

**Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)  
Eberbächle  
auf der Gemarkung Au  
der Verwaltungsgemeinschaft Hexental  
  
- Geotechnischer Bericht -**

**Auftraggeber:**

Verwaltungsgemeinschaft Hexental  
vertreten durch: Rathaus Merzhausen  
Friedhofweg 11  
79249 Merzhausen

**Unsere Auftragsnummer:**

19055/K-S-Ki

**Bearbeiter:**

Herr Dr. von Kuhlberg / Herr Kiefer

**Ort, Datum:**

Kirchzarten, 25. November 2022/K-Ki

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Veranlassung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Unterlagen</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Baugrund</b>	<b>5</b>
3.1	Baugrunderkundung	5
3.1.1	Geotechnische Untersuchungen	5
3.1.2	Umwelttechnische Untersuchungen	6
3.2	Geländeverlauf und Untergrundaufbau	7
3.3	Geotechnische / Umwelttechnische Einstufung und Bodenkennwerte	12
3.4	Wasserverhältnisse	12
3.5	Aggressivität von Böden und Grundwasser	14
3.6	Erdbeben	14
<b>4</b>	<b>Geotechnische Beratung</b>	<b>15</b>
4.1	Baumaßnahme	15
4.2	Geotechnische Kategorie	16
4.3	Absperrdamm	16
4.4	Erdbau	20
4.5	Durchlassbauwerk	20
4.6	Seitliche Beckenböschungen und Beckensohle	23
4.7	Verwendung des Aushubmaterials	24
4.7.1	Geotechnische Hinweise	24
4.7.2	Umwelttechnische Hinweise	25
<b>5</b>	<b>Statische und hydraulische Sicherheit</b>	<b>26</b>
5.1	Grundlagen und Annahmen	26
5.2	Bemessungsergebnisse	28
5.2.1	Ergebnisse für den Absperrdamm	28
5.2.2	Ergebnisse für die nördliche Beckenböschung (Talböschung)	29
5.3	Hydraulische Sicherheit	30
<b>6</b>	<b>Geotechnische Begleitung der Baumaßnahme</b>	<b>30</b>
<b>7</b>	<b>Schlussbemerkungen</b>	<b>31</b>

# Anlagenverzeichnis

## 1 Lagepläne

- 1.1 Übersichtskarte
- 1.2 Lageplan

## 2 Ergebnisse der Baugrunderkundung

- 2.1 schematisch in Schnitt Dammachse übertragen
- 2.2 schematisch in Dammquerschnitt 0+050 übertragen
- 2.3 schematisch in Dammquerschnitt 0+075 übertragen
- 2.4 schematisch in Dammquerschnitt 0+100 übertragen

## 3 Laborversuche

- 3.1 Tabellarische Zusammenstellung
- 3.2.1 ff. Korngrößenverteilungen
- 3.3 Konsistenzversuche
- 3.4 Wassergehalte

## 4 Abschätzung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes $k$

- 4.1 Abschätzung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes durch Versickerungsversuch im Schurf SCH1
- 4.2 Abschätzung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes durch Versickerungsversuch im Schurf SCH2

## 5 Maßgebende Angaben zu Homogenbereichen und Bodenkenngrößen

- 5.1 Maßgebende Angaben zu Bodenschichten/Homogenbereichen
- 5.2 Maßgebende Angaben zu Bodenkenngrößen (charakteristische Werte)

## 6 Erdstatische Berechnungen

- 6.0 Regelquerschnitt (Dammquerschnitt 0+075) bzw. Regelprofil
- 6.1 Übersicht der Ergebnisse der Böschungsbruchberechnungen
- 6.2-6.7 Böschungsbruchberechnungen, Wasserseite
- 6.8-6.10 Böschungsbruchberechnungen, Luftseite
- 6.11 a f. Böschungsbruchberechnung, nördliche Talböschung

## 7 Fotodokumentation der Rammkernbohrungen

## Anhang

- A Unterlagen zur orientierenden Schadstoffuntersuchung (Aufsteller: solum, büro für boden + geologie, Freiburg)
- B Allgemeine Hinweise für den Umgang mit Erdaushub (Aufsteller: solum, büro für boden + geologie, Freiburg)
- C Grundwasseranalyse hinsichtlich Betonangriffsvermögen nach DIN 4030

## 1 Veranlassung

Im Südosten von Au soll das Hochwasserrückhaltebecken (HRB) Eberbächle neu gebaut werden. Die Planung liegt bis zum jetzigen Planungsstand in den Händen der BIT Ingenieure AG, Standort Freiburg.

Im Zuge einer „Standortvorerkundung“ für das HRB Eberbächle wurde von der Ingenieurgruppe Geotechnik bereits ein Geotechnischer Bericht [U10] verfasst.

Im Zusammenhang mit dem Neubau des HRB Eberbächle wurde die Ingenieurgruppe auf Grundlage des Angebotes vom 21.06.2021 beauftragt, eine vollumfängliche geotechnische / dammbautechnische Erkundung und Beratung durchzuführen, die Grundlage für die Genehmigungsplanung ist.

Außerdem soll eine orientierende Erkundung hinsichtlich möglicher chemischer Verunreinigungen von anfallendem Aushubmaterial durchgeführt werden. Die umwelttechnischen Leistungen wurden von solum, büro für boden + geologie, Freiburg, erbracht.

## 2 Unterlagen

- **BIT Ingenieure AG, Freiburg:**
  - [U1] Lageplan, Stand: 25.05.2021, per E-Mail erhalten am 24.08.2021
  - [U2] Längsschnitt sowie Querschnitte Damm, Stand: 19.05.2021, per E-Mail erhalten am 24.08.2021
  - [U3] Lageplan Absteckung Erkundungen inkl. Höhenangaben der Erkundungspunkte, per E-Mail erhalten am 12.01.2022
  - [U4] Angaben zur Beckenklassifizierung, per E-Mail erhalten am 30.06.2022
- **solum, büro für boden + geologie, Freiburg:**
  - [U5] Orientierende Schadstoffuntersuchung, per E-Mail vom 15.07.2022, s. Anhänge A + B
- **LBA Luftbildauswertung GmbH, Stuttgart:**
  - [U6] Luftbildauswertung auf Kampfmittelbelastung, Hochwasserrückhaltebecken Eberbächle, Au, vom 21.10.2020, per E-Mail erhalten am 15.09.2021
- **Bohrunternehmung drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg:**
  - [U7] Handschriftliche Schichtenverzeichnisse der Bohrungen BK1 – BK3, per E-Mail erhalten am 12.05.2022

- [U8] Ergebnisse einer Untersuchung einer kennzeichnenden Wasserprobe auf betonangreifende Anteile, (ausgeführt seitens Gewerbliches Institut für Umweltanalytik GmbH (GIU), Teningen, Prüfbericht Nr. 156551, vom 17.05.2022)
- **Ingenieurgruppe Geotechnik, Kirchzarten:**
  - [U9] Protokolle von Ortsbesichtigungen und Besprechungen
  - [U10] Geotechnischer Bericht im Zusammenhang mit einer Standortvorerkundung zum Neubau des Hochwasserrückhaltebeckens Eberbächle, Gemarkung Au, vom 30.10.2019
  - [U11] Honorarangebot zum Bauvorhaben, 21.06.2021
  - [U12] Allgemeine geotechnische Unterlagen aus unserem Archiv (z. B. geologische und hydrogeol. Karten)
- **Literatur**
  - [U13] Arbeitshilfe zum Nachweis der Erdbebensicherheit von Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren, LUBW, Stand Nov. 2016
  - [U14] Arbeitshilfe zur DIN 19700 für Hochwasserrückhaltebecken, LUBW, Stand Sept. 2007

## 3 Baugrund

### 3.1 Baugrunderkundung

#### 3.1.1 Geotechnische Untersuchungen

Vor Erkundung des Baugrundes wurden die Unterlagen aus dem Archiv der Ingenieurgruppe Geotechnik und insbesondere die Ergebnisse der Baugrunderkundung im Zuge der Standortvorerkundung aus dem Jahr 2019 [U10] ausgewertet.

Für den Erkundungsbereich erfolgte eine Luftbildauswertung hinsichtlich Kampfmittel durch die LBA Luftbildauswertung GmbH, Stuttgart [U6]. Es besteht kein Kampfmittelverdacht.

Der Schichtenaufbau wurde ergänzend zu den vorhandenen Untersuchungen [U10] im Zeitraum vom 05.05. bis 10.05.2022 stichprobenartig durch drei jeweils 8,0 m tiefe **Kernbohrungen** ( $d \geq 178 \text{ mm}$ , s. [U7]) sowie fünf 3,4 m bis 4,4 m tiefe **Baggerschürfe** erkundet. Zur Untersuchung der Durchlässigkeit der wasserführenden Kiessande im Talgrund wurden in zwei Baggerschürfen (SCH1 und SCH2) Versickerungsversuche durchgeführt. Ergänzend

wurden vier **Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-15** bis in Tiefen zwischen 3,8 m und 6,0 m zur Ermittlung der Lagerungsdichte der Erdstoffe durchgeführt, deren Kenntnis u. a. in Hinblick auf eine wirtschaftliche Gründungsberatung unerlässlich ist. Ferner wurde im Bereich der südlichen Talböschung eine **Kleinrammkernbohrung (d = 40 mm - 80 mm)** zur Untersuchung der Zusammensetzung des oberflächennahen Untergrundes abgeteuft. Die Bohrungen und Schürfe wurden nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien in Anlehnung an DIN EN ISO 14688 bzw. 14689 (Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden bzw. Fels) aufgenommen.

Die Ansatzpunkte der Erkundungspunkte wurden seitens BIT Ingenieure, Freiburg, nach Lage und Höhe im Gelände eingemessen [U3].

Im Lageplan der Anlage 1.2 sind die Ansatzpunkte der im Zuge der Standortvorerkundung aus dem Jahre 2019 [U10] sowie der aktuell ausgeführten Untergrundaufschlüsse angegeben. Die Erkundungsergebnisse sind im Anlagenteil 2 dargestellt.

An kennzeichnenden Erdstoffproben aus den Bohrungen und Schürfen wurden **Laborversuche** zur geotechnischen Klassifizierung und zur Festlegung von Bodenkennwerten ausgeführt (tabellarische Zusammenstellung, s. Anlage 3.1, Korngrößenverteilungen, s. Anlagen 3.2.1 ff., Konsistenzgrenzen, s. Anlage 3.3, Wassergehalte, s. Anlage 3.4).

Die Sondierung RS4 wurde zur bauzeitlichen Grundwassermessstelle ausgebaut. Hier und in den im Zuge der Standortvorerkundung installierten Messstellen [U10] erfolgten **Stichtagmessungen**.

Hinweis zu den bauzeitlichen Pegeln: Die Pegel sind spätestens im Zuge der Bauausführung rückzubauen und qualifiziert mit Quellton zu verfüllen.

Weiterhin wurde eine **Grundwasserprobe** entnommen und nach DIN 4030 Teil 2 (Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase) untersucht (s. Anhang C u. [U8]).

### 3.1.2 Umwelttechnische Untersuchungen

Aus den entnommenen Proben wurden durch solum, büro für boden + geologie, Freiburg, entsprechende Mischproben erstellt, um die orientierende Schadstoffuntersuchung vorzunehmen (siehe Anhang A). Eine historische Recherche für das Baugrundstück wurde nicht durchgeführt. Hinsichtlich der Zusammensetzung und der umwelt- und abfallrechtlichen Einstufung können folgende Schichten unterschieden werden:

Tabelle 1: Probenmanagement (Verzeichnis der Analyseproben)

Homogenbereich	Material	Probe	Tiefe [m]	Bohrung/ Schürf	Parameter
Oberboden	Schluff, schwach sandig, schwach tonig	MP1-bo	0,00-0,10	BK1-1: 0,00-0,10 BK2-1: 0,00-0,10 SCH1: 0,00-0,10 SCH2: 0,00-0,10 SCH3: 0,00-0,10	PAK, Arsen, Schwermetalle, pH-Wert
Decklage	Schluff, sandig, schwach tonig	MP2-dl	0,30-0,70	BK3-1: 0,50-0,70 SCH1: 0,30-0,40	Arsen, Schwermetalle
Zwischenlage	Kies, sandig	MP3-zi	0,40-3,40	BK2-2: 0,40-0,60 BK2-3: 3,20-3,40 SCH1: 0,70-0,80 SCH1: 1,20-1,40 SCH2: 0,60-0,80 SCH2: 2,20-2,30	Arsen, Schwermetalle
Verwitterungszone	Kies, sandig	MP4-vz	2,20-3,60	SCH5: 2,20-2,30 SCH5: 3,50-3,60	Arsen, Schwermetalle
Auffüllung	Schluff, sandig	MP5-a	0,30-0,40	SCH5: 0,30-0,40	PAK, Arsen, Schwermetalle

Die Einstufung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse erfolgt nach folgenden Schriften:

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung, Berlin, 1999
- Umweltministerium Baden-Württemberg (Hrsg): Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV Boden), Stuttgart, 2007
- Umweltministerium Baden-Württemberg: Anwendung der VwV Boden bei großflächig erhöhten Schadstoffgehalten; Az.: 5-8982.31/6, vom 27. Juli 2016
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg: Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit, Stuttgart, 04.12.2018
- Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Technische Hinweise zur Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit, Berlin, 04.12.2018

### 3.2 Geländeverlauf und Untergrundaufbau

Das Bauvorhaben liegt im Tal des Eberbächles auf der Gemarkung von Au, südöstlich des Ortskerns. Das Tal verläuft in südost-nordwestlicher Richtung und ist im Untersuchungsbe- reich mit Gras und einzelnen Bäumen bewachsen. Die nordöstliche Talflanke ist vergleichs- weise steil ausgebildet (Böschungswinkel im Mittel ca. 26°). An der südwestlichen Talflanke weist die GOF eine deutlich flachere Neigung auf (mittlerer Böschungswinkel ca. 10°). Das Projektareal wird südlich von der Waldstraße sowie westlich des Dammbauwerkes durch Wohnhäusern begrenzt.

Der geologischen Karte, Blatt 8013, zufolge und in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der aktuellen Baugrunderkundung sowie derjenigen aus 2019 [U10] wird der Untergrund im Pro-

jektareal im Bereich der nordöstlichen Talflanke aus Graniten (Bezeichnung: Gdi) und im Bereich der südwestlichen Talflanke aus Gneisen (Bezeichnung: pan) des kristallinen Grundgebirges aufgebaut. Diese sind im Schichtoberen durch Verwitterungsprozesse zu körnigen Lockergesteinen mit variabler Mächtigkeit zersetzt (**Verwitterungszone**), die auf der Grundlage der Auswertung von Sieblinien und Erfahrungswerten abgeschätzte Durchlässigkeitsbeiwerte von  $ca. 1,0 \cdot 10^{-8} \text{ m/s} \leq k_f \leq 5,0 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$  aufweisen. Erfahrungsgemäß nehmen in einer Verwitterungszone mit zunehmender Nähe zum Ausgangsgestein die Anteile an Steinen und Blöcken zu. Die Verwitterungszone wird i. d. R. von einer feinkörnigen, wechselnd mächtigen **Decklage** aus Hanglehm und lössartigen Erdstoffen überlagert (im Talgrund ist die Decklage z. T. nicht vorhanden). Erfahrungsgemäß sind die feinkörnigen Materialien der Decklage nur sehr gering wasserdurchlässig ( $k_f < 10^{-8} \text{ m/s}$ ). In der Talauflage ist eine junge fluviatile **Zwischenschicht** aus überwiegend gemischt-/grobkörnigen Erdstoffen vorhanden. Je nach Feinkornanteil und Zusammensetzung der vorhandenen Böden ist mit stark unterschiedlichen Wasserdurchlässigkeiten zu rechnen. Die Durchlässigkeitsbeiwerte betragen auf der Grundlage der Auswertung von Sieblinien und Erfahrungswerten bzw. der Auswertung der Versickerungsversuche  $ca. 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s} \leq k_f \leq 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ , s. u. a. Anlagen 4.1 und 4.2). Örtlich sind zum Teil mächtige **Auffüllungen** festzustellen, die infolge der sehr wechselhaften Zusammensetzung aus grob-, gemischt- und feinkörnigen Materialien auch eine stark unterschiedliche Wasserdurchlässigkeit aufweisen (Durchlässigkeitsbeiwerte  $ca. < 1 \cdot 10^{-8} \text{ m/s} \leq k_f \leq 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ ).

Das aus den aktuell ausgeführten Baugrundaufschlüssen sowie aus [U10] abgeleitete Baugrundmodell ist im Anlagenteil 2 dargestellt. In den Aufschlüssen wurde folgender Aufbau von Bodenschichten / Homogenbereichen festgestellt:

▸ **Mutterboden/Oberboden**

Schichtunterkante:	ca. 0,1 bis 0,4 m u. GOF
Umwelttechnische Beurteilung:	Oberboden ist geschützt und wiederzuverwenden. Die Probe hält die Vorsorgewerte nach BBodSchV (1999) ein. Umweltgefährdungen werden nicht angenommen. Zur abfallrechtlichen Orientierung kann das Material hilfsweise nach VwV Boden (2007) mit dem Zuordnungswert Z0 eingestuft werden.

▸ **Auffüllung**

Schichtunterkante:	ca. 0,5 m u. GOF bis nach [U10] ca. 4,1 m u. GOF abgeschlossen
--------------------	--



Verbreitung:	bei aktueller Erkundung nur in SCH5 im Bereich des nördlichen Talhangs angetroffen; bei der Erkundung 2019 in den Aufschlüssen BS3, BS6, BS10 und BS11 überwiegend im südlichen Talhang aufgeschlossen (s. Anlage 1.2 bzw. [U10])
Zusammensetzung:	<b>Schluff</b> , sandig, schwach tonig, schwach kiesig, Ziegelbruchstücke, durchwurzelt (SCH5); nach [U10] sehr wechselhaft: überwiegend <b>Ton</b> und <b>Schluff</b> mit wechselnden Anteilen aus Sand und Kies; lokal auch <b>Kies</b> , sandig, schluffig, tonig und <b>Torf</b> (BS13 (2019))
Lagerungsdichte/Konsistenz:	nach [U10]: locker bzw. weich bis halbfest
Farbe:	braun, hellbraun, rötlich bis gelblich braun, schwarzgrau, dunkelgrau
Geotechnische Beurteilung:	Das Material ist sehr wasser- und frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach ZTVE-StB17) sowie unterschiedlich stark zusammendrückbar.
Umwelttechnische Beurteilung:	Die Probe weist Anreicherungen mit Blei auf, die maßgeblich für die Einstufung nach VwV Boden (2007) sind. Die Probe wird mit dem Zuordnungswert Z0* eingestuft. Umweltgefährdungen werden weitgehend ausgeschlossen.  Sofern Einschnitte in den südlichen Talhang erfolgen sollen, in dem mächtige Auffüllungen festgestellt wurden [U10], wären weitere umwelttechnische Untersuchungen für diesen Bereich erforderlich.
▶ <b>Decklage</b>	
Schichtunterkante:	ca. 0,3 bis 5,2 m u. GOF (maximale Mächtigkeit im Bereich der südlichen Talflanke erkundet)
Verbreitung:	im Talgrund ist die Decklage nicht vorhanden
Zusammensetzung:	<b>Ton</b> (u. a. TL, TL/TM nach DIN 18196, s. Anlage 3.1 bzw. [U10]), schluffig bis stark schluffig, schwach feinsandig/sandig bis sandig, nicht kiesig bis schwach kiesig, lokal schwach organische Beimengung (BS3 (2019));

	<p><b>Schluff</b>, nicht feinsandig/sandig bis sandig, nicht tonig bis stark tonig, einzelne Kiesgerölle bis schwach kiesig, lokal einzelne Steine, lokal auch einzelne Wurzeln bis durchwurzelt</p> <p><b>Sand</b> (u. a. SU* nach DIN 18196), schwach kiesig bis kiesig, schluffig bis stark schluffig, lokal schwach tonig, einzelne Steine, schwach durchwurzelt;</p> <p>lokal <b>Kies</b>, sandig, schwach schluffig bis schluffig, einzelne Steine</p>
Konsistenz:	weich bis steif, lokal breiig bzw. halbfest / locker
Farbe:	hellbraun, beigebraun, braun, rötlich braun, graubraun, grau, dunkelgrau
Geotechnische Beurteilung:	Das Material ist sehr wasser- und frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach ZTVE-StB17) und weist eine vergleichsweise geringe Scherfestigkeit sowie relativ große Zusammendrückbarkeit auf.
Umwelttechnische Beurteilung:	Die Probe der Decklage wird nach VwV Boden (2007) mit Z0 eingestuft. Umweltgefährdungen werden nicht angenommen.
<p>▸ <b>Zwischenlage</b></p>	
Schichtunterkante:	ca. 2,2 m bis 8,2 m u. GOF (u. a. indirekt aufgrund der Rammsondierungen abgeschätzt)
Verbreitung:	vorwiegend im Talgrund aufgeschlossen
Zusammensetzung:	<p><b>Kies</b> (u. a. GU, GU*, GI nach DIN 18196, s. Anlage 3.1 bzw. [U10]), schwach bis stark sandig, nicht schluffig bis lokal stark schluffig, nicht steinig bis schwach steinig, lokal steinig bis stark steinig, lokal schwach tonig bis tonig, einzelne Blöcke (Kantenlänge ca. 50 cm), eingelagerte Ton- und Schlufflinsen;</p> <p>lokal auch <b>Kies und Sand</b>, schwach schluffig, einzelne Steine;</p> <p>lokal <b>Steine</b>, kiesig, schwach sandig;</p> <p>lokal <b>Sand und Ton</b>, schwach schluffig, einzelne Kiesgerölle</p>
Lagerungsdichte:	i. d. R. mitteldicht bis dicht
Farbe:	rötlich braun, braun, graubraun, grau

Geotechnische Beurteilung:	Das Material ist nicht bis sehr wasser- und frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklassen F1 bis F3 nach ZTVE-StB17) und weist eine überwiegend hohe Scherfestigkeit sowie eine i. d. R. geringe Zusammendrückbarkeit auf.
Umwelttechnische Beurteilung:	Die Probe weist Anreicherungen mit Chrom, Kupfer, Nickel und Zink auf, die maßgeblich für die Einstufung nach VwV Boden (2007) sind. Die Probe wird mit dem Zuordnungswert Z0*IIIA eingestuft. Umweltgefährdungen werden weitgehend ausgeschlossen.
<b>▸ Verwitterungszone</b>	
Schichtunterkante:	nicht festgestellt, tiefer als 8 m u. GOF
Zusammensetzung:	<p><b>nördliche Talflanke:</b> Granit, vollständig verwittert bis zersetzt; Schurfgut:</p> <p><b>Kies</b> (u. a. GU, GU* nach DIN 18196), sandig bis stark sandig, schwach schluffig bis schluffig, lokal nicht schluffig, lokal einzelne Steine;</p> <p><b>Sand</b> (u. a. SU nach DIN 18196), schwach kiesig bis stark kiesig, schwach schluffig bis schluffig;</p> <p><b>südliche Talflanke / Talgrund:</b> Gneis, vollständig verwittert bis zersetzt; Bohr-/Schurfgut:</p> <p><b>Sand</b> (u. a. SU, SU* nach DIN 18196), schwach bis stark kiesig, nicht schluffig bis schluffig, lokal schwach tonig bis tonig und einzelne Steine;</p> <p><b>Kies</b> (u. a. GU nach DIN 18196), sandig bis stark sandig, schwach schluffig bis schluffig</p>
Lagerungsdichte:	i. d. R. mitteldicht bis sehr dicht
Farbe:	rötlich braun, hellbraun, beigebraun
Geotechnische Beurteilung:	Das Material weist eine hohe Scherfestigkeit sowie eine geringe Zusammendrückbarkeit auf.
Umwelttechnische Beurteilung:	Die Probe weist Anreicherungen mit Chrom, Kupfer, Nickel und Zink auf, die maßgeblich für die Einstufung nach VwV Boden (2007) sind. Die Probe wird mit dem Zuordnungswert Z0*IIIA eingestuft. Umweltgefährdungen werden weitgehend ausgeschlossen.

Das frische / angewitterte, die Verwitterungszone unterlagernde Festgestein bzw. dessen Oberfläche wurde im Zuge der Baugrunderkundung nicht aufgeschlossen.

### 3.3 Geotechnische / Umwelttechnische Einstufung und Bodenkennwerte

Bei der Ausschreibung der Erd-/Bohrarbeiten kann von der Beschreibung in Kapitel 3.2 und der Einstufung in Anlage 5.1 ausgegangen werden.

Bei erdstatischen Berechnungen kann von den in der Anlage 5.2 angegebenen mittleren charakteristischen Bodenkennwerten ausgegangen werden.

### 3.4 Wasserverhältnisse

**Allgemeine Angaben zu den Grundwasserverhältnissen:** Im Talgrund ist ein zusammenhängender Grundwasserspiegel (GWS) ausgebildet, dessen Grundwasserleiter die im Talgrund bzw. unterhalb der Decklage anstehenden gemischt-/grobkörnigen Erdstoffe der Zwischenlage sind. Diese grundwasserführenden Kiessande weisen wegen ihrer teilweise hohen Steinanteile unterschiedliche Durchlässigkeitsbeiwerte von grob geschätzt ca.  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s bis  $1 \cdot 10^{-4}$  m/s auf. Stauende Schicht ist die Verwitterungszone des unterlagernden Festgesteins, bestehend aus überwiegend gemischtkörnigen Erdstoffen. Zudem können in der überwiegend schwach bindigen bis bindigen Deckschicht Schicht- und Hangwässer in wechselnder Tiefe vorhanden sein. „Gespannte“ Grundwasserverhältnisse sind insbesondere bei erhöhten Grundwasserverhältnissen möglich. Bei höheren Wasserständen beispielsweise nach langanhaltender feuchter Witterung muss insbesondere in der Talsohle mit einem Anstieg der Druckhöhe des Grundwassers bis zur Geländeoberfläche gerechnet werden.

Das geplante HRB liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Stand: 14.11.2022) außerhalb von Wasserschutzgebieten. Eine aktuelle, flurstücksgenaue Überprüfung dieses Sachverhaltes ist durch die untere Wasserbehörde erforderlich.

**Festgestellter Grundwasserstand:** Zum Zeitpunkt der Untersuchungen wurden in den behelfsmäßigen Messstellen folgende Wasserstände vorgefunden:

Datum	Messstelle							
	RS4 (2019)		RS4		BS8 (2019)		BS11 (2019)	
	m NN	m u. GOF	m NN	m u. GOK	m NN	m u. GOF	m NN	m u. GOF
17.06.2019	---	---	---	---	328,67	1,35	---	---
18.06.2019	319,39	0,72	---	---	328,62	1,40	330,10	2,30
19.06.2019	319,30	0,81	---	---	328,56	1,46	330,03	2,37
24.06.2019	319,41	0,70	---	---	328,36	1,66	329,25	3,15
26.06.2019	319,38	0,73	---	---	328,23	1,79	328,92	3,48
04.07.2019	319,45	0,66	---	---	327,73	2,29	328,25	4,15
23.09.2019	319,51	0,60	---	---	326,70	3,32	k. W.	---
17.01.2022	319,64	0,47	322,88	0,76	328,04	1,98	328,89	3,51
06.04.2022	319,60	0,51	322,69	0,95	328,45	1,57	327,64	4,76
09.05.2022	319,57	0,54	323,03	0,61	328,09	1,93	k. W.	---

k. W.: kein Wasser festgestellt

Den Messungen zufolge schwankt der Grundwasserstand in RS4 (2019) sowie auch RS4 nur vergleichsweise gering, was auf die Lage im Talgrund und die Nähe zum Bach zurückzuführen ist, und liegt lediglich ca. 1,0 bis 0,5 m u. GOF. In den in den Talflanken liegenden Messstellen BS8 (2019) und BS11 (2019) wurden bei den Stichtagsmessungen Schwankungen von ca. 2 m bzw. ca. 2,5 m festgestellt, wobei in der Messstelle BS11 (2019) bei zwei Messungen kein Wasser angetroffen wurde.

Nach Abgleich mit regionalen, durch das Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) aufgezeichneten Wasserständen herrschten Mitte Juni 2019 großräumig leicht unterdurchschnittliche Grundwasserstände mit fallender Tendenz zu unterdurchschnittlichen Verhältnissen im August 2019, was sich mit den Beobachtungen in den Pegeln deckt.

Im Nahbereich des Baches ist davon auszugehen, dass der Grund- und der Bachwasserspiegel miteinander korrespondieren.

**Grundwasserschwankung:** Aufgrund fehlender amtlicher hydrologischer Karten über die Wasserverhältnisse im Untersuchungsbereich bzw. fehlender amtlicher Grundwassermessstellen ist die Angabe von gesicherten Grundwasserschwankungen nicht möglich.

### 3.5 Aggressivität von Böden und Grundwasser

**Betonangriffsgrad:** Gemäß [U8], s. Anhang C, ist das Grundwasser nach DIN 4030 nicht betonangreifend.

### 3.6 Erdbeben

Gemäß DIN 4149 (Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten, Ausgabe April 2005) sowie der dazugehörigen „Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg“ liegt das Bauvorhaben in der **Erdbebenzone 1** und es müssen zur Berücksichtigung des Einflusses von Erdbebenerschütterungen folgende Werte angesetzt werden bzw. ist folgende Einstufung vorzunehmen:

- Bemessungswert der **Bodenbeschleunigung:**  $a_g = 0,40 \text{ m/s}^2$
- **Untergrundklasse** zur Berücksichtigung des tieferen Untergrundes ab 20 m unter GOF: R
- **Baugrundklasse** zur Berücksichtigung der örtlichen Baugrundeigenschaften (zwischen 3 und 20 m unter GOF): B / C

Gemäß EC 8, DIN EN 1998-1/NA (Juli 2021) sowie einer Online-Abfrage beim Deutschen GeoForschungsZentrum, Postdamm, sind folgende Werte maßgebend:

- **Spitzen-Bodenbeschleunigung** für A-R  
( $T_{NCR} = 975$  Jahre; Mittelwert):  $PGA = 1,04 \text{ m/s}^2$
- **Bodenparameter** entsprechend Untergrundverhältnis B-R / C-R (s. o.):  $S = 1,20 / 1,15$

Nach DIN 19700:2004 sind für Stauanlagen Erdbebennachweise zu führen. Der Erdbebennachweis wird nach der Arbeitshilfe „Nachweis der Erdbebensicherheit von Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken in Baden-Württemberg“, Stand 2016, geführt, wobei der sog. Standortfaktor nach DIN EN 1998-1-NA:2021-07 angesetzt wird. Bei den Nachweisen der Standsicherheit des Absperrdammes im **Lastfall Erdbeben** wird von folgenden Bedingungen ausgegangen:

- Bei Trockenbecken darf nach DIN 19700-12:2004 auf den Nachweis mit der Einwirkung „Betriebserdbeben“ verzichtet werden.

- Der Nachweis des Bemessungserdbebens (Jährlichkeit im vorliegenden Fall  $T = 1.000$  Jahre) darf bei Trockenbecken nach DIN 19700-12:2004 für das leere Becken, d. h. für den Fall ohne Einstau nachgewiesen werden. Unter Berücksichtigung dessen wird angenommen, dass das Becken der Bedeutungskategorie II (Bedeutungsbeiwert  $\gamma_1 = 1,0$ ) zugeordnet werden kann. Sofern eine höhere Bedeutungskategorie maßgebend ist, sind die Nachweise des Bemessungserdbebens zu überprüfen.
- Die Nachweise der Standsicherheit im Lastfall Erdbeben dürfen mit quasistatischen Berechnungsverfahren geführt werden (DIN 19700-11:2004).

Im Rahmen der Bearbeitung dieses Berichts wird der Erdbebennachweis entsprechend DIN 19700 mit quasistatischen Ersatzlasten geführt. Der Bemessungswert der Bodenbeschleunigung (1000-jährliches Erdbeben) auf Fels im Untersuchungsbereich beträgt  $a_{g,R} = 1,04 \text{ m/s}^2$  (s. o.). Der Bemessungswert der Bodenbeschleunigung ergibt sich dann zu:

$$a_{g,1000} = \text{PGA} \cdot S = 1,04 \text{ m/s}^2 \cdot 1,2 = 1,25 \text{ m/s}^2$$

## 4 Geotechnische Beratung

### 4.1 Baumaßnahme

Der geplante Absperrdamm soll nach den vorliegenden Planunterlagen [U1, U2] eine Länge von ca. 110 m (s. Anlage 1.2) und in der Dammlängsachse eine Höhe von bis zu ca. 13,5 m aufweisen. Der Absperrdamm quert ein vergleichsweise enges, in Richtung Südosten ansteigendes Tal, wobei die Neigungen der seitlichen Böschungen im Einstaubereich auf der Südseite des Tals zwischen ca. 1:4 und 1:3 (Höhe:Länge) und auf der Nordseite zwischen ca.  $\leq 1:2,6$  im unteren Bereich und bis zu ca. 1:1 im oberen Bereich liegen. Die Dammböschungen sind - unter Berücksichtigung der Ergebnisse der orientierenden Standsicherheitsbetrachtungen [U10] - mit einer wasserseitigen Neigung von 1:3 und mit einer luftseitigen Neigung von 1:2,5 konzipiert [U2]. Die Dammkrone liegt auf einer Höhe von 334,3 mNHN.

Das Hochwasserrückhaltebecken wird nach DIN 19700 als **mittleres Becken** eingestuft [U4]. Bei Vollstau soll das Becken auf ca. 333,0 mNN eingestaut werden.

Angaben zu den Bemessungshochwasserständen  $Z_{H1}$  und  $Z_{H2}$  sowie zur Absinkgeschwindigkeit des Wasserspiegels bei Entleerung des Beckens liegen zum gegenwärtigen Planungszeitpunkt nicht vor [U9]). Planunterlagen zum Durchlassbauwerk (Art des Bauwerks, Gründungstiefe etc.) liegen ebenfalls noch nicht vor.

## 4.2 Geotechnische Kategorie

Allgemeine Grundlage für die geotechnischen Gesichtspunkte beim Entwurf von Hoch- und Ingenieurbauwerken ist der Eurocode 7 (DIN EN 1997-1:2009-09 in Verbindung mit dem nationalen Anhang DIN EN 1997-1/NA:2010-12 und der DIN 1054:2021-04).

Das Bauvorhaben ist in Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund gemäß DIN 1054, A 2.1.2 folgender Geotechnischer Kategorie (GK) zuzuordnen:

GK 3: hoher Schwierigkeitsgrad (z. B. Bauwerke mit hohem Sicherheitsanspruch, Bauwerke mit mehr als 5 m Einstauhöhe)

Die zunächst in unserem Honorarangebot [U11] angenommene Geotechnische Kategorie ist damit bestätigt.

## 4.3 Absperrdamm

**Dammkörper:** Es wird vorgeschlagen, den Hochwasserrückhaltedamm als sog. **Zonendamm** (Regelprofil: s. Anlage 6.0) zu errichten, der sich wie folgt zusammensetzt:

Auf der Wasserseite des Absperrdamms wird eine mindestens 2 m dicke wasserseitige **Dichtung** (z. B. Material der vor Ort vorhandenen Deckschicht bzw. fein- und gemischtkörnige Erdstoffe der Art: TL, TM, ST\*, GU\*, GT\*, UL, UM,  $k_f \leq 1 \cdot 10^{-7}$  m/s) angeordnet.

Die Dichtung wird zur Wasserseite hin mit einer mindestens 1,2 m dicken **Schutzschicht** aus stark wasserdurchlässigen grobkörnigen Erdstoffen (z. B. saubere Kiessande oder Schotter, Sandanteil  $\leq 2$  mm, 20 bis 25 %,  $k_f \geq 1 \cdot 10^{-4}$  m/s) abgedeckt, die die Dichtung z. B. vor Witterungseinflüssen (Frost- / Tauwechsel, Austrocknung), Durchwurzelung und Wühltieren schützt. Die vergleichsweise hohe Durchlässigkeit des Materials der Schutzschicht ist erforderlich, damit die Schutzschicht im Lastfall „schnelle Wasserspiegelabsenkung“ weitgehend entwässert wird und damit standsicher ist (s. u.). Unter Berücksichtigung der Geometrie des Tals und in Abhängigkeit der konkreten Lage des Durchlassbauwerkes wird voraussichtlich im Fußbereich der Schutzschicht ein zusätzlicher stärker durchlässiger Dränbereich erforderlich, um das in der Schutzschicht anfallende Sickerwasser im Lastfall „schnelle Wasserspiegelabsenkung“ schadlos abzuführen. Die Höhe dieses Dränbereichs und dessen Materialzusammensetzung sind im Zuge der Ausführungsplanung festzulegen.

Der **Stützkörper** wird zweckmäßiger Weise aus gut verdichtbaren grobkörnigen Erdstoffen oder überwiegend kiesigen Mischböden (z. B. Materialien der Zwischenlage (gemischtkörnige Erdstoffe) aus dem Abtragsbereich für das Durchlassbauwerk oder Fremdmaterial nach DIN 18196: GW, GU, GT, GU\*, GT\*, SW) gebaut. Vom Grundsatz her sind bei geeignetem Wassergehalt auch feinkörnige Erdstoffe oder überwiegend sandige Mischböden (nach



DIN 18196: TL, TM, UL, SU, SU\*, ST, ST\*) geeignet. Zwischen Dichtungslage und Stützkörper ist zur Gewährleistung einer mechanischen Filterstabilität ein geeignetes geotextiles Trennvlies einzubauen, welches auf der Wasserseite zusätzlich ein entsprechend strukturiertes Geogitter (Kombiprodukt) aufweist.

Auf der Luftseite ist in Hinblick auf die hydraulische Sicherheit bei einem nach DIN 19700 nachzuweisenden Ausfall der wasserseitigen Dichtung (gezielte Abführung von Wasser bei Leckage der wasserseitigen Dichtung) bis auf halber Dammhöhe ein **Dränfuß** aus dränfähigem grobkörnigen Material (nach DIN 18196: GW mit einem Sandanteil  $\leq 2$  mm, 20 bis 25 %,  $k_f \geq 5 \cdot 10^{-5}$  m/s) auszuführen.

Bezüglich der beim Bau des Absperrdamms erforderlichen Materialien wird darauf hingewiesen, dass möglichst jeweils relativ **große Chargen** eines Materials zum Einsatz kommen sollten und die mechanische **Filterstabilität** der Materialien in sich sowie gegeneinander gegeben sein muss.

In Hinblick auf die Empfehlungen der Arbeitshilfe zum Bau von Hochwasserrückhaltebecken in Baden-Württemberg [U14] sowie der DIN 19712, die Unterhaltung der Dammböschungen, die statische und hydraulische Sicherheit des Absperrdamms sowie unter Berücksichtigung der Ergebnisse der orientierenden Standsicherheitsbetrachtungen [U10] werden Böschungseigungen von 1:2,5 (Höhe:Länge) auf der Luftseite und 1:3 auf der Wasserseite für erforderlich gehalten.

Für den Kronenweg wird in der DIN 19700 eine Mindestbreite von 4 m (Mindestfahrbahnbreite 3 m zzgl. befestigte Seitenstreifen von je 0,5 m) vorgegeben, was nach den vorliegenden Planunterlagen eingehalten wird.

**Dammaufstandsfläche:** In der Dammaufstandsfläche sind nach Abtrag des Oberbodens i. d. R. die feinkörnigen Materialien der Decklage und im Talgrund die gemischtkörnigen Materialien der Zwischenlage vorhanden.

In der Dammaufstandsfläche anstehende aufgefüllte Erdstoffe mit Fremdbestandteilen oder organischen Bestandteilen (z. B. Holzreste) sind zur Vermeidung späterer Setzungen und Sackungen infolge von Zersetzungs- oder Verrottungsvorgängen vollständig auszuheben und durch geeignete, wenig durchlässige, feinkörnige oder gemischtkörnige Erdstoffe (z. B. der Art: GU\*, GT\*, SU\*, ST\*, UL, UM, TL, TM, Durchlässigkeitsbeiwert:  $k_f \leq 5 \cdot 10^{-7}$  m/s) zu ersetzen. Selbiges gilt für feinkörnige Decklagenmaterialien von sehr weicher bis weicher Konsistenz sowie vorhandene stark durchwurzeltete Erdstoffe und Wurzelstöcke zur Vermeidung bevorzugter Wasserwegigkeiten.

Grundsätzlich muss darauf geachtet werden, dass die Aufstandsfläche des Dammes nur wenig wasserdurchlässig ist, damit bei einem Beckeneinstau möglichst wenig Wasser aus dem Untergrund in den Dammkörper aufsteigt.

**Verfüllung ehemaliges Bachbett:** Nach Fertigstellung des Durchlassbauwerkes und Umleitung des Eberbächles ist der ehemalige Bachlauf mit wenig wasserdurchlässigen Materialien zu verfüllen. Hierzu ist o. g. Bodenaustauschmaterial zu verwenden, welches einen Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f \leq 5 \cdot 10^{-7}$  m/s aufweist.

**Erdplanum:** Die Erdstoffe im Bereich des Erdplanums sind i. d. R. stark wasser- und frostempfindlich. Das Erdplanum darf deshalb nur in der Witterung angepassten Abschnitten freigelegt werden und ist unverzüglich mit Erdstoffen der Dammschüttung zu schützen. Vor Aufbringung der Dammschüttung ist das Erdplanum in Bereichen grob-/gemischtkörniger Erdstoffe zum Ausgleich aushubbedingter Auflockerungen statisch nachzuverdichten. Die Erdarbeiten dürfen nur in einer frostfreien Periode oder mit entsprechenden Schutzmaßnahmen durchgeführt werden.

Je nach jahreszeitlicher Witterung kann das Gelände stark vernässt sein. In diesem Falle kann eine ausreichende Trocknung des Planums abgewartet werden, oder es kann die Tragfähigkeit im Bereich der Dammaufstandsfläche durch Einfräsen von Bindemittel (Weißfeinkalk) in die gewachsene Deckschicht erhöht werden. Aus baubetrieblichen Gründen (vernässte Bereiche mit größerem Gerät kaum bzw. nicht befahrbar) sollten Baustraßen vorgesehen werden, die ggf. rückgebaut werden müssen.

**Maßnahmen zur Gewährleistung der hydraulischen Sicherheit:** In den grundwasserführenden Kiesen und Kiessanden der Zwischenlage sind vielfach auch stärker durchlässige grobkörnige Erdstoffe mit lokal auch hohen Steinanteilen vorhanden. Die wenig durchlässige Decklage ist im Talgrund bereichsweise nicht vorhanden bzw. nur wenig dick, so dass ohne bauliche Maßnahmen mit einer starken Unterströmung des Absperrdamms und des Durchlassbauwerkes zu rechnen ist.

Aufgrund des vergleichsweise hohen Potenzialunterschiedes von bis zu ca. 14 m zwischen dem wasserseitigen Wasserspiegel und der Geländehöhe am luftseitigen Dammfuß wird bei den vorliegenden Verhältnissen - wie in [U10] bereits beschrieben - zur Gewährleistung der hydraulischen Sicherheit eine **Untergrundabdichtung** durch eine dichtende Wand erforderlich. Die Untergrundabdichtung wird zweckmäßigerweise auf der Wasserseite des Absperrdamms auf einer Länge von zunächst grob geschätzt ca. 40 bis 50 m angeordnet und ist bis in die Verwitterungszone zu führen, wobei die Mindesteinbindung ca. 1,5 bis 2,5 m (je nach Verwitterungsgrad) beträgt. Die Untergrundabdichtung kann z. B. aus einer überschnittenen Bohrpfahlwand (Bohrdurchmesser  $\geq 0,6$  m) oder ggf. einer Schlitzwand ( $d \geq 0,5$  m) bestehen.

Eine Spundwand ist bei den vorliegenden Verhältnissen nicht sicher ausführbar, da der Untergrund aufgrund der bereichsweise hohen Lagerungsdichte sowie den in der Zwischenlage eingelagerten Steinen und Blöcken nicht ausreichend rammbaar ist (Auflockerungsbohrungen sind nicht zulässig, da hierdurch bevorzugte Wasserwegigkeiten entlang der Spundwand geschaffen werden könnten) und auch eine ausreichende Einbindung in die sehr dicht gelagerte, weniger durchlässige Verwitterungszone nicht möglich sein wird. Die Untergrundabdichtung muss dicht an das Durchlassbauwerk und an die wasserseitige Dichtungslage im späteren Dammkörper anschließen.

Grundsätzlich muss die Dichtwand im Bereich stärker wasserführender Materialien der Zwischenlage ausgeführt werden. Ggf. kann am Talrand, wo die Zwischenlage ausläuft, auf den Einbau einer Dichtwand verzichtet werden, wenn hier eine ausreichend Dicke abdichtende bindige Decklage vorhanden ist und außerdem die Dichtwand eine so große Breite aufweist, dass bei einer Umströmung der Dichtwand von einem in Hinblick auf Erosionsvorgänge unkritisch erscheinenden mittleren Strömungsgefälle ausgegangen werden kann.

Durch den Bau der Untergrundabdichtung wird sich eine **Veränderung der Grundwasserverhältnisse** ergeben, weshalb die Maßnahmen in enger Abstimmung mit den zuständigen Fachbehörden geplant werden müssen.

Die grundsätzlich mögliche, alternative Ausführung eines **wasserseitigen Dichtungsteppichs** in Verbindung mit einem **luftseitigen Entspannungsdrän** wird unter Berücksichtigung des erforderlichen Eingriffs in den Untergrund zur Herstellung des Dichtungsteppichs bei dem vergleichsweise hoch liegenden Grundwasserspiegel bzw. dem Verlust an Stauvolumen bei Anordnung des Dichtungsteppichs oberhalb der bestehenden Geländeoberfläche vorbehaltlich der Genehmigungsfähigkeit der Untergrundabdichtung nicht weiter diskutiert.

**Dammsetzungen:** Überschlägige Berechnungen haben zum Ergebnis, dass bei den vorhandenen Untergrundverhältnissen und bei einer Schütthöhe des Dammes bis ca. 13,5 m die rechnerischen Setzungen des Untergrundes in der Größenordnung von bis zu ca. 15 cm liegen werden, was im Zuge der Ausführungsplanung durch ergänzende Setzungsberechnungen zu verifizieren ist. Ferner liegen die Eigensetzungen von gut verdichteten Dämmen in einer Größenordnung von ca. 1 % der Dammhöhe. Bei den gegebenen Untergrundverhältnissen werden die Gesamtsetzungen voraussichtlich in einer Größenordnung von  $s \leq 30$  cm liegen. Die Setzungen im Untergrund und im Damm werden zu einem großen Teil im Zuge des Dammbaus eingetreten sein, wobei in den Randbereichen des Absperrdamms oberhalb der Talflanken, in denen feinkörnige Erdstoffe der Decklage vorhanden sind, auch ein zeitverzögertes Auftreten der Setzungen zu erwarten ist. In Hinblick auf eine einheitliche Höhenlage der Dammkrone nach Abschluss der Erdarbeiten wird empfohlen, bis zum endgültigen Profilieren

des Kronenbereiches eine Liegezeit von mehreren Wochen vorzusehen. Ferner wird empfohlen, den Damm mit einer Überhöhung von ca. 15 cm herzustellen.

#### 4.4 Erdbau

Das Dammschüttmaterial ist nach Abschieben des Oberbodens bzw. nach Abtrag vorhandener Auffüllungen lagenweise einzubauen und zu verdichten, wobei in Abhängigkeit des verwendeten Materials (Dammbaustoffe) folgende Verdichtungsgrade (bezogen auf die Einfache Proctordichte) erreicht werden müssen:

Tabelle 2: erforderliche Verdichtungsgrade

Schüttmaterial	Mindestverdichtungsgrad $D_{Pr}$ [%]
Stützkörper aus feinkörnigen oder gemischtkörnigen Erdstoffen	98
Stützkörper aus geeigneten grobkörnigen Erdstoffen	98, im oberen Meter 100
Dichtungskörper und Bodenaustausch aus feinkörnigen oder geeigneten gemischtkörnigen Erdstoffen	98
Trag-/ Frostschuttschicht (Kronenweg), luftseitige Dränschicht	100

Die Eignung und die Verdichtung der eingebauten Schüttmaterialien sind stichprobenartig zu überprüfen. Erforderliche Geotextile Trennvliese haben folgende Kriterien zu erfüllen: Filtervlies ausschließlich mechanisch verfestigt, Geotextile Robustheitsklasse GRK 4, charakteristische Öffnungsweite  $O_{90,w} \leq 0,1$  mm.

#### 4.5 Durchlassbauwerk

**Allgemeines:** Die Tiefe der Gründungssohle des Durchlassbauwerks ist derzeit noch nicht bekannt, weshalb nachfolgend lediglich allgemeine Aussagen zur Gründung des Durchlassbauwerks getroffen werden können. Üblicherweise liegt die planmäßige Gründungssohle des Durchlassbauwerkes ca. 1 bis 1,5 m unter der angrenzenden Bachsohle. Mit einer angenommenen Bachsohle des Eberbächles von ca. 0,5 m bis lokal ca. 1,0 m unter der Geländeoberfläche im Bereich der Dammaufstandsfläche von ca. 323,5 mNHN bzw. 318 mNHN (übernommen aus dem Querprofil bei 0+075, s. [U2] bzw. Anlage 2.3) ergibt sich somit eine Höhe der Gründungssohle von ca. 322 mNHN im Bereich der Wasserseite bzw. bis ca. 316,5 mNHN im

Bereich der Luftseite. Bei Vorliegen einer konkreten Planung sind diese Angaben zu überprüfen und ggf. anzupassen.

**Gründung:** Im Bereich des geplanten Durchlassbauwerks stehen nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung bis in Tiefen zwischen ca. 3,3 bis > 5 m unter vorhandener GOF die gut tragfähigen gemischt-/grobkörnigen Erdstoffe der Zwischenlage an (s. u. a. Anlage 2.3). Das Durchlassbauwerk kann flach auf einer **tragenden Bodenplatte** in den Erdstoffen der Zwischenlage gegründet werden. Falls örtlich nicht ausreichend tragfähige Erdstoffe der Decklage oder aufgefüllte Erdstoffe bis unter die Gründungssohle reichen, ist ein partieller Bodenaustausch aus gemischtkörnigen überwiegend kiesigen Böden (z. B. Böden nach DIN 18196: GU, GU\*) notwendig. Aufgrund des hoch liegenden Grundwasserspiegels (s. o.) ist eine i. d. R. dynamisch ausgeführte Nachverdichtung der Aushubsohle nicht möglich. Der Aushub muss deshalb im untersten halben Meter schonend erfolgen (z. B. glatte Schneide der Baggerschaufel), anschließend ist das Planum mit leichtem Gerät statisch nachzuverdichten. Der Einbau einer Dränschicht aus grobkörnigen, stark wasserdurchlässigen Erdstoffen (z. B. Rollkies) zur Trockenhaltung der Baugrube ist bei den vorliegenden Verhältnissen in Hinblick auf die Erosionssicherheit und die hydraulische Sicherheit des Beckens nicht zulässig, da sie unter dem Bauwerk einen bevorzugten Sickerweg im Falle des Beckeneinstaus - bei eingeschränkter Wirkung der Untergrundabdichtung - darstellen würden.

Für die Bemessung der tragenden Bodenplatte kann im Rahmen einer Vorbemessung elastische Bettung und vereinfachend ein mittlerer Bettungsmodul des Untergrundes  $k_s = 20 \text{ MN/m}^3$  angenommen werden. Dieser Wert ist nach Vorlage der konkreten Planung durch den Sachverständigen für Geotechnik zu bestätigen.

Beim Durchlassbauwerk selbst werden sich keine nennenswerten Setzungen ergeben.

**Baugrube:** Bei Annahme o. g. Tiefen der Gründungssohle erreicht die Baugrube für das Durchlassbauwerk eine Tiefe von bis zu ca. 7 m auf der Südseite und ca. 2 m auf der Nordseite, bezogen auf UK Durchlassbauwerk. Die Baugrube kann aller Voraussicht nach frei geböscht werden.

Frei abgeböschte Baugrubenwände dürfen höchstens unter einer Neigung von 1:1 (Höhe:Länge) ausgeführt werden (bei Böschungshöhen  $\geq 5 \text{ m}$  ist eine mindestens 1,5 m breite Zwischenberme anzuordnen). Hierbei wird vorausgesetzt, dass hinter dem Böschungskopf ein Streifen von mindestens 3,0 m Breite lastfrei bleibt. Ggf. sind - je nach den vorherrschenden Witterungsbedingungen und Wasservorkommen - zusätzliche Dränmaßnahmen zur Stabilisierung der Böschung, z. B. Dränfuß, Sickerbetonplomben oder Dränschlitze erforderlich. Bei Böschungshöhen größer als 5 m ist ein gesonderter Standsicherheitsnachweise erforderlich.

**Wasserhaltung:** Nach den bisherigen Erkenntnissen steht das Grundwasser im Bereich des geplanten Durchlassbauwerks bei mittleren Grundwasserverhältnissen ca. 0,5 bis 2 m über der Baugrubensohle an (s. Anlage 2.3). Bei den vorliegenden Verhältnissen wird zunächst davon ausgegangen, dass zur bauzeitlichen Grundwasserabsenkung - nach Herstellung der Untergrundabdichtung - eine offene Wasserhaltung (Anordnung eines umlaufenden seitlichen Grabens mit lokalen Pumpensümpfen) ausreichend ist. Der Einbau eines Flächenfilters (z. B. Filterkiesschüttung) ist nicht zulässig, da dadurch die Durchlässigkeit entlang des Bauwerks unzulässig groß werden würde („bevorzugte Wasserwegigkeit“). Ggf. sind ergänzende Brunenschächte o. dgl., die ca. 2 m unter die Baugrubensohle reichen, erforderlich. Falls die offene Wasserhaltung nicht ausreichen sollte, z. B. bei höheren Grundwasserständen, müssten Schwerkraftbrunnen gebaut werden, die nach der Baumaßnahme rückzubauen wären und vollständig abgedichtet werden müssten.

Aus baubetrieblichen Gründen kann es in Abhängigkeit der Höhenlage der Gründungssohle (die derzeit nicht bekannt ist) sowie der anstehenden Erdstoffe ggf. sinnvoll sein, im Bereich der Baugrubensohle eine ca. 10 cm dicke Sauberkeitsschicht aus Unterwasserbeton abschnittsweise einzubauen, an die seitlich der umlaufende Graben zur Wasserhaltung anschließt.

Nach dem Ende der bauzeitlichen Grundwasserhaltung sind alle Entwässerungsgräben und Pumpensümpfe unmittelbar vor der Arbeitsraumverfüllung mit wenig durchlässigen und wenig erosionsempfindlichen Materialien (z. B. kiesige, steinfreie Mischböden mit einem Feinkornanteil ( $d < 0,6$  mm von  $> 20$  M.-%) kontrolliert verdichtet aufzufüllen, damit sich unter dem Bauwerk keine bevorzugten Sickerwege befinden.

**Konstruktive Maßnahmen:** Die Außenwände des Durchlassbauwerkes sind nach innen geneigt auszuführen (Neigung ca. 1:10 bis 1:15), damit sich der Erddamm infolge der größeren Belastung des Untergrundes im Vergleich zu dem Stahlbetonbauwerk und der dadurch bedingten größeren Setzungen stets an das Bauwerk anpresst und so bevorzugten Wasserwegigkeiten entlang der Wände entgegengewirkt wird.

**Arbeitsraumverfüllung:** Die Arbeitsraumverfüllung muss auf der Wasserseite auf einer Länge von mindestens ca. 10 m mit feinkörnigen oder wenig durchlässigen gemischtkörnigen Erdstoffen (z. B. Böden entsprechend für die wasserseitige Dichtung, s. Abschnitt 4.3) wiederverfüllt werden, um einer bevorzugten Wasserwegigkeit entlang der Außenwände entgegen zu wirken.

#### 4.6 Seitliche Beckenböschungen und Beckensohle

**Seitliche Beckenböschungen:** Die **südliche Beckenböschung** ist im Einstaubereich mit Böschungsneigungen zwischen ca. 1:4 und 1:3 (Höhe:Länge) vergleichsweise flach. Sofern die Böschung im derzeitigen Zustand verbleibt sowie kein Geländeabtrag und damit Versteilungen vorgesehen werden, ist die Böschung als ausreichend standsicher anzusehen. Sollten örtlich Böschungsinstabilitäten infolge von austretendem Schichtwasser oder nach Einstauerereignissen (schnelle Wasserspiegelabsenkung) o. dgl. auftreten, so ist die Böschung hier durch geeignete Dränvorschüttungen, Entwässerungsschlitze o. dgl. zu stabilisieren. Seitens des Planers sind die o. g. Neigungen der seitlichen Beckenböschungen im Zuge der weiteren Planung zu verifizieren. Sofern die Böschungen in Bereichen steiler als mit o. g. Neigungen ausgebildet sind, ist ggf. eine Neubewertung der Böschungsstandsicherheit erforderlich.

Die **nördliche Beckenböschung** ist insbesondere im oberen Bereich vergleichsweise steil ausgebildet (Böschungsneigungen bis zu ca. 1:1). Orientierenden Berechnungen nach lässt sich für den Lastfall „Vollstau“ rechnerisch keine ausreichende Standsicherheit der Böschung nachweisen (s. Abschnitt 5.2.2). Die Böschung ist daher aller Voraussicht nach im Einstaubereich abzuflachen bzw. ist das weitere Vorgehen mit der Genehmigungsbehörde abzustimmen. Die erforderliche Neigung der abzuflachenden Böschung ist im Zuge der Ausführungsplanung erdstatisch zu ermitteln. Wir empfehlen daher, zur weiteren Abstimmung mit der zuständigen Genehmigungsbehörde zeitnah Kontakt aufzunehmen. Ggf. werden zusätzliche Maßnahmen zur Erhöhung der Standsicherheit, z. B. quer verlaufende Dränschlitze, Aufbringung einer Dränschicht, etc. erforderlich.

**Beckensohle:** Das Grundwasser zirkuliert in den im Talgrund unmittelbar unter der Geländeoberfläche anstehenden grob-/gemischtkörnigen Erdstoffen der Zwischenlage. Der Grundwasserspiegel befindet sich bei mittleren Grundwasserverhältnissen ca. 0,5 bis 1 m u. GOF. Bereichsweise ist die Talsohle bereits im jetzigen Zustand vernässt. Durch die erforderliche Untergrundabdichtung am wasserseitigen Dammfuss des Absperrdamms werden die Grundwasserverhältnisse beeinflusst.

Zur Vermeidung bzw. Eingrenzung weiterer Vernässungen im Talgrund könnte die Geländeoberfläche ab ca. 15 bis 20 m oberhalb des wasserseitigen Dammfußes durch Drängräben, ggf. auch durch eine geringe Tieferlegung der Bachsohle entwässert werden.

## 4.7 Verwendung des Aushubmaterials

### 4.7.1 Geotechnische Hinweise

Beim Bau des geplanten Hochwasserrückhaltebeckens und insbesondere des Durchlassbauwerkes fallen überwiegend gemischt- bis grobkörnige Erdstoffe der Zwischenlage, die vorwiegend feinkörnigen Erdstoffe der Decklage sowie bereichsweise fein- und gemischtkörnige aufgefüllte Materialien an.

Die gemischt-/grobkörnigen Erdstoffe der **Zwischenlage** sind vom Grundsatz her nach einer Aussortierung größerer Steine und Blöcke ( $d \geq 200$  mm) für den Wiedereinbau im Stützkörperbereich des Damms geeignet, wenn sie in Hinblick auf die Verdichtung einen geeigneten Wassergehalt (nahe Proctorwassergehalt, vsl. Abtrocknung erforderlich) aufweisen. Die Eignung des Materials zum Wiedereinbau ist durch entsprechende Feld-/Laborversuche (z. B. Siebanalysen, Wassergehalte, Proctorversuche) im Vorfeld der Baumaßnahme zu überprüfen.

Auch das i. d. R. feinkörnige Material aus der **Decklage**, das i. d. R. eine weiche bis steife, örtlich breiige bzw. halbfeste Konsistenz aufweist, kann grundsätzlich zum Dammaufbau, z. B. in der Dichtungsschicht verwendet werden, wenn gemischtkörnige Bereiche verlässlich homogenisiert werden können. Zur Erzielung einer ausreichenden Verdichtung (s. Abschnitt 4.4) sind ggf. zusätzliche Bodenverbesserungsmaßnahmen (z. B. Bindemittelzugabe, Abtrocknen bei trockener Witterung) erforderlich, was im Voraus der Baumaßnahme anhand geeigneter Feld-/ Laborversuche (z. B. Konsistenzversuche, Wassergehalte, Proctorversuche) zu überprüfen ist.

Die **Auffüllungen** sind bedingt durch ihre wechselhafte Zusammensetzung und der vorhandenen Fremdbestandteile nicht für eine Verwendung im Stützkörperbereich des Damms geeignet, sondern können nur für untergeordnete Schüttungen, an die keine Anforderungen an Tragfähigkeit und Setzungsverhalten gestellt werden, eingesetzt werden.

Vernässtes Material ist zum Wiedereinbau nicht geeignet. Grundsätzlich muss zum Wiedereinbau vorgesehenes Aushubmaterial vor Witterungseinflüssen geschützt werden (z. B. bei einer Zwischendeponierung des Materials Abwalzen der ausreichend geneigten Oberfläche der Lagermiete oder durch Abplanen).



## 4.7.2 Umwelttechnische Hinweise

### Umweltrechtliche Hinweise – Oberboden

Die an den o.g. Oberbodenproben vorgenommenen Untersuchungen ergeben keine Überschreitungen der Vorsorgewerte nach BBodSchV. Hinsichtlich des Wirkungspfades Boden-Mensch liegen keine Prüfwertüberschreitungen und damit Gefährdungen vor. Eine Verwendung des Oberbodens innerhalb und außerhalb des Baugrundstücks ist uneingeschränkt möglich, vorbehaltlich der Vorgaben nach BBodSchV (§12).

### Abfallrechtliche Hinweise – Boden

Die Untersuchung der Homogenbereiche ergab abfallrechtliche Einstufungen in der Größenordnung von Z0 bis Z0\* nach VwV Boden. Bei der Weiterverwendung der ausgehobenen Erdstoffe sind die Ergebnisse der orientierenden Schadstoffuntersuchung (siehe Anhang A) wie folgt zu berücksichtigen:

#### Verwendung von Boden auf dem Baugrundstück

- Solange umweltrechtlich unbedenkliches Bodenmaterial auf der Baustelle verbleibt, ist es nicht als Abfall einzustufen. Solches Material ist vorrangig, auch zur Vermeidung erhöhter Verwertungskosten, auf der Baustelle zu verwerten. Dies gilt insbesondere für die auf dem Baugrundstück vorkommenden, natürlichen Oberböden.
- Hilfsweise können die im Rahmen dieser Untersuchung vorgenommenen Einstufungen nach Abfallrecht im Hinblick auf die Verwendung von Bodenmaterial auf der Baustelle wie folgt interpretiert werden:
  - Material der Zuordnungsklasse Z0 kann auf der Baustelle uneingeschränkt wieder verwendet werden.
  - Material der Zuordnungsstufen Z0\*IIIA und Z0\* kann verwendet werden. Der Mindestabstand zum höchsten zu erwartenden Grundwasser (HHW) sollte eingehalten werden.

#### Verwertung von Boden außerhalb des Baugrundstücks

- Bodenmaterial, das aus planerischer Sicht nicht mehr benötigt wird und vom Baugrundstück abgefahren werden muss, ist als Abfall einzustufen.
- Vorsorglich wird darauf hingewiesen, dass für eine Entsorgung der Aushubmaterialien von Seiten des Entsorgungsunternehmers weitere Beprobungen (bspw. Haufwerksbeprobung) und Laboranalysen (bspw. Vollanalysen nach VwV Boden) gefordert werden können. Eine Abweichung von der bisherigen Einstufung kann nicht ausgeschlossen werden.
- Eine Verwertung des unbelasteten Aushubs außerhalb des Baugrundstücks ist unter Einhaltung der Einbaukriterien Z0 nach VwV Boden möglich, vorbehaltlich der Vorgaben nach BBodSchV §12 (bspw. bei einer Verwendung auf Ackerflächen). Unabhängig vom Verwertungsort ist die geotechnische Eignung ggf. zu überprüfen.

- Die untersuchten Erdstoffe der Zuordnungsstufe Z0\*IIIA können in Bereichen mit geogen oder bergbauhistorisch bedingt großflächig erhöhten Schadstoffgehalten (geS-Flächen) uneingeschränkt verwendet werden. Außerhalb von geS-Flächen kann das Material unter Einhaltung der Einbaukriterien Z0\*IIIA verwertet werden.
- Bodenmaterial der Zuordnungsstufen Z0\*IIIA und Z0\* nach VwV Boden kann in einem technischen Bauwerk verwertet werden. Außerdem kann das Material in bodenähnlichen Anwendungen, zum Beispiel im Landschaftsbau und zur Verfüllung von Abgrabungen unter folgenden Voraussetzungen verwendet werden: a) die Sohle der Verfüllung weist einen Mindestabstand zum höchsten Grundwasserstand von 1 m auf und b) das Z0\*IIIA Material wird von einer Abdeckung aus Bodenmaterial, das die Vorsorgewerte der BBodSchV einhält, in einer Mindestmächtigkeit von 2 m überdeckt und c) die Verfüllung außerhalb von Wasserschutzgebieten Zone IIIA, Heilquellenschutzgebieten, Wasservorranggebieten und Karstgebieten liegt (detaillierte Vorgaben siehe VwV Boden).

### Hinweise für die Ausschreibung

In der Regel werden für die Entsorgung der Aushubmaterialien von Seiten des Entsorgungsunternehmers weitere Beprobungen (bspw. Haufwerksbeprobung) und Laboranalysen (bspw. nach Deponieverordnung) gefordert. Eine Abweichung von der bisherigen Einstufung kann daher nicht ausgeschlossen werden.

Bei der Ausschreibung der Erdarbeiten sollten deshalb weitere Einstufungen innerhalb der Homogenbereiche massenmäßig oder als Zulageposition berücksichtigt werden.

Weitere Hinweise für den Umgang mit Erdaushub im Rahmen der Verwertung und für den Baubetrieb sind dem Anhang B zu entnehmen.

## 5 Statische und hydraulische Sicherheit

### 5.1 Grundlagen und Annahmen

Die statischen Standsicherheitsnachweise für den **Absperrdamm** werden entsprechend DIN 19700-10 (Stauanlagen, Gemeinsame Festlegungen) und -12 (Hochwasserrückhaltebecken) geführt. Hiernach müssen für verschiedene **Tragwiderstandsbedingungen A bis C** (wahrscheinliche, wenig wahrscheinliche, unwahrscheinliche Bedingungen) für die **Lastfälle 1 bis 3** so genannte Bemessungssituation (BS) mit Sicherheiten von im Falle BS I:  $\gamma = 1,3$ , BS II:  $\gamma = 1,2$  und BS III:  $\gamma = 1,1$  nachgewiesen werden. Die genannten Sicherheitsbeiwerte sind **globale Sicherheitsbeiwerte**, die nach DIN 19700 bei Nachweisen für Dämme einzuhalten sind.

Da i. d. R. in der derzeitigen Normung  $\gamma$  als Teilsicherheitsbeiwert verwendet wird, wird nachfolgend der **globale Sicherheitsbeiwert** – wie üblich – mit  $\eta$  bezeichnet.

Für die **seitlichen Beckenböschungen** sind statische Standsicherheitsnachweise entsprechend DIN 19700 bzw. EC7 unter Berücksichtigung des **Teilsicherheitskonzeptes** durchzuführen. Bei diesem Verfahren werden Widerstände in Abhängigkeit der Bemessungssituation um Teilsicherheitsbeiwerte abgemindert und ungünstige Einwirkungen (z. B. Lasten) um Teilsicherheitsbeiwerte erhöht. Die Standsicherheit ist dann nachgewiesen, wenn bei Berechnungen mit Bemessungswerten der sog. Ausnutzungsgrad der Bodenwiderstände  $\mu \leq 1,0$  ist.

Die erdstatischen Berechnungen werden i. d. R. mit dem Rechenprogramm GGU-Stability durchgeführt. Der Untergrundaufbau und die Bodenkennwerte entsprechen Abschnitt 3 und sind jeweils bei den Berechnungsergebnissen dargestellt. Bei den Berechnungen wurde auf der sicheren Seite liegend im Untergrund / Damm ein Grundwasserstand entsprechend der angenommenen Sickerlinien im Damm angesetzt. Auf der Dammkrone wird eine 3 m breite Verkehrslast von  $16,67 \text{ kN/m}^2$  (SLW 30) berücksichtigt. Es werden i. d. R. **kreiszyindrische Gleitflächen** nach dem Verfahren von BISHOP untersucht, wobei die Kreismittelpunkte und die Kreisradien variiert werden. Der jeweils maßgebende Gleitkreis mit der geringsten Sicherheit ist in den Ergebnisblättern der Standsicherheitsberechnungen wiedergegeben. Teilweise werden auch polygonale Gleitflächen untersucht.

Bei den Standsicherheitsberechnungen werden die **maßgebenden Lastfälle** Vollstau, Teileinstau (Halbeinstau, Dritteinstau; jeweils bezogen auf die wasserseitige Dammhöhe), leeres Becken, schnelle Wasserspiegelabsenkung von Vollstau auf GOF, Bemessungserdbeben und Ausfall der Dichtung untersucht.

Die nachfolgenden Berechnungen werden an dem Dammquerschnitt QP 0+075 für einen Wasserstand bei Vollstau  $Z_V = 333,0 \text{ mNN}$  geführt. Die Lastfälle 2.1 und 3.1 (Hochwasserstauziele  $Z_{H1}$  und  $Z_{H2}$ ) werden nicht geführt, da hierüber derzeit keine Angaben vorliegen. Diese Lastfälle sind erfahrungsgemäß jedoch auch nicht maßgebend, da sich die Sickerlinie im Damm infolge des nur geringfügig höheren Einstaus kaum ändert und gleichzeitig ein deutlich geringerer Sicherheitsbeiwert nachgewiesen werden muss. Falls sich im Zuge der weiteren Bearbeitung andere ggf. maßgebende Belastungssituationen ergeben, sind diese durch den geotechnischen Sachverständigen nochmals zu überprüfen.

Auf der Grundlage des Dammquerschnittes QP 0+075 und den aufgeschlossenen Untergrundverhältnissen wurde der in Anlage 6.0 dargestellte schematische Dammquerschnitt (Bemessungsschnitt) erstellt (Regelprofil) und als für die Standsicherheitsberechnungen des Dammes

maßgebender Querschnitt festgelegt. Dabei werden auf der sicheren Seite liegend die etwas ungünstigeren Untergrundverhältnisse in den Talflanken für die Dammverhältnisse mit der größten Dammhöhe herangezogen. Eine Übersicht der Ergebnisse der Böschungsbruchberechnungen für die Dammböschungen ist in Anlage 6.1 dargestellt.

Die Berechnungen der nördlichen Talböschung werden an dem Beckenquerschnitt QP 0+130 geführt, wobei die etwas größere Böschungsneigung im oberen Bereich in näher zum Absperrdamm gelegenen Bereichen berücksichtigt wird.

## 5.2 Bemessungsergebnisse

### 5.2.1 Ergebnisse für den Absperrdamm

**Wasserseitige Dammböschung:** Für die **Tragwiderstandsbedingungen A** (TB A, wahrscheinliche Bedingungen) berechnen sich für die **Wasserseite** für die Lastfälle 1.1 (Vollstau und Teileinstau) ausreichende Standsicherheiten von  $\eta_{\text{vorh}} \geq 1,60 \geq \eta_{\text{erf}} = 1,30$  (s. Anlagen 6.2 bis 6.3 und 6.4a). Für den maßgebenden Lastfall mit der geringsten Sicherheit („Drittstau“) wurde zusätzlich eine geradlinige Gleitfläche entlang des zwischen Tondichtung und Stützkörper vorgesehenen geotextilen Trennvlieses mit aufliegendem Geogitter untersucht, wobei in der Fuge Kombiprodukt / Dichtung eine abgeminderte Scherfestigkeit angesetzt wurde ( $\tan \varphi'_{k,\text{Vlies}} = 0,85 \cdot \tan \varphi'_{k,\text{Ton}}$ ,  $c'_k = 0 \text{ kN/m}^2$ ). Mit diesen abgeminderten Scherfestigkeiten berechnet sich eine ebenfalls ausreichende Sicherheit von  $\eta_{\text{vorh}} = 1,42 \geq \eta_{\text{erf}} = 1,30$  (s. Anlage 6.4b). Für den Lastfall 1.2 (leeres Becken) ergibt sich ebenfalls eine ausreichende Standsicherheit  $\eta_{\text{vorh}} \geq 1,74 \geq \eta_{\text{erf}} = 1,30$  (s. Anlage 6.5). Für den Lastfall 2.1 schnelle Wasserspiegelabsenkung berechnet sich unter Berücksichtigung sowohl von Kreisgleitflächen als auch polygonaler Gleitflächen eine ausreichende Sicherheit  $\eta_{\text{vorh}} \geq 1,34 \geq \eta_{\text{erf}} = 1,10$  (BS II, s. Anlagen 6.6a und 6.6c). Für die ungünstige Annahme, dass das Wasser in der Schutzschicht nennenswert dem fallenden Beckenwasserspiegel nachläuft (**Tragwiderstandsbedingung B** (TB B, wenig wahrscheinliche Bedingungen)), ergibt sich für die maßgebende Gleitfläche ebenfalls eine ausreichende Sicherheit  $\eta_{\text{vorh}} = 1,34 \geq \eta_{\text{erf}} = 1,10$  (BS III, s. Anlage 6.6b). Auch bei Betrachtung eines oberflächennahen Böschungselementes berechnet sich für die ungünstige Annahme einer böschungsp parallelen Durchströmung nach der Gleichung  $\eta = \gamma' / (\gamma' + \gamma_w) \cdot \tan \varphi' / \tan \beta$  (mit  $\gamma'$ : Auftriebswichte der Schutzschicht,  $\gamma_w$ : Wichte von Wasser,  $\varphi'_k$ : eff. Reibungswinkel der Schutzschicht,  $\beta$ : Böschungswinkel) eine ausreichende Sicherheit  $\eta = 12 / (12+10) \cdot \tan 37^\circ / \tan 18,4^\circ = 1,23 \geq 1,20$ . Für den Lastfall 3.2 (Bemessungserdbeben bei leerem Becken) wird bei Ansatz kreiszylindrischer Gleitflächen nach dem Verfahren von BISHOP für die Wasserseite eine ausreichende Standsicherheit  $\eta_{\text{vorh}} = 1,19 \geq \eta_{\text{erf}} = 1,10$  ermittelt (BS III, s. Anlage 6.7a). Polygonale Gleitflächen wurden für

diesen Lastfall ebenfalls untersucht. Es ergibt sich ebenfalls eine ausreichende Standsicherheit  $\eta_{\text{vorh}} = 1,12 \geq \eta_{\text{erf}} = 1,10$  (BS III, s. Anlage 6.7b).

**Luftseitige Dammböschung:** Für die **Luftseite** wird u. a. das böschungsparelle Abgleiten betrachtet. Hierfür berechnet sich für die **Tragwiderstandsbedingung A** für den nicht durchsickerten Damm eine ausreichende Sicherheit  $\eta = \tan \varphi' / \tan \beta = \tan 35^\circ / \tan 21,8^\circ = 1,75 > 1,30$ , mit  $\varphi'$ : Reibungswinkel des Stützkörpers (gemischtkörnige Böden),  $\beta$ : Böschungswinkel. Für den Lastfall 1.1 (Vollstau) wird eine ausreichende Standsicherheit  $\eta_{\text{vorh}} \geq 1,48 \geq \eta_{\text{erf}} = 1,30$  (BS I, s. Anlage 6.8) ermittelt. Für den Lastfall 3.2 (Bemessungserdbeben) berechnet sich eine ausreichende Standsicherheit  $\eta_{\text{vorh}} = 1,28 \geq \eta_{\text{erf}} = 1,10$  (s. Anlage 6.9).

Für die **Tragwiderstandsbedingung C** (unwahrscheinliche Bedingung, Ausfall der Dichtung) wird ebenfalls eine ausreichende Standsicherheit  $\eta_{\text{vorh}} = 1,20 \geq 1,10$  (BS III, s. Anlage 6.10) ermittelt.

## 5.2.2 Ergebnisse für die nördliche Beckenböschung (Talböschung)

Unter der Annahme, dass sich die bestehende nördliche Talböschung unter Berücksichtigung der vergleichsweise steilen Böschungsneigung (s. o.) sowie der Zusammensetzung der anstehenden Lockergesteine nahe des Grenzgleichgewichtszustandes befindet, wurde zur Ermittlung gemittelter charakteristischer Bodenkennwerte die nördliche Beckenböschung für den Lastfall ohne Wassereinstau (Lastfall 1.2: Leeres Becken; Bemessungssituation BS-T) rückgerechnet (vgl. Anlage 6.11a). Die Berechnung erfolgte gemäß EC7 und DIN 4084 unter Verwendung des Verfahrens nach BISHOP (kreiszyklrische Gleitflächen). Die Rückrechnung ergab für die Decklage einen Reibungswinkel von  $\varphi'_k = 30^\circ$  und eine Kohäsion von  $c'_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$ .

Für die Bemessungssituation BS-P berechnet sich unter Berücksichtigung der rückgerechneten Bodenkennwerte (s. o.; unterhalb des Wasserspiegels wird keine Kohäsion berücksichtigt) für den Lastfall „Vollstau“ eine nicht ausreichende Standsicherheit ( $\mu = 1,04 > 1,0$ , s. Anlage 6.11b) der nördlichen Talböschung, weshalb aller Voraussicht nach und in Abstimmung mit den zuständigen Genehmigungsbehörden weitere Maßnahmen zu ergreifen sind (s. Abschnitt 4.6).

### 5.3 Hydraulische Sicherheit

Die hydraulische Sicherheit wird aus den nachfolgenden Gründen als ausreichend erachtet:

- Die Erdstoffe im Untergrund und Damm sind i. d. R. gegeneinander und in sich filterstabil. Dort, wo dies nicht der Fall ist, wird ein geotextiles Trennvlies eingebaut.
- Die Unterströmung des Damms wird durch eine Untergrundabdichtung im Talgrund behindert.
- Im Fall einer Fehlstelle in der wasserseitigen Dichtungslage, die nach DIN 19700 berücksichtigt werden muss, wird das Sickerwasser im Damm über den luftseitigen Dränfuß schadlos abgeleitet.

## 6 Geotechnische Begleitung der Baumaßnahme

Die geotechnischen und bautechnischen Angaben des Berichtes beruhen auf stichprobenartigen Untergrundaufschlüssen, weshalb sie im Zuge der Aushubarbeiten stichprobenhaft zu überprüfen sind. Folgende Maßnahmen sind vom geotechnischen Sachverständigen stichprobenhaft abzunehmen bzw. zu überwachen:

- Erdplanum / Dammaufstandsfläche
- Baugrubenböschungen
- bauzeitliche Wasserhaltung
- Gründungssohle Durchlassbauwerk
- Arbeitsraumverfüllungen etc.
- Materialzusammensetzung und Verdichtung der Dammbaustoffe sowie Materialwahl der Geotextilien

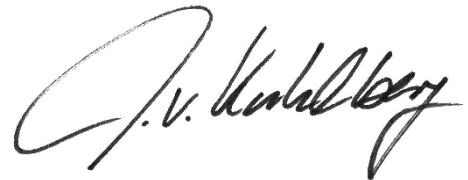
## 7 Schlussbemerkungen

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen und der bislang geführten Standsicherheitsnachweise können der Absperrdamm und das Durchlassbauwerk erdstatisch standsicher und hydraulisch sicher errichtet werden.

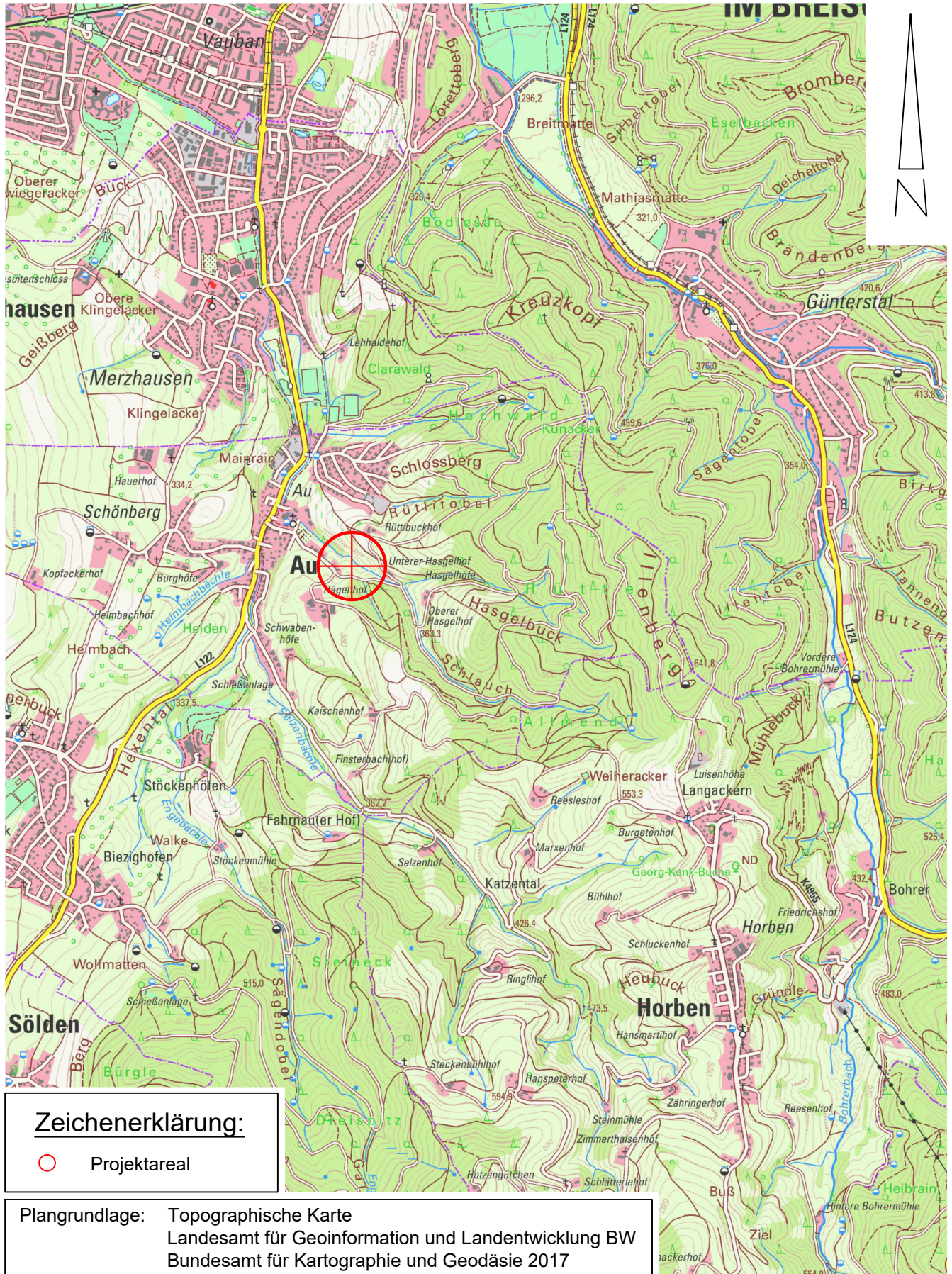
Den Aussagen dieses Berichtes liegen die in Abschnitt 2 genannten Unterlagen zugrunde. Nach Ausarbeitung der fortgeschriebenen Planung (u. a.  $Z_{H1}/Z_{H2}$ , zeitliche Angaben zur Befüllung, zum Vollstau und zum Abstau des Beckens) müssen ggf. weitere Standsicherheitsnachweise geführt werden. Nach Vorlage der konkreten Planung (u. a. Höhenlage Durchlassbauwerk) und bei Planungsänderungen muss ferner überprüft werden, ob die Aussagen auch noch für den aktuellen/geänderten Planungsstand zutreffend sind.



Kiefer, M.Sc.  
(Projektbearbeiter)



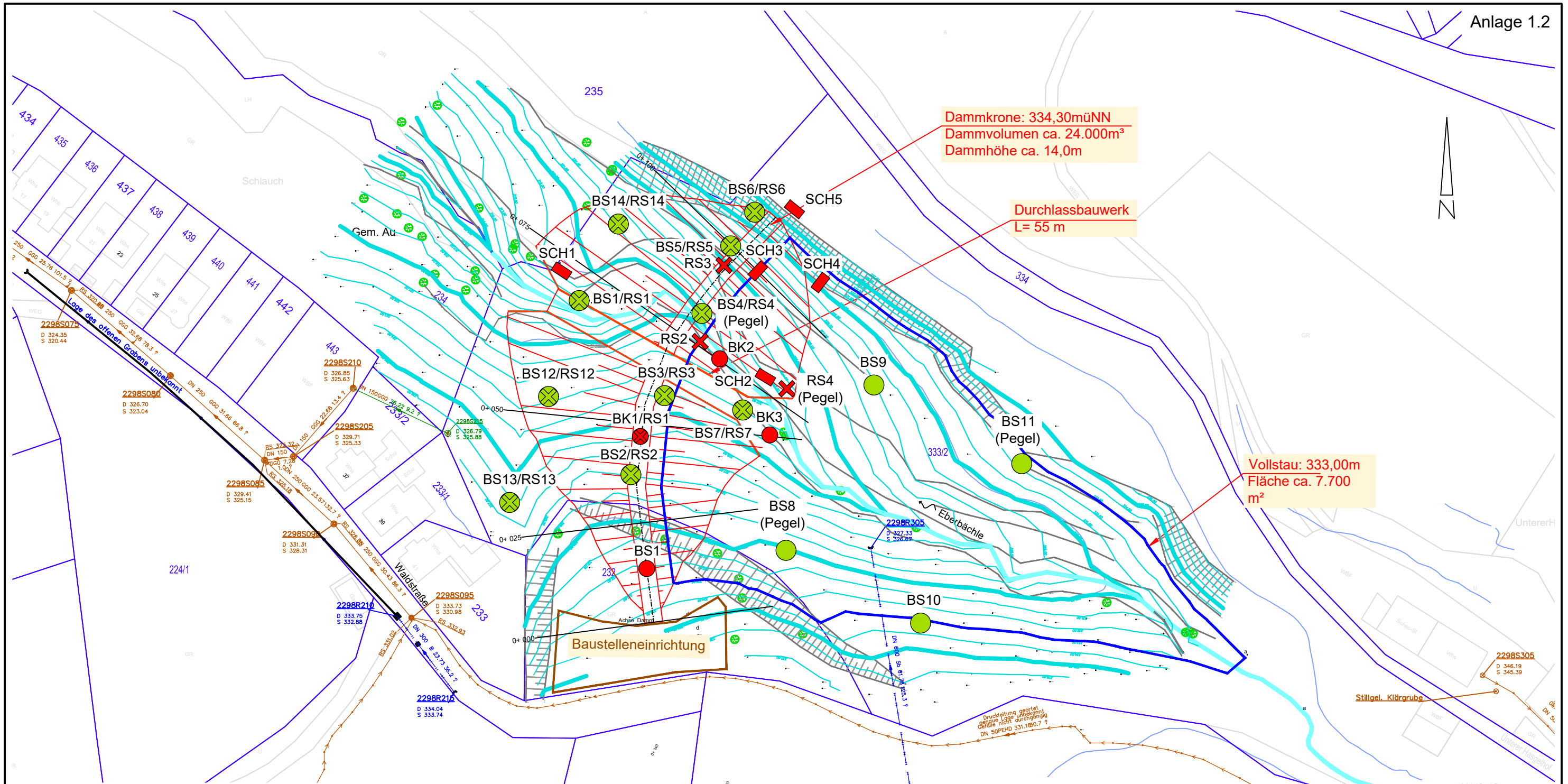
Dr.-Ing. von Kuhlberg  
(Projektleiter)



**Zeichenerklärung:**  
○ Projektareal

Plangrundlage: Topographische Karte  
Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung BW  
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2017





Dammkrone: 334,30müNN  
 Dammvolumen ca. 24.000m³  
 Dammhöhe ca. 14,0m

Durchlassbauwerk  
 L= 55 m

Vollstau: 333,00m  
 Fläche ca. 7.700 m²

**Zeichenerklärung:**

- ✗ RS: Sondierung mit der Schwersen Rammsonde DPH-15
- BS/BK: Kleinrammkernbohrung / Kernbohrung (d = 40-80 mm) (d = 178 mm)
- SCH: Baggerschurf

**Erkundung aus 2019:**

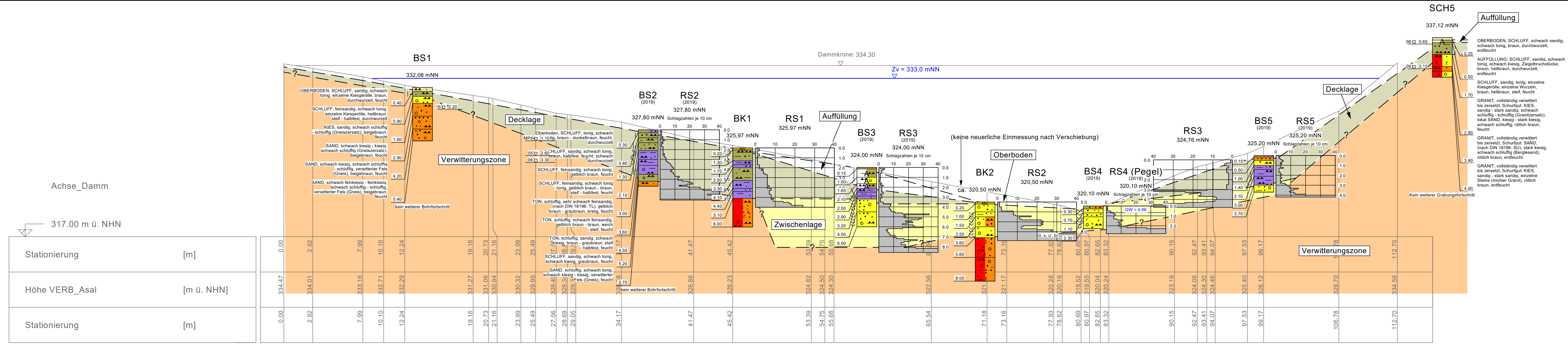
- ✗ RS: Sondierung mit der Schwersen Rammsonde DPH-15
- BS: Kleinrammkernbohrung (d = 40-80 mm)

Plangrundlage: Lageplan, Variante 1,5  
 BIT Ingenieure AG, Freiburg  
 Stand vom 25.05.2021

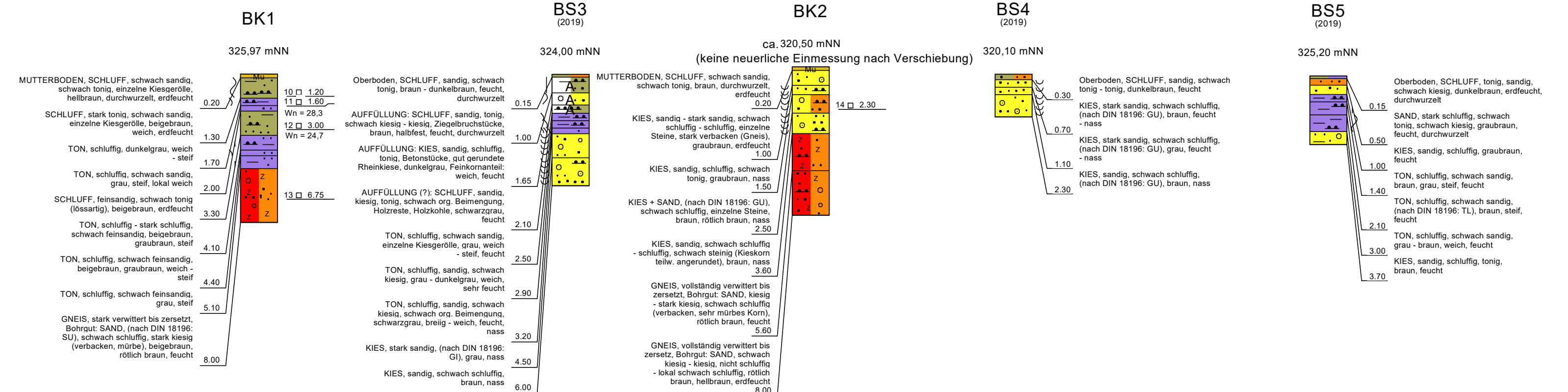
**Ingenieurgruppe Geotechnik**  
**Hintner • Kuhlberg • Renk • Wunsch**  
 Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure  
 Lindenbergsstraße 12 79199 Kirchzarten  
 Tel.: 07661 / 9391 - 0 Fax: 07661 / 9391 - 75  
 E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de



Projekt: Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB) Eberbächle Gemarkung Au	Projekt - Nr.: 19055/K-S-Ki
	Datum: 24.11.2022/mw
Lageplan	Maßstab: 1 : 1.000
	Dateiname: 19055-G2-Anlage 1.2



- Zeichenerklärung:**
- BK Rammkernbohrung
  - BS Kleinrammkernbohrung
  - SCH Baggerschurf
  - RS Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-15 natürlicher Wassergehalt
  - w Zustandszahl
  - I<sub>c</sub> Kohäsion des undrännierten Bodens (Handflügelsonde)
  - GOF Geländeoberfläche
  - GOK Geländeoberkante
- SW** Sickerwasser
- e. GW** Grundwasser eingespiegelt (Ruhwasserstand)
- a. GW** Grundwasser angetroffen, nicht eingespiegelt
- 2/1.0m** gestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe
- 1.0m** Wasserprobe mit Entnahmetiefe
- Plangrundlage:**  
**Querschnitt Variante "1,5" mitte**  
**BIT Ingenieure AG, Freiburg**  
**Stand vom 19.05.2021**



**Ingenieurgruppe Geotechnik**  
 Hintner • Kuhlberg • Renk • Wunsch  
 Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure

Lindenbergstraße 12, 79199 Kirzcharten  
 Tel.: 07661 / 9391-0 Fax: 07661 / 9391-75  
 E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de

**INGENIEURGRUPPE GEOTECHNIK**

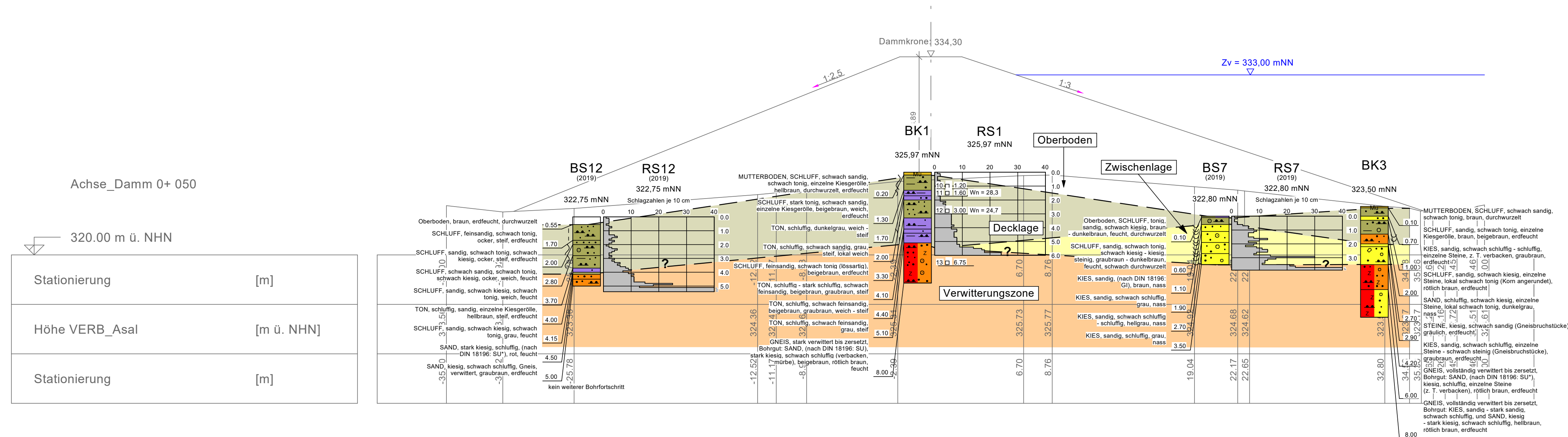
Projekt: **Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB) Eberbächle Gemarkung Au**

Projekt-Nr.: 19055/K-S-Ki

Maßstab: 1:200

Ergebnisse Baugrunderkundung (Schnitt Achse Damm)

Datum: 24.11.2022/mw

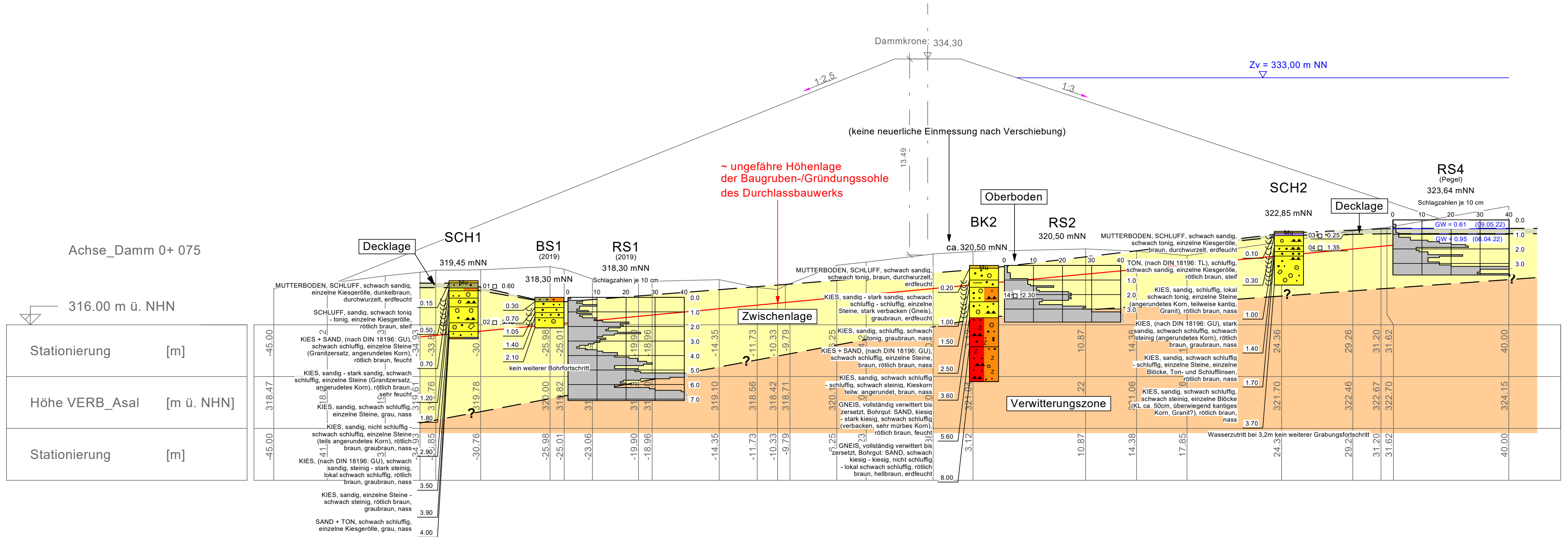


Achse_Damm 0+ 050	
320.00 m ü. NHN	
Stationierung	[m]
Höhe VERB_Asal	[m ü. NHN]
Stationierung	[m]

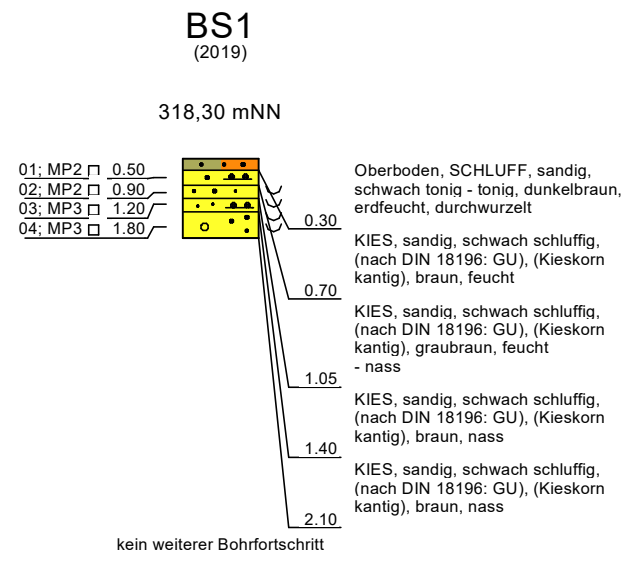
**Zeichenerklärung:**  
 BK Rammkernbohrung  
 BS Kleinrammkernbohrung  
 SCH Baggerschurf  
 RS Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-15  
 w natürlicher Wassergehalt  
 I<sub>c</sub> Zustandszahl  
 c<sub>u</sub> Kohäsion des undrännierten Bodens (Handflügelsonde)  
 GOF Geländeoberfläche  
 GOK Geländeoberkante  
 Datei: 19055-G2-Anlage 2-2.bop

SW Sickerwasser  
 ▽ e. GW Grundwasser eingespiegelt (Ruhwasserstand)  
 ▽ a. GW Grundwasser angetroffen, nicht eingespiegelt  
 2□1.0m gestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe  
 ● 1.0m Wasserprobe mit Entnahmetiefe  
**Plangrundlage:**  
 Querschnitte Variante "1,5" mitte  
 BIT Ingenieure AG, Freiburg  
 Stand vom 19.05.2021

Ingenieurgruppe Geotechnik Hintner • Kuhlberg • Renk • Wunsch Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure Lindenbergstraße 12, 79199 Kirchzarten Tel.: 07661 / 9391-0 Fax: 07661 / 9391-75 E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de		
Projekt: Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB) Eberbächle Gemarkung Au	Projekt-Nr.: 19055/K-S-Ki Maßstab: 1:200	
Ergebnisse Baugrunderkundung (Schnitt Achse Damm 0+050)	Datum: 24.11.2022/mw	



Stationierung	[m]	-45.00
Höhe VERB_Asal	[m ü. NHN]	318.47
Stationierung	[m]	-45.00



**Zeichenerklärung:**

- BK Rammkernbohrung
- BS Kleinrammkernbohrung
- SCH Baggerschurf
- RS Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-15
- w natürlicher Wassergehalt
- I<sub>c</sub> Zustandszahl
- c<sub>u</sub> Kohäsion des undränierten Bodens (Handflügelsonde)
- GOF Geländeoberfläche
- GOK Geländeoberkante

SW Sickerwasser  
 ▽ e. GW Grundwasser eingespiegelt (Ruhewasserstand)  
 ▽ a. GW Grundwasser angetroffen, nicht eingespiegelt  
 2 □ 1.0 m gestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe  
 ● 1.0 m Wasserprobe mit Entnahmetiefe

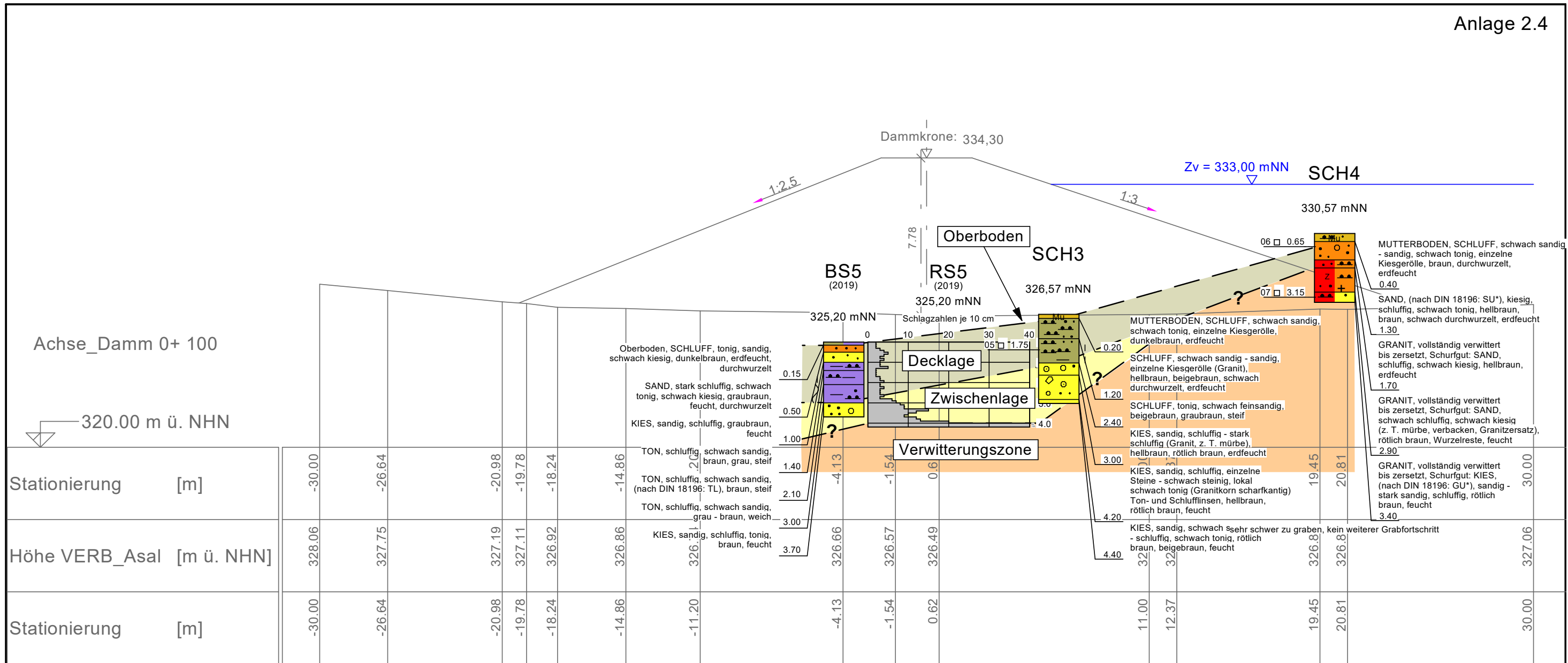
**Plangrundlage:**  
 Querschnitte Variante "1,5" mitte  
 BIT Ingenieure AG, Freiburg  
 Stand vom 19.05.2021

Ingenieurgruppe Geotechnik  
 Hintner • Kuhlberg • Renk • Wunsch  
 Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure

Lindenbergstraße 12, 79199 Kirchzarten  
 Tel.: 07661 / 9391-0 Fax: 07661 / 9391-75  
 E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de

Projekt: Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB) Eberbächle Gemarkung Au  
 Projekt-Nr.: 19055/K-S-Ki  
 Maßstab: 1:200  
 Datum: 24.11.2022/mw

Ergebnisse Baugrunderkundung (Schnitt Achse Damm 0+075)



Zeichenerklärung:

- BK Rammkernbohrung
- BS Kleinrammkernbohrung
- SCH Baggerschurf
- RS Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-15
- w natürlicher Wassergehalt
- I<sub>c</sub> Zustandzahl
- c<sub>u</sub> Kohäsion des undränierten Bodens (Handflügelsonde)
- GOF Geländeoberfläche
- GOK Geländeoberkante

- SW Sickerwasser
- ▽ e. GW Grundwasser eingespiegelt (Ruhewasserstand)
- ▽ a. GW Grundwasser angetroffen, nicht eingespiegelt
- 2□1.0 m gestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe
- 1.0 m Wasserprobe mit Entnahmetiefe

**Plangrundlage:**  
**Querschnitte Variante "1,5" mitte**  
**BIT Ingenieure AG, Freiburg**

**Ingenieurgruppe Geotechnik**  
 Hintner • Kuhlberg • Renk • Wunsch  
 Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure

Lindenbergstraße 12, 79199 Kirchzarten  
 Tel.: 07661 / 9391-0 Fax: 07661 / 9391-75  
 E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de



Projekt: **Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)**  
 Eberbächle  
 Gemarkung Au

Projekt-Nr.: 19055/K-S-Ki

Maßstab: 1:200

Ergebnisse Baugrunderkundung  
 (Schnitt Achse Damm 0+100)

Datum: 24.11.2022/mw

## Laboruntersuchungen

**Projekt:** Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)  
 Eberbächle  
 Gemarkung Au  
**Projekt-Nr.:** 19055/S-K-Ki

Aufschluss	Entnahme-		Labor-Nr.	Bodenbezeichnung nach DIN 4022	Boden-gruppe nach DIN 18196	Homogen-bereich	natürlicher Wasser-gehalt $w_n$ [%]	Fließgrenze $w_L$ [%]	Ausrollgrenze $w_P$ [%]	Plastizitätszahl $I_p$ [%]	Zustandszahl $I_c$
	tiefe [m]	art <sup>1)</sup>									
SCH1	0,50-0,70	GP	01	S, G, u'	GU	Zwischenlage	22,8	34,5	21,5	13,0	0,91
	3,0-3,20	GP	02	G, x*, s', u'	GU	Zwischenlage					
SCH2	0,20-0,30	GP	03	G, s*, x', u'	TL	Decklage	15,4	34,5	21,5	13,0	0,91
	1,30-1,40	GP	04	G, s*, x', u'	GU	Zwischenlage					
SCH3	1,70-1,80	GP	05	U, t, s'		Decklage					
SCH4	0,60-0,70	GP	06	S, g, u, t'	SU*	Decklage	28,3	34,5	21,5	13,0	0,91
	3,10-3,20	GP	07	G, s*, u	GU*	Verwitterungszone					
SCH5	0,60-0,70	GP	08	U, t, s	SU	Decklage	24,7	34,5	21,5	13,0	0,91
	3,10-3,20	GP	09	S, g*, u'	SU	Verwitterungszone					
BK1	1,10-1,30	GP	10	U, t*, s'		Decklage	28,3	34,5	21,5	13,0	0,91
	1,6	GP	11			Decklage					
	3,0	GP	12			Decklage					
BK2	6,0-7,5	GP	13	S, g*, u'	SU	Verwitterungszone	28,3	34,5	21,5	13,0	0,91
	2,10-2,50	GP	14	G, S, u'	GU	Verwitterungszone					
BK3	5,20-5,80	GP	15	S, u, g	SU*	Verwitterungszone					
BS1	1,90-2,50	GP	16	S, u, g	SU*	Verwitterungszone					

<sup>1)</sup> SP: Sonderprobe, GP: gestörte Probe, MP: Mischprobe

# Bestimmung der Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17892-4

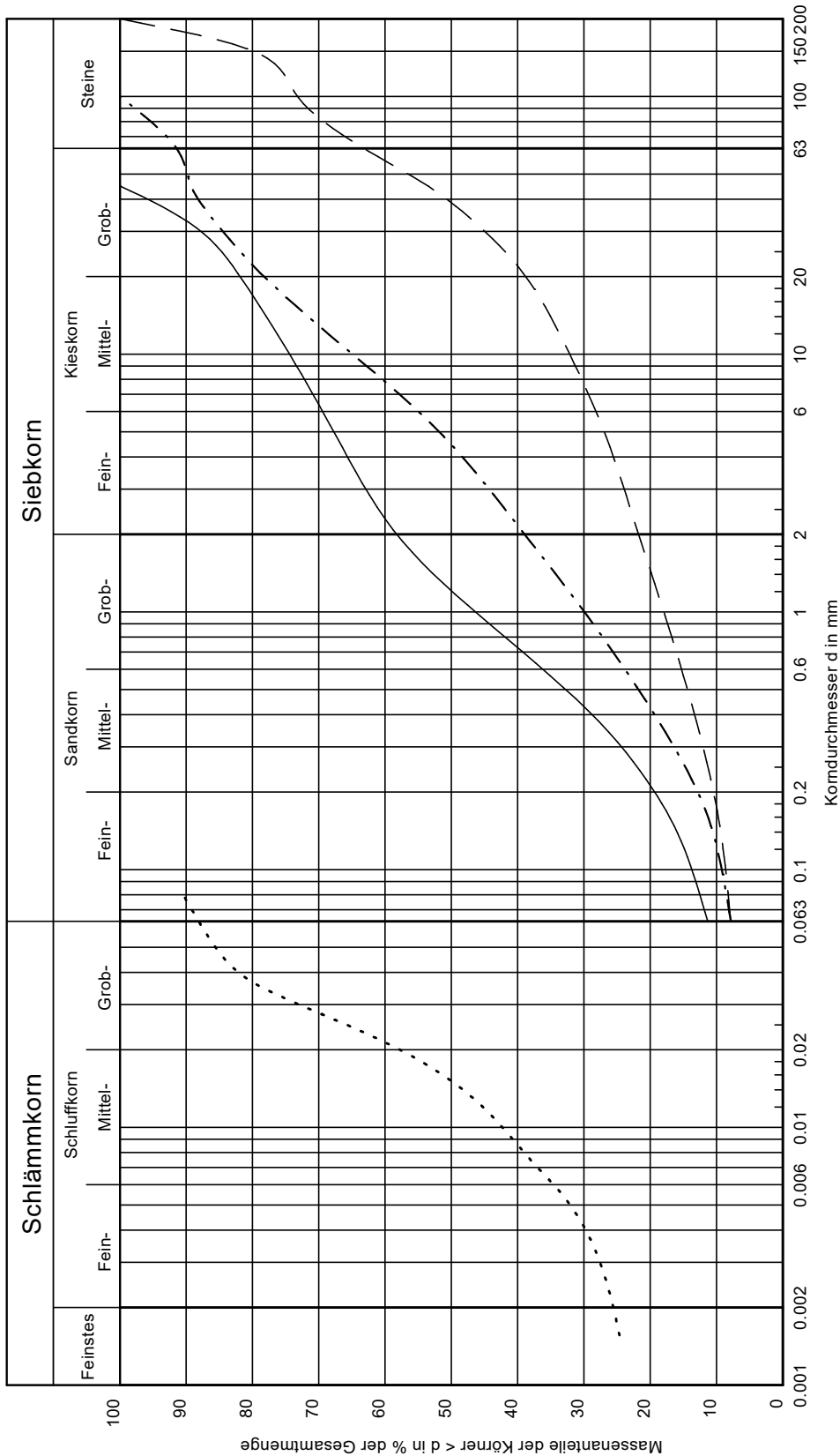
Geotechnische Erkundung und Untersuchung  
Laborversuche an Bodenproben

Anlage 3.2.1

Projekt-Nr.:  
19055/K-S-Ki

Projekt: **Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)  
Eberbächle  
Gemarkung Au**

Bearbeiter: Gr/Eis  
Datum: 07.06.2022



19055-G2-Anlage 3-2-1\_01-05.kvs

Labor-Nr.:		01	02	04	05	Bemerkungen:
Signatur:	— — — — —	— — — — —	— — — — —	— — — — —	.....	
Entnahmestelle:	SCH1	SCH1	SCH2	SCH3	SCH3	
Tiefe [m]:	0.50-0.70	3.0-3.20	1.30-1.40	1.70-1.80	1.70-1.80	
U/Cc:	-/-	320.3/5.9	62.9/1.0	-/-	-/-	
Anteile (T/U/S/G) [%]:	- /11.3/46.9/41.8	- /7.8/13.9/41.5	- /7.8/31.1/52.6	25.6/62.5/11.9/ -	25.6/62.5/11.9/ -	
Bodenart (DIN 4022):	S, G, u'	G, $\bar{x}$ , s', u'	G, $\bar{s}$ , x', u'	U, t, s'	U, t, s'	
Bodengruppe (DIN 18196):	GU	GU	GU	GU	GU	

# Bestimmung der Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17892-4

Geotechnische Erkundung und Untersuchung  
Laborversuche an Bodenproben

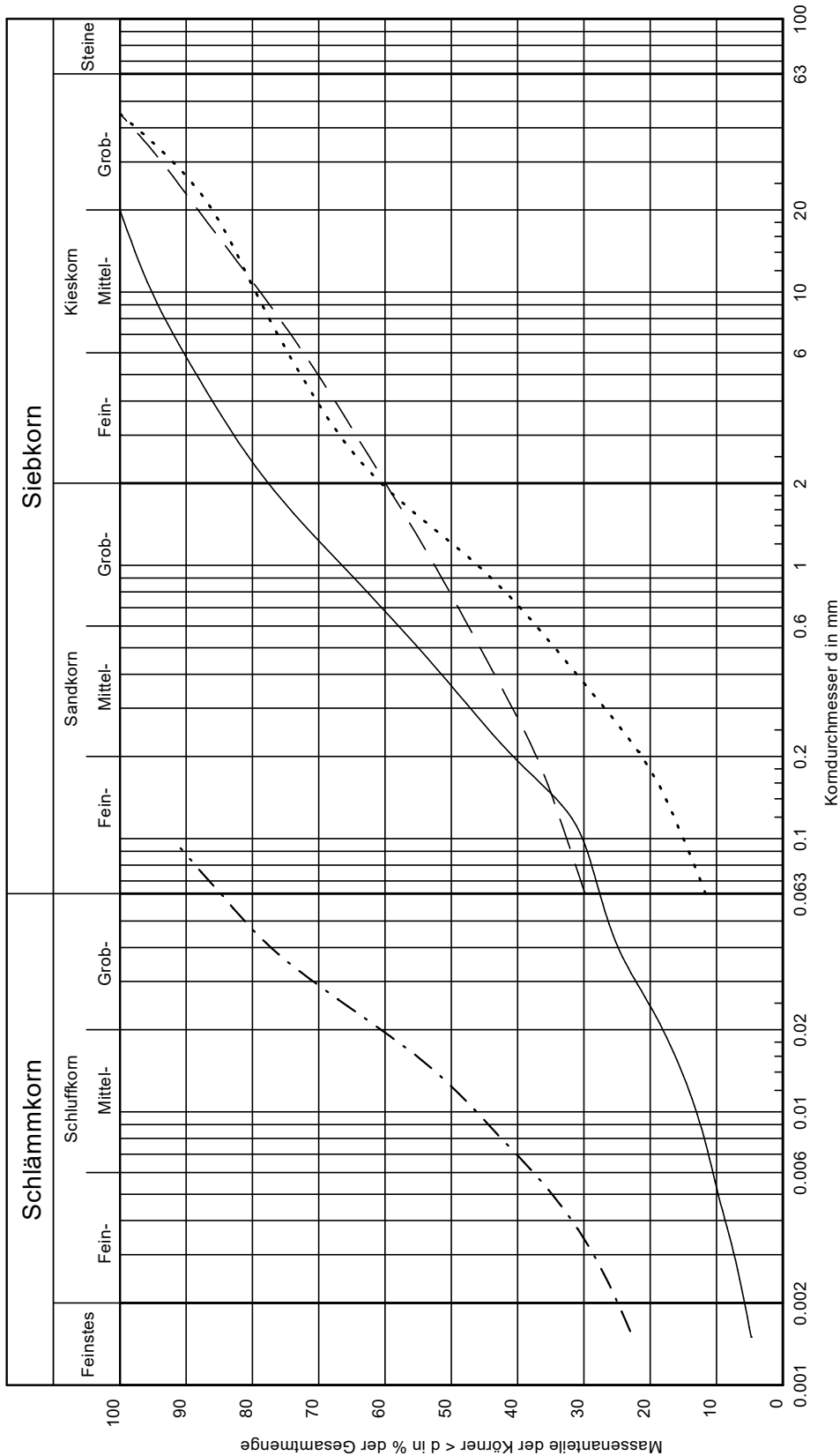
Anlage 3.2.2

Projekt-Nr.:  
19055/K-S-Ki

Projekt: **Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)  
Eberbächle  
Gemarkung Au**

Bearbeiter: Gr/Eis

Datum: 07.06.2022



19055-G2-Anlage 3-2-2\_06-09.kv/s

Labor-Nr.:		06	07	08	09	Bemerkungen:
Signatur:	---	---	---	---	.....	
Entnahmestelle:	SCH4	SCH4	SCH5	SCH5	SCH5	
Tiefe [m]:	0.60-0.70	3.10-3.20	0.60-0.70	3.10-3.20	3.10-3.20	
U/Cc:	128.0/2.6	-/-	-/-	-/-	-/-	
Anteile (T/U/S/G) [%]:	5.7/21.9/60.0/22.4	- /29.8/30.1/40.1	24.9/60.0/15.1/-	- /11.6/49.0/39.4		
Bodenart (DIN 4022):	S, g, u, t'	G, s, u	U, t, s	S, g, u'		
Bodengruppe (DIN 18196):	SU*	GU*		SU		



# Bestimmung der Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17892-4

Geotechnische Erkundung und Untersuchung  
Laborversuche an Bodenproben

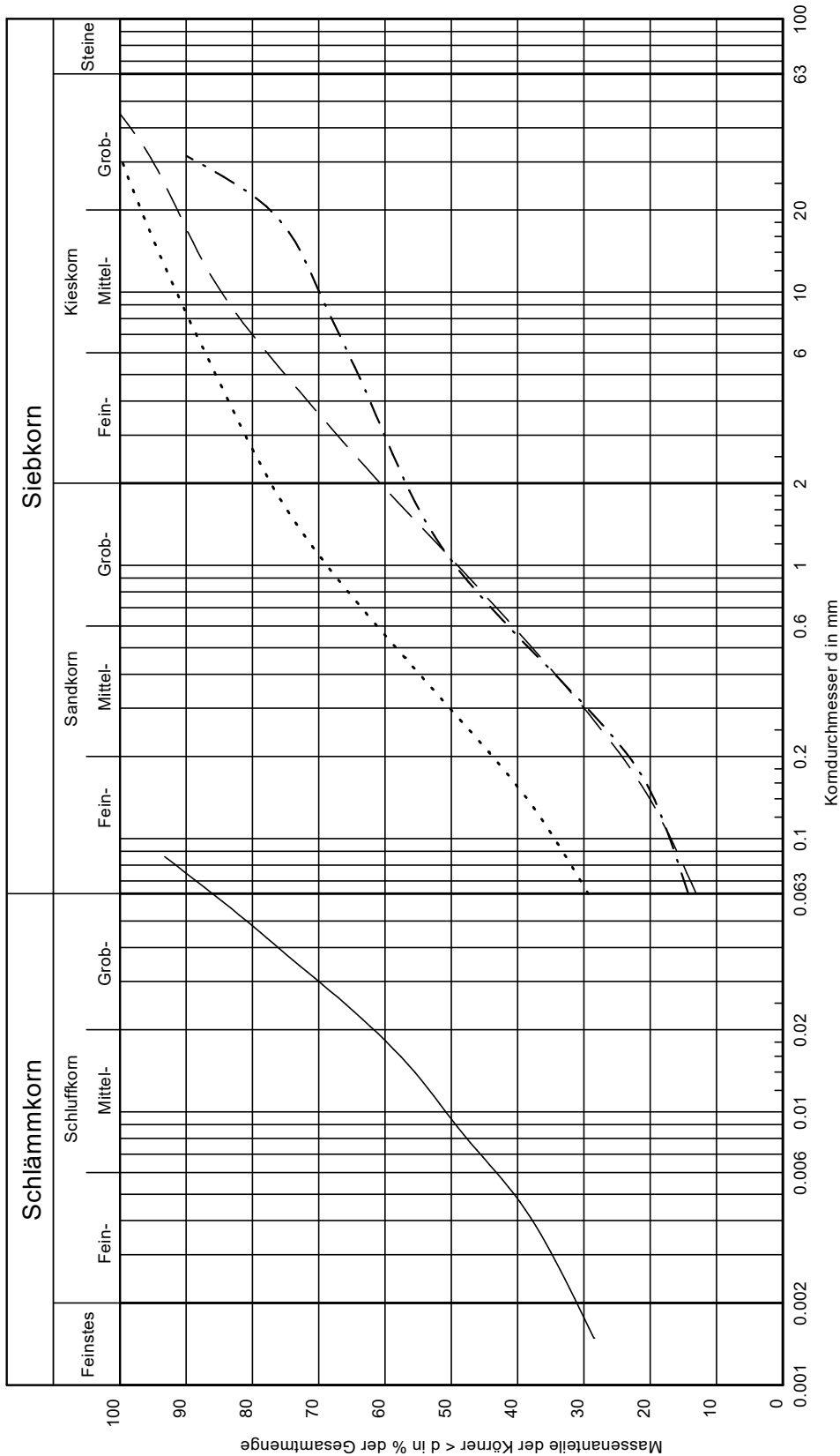
Anlage 3.2.3

Projekt-Nr.:  
19055/K-S-Ki

Projekt: **Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)  
Eberbächle  
Gemarkung Au**

Bearbeiter: Gr/Eis

Datum: 07.06.2022



19055-G2-Anlage 3-2-3\_10-15.kvs

		10	13	14	15	Bemerkungen:
Labor-Nr.:						
Signatur:	— — — — —	13	14	15	.....	
Entnahmestelle:	BK1	BK1	BK2	BK3		
Tiefe [m]:	1,10-1,30	6,0-7,50	2,10-2,50	5,20-5,80		
U/Cc:	-/-	-/-	-/-	-/-		
Anteile (T/U/S/G) [%]:	31.1/55.0/13.9/-	- /13.1/47.7/39.3	- /14.3/42.6/43.1	- /29.3/47.9/22.8		
Bodenart (DIN 4022):	U, T, s'	S, G, u'	G, S, u'	S, u, g		
Bodengruppe (DIN 18196):	SU	SU	GU	SU*		

# Bestimmung der Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17892-4

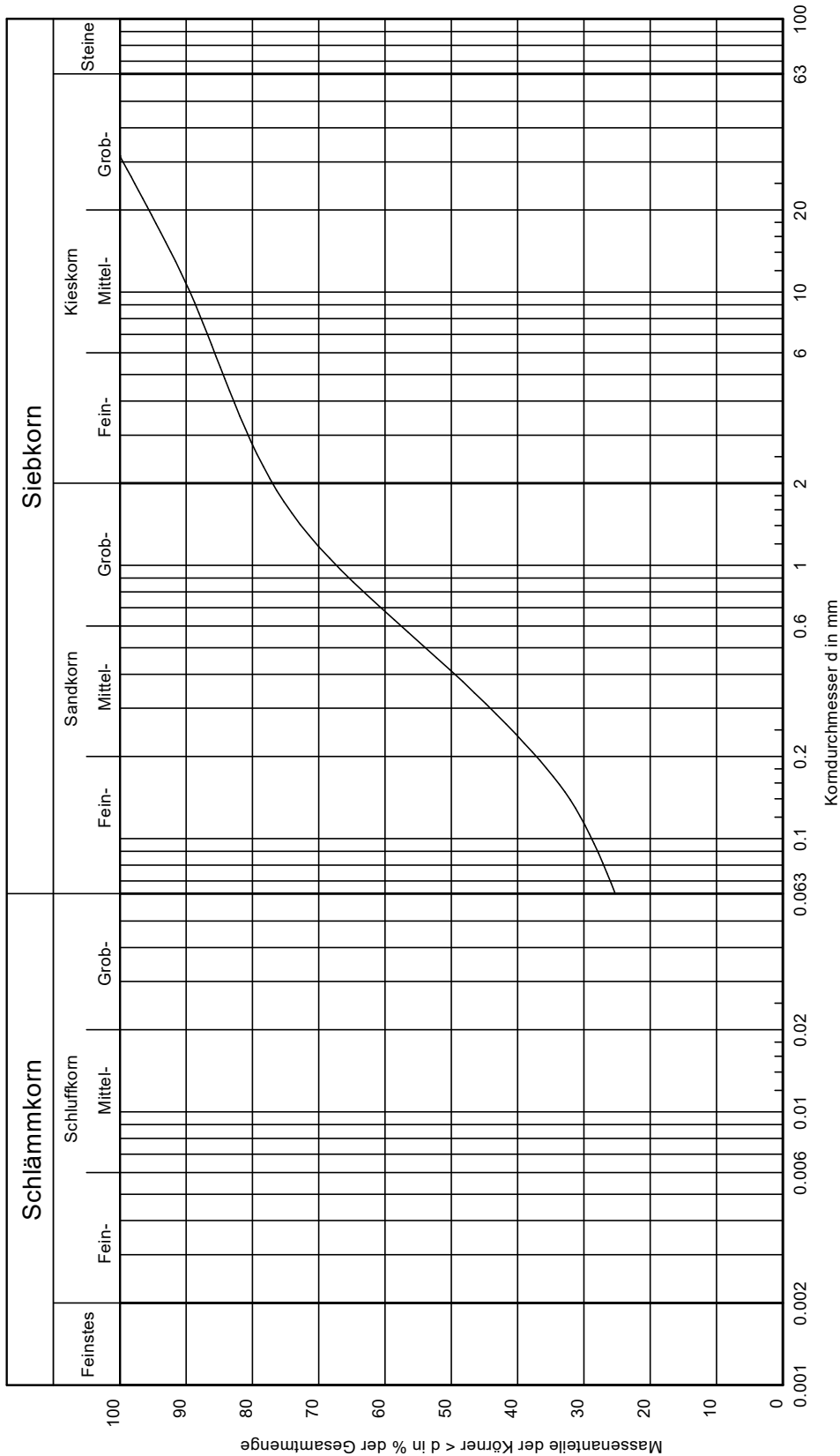
Geotechnische Erkundung und Untersuchung  
Laborversuche an Bodenproben

Anlage 3.2.4

Projekt-Nr.:  
19055/S-K-Ki

Projekt: **Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)  
Eberbächle  
Gemarkung Au**

Bearbeiter: Sinn  
Datum: 20.01.2022



19055-G2-Anlage 3-2-4\_16.kvs

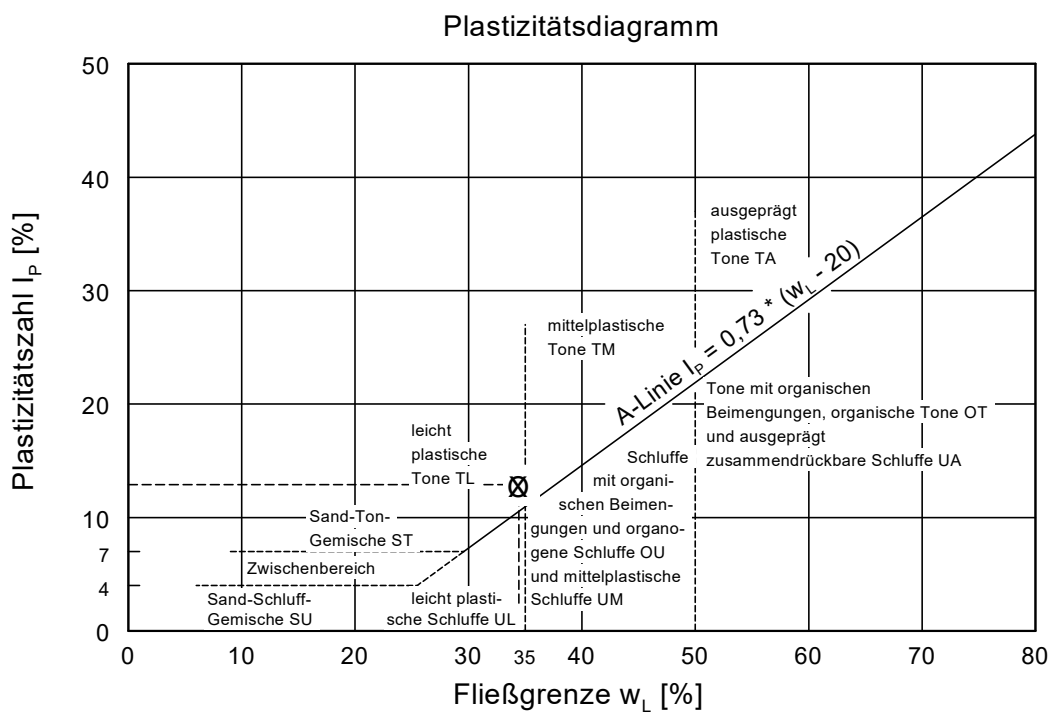
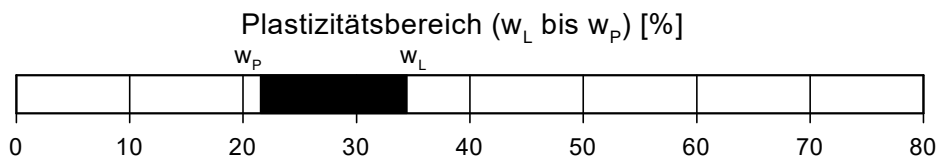
Bemerkungen:	
Labor-Nr.:	16
Signatur:	_____
Entnahmestelle:	BS1
Tiefe [m]:	1,90-2,50
U/Cc:	-/-
Anteile (T/U/S/G) [%]:	- /25.2/51.7/23.0
Bodenart (DIN 4022):	S, u, g
Bodenklasse (DIN 18196):	SU*

**Projekt: Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)  
Eberbächle  
Gemarkung Au**

Labor-Nr.: 03  
Entnahmestelle: SCH2  
Tiefe [m]: 0,20-0,30  
Bearbeiter: Gr/Eis  
Datum: 07.06.2022

Versuchergebnisse:

Wassergehalt  $w = 22.8 \%$   
Fließgrenze  $w_L = 34.5 \%$   
Ausrollgrenze  $w_P = 21.5 \%$   
Plastizitätszahl  $I_p = 13.0 \%$   
Konsistenzzahl  $I_c = 0.91$





Ingenieurgruppe Geotechnik  
 Lindenbergsstraße 12  
 79199 Kirchzarten  
 Tel.: (0 76 61) 93 91-0  
 Fax: (0 76 61) 93 91-75

# Bestimmung des Wassergehaltes DIN EN ISO 17892-1

Geotechnische Erkundung und Untersuchung  
 Laborversuche an Bodenproben

Anlage 3.4  
 Projekt-Nr.:  
 19055/K-S-Ki  
 DIN EN ISO 17892-1

**Projekt: Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)  
 Eberbächle  
 Gemarkung Au**

Bearbeiter: Gr/Eis

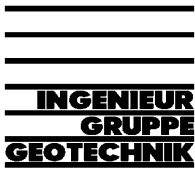
Datum: 07.06.2022

Entnahmestelle:	SCH2	SCH4	BK1	BK1		
Labor-Nr.:	03	06	11	12		
Feuchte Probe + Behälter [g]:	433.30	397.89	370.83	377.96		
Trockene Probe + Behälter [g]:	385.38	368.39	326.03	336.47		
Behälter [g]:	174.71	176.49	167.61	168.42		
Porenwasser [g]:	47.92	29.50	44.80	41.49		
Trockene Probe [g]:	210.67	191.90	158.42	168.05		
Wassergehalt [%]:	22.75	15.37	28.28	24.69		

Entnahmestelle:						
Labor-Nr.:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]:						

Entnahmestelle:						
Labor-Nr.:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]:						

Entnahmestelle:						
Labor-Nr.:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]:						

 Ingenieurgruppe Geotechnik GbR Lindenbergstr. 12 79199 Kirchzarten Tel.: (0 76 61) 93 91 - 0 Fax: (0 76 61) 93 91 - 75	<b>Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes k</b> <b>durch Schluckversuch im Schurf</b>  mit steigender Druckhöhe	Anlage 4.1
	Projekt: Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)  Eberbächle, Gemarkung Au	Projekt-Nr.: 19055/K-Ki
		Datum: 10.05.2022

**Schurf-Nr.: 1**

Beobachter: Ki

Zeit:

Beginn: 10:24:00 h

Ende: 10:40:00 h

 $\Delta t$ : 0:16:00 h

Wasseruhrstand:

Beginn: m<sup>3</sup>

Ende: m<sup>3</sup>

Gesamtmenge: m<sup>3</sup>

Schurf:

Volumen: 7,800 m<sup>3</sup>

Tiefe: 3,90 m

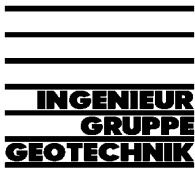
Ersatzradius:

Ersatzradius (r<sub>E</sub>): 0,80 m

Durchmesser (d): 1,60 m

Berechnung nach VAWE:  $k^* = \frac{\Delta h}{\Delta t} \cdot \frac{d}{28 \cdot h_m}$ 

	Zeit	Tiefe ab GOF	Zeitdifferenz $\Delta t$	Anstieg $\Delta h$	mittlerer Aufstau h <sub>m</sub>	Durchlässigkeitsbeiwert k*
Nr.	[hh:mm:ss]	[m]	[s]	[m]	[m]	[m/s]
1	10:43:00	3,490				
2	10:44:00	3,488	60	0,002	0,413	4,60E-06
3	10:45:00	3,487	60	0,001	0,414	2,30E-06
4	10:46:00	3,486	60	0,001	0,415	2,29E-06
5	10:48:00	3,483	120	0,003	0,419	3,40E-06
6	10:50:00	3,478	120	0,005	0,425	5,59E-06
7	10:52:00	3,472	120	0,006	0,431	6,61E-06
8	11:24:00	3,463	1920	0,009	0,442	6,05E-07
9	12:24:00	3,445	3600	0,018	0,464	6,14E-07
<b>Mittelwert:</b>						3,25E-06

 Ingenieurgruppe Geotechnik GbR Lindenbergstr. 12 79199 Kirchzarten Tel.: (0 76 61) 93 91 - 0 Fax: (0 76 61) 93 91 - 75	<b>Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes k  durch Schluckversuch im Schurf</b>  mit steigender Druckhöhe	Anlage 4.2
	Projekt: Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)  Eberbächle, Gemarkung Au	Projekt-Nr.: 19055/K-Ki
		Datum: 10.05.2022

**Schurf-Nr.: 2**

Beobachter: Ki

Zeit:		Wasseruhrstand:	
Beginn:	11:20:00 h	Beginn:	m <sup>3</sup>
Ende:	11:38:00 h	Ende:	m <sup>3</sup>
Δt:	0:18:00 h	Gesamtmenge:	m <sup>3</sup>
Schurf:		Ersatzradius:	
Volumen:	2,646 m <sup>3</sup>	Ersatzradius (r <sub>E</sub> ):	0,78 m
Tiefe:	1,40 m	Durchmesser (d):	1,55 m

Berechnung nach VAWE:  $k^* = \frac{\Delta h}{\Delta t} \cdot \frac{d}{28 \cdot h_m}$

	Zeit	Tiefe ab GOF	Zeitdifferenz Δt	Anstieg Δh	mittlerer Aufstau h <sub>m</sub>	Durchlässigkeitsbeiwert k*
Nr.	[hh:mm:ss]	[m]	[s]	[m]	[m]	[m/s]
1	11:38:00	0,795				
2	11:38:30	0,793	30	0,002	0,608	6,07E-06
3	11:39:00	0,792	30	0,001	0,609	3,03E-06
4	11:40:00	0,788	60	0,005	0,615	6,76E-06
5	11:41:00	0,786	60	0,001	0,615	2,25E-06
6	11:43:00	0,785	120	0,002	0,616	1,12E-06
7	11:45:00	0,783	120	0,001	0,618	1,12E-06
8	12:18:00	0,780	1980	0,003	0,622	1,35E-07
<b>Mittelwert:</b>						2,93E-06

**Projekt:** Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB) Eberbächle  
Gemarkung Au

**Projekt-Nr.:** 19055/K-S-Ki

**Maßgebende Angaben zu Bodenschichten/Homogenbereichen nach VOB 2019 (z. T. Erfahrungs- bzw. Schätz-/Literaturwerte)**

Homogenbereich/Schicht	Oberboden	Auffüllung	Decklage	Zwischenlage	Verwitterungszone
Zusammensetzung	s. Abschnitt 3.2				
Bodengruppen nach DIN 18196 <sup>1)</sup>	---	UL, UM, UA, TL, TM, TA, SU, SU*, GU, GU*	TL, TM, UL, UM, SU, SU*, GU, GU*	GU, GI, GU*, GW, SU, SI, SU*, SW, ST, ST* lokal TL, TM	GU, GU*, GW, GI, SU, SU*, SW, SI
Steinanteil/Blockanteil [Massen-%]	---	< 20 / < 10 lokal > 20 / > 10 möglich	--- / ---	< 30 / < 20 lokal > 30 / > 20	< 30 / < 20 lokal > 30 / > 20
Schichtunterkante [m u GOF]	s. Anlagenteil 2				
Dichte [ $t/m^3$ ]	---	1,7 - 2,3	1,7 - 2,3	1,7 - 2,3	1,9 - 2,3
Wassergehalt w [%]	---	5 - 30	5 - 35	über Grundwasser: i. d. R. 4 -12	über Grundwasser: i. d. R. 4 - 20
Bezogene Lagerungsdichte $I_D$ [-]	---	nach [U10] 0,15 - 0,35	Sande und Kiese: 0,15 - 0,35	i. d. R. 0,35 bis 0,85	i. d. R. 0,35 bis > 0,85
Konsistenz [-]	---	i. d. R. weich - halbfest	weich bis steif; lokal breiig bzw. halbfest	---	---
Konsistenzzahl $I_c$ [-]	---	i. d. R. 0,5 bis >1,0	0,5 bis 1,0; lokal < 0,25 bzw. > 1,0	---	---
Plastizitätszahl $I_p$ [%]	---	4 - 40	4 - 40	---	---
undrÄnirte Scherfestigkeit $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	---	< 20 - 200	i. d. R. 20 - 150; lokal < 20 bzw. > 150	---	---
organischer Anteil [%]	---	< 3	< 5	< 2	< 1
Bodenklassen DIN 18300 <sup>2)</sup>	1	3, 4; lokal 5, 6 möglich bei Vernässung: 2	3 - 5; bei Vernässung: 2	3 - 5, lokal 6, 7 möglich	3 - 5, lokal bzw. mit zunehmender Tiefe 6, 7 möglich
Bodenklassen DIN 18301 <sup>3)</sup>	---	BN1, BN2 mit BS1 - BS3, BB2, BB3, BO1, BO2	BB1, BB2, BB3, BN1, BN2	BN1, BN2 mit BS1 - BS4, lokal BB2, BB3 möglich	BN1, BN2 mit BS1 - BS4, FV1, lokal bzw. mit zunehmender Tiefe FV2, FV3 mit FD1 - FD3
Bodenklassen DIN 18311 <sup>8)</sup>	---	BOB2, BOB3, NB1 - NB5 mit S1 bis S3	BOB1 bis BOB3, NB1 - NB5	NB3 - NB5 mit S1 bis S3, lokal NB1, NB2 möglich lokal BOB2, BOB3 möglich	NB1 bis NB5 mit S1 bis S3
Einbaukonfiguration/Materialqualität nach VwV Boden (2007) <sup>6)</sup>	Z0 s. Hinweis	Z0* s. Hinweis	Z0 s. Hinweis	Z0*IIIA s. Hinweis	Z0*IIIA s. Hinweis
Einbaukonfiguration/Materialqualität nach RC Erlass (MU 2004) <sup>7)</sup>	---	---	---	---	---

1), 2), 3), 4), 5), 6), 7); s. Erläuterungen

Hinweis: Orientierender Wert! Bei einer weitergehenden, vertiefenden Beprobung kann eine Abweichung von der angegebenen Einstufung nicht ausgeschlossen werden, s. Abschnitt Umwelttechnische Hinweise.

## Erläuterungen zu Anlage 5.1

### 1) Bodengruppen nach DIN 18196:

GE: enggestufte Kiese  
 GW: weitgestufte Kies-Sand-Gemische  
 GI: intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische  
 SE: enggestufte Sande  
 SW: weitgestufte Sand-Kies-Gemische  
 SI: intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische  
 GU, GU\*: Kies-Schluff-Gemische  
 GT, GT\*: Kies-Ton-Gemische  
 SU, SU\*: Sand-Schluff-Gemische  
 ST, ST\*: Sand-Ton-Gemische  
 UL: leicht plastische Schluffe  
 UM: mittelplastische Schluffe  
 UA: ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff  
 TL: leicht plastische Tone  
 TM: mittelplastische Tone  
 TA: ausgeprägt plastische Tone  
 OH: grob-, gemischtkörnige Böden m. humosen Beimengungen  
 OU: Schluffe mit organischen Beimengungen  
 OT: Tone mit organischen Beimengungen  
 HN: nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)  
 HZ: zersetzte Torfe

### 2) Boden- und Felsklassen nach DIN 18300 (nur nachrichtlich, nach VOB 2019 nicht mehr gültig):

1: Oberboden  
 2: Fließende Bodenarten  
 3: Leicht lösbare Bodenarten  
 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten  
 5: Schwer lösbare Bodenarten  
 6: Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten  
 7: Schwer lösbarer Fels

### 3) Boden- und Felsklassen nach DIN 18301 (nur nachrichtlich, nach VOB 2019 nicht mehr gültig):

BN1: nichtbindig Sand-Kies, Feinkorn bis 15%  
 BN2: nichtbindig Sand-Kies, Feinkorn über 15%  
 BB1: bindig, flüssig bis breiig  
 BB2: bindig, weich bis steif  
 BB3: bindig, halbfest  
 BB4: bindig, fest bis sehr fest  
 BO1: Mudde, Humus und zersetzte Torfe  
 BO2: unzersetzte Torfe  
 FV1: Fels entfestigt  
 FV2: Fels angewittert, Trennflächenabstand bis 30cm  
 FV3: Fels angewittert, Trennflächenabstand über 30cm  
 FV4: Fels unverwittert, Trennflächenabstand bis 10cm  
 FV5: Fels unverwittert, Trennflächenabstand 10-30cm  
 FV6: Fels unverwittert, Trennflächenabstand über 30cm  
Für Lockergestein Zusatzklasse BS bei Steinen und Blöcken:  
 BS1: Steine (63-200mm) bis 30 Vol. %  
 BS2: Steine (63-200mm) über 30 Vol. %  
 BS3: Blöcke (200-600mm) bis 30 Vol. %  
 BS4: Blöcke (200-600mm) über 30 Vol. %  
Für Felsklasse FV2-6 Zusatzklasse FD:  
 FD1: einaxiale Festigkeit bis 20 N/mm<sup>2</sup>  
 FD2: einaxiale Festigkeit 20-80 N/mm<sup>2</sup>  
 FD3: einaxiale Festigkeit 80-200 N/mm<sup>2</sup>  
 FD4: einaxiale Festigkeit 200-300 N/mm<sup>2</sup>  
 FD5: einaxiale Festigkeit über 300 N/mm<sup>2</sup>

### 4) Boden- und Felsklassen nach DIN 18319 (nur nachrichtlich, nach VOB 2019 nicht mehr gültig):

Für Lockergestein Zusatzklasse S bei Steinen und Blöcken:  
 S1: Steine (63-200mm) bis 30 Vol. %  
 S2: Steine (63-200mm) über 30 Vol. %  
 S3: Blöcke (200-600mm) bis 30 Vol. %  
 S4: Blöcke (200-600mm) über 30 Vol. %  
Für Klasse F: Fels  
 FZ1: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20 N/mm<sup>2</sup>  
 FZ2: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20-50 N/mm<sup>2</sup>  
 FZ3: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 50-100 N/mm<sup>2</sup>  
 FZ4: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 100-200 N/mm<sup>2</sup>  
 FD1: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20 N/mm<sup>2</sup>  
 FD2: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20-50 N/mm<sup>2</sup>  
 FD3: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 50-100 N/mm<sup>2</sup>  
 FD4: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 100-200 N/mm<sup>2</sup>  
Für Lockergesteine, Klasse L:  
 LN: nicht bindige Böden  
 LNE1: enggestuft, locker, Feinkorn bis 15 %  
 LNE2: enggestuft, mitteldicht, Feinkorn bis 15 %  
 LNE3: enggestuft, dicht, Feinkorn bis 15 %  
 LNW1: weit- oder intermittierend gestuft, locker, Feinkorn bis 15 %  
 LNW2: weit- oder intermittierend gestuft, mitteldicht, Feinkorn bis 15 %  
 LNW3: weit- oder intermittierend gestuft, dicht, Feinkorn bis 15 %  
 LN1: locker, Feinkorn über 15 %  
 LN2: mitteldicht, Feinkorn über 15 %  
 LN3: dicht, Feinkorn über 15 %  
 LBO1: organogen, breiig bis weich  
 LBO2: organogen, steif bis halbfest  
 LBO3: organogen, fest  
Klasse LB: bindige Böden  
 LBM1: mineralisch, breiig bis weich  
 LBM2: mineralisch, steif bis halbfest  
 LBM3: mineralisch, fest  
Für bindige Böden Zusatzklassen Plastizität:  
 P1: leicht bis mittelplastisch  
 P2: ausgeprägt plastisch

### 5) Rechenwerte für erdstatische Berechnungen, s. gesonderte Anlage

### 6) Einbaukonfigurationen/ Materialqualitäten nach VwV Boden (2007)

Z0: uneingeschränkte Verwendung in bodenähnlichen Anwendungen  
 Z0\*: wie Z0, mit Einschränkungen  
 Z1.1: Verwertung in technischen Bauwerken  
 Z1.2: wie Z1.1, unter günstigen hydrogeologischen Verhältnissen  
 Z2: Verwertung in technischen Bauwerken bei definierten Sicherungsmaßnahmen  
 >Z2: i.A. Entsorgung auf Deponie

### 7) Einbaukonfigurationen/ Materialqualitäten nach RC Erlass (MU 2004)

Z1.1: Verwertung in technischen Bauwerken  
 Z1.2: wie Z1.1, unter günstigen hydrogeologischen Verhältnissen  
 Z2: Verwertung in technischen Bauwerken bei definierten Sicherungsmaßnahmen



<sup>8)</sup> **Boden- und Felsklassen nach DIN 18311 (nur  
nachrichtlich, nach VOB 2019 nicht mehr gültig):**

Klasse BOB: Bindige und organische Böden

BOB1:  $c_u \leq 20$  kN/m<sup>2</sup> (Konsistenz flüssig bis breiig)

BOB2:  $c_u > 20$  bis 200 kN/m<sup>2</sup> (Konsistenz weich bis steif)

BOB3:  $c_u > 200$  bis 600 kN/m<sup>2</sup> (Konsistenz halbfest)

BOB4:  $c_u > 600$  kN/m<sup>2</sup> (Konsistenz fest)

Klasse NB: Nichtbindige Böden

NB1: Kiesanteil  $\leq 10$  % und Feinkornanteil  $\leq 15$  %

NB2: Kiesanteil  $\leq 10$  % und Feinkornanteil  $> 15$  %

NB3: Kiesanteil  $> 10$  % bis 40 % und Feinkornanteil  $\leq 15$  %

NB4: Kiesanteil  $> 10$  % bis 40 % und Feinkornanteil  $> 15$  %

NB5: Kiesanteil  $> 40$  % und beliebigem Feinkornanteil

Zusatzklasse S: Steine und Blöcke

S1: Durchmesser Steine und Blöcke  $\leq 200$  mm

S2: Durchmesser Steine und Blöcke  $> 200$  bis 400 mm

S3: Durchmesser Steine und Blöcke  $> 400$  mm

Klasse F: Fels

F1: Trennflächenabstand  $\leq 10$  cm (entfestigt / angewittert)


F2: Trennflächenabstand  $> 10$  cm (unverwittert)

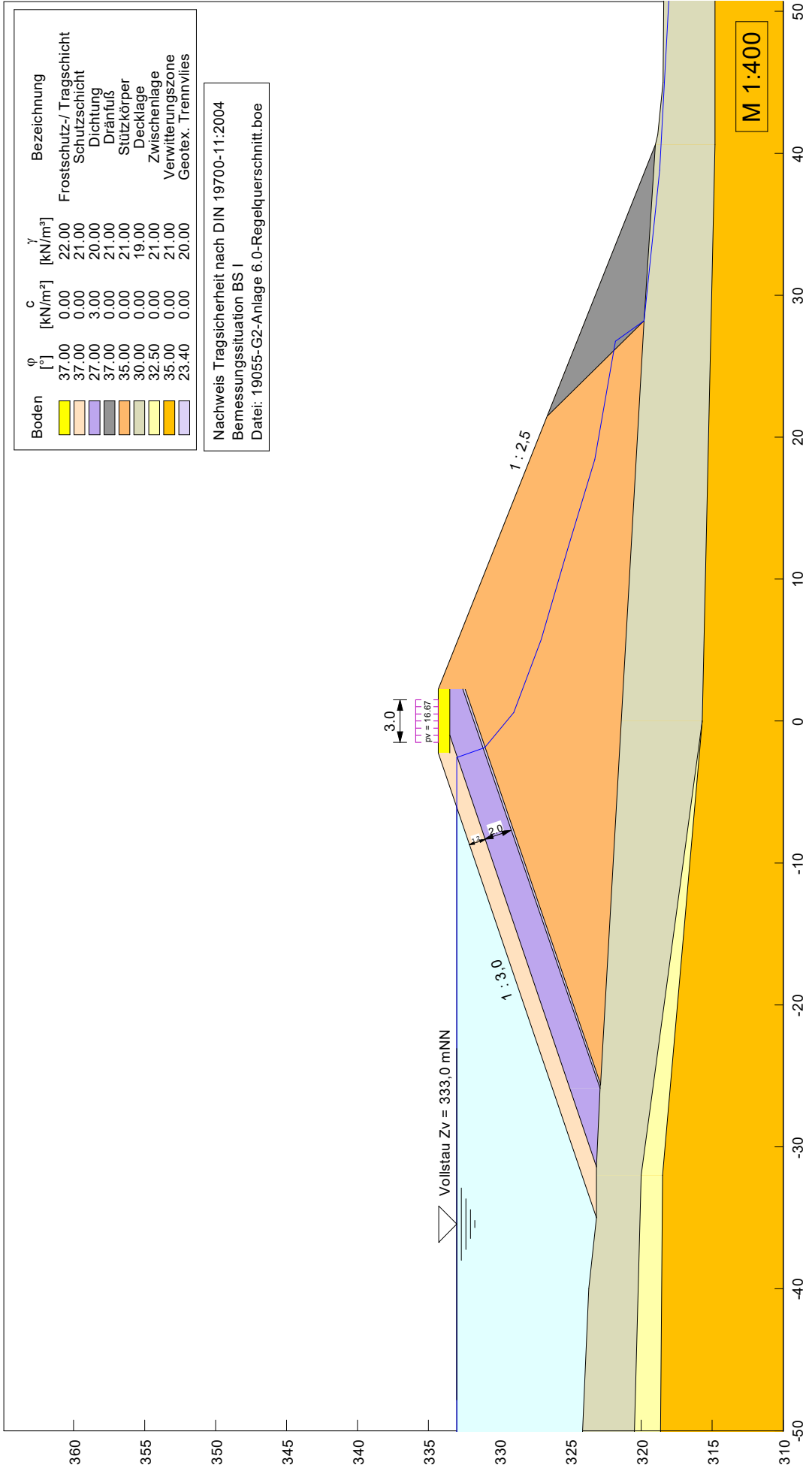
**Projekt:**           **Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB) Eberbächle  
Gemarkung Au**

**Auftrag:**           **19055/K-S-Ki**

**Maßgebende Angaben zu Bodenkenngrößen (charakteristische Werte)**

Bodenschicht / Homogenbereich	Schicht- unterkante unter GOK  [m]	Feucht-/Auf- triebswichte  $\gamma_k/\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Scherfestigkeit des dränierten Bodens		maßgebender Steifemodul bei Erstbelastung  $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]
			Reibungswinkel  $\phi'_k$ [°]	Kohäsion  $c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	
Auffüllung	siehe Anlage 2.1ff	21/12	Ersatzreibungswinkel: 30	0	---
Decklage		19/10	Schluff: 30 - 33	0	5 - 8
Zwischenlage			Ton: 27	3	
Verwitterungs- zone		21/12	32,5	0	30 - 80
		21/12	35	0	> 80

 <p>Ingenieurgruppe Geotechnik</p> <p><b>INGENIEURGRUPPE GEOTECHNIK</b></p> <p style="font-size: small;">Lindenbergr. 12 74156 Künzelsau Tel: (0 71 42) 93 91 - 0 Fax: (0 71 42) 93 91 - 75</p>	<p><b>Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)</b> Eberbächle, Gemarkung Au Verwaltungsgemeinschaft Hexental</p>	<p>Projekt-Nr.: 19055/K-S-Ki</p> <hr/> <p>Datum: Nov. 2022</p>
<h2 style="margin: 0;">Bemessungsschnitt / Regelprofil</h2> <p style="margin: 0;">Dammquerschnitt 0+075</p> <p style="font-size: x-small;">Programm: GGU-STABILITY</p>		



Boden	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	37.00	0.00	22.00	Frostschutz-/ Tragschicht
	37.00	0.00	21.00	Schutzschicht
	27.00	3.00	20.00	Dichtung
	37.00	0.00	21.00	Dränfuß
	35.00	0.00	21.00	Stützkörper
	30.00	0.00	19.00	Decklage
	32.50	0.00	21.00	Zwischenlage
	35.00	0.00	21.00	Verwitterungszone
	23.40	0.00	20.00	Geotex. Trennvlies


Nachweis Tragsicherheit nach DIN 19700-11:2004  
Bemessungssituation BS I  
Datei: 19055-G2-Anlage 6.0-Regelquerschnitt.boe

## Übersicht der Ergebnisse der Böschungsbruchberechnungen

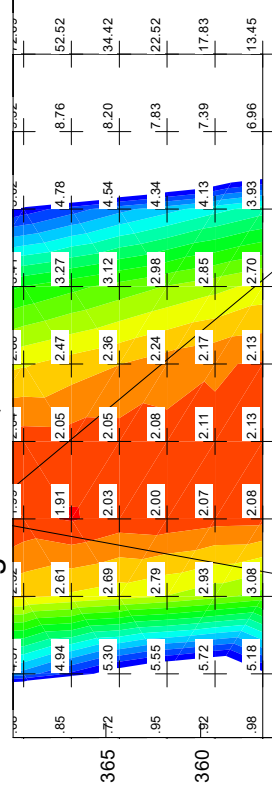
**Projekt: Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)  
Eberbächle  
Gemarkung Au**

**Projekt-Nr.: 19055/S-K-Ki**

Damm- böschung	Tragwider- stands- bedingung	Lastfall	vorhandene Sicherheit $\eta_{\text{vorh}}$	erforderliche Sicherheit $\eta_{\text{erf}}$	Anlage
Wasserseite	TB A	1.1a: Vollstau	1,83	1,30	6.2
Wasserseite	TB A	1.1b: Halbeinstau	1,63	1,30	6.3
Wasserseite	TB A	1.1c: Dritteinstau	1,60	1,30	6.4a
Wasserseite			1,42	1,30	6.4b
Wasserseite	TB A	1.2: leeres Becken	1,74	1,30	6.5
Wasserseite	TB A	2.1: schnelle Wasserspiegelabsenkung von Vollstau auf leeres Becken	1,34	1,20	6.6a
Wasserseite	TB B		1,34	1,10	6.6b
Wasserseite	TB A		1,41	1,20	6.6c
Wasserseite	TB A	3.2: Bemessungserdbeben	1,19	1,10	6.7a
Wasserseite			1,12	1,10	6.7b
Luftseite	TB A	1.1a: Vollstau	1,48	1,30	6.8
Luftseite	TB A	3.2: Bemessungserdbeben	1,28	1,10	6.9
Luftseite	TB C	1.1: Ausfall der Dichtung bei Vollstau	1,20	1,10	6.10

 <p>Ingenieurguppe Geotechnik</p> <p><b>INGENIEURGRUPPE GEOTECHNIK</b></p> <p>Uindenbergstr. 12 74153 Künzelsau Tel: (0 71 42) 93 911-0 Fax: (0 71 42) 93 911-75</p>	<p><b>Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)</b></p> <p>Eberbächle, Gemarkung Au</p> <p>Verwaltungsgemeinschaft Hexental</p>	<p>Projekt-Nr.: 19055/K-S-Kf</p> <p>Datum: Nov. 2022</p>
<h1 style="margin: 0;">Böschungsbruchberechnung</h1> <p style="margin: 0;">Kreislängsflächen nach DIN 4084</p> <p style="margin: 0;">Programm: GGU-STABILITY</p>		

## Bemessungsschnitt QP 0+075



**Tragwiderstandsbedingung A**  
(wahrscheinliche Bedingungen)  
Lastfall 1.1a: Vollstau Zv = 333,0 mNN

Boden	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	37.00	0.00	22.00	Frostschutz-/ Tragschicht
	37.00	0.00	21.00	Schutzschicht
	27.00	3.00	20.00	Dichtung
	37.00	0.00	21.00	Dränfuß
	35.00	0.00	21.00	Stützkörper
	30.00	0.00	19.00	Decklage
	32.50	0.00	21.00	Zwischenlage
	35.00	0.00	21.00	Verwitterungszone
	23.40	0.00	20.00	Geotex. Trennvlies

Nachweis Tragfähigkeit nach DIN 19700-11:2004  
 Bemessungssituation BS I  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $r_{min} = 1.83 > 1.30$  (BS I)  
 $x_m = -33.43$  m  $y_m = 371.90$  m  
 $R = 48.90$  m  
 Datei: 19055-G2-Anlage 6.2-WS-TBA-Vollstau.boe

3.0  
 pw = 16.67

Vollstau Zv = 333,0 mNN

1 : 2,5

1 : 3,0

M 1:400



**Ingenieurgruppe Geotechnik**

**INGENIEUR GRUPPE GEOTECHNIK**

Uindenbergstr. 12  
 01562 Luckenwalde  
 Tel: (0 33 70) 93 91-0  
 Fax: (0 33 70) 93 91-75

**Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)**

**Eberbächle, Gemarkung Au**

**Verwaltungsgemeinschaft Hexental**

**Böschungsbruchberechnung**

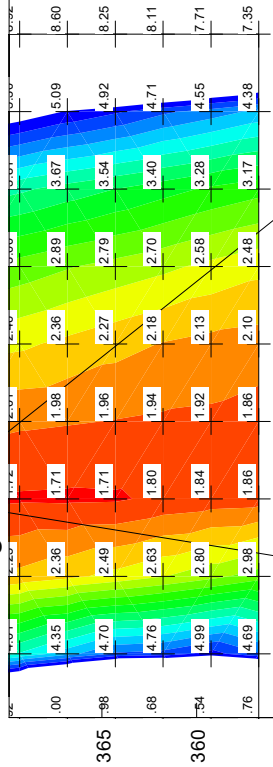
Kreisgleitflächen nach DIN 4084

Projekt-Nr.: 19055/K-S-Kf

Datum: Nov. 2022

Programm: GGU-STABILITY

**Bemessungsschnitt QP 0+075**



**Tragwiderstandsbedingung A**  
 (wahrscheinliche Bedingungen)  
 Lastfall 1.1b: Halbeinstau = 328,9 mNN

Boden	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	37.00	0.00	22.00	Frostschutz-/ Tragschicht
	37.00	0.00	21.00	Schutzschicht
	27.00	3.00	20.00	Dichtung
	37.00	0.00	21.00	Dränfuß
	35.00	0.00	21.00	Stützkörper
	30.00	0.00	19.00	Decklage
	32.50	0.00	21.00	Zwischenlage
	35.00	0.00	21.00	Verwitterungszone
	23.40	0.00	20.00	Geotex. Trennvlies

Nachweis Tragfähigkeit nach DIN 19700-11:2004  
 Bemessungssituation BS I  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $r_{min} = 1.63 > 1.30$  (BS I)  
 $x_m = -33.43$  m  $y_m = 374.43$  m  
 $R = 51.32$  m  
 Datei: 19055-G2-Anlage 6.3-WS-TBA-Halbstau.boe

3.0

$\rho_w = 16.67$

Vollstau Zv = 333.0 mNN

1:3.0

1:2.5

M 1:400



**Ingenieurgruppe Geotechnik**

**INGENIEUR GRUPPE GEOTECHNIK**

Uindenbergstr. 12  
 41564 Siefelbach  
 Tel: (0 26 81) 93 91-0  
 Fax: (0 26 81) 93 91-75

**Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)**

**Eberbächle, Gemarkung Au**

**Verwaltungsgemeinschaft Hexental**

**Böschungsbruchberechnung**

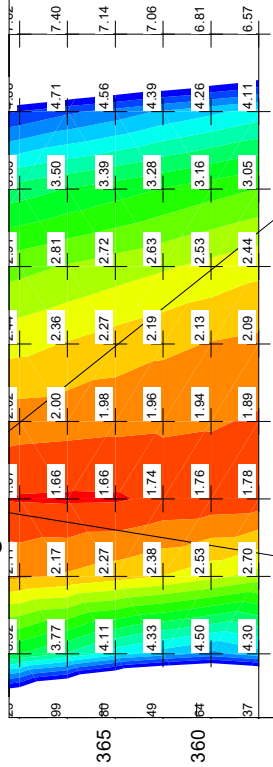
Kreisgleitflächen nach DIN 4084

Projekt-Nr.: 19055/K-S-Kf

Datum: Nov. 2022

Programm: GGU-STABILITY

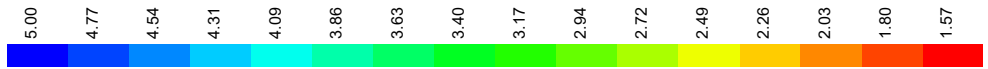
**Bemessungsschnitt QP 0+075**



**Tragwiderstandsbedingung A**  
 (wahrscheinliche Bedingungen)  
 Lastfall 1.1c: Dritteleinstant = 327,0 mNN

Boden	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
1	37,00	0,00	22,00	Frostschutz-/ Tragschicht
2	37,00	0,00	21,00	Schutzschicht
3	27,00	3,00	20,00	Dichtung
4	37,00	0,00	21,00	Dränfuß
5	35,00	0,00	21,00	Stützkörper
6	30,00	0,00	19,00	Decklage
7	32,50	0,00	21,00	Zwischenlage
8	35,00	0,00	21,00	Verwitterungszone
9	23,40	0,00	20,00	Geotex. Trennvlies

Nachweis Tragsicherheit nach DIN 19700-11:2004  
 Bemessungssituation BS I  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $r_{min} = 1,60 > 1,30$  (BS I)  
 $x_m = -33,43$  m  $y_m = 374,43$  m  
 $R = 51,32$  m  
 Datei: 19055-G2-Anlage 6.4a-WS-TBA-Dritteleinstant.boe



3,0

$p_v = 16,67$


Vollstau Zv = 333,0 mNN

1 : 3,0

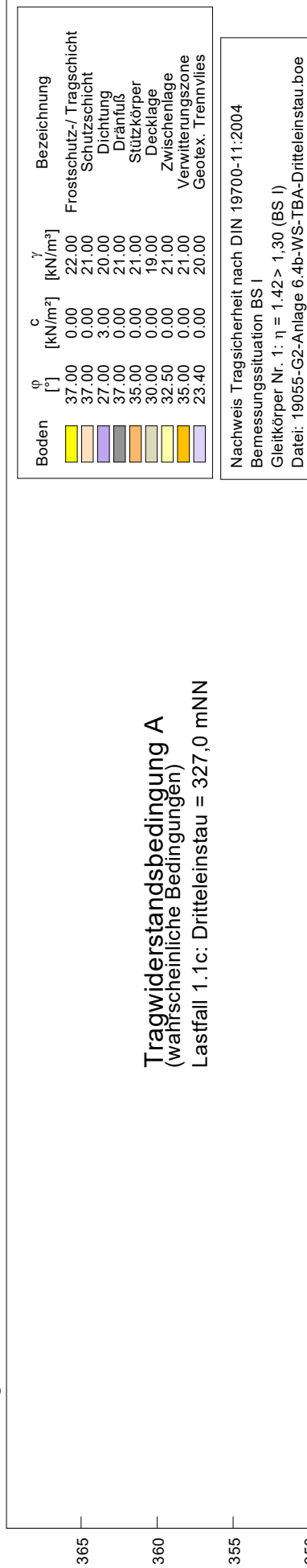
1 : 2,5

M 1:400



 <p style="font-size: small;">Ingenieurgruppe Geotechnik</p> <p style="font-size: x-small;">Lindenbergr. 12 74153 Künzelsau Tel: (0 71 42 93 91 - 0 Fax: (0 71 42 93 91 - 75)</p>	<h2 style="margin: 0;">Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)</h2> <p style="margin: 0;">Eberbächle, Gemarkung Au</p> <p style="margin: 0;">Verwaltungsgemeinschaft Hexental</p>	<p style="margin: 0;">Projekt-Nr.: 19055/K-S-Ki</p> <hr/> <p style="margin: 0;">Datum: Nov. 2022</p>
<h1 style="margin: 0;">Böschungsbruchberechnung</h1> <p style="margin: 0;">Polygonale Gleitflächen nach DIN 4084</p> <p style="font-size: x-small;">Programm: GGU-STABILITY</p>		

### Bemessungsschnitt QP 0+075



M 1:400



**Ingenieurgruppe Geotechnik**

**INGENIEURGRUPPE GEOTECHNIK**

Udenbergstr. 12  
 41525 Grefrath  
 Tel: (0 21 61) 93 91 - 0  
 Fax: (0 21 61) 93 91 - 75

**Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)**

**Eberbächle, Gemarkung Au**

**Verwaltungsgemeinschaft Hexental**

**Böschungsbruchberechnung**

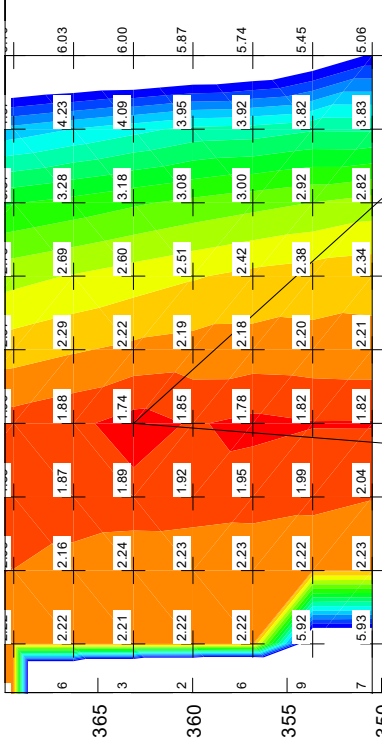
Kreisgleitflächen nach DIN 4084

Projekt-Nr.: 19055/K-S-Kf

Datum: Nov. 2022

Programm: GGU-STABILITY

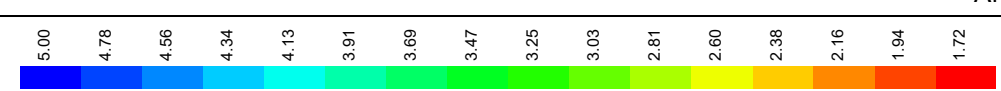
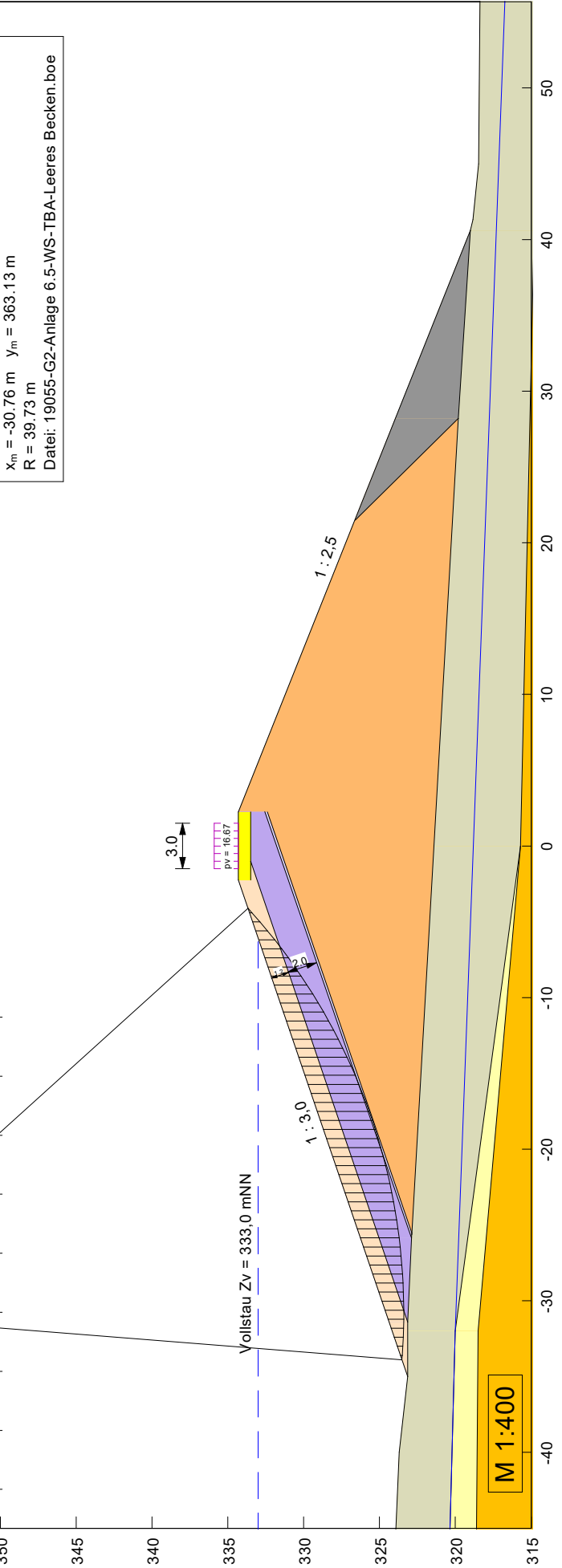
**Bemessungsschnitt QP 0+075**



**Tragwiderstandsbedingung A**  
(wahrscheinliche Bedingungen)  
Lastfall 1.2: Leeres Becken

Boden	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
1	37.00	0.00	22.00	Frostschutz-/ Tragschicht
2	37.00	0.00	21.00	Schutzschicht
3	27.00	3.00	20.00	Dichtung
4	37.00	0.00	21.00	Dränfuß
5	35.00	0.00	21.00	Stützkörper
6	30.00	0.00	19.00	Decklage
7	32.50	0.00	21.00	Zwischenlage
8	35.00	0.00	21.00	Verwitterungszone
9	23.40	0.00	20.00	Geotex. Trennvlies

Nachweis Tragfähigkeit nach DIN 19700-11:2004  
 Bemessungssituation BS I  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $r_{min} = 1.74 > 1.30$  (BS I)  
 $x_m = -30.76$  m  $y_m = 363.13$  m  
 $R = 39.73$  m  
 Datei: 19055-G2-Anlage 6.5-WS-TBA-Leeres Becken.boe



**Ingenieurgruppe Geotechnik**

**INGENIEUR GRUPPE GEOTECHNIK**

Uindenbergstr. 12  
 41564 Schenk  
 Tel: (0 21 24) 93 91-0  
 Fax: (0 21 24) 93 91-75

**Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)**

**Eberbächle, Gemarkung Au**

**Verwaltungsgemeinschaft Hexental**

**Böschungsbruchberechnung**

Kreisgleitflächen nach DIN 4084

Projekt-Nr.: 19055/K-S-Kf

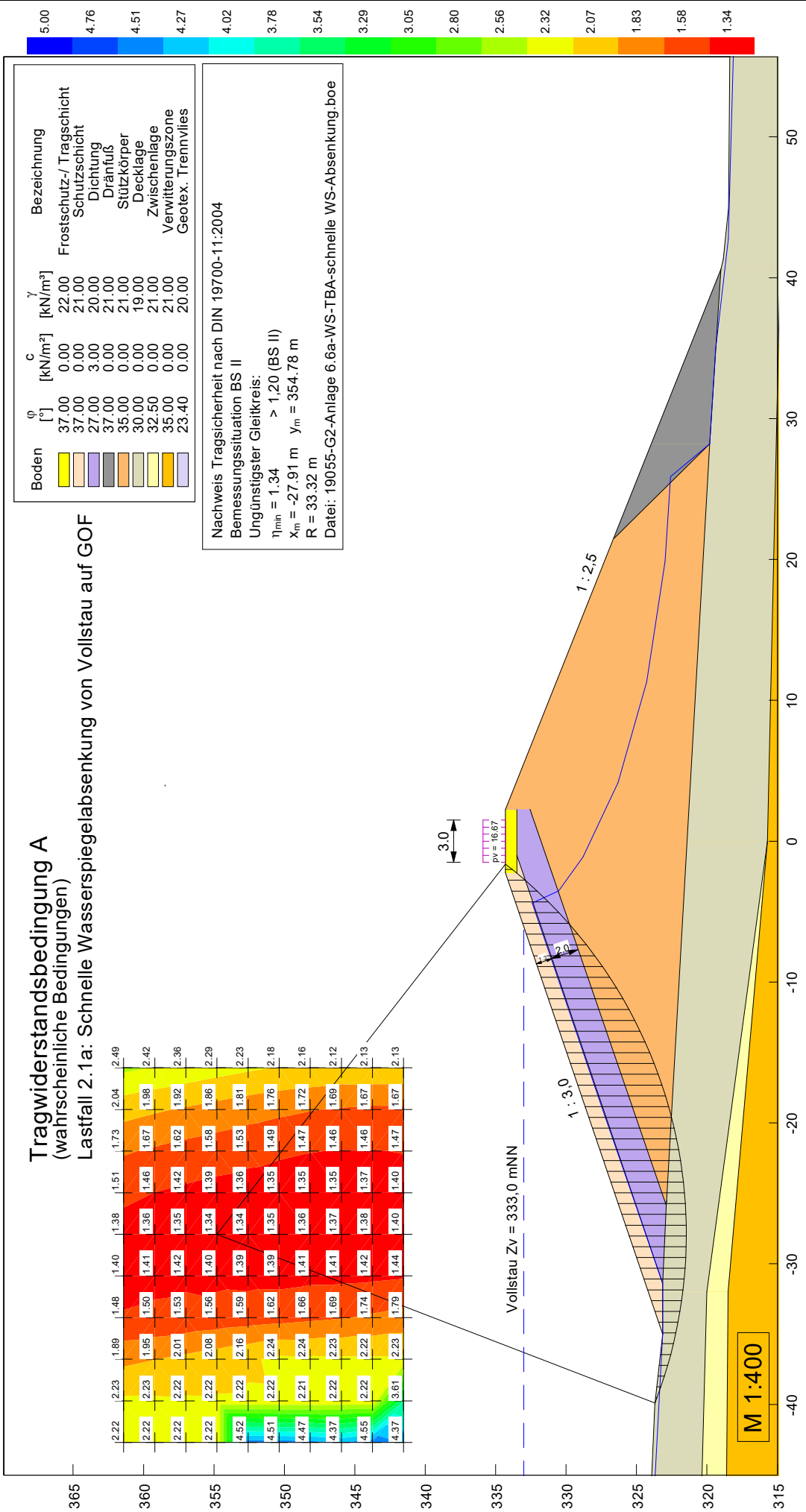
Datum: Nov. 2022

Programm: GGU-STABILITY

**Bemessungsschnitt QP 0+075**

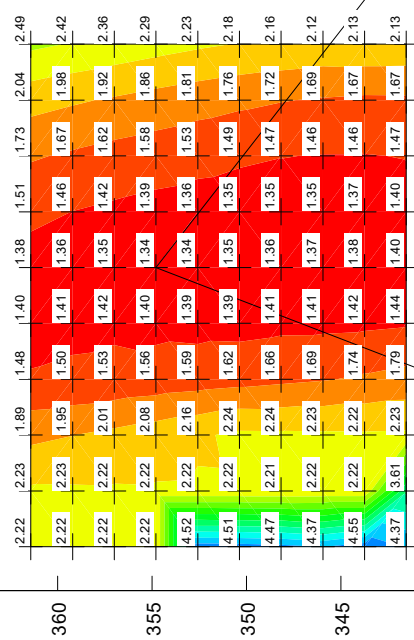
**Tragwiderstandsbedingung A**  
(wahrscheinliche Bedingungen)

**Lastfall 2.1a: Schnelle Wasserspiegelabsenkung von Vollstau auf GOF**



Boden	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	37.00	0.00	22.00	Frostschutz-/ Tragschicht
	37.00	0.00	21.00	Schutzschicht
	27.00	3.00	20.00	Dichtung
	37.00	0.00	21.00	Dränfuß
	35.00	0.00	21.00	Stützkörper
	30.00	0.00	19.00	Decklage
	32.50	0.00	21.00	Zwischenlage
	35.00	0.00	21.00	Verwitterungszone
	23.40	0.00	20.00	Geotex. Trennvlies


Nachweis Tragfähigkeit nach DIN 19700-11:2004  
 Bemessungssituation BS II  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\tau_{\min} = 1.34$   
 $x_m = -27.91 \text{ m}$   
 $y_m = 354.78 \text{ m}$   
 $R = 33.32 \text{ m}$   
 Datei: 19055-G2-Anlage 6.6a-WS-TBA-schnelle WS-Absenkung.boe



3.0  
 pv = 16.67

Vollstau  $Z_v = 333.0 \text{ mNN}$

M 1:400

 <p><b>INGENIEURGRUPPE GEOTECHNIK</b></p> <p>Uindenbergstr. 12 74153 Künzelsau Tel: (0 71 42 93 91 - 0 Fax: (0 71 42 93 91 - 75)</p>	<p><b>Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)</b> Eberbächle, Gemarkung Au Verwaltungsgemeinschaft Hexental</p>	<p>Projekt-Nr.: 19055/K-S-Kf</p> <hr/> <p>Datum: Nov. 2022</p>	<h2 style="margin: 0;">Böschungsbruchberechnung</h2> <p>Polygonale Gleitflächen nach DIN 4084</p> <p style="font-size: small;">Programm: GGU-STABILITY</p>
---	--	--	--

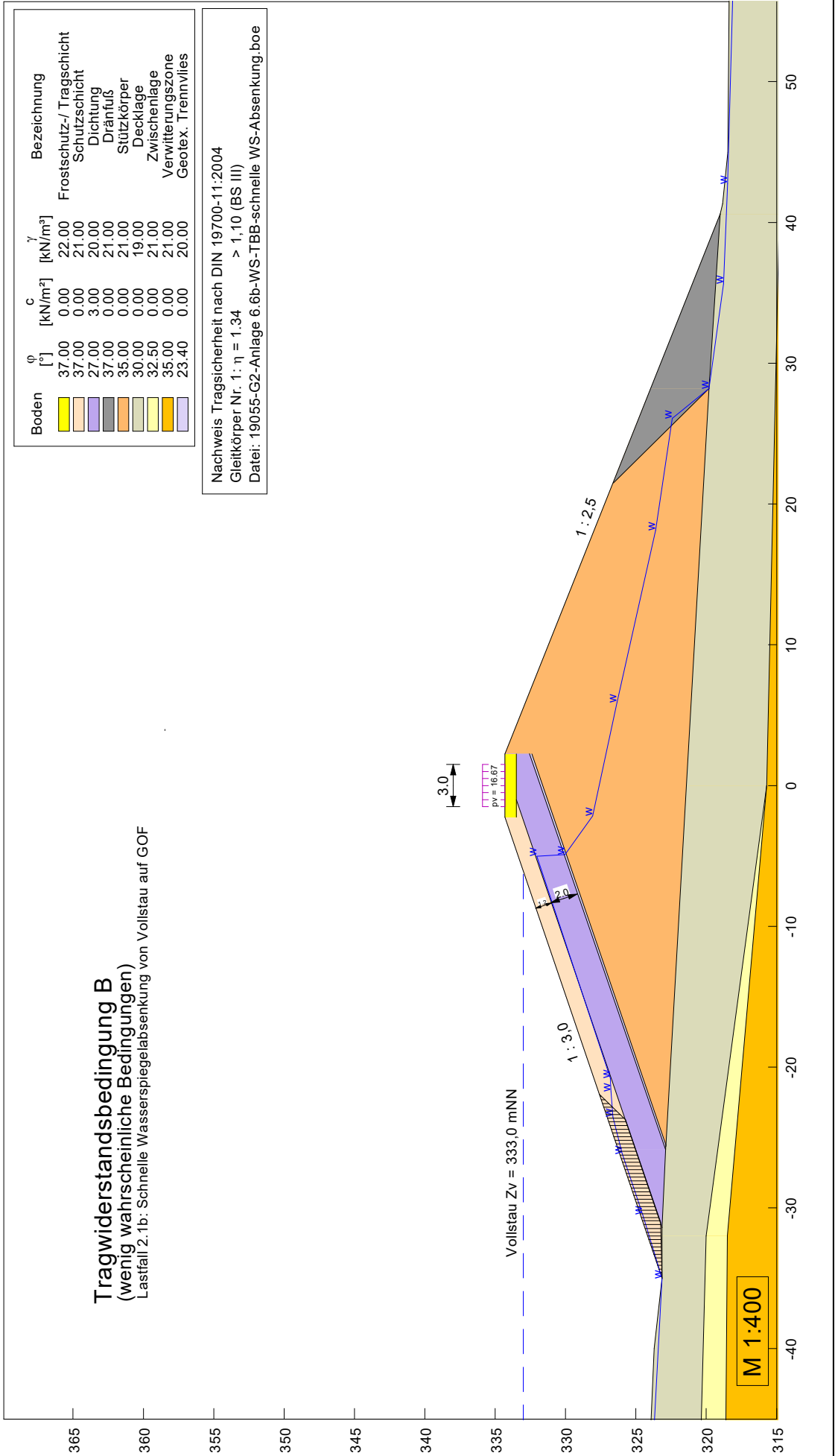
### Bemessungsschnitt QP 0+075


Boden	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	37.00	0.00	22.00	Frostschutz-/ Tragschicht
	37.00	0.00	21.00	Schutzschicht
	27.00	3.00	20.00	Dichtung
	37.00	0.00	21.00	Dränfuß
	35.00	0.00	21.00	Stützkörper
	30.00	0.00	19.00	Decklage
	32.50	0.00	21.00	Zwischenlage
	35.00	0.00	21.00	Verwitterungszone
	23.40	0.00	20.00	Geotex. Trennvlies

Nachweis Tragsicherheit nach DIN 19700-11:2004  
 Gleitkörper Nr. 1:  $\eta = 1.34 > 1, 10$  (BS III)  
 Datei: 19055-G2-Anlage 6.6b-WS-TBB-schnelle WS-Absenkung.boe

### Tragwiderstandsbedingung B (wenig wahrscheinliche Bedingungen)

Lastfall 2.1b: Schnelle Wasserspiegelabsenkung von Vollstau auf GOF

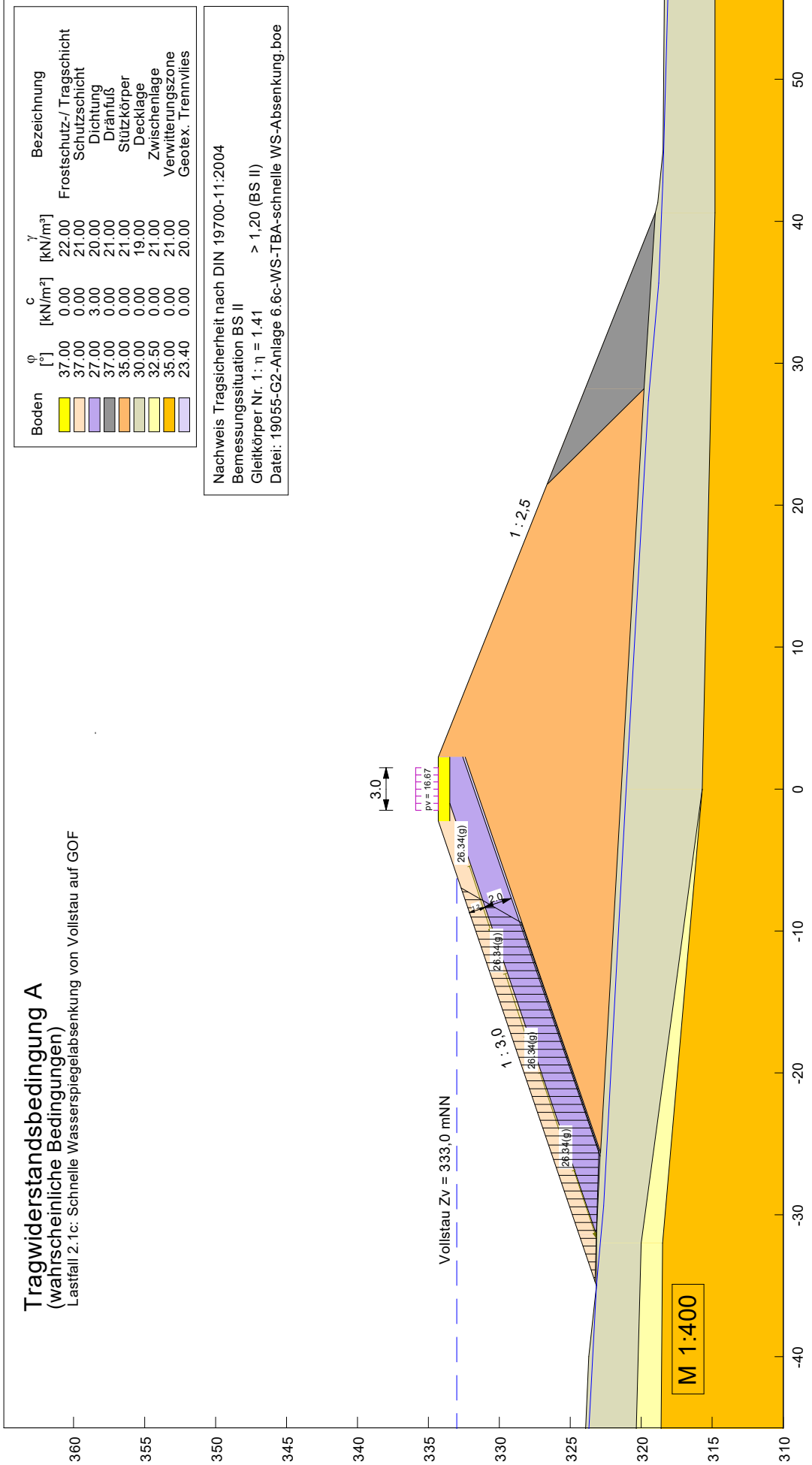


 <p>Ingenieurguppe Geotechnik</p> <p><b>INGENIEUR GRUPPE GEOTECHNIK</b></p> <p style="font-size: small;">Lindenbergrstr. 12 74156 Künzelsau Tel: (0 71 42 93 91 - 0 Fax: (0 71 42 93 91 - 75)</p>	<p><b>Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)</b> Eberbächle, Gemarkung Au Verwaltungsgemeinschaft Hexental</p>	<p>Projekt-Nr.: 19055/K-S-Kf</p> <hr/> <p>Datum: Nov. 2022</p>
<h2 style="margin: 0;">Böschungsberechnung</h2> <p style="margin: 0;">Polygonale Gleitflächen nach DIN 4084</p> <p style="margin: 0; font-size: small;">Programm: GGU-STABILITY</p>		

### Bemessungsschnitt QP 0+075

#### Tragwiderstandsbedingung A (wahrscheinliche Bedingungen)

Lastfall 2.1c: Schnelle Wasserspiegelabsenkung von Vollstau auf GOF



Boden	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	37.00	0.00	22.00	Frostschutz-/ Tragschicht
	37.00	0.00	21.00	Schutzschicht
	27.00	3.00	20.00	Dichtung
	37.00	0.00	21.00	Dränfuß
	35.00	0.00	21.00	Stützkörper
	30.00	0.00	19.00	Decklage
	32.50	0.00	21.00	Zwischenlage
	35.00	0.00	21.00	Verwitterungszone
	23.40	0.00	20.00	Geotex. Trennvlies

**Ingenieurgruppe Geotechnik**

**INGENIEURGRUPPE GEOTECHNIK**

Umländerstr. 12  
74153 Künzelsau  
Tel: (0 71 42) 93 91-0  
Fax: (0 71 42) 93 91-75

**Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)**

**Eberbächle, Gemarkung Au**

**Verwaltungsgemeinschaft Hexental**

**Böschungsbruchberechnung**

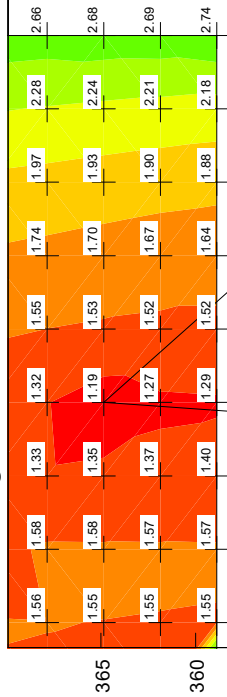
Kreisgleitflächen nach DIN 4084

Projekt-Nr.: 19055/K-S-Kf

Datum: Nov. 2022

Programm: GGU-STABILITY

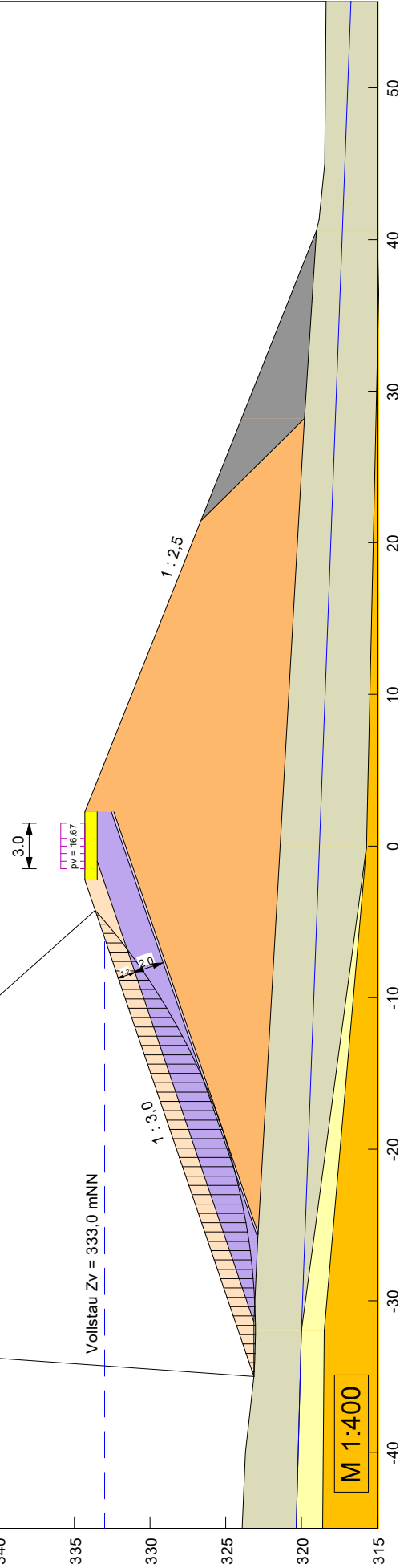
**Bemessungsschnitt QP 0+075**




**Tragwiderstandsbedingung A**  
(wahrscheinliche Bedingungen)  
Lastfall 3.2: Bemessungserdbeben

Boden	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	37.00	0.00	22.00	Frostschutz-/ Tragschicht
	37.00	0.00	21.00	Schutzschicht
	27.00	3.00	20.00	Dichtung
	37.00	0.00	21.00	Dränfuß
	35.00	0.00	21.00	Stützkörper
	30.00	0.00	19.00	Decklage
	32.50	0.00	21.00	Zwischenlage
	35.00	0.00	21.00	Verwitterungszone
	23.40	0.00	20.00	Geotex. Trennvlies

Nachweis Tragfähigkeit nach DIN 19700-11:2004  
 Bemessungssituation BS III  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $r_{\min} = 1.19 > 1.10$  (BS III)  
 $x_m = -32.03$  m  $y_m = 364.85$  m  
 $R = 41.81$  m  
 Erdbeben:  
 horizontal  $k_h = a_h/g = 0.1270$   
 vertikal  $k_v = a_v/g = 0.0000$   
 Datei: 19055-G2-Anlage 6.7a-WS-TBA-Bemessungserdbeben.boe



 <p><b>INGENIEURGRUPPE GEOTECHNIK</b></p> <p>Udenbergsstr. 12 74153 Künzelsau Tel: (0 71 41) 93 911-0 Fax: (0 71 41) 93 911-75</p>	<p><b>Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)</b> Eberbächle, Gemarkung Au Verwaltungsgemeinschaft Hexental</p>	<p>Projekt-Nr.: 19055/K-S-Kf</p> <hr/> <p>Datum: Nov. 2022</p>	<h2 style="margin: 0;">Böschungsberechnung</h2> <p style="margin: 0;">Kreisgleitflächen nach DIN 4084</p> <p style="margin: 0; font-size: small;">Programm: GGU-STABILITY</p>
---	--	--	---

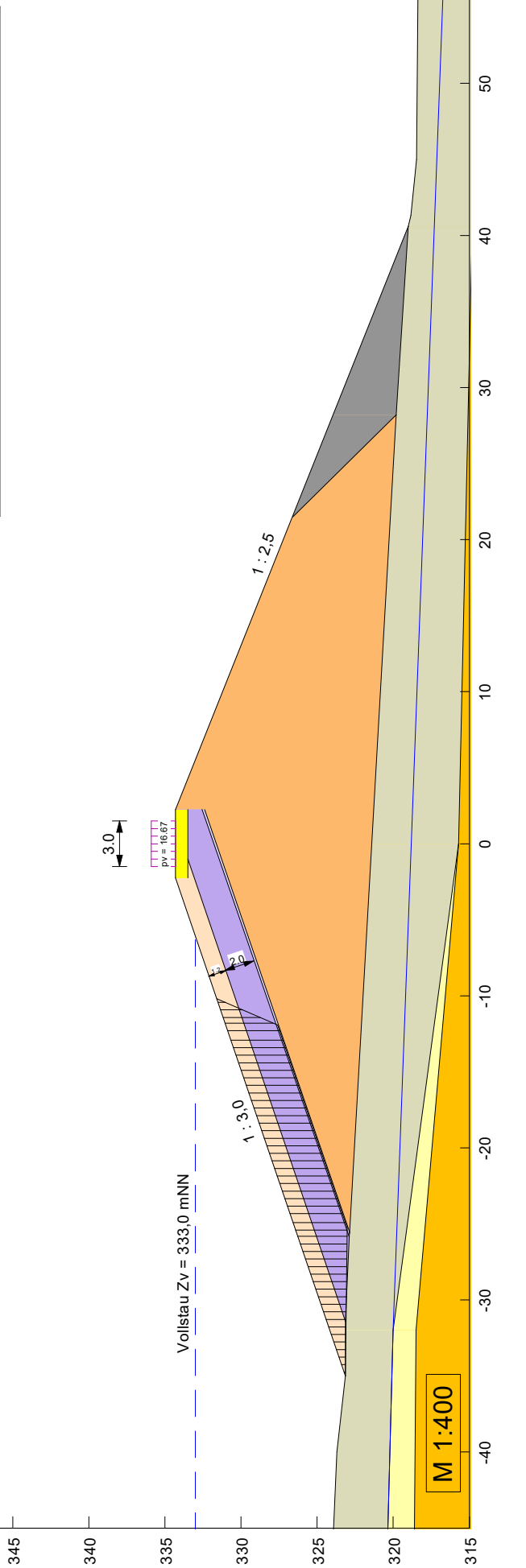
### Bemessungsschnitt QP 0+075

#### Tragwiderstandsbedingung A (wahrscheinliche Bedingungen)

Lastfall 3.2: Bemessungserdbeben

Boden	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	37.00	0.00	22.00	Frostschutz-/ Tragschicht
	37.00	0.00	21.00	Schutzschicht
	27.00	3.00	20.00	Dichtung
	37.00	0.00	21.00	Dränfuß
	35.00	0.00	21.00	Stützkörper
	30.00	0.00	19.00	Decklage
	32.50	0.00	21.00	Zwischenlage
	35.00	0.00	21.00	Verwitterungszone
	23.40	0.00	20.00	Geotex. Trennvlies

Nachweis Tragfähigkeit nach DIN 19700-11:2004  
 Bemessungssituation BS III  
 Erdbeben:  
 horizontal  $k_h = a_h/g = 0.1270$   
 vertikal  $k_v = a_v/g = 0.0000$   
 Gleitkörper Nr. 1:  $\eta = 1.12 >= 1.10$  (BS III)  
 Datei: 19055-G2-Anlage 6.7b-WS-TBA-Bemessungserdbeben.boe



Ingenieurgruppe  
Geotechnik

**INGENIEURGRUPPE GEOTECHNIK**

Unterbergstr. 12  
74153 Künzelsau  
Tel: (0 71 42) 93 91 - 0  
Fax: (0 71 42) 93 91 - 75

## Böschungsbruchberechnung

Kreisgleitflächen nach DIN 4084

Projekt-Nr.: 19055/K-S-Kf

Datum: Nov. 2022

Programm: GGU-STABILITY

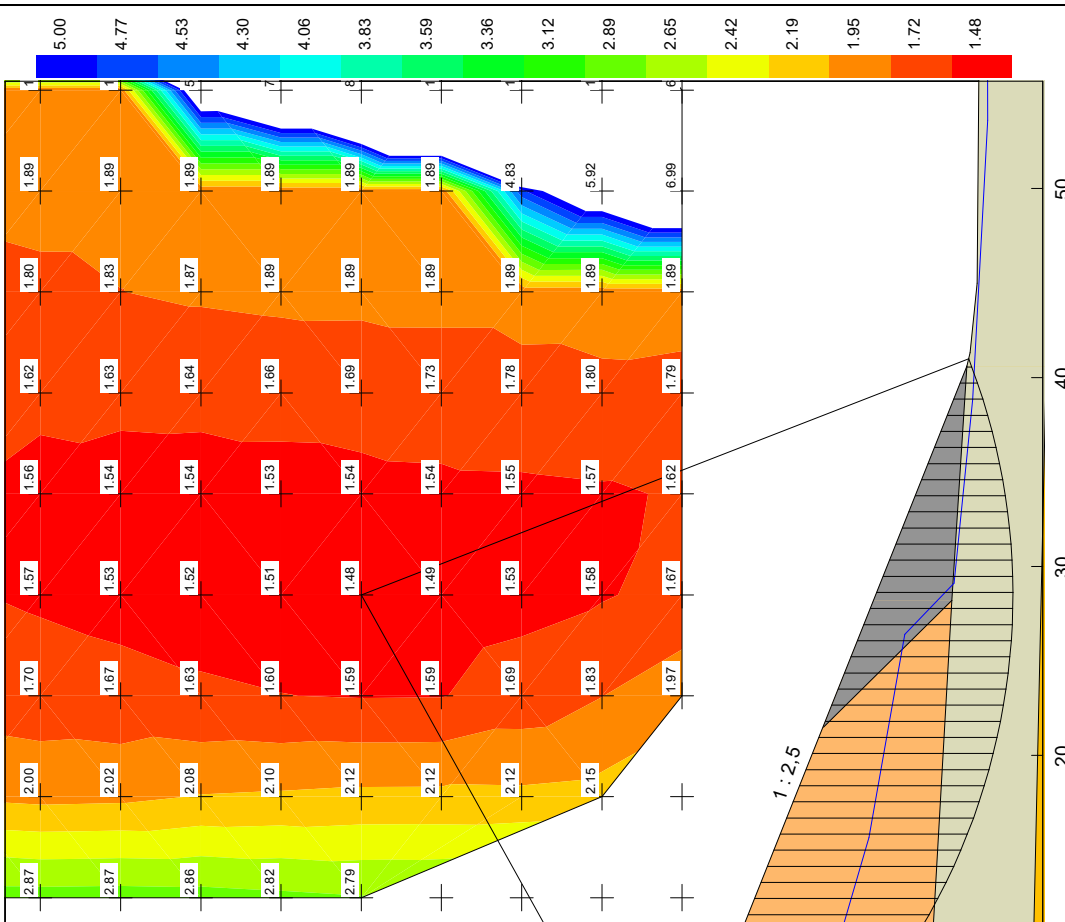
**Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)**  
Eberbächle, Gemarkung Au  
Verwaltungsgemeinschaft Hexental

### Bemessungsschnitt QP 0+075

Boden	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	37.00	0.00	22.00	Frostschutz-/ Tragschicht
	37.00	0.00	21.00	Schutzschicht
	27.00	3.00	20.00	Dichtung
	37.00	0.00	21.00	Dränfuß
	35.00	0.00	21.00	Stützkörper
	30.00	0.00	19.00	Decklage
	32.50	0.00	21.00	Zwischenlage
	35.00	0.00	21.00	Verwitterungzone
	23.40	0.00	20.00	Geotex. Trennvlies

Nachweis Tragicherheit nach DIN 19700-11:2004  
 Bemessungssituation BS I  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\eta_{\min} = 1.48 > 1.30$  (BS I)  
 $x_m = 28.50$  m  $y_m = 351.07$  m  
 $R = 34.49$  m  
 Datei: 19055-G2-Anlage 6.8-LS-TBA-Vollstau.boe

**Tragwiderstandsbedingung A**  
 (wahrscheinliche Bedingungen)  
 Lastfall 1.1a: Vollstau  $Z_v = 333.0$  mNN



Vollstau  $Z_v = 333.0$  mNN

M 1:400

Ingenieurgruppe  
Geotechnik

**INGENIEURGRUPPE GEOTECHNIK**

Undenbergsstr. 12  
41564 Scherz  
Tel: (0 21 23) 93 91 - 0  
Fax: (0 21 23) 93 91 - 75

**Böschungsbruchberechnung**

Kreisgleitflächen nach DIN 4084

Projekt-Nr.: 19055/K-S-Kf

Datum: Nov. 2022

Programmi: GGU-STABILITY

**Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)**

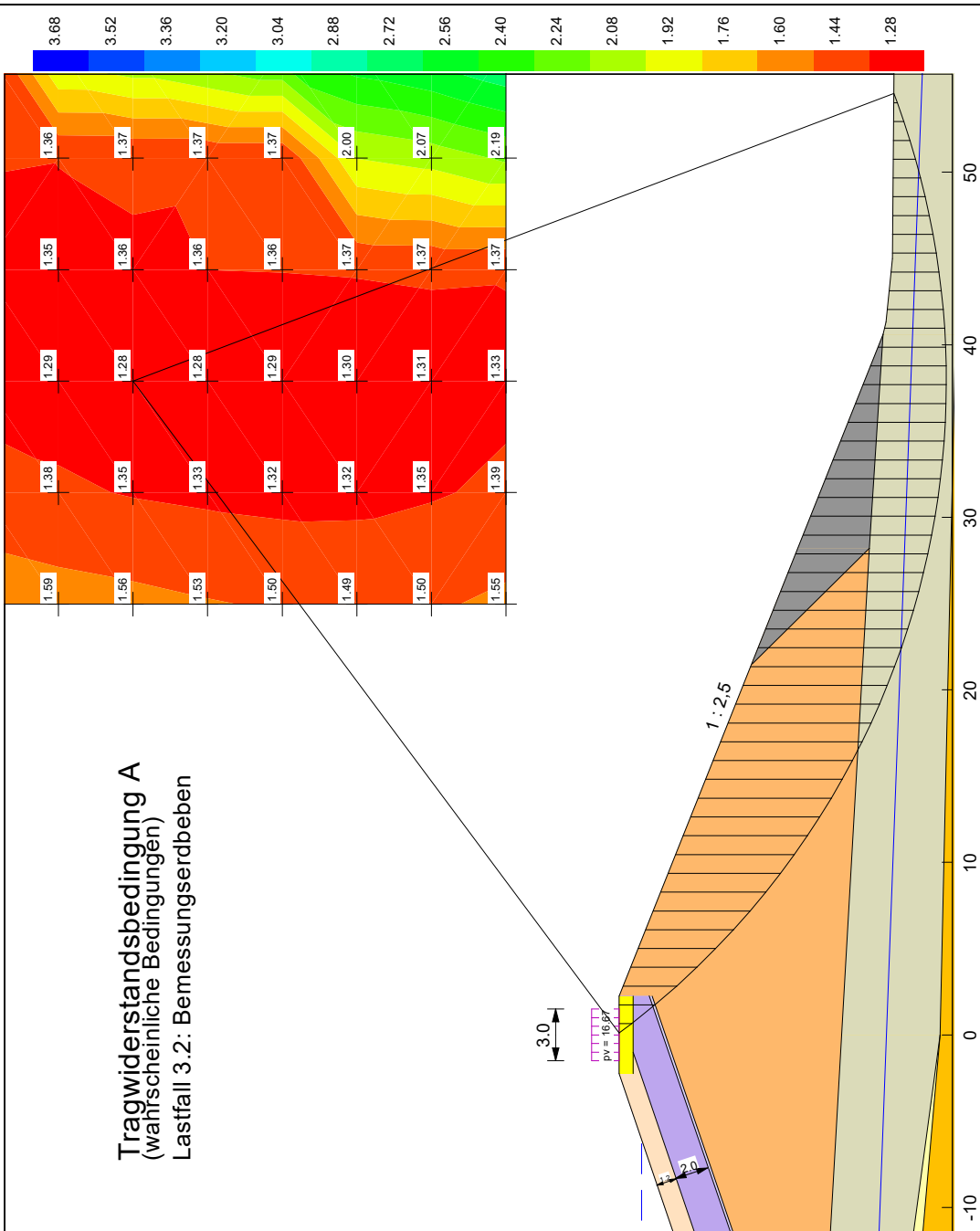
**Eberbächle, Gemarkung Au**

**Verwaltungsgemeinschaft Hexental**

**Bemessungsschnitt QP 0+075**

Boden	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	37.00	0.00	22.00	Frostschutz-/ Tragschicht
	37.00	0.00	21.00	Schutzschicht
	27.00	3.00	20.00	Dichtung
	37.00	0.00	21.00	Dränfuß
	35.00	0.00	21.00	Stützkörper
	30.00	0.00	19.00	Decklage
	32.50	0.00	21.00	Zwischenlage
	35.00	0.00	21.00	Verwitterungszone
	23.40	0.00	20.00	Geotex. Trennvlies

Nachweis Tragsicherheit nach DIN 19700-11:2004  
 Bemessungssituation BS III  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\eta_{min} = 1.28 > 1.10$  (BS III)  
 $x_m = 37.89$  m  $y_m = 362.48$  m  
 $R = 47.14$  m  
 Erdbeben:  
 horizontal  $k_h = a_h/g = 0.1270$   
 vertikal  $k_v = a_v/g = 0.0000$   
 Datei: 19055-G2-Anlage 6.9-L-S-TBA-Bemessungserdbeben.boe



M 1:400



**Ingenieurgruppe**  
Geotechnik

**INGENIEUR GRUPPE GEOTECHNIK**  
Lindenbergrstr. 12  
41550 Uckermark  
Tel: (0 76 61) 93 91-0  
Fax: (0 76 61) 93 91-75

**Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)**  
Eberbächle, Gemarkung Au  
Verwaltungsgemeinschaft Hexental

**Böschungsbruchberechnung**  
Kreisgleitflächen nach DIN 4084

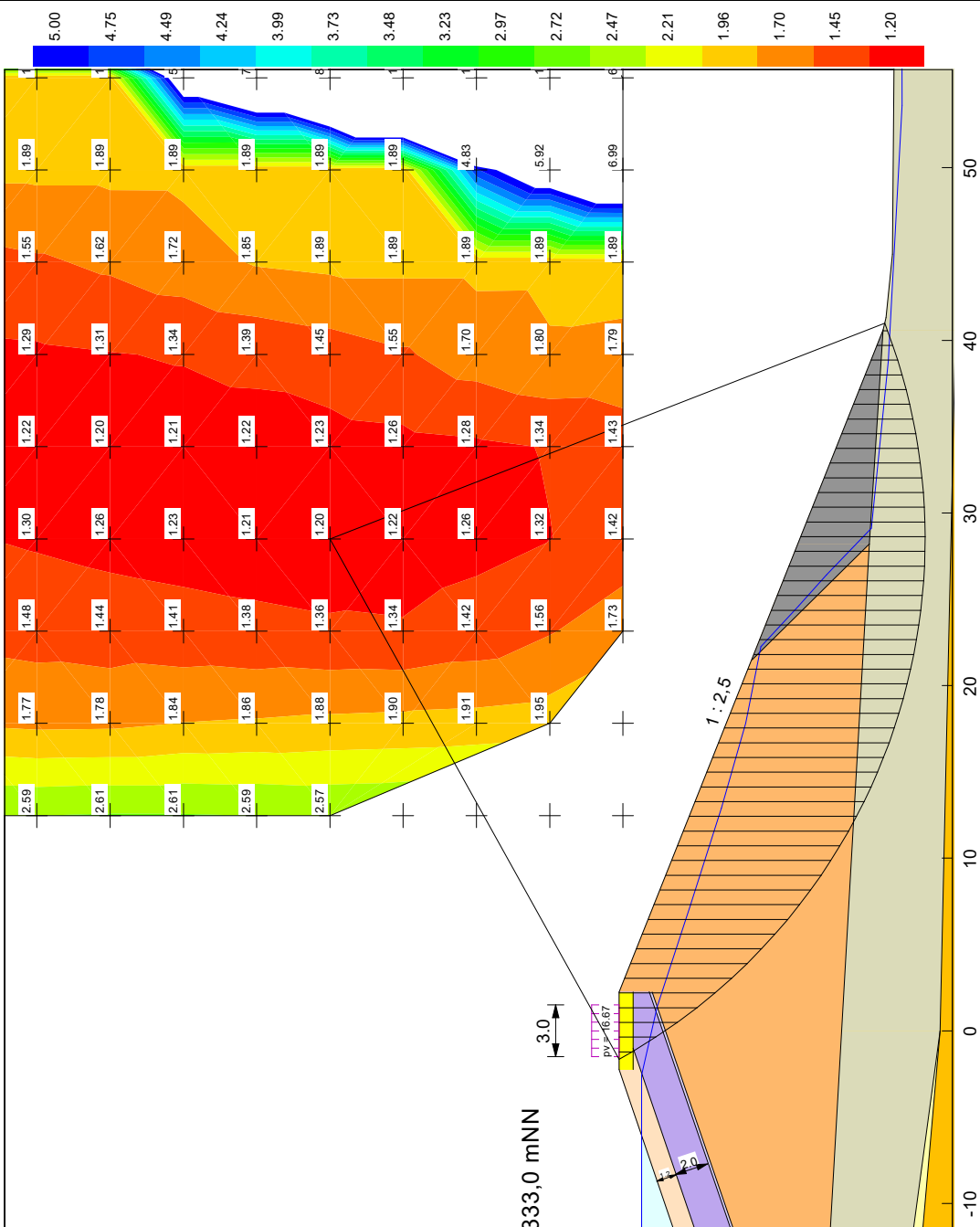
Projekt-Nr.: 19055/K-S-Ki  
Datum: Nov. 2022

Programm: GGU-STABILITY

**Bemessungsschnitt QP 0+075**

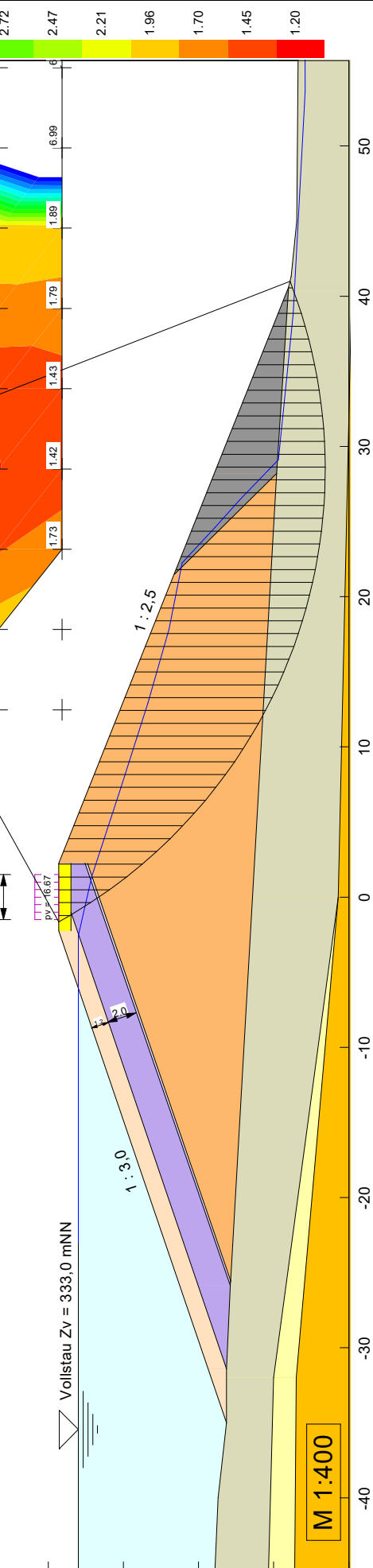
Boden	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Yellow]	37.00	0.00	22.00	Frostschutz-/ Tragschicht
[Light Orange]	37.00	0.00	21.00	Schutzschicht
[Light Green]	27.00	3.00	20.00	Dichtung
[Light Blue]	37.00	0.00	21.00	Dränfuß
[Light Purple]	35.00	0.00	21.00	Stützkörper
[Light Yellow]	30.00	0.00	19.00	Decklage
[Light Orange]	32.50	0.00	21.00	Zwischenlage
[Light Green]	35.00	0.00	21.00	Verwitterungszone
[Light Blue]	22.20	0.00	20.00	Geotex. Trennvlies

Nachweis Tragsicherheit nach DIN 19700-11:2004  
 Bemessungssituation BS III  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\eta_{\min} = 1.20 > 1.10$  (BS III)  
 $x_m = 28.50$  m  $y_m = 351.07$  m  
 $R = 34.49$  m  
 Datei: 19055-G2-Anlage 6.10-LS-TBC-Ausfall der Dichtung.boe

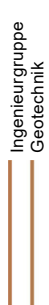


**Tragwiderstandsbedingung C**  
(unwahrscheinliche Bedingungen)

Lastfall 1.1: Ausfall der Dichtung bei Vollstau  $Z_v = 333,0$  mNN



M 1:400

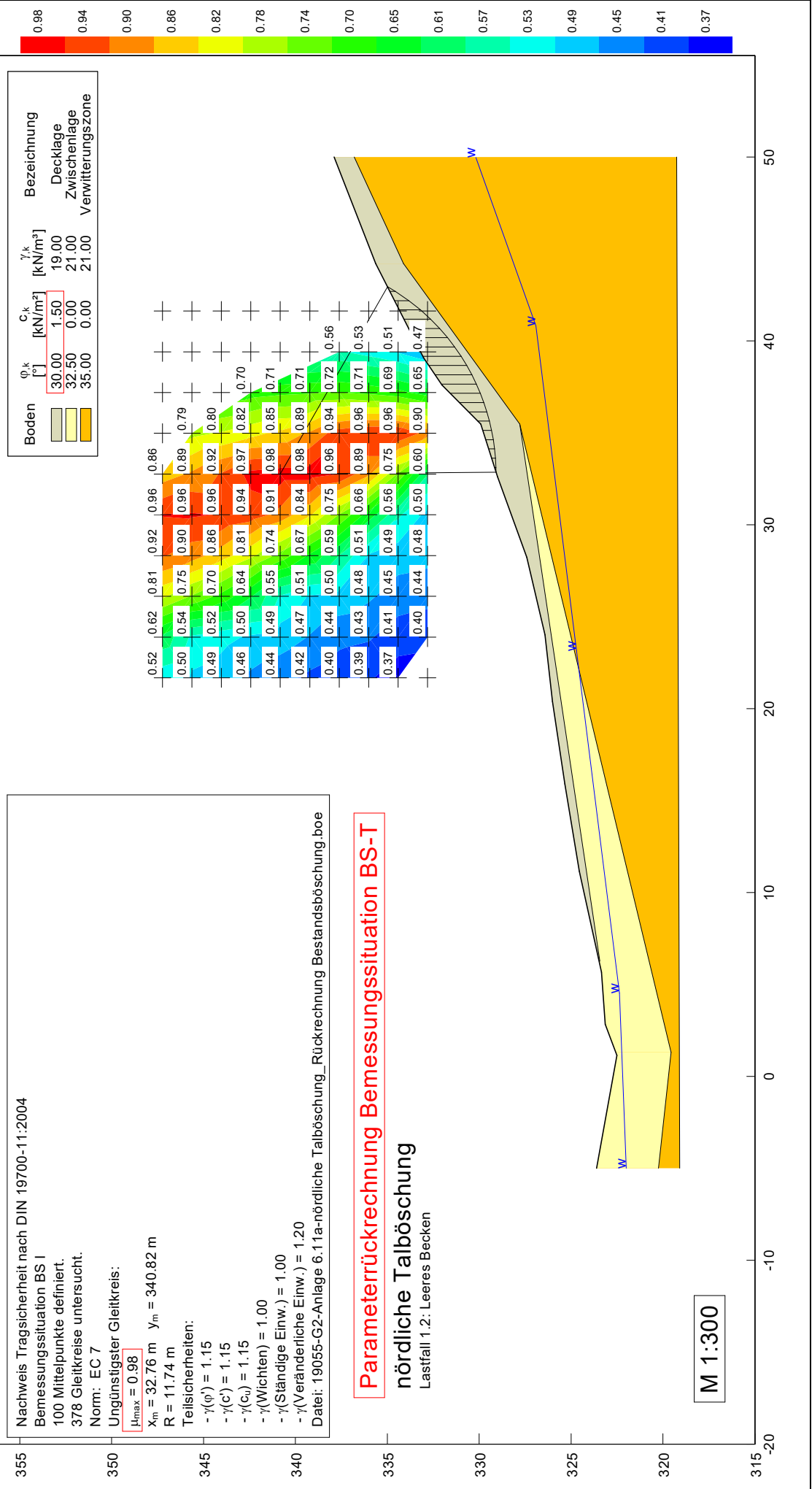
 <b>INGENIEURGRUPPE GEOTECHNIK</b> <small>Undenbergsstr. 12 7430 Metzingen Tel: (0 71 43) 93 91 - 0 Fax: (0 71 43) 93 91 - 75</small>	<b>Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)</b> Eberbächle, Gemarkung Au Verwaltungsgemeinschaft Hexental	<b>Böschungsbruchberechnung</b> <small>Kreisgleitflächen nach DIN 4084                  Programm: GGU-STABILITY</small>
Projekt-Nr.: 19055/K-S-Ki Datum: Nov. 2022		

Nachweis Tragsicherheit nach DIN 19700-11:2004  
 Bemessungssituation BS I  
 100 Mittelpunkte definiert.  
 378 Gleitkreise untersucht.  
 Norm: EC 7  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\lambda_{max} = 0.98$   
 $x_m = 32.76 \text{ m}$     $y_m = 340.82 \text{ m}$   
 $R = 11.74 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 $-\gamma(\varphi) = 1.15$   
 $-\gamma(c) = 1.15$   
 $-\gamma(c_u) = 1.15$   
 $-\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 $-\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 $-\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$   
 Datei: 19055-G2-Anlage 6.11a-nördliche Talböschung\_Rückrechnung Bestandsböschung.boe

**Parameterrückrechnung Bemessungssituation BS-T**

**nördliche Talböschung**  
 Lastfall 1.2: Leeres Becken



M 1:300

**Ingenieurgruppe**  
Geotechnik

**INGENIEURGRUPPE GEOTECHNIK**  
Lindenbergr. 12  
74153 Künzelsau  
Tel: (0 71 41) 93 91-0  
Fax: (0 71 41) 93 91-75

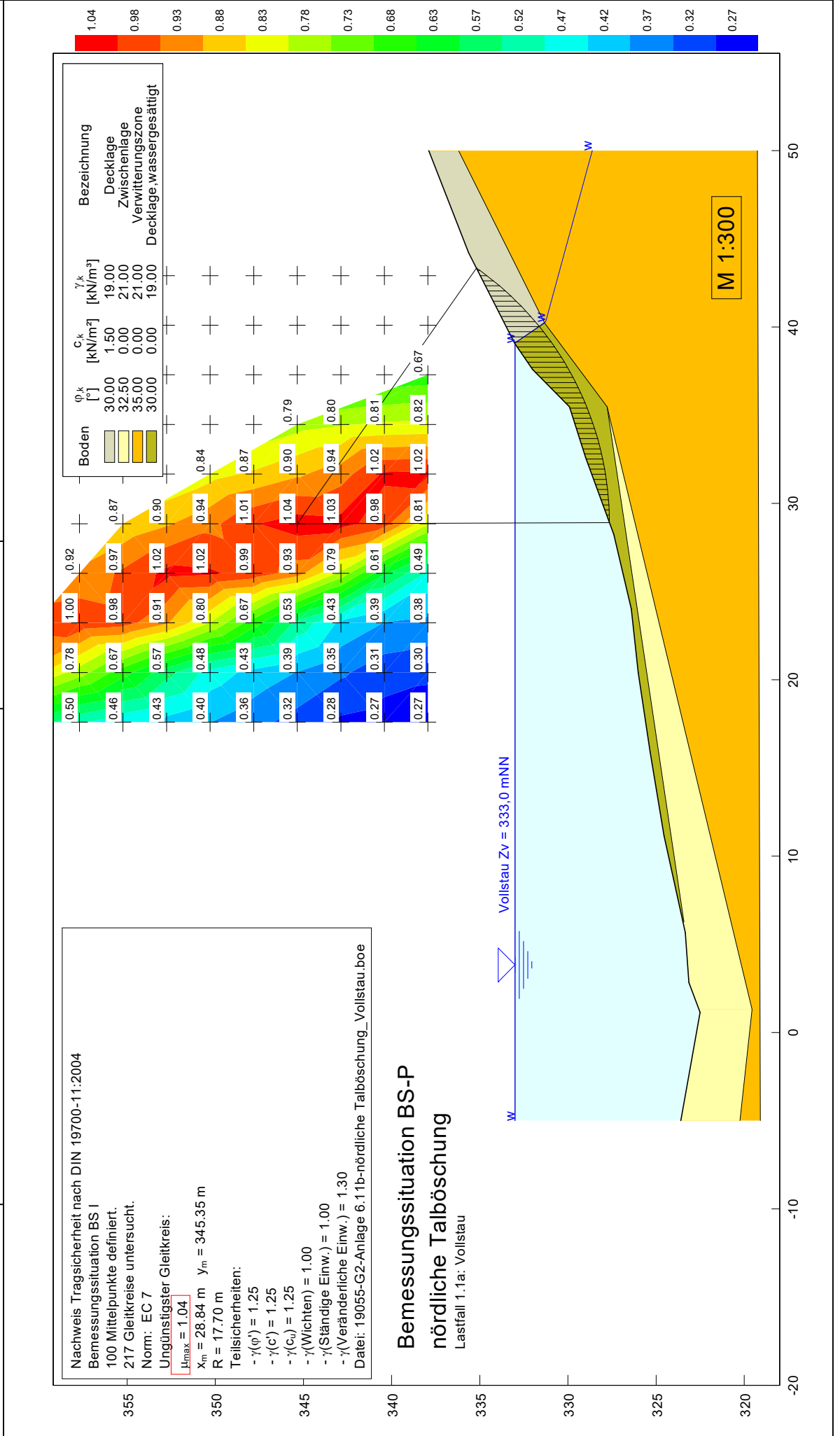
**Neubau Hochwasserrückhaltebecken (HRB)**  
Eberbächle, Gemarkung Au  
Verwaltungsgemeinschaft Hexental

**Böschungsbruchberechnung**

Kreisgleitflächen nach DIN 4084  
Programm: GGU-STABILITY

Projekt-Nr.: 19055/K-S-Ki

Datum: Nov. 2022



**Bohrmeter 0,0 bis 8,0 m**



0,0 bis  
1,0 m

1,0 bis  
2,0 m

2,0 bis  
3,0 m

3,0 bis  
4,0 m

4,0 bis  
5,0 m

5,0 bis  
6,0 m

6,0 bis  
7,0 m

7,0 bis  
8,0 m

**Bohrmeter 0,0 bis 8,0 m**



0,0 bis  
1,0 m

1,0 bis  
2,0 m

2,0 bis  
3,0 m

3,0 bis  
4,0 m

4,0 bis  
5,0 m

5,0 bis  
6,0 m

6,0 bis  
7,0 m

7,0 bis  
8,0 m

**Bohrmeter 0,0 bis 8,0 m**



0,0 bis  
1,0 m

1,0 bis  
2,0 m

2,0 bis  
3,0 m

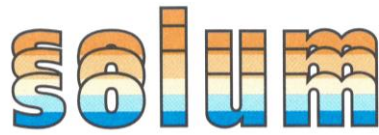
3,0 bis  
4,0 m

4,0 bis  
5,0 m

5,0 bis  
6,0 m

6,0 bis  
7,0 m

7,0 bis  
8,0 m



**büro für boden + geologie**

## **Anhang A**

Unterlagen zur orientierenden Schadstoffuntersuchung (Aufsteller: solum, büro für boden + geologie, Freiburg i. Br.)

Anlage A1: Probenzusammenstellung

Anlage A2: Tabellen zu den Schadstoffgehalten

Anlage A3: Abfallrechtliche Bewertung der Analyseproben

Anlage A4: Umweltrechtliche Bewertung der Analyseproben

Anlage A5: Prüfbericht AR-22-NO-004329-01 (Eurofins Umwelt Südwest GmbH)

## Anlage A1: Probenzusammenstellung

**Tabelle 1:** Probenmanagement (Verzeichnis der Analyseproben)

Homogenbereich	Material	Probe	Tiefe [m]	Einzelproben / Tiefe [m]	Analysenumfang
Oberboden	Schluff, schwach sandig, schwach tonig	MP1-bo	0,00-0,10	BK1-1: 0,00-0,10 BK2-1: 0,00-0,10 SCH1: 0,00-0,10 SCH2: 0,00-0,10 SCH3: 0,00-0,10	PAK, Arsen, Schwermetalle, pH-Wert
Decklage	Schluff, sandig, schwach tonig	MP2-dl	0,30-0,70	BK3-1: 0,50-0,70 SCH1: 0,30-0,40	Arsen, Schwermetalle
Zwischenlage	Kies, sandig	MP3-zi	0,40-3,40	BK2-2: 0,40-0,60 BK2-3: 3,20-3,40 SCH1: 0,70-0,80 SCH1: 1,20-1,40 SCH2: 0,60-0,80 SCH2: 2,20-2,30	Arsen, Schwermetalle
Verwitterungszone	Kies, sandig	MP4-vz	2,20-3,60	SCH5: 2,20-2,30 SCH5: 3,50-3,60	Arsen, Schwermetalle
Auffüllung	Schluff, sandig	MP5-a	0,30-0,40	SCH5: 0,30-0,40	PAK, Arsen, Schwermetalle



## Anlage A2: Tabellen zu den Schadstoffgehalten

**Tabelle 2:** Schadstoffgehalte im Feststoff [mg/kg], VwV Boden Teil 1

Probe	Bodenart <sup>4</sup>	pH	As	Pb	Cd	Cr ges.	Cu	Ni	Hg	Zn	Tl
MP1-bo	U	5,9	9,2	34	< 0,2	44	20	26	< 0,07	92	-
MP2-dl	U	-	5,1	29	< 0,2	45	19	26	< 0,07	72	-
MP3-zl	S	-	8,9	13	< 0,2	39	25	25	< 0,07	67	-
MP4-vz	S	-	2,2	16	< 0,2	59	27	33	< 0,07	93	-
MP5-a	U	-	4,7	135	< 0,2	64	47	36	< 0,07	94	-
<b>VwV Boden (2007) Zuordnungswerte</b>											
Z0 Sand (S)			10	40	0,4	30	20	15	0,1	60	0,4
Z0 Lehm/Schluff (L/U)			15	70	1,0	60	40	50	0,5	150	0,7
Z0 Ton (T)			20	100	1,5	100	60	70	1,0	200	1,0
Z0*IIIA			15/20 <sup>3</sup>	100	1	100	60	70	1,0	200	0,7
Z0*			15/20 <sup>3</sup>	140	1	120	80	100	1,0	300	0,7
Z1.1			45	210	3,0	180	120	150	1,5	450	2,1
Z1.2			45	210	3,0	180	120	150	1,5	450	2,1
Z2			150	700	10	600	400	500	5	1.500	7

**Tabelle 3:** Schadstoffgehalte im Feststoff [mg/kg], VwV Boden Teil 2

Probe	Humus <sup>4</sup>	PAK <sub>16</sub>	Benzo(a)pyren	MKW C10-22	MKW C10-40	BTEX	LHKW	EOX	PCB <sub>6</sub>	Cyanid (ges)
MP1-bo	<8%	0,24	<0,05	-	-	-	-	-	-	-
MP5-a	<8%	n.b.	<0,05	-	-	-	-	-	-	-
<b>VwV Boden (2007) Zuordnungswerte</b>										
Z0 Sand/ Lehm/ Schluff/ Ton		3	0,3	100	-	1	1	1	0,05	-
Z0*IIIA		3	0,3	100	-	1	1	1	0,05	-
Z0*		3	0,6	200	400	1	1	1	0,1	-
Z1.1		3	0,9	300	600	1	1	3	0,15	3
Z1.2		9	0,9	300	600	1	1	3	0,15	3
Z2		30	3	1.000	2.000	1	1	10	0,5	10

**Tabelle 4:** Erläuterungen zu den Tabellen „Schadstoffgehalte im Feststoff/ Eluat“ nach VwV Boden

Abkürzung/ Hochzahl	Erläuterung
P/ MP/ PP	Einzelprobe/ Mischprobe/ Prüfprobe
-	Es wird kein Zuordnungswert angegeben/ Analyse nicht durchgeführt
<BG	Wert liegt unter der Bestimmungsgrenze
<sup>1</sup>	Eine Überschreitung dieser Parameter allein ist kein Ausschlusskriterium.
<sup>2</sup>	Auf die Öffnungsklausel in Nr. 6.3 wird besonders hingewiesen. Bei großflächigen Verwertungen von Bodenmaterialien mit mehr als 20 mg/l Sulfat im Eluat sind in Gebieten ohne geogen erhöhte Sulfatgehalte im Grundwasser grundwassereinzugsbezogene Frachtbetrachtungen anzustellen.
<sup>3</sup>	Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.
<sup>4</sup>	Schätzwert
n.b.	Nicht berechenbar, da alle Werte < Bestimmungsgrenze

**Tabelle 5:** Vorsorge- und Prüfwerte (WP Boden- Mensch) nach BBodSchV im Feststoff [mg/kg] Teil 1

Probe	Bodenart <sup>6</sup>	pH <sup>3</sup>	As	Pb	Cd	Cr ges.	Cu	Ni	Hg	Zn	Cyanid (ges)
MP1-bo	U	5,9	9,2	34	< 0,2	44	20	26	< 0,07	92	-
<b>BBodSchV(1999)</b>											
Vorsorgewerte <sup>1</sup> Sand (S) <sup>2</sup>			-	40	0,4	30	20	15	0,1	60	-
Vorsorgewerte <sup>1</sup> Schluff/Lehm (U/L)			-	70	1	60	40	50	0,5	150	-
Vorsorgewerte <sup>1</sup> Ton (T)			-	100	1,5	100	60	70	1	200	-
Böden mit naturbedingt und großflächig siedlungsbedingt erhöhten Hintergrundgehalten			Unbedenklich, soweit eine Freisetzung der Schadstoffe oder zusätzliche Einträge nach §9 Abs. 2 und 3 der BBodSchV Boden keine nachteiligen Auswirkungen auf die Bodenfunktionen erwarten lassen.								
Prüfwert Kinderspielfläche			25	200	10 <sup>5</sup>	200	-	70	-	10	50
Prüfwert Wohngebiet			50	400	20 <sup>5</sup>	400	-	140	-	20	50
Prüfwert Park- und Freizeitfläche			125	1000	50	1000	-	350	-	50	50
Prüfwert Gewerbefläche			140	2000	60	1000	-	900	-	80	100

**Tabelle 6:** Vorsorge- und Prüfwerte (WP Boden- Mensch) nach BBodSchV im Feststoff [mg/kg] Teil 2

Probe	Humusgehalt <sup>4,8</sup> [%]	PAK <sub>16</sub>	Benzo(a)pyren	PCB <sub>6</sub> <sup>5</sup>	Aldrin	DDT	Hexachlorbenzol
MP1-bo	<8%	0,24	<0,05	-	-	-	-
<b>BBodSchV(1999)</b>							
Vorsorgewerte <sup>1</sup> Humusgehalt < 8% / >8%		3 / 10	0,3 / 1	0,05 / 0,1	-	-	-
Prüfwert Kinderspielfläche		-	2	0,4	2	40	4
Prüfwert Wohngebiet		-	4	0,8	4	80	8
Prüfwert Park- und Freizeitfläche		-	10	2	10	200	20
Prüfwert Gewerbefläche		-	12	40	-	-	200

**Tabelle 7:** Erläuterungen zu den Tabellen „Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte“ nach BBodSchV

Abkürzung/ Hochzahl	Erläuterung
P/ MP/ PP	Einzelprobe/ Mischprobe/ Prüfprobe
-	Es wird kein Vorsorge-, Prüf- oder Maßnahmenwert angegeben /Analyse nicht ausgeführt
<BG	Wert liegt unter der Bestimmungsgrenze
<sup>1</sup>	Die Vorsorgewerte werden nach den Hauptbodenarten gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung, 4. Auflage, berechtigter Nachdruck 1996, unterschieden; sie berücksichtigen den vorsorgenden Schutz der Bodenfunktionen bei empfindlichen Nutzungen. Für die landwirtschaftliche Bodennutzung gilt § 17 Abs. 1 des Bundes-Bodenschutzgesetzes.
<sup>2</sup>	Stark schluffige Sande sind entsprechend der Bodenart Lehm/ Schluff zu bewerten.
<sup>3</sup>	Bei den Vorsorgewerten für Metalle ist der Säuregrad der Böden wie folgt zu berücksichtigen: - Bei Böden der Bodenart Ton mit einem pH-Wert von < 6 gelten für Cadmium, Nickel und Zink die Vorsorgewerte der Bodenart Lehm/Schluff. - Bei Böden der Bodenart Lehm/Schluff mit einem pH-Wert von < 6 gelten für Cadmium, Nickel und Zink die Vorsorgewerte der Bodenart Sand. §4 Abs.8 Satz 2 der Klärschlammverordnung vom 15. April 1992 (BGBl. IS.912), zuletzt geändert durch die Verordnung vom 6. März 1997 (BGBl. IS.446) bleibt unberührt. - Bei Böden mit einem pH-Wert von < 5 sind die Vorsorgewerte für Blei entsprechend der ersten beiden Anstrichen herabzusetzen.
<sup>4</sup>	Die Vorsorgewerte für Metalle finden für Böden und Bodenhorizonte mit einem Humusgehalt von mehr als 8 Prozent keine Anwendung. Für diese Böden können die zuständigen Behörden ggf. gebietsbezogene Festsetzungen treffen.
<sup>5</sup>	In Haus- und Kleingärten, die sowohl als Aufenthaltsbereiche für Kinder als auch für den Anbau genutzt werden, ist für Cadmium der Wert von 2 mg/kg TM als Prüfwert anzuwenden.
<sup>6</sup>	Maßnahmenwerte: Summe der 2,3,7,8 – TCDD-Toxizitätsäquivalente (nach NATO/CCMS)
<sup>7</sup>	Soweit PCB- Gesamtgehalte bestimmt werden, sind die ermittelten Messwerte durch den Faktor 5 zu dividieren.
<sup>8</sup>	Schätzwert
<sup>9</sup>	Bei Grünlandnutzung durch Schafe gilt als Maßnahmenwert 200mg/kg Trockenmasse.
n.b.	Nicht berechenbar, da alle Werte < Bestimmungsgrenze

## Anlage A3: Abfallrechtliche Bewertung der Analyseproben

**Tabelle 8:** Abfallrechtliche Bewertung nach Zuordnungswerten

Homogenbereich	Material	Probe	relevante(r) Schadstoff(e)	Einstufung n. VwV Boden	Einstufung n. RC- Erlaß	VwK <sup>1</sup>	gefährlicher Abfall
Decklage	Schluff, sandig, schwach tonig	MP2-dl	-	Z0	-	-	Nein
Zwischenlage	Kies, sandig	MP3-zl	Cr, Cu, Ni, Zn	Z0*IIIA	-	-	Nein
Verwitterungszone	Kies, sandig	MP4-vz	Cr, Cu, Ni, Zn	Z0*IIIA	-	-	Nein
Auffüllung	Schluff, sandig	MP5-a	Pb	Z0*	-	-	Nein

<sup>1</sup>Verwertungsklasse für Straßenbaustoffe nach RuVaStB 01

## Anlage A4: Umweltrechtliche Bewertung der Analyseproben

**Tabelle 9:** Umweltrechtliche Bewertung nach Vorsorge- Prüf- und Maßnahmenwerten

Homogenbereich	Material	Probe	relevante(r) Schadstoff(e)	BBodSchV Vorsogewert Überschritten*	BBodSchV Prüfwert* überschritten	BBodSchV Maßnahmewert überschritten
Oberboden	Schluff, schwach sandig, schwach tonig	MP1-bo	-	Nein	Nein	Nein
<b>Hilfsweise Einstufung nach VwV Boden</b>						
Homogenbereich	Material	Probe	relevante(r) Schadstoff(e)	Einstufung nach VwV Boden	Abfall besonders überwachungsbedürftig	
Oberboden	Schluff, schwach sandig, schwach tonig	MP1-bo	-	Z0	Nein	

\*Wirkungspfad Boden-Mensch

### Kursiv

*Oberboden: Für Oberboden sieht die VwV Boden keine Verwertungsmöglichkeit vor. In der Entsorgungspraxis wird jedoch häufig eine abfallrechtliche Einstufung nach VwV Boden benötigt. Daher erfolgt für den Oberboden eine hilfsweise Einstufung nach VwV Boden.*

Eurofins Umwelt Südwest GmbH - Durmersheimer Str. 53 - D-76185 Karlsruhe

**solum, büro für boden + geologie**  
**Basler Str. 19**  
**79100 Freiburg im Breisgau**

**Titel: Prüfbericht zu Auftrag 0222200**  
**EOL Auftragsnummer: 006-10544-15562**  
**Prüfberichtsnummer: AR-22-NO-004329-01**

**Auftragsbezeichnung: 2022\_076 NB HRB Eberbächle Au**

**Anzahl Proben: 5**  
**Probenart: Boden**  
**Probenehmer: angeliefert vom Auftraggeber**

**Probeneingangsdatum: 21.06.2022**  
**Prüfzeitraum: 21.06.2022 - 27.06.2022**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

**Anhänge:**

*XML\_Export\_AR-22-NO-004329-01.xml*

Yannic Fritz  
Analytical Service Manager  
Tel. +49 721 9504926

Digital signiert, 27.06.2022  
Patrick Franzen  
Prüfleitung

Probenbezeichnung	MP1-bo	MP2-dl	MP3-zi
EOL Probennummer	005-10544-70174	005-10544-70175	005-10544-70176
Probennummer	022098404	022098405	022098406

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--	--

**Probenvorbereitung Feststoffe**

Fraktion < 2 mm	AN/f	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07	0,1	%	99,8	98,0	63,9
Fraktion > 2 mm	AN/f	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07	0,1	%	0,2	2,0	36,1

**Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz**

Trockenmasse	AN	RE000 GI	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	80,5	86,4	88,8
pH in CaCl <sub>2</sub>	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 10390: 2005-12			5,9	-	-

**Elemente aus Königswasseraufschluss nach DIN ISO 11466: 1997-06 (Fraktion <2mm)<sup>#</sup>**

Arsen (As)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2:(AN,L8:2005-02; FR,F5:2017-01)	0,8	mg/kg TS	9,2	5,1	8,9
Blei (Pb)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2:(AN,L8:2005-02; FR,F5:2017-01)	2	mg/kg TS	34	29	13
Cadmium (Cd)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2:(AN,L8:2005-02; FR,F5:2017-01)	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Chrom (Cr)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2:(AN,L8:2005-02; FR,F5:2017-01)	1	mg/kg TS	44	45	39
Kupfer (Cu)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2:(AN,L8:2005-02; FR,F5:2017-01)	1	mg/kg TS	20	19	25
Nickel (Ni)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2:(AN,L8:2005-02; FR,F5:2017-01)	1	mg/kg TS	26	26	25
Quecksilber (Hg)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,07	mg/kg TS	< 0,07	< 0,07	< 0,07
Zink (Zn)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2:(AN,L8:2005-02; FR,F5:2017-01)	1	mg/kg TS	92	72	67

<b>Probenbezeichnung</b>	<b>MP1-bo</b>	<b>MP2-dl</b>	<b>MP3-zi</b>
<b>EOL Probennummer</b>	<b>005-10544-70174</b>	<b>005-10544-70175</b>	<b>005-10544-70176</b>
<b>Probennummer</b>	<b>022098404</b>	<b>022098405</b>	<b>022098406</b>

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
<b>PAK aus der Originalsubstanz (Fraktion &lt; 2 mm)</b>								
Naphthalin	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	-	-
Acenaphthylen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	-	-
Acenaphthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	-	-
Fluoren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	-	-
Phenanthren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	-	-
Anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	-	-
Fluoranthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,10	-	-
Pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,08	-	-
Benzo[a]anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	-	-
Chrysen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	-	-
Benzo[b]fluoranthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,06	-	-
Benzo[k]fluoranthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	-	-
Benzo[a]pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	-	-
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	-	-
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	-	-
Benzo[ghi]perylen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	-	-
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	0,24	-	-
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	0,24	-	-

<b>Probenbezeichnung</b>	<b>MP4-vz</b>	<b>MP5-a</b>
<b>EOL Probennummer</b>	<b>005-10544-70177</b>	<b>005-10544-70178</b>
<b>Probennummer</b>	<b>022098407</b>	<b>022098408</b>

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit		
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--

**Probenvorbereitung Feststoffe**

Fraktion < 2 mm	AN/f	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07	0,1	%	91,3	83,1
Fraktion > 2 mm	AN/f	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07	0,1	%	8,7	16,9

**Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz**

Trockenmasse	AN	RE000 GI	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	92,4	87,2
pH in CaCl <sub>2</sub>	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 10390: 2005-12			-	-

**Elemente aus Königswasseraufschluss nach DIN ISO 11466: 1997-06 (Fraktion <2mm)<sup>#</sup>**

Arsen (As)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2:(AN,L8:2005-02; FR,F5:2017-01)	0,8	mg/kg TS	2,2	4,7
Blei (Pb)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2:(AN,L8:2005-02; FR,F5:2017-01)	2	mg/kg TS	16	135
Cadmium (Cd)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2:(AN,L8:2005-02; FR,F5:2017-01)	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2
Chrom (Cr)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2:(AN,L8:2005-02; FR,F5:2017-01)	1	mg/kg TS	59	64
Kupfer (Cu)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2:(AN,L8:2005-02; FR,F5:2017-01)	1	mg/kg TS	27	47
Nickel (Ni)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2:(AN,L8:2005-02; FR,F5:2017-01)	1	mg/kg TS	33	36
Quecksilber (Hg)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,07	mg/kg TS	< 0,07	< 0,07
Zink (Zn)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2:(AN,L8:2005-02; FR,F5:2017-01)	1	mg/kg TS	93	94

<b>Probenbezeichnung</b>	<b>MP4-vz</b>	<b>MP5-a</b>
<b>EOL Probennummer</b>	<b>005-10544-70177</b>	<b>005-10544-70178</b>
<b>Probennummer</b>	<b>022098407</b>	<b>022098408</b>

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit		
<b>PAK aus der Originalsubstanz (Fraktion &lt; 2 mm)</b>							
Naphthalin	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	< 0,05
Acenaphthylen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	< 0,05
Acenaphthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	< 0,05
Fluoren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	< 0,05
Phenanthren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	< 0,05
Anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	< 0,05
Fluoranthren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	< 0,05
Pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	< 0,05
Benzo[a]anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	< 0,05
Chrysen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	< 0,05
Benzo[b]fluoranthren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	< 0,05
Benzo[k]fluoranthren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	< 0,05
Benzo[ghi]perylen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	-	(n. b.) <sup>1)</sup>
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	-	(n. b.) <sup>1)</sup>

## Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

# Heizblock-Aufschluss außer bei Untersuchungen im gesetzlich geregelten Bereich.

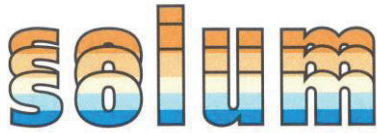
Kommentare zu Ergebnissen

<sup>1)</sup> nicht berechenbar, da alle Werte < BG.

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Vorgebirgsstrasse 20, Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit RE000GI gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

/f - Die Analyse des Parameters erfolgte in Fremdvergabe.





## Anhang B

### Allgemeine Hinweise für den Umgang mit Erdaushub

#### Verwertung

- Für die Bau- und Erdstoffe, sofern sie nicht auf dem Grundstück verbleiben können, ist je nach Zuordnungswerten eine geeignete Verwertungsmöglichkeit auszuwählen. Es sollte vor Auftragsvergabe geklärt werden, wer den Entsorgungsweg bestimmt (AG oder AN). Die abfalltechnischen Randbedingungen sind dann mit dem ausgewählten Entsorgungsunternehmen abzuklären. Einzelheiten sollten im Vorfeld der Auftragsvergabe im Rahmen eines Bietergespräches abgestimmt werden.
- In der Regel werden für die Entsorgung der Aushubmaterialien von Seiten des Entsorgungsunternehmers weitere Beprobungen (bspw. Haufwerksbeprobung) und Laboranalysen (bspw. nach Deponieverordnung) gefordert. Eine Abweichung von der bisherigen Einstufung kann daher nicht ausgeschlossen werden.
- Ggf. kann die Zwischenlagerung des Materials zu Deklarationszwecken erforderlich werden (Haufwerksbeprobung). Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass die Zwischenlagerung auf dem Baugrundstück zu Behinderungen im Bauablauf führen kann. Aus diesem Grund wird empfohlen, die Entsorgung des Aushubs zeitlich und räumlich von den Rohbauarbeiten zu trennen.
- Im Fall einer Zwischenlagerung bis zur vorgesehenen Verwertung, sollten die Materialien gegen Witterungseinflüsse geschützt werden (bspw. abplanen). Bei der Lagerung ist darauf zu achten, dass Beeinträchtigungen durch Sicker-, Stau- und Grundwasser vermieden werden.
- Bei einer Verwertung von Aushubmaterialien außerhalb des Plangebietes sind am Aufbringungsort die Einbaukriterien nach RC-Erlass/ VwV Boden zu beachten (bspw. beim Einbau in ein technisches Bauwerk). Insbesondere sind die hydrogeologischen Randbedingungen am Aufbringungsort zu prüfen. Die Wasserschutzgebietsverordnungen sind zu berücksichtigen. Die bautechnische Eignung des Bodenmaterials sollte im Vorfeld geprüft werden.
- Bei einer Verwendung innerhalb des Plangebietes sollte geprüft werden, ob aus umweltrechtlicher Sicht Beeinträchtigungen vorliegen können.

#### Baubetrieb

- Bei Auftreten von auffälligem Bodenmaterial während der Baumaßnahme (bspw. bisher nicht erkannte Belastungen, oder bodenfremden Beimengungen) ist der Gutachter hinzuzuziehen. Auffälliges Bodenmaterial muss auf jeden Fall separiert werden. Die ausgebauten Materialien dürfen nicht vermischt werden, da sonst eine Verschlechterung eintreten kann (Verschlechterungsverbot), die in der Regel mit Mehrkosten verbunden ist. Daher wird empfohlen, sowohl Aushub- wie Ladearbeiten gutachterlich betreuen zu lassen.
- Der Aushub sollte frei von Störstoffen sein. Ggf. vorhandene Störstoffe (bspw. Folie, Kunststoffe) und Wurzelreste sind im Fall der Entsorgung zu entfernen. Bei Störstoffgehalten können deutlich erhöhte Entsorgungskosten anfallen.



Gewerbliches Institut für  
Umweltanalytik GmbH

Waidplatzstraße 8, 79331 Teningen  
Tel. +49 (0)7663/3838, Fax. +49 (0)7663/4039  
e-mail: info@giu-umwelt.de  
www.giu-umwelt.de

GIU GmbH • Waidplatzstr. 8 • 79331 Teningen

Fa. DrillExpert GmbH  
Siemensstr. 9  
**79331 Teningen**

17.05.2022

**Ihr Auftrag vom 11.05.2022:** **Untersuchung einer Schöpfprobe**  
**Projekt:** **2021-0257 HRB Eberbächle**

**Prüfbericht Nr.: 156551**

**Probennummer: GIU 156551/05/2022**

**Prüfgegenstand: Wasserprobe, Schöpfprobe BK2**

**Probenahme: 10.05.2022**

**Probenehmer:**

**Auftraggeber**

**Probeneingang: 11.05.2022**

**Prüfzeitraum:**

**11. – 17.05.2022**

Prüfparameter	Prüfverfahren	Dimension	BG	Messwert
Aussehen				<b>leicht bräunlich, wenig Sediment</b>
Geruch (unv. Probe)				<b>unauffällig</b>
Geruch (anges. Probe)				<b>unauffällig</b>
pH-Wert (20,1°C)	DIN EN ISO 10523:2012-04			<b>8,05</b>
KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch	DIN EN ISO 8467:1995-05	mg/l	0,5	---
Härte (Ca + Mg)	DIN 38409-6:1986-01	mmol/l		<b>1,21</b>
Härtehydrogencarbonat	DIN 38409-7:2005-12	mmol/l		<b>2,08</b>
Nichtcarbonathärte	DIN 38409-6:1986-01	mg CaO/l		---
Calcium	DIN EN ISO 11885:2009-09	mg/l	1	<b>37,8</b>
Magnesium	DIN EN ISO 11885:2009-09	mg/l	1	<b>6,58</b>
Ammonium-N	DIN 38406-5:1983-10	mg/l	0,005	<b>0,06</b>
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1:2009-07	mg/l	1	<b>11</b>
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1:2009-07	mg/l	1	<b>15</b>
CO <sub>2</sub> -kalklösend	nach Heyer	mg/l	2	<b>9,24</b>
Sulfid-S	DIN 38405-27:1992-07	mg/l	0,04	---

BG = Bestimmungsgrenze

**Beurteilung:** Das Wasser gilt nach DIN 4030-2:2008-06 als **nicht** betonangreifend.

Die GIU GmbH ist ein nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03 akkreditiertes Prüflabor. Die in den zitierten Normen angegebenen Messunsicherheiten werden eingehalten. Die Veröffentlichung und auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichtes darf nur mit schriftlicher Genehmigung der Fa. GIU GmbH erfolgen. Die Probenahme erfolgte durch den Auftraggeber und somit außerhalb des akkreditierten Bereiches der GIU GmbH. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände.

Hinweis: Die Akkreditierung gilt für den in der Urkunde D-PL-14433-01-00 festgelegten Umfang.

Teningen, den 17.05.2022

Dipl. Chem. Dr. M. Müller, *Laborleiter*

Sparkasse Freiburg Nördl. Breisgau  
BLZ 680 501 01  
Konto-Nr. 20069997  
IBAN DE50680501010020069997  
SWIFT-BIC: FRSPDE66

Deutsche Bank Freiburg  
BLZ 680 700 30  
Konto-Nr. 308908  
IBAN DE13680700240030890800  
SWIFT-BIC: DEUTDE33

Amtsgericht: FR • HRB 260814  
USt.-ID-NR: DE 141993679 • St.-Nr. 05069/08603  
Geschäftsführer:  
Dipl.-Chem. Hans Albrich  
Dr. Michael Müller

