993-11

<b>Mischprobe Schurf SG 4-SG 6</b>	<b>Boden</b>
102211/930/03	<b>Grenz-/ Anforderungswert</b>

Parameter	Einheit	Ergebnis	Methode
-----------	---------	----------	---------

**VwV Boden Baden-Württemberg**

Farbe	-	hellbraun	- *
Trockenrückstand (105 °C)	% OS	93,5	DIN EN 14346 2007-03
Bodenart	-	Lehm Schluff	Bodenkundliche Kartieranleitg. 1994
Kohlenwasserstoffe, C10-C40	mg/kg TS	< 50	DIN EN 14039 2005-01
Kohlenwasserstoffe, C10-C22	mg/kg TS	< 50	DIN EN 14039 2005-01
EOX (extr.organ.geb.Halog.)	mg/kg TS	< 1	DIN 38414-17 (S 17) 2017-01
Königswasseraufschluss	-	x	DIN EN 13657 2003-01
Arsen	mg/kg TS	2,8	DIN EN ISO 17294-2 2005-02
Blei	mg/kg TS	4,5	DIN EN ISO 17294-2 2005-02
Cadmium	mg/kg TS	0,29	DIN EN ISO 17294-2 2005-02
Chrom, gesamt	mg/kg TS	14,7	DIN EN ISO 17294-2 2005-02
Kupfer	mg/kg TS	5,7	DIN EN ISO 17294-2 2005-02
Nickel	mg/kg TS	15,0	DIN EN ISO 17294-2 2005-02
Quecksilber	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN ISO 12846 2012-08
Thallium	mg/kg TS	< 0,40	DIN EN ISO 17294-2 2005-02
Zink	mg/kg TS	21,4	DIN EN ISO 17294-2 2005-02
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	< 0,5	DIN EN ISO 14403 (D 6) 2002-07

**PAK (EPA)**

Naphthalin	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Acenaphthylen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Acenaphthen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Fluoren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Phenanthren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Fluoranthen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Chrysen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Summe	mg/kg TS	n.b.	berechnet

**BTEX-Aromaten**

Benzol	mg/kg TS	< 0,05	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
Toluol	mg/kg TS	< 0,05	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
Ethylbenzol	mg/kg TS	< 0,05	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
m/p-Xylol	mg/kg TS	< 0,1	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
o-Xylol	mg/kg TS	< 0,05	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
Summe	mg/kg TS	n.b.	berechnet



**LHKW**

cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,01	DIN EN ISO 10301 (F 4) 1997-08
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,01	DIN EN ISO 10301 (F 4) 1997-08
Trichlormethan	mg/kg TS	< 0,01	DIN EN ISO 10301 (F 4) 1997-08
Tetrachlormethan (Tetra)	mg/kg TS	< 0,01	DIN EN ISO 10301 (F 4) 1997-08
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	< 0,01	DIN EN ISO 10301 (F 4) 1997-08
Trichlorethen (Tri)	mg/kg TS	< 0,01	DIN EN ISO 10301 (F 4) 1997-08
Tetrachlorethen (Per)	mg/kg TS	< 0,01	DIN EN ISO 10301 (F 4) 1997-08
Summe	mg/kg TS	n.b.	berechnet

**PCB 7 gemäß DepV Anh. 4**

PCB 28	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 52	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 101	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 118	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 138	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 153	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 180	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
Summe	mg/kg TS	n.b.	berechnet
Eluatherstellung	-	x	DIN EN 12457-4 2003-01
Farbe, qualitativ	-	farblos	- *
Geruch, qualitativ	-	ohne	DIN EN 1622 (B 3) Anh. C 2006-10
pH-Wert / bei 20°C	-	8,74	DIN 38404-5 (C 5) 2009-07
elektr. Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	81,3	DIN EN 27888 (C8) 1993-11
Chlorid	mg/L	< 5,00	DIN EN ISO 10304-1 (D 20) 2009-07
Sulfat	mg/L	< 10,0	DIN EN ISO 10304-1 (D 20) 2009-07
Cyanid, gesamt	µg/L	< 5,00	DIN EN ISO 14403 (D 6) 2002-07
Phenolindex	µg/L	< 10,0	DIN EN ISO 14402 (H 37) 1999-12
Arsen	µg/L	< 2,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Blei	µg/L	< 2,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Cadmium	µg/L	< 1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Chrom, gesamt	µg/L	< 2,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Kupfer	µg/L	< 2,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Nickel	µg/L	< 2,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Quecksilber	µg/L	< 0,200	DIN EN ISO 12846 2012-08
Zink	µg/L	< 10	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02

Mischprobe Schurf SG 4-SG 6 entspricht /03			Boden
102211/930/04		Grenz-/ Anforderungswert	
Parameter	Einheit	Ergebnis	Methode
<b>DepV Deponieklasse 0</b>			
Probenvorbereitung	-	x	DIN 19747 2009-07
Trockenrückstand (105 °C)	% OS	93,5	DIN EN 14346 2007-03
Glühverlust (550 °C)	% TS	1,9	DIN EN 15169 2007-05
TOC (ges. org. Kohlenstoff)	% TS	1,2	DIN EN 13137 2001-12
<b>BTEX-Aromaten (Umfang DepV)</b>			
Benzol	mg/kg TS	< 0,05	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
Toluol	mg/kg TS	< 0,05	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
Ethylbenzol	mg/kg TS	< 0,05	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
m/p-Xylol	mg/kg TS	< 0,1	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
o-Xylol	mg/kg TS	< 0,05	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
Styrol	mg/kg TS	< 0,05	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
iso-Propylbenzol	mg/kg TS	< 0,05	DIN 38407-F9 (F 9) 1991-05
Summe	mg/kg TS	n.b.	berechnet
<b>PCB 7 gemäß DepV Anh. 4</b>			
PCB 28	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 52	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 101	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 118	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 138	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 153	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
PCB 180	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN 15308 2008-05
Summe	mg/kg TS	n.b.	berechnet
Kohlenwasserstoffe, C10-C40	mg/kg TS	< 50	DIN EN 14039 2005-01
<b>PAK (EPA)</b>			
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Acenaphthylen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Acenaphthen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Fluoren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Phenanthren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Chrysen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 18287 2006-05
Summe	mg/kg TS	n.b.	berechnet
extrahierbare lipophile Stoffe	% OS	< 0,01	LAGA-Richtlinie KW/04 2009-12-15

Eluatherstellung	-	x	DIN EN 12457-4 2003-01
pH-Wert / bei 20°C	-	8,74	DIN 38404-5 (C 5) 2009-07
DOC (gel. organ. Kohlenstoff)	mg/L	2,0	DIN EN 1484 (H 3) 1997-08
Phenolindex	mg/L	< 0,01	DIN EN ISO 14402 (H 37) 1999-12
Arsen	mg/L	< 0,002	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Blei	mg/L	< 0,002	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Cadmium	mg/L	< 0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Kupfer	mg/L	< 0,002	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Nickel	mg/L	< 0,002	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Quecksilber	mg/L	< 0,0002	DIN EN ISO 12846 2012-08
Zink	mg/L	< 0,01	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Chlorid	mg/L	< 5,00	DIN EN ISO 10304-1 (D 20) 2009-07
Sulfat	mg/L	< 10,0	DIN EN ISO 10304-1 (D 20) 2009-07
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/L	< 0,005	DIN EN ISO 14403-1 (D 2) 2012-10
Fluorid	mg/L	0,1	DIN EN ISO 10304-1 (D 20) 2009-07
Barium	mg/L	< 0,1	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Chrom, gesamt	mg/L	< 0,002	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Molybdaen	mg/L	< 0,002	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Antimon	mg/L	< 0,002	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Selen	mg/L	< 0,002	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2005-02
Gesamtgehalt an gelösten Stoffen	mg/L	< 50,0	DIN 38409-H 1-2 (H 1) 1987-01
elektr. Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	81,3	DIN EN 27888 (C8) 1993-11

### Erklärung der Untersuchungsstelle

Sämtliche gemessenen und im Untersuchungsbericht aufgeführten Parameter wurden nach den in Anhang 4 der geltenden DepV vorgegebenen Untersuchungsmethoden durchgeführt  ja  teilweise

Gleichwertige Verfahren angewandt:  ja  nein

Das Untersuchungsinstitut ist für die im Bericht aufgeführten Untersuchungsmethoden nach DIN EN ISO/IEC 17025, Ausgabe August 2005, 2. Berichtigung Mai 2007 akkreditiert:  ja  nein

nach dem Fachmodul Abfall von LUBW notifiziert  ja  nein

Es wurden Untersuchungen nach DepV von einem Fremdlabor durchgeführt  ja  nein

Anlagen:  
Probenvorbereitungsprotokoll(e)

Chemnitz, den 08.05.2019



i.A.  
Simone Hinke  
stellv. Laborleiterin

Legende: n.n. nicht nachweisbar (M) Mittelwert  
n.b. nicht bestimmbar (Zahl) Einzelwert  
n.d. nicht durchgeführt x Untersuchung durchgeführt  
< x,x kleiner als Bestimmungsgrenze

Fett gedruckte Prüfverfahren überschreiten (bzw. unterschreiten) die zulässigen Grenz- oder Anforderungswerte!  
mit \* markierte Prüfverfahren sind nicht akkreditiert  
mit 1 markierte Prüfverfahren wurden am Standort Tübingen bearbeitet  
mit + markierte Prüfverfahren wurden im Unterauftrag bearbeitet, der Auftragnehmer ist für das Verfahren akkreditiert

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angelieferten Prüfgegenstände. Die im Verfahren angegebene Messunsicherheit wird eingehalten. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung von Prüfberichten und Gutachten sowie deren auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung. (DIN EN ISO/IEC 17025)

Probennummer: 102211/520/02

ANGELIEFERTE PROBE

- Bodenaushub  Bodenaushub mit mineral. Fremdbestandteilen < 10 Vol. %
- Bauschutt, Beton  Asche  Schlacke  Gleisschotter
- Schlamm aus indust. Abwasserbehandlungsanlage  Sonstiges:

Probenahmeprotokoll vorhanden:  ja  nein

Fotodokumentation der Probe erstellt:  ja  nein

Bearbeiter:	C. Köhn	Datum:	29.04.2019
angelieferte Gefäßart:	PE-Eimer	BTEX/LHKW:	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Korngröße [mm]	0 - 120	Separate Probe:	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Konsistenz:	stichfest-stückig		
Geruch:	erdig		
Farbe:	braun		
Menge [kg]:	12,445		
Homogenisiert:	<input type="checkbox"/> Fraktioniertes Teilen <input type="checkbox"/> Kegeln u. Vierteln <input type="checkbox"/> Riffelteiler <input checked="" type="checkbox"/> ja		
Zerkleinerung:	<input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/> < 2 mm <input checked="" type="checkbox"/> < 10 mm <input type="checkbox"/> < 32 mm <input checked="" type="checkbox"/> = 150 µm		

HETEROGENES MATERIAL:

Aussehen:			
Konsistenz:			
Menge [g]:		Homogenisiert	<input type="checkbox"/> ja

Siebung:  2mm |  5mm |  22,4mm |  32mm

40mm |  manuell ausgelesen

GROBFRAKTION

Aussehen:			
Konsistenz:			
Menge [g]:		Homogenisiert	<input type="checkbox"/> ja

FEINFRAKTION

Aussehen:			
Konsistenz:			
Menge [g]:		Homogenisiert	<input type="checkbox"/> ja

Rückstellprobe Original

Rückstellprobe Korngröße: = 10 mm

Abgabe an Fremdlabor:

Brennwert (Originalsubstanz)

Teilprobe für AT4/GB21 (gefroren)

Unterschrift Bearbeiter:

*C. Köhn*

UNTERSUCHUNGSUMFANG:

Parameter	Korngröße
<input checked="" type="checkbox"/> Trockensubstanz 105 °C	<input checked="" type="checkbox"/> OS <input type="checkbox"/> < 2 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Glühverlust (550 °C)	<input type="checkbox"/> OS <input checked="" type="checkbox"/> < 150 µm <input type="checkbox"/> < 2 mm
<input checked="" type="checkbox"/> TOC	<input type="checkbox"/> OS <input checked="" type="checkbox"/> < 150 µm <input type="checkbox"/> < mm
<input checked="" type="checkbox"/> liph. extr. Stoffe, MKW; PAK (EPA); PCB (6); PCP	<input type="checkbox"/> OS <input checked="" type="checkbox"/> < 2 mm <input type="checkbox"/> < 10 mm
<input type="checkbox"/> Schwermetalle im Feststoff	<input type="checkbox"/> OS <input type="checkbox"/> < 150 µm <input type="checkbox"/> < mm
<input checked="" type="checkbox"/> Eluat 12457-4	<input type="checkbox"/> Original <input checked="" type="checkbox"/> < 10 mm <input type="checkbox"/> < mm
<input type="checkbox"/> Eluat DIN CEN/TS 14405;	<input type="checkbox"/> < 4 mm <input type="checkbox"/> < 10 mm
<input type="checkbox"/> Eluat DIN 19528;	<input type="checkbox"/> < 32 mm
<input type="checkbox"/>	

BEMERKUNGEN:






**Probennummer: 102211/520/04**

**ANGELIEFERTE PROBE**

- Bodenaushub  Bodenaushub mit mineral. Fremdbestandteilen < 10 Vol.%
- Bauschutt, Beton  Asche  Schlacke  Gleisschotter
- Schlamm aus indust. Abwasserbehandlungsanlage  Sonstiges:

Probenahmeprotokoll vorhanden:  ja  nein

Fotodokumentation der Probe erstellt:  ja  nein

Bearbeiter:	C. Köhn		Datum:	29.04.2019	
angelieferte Gefäßart:	PE-Eimer		BTEX/LHKW:	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Korngröße [mm]	2-130		Separate Probe:	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Konsistenz:	stichfest - stickig				
Geruch:	ohne				
Farbe:	braun				
Menge [kg]:	13,215				
Homogenisiert:	<input type="checkbox"/> Fraktioniertes Teilen	<input type="checkbox"/> Kegeln u. Vierteln	<input type="checkbox"/> Riffelteiler	<input checked="" type="checkbox"/> ja	
Zerkleinerung:	<input type="checkbox"/> nein	<input checked="" type="checkbox"/> < 2 mm	<input checked="" type="checkbox"/> < 10 mm	<input type="checkbox"/> < 32 mm	<input checked="" type="checkbox"/> < 150 µm

**HETEROGENES MATERIAL:**

Aussehen:			
Konsistenz:			
Menge [g]:		Homogenisiert	<input type="checkbox"/> ja

Siebung:  2mm |  5mm |  22,4mm |  32mm

40mm |  manuell ausgelesen

**GROBFRAKTION**

Aussehen:			
Konsistenz:			
Menge [g]:		Homogenisiert	<input type="checkbox"/> ja

**FEINFRAKTION**

Aussehen:			
Konsistenz:			
Menge [g]:		Homogenisiert	<input type="checkbox"/> ja

Rückstellprobe Original

Rückstellprobe Korngröße: 10 mm

**Abgabe an Fremdlabor:**

Brennwert (Originalsubstanz)

Teilprobe für AT4/GB21 (gefroren)

Unterschrift Bearbeiter:



**UNTERSUCHUNGSUMFANG:**

	Parameter	Korngröße
<input checked="" type="checkbox"/>	Trockensubstanz 105 °C	<input checked="" type="checkbox"/> OS <input type="checkbox"/> < 2 mm
<input checked="" type="checkbox"/>	Glühverlust (550 °C)	<input type="checkbox"/> OS <input checked="" type="checkbox"/> < 150 µm <input type="checkbox"/> < 2 mm
<input checked="" type="checkbox"/>	TOC	<input type="checkbox"/> OS <input checked="" type="checkbox"/> < 150 µm <input type="checkbox"/> < mm
<input checked="" type="checkbox"/>	liph. extr. Stoffe, MKW; PAK (EPA); PCB (6); PCP	<input type="checkbox"/> OS <input checked="" type="checkbox"/> < 2 mm <input type="checkbox"/> < 10 mm
<input type="checkbox"/>	Schwermetalle im Feststoff	<input type="checkbox"/> OS <input type="checkbox"/> < 150 µm <input type="checkbox"/> < mm
<input checked="" type="checkbox"/>	Eluat 12457-4	<input type="checkbox"/> Original <input checked="" type="checkbox"/> < 10 mm <input type="checkbox"/> < mm
<input type="checkbox"/>	Eluat DIN CEN/TS 14405;	<input type="checkbox"/> < 4 mm <input type="checkbox"/> < 10 mm
<input type="checkbox"/>	Eluat DIN 19528;	<input type="checkbox"/> < 32 mm
<input type="checkbox"/>		

**BEMERKUNGEN:**


Freigabe siehe Formblätter



## **Anlage 7**

# **Auswertung Versickerungsversuch**

## Anlage 7:

### **Auswertung Versickerungsversuch Meßstetten - Loh**

Für die Ermittlung der Durchlässigkeit des Untergrunds wurde ein Versickerungsversuch an einem Baggerschurf auf dem Untersuchungsgelände durchgeführt. Die Schürffgrubenversickerung stellt eine modellhafte Mulden- oder Grabenversickerung auf kleinerem Raum dar.

Der Versickerungsversuch wurde im Baggerschurf SG 6 durchgeführt. Der Schurf wurde hierfür bis zu den anstehenden Schichten des Massenkalks des Weiß-Jura (Mittel- bis Ober-Kimmeridgium) abgeteuft.

Nach Vermessen der Schürffgrube (L \* B \* T: 2,3 m \* 0,9 m \* 1,3 m) wurde diese, um den Einfluss einer Versickerung über die Schürffgrubenflanken zu minimieren, nur auf eine Höhe von ca. 0,4 m über der Sohle mit Wasser aufgefüllt. Ferner fand, um eine Vorsättigung des Untergrundes zu erzielen, vor der eigentlichen Versuchsdurchführung, eine Erstbefüllung der Grube mit Wasser statt. Auch hier wurde die Absenkung des Wasserspiegels über die Zeit aufgezeichnet. Die Messergebnisse sind in der in der Anlage beigefügten Tabelle Versickerungsversuch zusammengestellt.

Bei der Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes  $k_f$  aus den Versuchsergebnissen ist zu berücksichtigen, dass die Versickerungsfähigkeit in der ungesättigten Bodenzone ( $k_{fu}$ -Wert) bestimmt wurde.

Im Hinblick auf die Anlagenbemessung nach Arbeitsblatt DWA-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser) kann aus dem  $k_{fu}$ -Wert der  $k_f$ -Wert (Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Bodenzone) wie folgt abgeschätzt werden:

$$k_f \sim 2 * k_{fu}$$

Hierbei wird berücksichtigt, dass im ungesättigten Bereich Luft eingeschlossen ist, die den Durchflussquerschnitt verengt und somit zu einer Verringerung des  $k_f$ -Wertes führt.

Es ist ferner noch anzumerken, dass der Versuch nur eine relativ punktuelle Aussage über den anstehenden und untersuchten Bodenbereich geben kann.

### **Ergebnis des Versickerungsversuchs:**

Messdaten zum Baggerschurf SG 6:

Länge	2,3	m
Breite	0,9	m
Tiefe	1,3	m
Wassersäule	0,41	m

Die Absenkung der Wassersäule betrug nach 40 min ca. 0,35 m.  
Hieraus wird die mittlere Versickerungsrate wie folgt berechnet:

$$Q = 0,35 \text{ m} \cdot 2,3 \text{ m} \cdot 0,9 \text{ m} / 2.400 \text{ s}$$

$$Q = 3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

Die Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes  $k_{fu}$  für die ungesättigte Bodenzone erfolgt in Anlehnung an die empirische Formel nach Marotz:

$$k_{fu} = \frac{2 \cdot Q \cdot S}{L \cdot B \cdot (S + h)} \approx 2,8 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

L = Länge des Schurfes in [m]: L = 2,3 m

B = Breite des Schurfes in [m]: B = 0,9 m

Q = Schüttung (Versickerungsrate) in [m<sup>3</sup>/s]:  $\approx 3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$

S = Abstand zum Grundwasserspiegel in [m]: Hier S = 10 gesetzt;

h = Wassersäule im Schurf in [m]: h = 0,41 m

Die Auswertung des Versuchsergebnisses ergab einen Durchlässigkeitsbeiwert für die ungesättigte Bodenzone  $k_{fu}$ -Wert von  $2,8 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ .

Der sich hieraus berechnete  $k_f$ -Wert (Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Bodenzone) kann mit  **$k_f \approx 5,6 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$**  abgeschätzt werden.

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser liegt der ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert in einem entwässerungstechnisch relevanten Versickerungsbereich ( $k_f$ -Wert:  $1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ ).

- Tabelle Versickerungsversuch
- Diagramm Versickerungsversuch Absenkung Wasserspiegel



# Versickerungsversuch

Projekt: **BV Erschließung Meßstetten Loh**

Schurf: **SG 6**

DATUM : 10.04.2019

Abmessungen:

Länge des Schurfes: 2,3 m

Breite des Schurfes: 0,9 m

Schurftiefe=Unterkannte der Versuchsstrecke: 1,3 m

Wasserspiegel u. Schurf OK: kein Wasserzutritt m

Anfangswasserspiegel unter Schurfoberkannte: 0,89 m

Zeit t	WSP u. OK Schurf Versuch	delta h	delta t	Höhe über Sohle	WSP u. OK Schurf Vorversuch
(sec)	(m)	(m)	(sec)	(m)	(m)
0	0,89	---	---	0,41	0,89
300	0,94	0,05	300	0,36	0,93
600	1,00	0,06	300	0,30	0,97
900	1,03	0,03	300	0,27	1,01
1200	1,08	0,05	300	0,22	1,05
1500	1,12	0,04	300	0,18	1,09
1800	1,16	0,04	300	0,14	1,13
2100	1,20	0,04	300	0,10	1,17
2400	1,24	0,04	300	0,06	1,21
2700					1,25

Versickerungsversuch  
Absenkung Wasserspiegel Schürfgrube SG 6

