

- Altlasten und Altstandorte
- Baugrundkundung
- Abbruchobjekte
- Hydrogeologie
- Deponiebau

GEOTEST Rottweil | Neckatal 93 | D-78628 Rottweil

Gemeinde Brigachtal  
St. Gallus-Straße 4

78086 Brigachtal

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

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

Bericht Nr.: R-659-2025

Bearbeiter: Ruf

Datum: 26.02.2025

## Erschließung „Arenberg“ Brigachtal-Klengen - Geotechnischer Bericht -

### INHALT

<b>1 Einleitung .....</b>	<b>2</b>
1.1 Auftrag .....	2
1.2 Unterlagen .....	2
1.3 Standortbeschreibung .....	2
1.4 Untersuchungsumfang .....	3
<b>2 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse .....</b>	<b>3</b>
2.1 Schichtenaufbau .....	3
2.2 Hydrogeologie .....	4
2.3 Versickerungsversuche .....	5
2.4 Bodenmechanische Untersuchungen .....	5
<b>3 Geotechnische Beurteilung .....</b>	<b>6</b>
3.1 Bodenklassifizierung für bautechnische Zwecke .....	6
3.2 Boden- und felsmechanische Kennwerte .....	6
3.3 Homogenbereiche und Bodenklassen für Erdarbeiten .....	7
3.4 Erdbebenzone und Untergrundklasse .....	8
<b>4 Bautechnische Hinweise .....</b>	<b>8</b>
4.1 Kanalbau .....	8
4.2 Straßenbau .....	9
4.3 Hochbau und ingenieurgeologische Gefahren .....	10
4.4 Baugruben und Wasserhaltung .....	10
4.5 Arbeitsraumverfüllung .....	11
4.6 Wiederverwendbarkeit des Aushubmaterials .....	11
<b>5 Analysenergebnisse .....</b>	<b>12</b>
5.1 Untergrund .....	12
<b>6 Abschließende Bemerkungen .....</b>	<b>12</b>

### ANLAGEN

- Anlage 1: Übersichtslageplan
- Anlage 2: Detaillageplan
- Anlage 3: Fotodokumentation
- Anlage 4: Schürfprofile
- Anlage 5: Feld- und bodenmechanische Untersuchungen
- Anlage 6: Wertetabellen EBV
- Anlage 7: Analysenergebnisse der Agrolab Labor GmbH

## 1 Einleitung

### 1.1 Auftrag

Die Gemeinde Brigachtal plant Erschließungsmaßnahmen im Gebiet *Arenberg* im Ortsteil Brigachtal-Klengen. Im Vorfeld der Baumaßnahmen sollten die geologischen und hydrogeologischen Bedingungen festgestellt, bodenmechanische Kennwerte ermittelt und orientierende Analysen des Aushubmaterials durchgeführt werden. Das GEOTEAM Rottweil wurde von der Gemeinde Brigachtal am 19.12.2024 beauftragt, die erforderlichen Untersuchungen durchzuführen. Grundlage der Beauftragung war unser Angebot vom 09.12.2024.

### 1.2 Unterlagen

Neben der Fachliteratur und den relevanten DIN-Normen standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- /1/ Topografische Karte von Baden-Württemberg, Maßstab 1:25.000.
- /2/ Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Hrsg.) (2021): Layer GeoLa-GK50: Geologische Einheiten (Flächen), URL: <http://maps.lgrb-bw.de> (abgerufen am 10.02.2025).
- /3/ Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (2025): Daten- und Kartendienst der LUBW im Internet, URL:<https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/pages/map/default> (abgerufen am 10.02.2025).
- /4/ Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Hrsg.) (2021): LGRB-Kartenviewer-Ingenieurgeologische Gefahrenkarte von Baden-Württemberg, URL: <http://maps.lgrb-bw.de> (abgerufen am 10.02.2025).
- /5/ Ersatzbaustoffverordnung vom 9. Juli 2021 (BGBl. I S. 2598), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 13. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 186) geändert worden ist.
- /6/ Innenministerium Baden-Württemberg (2005): Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg, Maßstab 1: 350.000.
- /7/ Kommunalplan (2024): Bebauungsplan: Arenberg, Maßstab 1:500.
- /8/ Arbeitsblatt DWA-A 138 (2008): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser.
- /9/ Landratsämter Schwarzwald-Baar-Kreis, Landkreis Rottweil, Landkreis Waldshut, RP Freiburg (Hrsg.) (2017): Geogene Schadstoffe in Böden, URL: <https://www.landkreis-rottweil.de/ceasy/resource/?id=7441&download=1> (abgerufen am: 10.02.2025).

### 1.3 Standortbeschreibung

Das geplante Erschließungsgebiet am Arenberg liegt am südöstlichen Ortsrand von Brigachtal, im Ortsteil Klengen, auf einer geographischen Höhe zwischen 738 m bis 751 m ü.NN. Das Gelände fällt mit einer mittleren Neigung von etwa 6° Richtung Süden ab. Es ist der Neubau von Verkehrswegen, die Erschließung von Bauplätzen und der Bau eines Retentionsbeckens vorgesehen. Am Nordrand liegt unmittelbar der Steinbruch von Klengen. Am südwestlichen Rand ist ein geschütztes Biotop „Feldhecke südlich Steinbruch Klengen“ ausgewiesen /7/. Das Gelände wurde zum Zeitpunkt der Untersuchungen als Acker- und Wiesenfläche landwirtschaftlich genutzt.

Die Lage des Untersuchungsgebiets kann dem Übersichtslageplan in Anlage 1 entnommen werden. Ein Detaillageplan mit den Schürfansatzpunkten befindet sich in Anlage 2. Die Fotodokumentation in Anlage 3 vermittelt einen Eindruck der örtlichen Verhältnisse.

## 1.4 Untersuchungsumfang

Am 28.01.2025 wurden zur Erkundung der Untergrundverhältnisse insgesamt 6 Baggerverschüre bis maximal 1,4 m u. GOK erstellt. Die Schürfe wurden möglichst gleichmäßig auf dem Gelände verteilt und umfassten sowohl die geplanten Verkehrswege als auch zukünftige Baugrundstücke. Die geotechnische Aufnahme der Schürfprofile und die Klassifizierung des Erdaushubmaterials erfolgte durch das GEOTEAM Rottweil entsprechend den Vorgaben der DIN 4022/DIN EN ISO 14688, DIN EN ISO 14689 und DIN 18196.

Aus dem Aushubmaterial wurden Mischproben entnommen und die in Tabelle 1 zusammengefassten bodenmechanischen und chemischen Untersuchungen durchgeführt. Zur Erkundung der Versickerungsfähigkeit des anstehenden Bodens wurde im Bereich des geplanten Retentionsbeckens ein Versickerungsversuch im Baggerverschurf in Anlehnung an DWA-A138 durchgeführt.

Tabelle 1: Untersuchungsumfang

Probe	Untersuchungsumfang
	Feld- und bodenmechanische Untersuchungen
S1 (Plattenkalk)	1 x Versickerungsversuch nach DWA-A 138 (Anlage 5)
MP S2-S6 (Verwitterungsdecke)	1 x CBR-Versuch bei natürlichem Wassergehalt (Anlage 5.1)
<b>Chemische Analysen</b>	
MP S2+S3+S4: LP1	1 x Parameter gem. EBV Tabelle 3, Sp.6 BM/BG0* (Anlage 6-7)
MP S5+S6: LP1	1 x Parameter gem. EBV Tabelle 3, Sp.6 BM/BG0* (Anlage 6-7)

## 2 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

### 2.1 Schichtenaufbau

Ausweislich der Geologischen Karte von Baden-Württemberg, Maßstab 1:50.000, liegt das Untersuchungsgelände im Bereich der Plattenkalke (moP) des Oberen Muschelkalkes /2/. Es handelt sich hierbei um eine ca. 20 m mächtige Abfolge plattiger, grauer Kalksteine. Im äußersten Osten der Fläche ist die Trochitenkalk-Formation (moTK) ausgewiesen. Die Bodenschichten der Trochitenkalk-Fm setzen sich aus grauen Kalksteinen zusammen, in die vereinzelt Tonmergelsteinhorizonte eingelagert sind.

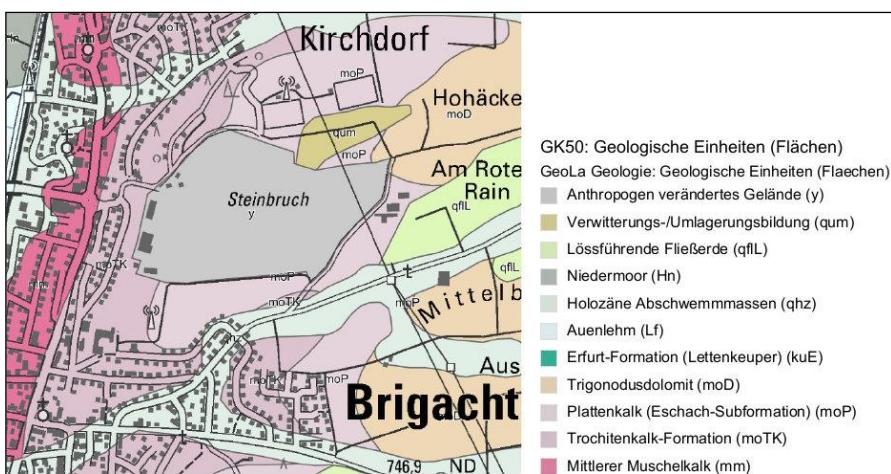


Abbildung 1: Geologische Einheiten im

Nordosten von Brigachtal-Klengen

Im vorliegenden Fall wurden in den aufgeschlossenen Schürfprofilen und an den Schürfsohlen überwiegend feste Plattenkalke angetroffen.

Die Bodenverhältnisse sind im Folgenden als Schichtlagerungen in der Reihenfolge von oben nach unten beschrieben:

#### **Schicht A: Oberboden**

Im Bereich der Acker- und Wiesenflächen wurde ein 20 cm mächtiger Oberboden angetroffen. Der Oberboden ist im Baufeld abzuschieben und in seiner Funktion als Oberboden wieder zu verwerten.

#### **Schicht B: Verwitterungsdecke**

Unter dem Oberboden wurden graue Kalksteinstücke in einer tonig-/schluffig-/kiesigen Matrix bis in Tiefen zwischen 0,9 - 1,3 m unter GOK angetroffen. Die beigen, braunen und grauen Bodenhorizonte lagen in einer überwiegend steifen Konsistenz vor, die lokal auch als weich oder halbfest angesprochen wurden. Innerhalb der Verwitterungsdecke wurde bei Schurf 4 eine gebankte Kalksteinplatte zwischen 0,5 - 0,8 m unter GOK angetroffen.

#### **Schicht C: Plattenkalk**

An allen Schürfpunkten wurden oberflächennah feste Plattenkalksteine des oberen Muschelkalkes angetroffen, die mit dem eingesetzten Bagger nicht weiter gelöst werden konnten. Der Verwitterungsgrad der grauen bis hellgrauen Kalksteine ist als schwach bis mäßig verwittert zu beschreiben (Stufe W1 - W2 nach DIN EN ISO 14689). Es liegt eine geringe bis hohe Festigkeit vor (R2 - R4 nach DIN EN ISO 14689).

Entsprechend den Befunden und den durchgeföhrten Aufschlüssen ergibt sich der in Tabelle 2 wiedergegebene vereinfachte Schichtenaufbau. Die Bodenschichtungen können auch den Schürfprofilen in Anlage 4 entnommen werden.

Tabelle 2: Vereinfachter Schichtenaufbau

Schichtenbezeichnung	Tiefe Schichtunterkante [m u. GOK]	Bodenart	Lagerungsdichte/ Konsistenz/Felstechnik
Oberboden	S1-S6: ca. 0,2	Ton, Schluff	locker, krümelig
Verwitterungsdecke	S1: 1,3 S2: 1,1 S3 – S6: 0,9	Kalksteinstücke, tonig, schluffig, kiesig	steif, halbfest
Plattenkalk	S1: >1,4 S2: >1,1 S3 - S6: >0,9	Kalkstein	fest / schwach bis mäßig verwittert: Stufe W1-W2 <sup>1)</sup> , geringe bis hohe Festigkeit: Stufe R2-R4 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> gemäß Tabelle 5, DIN EN ISO 14689

## **2.2 Hydrogeologie**

Das Untersuchungsgelände liegt außerhalb von Überschwemmungsgebieten. Die Flurstücke 2215, 2220, 2226 und 1975 befinden sich innerhalb der Wasserschutzzone III und IIIA mit der Bezeichnung *Entenfang Bad Dürrheim* /3/. Hydrogeologisch gelten die Gesteinsformationen des Oberen Muschelkalkes als Karst- und/oder Kluftgrundwasserleiter mit mittlerer Durchlässigkeit und hoher Ergiebigkeit /2/. Im Zuge der Schürfarbeiten wurde kein Wasserzufluss festgestellt.

**Tabelle 3: Abgeschätzte hydraulische Durchlässigkeit**

Schichtenbezeichnung	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ [m/s]
Verwitterungsdecke	$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-9}$
Plattenkalk	$1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-6}$

In den bindigen Bodenschichten mit geringer Durchlässigkeit kann es zu Stauwasserausbildungen kommen. Der **Bemessungswasserstand** wird daher auf **Höhe der Geländeoberkante** festgelegt.

Der **Bauwasserstand** dürfte unterhalb der geplanten Baugrubensohle liegen.

### 2.3 Versickerungsversuche

In Schurf 1 wurde ein Versickerungsversuch in Anlehnung an das Arbeitsblatt DWA-A 138 durchgeführt /8/. Details sind dem Protokoll in Anlage 5 zu entnehmen.

**Tabelle 4: Hydraulische Durchlässigkeit**

Stelle	Geologie	Messdauer	Absenkung im Schurf	versickerte Wassermenge	$k_{f,u}$ [m/s]	$k_f$ [m/s]
Schurf 1	Plattenkalk-Fm.	1620 sec	38 cm	0,274 m <sup>3</sup>	$1 \times 10^{-4}$	<b><math>2 \times 10^{-4}</math></b>

Gemäß DWA-A 138 bewegt sich der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich zwischen  $k_f \leq 1 \times 10^{-3}$  m/s und  $\geq 1 \times 10^{-6}$  m/s. Bei Schurf 1 versickerte das gesamte Wasser innerhalb von rund 27 Minuten. Nach Auswertung der Ergebnisse weisen die Plattenkalke im Umfeld von Schurf 1 günstige Versickerungseigenschaften auf und sind nach DIN 18130 in den Durchlässigkeitsbereich „durchlässig bis stark durchlässig“ einzuordnen.

### 2.4 Bodenmechanische Untersuchungen

An einer Mischprobe des Untergrundes aus S2-S6 wurde ein CBR-Versuch bei natürlichem Wassergehalt zur Abschätzung der auf der Baustelle zu erwartende Tragfähigkeit des Erdplanums durchgeführt (Anlage 5.1).

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 5: CBR-Versuche nach DIN EN 13286-47 (UG: Untergrund)**

Probe	MP S2-S6: Untergrund (original Probe)	Einheit
Prüfalter	0	Tage
Trockendichte	1,74	g/cm <sup>3</sup>
CBR-Wert	4,0	%
$E_{v2}$ -Wert	ca. 20	MN/m <sup>2</sup>

### 3 Geotechnische Beurteilung

#### 3.1 Bodenklassifizierung für bautechnische Zwecke

Die Benennung und Beschreibung der aufgeschlossenen Bodenschichten erfolgt nach Maßgabe der DIN EN ISO 14688 (Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden) und der DIN 18196 (Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke). Die festgestellten Bodengruppen in den gründungsrelevanten Bereichen und die wichtigsten bodenmechanischen Eigenschaften sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 6: Bodenklassifizierung

Schichtenbezeichnung	Bodenart <sup>1)</sup>	Bodengruppe <sup>2)</sup>	Frostklasse <sup>3)</sup>	Verdichtbarkeitsklasse <sup>4)</sup>
Verwitterungsdecke	Kst-/Mst-stck, t', u, g	GU*/GU/TM	F2/F3	V1/V2
Plattenkalk-Fm.	Kst	--	--	--

<sup>1)</sup> DIN 4022-1; <sup>2)</sup> DIN 18196 / DIN EN ISO 14688-2; <sup>3)</sup> gem. ZTVE-StB 17: F1 = nicht frostempfindlich, F2 = gering bis mittel frostempfindlich, F3 = sehr frostempfindlich; <sup>4)</sup> ZTVA-StB 97

#### 3.2 Boden- und felsmechanische Kennwerte

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

Tabelle 7: Bodenmechanische Kennwerte

Schichtenbezeichnung	Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion		Steife-modul
	erdfeucht	unter Auftrieb		c'k	Cu, k	
	γ_k [kN/m³]	γ'_k [kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]	[MN/m²]
Verwitterungsdecke	21	11	30 (25 - 35) <sup>1)</sup>	0 - 3	--	30 - 100

<sup>1)</sup> Wertebereiche in Klammern können für Grenzzustandsbetrachtungen herangezogen 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, Wassereinfluss und in Auffüllungsbereichen, können sich die angegebenen Parameter erheblich reduzieren.

Tabelle 8: Felsmechanische Kennwerte

Schichtenbezeichnung	Wichte feuchtes Gebirge	Reibungswinkel <sup>1)</sup>	Kohäsion <sup>1)</sup>	Einaxiale Druckfestigkeit	Steifemodul Gebirge
	γ [kN/m³]	φ [°]	c' [kN/m²]	σ_c [MN/m²]	E [MN/m²]
Plattenkalk	24	37,5	≥0	25 - 100	2.500 - 5.000

<sup>1)</sup> Werte gelten für Scherbeanspruchung entlang von Trennflächen

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

### 3.3 Homogenbereiche und Bodenklassen für Erdarbeiten

Gemäß DIN 18300:2015 bzw. DIN 18301:2015 sind Homogenbereiche des Untergrundes anzugeben, die entsprechend der Bearbeitbarkeit durch den Baugrundgutachter oder andere Projektbeteiligte zu definieren sind. Die Homogenbereiche und die angegebenen Eigenschaften beschreiben den Zustand des Bodens und Fels vor dem Lösen.

Bei den aufgeführten 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. Es wird vom Einsatz eines mittelschweren Baggers (10 t bis 25 t) für den Aushub der Baugrube ausgegangen.

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.

**Tabelle 9: Bodenklassen nach DIN 18300:2012 und Homogenbereiche nach DIN 18300:2015**

Schichtenbezeichnung	Bodenklasse DIN 18300:2012	Homogenbereich DIN 18300:2015
<b>Oberboden</b>	1	-- <sup>1)</sup>
<b>Verwitterungsdecke</b>	4	A
<b>Plattenkalk</b>	6 - 7	B

<sup>1)</sup> Oberbodenarbeiten erfolgen gemäß DIN 18320

**Tabelle 10: Homogenbereiche gemäß DIN 18 300 für Erdarbeiten in Lockerböden**

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereich	
	<b>A</b>	
ortsübliche Bezeichnung	Verwitterungsdecke	
Bodenart, Korngrößenverteilung	A [T, u, x, s, g] / G, s'- $\bar{s}$ , u'- $\bar{u}$ , $\bar{t}$ - $t'$ , $\bar{h}$ - $h'$ / S, u'- $\bar{u}$ , g'- $\bar{g}$ , $\bar{t}$ - $t'$ , $\bar{h}$ - $h'$ U, g'- $\bar{g}$ s'- $\bar{s}$ , t'- $t$ , $\bar{h}$ - $h'$ / T, g'- $\bar{g}$ , s'- $\bar{s}$ , u'- $\bar{u}$ , $\bar{h}$ - $h'$ enggestuft, weitgestuft, intermittierend gestuft	
Massenanteil		
Steine [%]		< 30
Blöcke [%]		< 10
große Blöcke [%]		< 5
Kohäsion c' [kN/m <sup>2</sup> ]		< 50
undrainierte Scherfestigkeit c <sub>u</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]		< 250
Wassergehalt w <sub>n</sub> [%]		5 - 50
Plastizität l <sub>P</sub> <sup>1)</sup>	leicht - ausgeprägt plastisch	
Konsistenz l <sub>C</sub> <sup>1)</sup>	weich - fest	
bezogene Lagerungsdichte l <sub>D</sub> <sup>1)</sup>	locker - sehr dicht	
Bodengruppe	GU*, GU, GE, GI, GW, GT, GT*, SE, SW, SI SU, SU*, UL, UM, UA, TA, TL, TM, OT, OU	

<sup>1)</sup> Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2

**Tabelle 11: Homogenbereiche gemäß DIN 18300 für Erd- und Bohrarbeiten im Festgestein**

<b>Eigenschaft / Kennwert</b>	<b>Homogenbereich</b>
	<b>B</b>
Schicht / ortsübliche Bezeichnung	Plattenkalk, frisch bis schwach verwittert
Benennung von Fels <sup>1)</sup>	Kalkstein
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit <sup>1)</sup>	frisch - mäßig verwittert, nicht veränderlich - veränderlich
Einaxiale Druckfestigkeit [MN/m <sup>2</sup> ]	< 250
Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform <sup>2)</sup>	Fallrichtung: 0° - 360° Fallwinkel: 0° - 10° Trennflächenabstand: < 6 mm - 200 mm Gesteinskörper <sup>1)</sup> : tafelförmig
Abrasivität CAI <sup>3)</sup>	kaum abrasiv - stark abrasiv

<sup>1)</sup> Begriffe nach DIN EN ISO 14 689-1; <sup>2)</sup> söhlig Lagerung, abgeleitet aus der geol. Karte [U 2]; <sup>3)</sup> Begriffe gemäß Käsling, H. & Thuro, K.: Bestimmung der Gesteinsabrasivität - Versuchstechniken und Anwendung; in: DGQT, 31. Baugrundtagung, 2010. Werte nur geschätzt, auftragsgemäß keine Laborversuche nach CAI ausgeführt

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.

Es wird empfohlen bei Erd- und Bohrarbeiten in Böden mit einer Druckfestigkeit > 25 MN/m<sup>2</sup> 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 angegebenen Bodenklassen und Angaben zu Homogenbereichen beschränken sich auf den Zustand der punktweise vorgenommenen Bodenaufschlüsse.

### 3.4 Erdbebenzone und Untergrundklasse

Für das Baugelände ist laut DIN 4149 die Erdbebenzone 1 ausgewiesen /6/. Es liegen die Baugrundklasse B und Untergrundklasse R vor. Angaben zu Bemessungswerten der Bodenbeschleunigung sind der DIN EN 1998 zu entnehmen.

## 4 Bautechnische Hinweise

### 4.1 Kanalbau

Es wird davon ausgegangen, dass Kanäle und Leitungen in Tiefen zwischen 1,0 - 3,0 m unter GOK verlegt werden. Gemäß den vorliegenden Aufschlüssen wurden auf Höhe der Gründungssohlen Böden der Bodenklasse 4 und Kalksteine der Bodenklasse 6 - 7 angetroffen. Die Kalksteinbänke können unter beengten räumlichen Kanalgrabenverhältnissen voraussichtlich nur mit Einsatz eines Reißzahns, Felsmeisels oder einer Felsfräse gelöst werden.

Grundsätzlich wird empfohlen, zur Schaffung eines ebenen, stabilen Rohrauflagers und zum Ausgleich der ggf. aushubtechnisch unvermeidbaren Mehrausbrüche eine ca. 15 - 20 cm dicke Kies- oder Schotterlage an der Grabensohle vorzusehen. Bei tonigem Untergrund wird empfohlen, ein Geotextil (GRK 3) unter der Rohrbettung zu verlegen. 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.

Sollten weiche, feuchte oder nasse Böden im Bereich der Kanalsohle angetroffen werden, sind diese gegen ein kornabgestuftes Mineralstoffgemisch der Bodengruppe GW/GI oder Magerbeton auszutauschen.

Im Zuge der Kanalarbeiten ist in Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen und der Grابتiefe mit Stau-, Schicht- und Sickerwasserzuflüssen 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.

## 4.2 Straßenbau

Für die Bemessung des Fahrbahnaufbaus sind die Richtlinien der RStO 12 sowie der ZTVE-StB 17 und die DIN 18196 zu beachten. Gemäß ZTVE-StB 17 befinden sich auf Höhe des Planums Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F2-F3. Die Gemeinde Klengen liegt nach der Frosteinwirkungszonenkarte (Fassung 2012) in der **Frosteinwirkungszone II**.

In Anlehnung an die RStO 12 sind für den **frostsicheren Oberbau für Quartierstraßen**, in Abhängigkeit von der Frostempfindlichkeitsklasse der Böden, folgende Dimensionierungen zu wählen:

**Tabelle 12: Mindestdicke frostsicherer Oberbau**

Belastungsklasse Bk 3,2		
Frostempfindlichkeitsklasse	F 2	F 3
Tabelle 6, Zeile 2 = Richtwert	50 cm	60 cm
Tabelle 7, Zeile 1.2 = Zone II	+ 5 cm	+ 5 cm
<b>Gesamtdicke</b>	<b>55 cm</b>	<b>65 cm</b>

Gemäß ZTVE-SoB-StB 20 und ZTVE-StB 17 werden folgende Anforderungen an den Straßenoberbau gestellt:

**Tabelle 13: Anforderungen Straßenoberbau**

<b>Oberkante Frostschutzschicht:</b>	
Verdichtungsgrad	$D_{Pr} \geq 103 \%$
Verformungsmodul	$E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$
Verhältniswert	$E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$
<b>Oberkante Planum:</b>	
Verformungsmodul	$E_{v2} \geq 45 \text{ MN / m}^2$

Auf Höhe des Planums stehen Kalksteinstücke in einer tonig-schluffig-kiesigen Matrix an.

Ausweislich des CBR-Versuches weist die Mischprobe des Untergrundes aus den Schürfen 2 - 6 ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \approx 20 \text{ MN/m}^2$  auf, was einer geringen bis mäßig hohen Tragfähigkeit des Aushubmaterials im Bereich des Erdplanums entspricht (vgl. Kapitel 2.4).

Die steinigen Bodenhorizonte gelten erfahrungsgemäß als ausreichend tragfähig und gut bis mäßig verdichtbar. Es wird daher empfohlen, vor dem Einbringen des frostsicheren Oberbaus die Tragfähigkeit des Planums durch Lastplattendruckversuche zu überprüfen und den Oberbau anhand der Ergebnisse zu dimensionieren.

Wird die Tragfähigkeit des Erdplanums nicht erreicht, kann durch Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln die Tragfähigkeit des Erdplanums erhöht 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 Fräsubergänge einzuplanen.

Alternativ kann ein Bodenaustausch mit einem grobkörnigen Boden der Gruppen GW bzw. GI oder mit einem gemischtkörnigen Boden der Gruppe GU erfolgen. Für Planungszwecke kann eine Mächtigkeit des Bodenaustausches von 30 cm angesetzt werden. Unterhalb des Bodenaustausches ist ein geotextiles Vlies analog zu den Angaben in Kapitel 4.1 zu verlegen.

#### 4.3 Hochbau und ingenieurgeologische Gefahren

Aus den Erkundungen können folgende Angaben für den Hochbau abgeleitet werden:

- Bodenhorizonte im Bereich der **Verwitterungsdecke** sind als gering bis mäßig tragfähig und als setzungsempfindlich einzustufen. 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 **steife Konsistenz** bemessen werden. Weiche, feuchte oder nasse Böden sind mit der Gründung zu durchstoßen.
- Tiefere Gründungen sind möglich, indem die Verwitterungsdecke mittels Betonplomben, Betonscheiben oder Brunnengründungen bis in die **festen Lagen** der **Plattenkalke** durchstoßen werden. Hier können deutlich höhere Lasten in den Untergrund abgetragen werden.
- Im Untersuchungsgebiet sind **jahreszeitliche Volumenänderungen** und **Karstgefährdungen** ausgewiesen /4/.
- Es sollten für den jeweiligen Einzelfall **vorhabenbezogene Baugrunduntersuchungen** durchgeführt werden.

#### 4.4 Baugruben und Wasserhaltung

Frei geböschte Baugrubenwände können gem. DIN 4124 mit folgenden Böschungswinkeln ohne Standsicherheitsnachweis bis zu einer Tiefe von 5 m oder bis zum Grundwasserspiegel erstellt werden:

**Tabelle 14: Angaben zu Böschungswinkeln**

Schichtenbezeichnung	Böschungswinkel
Verwitterungsdecke	60°
Plattenkalk, frisch bis schwach verwittert	80°

---

Steilere Böschungen und tiefere Baugruben sind möglich, jedoch ist deren Standsicherheit im Einzelfall nachzuweisen oder sie sind durch einen Verbau zu sichern. Die weiteren Vorgaben der DIN 4124 (lastfreier Streifen, Abstand von Baufahrzeugen zur Böschungskante etc.) sind bei der Herstellung der Böschungen und während des Baubetriebes zu beachten.

Die anstehenden Böden sind als witterungs- und frostempfindlich einzustufen. Es wird empfohlen, freigelegte Aushubsohlen durch den Einbau von Schotter bzw. einer Sauberkeitsschicht oder durch Abwalzen mit Gefälle vor Nässe zu schützen. Die Böschungswände sind zum Schutz vor Witterungseinflüssen mit Folien abzudecken. Die Gründungssohlen und das Planum dürfen vor dem Aufbringen von Schutzschichten nicht befahren werden.

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.

Die Verwitterungsdecke ist als gering durchlässig einzustufen, sodass voraussichtlich in den Arbeitsräumen einsickerndes Wasser zeitweise aufgestaut werden kann. Es wird eine Abdichtung der erdberührten Bauteile von Bauwerken für die Wassereinwirkungsklasse **W2 Drückendes Wasser nach DIN 18533** empfohlen.

Bei Einbau einer **dauerhaft wirksamen und ausreichend dimensionierten Drainage** nach DIN 4095, welche in der Lage sein muss, auch bei Starkniederschlägen sicher abzuleiten, 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. Eine Dränung von Grundwasser darf nicht durchgeführt werden.

#### 4.5 Arbeitsraumverfüllung

Die im Rahmen der Aushubarbeiten entstehenden Arbeitsräume sind grundsätzlich mit nicht-bindigem, 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 Stampfer oder leichten Flächenrüttlern auf mindestens 97 % der Proctordichte (entspricht mitteldichter Lagerung) zu verdichten.

#### 4.6 Wiederverwendbarkeit des Aushubmaterials

Es wird die Verwertbarkeit aus geotechnischer Sicht bewertet. Die Angaben erfolgen vorbehaltlich der Regelungen und Einordnung nach Materialklassen aus der Ersatzbaustoffverordnung in Kapitel 5.

- Der **Oberboden** ist in seiner Funktion als Oberboden wieder zu verwerten. Beim Ausbau und der Zwischenlagerung sind eine Verdichtung und Wasseraufnahme zu vermeiden.
- Eine Wiederverwertung des Aushubs, z.B. als Kanalgrabenverfüllung, aus der **Verwitterungsdecke** ist aufgrund der guten bautechnischen Eigenschaften möglich und sinnvoll. Die Eignung als Erdplanum ist anhand von Lastplattendruckversuchen zu überprüfen. Gemäß ZTVE-StB 17 ist vom Planum bis zur Dammsohle (bzw. Kanalgrabensohle) ein Verdichtungsgrad DPr  $> 97\%$  einzuhalten.

- Kalksteine aus dem Bereich des **Plattenkalks** sind für einen hohlraumarmen Wiedereinbau geeignet, sofern die maximale Korngröße durch eine geeignete Aufbereitung auf etwa 100 - 150 mm begrenzt wird.

## 5 Analysenergebnisse

Nachfolgend sind die Analysenergebnisse zusammenfassend dargestellt. Details der chemischen Analysen können den Wertetabellen in Anlage 6 und den Laborberichten in Anlage 7 entnommen werden.

### 5.1 Untergrund

Tabelle 15: Orientierende Einstufung in Materialklassen

Probe	Materialklasse EBV	maßgebender Parameter
MP S2+S3+S4: LP1 (Untergrund)	BM-0	--
MP S5+S6: LP1 (Untergrund)	BM-0	--

Das Untergrundmaterial aus den beiden untersuchten Mischproben zeigt keine auffälligen Stoffgehalte. Die Proben sind daher vorläufig der **Materialklasse BM-0** zuzuordnen.

Der abschließende Verwertungs-/Entsorgungsweg ist anhand von Haufwerksbeprobungen nach LAGA PN98 zu klären.

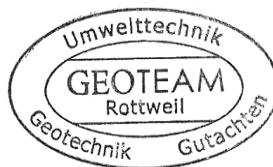
## 6 Abschließende Bemerkungen

Die Erkundung mittels Baggerschürfen 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

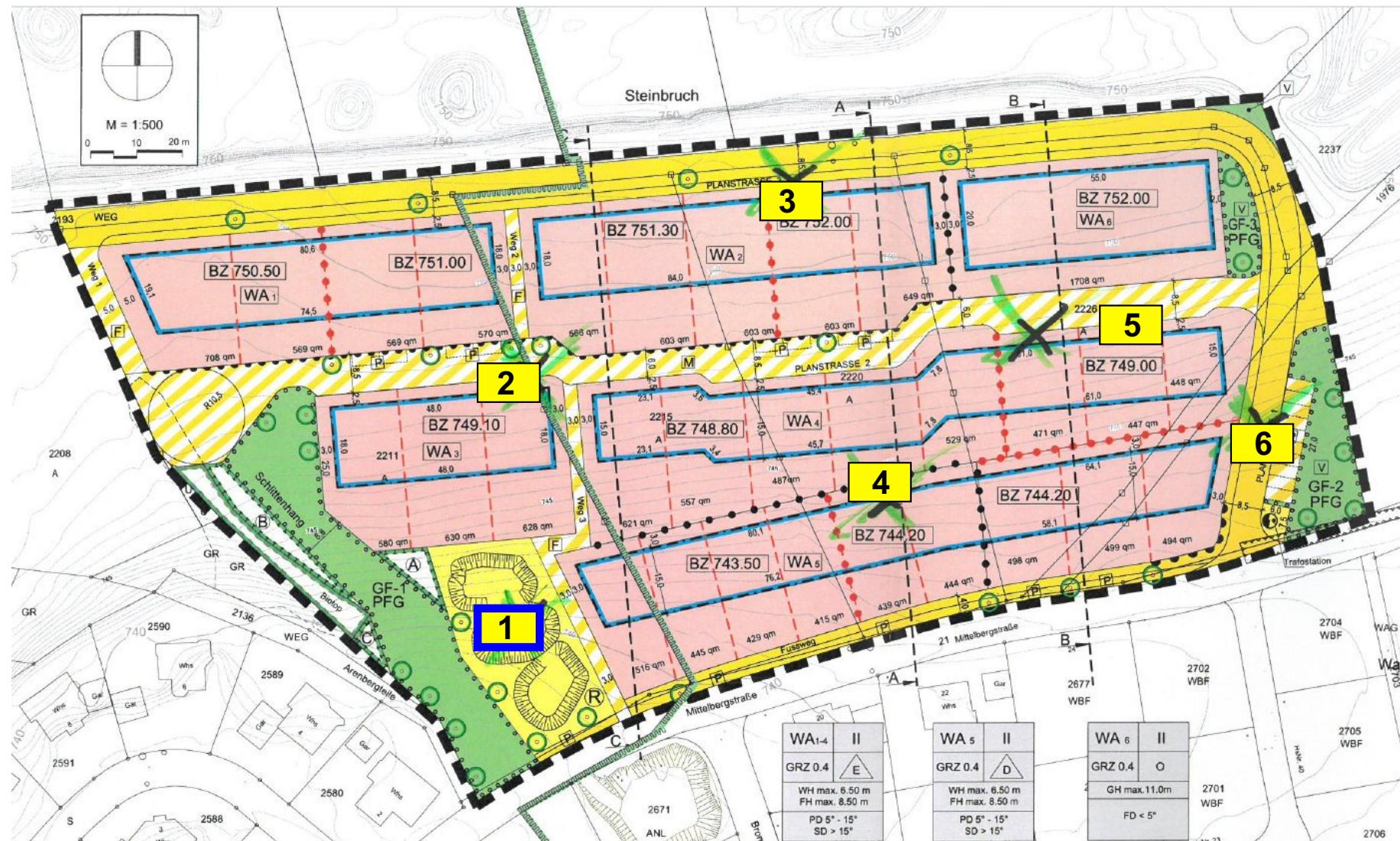


Michael Ruf  
M.Sc. Umweltwissenschaften




Eric Utry  
Diplom-Geologe

# Detaillageplan



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



## LEGENDE:

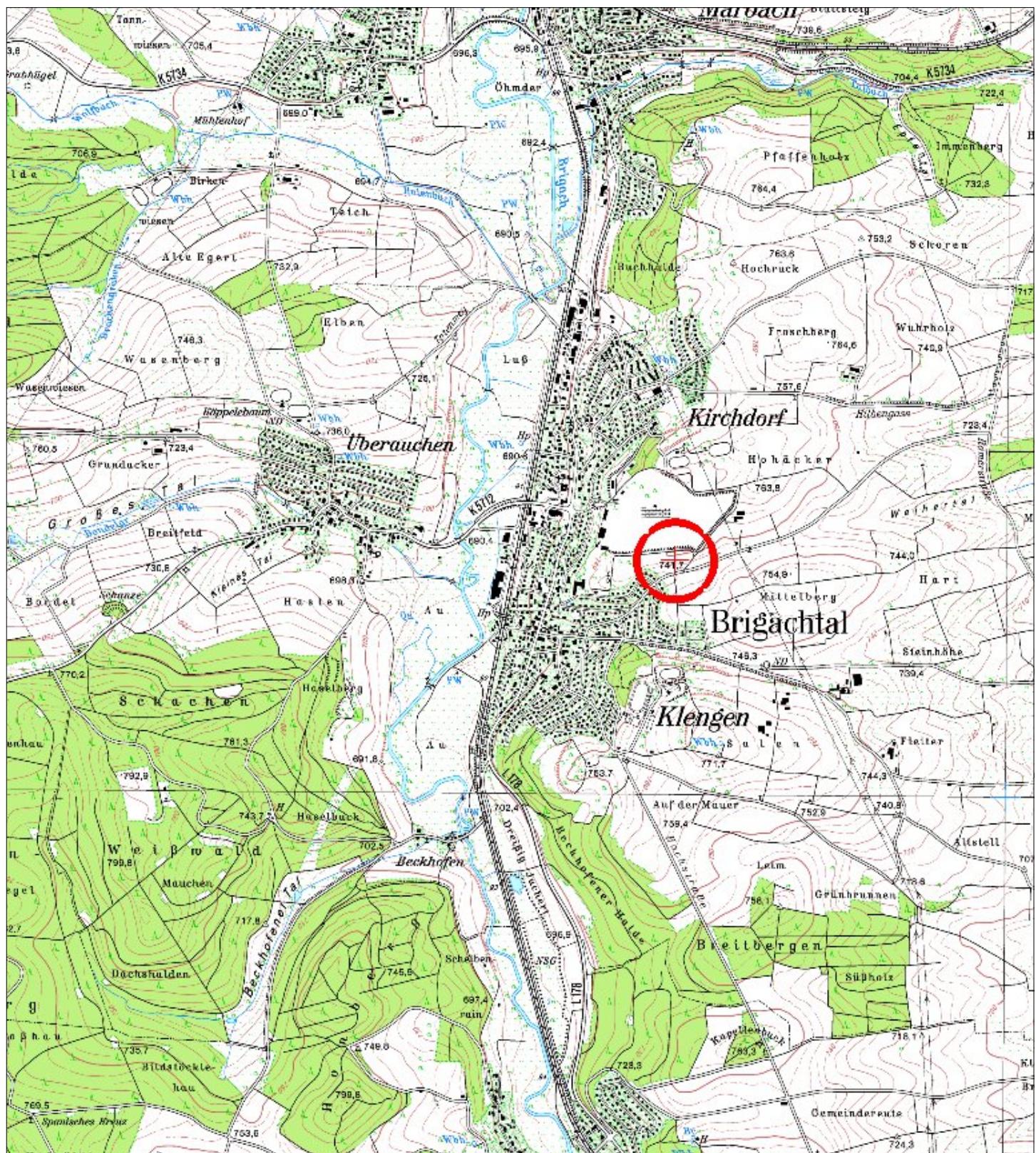
- Schürfe: S1-S6
- Sickerversuch: S1

## KARTENAUSICHT:

- verändert nach: kommunalPLAN (2024) Bebauungsplan „Arenberg“, Maßstab 1:500

PROJEKT	Erschließung Arenberg Brigachtal-Klingen	
AUFRAG- GEBER	Gemeinde Brigachtal St. Gallus-Straße 4, 78086 Brigachtal	
DARSTELLUNG	Schürfe 1-6	PROJEKT-Nr. R-659-2025
BEARBEITET	Ruf	
DATUM	28.01.2025	
		2

# Übersichtslageplan



○ Untersuchungsgebiet

GEOTTEAM ROTTWEIL  
Partnergesellschaft  
Neckartal 93  
78628 Rottweil  
Telefon: 0741/1756066  
Fax: 0741/1756086  
Mail: info@geoteam-rottweil.de  
Web: www.geoteam-rottweil.de



PROJEKTNAME		Erschließung Arenberg Brigachtal-Klingen
AUFRAG- GEBER	Gemeinde Brigachtal St. Gallus-Straße 4, 78086 Brigachtal	
DARSTELLUNG	Übersichtslageplan TK25	PROJEKT-Nr. R-659-2025
BEARBEITET	Ruf	
DATUM	28.01.2025	1

# Fotodokumentation



A



B



C

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



A: Blick auf Schurf 1  
B: Aushub S1  
C: Schurfprofil S1 / Sickerversuch unten links im Bild

PROJEKT	Erschließung Arenberg Brigachtal-Klingen	
AUFTRAG- GEBER	Gemeinde Brigachtal St. Gallus-Straße 4, 78086 Brigachtal	
DARSTELLUNG	Schurf S1	PROJEKT-NR. <b>R-659-2025</b>
BEARBEITET	Ruf	
DATUM	28.01.2025	3

# Fotodokumentation



A



B



C

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



- A: Blick auf Schurf 2  
B: Aushub S2  
C: Schurfprofil S2

PROJEKT	Erschließung Arenberg Brigachtal-Klingen	
AUFRAG- GEBER	Gemeinde Brigachtal St. Gallus-Straße 4, 78086 Brigachtal	
DARSTELLUNG	Schurf S2	PROJEKT-NR. R-659-2025
BEARBEITET	Ruf	
DATUM	28.01.2025	3.1

# Fotodokumentation



A



B



C

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



- A: Blick auf Schurf 3  
B: Aushub S3  
C: Schurfprofil S3

PROJEKT	Erschließung Arenberg Brigachtal-Klingen	
AUFRAG- GEBER	Gemeinde Brigachtal St. Gallus-Straße 4, 78086 Brigachtal	
DARSTELLUNG	Schurf S3	PROJEKT-NR. <b>R-659-2025</b>
BEARBEITET	Ruf	3.2
DATUM	28.01.2025	

3.2

# Fotodokumentation



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



- A: Blick auf Schurf 4
- B: Aushub S4
- C: Schurfprofil S4

PROJEKT	Erschließung Arenberg Brigachtal-Klingen	
AUFTRAG- GEBER	Gemeinde Brigachtal St. Gallus-Straße 4, 78086 Brigachtal	
DARSTELLUNG	Schurf S4	PROJEKT-NR. <b>R-659-2025</b>
BEARBEITET	Ruf	
DATUM	28.01.2025	3.3

# Fotodokumentation



A



B



C

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



- A: Blick auf Schurf 5
- B: Aushub S5
- C: Schurfprofil S5

PROJEKT	Erschließung Arenberg Brigachtal-Klingen	
AUFTRAG-GEBER	Gemeinde Brigachtal St. Gallus-Straße 4, 78086 Brigachtal	
DARSTELLUNG	Schurf S5	PROJEKT-NR. <b>R-659-2025</b>
BEARBEITET	Ruf	
DATUM	28.01.2025	
		3.4

# Fotodokumentation



A



B



C

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



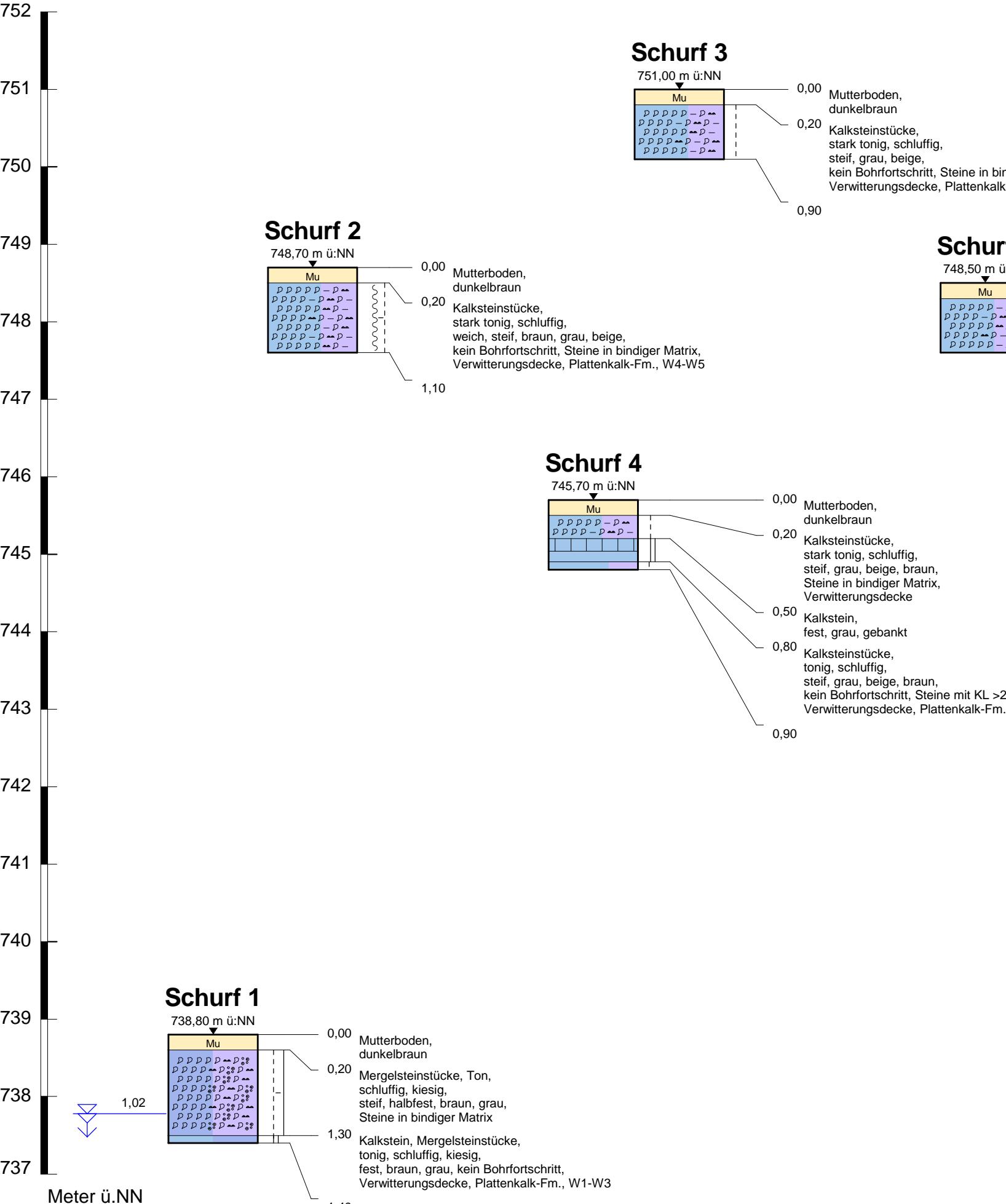
- A: Blick auf Schurf 6
- B: Aushub S6
- C: Schurfprofil S6

PROJEKT	Erschließung Arenberg Brigachtal-Klingen	
AUFRAG- GEBER	Gemeinde Brigachtal St. Gallus-Straße 4, 78086 Brigachtal	
DARSTELLUNG	Schurf S6	PROJEKT-NR. <b>R-659-2025</b>
BEARBEITET	Ruf	3.5
DATUM	28.01.2025	

3.5

# SCHÜRFPROFILE / SÄULENPROFILE

nach DIN 4022/23



## Zeichenerklärung

Mu	Mutterboden
T	Ton
Mst-stck	Mergelsteinstücke
Kst-stck	Kalksteinstücke
Kst	Kalkstein
u	schluffig
g	kiesig
t	tonig
	Schicht steif
	Schicht weich-steif
	Schicht fest
3,50 (02.99)	Wasser versickert muGOK
	Schicht steif-halbfest

**GEOTEAM Rottweil**  
**Partnergesellschaft**

Neckartal 93  
78628 Rottweil  
Tel.: 0741-1756066



Auftraggeber: **Stadt Dornhan**  
Obere Torstr. 2, 72175 Dornhan

Projekt-Nr.  
**R-655**

Projekt: **Straßen- und Kanalbau**  
"Im Angel" Dornhan

Anlage-Nr.  
**4**

Maßstab	Höhen-Maßstab	Gezeichnet:	Geprüft:	Gutachter:	Datum
1 : 60	Ruf	Utry	Ruf		05.12.2024

**Versickerung im Baggerschurf:** Abschätzung  $k_f$  - Wert in Anlehnung an DWA -A 138

**Eingabe:** Abmessungen der Schürfgrube

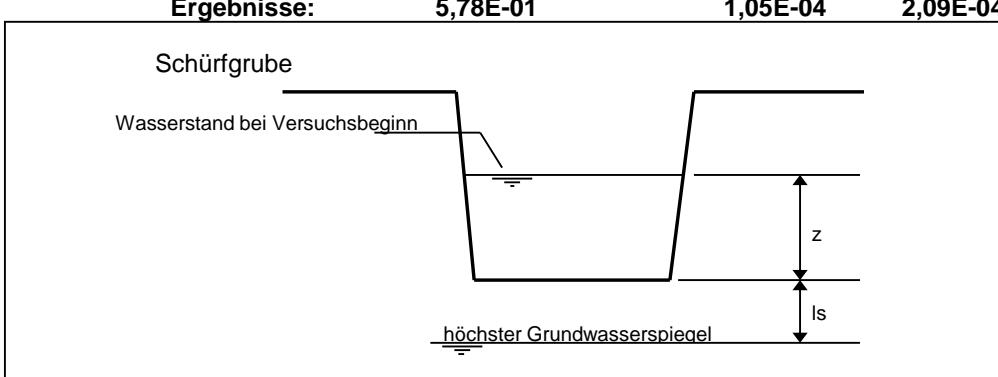
Länge [m]: 1,9	z: 0,38
Breite [m]: 0,8	$l_s$ : 10
i: 1,02	

**Schurf:** 1

 kein GW ->  $l_s = 10$ 

Uhrzeit [sec]	$z_{variabel}$ [m]	Wassermenge [m <sup>3</sup> ]	$k_{f,u}$ [m/s]	<b><math>k_f</math> - Wert</b> [m/s]
0	0,38	-----	-----	-----
180	0,34	6,08E-02	9,28E-05	1,86E-04
540	0,27	1,06E-01	8,65E-05	1,73E-04
960	0,19	1,22E-01	9,54E-05	1,91E-04
1080	0,18	1,52E-02	4,88E-05	9,77E-05
1620	0,00	2,74E-01	2,00E-04	3,99E-04

**Ergebnisse:**      **5,78E-01**      **1,05E-04**      **2,09E-04**



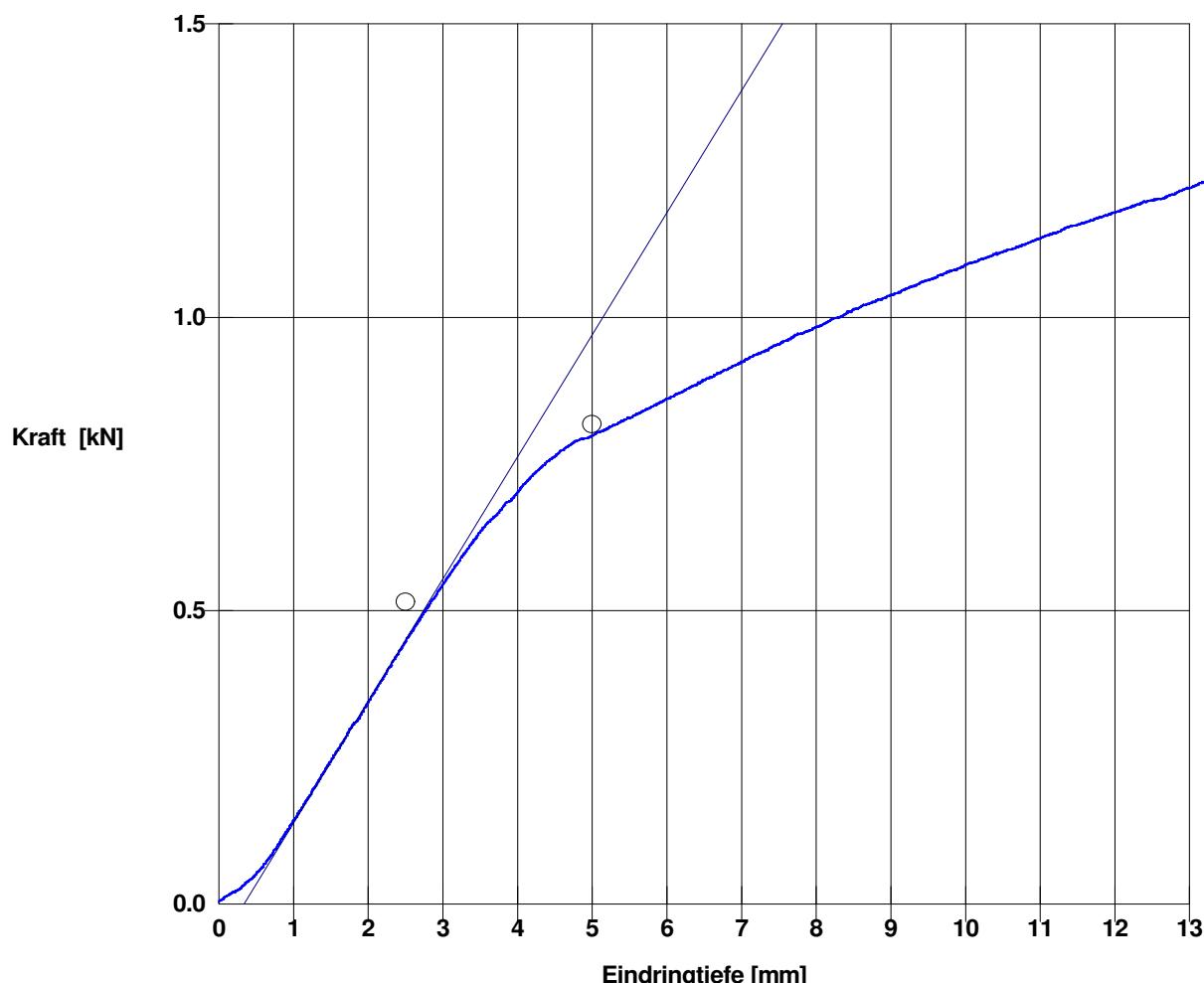
## Projekt: Bebauungsplan Arenberg

## CBR EN 13286-47

	Zeit Min	d mm	F kN	F <sub>p</sub> kN	F kN	CBR %
Datum:	06.02.2025	0,40	0,05			
Zeit:	16:11:50	0,80	0,14			
Proben- nummer:	MP S2-S6	1,19	0,24			
		1,59	0,34			
		1,99	0,45	0,52	13,2	3,9
		2,38	0,54			
		2,78	0,64			
		3,17	0,70			
		3,57	0,76			
		3,96	0,80	0,82	20,0	4,1
		4,36	0,83			
		4,76	0,86			
		5,15	0,89			
		5,55	0,93			
		5,95	0,95			
		6,35	0,98			
		6,74	1,01			
		7,13	1,04			
		7,53	1,06			
		7,93	1,09			

CBR-Wert  
direkter Tragindex  
**4,0**

## Kraft-Verformungs-Diagramm



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

**Projekt: Erschließung Arenberg Brigachtal-Klingen****Bericht-Nr.: R-659-2025****Anlage: 6**

Parameter	Einheit	Proben					Materialwerte für Bodenmaterial und Baggergut nach EBV						
		MP S2+S3+S4: LP1	MP S5+S6:LP1				BM-/BG-0 Lehm/Schluff <sup>1)</sup>	BM-/BG-0* mit TOC <0,5 <sup>1)</sup>	BM-/BG-0* mit TOC >0,5 <sup>1)</sup>	BM-/BG-F0* <sup>1)</sup>	BM-/BG-F1	BM-/BG-F2	BM-/BG-F3
Mineralische Fremdbestandteile	Vol.-%	~ ≤10	~ ≤10				≤10	≤10	≤10	≤50	≤50	≤50	≤50
Trockensubstanz	%	92	88,4										
TOC, konv.	%	0 (0,46) <sup>3)</sup>	1 (0,68) <sup>3)</sup>				1 <sup>1)</sup>	1 <sup>1)</sup>	1	5	5	5	5
<b>Feststoffkriterien</b>													
EOX <sup>1)</sup>	mg/kg	<0,30	<0,30				1	1	1	3	3	3	10
Arsen	mg/kg	10	17				20	20	20	40	40	40	150
Blei	mg/kg	8	26				70	140	140	140	140	140	700
Cadmium	mg/kg	<0,13	0,23				1	1 <sup>1)</sup>	1	2	2	2	10
Chrom	mg/kg	17	36				60	120	120	120	120	120	600
Kupfer	mg/kg	17	27				40	80	80	80	80	80	320
Nickel	mg/kg	17	35				50	100	100	100	100	100	350
Quecksilber	mg/kg	<0,05	<0,05				0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	5
Thallium	mg/kg	0,3	0,6				1	1	1	2	2	2	7
Zink	mg/kg	28	67				150	300	300	300	300	300	1200
KWc10-C22	mg/kg	<50	<50				-	300	300	300	300	300	1000
KWc10-C40	mg/kg	<50	<50				-	600	600	600	600	600	2000
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,01	<0,01				0,3	-	-	-	-	-	-
PAK $\Sigma$ gem. EBV	mg/kg	<1,0	<1,0				3	6	6	6	6	9	30
PAK $\Sigma$ gem. BBodSchV <sup>2)</sup>	mg/kg	<1,0	<1,0				3	6	6	6	6	9	30
PCB 7 $\Sigma$ gem EBV	mg/kg	<0,010	<0,010				0,05	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,5
PCB 7 $\Sigma$ gem BBodSchV <sup>2)</sup>	mg/kg	<0,010	<0,010				0,05	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,5
<b>Eluatkriterien</b>													
pH-Wert <sup>1)</sup>		7,7	8,2				-	-	-	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	5,5-12,0
elektr. Leitf. <sup>1)</sup>	μS/cm	137	174				-	350	350	350	500	500	2000
Sulfat	mg/l	<2	2,5				250	250	250	250	450	450	1000
Arsen	μg/l	<2,5	<2,5				-	8	13	12	20	85	100
Blei	μg/l	<1	1				-	23	43	35	90	250	470
Cadmium	μg/l	<0,25	<0,25				-	2	4	3	3	10	15
Chrom	μg/l	<1	4				-	10	19	15	150	290	530
Kupfer	μg/l	<5	<5				-	20	41	30	110	170	320
Nickel	μg/l	<5	<5				-	20	31	30	30	150	280
Quecksilber <sup>1)</sup>	μg/l	<0,025	<0,025				-	0,1	0,1	-	-	-	-
Thallium	μg/l	<0,06	<0,06				-	0,2	0,3	-	-	-	-
Zink	μg/l	<30	<30				-	100	210	150	160	840	1600
PCB 7 gem. EBV	μg/l	<0,0030	<0,0030				-	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04
PCB 7 gem. BBodSchV <sup>2)</sup>	μg/l	<0,0030	<0,0030				-	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04
Naphtalin+Methylnaphthaline gem. EBV	μg/l	<0,050	0,066				-	2	2	-	-	-	-
Naphtalin+Methylnaphthaline gem. BBodSchV <sup>2)</sup>	μg/l	<0,050	0,066				-	2	2	-	-	-	-
PAK gem. EBV	μg/l	0,18	0,052				-	0,2	0,2	0,3	1,5	3,8	20
PAK BBodSchV <sup>2)</sup>	μg/l	0,17	<0,050				-	0,2	0,2	0,3	1,5	3,8	20
<b>Materiaklasse</b>			<b>BM-0</b>	<b>BM-0</b>									

~ geschätzter Wert; <sup>1)</sup> Fußnotenregelungen siehe Dihlmann, Susset (2022) Einführung in die Mantelverordnung; <sup>2)</sup> Berechnet gem. BBodSchV aus Massenwerten der Einzelparameter; <sup>3)</sup> Rundungsregel DIN 1333 <sup>4)</sup> nicht maßgeblich, da Feststoffwert eingehalten wird

**Bemerkungen:**

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

**GEOTEAM ROTTWEIL**  
NECKARTAL 93  
78628 ROTTWEIL

Datum 12.02.2025  
Kundennr. 27019579

## PRÜFBERICHT

Auftrag  
Analysennr.  
Probeneingang  
Probenahme  
Probenehmer  
Kunden-Probenbezeichnung

**3655589** Erschließung Arenberg Brigachtal-Klengen  
**826329** Bodenmaterial/Baggergut  
**31.01.2025**  
**28.01.2025**  
**Auftraggeber**  
**MP S2+S3+S4: LP1**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
--	---------	----------	-----------	---------

### Feststoff

Analyse in der Gesamtfraktion				DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	° 4,0	0,01	DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	° 92,0	0,1	DIN EN 15934 : 2012-11
Wassergehalt	%	° 8,0		Berechnung aus dem Messwert
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%	0,46	0,1	DIN EN 15936 : 2012-11
EOX	mg/kg	<0,30	0,3	DIN 38414-17 : 2017-01
Königswasseraufschluß				DIN EN 13657 : 2003-01
Arsen (As)	mg/kg	10	0,8	DIN EN 16171 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/kg	8	2	DIN EN 16171 : 2017-01
Cadmium (Cd)	mg/kg	<0,13	0,13	DIN EN 16171 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/kg	17	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/kg	17	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/kg	17	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	mg/kg	0,3	0,1	DIN EN 16171 : 2017-01
Zink (Zn)	mg/kg	28	6	DIN EN 16171 : 2017-01
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
Naphthalin	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthylen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoren	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Phenanthren	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Anthracen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoranthren	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Pyren	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)anthracen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Chrysene	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	<0,010 (NWG)	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 12.02.2025  
Kundennr. 27019579

## PRÜFBERICHT

Auftrag

**3655589** Erschließung Arenberg Brigachtal-Klengen

Analysennr.

**826329** Bodenmaterial/Baggergut

Kunden-Probenbezeichnung

**MP S2+S3+S4: LP1**

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

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
<b>PAK EPA Summe gem. ErsatzbaustoffV</b>	mg/kg	<1,0 #5)	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<b>PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021</b>	mg/kg	<1,0 x)	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<b>PCB (28)</b>	mg/kg	<b>&lt;0,0010 (NWG)</b>	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<b>PCB (52)</b>	mg/kg	<b>&lt;0,0010 (NWG)</b>	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<b>PCB (101)</b>	mg/kg	<b>&lt;0,0010 (NWG)</b>	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<b>PCB (118)</b>	mg/kg	<b>&lt;0,0010 (NWG)</b>	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<b>PCB (138)</b>	mg/kg	<b>&lt;0,0010 (NWG)</b>	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<b>PCB (153)</b>	mg/kg	<b>&lt;0,0010 (NWG)</b>	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<b>PCB (180)</b>	mg/kg	<b>&lt;0,0010 (NWG)</b>	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<b>PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV</b>	mg/kg	<b>&lt;0,010 #5)</b>	0,01	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<b>PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021</b>	mg/kg	<b>&lt;0,010 x)</b>	0,01	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Datum 12.02.2025  
Kundenr. 27019579**PRÜFBERICHT**

Auftrag

**3655589** Erschließung Arenberg Brigachtal-Klengen

Analysennr.

**826329** Bodenmaterial/Baggergut

Kunden-Probenbezeichnung

**MP S2+S3+S4: LP1**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Acenaphthen	µg/l	<b>0,025</b>	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren	µg/l	<b>0,033</b>	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren	µg/l	<b>0,078</b>	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen	µg/l	<b>&lt;0,010 (+)</b>	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthen	µg/l	<b>0,019</b>	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren	µg/l	<b>0,011</b>	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l	<b>&lt;0,0030 (NWG)</b>	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen	µg/l	<b>&lt;0,0030 (NWG)</b>	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	<b>&lt;0,0030 (NWG)</b>	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	<b>&lt;0,0030 (NWG)</b>	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren	µg/l	<b>&lt;0,0030 (NWG)</b>	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenzo(ah)anthracen	µg/l	<b>&lt;0,0030 (NWG)</b>	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perlylen	µg/l	<b>&lt;0,010 (+)</b>	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	<b>&lt;0,0030 (NWG)</b>	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	<b>&lt;0,050 #5)</b>	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK 15 Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	<b>0,18 #5)</b>	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	<b>&lt;0,050 x)</b>	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	<b>0,17 x)</b>	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

#5) Einzelwerte, die die Nachweigrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt. Bei Einzelwerten, die zwischen Nachweis- und Bestimmungsgrenze liegen, wurde die halbe Bestimmungsgrenze zur Berechnung zugrunde gelegt.

Erläuterung: Das Zeichen "&lt;" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Das Zeichen "&lt;....(NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Nachweigrenze nicht nachzuweisen.

Das Zeichen "&lt;....(+)" in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter wurde im Bereich zwischen Nachweigrenze und Bestimmungsgrenze qualitativ nachgewiesen.

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

Die Berechnung der Messunsicherheiten in der folgenden Tabelle basiert auf dem GUM (Guide to the expression of uncertainty in measurement, BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP und OIML, 2008) und dem Nordtest Report (Handbook for calculation of measurement uncertainty in environmental laboratories (TR 537 (ed. 4) 2017). Es handelt sich also um einen sehr zuverlässigen Wert mit einem Vertrauensniveau von 95% (Konfidenzintervall). Abweichungen hiervon sind als Eintrag in der Spalte "Abweichende Bestimmungsmethode" gekennzeichnet.

Messunsicherheit	Abweichende Bestimmungsmethode	Parameter
35%		Acenaphthen,1-Methylnaphthalin,Pyren,Phenanthren,Naphthalin,Fluoren,Fluoranthen
20%		Arsen (As),Thallium (Tl),Temperatur Eluat
28%		Blei (Pb)
25%		Chrom (Cr),Zink (Zn)
6,64%		elektrische Leitfähigkeit
15%		Kohlenstoff(C) organisch (TOC)
27%		Kupfer (Cu)
5%	Estimation	Masse Laborprobe
30%		Nickel (Ni)
5,83%		pH-Wert
6%		Trockensubstanz

Bei der Messung nach DIN EN 15934 : 2012-11 wurde Verfahren A verwendet.

Datum 12.02.2025  
Kundennr. 27019579**PRÜFBERICHT**

Auftrag **3655589** Erschließung Arenberg Brigachtal-Klengen  
Analysennr. **826329** Bodenmaterial/Baggergut  
Kunden-Probenbezeichnung **MP S2+S3+S4: LP1**

Bei der Messung nach DIN EN 15936 : 2012-11 wurde Verfahren B verwendet.

Der Aufschluss nach DIN EN 13657 : 2003-01 erfolgt mittels Königswasser in einer Mikrowelle bei 1600W, 175°C, einer Rampe von 20 Minuten und einer Haltezeit von 20 Minuten. Die Abtrennung ggf. vorhandener fester Rückstände erfolgt im Anschluss mittels Filtration.

Für die Messung nach DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 wurde das Probenmaterial mittels Schütteln extrahiert und über eine Florisilsäule aufgereinigt.

Für die Messung nach DIN EN 17322 : 2021-03 wurde mittels Schütteln extrahiert und über mit Schwefelsäure aktiviertem Silicagel aufgereinigt. Die Detektion erfolgte mittels MS.

Für die Eluaterstellung wurden je Ansatz 350 g Trockenmasse +/- 5g mit 700 ml deionisiertem Wasser versetzt und über einen Zeitraum von 24h bei 5 Umdrehungen pro Minute im Überkopfschüttler eluiert. Bei Bedarf werden mehrere Ansätze parallel eluiert. Die Fest-/Flüssigphasentrennung erfolgte für hydrophile Stoffe gemäß Zentrifugation/Membranfiltration, für hydrophobe Stoffe gemäß Zentrifugation/Glasfaserfiltration.

Für die Messung nach DIN EN 38404-4 : 1976-12 wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10523 : 2012-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN 27888 : 1993-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur Messung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels konzentrierter Salpetersäure stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 12846 : 2012-08 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels 30%iger Salzsäure stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 7027 : 2000-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN 38407-37 : 2013-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN 38407-39 : 2011-09 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Beginn der Prüfungen: 31.01.2025

Ende der Prüfungen: 12.02.2025

*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. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.*

**AGROLAB Labor GmbH, Philipp Schaffler, Tel. 08765/93996-600**

**serviceteam3.bruckberg@agrolab.de**

**Kundenbetreuung**

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

**GEOTEAM ROTTWEIL**  
NECKARTAL 93  
78628 ROTTWEIL

Datum 12.02.2025  
Kundennr. 27019579

## PRÜFBERICHT

Auftrag  
Analysennr.  
Probeneingang  
Probenahme  
Probenehmer  
Kunden-Probenbezeichnung

**3655589** Erschließung Arenberg Brigachtal-Klengen  
**826330** Bodenmaterial/Baggergut  
**31.01.2025**  
**28.01.2025**  
**Auftraggeber**  
**MP S5+S6: LP1**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
--	---------	----------	-----------	---------

### Feststoff

Analyse in der Gesamtfraktion				DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	° <b>3,8</b>	0,01	DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	° <b>88,4</b>	0,1	DIN EN 15934 : 2012-11
Wassergehalt	%	° <b>11,6</b>		Berechnung aus dem Messwert
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%	<b>0,68</b>	0,1	DIN EN 15936 : 2012-11
EOX	mg/kg	<b>&lt;0,30</b>	0,3	DIN 38414-17 : 2017-01
Königswasseraufschluß				DIN EN 13657 : 2003-01
Arsen (As)	mg/kg	<b>17</b>	0,8	DIN EN 16171 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/kg	<b>26</b>	2	DIN EN 16171 : 2017-01
Cadmium (Cd)	mg/kg	<b>0,23</b>	0,13	DIN EN 16171 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/kg	<b>36</b>	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/kg	<b>27</b>	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/kg	<b>35</b>	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/kg	<b>&lt;0,05</b>	0,05	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	mg/kg	<b>0,6</b>	0,1	DIN EN 16171 : 2017-01
Zink (Zn)	mg/kg	<b>67</b>	6	DIN EN 16171 : 2017-01
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg	<b>&lt;50</b>	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg	<b>&lt;50</b>	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Naphthalin	mg/kg	<b>&lt;0,010 (NWG)</b>	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthylen	mg/kg	<b>&lt;0,010 (NWG)</b>	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthen	mg/kg	<b>&lt;0,010 (NWG)</b>	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoren	mg/kg	<b>&lt;0,010 (NWG)</b>	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Phenanthren	mg/kg	<b>&lt;0,010 (NWG)</b>	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Anthracen	mg/kg	<b>&lt;0,010 (NWG)</b>	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoranthren	mg/kg	<b>&lt;0,050 (+)</b>	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Pyren	mg/kg	<b>&lt;0,010 (NWG)</b>	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)anthracen	mg/kg	<b>&lt;0,010 (NWG)</b>	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Chrysene	mg/kg	<b>&lt;0,010 (NWG)</b>	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	<b>&lt;0,010 (NWG)</b>	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	<b>&lt;0,010 (NWG)</b>	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg	<b>&lt;0,010 (NWG)</b>	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Dibenzo(ah)anthracen	mg/kg	<b>&lt;0,010 (NWG)</b>	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	<b>&lt;0,010 (NWG)</b>	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	<b>&lt;0,010 (NWG)</b>	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 12.02.2025  
Kundenr. 27019579

## PRÜFBERICHT

Auftrag

**3655589** Erschließung Arenberg Brigachtal-Klengen

Analysennr.

**826330** Bodenmaterial/Baggergut

Kunden-Probenbezeichnung

**MP S5+S6: LP1**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
<b>PAK EPA Summe gem. ErsatzbaustoffV</b>	mg/kg	<1,0 #5)	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<b>PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021</b>	mg/kg	<1,0 x)	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<b>PCB (28)</b>	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<b>PCB (52)</b>	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<b>PCB (101)</b>	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<b>PCB (118)</b>	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<b>PCB (138)</b>	mg/kg	<0,0050 m)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<b>PCB (153)</b>	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<b>PCB (180)</b>	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
<b>PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV</b>	mg/kg	<0,010 #5)	0,01	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<b>PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021</b>	mg/kg	<0,010 x)	0,01	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

## Eluat

Eluatanalyse in der Fraktion <32 mm				DIN 19529 : 2015-12
Fraktion < 32 mm	%	° 100	0,1	DIN 19747 : 2009-07
Fraktion > 32 mm	%	° <0,1	0,1	Berechnung aus dem Messwert
Eluat (DIN 19529)		°		DIN 19529 : 2015-12
Temperatur Eluat	°C	18,7	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert		8,2	0	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	174	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Sulfat (SO4)	mg/l	2,5	2	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Arsen (As)	µg/l	<2,5	2,5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb)	µg/l	1	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,25	0,25	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	µg/l	4	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu)	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni)	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	µg/l	<0,025	0,025	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	µg/l	<0,06	0,06	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink (Zn)	µg/l	<30	30	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Trübung nach GF-Filtration	NTU	7,6	0,1	DIN EN ISO 7027 : 2000-04
PCB (28)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (52)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (101)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (118)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (138)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (153)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (180)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
<b>PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV</b>	µg/l	<0,0030 #5)	0,003	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<b>PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021</b>	µg/l	<0,0030 x)	0,003	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Naphthalin	µg/l	0,035	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
1-Methylnaphthalin	µg/l	0,018	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
2-Methylnaphthalin	µg/l	0,013	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09



Datum 12.02.2025  
Kundennr. 27019579

## PRÜFBERICHT

Auftrag

**3655589** Erschließung Arenberg Brigachtal-Klengen

Analysennr.

**826330** Bodenmaterial/Baggergut

Kunden-Probenbezeichnung

**MP S5+S6: LP1**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Acenaphthen	µg/l	<0,040 <sup>m)</sup>	0,04	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren	µg/l	0,010	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren	µg/l	0,012	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthren	µg/l	<0,010 <sup>m)</sup>	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenzo(ah)anthracen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perlylen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	0,066 <sup>#5)</sup>	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK 15 Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	0,052 <sup>#5)</sup>	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	0,066	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	<0,050 <sup>x)</sup>	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

#5 Einzelwerte, die die Nachweisgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt. Bei Einzelwerten, die zwischen Nachweis- und Bestimmungsgrenze liegen, wurde die halbe Bestimmungsgrenze zur Berechnung zugrunde gelegt.

m) Die Nachweis-, bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da Matrixeffekte bzw. Substanzüberlagerungen eine Quantifizierung erschweren.

Erläuterung: Das Zeichen "&lt;" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Das Zeichen "&lt;....(NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

Das Zeichen "&lt;....(+)" in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter wurde im Bereich zwischen Nachweisgrenze und Bestimmungsgrenze qualitativ nachgewiesen.

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

Die Berechnung der Messunsicherheiten in der folgenden Tabelle basiert auf dem GUM (Guide to the expression of uncertainty in measurement, BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP und OIML, 2008) und dem Nordtest Report (Handbook for calculation of measurement uncertainty in environmental laboratories (TR 537 (ed. 4) 2017). Es handelt sich also um einen sehr zuverlässigen Wert mit einem Vertrauensniveau von 95% (Konfidenzintervall). Abweichungen hiervon sind als Eintrag in der Spalte "Abweichende Bestimmungsmethode" gekennzeichnet.

Messunsicherheit	Abweichende Bestimmungsmethode	Parameter
20%		Arsen (As),Thallium (Tl),Temperatur Eluat,Sulfat (SO4)
13%		Blei (Pb)[µg/l]
28%		Blei (Pb)[mg/kg]
22%		Cadmium (Cd)
25%		Chrom (Cr)[µg/l],Zink (Zn),Chrom (Cr)[mg/kg]
6,64%		elektrische Leitfähigkeit
35%		Fluoren,2-Methylnaphthalin,1-Methylnaphthalin,Phenanthren,Naphthalin
15%		Kohlenstoff(C) organisch (TOC)
27%		Kupfer (Cu)
5%	Estimation	Masse Laborprobe
30%		Nickel (Ni)
5,83%		pH-Wert
6%		Trockensubstanz

Datum 12.02.2025  
Kundennr. 27019579**PRÜFBERICHT**

Auftrag **3655589** Erschließung Arenberg Brigachtal-Klengen  
Analysennr. **826330** Bodenmaterial/Baggergut  
Kunden-Probenbezeichnung **MP S5+S6: LP1**

Bei der Messung nach DIN EN 15934 : 2012-11 wurde Verfahren A verwendet.

Bei der Messung nach DIN EN 15936 : 2012-11 wurde Verfahren B verwendet.

Der Aufschluss nach DIN EN 13657 : 2003-01 erfolgt mittels Königswasser in einer Mikrowelle bei 1600W, 175°C, einer Rampe von 20 Minuten und einer Haltezeit von 20 Minuten. Die Abtrennung ggf. vorhandener fester Rückstände erfolgt im Anschluss mittels Filtration.

Für die Messung nach DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 wurde das Probenmaterial mittels Schütteln extrahiert und über eine Florisilsäule aufgereinigt.

Für die Messung nach DIN EN 17322 : 2021-03 wurde mittels Schütteln extrahiert und über mit Schwefelsäure aktiviertem Silicagel aufgereinigt. Die Detektion erfolgte mittels MS.

Für die Eluaterstellung wurden je Ansatz 350 g Trockenmasse +/- 5g mit 700 ml deionisiertem Wasser versetzt und über einen Zeitraum von 24h bei 5 Umdrehungen pro Minute im Überkopfschüttler eluiert. Bei Bedarf werden mehrere Ansätze parallel eluiert. Die Fest-/Flüssigphasentrennung erfolgte für hydrophile Stoffe gemäß Zentrifugation/Membranfiltration, für hydrophobe Stoffe gemäß Zentrifugation/Glasfaserfiltration.

Für die Messung nach DIN EN 38404-4 : 1976-12 wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.

Für die Messung nach DIN ISO 10523 : 2012-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN 27888 : 1993-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur Messung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN ISO 10304-1 : 2009-07 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN ISO 17294-2 : 2017-01 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels konzentrierter Salpetersäure stabilisiert.

Für die Messung nach DIN ISO 12846 : 2012-08 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels 30%iger Salzsäure stabilisiert.

Für die Messung nach DIN ISO 7027 : 2000-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN 38407-37 : 2013-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN 38407-39 : 2011-09 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

*Beginn der Prüfungen: 31.01.2025*

*Ende der Prüfungen: 05.02.2025*

*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. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.*

**AGROLAB Labor GmbH, Philipp Schaffler, Tel. 08765/93996-600**  
**serviceteam3.bruckberg@agrolab.de**  
**Kundenbetreuung**