

- Altlasten und Altstandorte
- Baugrunderkundung
- Abbruchobjekte
- Hydrogeologie
- Deponiebau



GEOTEAM Rottweil | Neckartal 93 | D-78628 Rottweil

Gemeinde Brigachtal
St. Gallus-Straße 4

78086 Brigachtal

Partnerschaft
Dipl. Geol. Eric Utry
Dipl. Geol. Jörg Egle

Neckartal 93
D-78628 Rottweil
Tel.: 0741 / 1756066
Fax: 0741 / 1756086
info@geoteam-rottweil.de
www.geoteam-rottweil.de

Bericht Nr.: R-421-2021

Bearbeiter: Ruf

Datum: 24.02.2021

**BV Erschließung „Im Grüble“ in Brigachtal Ortsteil Klengen
-Geotechnischer Untersuchungsbericht-**

INHALT

| | | |
|----------|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | Einleitung | 3 |
| 1.1 | Auftrag..... | 3 |
| 1.2 | Standortbeschreibung..... | 3 |
| 2 | Untersuchungsumfang | 3 |
| 3 | Geologische und hydrogeologische Verhältnisse | 4 |
| 3.1 | Schichtenaufbau..... | 4 |
| 3.2 | Hydrogeologie | 5 |
| 4 | Laboruntersuchungen | 6 |
| 4.1 | Bestimmung der Zustandsgrenzen | 6 |
| 4.2 | Bestimmung der Tragfähigkeit | 6 |
| 5 | Geotechnische Beurteilung | 7 |
| 5.1 | Bodenklassifizierung..... | 7 |
| 5.2 | Bodenmechanische Kennwerte | 7 |
| 5.3 | Felsmechanische Kennwerte..... | 8 |
| 5.4 | Homogenbereiche und Bodenklassen nach DIN 18300..... | 8 |
| 5.5 | Erdbebenzone und Untergrundklasse gemäß DIN EN 1998 Nationaler Anhang..... | 10 |
| 6 | Bautechnische Hinweise | 10 |
| 6.1 | Kanalbau | 10 |
| 6.2 | Straßenbau..... | 11 |
| 6.3 | Baugruben, Wasserhaltung und Abdichtung von Bauwerken..... | 12 |
| 6.4 | Arbeitsraumverfüllung..... | 13 |
| 6.5 | Wiederverwendbarkeit des Erdaushubes..... | 13 |
| 6.6 | Versickerung von Oberflächenwasser..... | 14 |
| 7 | Hochbau | 14 |
| 7.1 | Holozäne Abschwemmmassen..... | 14 |
| 7.2 | Verwitterungsdecke | 15 |
| 7.3 | Trochitenkalk | 15 |
| 8 | Abfallrechtliche Einstufung von Erdaushub | 15 |
| 9 | Abschließende Bemerkungen | 18 |

Anlagen

| | |
|-----------|-----------------------------------------------------------|
| Anlage 1: | Lagepläne |
| Anlage 2: | Fotodokumentation |
| Anlage 3: | Sondierprofile |
| Anlage 4: | Bodenmechanische Untersuchungen |
| Anlage 5: | Analysenergebnisse / Laborberichte der Agrolab Labor GmbH |

Unterlagen

- /1/ Geologische Karte von Baden-Württemberg, Maßstab 1:50.000, <http://maps.lgrb-bw.de/>, Herausgegeben vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau.
- /2/ Bebauungsplan „Im Grüble“ Brigachtal, Maßstab 1:1.000, Büro kommunalplan, 20.07.2020.
- /3/ Erdbebenzonenkarte des GFZ-Potsdam im Internet.
- /4/ Topografische Karte von Baden-Württemberg Maßstab 1:25.000 auf CD-ROM.
- /5/ Daten- und Kartendienst der LUBW im Internet: <http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/pages/map/default/index.xhtml>.
- /6/ Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14.03.2007-Az.:25-8980.08M20 Land/3- (Version 01/2018).
- /7/ Ingenieurgeologische Gefahrenkarte von Baden-Württemberg, Maßstab 1:50.000, <http://maps.lgrb-bw.de/>, herausgegeben vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, 2018.

1 Einleitung

1.1 Auftrag

Das GEOTEAM Rottweil wurde von der Gemeindeverwaltung Brigachtal mit der Durchführung einer Baugrunderkundung im Rahmen des Bebauungsplan „Im Grüble“ in 78086 Brigachtal beauftragt. Grundlage der Beauftragung war unser Angebot vom 24.09.2020.

Die geotechnischen Untersuchungen hatten die folgende Aufgabenstellung:

- Bautechnische Beschreibung und Klassifizierung der Schichtenfolge
- Beschreibung der Grundwasserverhältnisse
- Bestimmung bodenmechanischer Kennwerte
- Gründungsvorschläge für Kanal- und Straßenbau
- Angaben zur Herstellung von Baugruben und Gräben
- Angaben zur Wasserhaltung
- Gründungsempfehlung für Hochbau
- Klassifizierung der Ausbaumaterialien hinsichtlich der Entsorgung/Wiederverwertung

Die Ergebnisse der geotechnischen Bodenuntersuchungen sowie die Gründungsempfehlungen sind in dem vorliegenden Bericht dokumentiert.

1.2 Standortbeschreibung

Das ca. 0,8 ha umfassende Erschließungsgebiet befindet sich am südöstlichen Ortsrand von Brigachtal, im Ortsteil Klengen, auf einer geographischen Höhe zwischen 737,50 m bis 731 m ü. NN. Die Fläche wird derzeit landwirtschaftlich genutzt. Im Norden grenzt das Baugebiet an die Siedlerstraße an und im Osten direkt an ein ausgewiesenes Vogelschutzgebiet. Das Gelände fällt leicht mit etwa 3° Neigung Richtung Nord-Nordwesten ab und soll in insgesamt 8 Bauplätze unterteilt werden.

Die Lage des Erschließungsgebietes sowie die Lage der Schürfe kann den Lageplänen in Anlage 1 entnommen werden. Die Fotodokumentation in Anlage 2 vermittelt einen Eindruck der örtlichen Verhältnisse.

2 Untersuchungsumfang

Die Untersuchung des Untergrundes beruht auf der Profilaufnahme von acht Baggerschürfen bis max. 4 m u. GOK im Bereich der geplanten Grundstücksflächen. Die Feldarbeiten fanden am 09.02.2021 statt. Die geotechnische Aufnahme der Schurfprofile erfolgte durch das GEOTEAM Rottweil gemäß DIN EN ISO 14688/DIN 4022, DIN EN ISO 14689 und DIN 18196.

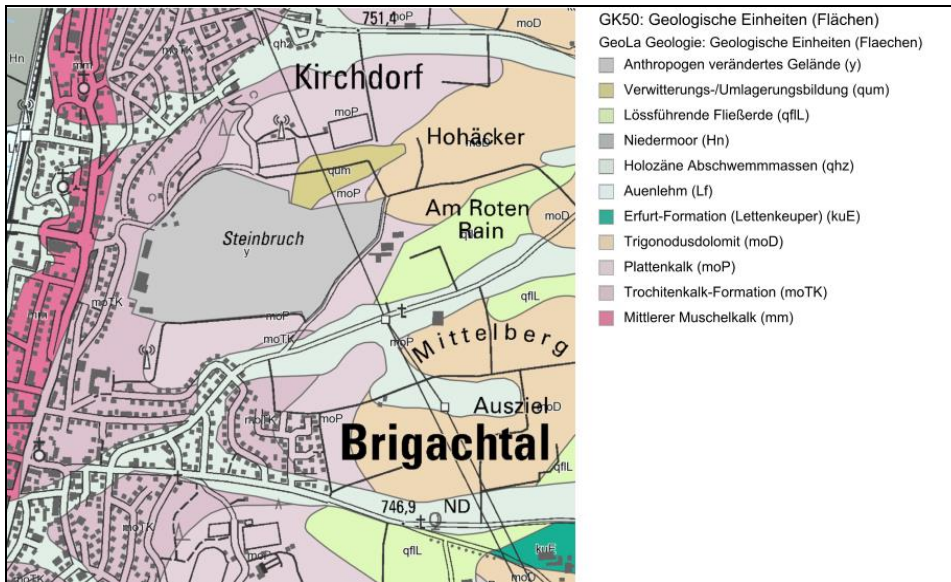
In der Anlage 3 sind die angetroffenen Bodenverhältnisse graphisch nach DIN 4023 dargestellt.

Es wurden folgende bodenmechanische und chemische Untersuchungen ausgeführt:

- 2 x Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18122 (Anlage 4 und 4.1);
- 1 x Bestimmung des CBR-Wertes bei natürlichem Wassergehalt (Anlage 4.2);
- 2 x Analysenumfang gemäß VwV des UM für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (Anlage 5).

3 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Abbildung 1: Übersicht Geologische Einheiten Raum Brigachtal



Ausweislich der Geologischen Karte, Maßstab 1:50.000 von Baden-Württemberg /1/, liegt das Untersuchungsgelände im Bereich der Trochitenkalk-Formation (moTK) des Oberen Muschelkalks, die von holozänen Abschwemmmassen (qhz) überlagert wird. Hierbei handelt es sich um kiesig-steinige Lehme.

3.1 Schichtenaufbau

Im Zuge der Schurfarbeiten wurden folgende Bodenverhältnisse festgestellt:

a) Oberboden

Der Oberboden weist eine Mächtigkeit von max. 0,3 m auf. Er wird im Zuge der Baumaßnahme abgeschoben und ist geotechnisch nicht relevant.

b) Holozäne Abschwemmmassen

Im östlichen Drittel des Baugebietes (Schurf 1 bis Schurf 3) wurden unter dem Oberboden bis zur maximalen Aushubtiefe von 4 m Tiefe u. GOK graubraune, z.T. auch ockerfarbene, schwach kiesig-steinige Lehme in überwiegend halbfester Konsistenz angetroffen. In Schurf 4 liegt die Schichtunterkante der lehmigen Abschwemmmassen bei 1,50 m u. GOK.

c) Verwitterungsdecke

An den Schurfpunkten 5 bis 8 fehlen die holozänen Abschwemmmassen. Unter dem Oberboden folgt eine graubraune, ockerfarbene Verwitterungsdecke der Trochitenkalk-Formation. Es handelt sich hierbei um Kalksteinstücke in einer halbfesten, lehmigen Matrix. Lokal treten weiche-steife Bereiche auf. Die Verwitterungsstufe ist als vollständig verwittert bis zersetzt (W4-W5 nach DIN EN ISO 14689) zu beschreiben.

d) Trochitenkalk-Formation

Die liegende Trochitenkalk-Formation wurde nur im zentralen Drittel des Baugebietes, an den Schurfpunkten 4 bis 6 erreicht und konnte mit dem eingesetzten Bagger nicht weiter gelöst werden. Das Kalkgestein ist als frisch bis schwach verwittert (W0 bis W1 DIN EN ISO 14689-1:2003

Tabelle 13) zu beschreiben. Die Druckfestigkeit wird als hoch bis sehr hoch eingeschätzt (R4 bis R5 nach DIN EN ISO 14689). Es besteht eine gute Kornbindung (gKb nach DIN EN ISO 14689).

Es ergibt sich der folgende, vereinfachte Schichtenaufbau. Die Bodenschichtung kann zudem den Schurfprofilen in Anlage 3 entnommen werden.

Tabelle 1: Vereinfachter Schichtenaufbau

| Schichtbezeichnung | Schurf: Schichtunterkante [m u. GOK] | Bodenart | Konsistenz / Lagerungsdichte ¹⁾ gemäß DIN EN ISO 14689-1 |
|----------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Oberboden | S1-S5: 0,3 S6-S8: 0,2 | Humus | locker |
| Holozäne Abschwemm Massen | S1-S3: >4,0 S4: 1,5 | schwach steinig, kiesig, schluffiger Ton | halbfest, fest, lokal steif |
| Verwitterungsdecke | S4: 2,5 S5: 2,3 S6: 1,7 S7-S8: >3,8 | Steine in lehmiger, schwach sandig, kiesiger Matrix | mitteldicht, vollständig verwittert bis zersetzt, W4-W5, lokal feucht und weich |
| Trochitenkalk-Formation | S4: >2,7 S5: >2,7 S6: >2,2 | Kalkstein | fest, frisch bis schwach zersetzt, Stufe W0-W1 ¹⁾ , hohe bis sehr hohe einaxiale Druckfestigkeit R4-R5 ¹⁾ , gute Kornbindung gKb ¹⁾ |

3.2 Hydrogeologie

Ausweislich /5/ befindet sich der östliche Randbereich der geplanten Bebauungsfläche innerhalb des Wasserschutzgebietes WSG Entenfang, Bad Dür rheim-Brigachtal, aber außerhalb von Überschwemmungsflächen. Im Zuge der Schürfarbeiten wurde kein Grund-/Schichtwasserzufluss festgestellt. Weitere Angaben zum Grundwasserstand im Bereich des Untersuchungsgeländes liegen nicht vor. Die geologische Einheit des Oberen Muschelkalks ist als mäßig durchlässiger, hoch ergiebiger Grundwasserleiter einzustufen. Eine Grund-/Schichtwasserführung ist in den klüftigen/karstigen Kalksteinen möglich. Auf Ton- und Mergelsteinlagen ist mit einem Sickerwasserstau zu rechnen.

Die abgeschätzten Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) der anstehenden Schichten sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Tabelle 2: Hydraulische Durchlässigkeit

| Schichtenbezeichnung | Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s] |
|----------------------------------|----------------------------------------|
| Holozäne Abschwemm Massen | $1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-10}$ |
| Verwitterungsdecke | $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-8}$ |
| Trochitenkalk-Formation | $1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-6}$ |

4 Laboruntersuchungen

In den nachfolgenden Tabellen sind die wesentlichen Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen zusammengestellt. Details können den Formblättern in den Anlagen 4, 4.1 und 4.2 entnommen werden.

4.1 Bestimmung der Zustandsgrenzen

Tabelle 3: Bestimmung der Zustandsgrenzen (vgl. Anlage 4 und 4.1)

| Entnahmestelle | Wassergehalt w [%] | Fließgrenze w _L [%] | Ausrollgrenze w _L [%] | Konsistenzzahl I _c | Boden- gruppe DIN 18196 | Verdicht- barkeits- klasse ¹⁾ | Zustands- form |
|-----------------------------------------|--------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------|-------------------|
| S1 (0,3-3,0m) Abschwemmmassen | 18,9 | 36,8 | 22,6 | 1,26 | TM | V3 | halbfest-fest |
| S3 (3,0-4,0m) Abschwemmmassen | 22,8 | 43,8 | 23,1 | 1,02 | TM | V3 | steif-halbfest |

¹⁾ gem. ZTV A-StB97

Bei beiden untersuchten Proben handelt es sich um mittelplastische Tone. Die Konsistenz von S1 (0,3-3,0 m) ist als halbfest-fest und von S3 (3,0-4,0 m) als steif-halbfest zu beschreiben.

4.2 Bestimmung der Tragfähigkeit

Der CBR-Versuch erlaubt die Abschätzung der auf der Baustelle zu erwartenden Tragfähigkeit. Gemessen wird die Kraft, die notwendig ist, einen Stempel mit kreisförmigem Querschnitt der Fläche $F = 19,63 \text{ cm}^2$ mit einer Vorschubgeschwindigkeit von 1,25 mm/min bis zu einer bestimmten Tiefe in den Boden einzudrücken. Aus dem prozentualen Verhältnis zum Stempeldruck eines Standardbodens wird der CBR-Wert (California Bearing Ratio) berechnet. Aus dem CBR-Wert kann der Verformungsmodul E_{V2} abgeschätzt werden.

Tabelle 4: CBR-Versuch nach DIN EN 13286-47 (vgl. Anlage 4.2)

| Probe | Dimension | S1 (0,3-3m) Abschwemmmassen |
|------------------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| Trockendichte | g/cm ³ | 1,749 |
| CBR-Wert | % | 1,5 |
| E_{V2}-Werte¹⁾ | MN/m ² | 8 |

¹⁾ E_{V2}-Werte wurden aus den CBR-Werten abgeschätzt

Aus dem Ergebnis geht hervor, dass die Lehme der holozänen Abschwemmmassen mit einem abgeschätzten Verformungsmodul E_{V2} von etwa 8 MN/m² eine geringe Tragfähigkeit aufweisen.

5 Geotechnische Beurteilung

5.1 Bodenklassifizierung

Die Benennung und Beschreibung der aufgeschlossenen Bodenschichten erfolgt nach Maßgabe der DIN 4022 / DIN EN ISO 14688-1 und -2, der DIN EN ISO 14689 (Benennung und Beschreibung von Bodenarten und Fels) und der DIN 18196 (Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke). Die festgestellten Bodengruppen in den gründungsrelevanten Bereichen und die wichtigsten bodenmechanischen Eigenschaften sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

Tabelle 5: Bodenklassifizierung

| Schichtbezeichnung | Tiefe Schichtenunterkante [m u. derzeitiger GOK] | Bodenart DIN 4022 / DIN EN ISO 14688-1:2002 | Bodengruppe DIN 18196 | Frostklasse (*) | Konsistenz / Lagerungsdichte / Verwitterungszustand |
|-------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Holozäne Abschwemmassen | S1-S3: 4,0 S4: 1,5 | T, u, x, g / grcosiT | TM | F3 | halbfest, fest, lokal steif |
| Verwitterungsdecke | S4: 2,5 S5: 2,3 S6: 1,7 S7: 3,8 S8: 3,8 | X, g, u, t, sa / saclsigrCo | GU/GU* | F2/F3 | mitteldicht, vollständig verwittert bis zersetzt, W4-W5, lokal feucht, weiche Bereiche |
| Trochitenkalk-Formation | S4: 2,7 S5: 2,7 S6: 2,2 | Kalkstein | -- | -- | fest, frisch bis schwach zersetzt, Stufe W0-W1 ¹⁾ , hohe bis sehr hohe einaxiale Druckfestigkeit R4-R5 ¹⁾ , gute Kornbindung gKb ¹⁾ |

¹⁾ gemäß ZTVE-StB 09 F1 = nicht frostempfindlich, F2 = gering bis mittel frostempfindlich, F3 = sehr frostempfindlich

¹⁾ gemäß DIN EN ISO 14689-1

5.2 Bodenmechanische Kennwerte

Entsprechend den Ergebnissen unserer Untersuchungen können in Verbindung mit den Angaben der DIN 1055 sowie der allgemeinen Erfahrung nachfolgende Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen angesetzt werden:

Tabelle 6: Bodenmechanische Kennwerte

| Schichtbezeichnung | Wichte | | Reibungswinkel | Kohäsion | | Steifemodul |
|-------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------|
| | erdfeucht | unter Auftrieb | | c'_k | $c_{u,k}$ | |
| | γ_k [kN/m ³] | γ'_k [kN/m ³] | φ_k [°] | [kN/m ²] | [kN/m ²] | [MN/m ²] |
| Holozäne Abschwemmassen | 19,5 | 9,5 | 27,5 (25 - 30) ¹⁾ | 7,5 (5 - 10) ¹⁾ | 80 - 200 | 5 - 10 |
| Verwitterungsdecke | 20 | 10 | 32,5 | 5 | -- | 30 - 80 ¹⁾ |

¹⁾ Werte können für Setzungsberechnung verdoppelt werden

Die oben angegebenen Bodenparameter basieren auf den vorliegenden Untersuchungsergebnissen und auf Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden. Sie beziehen sich auf die aufgeschlossenen Bodenschichten im ungestörten Zustand und gelten für die angegebenen Konsistenzen und Lagerungsdichten. Durch Störungen, wie z.B. Auflockerungen und in Auffüllungsbereichen, können sich die angegebenen Parameter erheblich reduzieren.

5.3 Felsmechanische Kennwerte

Tabelle 7: Felsmechanische Kennwerte

| Felsart | Wichte feuchtes Gebirge | Reibungs- winkel ¹⁾ | Kohäsion ¹⁾ | Einaxiale Druckfestigkeit | Steifemodul Gebirge |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|------------------------|
| | γ [kN/m ³] | φ [°] | c' [kN/m ²] | σ_c [MN/m ²] | E MN/m ² |
| Trochitenkalk- Formation, frisch bis schwach verwittert | 24 | 37,5 | ≥ 0 | 25 - 100 | 2.500 - 5.000 |

¹⁾ Werte gelten für Scherbeanspruchung entlang von Trennflächen

Die Werte gelten für angewittertes bis frisches Gebirge, sofern nicht anders angegeben.

5.4 Homogenbereiche und Bodenklassen nach DIN 18300

Gemäß VOB/C 2016 sind Homogenbereiche des Untergrundes anzugeben, die entsprechend ihrer Bearbeitbarkeit vergleichbare Eigenschaften aufweisen. Die Homogenbereiche sind somit baugeräte- und gewerkespezifisch festzulegen und können aus einer oder mehreren Boden- bzw. Felsschichten bestehen.

Die Homogenbereiche und deren Eigenschaften beschreiben den Zustand von Boden und Fels vor dem Lösen. Bei den angegebenen Eigenschaften und Kennwerten handelt es sich nicht um charakteristische Kennwerte für Berechnungen, sondern um mögliche Spannbreiten, die zur Abschätzung der Bearbeitbarkeit von Boden und Fels verwendet werden können.

Da die Bauverfahren noch nicht abschließend festgelegt sind, erfolgt die Einteilung der Homogenbereiche entsprechend den üblicherweise verwendeten Bauverfahren.

Umwelttechnische Einstufungen werden nur insofern berücksichtigt, wie sich diese auf den Bauablauf und den Aufwand der Arbeiten auswirken. Dies ist erfahrungsgemäß nur der Fall, wenn im Aushub gefährliche Stoffe nach Abfallverzeichnisverordnung (AVV) vorhanden sind. Umwelttechnische Belastungen, die konventionell ausgehoben werden und die nur Auswirkungen auf die Entsorgungskosten mit sich bringen werden, wurden bei der Ausweisung der Homogenbereiche nicht berücksichtigt.

Die angetroffenen Bodenschichten können überwiegend folgenden Bodenklassen nach DIN 18300:2012 bzw. Homogenbereichen nach DIN 18300:2015 zugeordnet werden. Die Angaben der Bodenklassen nach DIN 18300:2012 erfolgen informativ. Es wird vom Einsatz eines mittelschweren Baggers (10 t bis 25 t) für die Aushubarbeiten ausgegangen.

Tabelle 8: Bodenklassen und Homogenbereiche

| Schichtbezeichnung | Bodenklasse DIN 18300:2012 | Homogenbereich DIN 18300:2015 |
|------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Oberboden | 1 | --* |
| Holozäne Abschwemmassen | 4 | A |
| Verwitterungsdecke | 5 | A |
| Trochitenkalk-Formation, Kalkstein | 7 | B |

* Oberbodenarbeiten werden ab 2015 in der DIN 18320 geregelt

Die in Tabelle 8 angegebenen Bodenklassen beschränken sich auf den Zustand der lokal vorgenommenen Bodenaufschlüsse.

Tabelle 9: Homogenbereiche DIN 18 300 und 18301 für Erd- und Bohrarbeiten in Lockerböden

| Eigenschaft / Kennwert | Homogenbereich |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | A |
| Schicht / ortsübliche Bezeichnung | Holozäne Abschwemmassen, Verwitterungsdecke |
| Bodenart, Korngrößenverteilung | G, s'-s̄, u'-ū, t̄-t', h̄-h' / S, u'-ū, g'-ḡ, t̄-t', h̄-h' / U, g'-ḡ s'-s̄, t'-t, h̄-h' / T, g'-ḡ, s'-s̄, u'-ū, h̄-h' |
| Massenanteil | |
| Steine [%] | < 30 |
| Blöcke [%] | < 10 |
| große Blöcke [%] | < 5 |
| Kohäsion c' [kN/m ²] | < 50 |
| undrainierte Scherfestigkeit c _u [kN/m ²] | < 300 |
| Wassergehalt w _n [%] | 5 - 40 |
| Plastizität I _p ¹⁾ | 5 % ≤ I _p ≤ 80%, leicht - ausgeprägt plastisch |
| Konsistenz I _c ¹⁾ | 0,25 ≤ I _c ≤ 1,25, weich - fest |
| bezogene Lagerungsdichte I _D ¹⁾ | 0,15 ≤ I _D ≤ 0,85, locker - sehr dicht |
| Abrasivität LCPC ²⁾ | nicht abrasiv - abrasiv ³⁾ |
| Bodengruppe | A[], GU*, GU, GE, GI, GW, GT, GT*, SE, SW, SU, SU*, UL, UM, TA, TM, TL, OT |

¹⁾ Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2

²⁾ Begriffe gemäß Käsling, H. & Thuro, K.: Bestimmung der Gesteinsabrasivität - Versuchstechniken und Anwendung; in: DGGT, 31. Baugrundtagung, 2010

³⁾ Werte nur geschätzt, auftragsgemäß keine Laborversuche nach LCPC ausgeführt

Tabelle 10: Homogenbereiche gemäß DIN 18300 für Erd- und Bohrarbeiten im Festgestein

| Eigenschaft / Kennwert | Homogenbereich |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | B |
| Schicht / ortsübliche Bezeichnung | Trochitenkalk-Formation |
| Benennung von Fels ¹⁾ | Kalkstein, Tonmergelstein |
| Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit ¹⁾ | schwach - stark verwittert, nicht veränderlich - veränderlich |
| einaxiale Druckfestigkeit [MN/m ²] | 25 - 250 |
| Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform ²⁾ | Fallrichtung: 0° - 360° Fallwinkel: 0° - 10° Trennflächenabstand: < 6 mm - 200 mm Gesteinskörper ¹⁾ : tafelförmig |
| Abrasivität CAI ³⁾ | kaum abrasiv - stark abrasiv ⁴⁾ |

¹⁾ Begriffe nach DIN EN ISO 14 689-1

²⁾ söhlige Lagerung, abgeleitet aus der geol. Karte [U 2]

³⁾ Begriffe gemäß Käsling, H. & Thuro, K.: Bestimmung der Gesteinsabrasivität - Versuchstechniken und Anwendung; in: DGGT, 31. Baugrundtagung, 2010

⁴⁾ Werte nur geschätzt, keine Laborversuche nach CAI ausgeführt

Es wird empfohlen, für Erdarbeiten in Böden mit einer Druckfestigkeit >25 MN/m² Zuschläge in der Ausschreibung vorzusehen. Für die Ausschreibung von Verbauarbeiten nach DIN 18 303 gelten entsprechend VOB 2016 die Regelungen gemäß DIN 18 300.

Die in Tabelle 8-10 angegebenen Bodenklassen und Angaben zu Homogenbereichen beschränken sich auf den Zustand der punktwise vorgenommenen Bodenaufschlüsse.

5.5 Erdbebenzone und Untergrundklasse gemäß DIN EN 1998 Nationaler Anhang

Gemäß /3/ befindet sich das Bauvorhaben in der Erdbebenzone 1. Es liegt die Baugrundklasse B-R gemäß DIN EN 1998-NA vor. Angaben zu Bemessungswerten der Bodenbeschleunigung sind der DIN EN 1998-NA zu entnehmen.

6 Bautechnische Hinweise

6.1 Kanalbau

Es wird davon ausgegangen, dass Kanäle und Leitungen in Tiefen zwischen 1,5 m und 3,0 m unter GOK verlegt werden. Gemäß den vorliegenden Aufschlüssen ist auf Höhe der Gründungssole entweder mit überwiegend halbfesten, *holozänen Abschwemmmassen* (Osthälfte des Baugebietes) oder gemischtkörnigen *Verwitterungsdecken* (Westhälfte des Baugebietes) zu rechnen. Im zentralen Drittel des Baugebietes kommen *schwer lösbar Trochitenkalk* hinzu.

Die Kanäle können ohne zusätzliche Maßnahmen in diesen Schichten gegründet werden. Sollten aufgeweichte Bereiche im Bereich der Kanalsole angetroffen werden, so sind diese gegen ein kornabgestuftes Mineralstoffgemisch der Bodengruppe GW/GI oder Magerbeton auszutauschen.

Grundsätzlich wird empfohlen, zur Schaffung eines ebenen, stabilen Rohrauflegers und zum Ausgleich der ggf. aushubtechnisch unvermeidbaren Mehrausbrüche eine ca. 15 -20 cm dicke Kies-

oder Schotterlage an der Grabensohle vorzusehen und ein Geotextil (GRK 3) zwischen tonigem Untergrund und der Rohrbettung zu verlegen.

Im Zuge der Kanalarbeiten ist in Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen und der Grabtiefe mit Schichtwasserzuflüssen zu rechnen. Der Einfluss von Wasser sorgt in den betroffenen Tiefenlagen für instabile Bodenverhältnisse, wodurch Sicherungsmaßnahmen bei Kanalarbeiten vorzuhalten sind (z.B. Krings-Verbautafeln). Anfallendes Wasser kann voraussichtlich in einem Pumpensumpf gefasst und abgepumpt werden.

Die Kalksteine der Trochitenkalk-Formation (Bodenklasse 7) können unter beengten räumlichen Kanalgrabenverhältnissen voraussichtlich nur mit Einsatz eines Reißzahns, Felsmeisels oder einer Felsfräse gelöst werden.

6.2 Straßenbau

Für die Bemessung des Fahrbahnaufbaues sind die Richtlinien der RStO 12 sowie der ZTVE-StB 17 und die DIN 18196 zu beachten.

Es wird empfohlen, einen Straßenaufbau gemäß RStO 12 für Quartierstraßen der Belastungsklasse Bk 3,2 durchzuführen. Auf Höhe des Planums befinden sich Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F2/F3 gemäß ZTVE - StB 17.

Brigachtal liegt nach der Frosteinwirkungszonenkarte (Fassung 2012) in Zone II. In Anlehnung an die RStO 12 ist folgender Aufbau zu wählen:

Belastungsklasse 3,2

| Frostempfindlichkeitsklasse | F 2 | F 3 |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Tabelle 6, Zeile 2 = Richtwert | 55 cm | 60 cm |
| Tabelle 7, Zeile 1.2 = Zone II | + 5 cm | + 5 cm |
| Gesamtdicke | 55 cm | 65 cm |

Gemäß ZTVT - StB 95 und ZTVE - StB 17 werden folgende Anforderungen an den Straßenoberbau gestellt:

a) Oberkante Frostschutzschicht:

| | |
|------------------|-------------------------------------------|
| Verdichtungsgrad | $D_{Pr} \geq 103 \%$ |
| Verformungsmodul | $E_{V2} \geq 120 \text{ MN} / \text{m}^2$ |
| Verhältniswert | $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$ |

b) Oberkante Planum:

Verformungsmodul $E_{V2} \geq 45 \text{ MN} / \text{m}^2$

Im westlichen Bereich des Baugeländes stehen gemischtkörnige Verwitterungsdecken der Trochitenkalk-Formation an, die als ausreichend tragfähig und gut bis mäßig verdichtbar eingestuft werden.

Im östlichen Bereich des Bebauungsgeländes stehen ausweislich des durchgeführten CBR-Versuchs Lehme mit geringer Tragfähigkeit an, welche die Anforderungen an die Tragfähigkeit des Erdplanums nicht erfüllen werden. Es wird empfohlen, einen Bodenaustausch oder eine Bodenverbesserung für bindige Bereiche einzuplanen und die Tragfähigkeit des Erdplanums im Zuge der Baumaßnahme mittels Lastplattendruckversuchen zu überprüfen.

Der Bodenaustausch sollte mit einem grobkörnigen Boden der Gruppen GW bzw. GI oder mit einem gemischtkörnigen Boden der Gruppe GU in einer Schichtstärke von ca. 30 cm erfolgen. Unterhalb des Bodenaustausches ist ein geotextiles Vlies zu verlegen. Mit dem Vlies wird verhindert, dass bei der Verdichtung bindige Anteile aus dem Planum in den Bodenaustausch eingearbeitet werden und diesen verschlechtern. Zu verwenden ist ein geotextiles Vlies mit folgenden Kennwerten:

- Geotextil-Robustheitsklasse (GRK) ≥ 3
- Wirksame Öffnungsweite $O_{90,W} = 0,1 - 0,15 \text{ mm}$

Das Geotextil ist mit einer seitlichen Überlappung von 0,5 m einzubauen. Für die Ausschreibung des Geotextils ist die TL Geotex E-StB 95 heranzuziehen.

Alternativ kann eine Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln ausgeführt werden. In Abhängigkeit von der zu bearbeitenden Fläche könnte die Bodenverbesserung eine wirtschaftlichere Variante darstellen. Für Ausschreibungszwecke kann von einem Bindemittelbedarf von rund 2 % (ca. 33 kg/m³) und der Verwendung eines Mischbindemittels aus 50% Weißfeinkalk und 50% Zement ausgegangen werden.

Aufgrund der hohen Kohäsion der bindigen Böden neigen diese zur Klumpenbildung. Um eine für die Bodenverbesserung erforderliche innige Durchmischung des Bodens mit dem Zuschlagmittel zu gewährleisten, sind mehrere Fräsübergänge einzuplanen.

6.3 Baugruben, Wasserhaltung und Abdichtung von Bauwerken

Frei geböschte Baugruben können gem. DIN 4124 bis 5 m Tiefe bzw. bis zum Grundwasserspiegel mit folgenden Böschungswinkeln erstellt werden:

| | |
|--------------------------------------|-----|
| Holozäne Abschwemmmassen | 60° |
| Verwitterungsdecke | 60° |
| Trochitenkalk-Formation, Fels | 80° |

Steilere Böschungen und tiefere Baugruben sind möglich, sie sind statisch jedoch nachzuweisen und falls der Nachweis nicht geführt werden kann, mit einem Verbau zu sichern. Die weiteren Vorgaben der DIN 4124 sind bei der Herstellung der Böschungen und z. B. auch beim Befahren der Böschungsschulter mit schwerem Gerät zu beachten.

Bindige Böden sind als witterungsempfindlich einzustufen und müssen daher entsprechend geschützt werden. Das Planum darf vor dem Aufbringen von Schutzschichten nicht befahren werden. Der Ausbau ist rückschreitend und Schüttungen sind vor Kopf auszuführen. Aufgeweichte oder aufgelockerte Böden im Bereich der Gründungssohle sind gegen Magerbeton auszutauschen.

Der Bauwasserstand dürfte unter der Baugrubensohle liegen. Für Baugruben, deren Sohle oberhalb des Bauwasserstandes liegt, sind Pumpensümpfe zur Fassung von Niederschlags- und Stauwasser ausreichend. Das Planum ist mit entsprechendem Gefälle von $\geq 3 \%$ zu den Pumpensümpfen herzustellen.

Aufgrund der gering durchlässigen Abschwemmmassen und Verwitterungsdecken wird eine Abdichtung der erdberührten Bauteile von Bauwerken für die Wassereinwirkungsklasse **W2 Drückendes Wasser nach DIN 18533** empfohlen.

Bei Einbau einer dauerhaft wirksamen Drainage nach DIN 4095 kann der Bemessungswasserstand auf die Oberkante der Drainage abgesenkt werden. Oberhalb des Bemessungswasserstandes ist eine Abdichtung der erdberührten Bauteile für den **Lastfall W1.2-E Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser mit Dränung nach DIN 18533** ausreichend.

Alternativ zur Abdichtung der erdberührten Bauteile mit Abdichtungsstoffen ist eine Ausführung gemäß DAfStb-Richtlinie für wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Beton) möglich. Es wird darauf hingewiesen, dass Beton zwar undurchlässig für Wasser in flüssiger Zustandsform, nicht jedoch diffusionsdicht für Wasserdampf ist. Je nach den Anforderungen an die Untergeschossräume (geringe Luftfeuchtigkeit bei hochwertiger Nutzung) sind bei Verwendung von WU-Beton zusätzliche Maßnahmen zur Trockenhaltung (z. B. Diffusionssperren, Klimatisierung) erforderlich.

6.4 Arbeitsraumverfüllung

Die im Rahmen der Aushubarbeiten entstehenden Arbeitsräume sind grundsätzlich mit nichtbindigem, ausreichend wasserdurchlässigem, steinfreiem Lockergesteinsmaterial zu verfüllen. Zur Gewährleistung einer sachgemäßen Versickerung der Oberflächenwässer sind hierzu beispielsweise Sande und Kiese mit einer kapillarbrechenden Wirkung, resp. einem Durchlässigkeitsbeiwert von $> 1 \times 10^{-4}$ m/s zu verwenden. Das Einbaumaterial ist in Lagenstärken von max. 0,3 m einzubringen und mittels Stampfern oder leichten Flächenrüttlern auf mindestens 97 % der Proctordichte (entspricht mitteldichter Lagerung) zu verdichten.

6.5 Wiederverwendbarkeit des Erdaushubes

Es wird die Verwertbarkeit aus geotechnischer Sicht bewertet. Die Angaben erfolgen vorbehaltlich der abfallrechtlichen Einstufung in Kapitel 9.

- Der Oberboden ist in seiner Funktion als Oberboden wieder zu verwerten. Beim Ausbau und der Zwischenlagerung sind eine Verdichtung und die Wasseraufnahme zu vermeiden.
- Die Lehme der holozänen Abschwemmmassen sind insbesondere unter beengten Verhältnissen (z.B. in Kanalgräben) als bedingt verdichtbar einzustufen. Sie sollten ohne Zusatzmaßnahmen nur in Bereichen eingebaut werden, in denen keine Lasten abgetragen werden und Setzungen toleriert werden können.
- Aushubmaterial aus den Verwitterungsschichten der Trochitenkalk-Formation kann wiederverwertet werden, sofern zum Erreichen eines hohlraumarmen Einbaus Steine und Blöcke > 150 mm aussortiert werden.
- Aushub aus dem Bereich fester Kalksteinbänke ist für einen hohlraumarmen Wiedereinbau geeignet, sofern die maximale Korngröße, z. B. durch Zerkleinerung mittels Anbaubrecher, auf etwa 150 mm begrenzt wird.
- Gemäß ZTVE-StB 17 ist vom Planum bis zur Dammsohle (bzw. Kanalgrabensohle) ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} > 97$ % einzuhalten. Sofern ein Wiedereinbau der lehmigen, holozänen Abschwemmmassen im Kanalgraben vorgesehen ist, wird eine Bodenverbesserung mit Bindemittel empfohlen. Durch Zugabe des Bindemittels werden sowohl die Verdichtungseigenschaften verbessert als auch die Tragfähigkeit des Bodens erhöht, sodass auch der geforderte Verformungsmodul auf dem Erdplanum sicher erreicht wird.

6.6 Versickerung von Oberflächenwasser

Der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich bewegt sich etwa zwischen $k_f \leq 1 \times 10^{-3}$ m/s und $\geq 1 \times 10^{-6}$ m/s. Im vorliegenden Fall weisen die anstehenden Abschwemm Massen und bereichsweise auch die gemischtkörnigen Verwitterungsdecken zu geringe k_f -Werte auf und sind für eine Versickerung von Niederschlagswasser nicht oder nur eingeschränkt geeignet. In der Trochitenkalk-Formation können in Abhängigkeit von der Klüftung voraussichtlich gute Versickerungswerte erzielt werden.

7 Hochbau

7.1 Holozäne Abschwemm Massen

Im Bereich der Gründungssohle zukünftiger Bebauung stehen in der Osthälfte des Baugebietes (Schürfe 1 - 4) hinreichend tragfähige, setzungsempfindliche, holozäne Abschwemm Massen in überwiegend halbfester Konsistenz an.

Flachgründungen mittels Fundamenten können vorläufig unter Ansatz eines Bemessungswertes des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ gemäß Tabelle A 6.7 der DIN 1054:2010 für eine mittlere halbfeste Konsistenz bemessen werden:

Tabelle A 6.7: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf tonig-schluffigem Boden (UM, TL, TM nach DIN 18196) mit Breiten b bzw. b' von 0,50 m bis 2,00 m

| kleinste Einbindetiefe des Fundaments m | Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands kN/m ² | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------|
| | steif | mittlere Konsistenz halbfest | fest |
| 0,50 | 170 | 240 | 390 |
| 1,00 | 200 | 290 | 450 |
| 1,50 | 220 | 350 | 500 |
| 2,00 | 250 | 390 | 560 |
| mittlere einaxiale Druckfestigkeit $q_{iv,k}$ in kN/m ² | 120 bis 300 | 300 bis 700 | > 700 |
| ACHTUNG — Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohl drücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11. | | | |

Die bindigen Böden sind als schrumpffgefährdet einzustufen. Bedingt durch eine Austrocknung des Bodens, z. B. durch Heizen in Untergeschossen, Wasserentzug durch Pflanzen oder durch länger anhaltende Trockenheit kann es zu erheblichen Schrumpfsetzungen kommen.

Daher werden folgende Maßnahmen empfohlen:

- auf eine stark wasserziehende Bepflanzung in Fundamentnähe sollte verzichtet werden;
- die Fundamenttiefe sollte mindestens 1,5 m unter GOK betragen, da hier witterungsbedingte Wassergehaltsschwankungen des Bodens keine große Rolle mehr spielen.

7.2 Verwitterungsdecke

In der Westhälfte des Baugebietes (Schürfe 5 - 8) besteht der Gründungshorizont flach gegründeter Gebäude aus tragfähigen, mäßig setzungsempfindlichen, gemischtkörnigen Verwitterungsprodukten der Trochitenkalk - Formation. Der Feinkornanteil ist überwiegend halbfest.

Flachgründungen mittels Fundamenten können vorläufig unter Ansatz eines Bemessungswertes des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ gemäß Tabelle A 6.6 der DIN 1054:2010 für eine halbfeste Konsistenz bemessen werden:

Tabelle A 6.6: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf gemischtkörnigem Boden (SU*, ST, ST*, GU*, GT* nach DIN 18196; z. B. Geschiebemergel) mit Breiten b bzw. b' von 0,50 m bis 2,00 m

| kleinste Einbindetiefe des Fundaments m | Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands kN/m ² | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------|
| | steif | mittlere Konsistenz halbfest | fest |
| 0,50 | 210 | 310 | 460 |
| 1,00 | 250 | 390 | 530 |
| 1,50 | 310 | 460 | 620 |
| 2,00 | 350 | 520 | 700 |
| mittlere einaxiale Druckfestigkeit $q_{iv,k}$ in kN/m ² | 120 bis 300 | 300 bis 700 | > 700 |
| ACHTUNG — Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohl drücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11. | | | |

7.3 Trochitenkalk

Deutlich höhere Lasten bis etwa $\sigma_{R,d} = 700$ kN/m² können im tragfähigen und setzungsunempfindlichen Festgestein der Trochitenkalk-Formation abgetragen werden, welche im zentralen Drittel des Baugeländes (Schürfe 4 - 6) bereits ab etwa 2 m unter GOK ansteht.

Es wird empfohlen, vorhabenbezogene Baugrunduntersuchungen durchzuführen.

8 Abfallrechtliche Einstufung von Erdaushub

Beurteilungsgrundlage für eine stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen ist in Baden-Württemberg die Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial /6/. Hier sind Zuordnungswerte formuliert, welche den uneingeschränkten Einbau (Z0), den eingeschränkten offenen Einbau (Z1) und den Einbau mit definierten Sicherungsmaßnahmen (Z2) regeln.

Es wurden zwei Mischproben des Aushubmaterials hergestellt und diesbezüglich untersucht:

Tabelle 10: Untersuchungsumfang

| Probenbezeichnung | Schichtenbezeichnung | Analysenumfang |
|---------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MP-VL: S1-S3 | holozäne Abschwemmas- sen (Verwitterungslehm) | 2 x Parameter gem. VwV des Umweltministe- riums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial, Tabelle 6-1: Zuordnungswerte |
| MP-VD: S4-S8 | Verwitterungsdecke (ge- mischtkörnig) | |

Nachfolgend sind die Analyseergebnisse den entsprechenden Zuordnungswerten gegenübergestellt. Details der chemischen Analysen können Anlage 5 entnommen werden.

Tabelle 11: Zuordnungswerte Feststoff für die Bodenarten Lehm/Schluff

| Parameter | Dimension | MP-VL: S1-S3 | MP-VD: S4-S8 | Zuordnungswerte | | | |
|-----------------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|------|--------|
| | | | | Z0 | Z1.1 | Z1.2 | Z2 |
| Trockenmasse | % | 67,7 | 85,6 | | | | |
| pH-Wert ¹⁾ | - | 7,5 | 7,8 | 6,5-9,5 | 6,5-9,5 | 6-12 | 5,5-12 |
| EOX | mg/kg | <1,0 | <1,0 | 1 | 3 | 3 | 10 |
| KW C10-C22 | mg/kg | <50 | <50 | 100 | 300 | 300 | 1000 |
| KW C10-C40 | mg/kg | <50 | <50 | 100 | 600 | 600 | 2000 |
| ∑ PAK (EPA) | mg/kg | n.b. | n.b. | 3 | 3 | 9 | 30 |
| Benzo(a)pyren | mg/kg | <0,05 | <0,05 | 0,3 | 0,9 | 0,9 | 3 |
| ∑ BTEX | mg/kg | n.b. | n.b. | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ∑ CKW | mg/kg | n.b. | n.b. | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ∑ PCB | mg/kg | n.b. | n.b. | 0,05 | 0,15 | 0,15 | 0,5 |
| Arsen | mg/kg | 54 | 16 | 15 | 45 | 45 | 150 |
| Blei | mg/kg | 63 | 24 | 70 | 210 | 210 | 700 |
| Cadmium | mg/kg | 0,6 | 0,2 | 1,0 | 3 | 3 | 10 |
| Chrom gesamt | mg/kg | 75 | 26 | 60 | 180 | 180 | 600 |
| Kupfer | mg/kg | 60 | 23 | 40 | 120 | 120 | 400 |
| Nickel | mg/kg | 66 | 22 | 50 | 150 | 150 | 500 |
| Quecksilber | mg/kg | 0,12 | <0,05 | 0,5 | 1,5 | 1,5 | 5 |
| Thallium | mg/kg | 1,0 | 0,3 | 0,7 | 2,1 | 2,1 | 7 |
| Zink | mg/kg | 228 | 102 | 150 | 450 | 450 | 1500 |
| Cyanide ges. | mg/kg | <0,3 | <0,3 | - | 3 | 3 | 10 |

n.b.: nicht bestimmbar

Tabelle 12: Untersuchung nach Tabelle 6-1 (VwV des UM): Zuordnungswerte Eluat

| Parameter | Dimension | MP-VL: S1-S3 | MP-VD: S4-S8 | Zuordnungswerte | | | |
|-----------------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|------|--------|
| | | | | Z0 | Z1.1 | Z1.2 | Z2 |
| pH-Wert ¹⁾ | - | 8,9 | 8,7 | 6,5-9 | 6,5-9 | 6-12 | 5,5-12 |
| el. Leitfähigkeit | µS/cm | 85 | 74 | 250 | 250 | 1500 | 2000 |
| Chlorid | mg/l | <2,0 | <2,0 | 30 | 30 | 50 | 100 |
| Sulfat | mg/l | <2,0 | <2,0 | 50 | 50 | 100 | 150 |
| Cyanide ges. | µg/l | <5 | <5 | 5 | 5 | 10 | 20 |
| Phenolindex | µg/l | <10 | <10 | 20 | 20 | 40 | 100 |
| Arsen | µg/l | <5 | <5 | - | 14 | 20 | 60 |
| Blei | µg/l | <5 | <5 | - | 40 | 80 | 200 |
| Cadmium | µg/l | <0,5 | <0,5 | - | 1,5 | 3 | 6 |
| Chrom | µg/l | <5 | <5 | - | 12,5 | 25 | 60 |
| Kupfer | µg/l | <5 | <5 | - | 20 | 60 | 100 |
| Nickel | µg/l | <5 | <5 | - | 15 | 20 | 70 |
| Quecksilber | µg/l | <0,2 | <0,2 | - | 0,5 | 1 | 2 |
| Thallium | µg/l | <0,5 | <0,5 | - | - | - | - |
| Zink | µg/l | <50 | <50 | - | 150 | 200 | 600 |

13: Materialeinstufung

| Probe | Zuordnungsklasse | maßgebende Parameter / Beurteilung |
|--------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MP-VD: S4-S8 | Z1.1 | geogen erhöhtes Arsen im Feststoff / verwertbar in offener Bauweise oder alternativ Ablagerung auf einer zugelassenen Erdeponie |
| MP-VL: S1-S3 | Z2 | geogen erhöhtes Arsen, untergeordnet Thallium, Chrom, Kupfer, Nickel, Zink im Feststoff / verwertbar in technischen Bauwerken bei definierten technischen Sicherungsmaßnahmen oder alternativ Ablagerung auf einer zugelassenen Erdeponie |

Erhöhte Arsen- und Schwermetallkonzentrationen sind in den Böden der Region häufig anzutreffen und in der Regel natürlichen (geogenen) Ursprungs. Dennoch ist im Falle einer Entsorgung mit einem erhöhten Kostenaufwand zu rechnen. Im vorliegenden Fall sollte eine möglichst umfassende Wiederverwertung vor Ort angestrebt und der Verwertungs-/Entsorgungsweg überschüssigen Aushubmaterials durch Probenahme und Untersuchung von Haufwerken nach LAGA PN 98 festgelegt werden.

9 Abschließende Bemerkungen

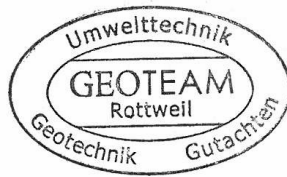
Die Erkundung des Baugrundes durch Baggerschürfe ergibt zwangsläufig nur punktförmige Aufschlüsse über den Aufbau des Untergrundes. Im Zuge der Erd- und Gründungsarbeiten ist daher sorgfältig zu überprüfen, ob die angetroffenen Baugrundverhältnisse mit den Angaben im Gutachten übereinstimmen. Im Zweifelsfall ist der Bodengutachter zu verständigen.

Der vorliegende Bericht ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

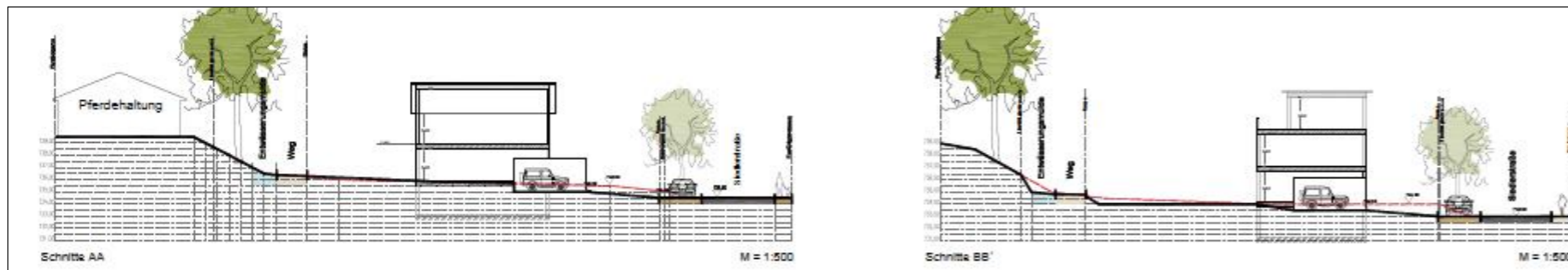
GEOTEAM Rottweil
Partnerschaft



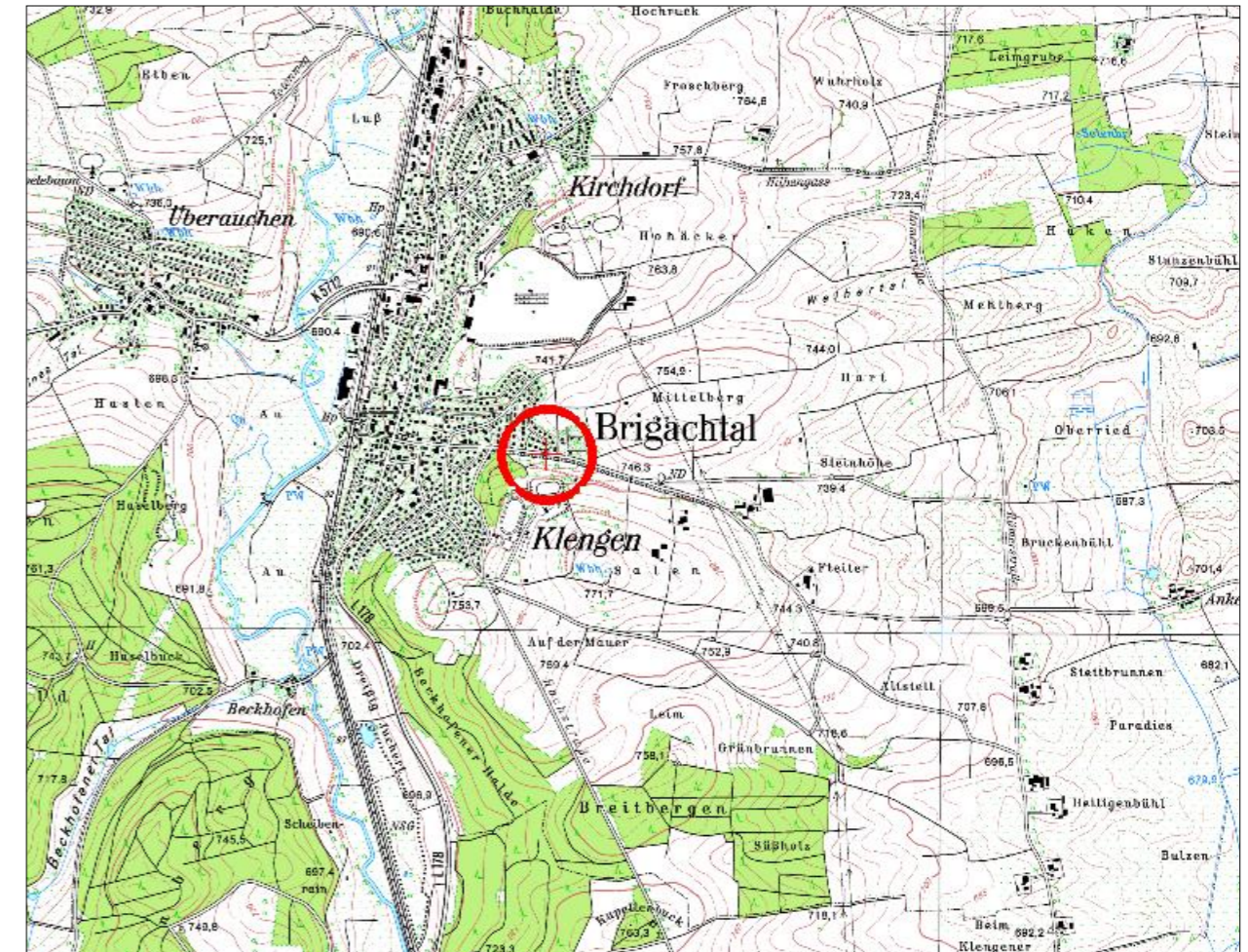
Michael Ruf
M.Sc. Umweltwissenschaftler



Eric Utry
Diplom-Geologe



Detaillageplan: Lage der Schürfe 1-8 (verändert nach kommunalplan: Bebauungsplan "Im Grüble" vom 20.07.2020)



Übersichtslageplan (Rot: Untersuchungsgebiet)



Kartenansicht: LUBW 2020: Daten- und Kartendienst Online (Rot: Lage Bebauungsgebiet)

GEOTEAM ROTTWEIL
Partnersgesellschaft
Neckartal 93
78628 Rottweil
Telefon: (0741)/1756066
Fax: (0741)/1756086
Mail: info@geoteam-rottweil.de
Web: www.geoteam-rottweil.de



Erschließung "Im Grüble" Brigachtal-Klengen

| | | |
|---------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| PROJEKTNAME | Erschließung "Im Grüble" Brigachtal | |
| AUFTRAG-GEBER | Gemeindeverwaltung Brigachtal St. Gallus-Straße 4, 78086 Brigachtal | |
| DARSTELLUNG | Lagepläne | PROJEKT-Nr. R-421-2021 |
| BEARBEITET | Ruf | ANLAGE-Nr. |
| DATUM | 09.02.2021 | 1 |



Bild 1: Schurfprofil S1

Bild 2: Blick auf Schurf 1

GEOTEAM ROTTWEIL
Partnersgesellschaft
Neckartal 93
78628 Rottweil
Telefon: (0741)1756066
Fax: (0741)1756086
Mail: info@geoteam-rottweil.de
Web: www.geoteam-rottweil.de



Erschließung "Im Grüble" Brigachtal-Klengen

| | | |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| PROJEKTNAME | Erschließung "Im Grüble" Brigachtal | |
| AUFTRAG- GEBER | Gemeindeverwaltung Brigachtal St. Gallus-Straße 4, 78086 Brigachtal | |
| DARSTELLUNG | Fotodokumentation | PROJEKT-Nr. R-421-2021 |
| BEARBEITET | Ruf | ANLAGEN-Nr.: 2 |
| DATUM | 09.02.2021 | |
| MASSSTAB | | |



Bild 3: Schurfprofil S2

Bild 4: Aushub S2



Bild 5: Schurfprofil S3

Bild 6: Blick auf S3



Bild 7: Schurfprofil S4

Bild 8: Aushub S4

| | | |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| PROJEKTNAME | Erschließung "Im Grüble" Brigachtal | |
| AUFTRAG- GEBER | Gemeindeverwaltung Brigachtal St. Gallus-Straße 4, 78086 Brigachtal | |
| DARSTELLUNG | Fotodokumentation | PROJEKT-Nr.: R-421-2021 |
| BEARBEITET | Ruf | ANLAGEN-Nr.: 2.3 |
| DATUM | 09.02.2021 | |
| MASSSTAB | | |



Bild 9: Schurfprofil S5

Bild 10: Aushub S5

| | | | |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|
| PROJEKTNAME | Erschließung "Im Grüble" Brigachtal | | |
| AUFTRAG- GEBER | Gemeindeverwaltung Brigachtal St. Gallus-Straße 4, 78086 Brigachtal | | |
| DARSTELLUNG | Fotodokumentation | PROJEKT-Nr.: | R-421-2021 |
| BEARBEITET | Ruf | ANLAGEN-Nr.: | 2.4 |
| DATUM | 09.02.2021 | | |
| MASSSTAB | | | |



Bild 11: Schurfprofil S6

Bild 12: Blick auf S6

| | | |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| PROJEKTNAME | Erschließung "Im Grüble" Brigachtal | |
| AUFTRAG- GEBER | Gemeindeverwaltung Brigachtal St. Gallus-Straße 4, 78086 Brigachtal | |
| DARSTELLUNG | Fotodokumentation | PROJEKT-Nr. R-421-2021 |
| BEARBEITET | Ruf | ANLAGEN-Nr.: 2.5 |
| DATUM | 09.02.2021 | |
| MASSSTAB | | |



Bild 13: Schurfprofil S7

Bild 14: Aushub S7

| | | |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| PROJEKTNAME | Erschließung "Im Grüble" Brigachtal | |
| AUFTRAG- GEBER | Gemeindeverwaltung Brigachtal St. Gallus-Straße 4, 78086 Brigachtal | |
| DARSTELLUNG | Fotodokumentation | PROJEKT-Nr.: R-421-2021 |
| BEARBEITET | Ruf | ANLAGEN-Nr.: 2.6 |
| DATUM | 09.02.2021 | |
| MASSSTAB | | |



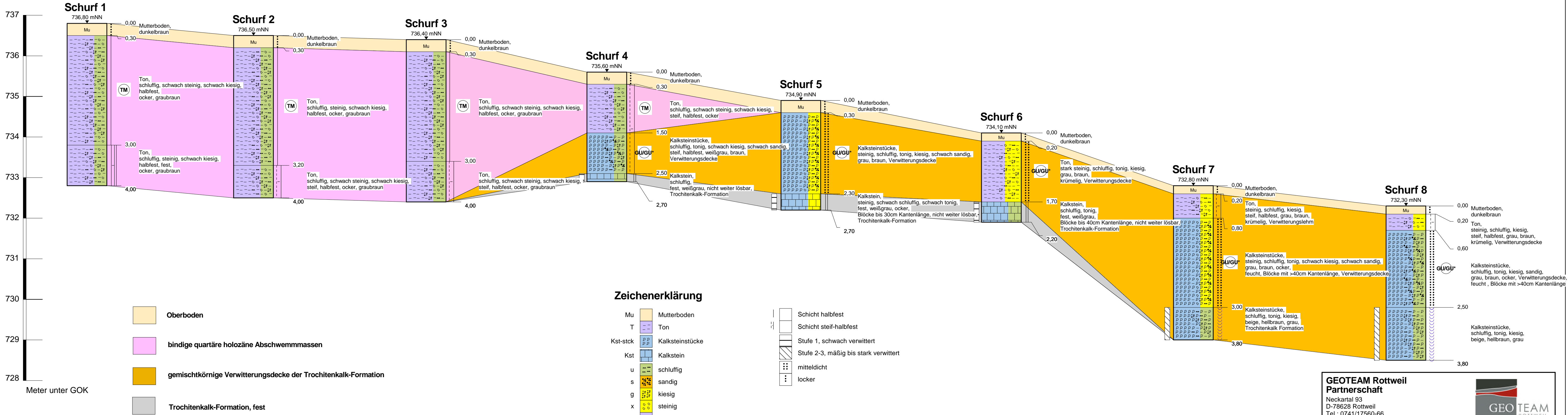
Bild 15: Schurfprofil S8

Bild 16: Aushub S8

SCHURFPROFILE / SÄULENPROFILE

Osten <----> Westen

nach DIN 4022/23



- Oberboden
- bindige quartäre holozäne Abschwemm Massen
- gemischtkörnige Verwitterungsdecke der Trochitenkalk-Formation
- Trochitenkalk-Formation, fest

Zeichenerklärung

- | | | | | |
|----------|--|-----------------|--|---------------------------------------|
| Mu | | Mutterboden | | Schicht halbfest |
| T | | Ton | | Schicht steif-halbfest |
| Kst-stck | | Kalksteinstücke | | Stufe 1, schwach verwittert |
| Kst | | Kalkstein | | Stufe 2-3, mäßig bis stark verwittert |
| u | | schluffig | | mitteldicht |
| s | | sandig | | locker |
| g | | kiesig | | |
| x | | steinig | | |
| t | | tonig | | |
| | | Vernässungszone | | |
| | | Schicht fest | | |

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| GEOTEAM Rottweil Partnerschaft Neckartal 93 D-78628 Rottweil Tel.: 0741/17560-66 | | |
| Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Brigachtal St.Gallus-Straße 4, 78086 Brigachtal | Projekt-Nr. R-421 | |
| Projekt: Erschließung "Im Grüble" Brigachtal-Klengen | Anlage-Nr. 3 | |
| Maßstab: 1 : 50 | Höhen-Maßstab: Ruf | Gezeichnet: Utry |
| Geprüft: Utry | Gutachter: Utry | Datum: 09.02.2021 |

N:\Berichte\2021\Ruf\R-421-2021 BG Im Grüble Brigachtal\Anlage 3.wbfx

Zustandsgrenzen

nach DIN 18122

Projekt-Nr.: R-421-2021

Bauvorhaben: BG "Im Gröble" Brigachtal

Prüfer: P. Utry

Datum: 18.02.2021

Entnahmestelle: S1

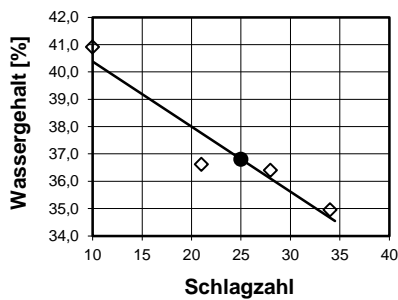
Bodenart:

Tiefe: 0,3 - 3,0m

Art der Entnahme: gestört

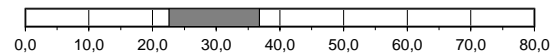
Entn. am: 09.02.2021

| Behälter-Nr. | Fließgrenze | | | | Ausrollgrenze | | |
|-------------------------------|-------------|------|------|------|---------------|------|------|
| | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Zahl der Schläge | 10 | 21 | 34 | 28 | | | |
| Feuchte Probe + Behälter [g] | 9,91 | 9,85 | 9,74 | 9,44 | 9,31 | 9,13 | 9,81 |
| Trockene Probe + Behälter [g] | 7,93 | 8,03 | 8,01 | 7,74 | 8,15 | 8,01 | 8,56 |
| Behälter [g] | 3,09 | 3,06 | 3,06 | 3,07 | 3,02 | 3,03 | 3,06 |
| Wasser [g] | 1,98 | 1,82 | 1,73 | 1,70 | 1,16 | 1,12 | 1,25 |
| Trockene Probe [g] | 4,84 | 4,97 | 4,95 | 4,67 | 5,13 | 4,98 | 5,50 |
| Wassergehalt [%] | 40,9 | 36,6 | 34,9 | 36,4 | 22,6 | 22,5 | 22,7 |

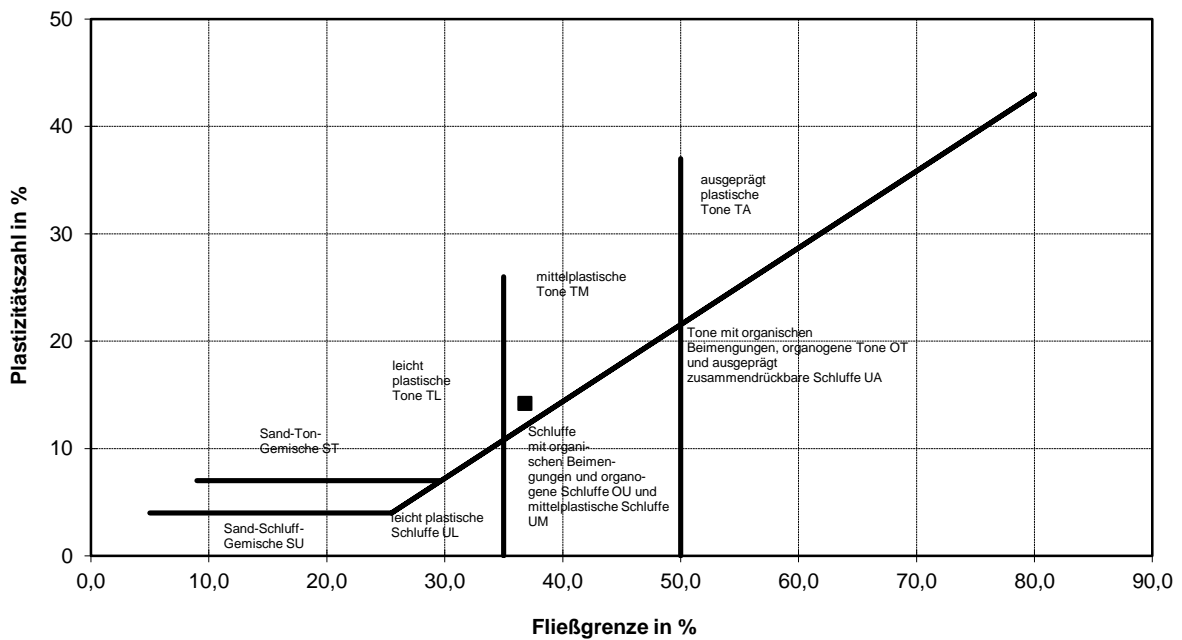
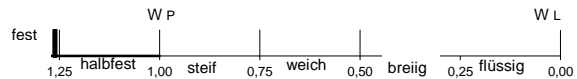


| | | |
|-----------------------|----------------|--------|
| Wassergehalt nat. | w | 18,9 % |
| Fließgrenze | w _L | 36,8 % |
| Ausrollgrenze | w _P | 22,6 % |
| Überkorn > 0,4 mm | ü | % |
| Wassergehalt Überk. | w _ü | % |
| Wassergehalt < 0,4 mm | | 18,9 % |

Plastizitätsbereich w_L bis w_P



Plastizitätszahl I_P 14,2 %
 Konsistenzzahl I_c 1,26
 korr. Konsistenzzahl I_c ü



Zustandsgrenzen

nach DIN 18122

Projekt-Nr.: R-421-2021

Bauvorhaben: BG "Im Gröble" Brigachtal

Prüfer: P. Utry

Datum: 18.02.2021

Entnahmestelle: S3

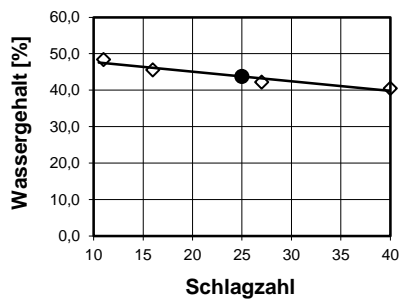
Bodenart:

Tiefe: 3,0m-4,0m

Art der Entnahme: gestört

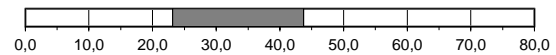
Entn. am: 09.02.2021

| Behälter-Nr. | Fließgrenze | | | | Ausrollgrenze | | |
|-------------------------------|-------------|------|------|------|---------------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Zahl der Schläge | 11 | 16 | 27 | 40 | | | |
| Feuchte Probe + Behälter [g] | 9,46 | 9,85 | 9,27 | 9,60 | 9,62 | 9,29 | 9,76 |
| Trockene Probe + Behälter [g] | 7,38 | 7,74 | 7,44 | 7,73 | 8,39 | 8,12 | 8,50 |
| Behälter [g] | 3,08 | 3,11 | 3,10 | 3,11 | 3,08 | 3,05 | 3,06 |
| Wasser [g] | 2,08 | 2,11 | 1,83 | 1,87 | 1,23 | 1,17 | 1,26 |
| Trockene Probe [g] | 4,30 | 4,63 | 4,34 | 4,62 | 5,31 | 5,07 | 5,44 |
| Wassergehalt [%] | 48,4 | 45,6 | 42,2 | 40,5 | 23,2 | 23,1 | 23,2 |

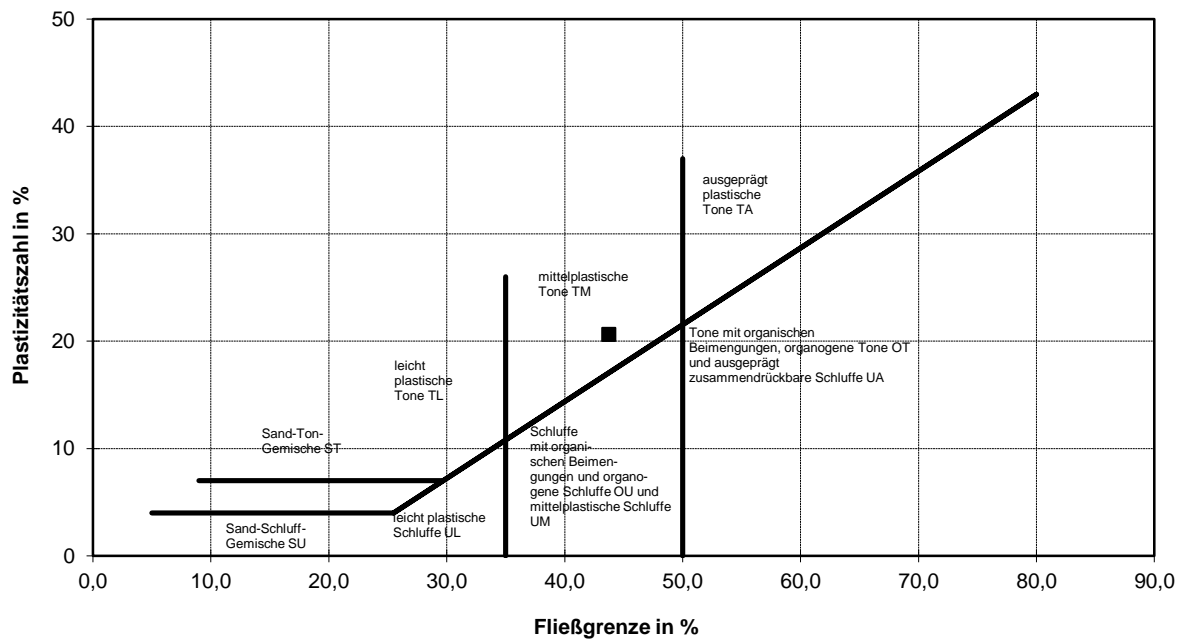
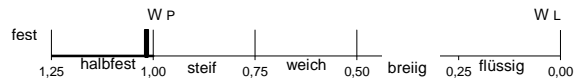


| | | |
|-----------------------|----------------|--------|
| Wassergehalt nat. | w | 22,8 % |
| Fließgrenze | w _L | 43,8 % |
| Ausrollgrenze | w _P | 23,1 % |
| Überkorn > 0,4 mm | ü | % |
| Wassergehalt Überk. | w _ü | % |
| Wassergehalt < 0,4 mm | | 22,8 % |

Plastizitätsbereich w_L bis w_P



Plastizitätszahl I_P 20,6 %
 Konsistenzzahl I_c 1,02
 korr. Konsistenzzahl I_c ü

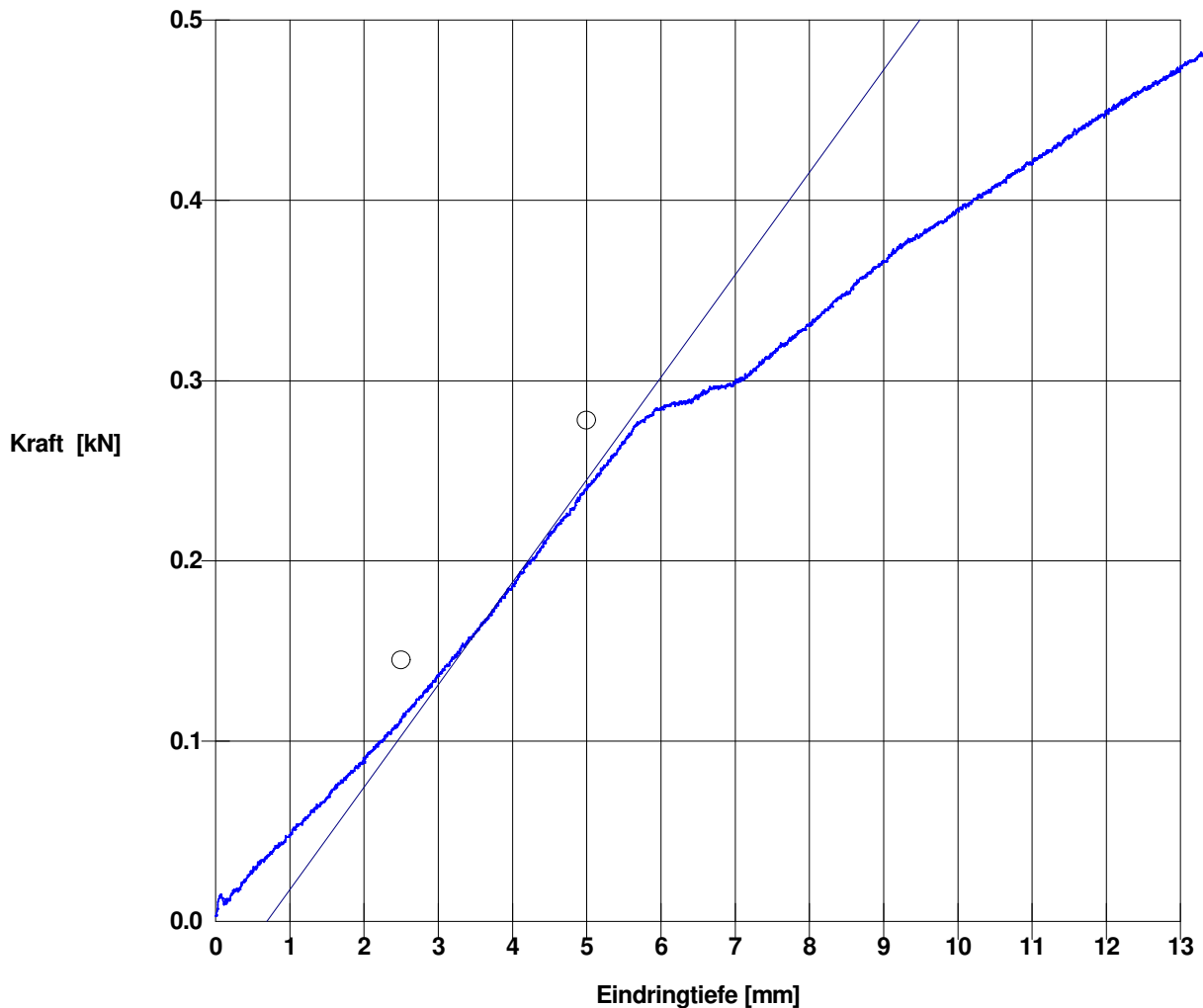


| | | | | | | | |
|----------------------|------------------------------|------------------------|---------|---------|----------------------|---------|----------|
| Projekt: | BG "Im Gröble" Brigachtal | CBR EN 13286-47 | | | | | |
| Anlage: | 4.2 | Zeit Min | d mm | F kN | F _p kN | F kN | CBR % |
| Datum: | 12.02.2021 | 0,40 | 0,5 | 0,03 | | | |
| Zeit: | 14:24:17 | 0,79 | 1,0 | 0,05 | | | |
| | | 1,19 | 1,5 | 0,07 | | | |
| | | 1,58 | 2,0 | 0,09 | | | |
| Probennummer: | BG Brigachtal S1 | 1,97 | 2,5 | 0,11 | 0,15 | 13,2 | 1,1 |
| | | 2,37 | 3,0 | 0,14 | | | |
| | | 2,77 | 3,5 | 0,16 | | | |
| | | 3,16 | 4,0 | 0,19 | | | |
| | | 3,56 | 4,5 | 0,21 | | | |
| | | 3,95 | 5,0 | 0,24 | 0,28 | 20,0 | 1,4 |
| | | 4,35 | 5,5 | 0,27 | | | |
| | | 4,75 | 6,0 | 0,28 | | | |
| | | 5,15 | 6,5 | 0,29 | | | |
| | | 5,54 | 7,0 | 0,30 | | | |
| | | 5,94 | 7,5 | 0,32 | | | |
| | | 6,33 | 8,0 | 0,33 | | | |
| | | 6,72 | 8,5 | 0,35 | | | |
| | | 7,11 | 9,0 | 0,37 | | | |
| | | 7,51 | 9,5 | 0,38 | | | |
| | | 7,90 | 10,0 | 0,40 | | | |

CBR-Wert
direkter Tragindex

1,5

Kraft-Verformungs-Diagramm



AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

GEOTEAM ROTTWEIL
 NECKARTAL 93
 78628 ROTTWEIL

Datum 16.02.2021
 Kundennr. 27019579

PRÜFBERICHT 3112540 - 610980

Auftrag 3112540 BG "Im Grüble" Brigachtal
 Analysenr. 610980
 Probeneingang 10.02.2021
 Probenahme 09.02.2021
 Probenehmer Auftraggeber
 Kunden-Probenbezeichnung MP-VL: S1-S3

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

| Einheit | Ergebnis | Best.-Gr. | Methode |
|---------------------------------|----------|-----------|-----------------------------------------------|
| Analyse in der Gesamtfraction | | | DIN 19747 : 2009-07 |
| Masse Laborprobe | kg | 0,001 | DIN EN 12457-4 : 2003-01 |
| Trockensubstanz | % | 0,1 | DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A |
| pH-Wert (CaCl ₂) | | 0 | DIN ISO 10390 : 2005-12 |
| Cyanide ges. | mg/kg | 0,3 | DIN EN ISO 17380 : 2013-10 |
| EOX | mg/kg | 1 | DIN 38414-17 : 2017-01 |
| Königswasseraufschluß | | | DIN EN 13657 : 2003-01 |
| Arsen (As) | mg/kg | 4 | DIN EN ISO 11885 : 2009-09 |
| Blei (Pb) | mg/kg | 4 | DIN EN ISO 11885 : 2009-09 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | 0,2 | DIN EN ISO 11885 : 2009-09 |
| Chrom (Cr) | mg/kg | 2 | DIN EN ISO 11885 : 2009-09 |
| Kupfer (Cu) | mg/kg | 2 | DIN EN ISO 11885 : 2009-09 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 3 | DIN EN ISO 11885 : 2009-09 |
| Quecksilber (Hg) | mg/kg | 0,05 | DIN EN ISO 12846 : 2012-08 (mod.) |
| Thallium (Tl) | mg/kg | 0,1 | DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02 |
| Zink (Zn) | mg/kg | 2 | DIN EN ISO 11885 : 2009-09 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) | mg/kg | 50 | DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40 | mg/kg | 50 | DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 |
| Naphthalin | mg/kg | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| Acenaphthylen | mg/kg | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| Acenaphthen | mg/kg | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| Fluoren | mg/kg | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| Phenanthren | mg/kg | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| Anthracen | mg/kg | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| Fluoranthen | mg/kg | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| Pyren | mg/kg | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| Benzo(a)anthracen | mg/kg | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| Chrysen | mg/kg | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| Benzo(b)fluoranthen | mg/kg | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| Benzo(k)fluoranthen | mg/kg | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| Benzo(a)pyren | mg/kg | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| Dibenz(ah)anthracen | mg/kg | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| Benzo(ghi)perylen | mg/kg | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

Datum 16.02.2021
 Kundennr. 27019579

PRÜFBERICHT 3112540 - 610980

Kunden-Probenbezeichnung **MP-VL: S1-S3**

| | Einheit | Ergebnis | Best.-Gr. | Methode |
|--------------------------------|---------|-------------|-----------|-----------------------------------------------|
| <i>Indeno(1,2,3-cd)pyren</i> | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| PAK-Summe (nach EPA) | mg/kg | n.b. | | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |
| <i>Dichlormethan</i> | mg/kg | <0,2 | 0,2 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>cis-1,2-Dichlorethen</i> | mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>trans-1,2-Dichlorethen</i> | mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>Trichlormethan</i> | mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>1,1,1-Trichlorethan</i> | mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>Trichlorethen</i> | mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>Tetrachlormethan</i> | mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>Tetrachlorethen</i> | mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| LHKW - Summe | mg/kg | n.b. | | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |
| <i>Benzol</i> | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>Toluol</i> | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>Ethylbenzol</i> | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>m,p-Xylol</i> | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>o-Xylol</i> | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>Cumol</i> | mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>Styrol</i> | mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| Summe BTX | mg/kg | n.b. | | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |
| <i>PCB (28)</i> | mg/kg | <0,01 | 0,01 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| <i>PCB (52)</i> | mg/kg | <0,01 | 0,01 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| <i>PCB (101)</i> | mg/kg | <0,01 | 0,01 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| <i>PCB (118)</i> | mg/kg | <0,01 | 0,01 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| <i>PCB (138)</i> | mg/kg | <0,01 | 0,01 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| <i>PCB (153)</i> | mg/kg | <0,01 | 0,01 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| <i>PCB (180)</i> | mg/kg | <0,01 | 0,01 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| PCB-Summe | mg/kg | n.b. | | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |
| PCB-Summe (6 Kongenere) | mg/kg | n.b. | | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |

Eluat

| | | | | |
|---------------------------|-------|---------|--------|------------------------------|
| Eluaterstellung | | | | DIN EN 12457-4 : 2003-01 |
| Temperatur Eluat | °C | 19,2 | 0 | DIN 38404-4 : 1976-12 |
| pH-Wert | | 8,9 | 0 | DIN EN ISO 10523 : 2012-04 |
| elektrische Leitfähigkeit | µS/cm | 85 | 10 | DIN EN ISO 27888 : 1993-11 |
| Chlorid (Cl) | mg/l | <2,0 | 2 | DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07 |
| Sulfat (SO4) | mg/l | <2,0 | 2 | DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07 |
| Phenolindex | mg/l | <0,01 | 0,01 | DIN EN ISO 14402 : 1999-12 |
| Cyanide ges. | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10 |
| Arsen (As) | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Blei (Pb) | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Cadmium (Cd) | mg/l | <0,0005 | 0,0005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Chrom (Cr) | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Kupfer (Cu) | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Nickel (Ni) | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Quecksilber (Hg) | mg/l | <0,0002 | 0,0002 | DIN EN ISO 12846 : 2012-08 |
| Thallium (Tl) | mg/l | <0,0005 | 0,0005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02 |
| Zink (Zn) | mg/l | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |

*Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.
 Die parameterspezifischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die*

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28
www.agrolab.de



Datum 16.02.2021
Kundennr. 27019579

PRÜFBERICHT 3112540 - 610980

Kunden-Probenbezeichnung **MP-VL: S1-S3**

berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen.

Die Einwaage zur Untersuchung auf leichtflüchtige organische Substanzen erfolgte im Labor aus der angelieferten Originalprobe. Dieses Vorgehen könnte einen Einfluss auf die Messergebnisse haben.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Beginn der Prüfungen: 10.02.2021

Ende der Prüfungen: 15.02.2021

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Barbara Bruckmoser, Tel. 08765/93996-600

serviceteam3.bruckberg@agrolab.de

Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2018 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

GEOTEAM ROTTWEIL
 NECKARTAL 93
 78628 ROTTWEIL

Datum 16.02.2021
 Kundennr. 27019579

PRÜFBERICHT 3112540 - 610981

Auftrag **3112540 BG "Im Grüble" Brigachtal**
 Analysennr. **610981**
 Probeneingang **10.02.2021**
 Probenahme **09.02.2021**
 Probenehmer **Auftraggeber**
 Kunden-Probenbezeichnung **MP-VD: S4-S8**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

| | | | | | |
|---------------------------------|-------|---|-----------------|-------|-----------------------------------------------|
| Analyse in der Gesamtfraktion | | | | | DIN 19747 : 2009-07 |
| Backenbrecher | | ° | | | DIN 19747 : 2009-07 |
| Masse Laborprobe | kg | ° | 4,60 | 0,001 | DIN EN 12457-4 : 2003-01 |
| Trockensubstanz | % | ° | 85,6 | 0,1 | DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A |
| pH-Wert (CaCl2) | | | 7,8 | 0 | DIN ISO 10390 : 2005-12 |
| Cyanide ges. | mg/kg | | <0,3 | 0,3 | DIN EN ISO 17380 : 2013-10 |
| EOX | mg/kg | | <1,0 | 1 | DIN 38414-17 : 2017-01 |
| Königswasseraufschluß | | | | | DIN EN 13657 : 2003-01 |
| Arsen (As) | mg/kg | | 16 | 4 | DIN EN ISO 11885 : 2009-09 |
| Blei (Pb) | mg/kg | | 24 | 4 | DIN EN ISO 11885 : 2009-09 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | | 0,2 | 0,2 | DIN EN ISO 11885 : 2009-09 |
| Chrom (Cr) | mg/kg | | 26 | 2 | DIN EN ISO 11885 : 2009-09 |
| Kupfer (Cu) | mg/kg | | 23 | 2 | DIN EN ISO 11885 : 2009-09 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | | 22 | 3 | DIN EN ISO 11885 : 2009-09 |
| Quecksilber (Hg) | mg/kg | | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 12846 : 2012-08 (mod.) |
| Thallium (Tl) | mg/kg | | 0,3 | 0,1 | DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02 |
| Zink (Zn) | mg/kg | | 102 | 2 | DIN EN ISO 11885 : 2009-09 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) | mg/kg | | <50 | 50 | DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40 | mg/kg | | <50 | 50 | DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 |
| <i>Naphthalin</i> | mg/kg | | <0,05 | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| <i>Acenaphthylen</i> | mg/kg | | <0,05 | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| <i>Acenaphthen</i> | mg/kg | | <0,05 | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| <i>Fluoren</i> | mg/kg | | <0,05 | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| <i>Phenanthren</i> | mg/kg | | <0,05 | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| <i>Anthracen</i> | mg/kg | | <0,05 | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| <i>Fluoranthen</i> | mg/kg | | <0,05 | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| <i>Pyren</i> | mg/kg | | <0,05 | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| <i>Benzo(a)anthracen</i> | mg/kg | | <0,05 | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| <i>Chrysen</i> | mg/kg | | <0,05 | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| <i>Benzo(b)fluoranthen</i> | mg/kg | | <0,05 | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| <i>Benzo(k)fluoranthen</i> | mg/kg | | <0,05 | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| <i>Benzo(a)pyren</i> | mg/kg | | <0,05 | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| <i>Dibenz(ah)anthracen</i> | mg/kg | | <0,05 | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

PRÜFBERICHT 3112540 - 610981

Kunden-Probenbezeichnung **MP-VD: S4-S8**

| | Einheit | Ergebnis | Best.-Gr. | Methode |
|--------------------------------|---------|----------|-----------|-----------------------------------------------|
| <i>Benzo(ghi)perylen</i> | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| <i>Indeno(1,2,3-cd)pyren</i> | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN ISO 18287 : 2006-05 |
| PAK-Summe (nach EPA) | mg/kg | n.b. | | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |
| <i>Dichlormethan</i> | mg/kg | <0,2 | 0,2 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>cis-1,2-Dichlorethen</i> | mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>trans-1,2-Dichlorethen</i> | mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>Trichlormethan</i> | mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>1,1,1-Trichlorethan</i> | mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>Trichlorethen</i> | mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>Tetrachlormethan</i> | mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>Tetrachlorethen</i> | mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| LHKW - Summe | mg/kg | n.b. | | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |
| <i>Benzol</i> | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>Toluol</i> | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>Ethylbenzol</i> | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>m,p-Xylol</i> | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>o-Xylol</i> | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>Cumol</i> | mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| <i>Styrol</i> | mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| Summe BTX | mg/kg | n.b. | | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |
| <i>PCB (28)</i> | mg/kg | <0,01 | 0,01 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| <i>PCB (52)</i> | mg/kg | <0,01 | 0,01 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| <i>PCB (101)</i> | mg/kg | <0,01 | 0,01 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| <i>PCB (118)</i> | mg/kg | <0,01 | 0,01 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| <i>PCB (138)</i> | mg/kg | <0,01 | 0,01 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| <i>PCB (153)</i> | mg/kg | <0,01 | 0,01 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| <i>PCB (180)</i> | mg/kg | <0,01 | 0,01 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| PCB-Summe | mg/kg | n.b. | | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |
| PCB-Summe (6 Kongenere) | mg/kg | n.b. | | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |

Eluat

| | | | | |
|---------------------------|-------|---------|--------|------------------------------|
| Eluaterstellung | | | | DIN EN 12457-4 : 2003-01 |
| Temperatur Eluat | °C | 18,5 | 0 | DIN 38404-4 : 1976-12 |
| pH-Wert | | 8,7 | 0 | DIN EN ISO 10523 : 2012-04 |
| elektrische Leitfähigkeit | µS/cm | 74 | 10 | DIN EN ISO 27888 : 1993-11 |
| Chlorid (Cl) | mg/l | <2,0 | 2 | DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07 |
| Sulfat (SO4) | mg/l | <2,0 | 2 | DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07 |
| Phenolindex | mg/l | <0,01 | 0,01 | DIN EN ISO 14402 : 1999-12 |
| Cyanide ges. | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10 |
| Arsen (As) | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Blei (Pb) | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Cadmium (Cd) | mg/l | <0,0005 | 0,0005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Chrom (Cr) | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Kupfer (Cu) | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Nickel (Ni) | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Quecksilber (Hg) | mg/l | <0,0002 | 0,0002 | DIN EN ISO 12846 : 2012-08 |
| Thallium (Tl) | mg/l | <0,0005 | 0,0005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02 |
| Zink (Zn) | mg/l | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28
www.agrolab.de



Datum 16.02.2021
Kundennr. 27019579

PRÜFBERICHT 3112540 - 610981

Kunden-Probenbezeichnung **MP-VD: S4-S8**

Die parameterspezifischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen.

Die Einwaage zur Untersuchung auf leichtflüchtige organische Substanzen erfolgte im Labor aus der angelieferten Originalprobe. Dieses Vorgehen könnte einen Einfluss auf die Messergebnisse haben.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Beginn der Prüfungen: 10.02.2021

Ende der Prüfungen: 16.02.2021

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Barbara Bruckmoser, Tel. 08765/93996-600

serviceteam3.bruckberg@agrolab.de

Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2018 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.