

## **Geotechnischer Bericht**

ZUR

Erschließung des Baugebietes „Dafeld“,  
OT Birkenhard, in 88447 Warthausen

---

BV-Code: BV 000 48 407

Aktenzeichen: AZ 22 08 085

Bauvorhaben: Erschließung Baugebiet „Dafeld“  
OT Birkenhard  
88447 Warthausen  
- Baugrunderkundung -

Auftraggeber: Gemeinde Warthausen  
Alte Biberacher Straße 13  
88447 Warthausen

Fachplaner: ES tiefbauplanung  
Industriestraße 49  
88441 Mittelbiberach

Bearbeitung: M.Sc.-Geol. Georg Voigt

Datum: 26.04.2023

AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen

## Inhaltsverzeichnis

|          |                                                                          |           |
|----------|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Vorgang .....</b>                                                     | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>Geomorphologie des Untersuchungsgebietes.....</b>                     | <b>5</b>  |
| 2.1      | Morphologie und Geologie des Untersuchungsareals .....                   | 5         |
| 2.2      | Allgemeine Baugrundbeschreibung.....                                     | 6         |
| <b>3</b> | <b>Geotechnisches Baugrundmodell.....</b>                                | <b>7</b>  |
| 3.1      | Bautechnische Beschreibung der Schichten .....                           | 7         |
| 3.2      | Bodenmechanische Laborversuche .....                                     | 8         |
| 3.2.1    | Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12:2020-07 .....    | 8         |
| 3.2.2    | Korngrößenverteilung nach DIN 18123 .....                                | 9         |
| 3.2.3    | Sickerversuch im Bohrloch.....                                           | 11        |
| 3.3      | Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung .....                            | 11        |
| <b>4</b> | <b>Georisiken.....</b>                                                   | <b>14</b> |
| 4.1      | Seismische Aktivität .....                                               | 14        |
| <b>5</b> | <b>Hydrogeologie .....</b>                                               | <b>14</b> |
| 5.1      | Grundwasserverhältnisse .....                                            | 14        |
| 5.2      | Versickerungsfähigkeit der Böden nach DWA A - 138 (April 2005).....      | 15        |
| <b>6</b> | <b>Grundbautechnische Empfehlungen und baubegleitende Maßnahmen.....</b> | <b>17</b> |
| 6.1      | Baumaßnahme.....                                                         | 17        |
| 6.2      | Baugrundkriterien.....                                                   | 17        |
| 6.3      | Gründungsempfehlung.....                                                 | 17        |
| 6.3.1    | Bauwerke ohne Unterkellerung .....                                       | 17        |
| 6.3.2    | Bauwerke mit Unterkellerung .....                                        | 20        |
| 6.4      | Baugrube .....                                                           | 21        |
| 6.5      | Trockenhaltung von Bauwerken .....                                       | 21        |
| 6.6      | Kanalbau.....                                                            | 22        |
| 6.7      | Straßenbau .....                                                         | 23        |
| <b>7</b> | <b>Hinweise und Empfehlungen .....</b>                                   | <b>25</b> |

**AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen**

### **Anlagenverzeichnis**

- 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab: unmaßstäblich
- 1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, unmaßstäblich (DIN A 3)
- 2.1-2 Geotechnische Baugrundschnitte, M.d.H. 1:50, 1:100, M.d.L. unmaßstäblich
- 3 Fotodokumentation der Bohrkerne
- 4.1-8 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche
- 5 Auswertung des Sickerversuches
- 6 Abfallrechtliche Vorbewertung

### **Verwendete Unterlagen und Literatur**

- [1] ES tiefbauplanung, Industriestraße 49, 88441 Mittelbiberach: Bebauungsplan „Dafeld“ in Birkenhard, Projektnummer 20-035-10, Lageplan, Maßstab 1:500, gef. am 29.06.2022
- [2] Geologische Karte von Baden - Württemberg, Blatt 7824 Biberach a. d. Riß-Nord, Maßstab 1 : 25 000
- [3.1] DIN EN 1997-1, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1 Allgemeine Regeln
- [3.2] DIN EN 1997-2, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
- [3.3] DIN EN 1997-2/NA, Nationaler Anhang, National festgelegte Parameter
- [3.4] DIN 1054:2012-12; Baugrund- Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau  
Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- [4] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef: Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, August 2008
- [5] DIN 4124 Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
- [6] Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugrube“, EA-Baugrube, 6. Auflage
- [7] RStO 12: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement, Ausgabe 2012

**AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen**

## **1 Vorgang**

Im Ortsteil Birkenhard der Gemeinde Warthausen soll das Baugebiet „Dafeld“ erschlossen werden. Projekttechnisch wird die Erschließungsmaßnahme hierbei von der ES tiefbauplanung aus Mittelbiberach betreut.

Im Zusammenhang mit der geplanten Baugebietserschließung wurde die Fa. BauGrund Süd beauftragt, die geologische und hydrogeologische Situation des Untergrundes im Projektareal zu erkunden und die Ergebnisse, gemäß Eurocode 7 (EC 7), in einem geotechnischen Bericht nach DIN EN 1997-1 bzw. DIN EN 1997-2 zusammenfassend darzustellen und aus gründungstechnischer Sicht zu bewerten.

Zur Erfassung bzw. Beurteilung der geologischen Schichtenabfolge im geplanten Baugebiet kamen im Zeitraum vom 14.03.2023 bis 15.03.2023 insgesamt fünf großkalibrige Rammkernbohrungen BK 1-5/23 nach DIN EN ISO 22475-1:2007-01 mit durchgehendem Gewinn gekernter Bodenproben bis in eine Tiefe von 6,0 m unter der Geländeoberkante (u. GOK) zur Ausführung.

Der Standort des Untersuchungsgebietes kann aus dem Übersichtslageplan der Anlage 1.1 entnommen werden. Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden durch das Planungsbüro vorgegeben und durch Mitarbeiter der Fa. BauGrund Süd vor Ort ausgepflockt sowie nach Lage und Höhe mittels GPS eingemessen. Die entsprechenden UTM-Koordinaten (Rechts- und Hochwerte) sowie die Absoluthöhen (nach DHHN 2016) sind dem Lageplan in der Anlage 1.2 zu entnehmen.

Die erkundeten Bodenschichten wurden gemäß DIN EN ISO 14688-1:2013-12, DIN 18196:2011-05, DIN 18300:2019-09 und DIN 18301:2019-09 ingenieurgeologisch aufgenommen, wobei eine Zusammenfassung stratigraphisch gleicher Schichten stattfand. Daher können diese von der genormten Farbgebung für Lockergesteine teilweise abweichen.

Anschließend erfolgte aus den Bodenprofilen der Rammkernbohrungen die Ausarbeitung eines geologischen Baugrundmodells, welches als geotechnischer Baugrundschnitt in den Anlagen 2.1-2 wiedergegeben wird.

Die mit den Aufschlüssen zu Tage geförderten und in Kernkisten ausgelegten Böden sind in der Fotodokumentation in der Anlage 3 abgebildet.

Aus den gewonnenen Bohrkernen wurden gestörte Bodenproben entnommen und im Erdbaulabor der Fa. BauGrund Süd bodenmechanisch untersucht. Die Ergebnisse der durchgeführten Laborversuche sind im Detail in den Anlagen 4.1-8 dokumentiert.

Darüber hinaus wurde innerhalb der Rammkernbohrung BK 5/23 ein Sickerversuch ausgeführt, um die Durchlässigkeit der anstehenden Böden in-situ zu untersuchen. Das Ergebnis ist in der Anlage 5 protokolliert.

**AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen**

Um eventuelle Schadstoffgehalte des als Aushub anfallenden Bodens festzustellen und um eine abfallrechtliche und bodenschutzrechtliche Ersteinschätzung abgeben zu können, wurden die aufgeschlossenen Bodenschichten stichpunktartig beprobt. Die Untersuchung der Proben erfolgte im Labor der BVU GmbH in Markt Rettenbach. Die abfallrechtliche Vorbewertung ist mit den Analysenergebnisse der BVU GmbH sowie den Probenahme-protokollen zusammengefasst in der Anlage 6 enthalten.

## **2 Geomorphologie des Untersuchungsgebietes**

### **2.1 Morphologie und Geologie des Untersuchungsareals**

Das Projektareal befindet sich im Osten von Birkenhard, einem Ortsteil der Gemeinde Warthausen nordwestlich der Stadt Biberach. Der Ort wird fast vollständig von Wohnhäusern geprägt, während im weiteren Umland Ackerflächen und Mahdwiesen die Landschaft prägen.

Die Untersuchungsfläche selbst wurde zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten ebenfalls landwirtschaftlich genutzt. Der höchstgelegene Punkt befindet sich im zentralen westlichen Teil der Fläche. Von diesem Punkt fällt das Gelände seicht nach Norden und Süden und stärker nach Osten bis Nordosten hin ab. Die Höhendifferenz zwischen den Ansatzpunkten der Aufschlüsse innerhalb des Baufeldes beträgt max. rd. 12 m, bezogen auf eine Distanz von ca. 137 m zwischen den Rammkernbohrungen BK 2/23 und BK 5/23. Dies entspricht einem Gefälle von ca. 8,7 %.

Etwa 100 m bis 150 m östlich der Projektfläche findet ein Geländesprung statt, woraufhin sich das dahinter liegende Gebiet ca. 20 m über dem vorigen Niveau fortsetzt. Am Fuß dieser Hangkante verläuft der Neuweihergraben in Süd-Nord-Richtung, um in der Folge weiter östlich der Riß zuzufließen.



**Abb.1: Übersichtsfoto der Projektfläche, Blickrichtung Nordost**

**AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen**

Aus geologischer Sicht befindet sich das Untersuchungsgebiet in der hügeligen Moränenlandschaft des Alpenvorlandes. Der tiefere Untergrund wird dabei von den tertiären Sedimenten der Molasse gebildet, die jedoch mit der jeweiligen Endtiefe der Aufschlussbohrungen nicht erreicht wurden. Die Molasseböden wurden im Verlauf des Pleistozäns durch den vorstoßenden und sich zurückziehenden Rheingletscher überprägt, sodass sich die typische Hügellandschaft des Voralpenraums ausbildete. Im Zuge dessen lagerten sich während der glazialen Vereisungen Moränensedimente in Form der feinkörnigen Grundmoräne als auch der grobkörnigen Moränenkiese und -sande ab.

Im Verlauf des Spätpleistozän bis Holozän waren die glazialen Böden chemischen und physikalischen Verwitterungsprozessen ausgesetzt, sodass sich eine Verwitterungsdecke ausbildete, die im Untersuchungsareal als Verwitterungslehm sowie als Verwitterungskies auftritt.

Die Schichtenfolge wird durch eine anthropogen kultivierte, humose Mutterbodenauflage zur Geländeoberfläche hin abgeschlossen.

## 2.2 Allgemeine Baugrundbeschreibung

Mit den abgeteufte Aufschlüssen kann für das Baugebiet folgende generalisierte Schichtenabfolge zu Grunde gelegt werden:

|                                          |              |
|------------------------------------------|--------------|
| <b>Mutterboden</b>                       | (Rezent)     |
| <b>Verwitterungsdecke</b><br>(Lehm/Kies) | (Holozän)    |
| <b>Moränenkies/-sand</b>                 | (Pleistozän) |

Im Einzelnen wurden die erkundeten Schichten mit den durchgeführten Bohrungen und Sondierungen in folgenden Schichttiefen festgestellt.

**Tabelle 1: Schichtglieder und Schichttiefen der Rammkernbohrungen (bis m u. GOK)**

| Aufschluss | Mutterboden | Verwitterungsdecke | Moränenkies/-sand |
|------------|-------------|--------------------|-------------------|
| BK 1/23    | 0,0 - 0,50  | 0,50 - 2,50        | 2,50 - 6,00*      |
| BK 2/23    | -           | 0,0 - 5,45         | 5,45 - 6,00*      |
| BK 3/23    | 0,0 - 0,20  | 0,20 - 3,80        | 3,80 - 6,00*      |
| BK 4/23    | 0,0 - 0,30  | 0,30 - 2,00        | 2,00 - 6,00*      |
| BK 5/23    | 0,0 - 0,20  | 0,20 - 2,60        | 2,60 - 6,00*      |

\* Endtiefe Bohrung

AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen

### 3 Geotechnisches Baugrundmodell

#### 3.1 Bautechnische Beschreibung der Schichten

Durch Interpolation der punktuellen Aufschlüsse wurde unter Berücksichtigung der geologischen Zusammenhänge ein räumliches Baugrundmodell entwickelt. Der Aufbau, die Zusammensetzung, sowie die bautechnischen Eigenschaften der anstehenden Böden werden nachfolgend beschrieben. Das für das Untersuchungsareal zugrunde gelegte Baugrundmodell ist dabei zusammenfassend in der Anlage 2 dargestellt.

##### **Mutterboden**

Oberflächlich wird das geplante Bauareal durch eine 0,20 m bis 0,50 m mächtige humose Mutterbodenauflage bedeckt. Lediglich im Bereich der Rammkernbohrung BK 2/23 wurde der Mutterboden nicht unmittelbar angetroffen, was auf ein rezentes Umpflügen des Ackers zurückzuführen ist.

Beim Mutterboden handelt es sich bodenmechanisch betrachtet um einen braun gefärbten, sandigen, teils schwach kiesigen bis kiesigen, schwach tonigen Schluff. Der Mutterboden ist organisch durchsetzt und im Bereich der Mahdwiese auf Höhe der Grasnarbe entsprechend durchwurzelt.

Der Mutterboden ist für bautechnische Zwecke nicht geeignet und daher im Vorfeld zu den Erdbauarbeiten flächig abzutragen. Für den Oberboden ist eine möglichst hochwertige Verwertung unter Berücksichtigung der Vorgaben DIN 19731 sowie der DIN 19639 anzustreben.

##### **Verwitterungsdecke**

Unterhalb des Mutterbodens folgt im Projektareal flächendeckend eine Verwitterungsdecke mit einer Mächtigkeit zwischen 1,70 m bis 5,45 m. Der Verwitterungshorizont setzt sich dabei aus einem Verwitterungslehm und einem Verwitterungskies zusammen. Die Sedimente besitzen eine rotbraune bis olive Färbung.

Der **Verwitterungslehm** besteht geologisch betrachtet aus einem sandigen bis stark sandigen, schwach tonigen, schwach kiesigen, Schluff. Der **Verwitterungskies** ist als ein sandiger, schwach schluffiger bis schluffiger Fein- bis Grobkies anzusprechen, der lokal verockert vorliegt.

Gemäß der manuellen Prüfung des Bohrgutes weist der Verwitterungslehm eine weiche bis steife Konsistenz auf. Für die grobkörnigen Verwitterungskiese ist aufgrund der chemisch-physikalischen Zersetzung des Bodens (Verockerung) eine lockere Lagerung anzunehmen.

Die Verwitterungsdecke stellt in der feinkornreichen Ausbildung als Verwitterungslehm einen nur gering tragfähigen, als Verwitterungskies einen mäßig tragfähigen Untergrund dar. Zudem sind die feinkornreichen Böden als stark frost- und witterungsempfindlich zu bewerten und weichen in Kontakt mit Wasser auf, wodurch die Tragfähigkeit weiter reduziert wird.

AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen

### **Moränenkies/ -sand**

Den Abschluss des Erkundungsprofils im Projektareal bilden Moränenkiese und -sande, deren Liegendgrenze mit der jeweiligen Aufschlusstiefe nicht erreicht wurde.

Die Moränenkiese wurden in Form eines sandigen bis stark sandigen, schwach schluffigen bis schluffigen Fein- bis Grobkieses erkundet. Innerhalb der Kiese treten als Zwischenlagen unregelmäßig die teils stark kiesigen, schwach schluffigen Moränensande auf. Daneben ist stets mit einem Übergang zu den feinkörnigen Grundmoränensedimenten zu rechnen, da sich die glazialen Ablagerungen sowohl in vertikaler als auch horizontaler Verbreitung unregelmäßig miteinander abwechseln. Darüber hinaus können in den Moränenkiesen selbst Grobkomponenten bis zur Blockgröße, sowie lokale, „Nagelfluh-artige“ Verfestigungen vorkommen.

Den Moränenkiesen und -sanden kann erfahrungsgemäß eine mitteldichte bis dichte Lagerung zugewiesen werden. Damit besitzt dieser Boden gute Tragfähigkeitseigenschaften und ist für eine setzungsverträgliche Aufnahme von Bauwerkslasten geeignet.

Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass feinkornreichere Moränensedimente einen frost- und witterungsempfindlichen Boden darstellen, der in Kontakt mit Wasser zum Aufweichen und einer Reduzierung der Zustandsform und damit Tragfähigkeit neigt. Ebenso ist im Hinblick auf die Aushubarbeiten darauf hinzuweisen, dass Moränenkiese und -sande eine Schichtwasserführung aufweisen können und im wassergesättigten Zustand im Anschnitt zum Ausfließen neigen.

## **3.2 Bodenmechanische Laborversuche**

Zusätzlich zu der manuellen Ansprache des Schürfgutes wurden bodenmechanische Laborversuche durchgeführt. Die einzelnen Ergebnisse werden in den folgenden Ausführungen beschrieben.

### **3.2.1 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12:2020-07**

Nach Atterberg wird der Übergang von der flüssigen zur bildsamen (knetbaren) Zustandsform als Fließgrenze ( $w_L$ ), der von der knetbaren zur halbfesten als Ausrollgrenze ( $w_P$ ) und der von der halbfesten zur festen Zustandsform als Schrumpfgrenze ( $w_S$ ) bezeichnet.

Die Fließ- und Ausrollgrenzen dienen in Verbindung mit dem natürlichen Wassergehalt  $w_n$  dazu, die Konsistenzzahl ( $I_c$ ) und damit die Zustandsform eines bindigen Erdstoffes (Korngröße  $\leq 0,063$  mm) zu bestimmen. Die Plastizitätszahl  $I_P$  gibt an, wie sich die Eigenschaften eines Erdstoffes bei Wasseraufnahme ändern.

Die Tabelle 2 gibt eine Übersicht der wichtigsten Kenngrößen der Atterberg - Auswertung wieder. Die Auswertung zur Bestimmung der Zustandsgrenzen ist detailliert in den Anlagen 4.1-4 hinterlegt.

AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen

**Tabelle 2: Übersicht der bestimmten Zustandsgrenzen**

| Aufschluss | Tiefe<br>[m u.<br>GOK] | Konsistenz-<br>zahl<br>$I_c$ [-] | $w_n$ [%] | Zustandsform | Bodengruppe | Geologische<br>Einheit |
|------------|------------------------|----------------------------------|-----------|--------------|-------------|------------------------|
| BK 2/23    | 1,0                    | 0,60                             | 21,3      | weich        | TL          | Verwitterungslehm      |
| BK 2/23    | 2,0                    | 0,84                             | 18,4      | steif        | TL          | Verwitterungslehm      |
| BK 3/23    | 1,0                    | 0,83                             | 18,9      | steif        | TL          | Verwitterungslehm      |
| BK 3/23    | 2,0                    | 0,81                             | 22,5      | steif        | TM          | Verwitterungslehm      |

Anhand der Auswertung des Atterbergversuchs wurde für die Proben aus dem Verwitterungslehm eine Konsistenzzahl zwischen  $I_c = 0,60$  bis  $I_c = 0,84$  nachgewiesen. Damit kann für den lehmigen Verwitterungshorizont eine weiche bis steife Konsistenz abgeleitet werden. Die für die Probe BK 3/23 2,0 m u. GOK festgestellte steife Konsistenz bei einem Wassergehalt von 22,5 % ist dabei auf den erhöhten Tongehalt zurückzuführen, wodurch im Vergleich zu den weiteren untersuchten Proben ein besseres Wasserspeichervermögen begründet ist.

Nach der Lage im Plastizitätsdiagramm von Casagrande sind die untersuchten Proben den Bodengruppen TL bzw. TM (leicht bis mittelplastische Tone) zuzuordnen.

### 3.2.2 Korngrößenverteilung nach DIN 18123

Eine Korngrößenverteilung liefert eine orientierende Beurteilung des Baugrundes hinsichtlich der Durchlässigkeit, Frostempfindlichkeit, Zusammendrückbarkeit, Scherfestigkeit sowie die Eignung als Filtermaterial.

Zur Ermittlung der Kornverteilung werden die Korngrößen getrennt und zwar für die Korngrößen  $d > 0,063$  mm durch Sieben und für  $d < 0,063$  mm durch Sedimentation (Schlämmen). Bei gemischtkörnigen Böden mit größeren Anteilen über bzw. unter  $d = 0,063$  mm wird eine kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse durchgeführt.

Die aus den Kornverteilungskurven ermittelten Zusammensetzungen des untersuchten Bodenmaterials sind im Detail in der Tabelle 3 als auch in der Anlage 4.5 bis 4.8 aufgeführt.

AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen

**Tabelle 3: Übersicht der durchgeführten granulometrischen Analysen (s. Anlage 4.5-8)**

| Aufschluss | Tiefe<br>(m u.<br>GOK.) | Kiesanteil<br>[%] | Sand-<br>anteil<br>[%] | Schluff /<br>Ton-anteil<br>[%] | Bodenart                                                                | Geologische<br>Einheit | *Durchlässigkeits-<br>beiwert [m/s] |
|------------|-------------------------|-------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| BK 1/23    | 3,0 - 4,0               | 43,4              | 45,5                   | 9,3 / 1,8                      | Sand-Kies-Gemisch,<br>schwach schluffig                                 | Moränensand            | $9,0 \times 10^{-5*}$               |
| BK 1/23    | 4,0 - 6,0               | 61,9              | 30,7                   | 7,5 / -                        | Fein- bis Grobkies,<br>stark sandig,<br>schwach schluffig               | Moränenkies            | $9,3 \times 10^{-4*}$               |
| BK 4/23    | 4,0 - 6,0               | 59,1              | 24,1                   | 5,1 / 1,6                      | Fein- bis Grobkies,<br>sandig,<br>schwach schluffig,<br>schwach steinig | Moränenkies            | $8,3 \times 10^{-3*}$               |
| BK 5/23    | 3,0 - 5,0               | 54,6              | 25,1                   | 15,5 / 4,8                     | Fein- bis Grobkies,<br>schluffig, sandig                                | Moränenkies            | $5,5 \times 10^{-6*}$               |

\* Durchlässigkeitsbeiwert ermittelt nach Seiler/USBR

Die granulometrische Analyse ergab für die Probe des Moränensandes eine Zusammensetzung in Form eines schwach schluffigen Sand-Kies-Gemisches. Der Feinkornanteil ( $< 0,063 \text{ mm}$ ) liegt bei  $> 5 \%$ , sodass die Bodengruppen SU/GU sowie die Frostempfindlichkeitsklasse F 2 für diesen Boden anzusetzen ist.

Für die Proben aus dem Moränenkies wurden sandige bis stark sandige, schwach schluffige bis schluffige Fein- bis Grobkiese ermittelt. Mit einem Feinkornanteil von  $> 5 \%$  bzw. im Falle der Probe der BK 5/23 von  $> 15 \%$  gelten die Bodengruppen GU und GU\*, sowie die Frostempfindlichkeitsklassen F 2 - 3 für die Moränenkiese.

Aus der Kornverteilung wurden gemäß Seiler/USBR für die Moränenkiese und -sande Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen  $k_f = 8,3 \times 10^{-3} \text{ m/s}$  bis  $k_f = 5,5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$  abgeleitet, womit die kiesigen Glazialsedimente nach DIN 18 130 als stark durchlässig bis durchlässig zu bewerten sind. Es ist dabei zu beachten, dass die tatsächliche Lagerungsdichte noch nicht berücksichtigt ist.

AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen

### 3.2.3 Sickerversuch im Bohrloch

Während der Erkundungsarbeiten am 15.03.2023 wurde innerhalb der Rammkernbohrung BK 5/23 ein Sickerversuch im Bohrloch durchgeführt. Die Auswertung des Feldversuchs ist in der Anlage 5 hinterlegt und in der nachfolgenden Tabelle 4 zusammengefasst dargestellt.

**Tabelle 4: Ergebnis des Sickerversuchs im Bohrloch (s. Anlage 5)**

| Aufschluss | Geologische Einheit | Bodenart                                                     | Tiefe<br>[m u. GOK] | Durchlässigkeits-<br>beiwert [m/s] |
|------------|---------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| BK 5/23    | Moränenkies         | Fein- bis Grobkies,<br>schluffig, sandig,<br>schwach steinig | 3,0 - 5,0           | $8,40 \times 10^{-7}$              |

Der Absinkversuch im Bohrloch der Rammkernbohrung BK 5/23 wurde über eine Strecke von 3,0 m über der Bohrlochsohle eingestaut, wobei der sickerefähige Horizont mit den Moränenkiesen in einer Tiefe zwischen 3,0 m bis 5,0 m unter der Geländeoberkante angetroffen wurde. Die Auswertung nach MAAG ergibt für den Versuch im Kieshorizont damit einen Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 8,40 \times 10^{-7}$  m/s. Nach der DIN 18130 ist der im Feldversuch beprobte Moränenkies im Bereich der BK 5/23 damit als schwach durchlässig zu klassifizieren.

### 3.3 Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung

Aus erd- und grundbautechnischer Sicht sind für die im Untersuchungsgebiet aufgeschlossenen Böden folgende Bodenkennwerte zugrunde zu legen:

**Tabelle 5: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte)**

| Schichten         | Wichte<br>(feucht)<br>$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ] | Wichte<br>(u. Auftrieb)<br>$\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ] | Reib.-winkel<br>dräniert<br>$\phi_k$ [°] | Kohäsion<br>dräniert<br>$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | Steifemodul<br>Es [MN/m <sup>2</sup> ] |
|-------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Mutterboden       | 15 - 17                                               | 5 - 7                                                       | 17,5 - 22,5                              | 1 - 3                                              | 0,5 - 1,0                              |
| Verwitterungslehm | 17 - 19                                               | 7 - 9                                                       | 20 - 25                                  | 2 - 4                                              | 6 - 10                                 |
| Verwitterungskies | 18 - 20                                               | 8 - 10                                                      | 30 - 32,5                                | 0 - 1*                                             | 10 - 20                                |
| Moränenkies/-sand | 19 - 21                                               | 9 - 11                                                      | 32,5 - 37                                | 0 - 2*                                             | 40 - 80                                |

\*Scheinbare Kohäsion

Entsprechend der derzeit gültigen Normen ist ein Homogenbereich ein begrenzter Bereich aus einer oder mehreren Boden- und Felsschichten nach DIN 4020:2010-12 und DIN EN 1997-2:2010-10, dessen bautechnische Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und sich von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche abheben.

**AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen**

In der Unterteilung der Homogenbereiche wird der Mutterboden nicht berücksichtigt, auch wenn dieser in der DIN 18320 als eigenständiger Homogenbereich bezeichnet wird. Dies liegt dahin gehend begründet, dass der vorliegende geotechnische Bericht sich auf die geotechnischen und nicht auf die bodenkundlichen Fragestellungen zum Bauvorhaben bezieht.

Eine Bewertung / Einstufung des Mutterbodens selbst erfolgt dagegen neben der DIN 18320:2019-09 (Landschaftsbauarbeiten) unter Berücksichtigung bodenkundlicher Aspekte nach DIN 18915:2018-06 (Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten) und DIN 19639:2019-09 (Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben).

Auf der Basis der vorliegenden Baugrundaufschlussergebnisse, den zum Baugrund vorliegenden Erfahrungswerten sowie aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften der anstehenden Baugrundsichten wird vorgeschlagen, die anstehenden Böden in die **Homogenbereiche** gemäß Tabelle 6 zu unterteilen.

**Tabelle 6: Einteilung der Baugrundabfolge in Homogenbereiche**

| Homogenbereich | Baugrundsichten           |
|----------------|---------------------------|
| A 1            | Verwitterungslehm (VL)    |
| A 2            | Verwitterungskies (VG)    |
| B              | Moränenkies/-sand (MG/MS) |

Gemäß DIN 18300:2019-09 (Erdarbeiten) können für die o. a. Homogenbereiche folgende Eigenschaften und Kennwerte zugrunde gelegt werden, wobei davon ausgegangen wird, dass die unterkellerten Bauvorhaben der **Geotechnischen Kategorie 2 (GK 2)** zuzuordnen ist.

AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen

**Tabelle 7: Kennwerte/Eigenschaften der Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09 für Bauwerke der Geotechnischen Kategorie 2 (GK 2)**

| Kennwert/<br>Eigenschaft                                    |   | Homogenbereich   |             |                                          |
|-------------------------------------------------------------|---|------------------|-------------|------------------------------------------|
|                                                             |   | A 1              | A 2         | B                                        |
| Kornverteilung [%]                                          | T | 3 - 10           | 0 - 5       | 0 - 5                                    |
|                                                             | U | 40 - 60          | 10 - 25     | 3 - 20                                   |
|                                                             | S | 20 - 40          | 15 - 30     | 10 - 60                                  |
|                                                             | G | 2 - 20           | 50 - 80     | 25 - 60                                  |
| Massenanteil Steine [%]                                     |   | 0 - 10           | 5 - 20      | 5 - 40                                   |
| Massenanteil Blöcke [%]                                     |   | -                | 0 - 10      | 0 - 20                                   |
| Massenanteil große Blöcke [%]                               |   | -                | 0 - 5       | 0 - 10                                   |
| Lagerungs-<br>dichte                                        |   | -                | locker      | mitteldicht - dicht,<br>lokal sehr dicht |
| Konsistenz                                                  |   | weich - steif    | -           | -                                        |
| Konsistenzzahl<br>$I_c$                                     |   | 0,50 - 1,00      | -           | -                                        |
| Plastizitätszahl<br>$I_P$ [%]                               |   | 6 - 25           | -           | -                                        |
| Undrainede<br>Scherfestigkeit<br>$c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ] |   | 20 - 40          | -           | -                                        |
| Wassergehalt<br>$w_n$ [%]                                   |   | 15 - 25          | -           | -                                        |
| Organischer<br>Anteil [%]                                   |   | <3               | <1          | <1                                       |
| Bodengruppe<br>nach DIN<br>18196:2011-05                    |   | SU*, GU*, TL, TM | GW, GU, GU* | GW, GU, GU*                              |
| Frostempfind-<br>lichkeit<br>[ZTV E-StB 17;<br>Tab. 1]      |   | F 3              | F 1 - 3     | F 1 - 3                                  |
| Ortsübliche<br>Bezeichnung                                  |   | VL               | VG          | MG                                       |

AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen

## 4 Georisiken

### 4.1 Seismische Aktivität

Entsprechend der Erdbebenzonenkarte für Deutschland (Quelle: DIN EN 1998-1/NA:2011-01), befindet sich das Untersuchungsgebiet bezogen auf die Ortsmitte von Birkenhard in der **Erdbebenzone 0** (Gebiet, in dem gemäß dem zugrunde gelegten Gefährdungsniveau rechnerisch die Intensität 6,0 bis < 6,5 zu erwarten ist) und der Untergrundklasse S (Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung).

Nach DIN EN 1998-1/NA, Abs. 5.2.3 Baugrundklassen, kann für eine Gründung innerhalb der Moränenkiese/-sande die Baugrundklasse C (gemischt bis feinkörnige Lockergesteine in mindestens steifer Konsistenz) zugrunde gelegt werden.

## 5 Hydrogeologie

### 5.1 Grundwasserverhältnisse

In den im Zeitraum vom 14.03.2023 bis 15.03.2023 durchgeführten direkten Aufschlüssen konnte kein Zutritt von Wasser verzeichnet werden.

Langzeitmessungen der Grundwassersituation liegen dem Unterzeichner für das Untersuchungsgebiet nicht vor. Gemäß der Hochwasserrisikomanagement-Abfrage der LUBW ist das Untersuchungsareal nicht von Überschwemmungen betroffen. Es ist in diesem Zusammenhang allerdings zu berücksichtigen, dass sich das Untersuchungsgebiet im Bereich möglicher Fortschreibungen befindet, sodass die aktuellen Daten zu möglichen Überflutungsszenarien bei den zuständigen Fachbehörden (LRA Biberach) einzuholen sind.

Die oberflächennah anzutreffende Verwitterungsdecke stellt eine hydraulisch mäßig (Kies) bis gering (Lehm) durchlässige Schicht dar, wodurch es bei längeren Niederschlagsereignissen bzw. Starkniederschlägen zu Staunässe bzw. Schichtwasserbildung in diesem Bereich kommen kann.

Die im Untersuchungsareal vorhandenen Moränenkiese und -sande sind grundsätzlich als ein durchlässiger bis stark durchlässiger Boden zu bewerten. Innerhalb der grobkörnigen Kiese und Sande können jedoch auch unregelmäßig verteilte, feinkornreiche Zonen auftreten, sodass es auch innerhalb der Moränenkiese/-sande zu einem lokalen Aufstau von Schichten- bzw. Hangzugwasser kommen kann. Daneben ist innerhalb der Verbreitungshorizonte von glazialen Sedimenten stets mit einem unregelmäßigen Wechsel zwischen den grobkörnigen Moränenablagerungen und den gemischt- bis feinkörnigen Grundmoränensedimenten zu rechnen, wobei letztere als schwach durchlässig bis wasserstauend zu bewerten sind.

Nach den vorliegenden Aufschlussergebnissen kann somit festgehalten werden, dass im Projektareal ein Porengrundwasserleiter in Form der Moränenkiese und -sande ansteht, der in seiner Verbreitung jedoch als lokal begrenzt einzuschätzen ist. Es muss in den aufgeschlossenen lehmigen Bodenschichten stets mit dem Auftreten von Schichtenwasser gerechnet werden, welches sich in den durchlässigeren Lagen der einzelnen Bodenschichten ansammeln und auf gering durchlässigen Horizonten aufstauen kann (Badewanneneffekt).

AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen

## 5.2 Versickerungsfähigkeit der Böden nach DWA A - 138 (April 2005)

Die Versickerung von Niederschlagswasser setzt einen durchlässigen Untergrund und einen ausreichenden Abstand zur Grundwasseroberfläche voraus. Der Untergrund muss die anfallenden Sickerwassermengen aufnehmen können. Die Versickerung kann direkt erfolgen oder das Wasser kann über ein ausreichend dimensioniertes Speichervolumen durch eine Sickeranlage mit verzögerter Versickerung in Trockenperioden dem Untergrund zugeführt werden.

Nach dem DWA A - 138 [4] sind Böden zur Versickerung geeignet, deren Wasserdurchlässigkeit zwischen  $k_f = 1,0 \times 10^{-3} \text{ m/s}$  und  $k_f = 1,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$  beträgt. Die Mächtigkeit des Sickerraumes sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand rd. 1,0 m betragen, um eine ausreichende Filterstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Bei Durchlässigkeitsbeiwerten von  $k_f < 1,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$  ist eine Regenwasserbewirtschaftung über eine Versickerung nicht mehr gewährleistet, sodass die anfallenden Wassermengen über ein Retentionsbecken abgeleitet werden müssen.

Der Verwitterungslehm besitzt erfahrungsgemäß Durchlässigkeitsbeiwerte von  $k_f \ll 1,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$  und ist damit nicht für eine Versickerung geeignet.

Gemäß den Vorgaben des DWA A-138 [4] ist zur Festsetzung eines Bemessungswertes für eine wirksame Versickerung der im Laborversuch ermittelte  $k_f$ -Wert mit einem Faktor von 0,2, ein im Feldversuch ermittelter  $k_f$ -Wert mit einem Faktor von 2,0 zu korrigieren. Die Tabelle 8 gibt die im Laborversuch ermittelten sowie die nach den Vorgaben des DWA A-138 [4] korrigierten Bemessungsdurchlässigkeitsbeiwerte wieder.

**Tabelle 8: Bemessungs- $k_f$ -Werte nach den Vorgaben des DWA A-138 [4]**

| Entnahmestelle/<br>-tiefe [m] | Durchlässigkeitsbeiwert                                              | Korrekturfaktor<br>nach<br>DWA A-138<br>[4] | Geologische<br>Einheit | Bemessungs-<br>$k_f$ -Wert nach<br>DWA A-138<br>[m/s] |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------|
|                               | nach Seiler/USBR aus<br>Kornlinie* bzw. aus<br>Sickerversuch** [m/s] |                                             |                        |                                                       |
| BK 1/23<br>3,0 - 4,0          | $9,0 \times 10^{-5*}$                                                | 0,2                                         | Moränensand            | $1,8 \times 10^{-5}$                                  |
| BK 1/23<br>4,0 - 6,0          | $9,3 \times 10^{-4*}$                                                | 0,2                                         | Moränenkies            | $1,86 \times 10^{-4}$                                 |
| BK 4/23<br>4,0 - 6,0          | $8,3 \times 10^{-3*}$                                                | 0,2                                         | Moränenkies            | $1,66 \times 10^{-3}$                                 |
| BK 5/23<br>3,0 - 5,0          | $5,5 \times 10^{-6*}$                                                | 0,2                                         | Moränenkies            | $1,1 \times 10^{-6}$                                  |
| BK 5/23<br>3,0 - 5,0          | $8,4 \times 10^{-7**}$                                               | 2,0                                         | Moränenkies            | $1,68 \times 10^{-6}$                                 |

**AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen**

Aus den Laborversuchen und dem Feldversuch ergibt sich für die Moränenkiese/-sande ein Bemessungsdurchlässigkeitsbeiwert zwischen  $k_f = 1,66 \times 10^{-3}$  m/s bis  $k_f = 1,1 \times 10^{-6}$  m/s. Die im Laborversuch untersuchten Bodenproben erfüllen damit grundsätzlich die Vorgaben der DWA A-138 [4].

Es ist jedoch zu beachten, dass die Ergebnisse für die potenziell vorgesehene, zentrale Versickerungsanlage im Bereich der BK 5/23 deutlich im unteren Grenzbereich für die erlaubte hydraulische Durchlässigkeit für Sickersubstrate liegen. Dies ist auf den erhöhten Feinkornanteil innerhalb der Moränenkiese in diesem Bereich zurückzuführen, wodurch eine sehr hohe Gefahr der Verschlämmung des Sickersubstrates gegeben ist. Die Anforderungen an die DWA A-138 werden am Standort der BK 5/23 zwar technisch erfüllt, die tatsächliche Umsetzung ist aus Sicht des Unterzeichners jedoch als nicht praktikabel zu bewerten, da die langfristige Funktionsfähigkeit einer Sickeranlage an dieser Stelle in Frage zu stellen ist. Sollte eine Sickeranlage am Standort der BK 5/23 umgesetzt werden, ist diese in jedem Fall zwingend mit einem Notüberlauf zu versehen. Ggf. ist auch eine Zuleitung in den etwa 200 m östlich verlaufenden Neuweihergraben zu erwägen. Dies ist in jedem Fall von der zuständigen Wasserbehörde genehmigen zu lassen.

Alternativ ist ggf. die Möglichkeit von dezentralen Versickerungsanlagen je Grundstück zu prüfen. Die hangaufwärts erkundeten Moränenkiese/-sande stellen in deren Zusammensetzungen angemessene Sickersubstrate dar, die für eine Versickerung von Niederschlagswasser genutzt werden können. Sofern dezentrale Sickeranlagen umgesetzt werden sollen, wird empfohlen, aufgrund der erfahrungsgemäß wechselhaften Zusammensetzungen innerhalb der Moränenböden, am Standort einer geplanten Versickerungsanlage einen Sickerversuch im Baggerschurf durchzuführen, um die tatsächliche Sickerfähigkeit dort nachzuweisen. Diese Leistung kann auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd erbracht werden.

AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen

## 6 Grundbautechnische Empfehlungen und baubegleitende Maßnahmen

### 6.1 Baumaßnahme

Im Osten von Birkenhard soll das Baugebiet „Dafeld“ für die Bebauung mit Wohnhäusern erschlossen werden.

Nähere Angaben zur Ausführung der einzelnen Gewerke, sowie zu den aus den Neubauten resultierenden Bauwerkslasten liegen dem Unterzeichner nicht vor, sodass nachfolgend allgemein auf die Bebaubarkeit des Areals sowie auf die geotechnischen Kriterien für die Erschließungsmaßnahmen (Kanal- und Straßenbau) eingegangen wird.

Aufgrund der nur punktuellen Untersuchungen im Areal wird im Hinblick auf die geo- bzw. morphologische Situation empfohlen, weitere Standort- und objektspezifische Baugrunduntersuchungen an den einzelnen Bauplätzen durchzuführen, um bauwerksbezogene Gründungskonzepte ausarbeiten zu können.

### 6.2 Baugrundkriterien

Wie das zum Bauvorhaben entwickelte Baugrundmodell in der Anlage 2 darlegt, folgen unterhalb der nicht tragfähigen Mutterbodenauflagen die gering (Lehm) bis mäßig (Kies) tragfähigen Sedimente der Verwitterungsdecke, die bis in Tiefen zwischen 2,0 m bis 5,45 m u. GOK erkundet worden sind. Aufgrund des unregelmäßigen Wechsels zwischen einer weichen und steifen Zustandsform innerhalb des Verwitterungslehms, sowie des erhöhten Feinkorngehaltes innerhalb der Verwitterungskiese ist bei einer Gründung von punktuellen Lasten in diesen Böden dabei mit erhöhten Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen zu rechnen.

Dagegen stellen die Moränenkiese und -sande einen gut tragfähigen Baugrund dar, der in der Lage ist Bauwerkslasten setzungsverträglich aufzunehmen.

### 6.3 Gründungsempfehlung

Wie bereits erwähnt, liegen für das Baugebiet noch keine Entwurfspläne für die geplante Wohnbebauung vor, sodass im Folgenden allgemein auf die möglichen Ausführungsvarianten der Wohngebäude (mit und ohne Unterkellerung) eingegangen wird.

#### 6.3.1 Bauwerke ohne Unterkellerung

Bei einer Ausführung der Wohnbebauung ohne Untergeschoss kommen die Gebäude nach Abtrag des Mutterbodens im Verwitterungslehm zu liegen.

Die anstehende Baugrundabfolge gestattet es, nicht unterkellerte Gewerke flächig auf einer **elastisch gebetteten Bodenplatte** zu gründen. Die Bodenplatte ist dabei auf einem lastverteilenden Polster mit einer Mächtigkeit von  $d_{\min} = 0,80$  m abzusetzen.

AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen

Die Aushubsohle ist unmittelbar nach Freilegung mit einer Sauberkeitsschicht aus Magerbeton zu versiegeln. Alternativ ist zur Vermeidung von oberflächlichen Aufweichungen der Aushubsohle durch aufstauendes Niederschlagswasser ein leichtes Längs- und Quergefälle auf Höhe der Aushubsohle vorzusehen, um dieses kontinuierlich fassen und fachgerecht ableiten zu können.

Als Bodenersatzkörper ist hierfür ein hochverdichtbarer Kies (z. B. FSK 0/45) mit einem Feinkornanteil  $< 5 \%$  einzubringen. Das lastverteilende Polster ist dabei am Plattenrand so breit auszubilden, dass sich dort ein Lastausbreitungswinkel von  $45^\circ$  einstellen kann. Das mit einem **Trennvlies (GRK 4)** zu unterlegende Gründungspolster ist lagenweise einzubauen ( $d_{\max} \leq 0,3 \text{ m}$ ) und auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten.

Der Nachweis des fachgerechten Einbaus des Bodenersatzkörpers ist anhand von statischen Lastplattendruckversuchen nach DIN 18134 nachzuweisen (Anforderung:  $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ , Verhältniswert  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$ ). Diese Leistung kann von der Fa. BauGrund Süd erbracht werden.

Am Rand der Bodenplatte ist eine Frostschräge bis in eine frostfreie Einbindetiefe von 1,00 m u. GOK zu führen. Alternativ kann die Mächtigkeit des Kieskoffers entsprechend auf  $d_{\min} \geq 1,00 \text{ m}$  erhöht werden.

Sollten auf Höhe des Aushubplanums durch Tagwasser bedingt stark aufgeweichte lehmige Böden anstehen, ist vor Einbau des Bodenersatzkörpers eine rd. 0,1-0,2 m mächtige Grobkornlage (Breck Korn 16/32 bzw. 32/64) zur Schaffung eines tragfähigen Auflagers statisch in den Untergrund einzuwalken. Die Notwendigkeit einer Grobkornlage ist im Zuge der geologischen Abnahme der Gründungs- bzw. Aushubebenen seitens des Baugrundsachverständigen festzulegen.

Zur Vorbemessung einer elastisch gebetteten Bodenplatte, die wie oben beschrieben gegründet wird, kann der Bettungsmodul in der Größenordnung von

$$k_s = 3 - 7 \text{ MN/m}^3$$

abgeschätzt werden.

**Da der Bettungsmodul keine Bodenkonstante ist, sondern von den Belastungsverhältnissen der Geometrie und den Baugrundverformungen abhängt, wird empfohlen, den tatsächlichen Bettungsmodulverlauf nach Vorlage von Lastenplänen und Ausführungsplänen der jeweiligen Bauobjekte anhand einer detaillierten Setzungsberechnung ermitteln zu lassen. Diese Leistung kann auf Wunsch von der Fa. Baugrund Süd ausgeführt werden.**

AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen

Alternativ kann eine Gründung von nicht unterkellerten Gewerken über **Einzel- und Streifenfundamente** in Betracht gezogen werden, welche einheitlich auf den Moränenkiesen/-sandten abzusetzen sind.

Zur Vorbemessung der Fundamente, die einheitlich auf den Moränenkiesen/-sandten abgesetzt werden, wird empfohlen, die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes  $\sigma_{R,d}$  gemäß Tabelle A 6.2 Eurocode 7 [3] anzusetzen.

**Tabelle 9: Bemessungswert  $\sigma_{R,d}$  des Sohldruckwiderstandes für Streifenfundamente auf nicht bindigem Boden (GU, SU nach DIN 18196).** Die auf Grundlage der Tabelle A 6.2 bemessenen Fundamente können sich um ein Maß setzen, das bei Fundamentbreiten bis 1,5 m etwa 1 cm, bei breiteren Fundamenten etwa 2 cm nicht übersteigt.

| Kleinste Einbindetiefe des Fundaments                                                                                                                                                    | Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m²]<br>b bzw. b' |        |        |        |        |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| [m]                                                                                                                                                                                      | 0,50 m                                                                  | 1,00 m | 1,50 m | 2,00 m | 2,50 m | 3,00 m |
| 0,50                                                                                                                                                                                     | 280                                                                     | 420    | 460    | 390    | 350    | 310    |
| 1,00                                                                                                                                                                                     | 380                                                                     | 520    | 500    | 430    | 380    | 340    |
| 1,50                                                                                                                                                                                     | 480                                                                     | 620    | 550    | 480    | 410    | 360    |
| 2,00                                                                                                                                                                                     | 560                                                                     | 700    | 590    | 500    | 430    | 390    |
| Bei Bauwerken mit Einbindetiefen $0,30 \text{ m} \leq d \leq 0,50 \text{ m}$ und mit Fundamentbreiten $b$ bzw. $b' \geq 0,30 \text{ m}$                                                  | 210                                                                     |        |        |        |        |        |
| ACHTUNG: Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11. |                                                                         |        |        |        |        |        |

Es ist darauf hinzuweisen, dass die Anwendung der Tabelle 9 sich auf Streifenfundamente bezieht. Bei Rechteckfundamenten (Einzelfundamenten) mit einem Seitenverhältnis von  $b_L / b_B < 2$  bzw.  $b'_L / b'_B < 2$  und bei Kreisfundamenten darf der in den Tabellen A 6.2 [3] angegebene Bemessungswert  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstandes um 20 % erhöht werden.

Eine gegenseitige Beeinflussung der Fundamente ist dabei jedoch noch nicht berücksichtigt. Nach Vorlage detaillierter Entwurfs- und Fundamentpläne kann auf Wunsch eine detaillierte Grundbruch- und Setzungsberechnung für Einzel- und Streifenfundamente erbracht werden. Unabhängig davon wird empfohlen, die freigelegten Gründungssohlen geotechnisch abnehmen zu lassen.

**AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen**

Die Bodenplatte kann schwimmend zwischen den Fundamenten ausgebildet werden. Die Bodenplatte ist dabei auf einem lastverteilenden Polster mit einer Mindestmächtigkeit von  $d_{\min} \geq 0,60$  m aus einem hochverdichtbaren Kies-Sand-Gemisch (z. B. FSK 0/45) abzusetzen. Der Bodenersatzkörper ist lagenweise in Schüttlagen von  $d \leq 0,30$  m einzubauen und auf mind. 98 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Zwischen gewachsenem Untergrund und lastverteilendem Polster ist dabei ein **Trennvlies (GKR 4)** zu verlegen.

Der fachgerechte Einbau des Kieselpolsters ist anhand von statischen Lastplattendruckversuchen (Anforderung:  $E_{V2} > 80 \text{ MN/m}^2$ ;  $E_{V2}/E_{V1} < 2,5$ ) zu überprüfen. Diese Kontrollprüfungen können auf Wunsch von der Firma BauGrund Süd erbracht werden.

Die Notwendigkeit der Einbringung einer evtl. Grobkornlage zur Stabilisierung der Aushubsohle ist durch den Gutachter im Zuge einer geologischen Sohlabnahme zu überprüfen.

### 6.3.2 Bauwerke mit Unterkellerung

Für die unterkellerten geplanten Bauwerke wird die Aushubsohle auf einer Höhe von ca. 3,0 m u. GOK angenommen. Damit kommt die Gründungssohle im Verwitterungslehm bzw. Verwitterungskies, oder ggf. bereits in den Moränenkiesen und -sand zu liegen.

Die anstehende Baugrundabfolge gestattet es, unterkellerte Gewerke flächig auf einer **elastisch gebetteten Bodenplatte** zu gründen, unter der im Bereich des Verwitterungslehms ein Bodenersatzkörper von  $d_{\min} \geq 0,80$  m einzubringen ist. Sofern im Gründungshorizont flächig Verwitterungskiese angetroffen werden, kann die Stärke des Bodenersatzkörpers auf  $d_{\min} \geq 0,60$  m reduziert werden.

In den Aushubbereichen, in denen bereits Moränenkiese/-sand anstehen, wird es stattdessen genügen eine Ausgleichsschicht aus Kiessand (max. 5 % Schluffanteil)  $d \geq 0,20$  m einzubringen. Alternativ kann die Ausgleichs-/Sauberkeitsschicht aus Magerbeton hergestellt werden.

**Bezüglich der gestellten Einbauanforderungen an das Gründungspolster gelten sinngemäß die Vorgaben für nicht unterkellerte Gewerke.**

Zur Vorbemessung der Bodenplatte für unterkellerte Bauwerke kann ein Bettungsmodul bei einer Gründung

- |                                               |     |                                |
|-----------------------------------------------|-----|--------------------------------|
| a) auf Bodenersatzkörper im Verwitterungslehm | mit | $k_s = 4 - 8 \text{ MN/m}^3$   |
| b) auf Bodenersatzkörper im Verwitterungskies | mit | $k_s = 6 - 10 \text{ MN/m}^3$  |
| c) im Moränenkies/-sand                       | mit | $k_s = 10 - 20 \text{ MN/m}^3$ |

angenommen werden.

AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen

**Da der Bettungsmodul keine Bodenkonstante ist, sondern von den Belastungsverhältnissen der Geometrie und den Baugrundverformungen abhängt, wird empfohlen, den tatsächlichen Bettungsmodulverlauf der o. g. Bodenplatten nach Vorlage von Lastenplänen und Ausführungsplänen und aktueller Baugrundabfolge anhand einer detaillierten Setzungsberechnung ermitteln zu lassen. Diese Leistung kann auf Wunsch von der Firma BauGrund Süd ausgeführt werden.**

#### 6.4 Baugrube

Zur Herstellung nicht unterkellelter Gewerke wird keine Baugrube im eigentlichen Sinn notwendig. Geringfügige Geländeeinschnitte können bis in eine Tiefe von 1,25 m u. GOK senkrecht hergestellt werden.

Baugruben für unterkellerte Gewerke dürfen innerhalb der weichen bzw. grobkörnigen Böden unter einem Winkel von max. 45° gegen die Horizontale angelegt werden. Ist ein Geländeeinschnitt von > 3,0 m erforderlich, wird empfohlen, nach 3,0 m Höhe eine Berme von 1,5 m Breite anzuordnen. Geböschte Baugruben mit mehr als 5,0 m Tiefe müssen in ihrer Standsicherheit dagegen rechnerisch nachgewiesen werden. Dies gilt auch für den Fall, sofern die Böschungen steiler als angegeben ausgeführt werden sollen.

In den Bereichen, in denen die Platzverhältnisse eine frei geböschte Baugrube nicht zulassen, ist die Baugrube im Schutze eines Verbausystems (z. B. Trägerbohlwand) auszuheben. Der Verbau ist statisch nachzuweisen. Auf Wunsch kann seitens der Fa. BauGrund Süd im Zuge einer Entwurfs- und Ausführungsplanung eine entsprechende Verbau-Vorbemessung (Vorstatik) ausgearbeitet werden. Hierfür sind detaillierte Planunterlagen zu der geplanten Bebauung (Schnitt, Lageplan, etc.) sowie den angrenzenden Nachbarbauwerken vorzulegen.

Bei auftretendem Hangzugs-/Schichtwasserzutritten sind die Böschungen mittels Stützscheiben/Auflastfilter z. B. aus Einkornbeton zu sichern und das Schichtwasser kontrolliert abzuleiten. Alle angelegten Böschungen sind mit windfest angebrachten Folien/Planen vor Erosionsvorgängen zu sichern. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Sedimente des Verwitterungshorizontes erosionsempfindlich sind.

Freigelegte Sohlflächen auf lehmhaltigen Böden sind unmittelbar nach dem Erreichen des Aushubsohlniveaus aufgrund ihrer Frost- und Witterungsempfindlichkeit abzudecken bzw. mit einer Sauberkeitsschicht aus Magerbeton zu belegen.

Das anfallende Tagwasser ist dabei fachgerecht über einen Drainagegraben bzw. über Pumpensümpfe zu fassen und kontrolliert abzuleiten.

#### 6.5 Trockenhaltung von Bauwerken

Im Vorhabengebiet sind Bodenplatten und erdberührende Wände aufgrund der mäßig bis geringdurchlässigen Böden gemäß DIN 18533-1:2017-07 nach der Klasse W2.1-E (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser) abzudichten. Ab einer Baugrubentiefe  $\geq 3,0$  m unter Geländeoberkante gilt die Klasse W2.2-E. Wahlweise kann auch eine Ausführung nach der „WU-Richtlinie“ (Prinzip „Weiße Wanne“) erfolgen.

**AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen**

Alternativ kann bei Einbau einer Drainage die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E (Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser) angesetzt werden. Eine sachgerechte Dränung nach DIN 4095 erfordert filterfeste Dränschichten vor den zu schützenden Bauteilen, funktionsfähige, fluchtgerecht verlegte, formstabile Dränleitungen, Spül- und Kontrollvorrichtungen und eine rückstausichere Ableitung des anfallenden Wassers in das öffentliche Kanalsystem.

## 6.6 Kanalbau

### Kanalgraben

Zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung lagen noch keine Entwurfspläne zur Erschließung des Gebiets vor, sodass im Folgenden für die Kanalarbeiten von einer Graben-/ Verlegetiefe von rd. 3,0 m u. GOK ausgegangen wird.

Beim vorzunehmenden Grabenaushub sind die Ausführungen der DIN 4124 (Baugruben und Gräben) einzuhalten. Sollten die Platzverhältnisse ausreichend sein, kann der Kanalbau innerhalb einer geböschten Baugrube durchgeführt werden, wobei die Böschungen in den angetroffenen Böden nicht steiler als unter 1:1 (45°) ausgeführt werden dürfen.

Anfallendes Schichtwasser ist mittels Stützscheiben aus Einkornbeton zu fassen und fachgerecht abzuleiten.

Alternativ kann die Verlegung der Kanalrohre im Schutze eines Grabenverbaus (z. B. Verbauplatten, Gleitschienenverbau, Kammerdielenverbau) vorgenommen werden. Das jeweilige Verbausystem ist vom Hersteller statisch nachzuweisen.

### Gründung

Bei einer Gründung des Kanalsystems im Verwitterungslehm wird das Einbringen eines rd. 0,3 m mächtigen Bodenersatzkörpers unterhalb der Rohrbettung aus hochverdichtbarem, kornabgestuftem Material (V1) notwendig. Ggf. sind die Böden durch eine Grobkornlage (Breckkorn 16/32 bzw. 32/64) vorab zu stabilisieren.

Sofern die Aushubsohle in den gemischtkörnigen Böden (Verwitterungskies, stark feinkornhaltiger Moränenkies, Moränensand) zu liegen kommt, wird eine Ausgleichs-/ Sauberkeitsschicht von 0,1-0,2 m als ausreichend erachtet.

Im feinkornarmen Moränenkies kann auf eine Ausgleichsschicht verzichtet werden. Stattdessen ist die Aushubsohle in diesem Bereich sorgfältig nachzuverdichten.

### Wasserhaltung

Zur Trockenhaltung des Rohrgrabens wird nach dem derzeitigen Kenntnisstand zu den hydrologischen Verhältnissen im Erschließungsgebiet eine offene Wasserhaltung für ausreichend befunden.

AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen

#### Grabenverfüllung

Im Bereich der Leitungszone ist generell ein gut verdichtbares Ersatzmaterial (V1) zu schütten und auf 97 %  $D_{Pr}$  (Proctordichte) zu verdichten. In der Hauptverfüllzone ist je nach Verfüllmaterial eine Verdichtung zwischen 95 % und 98 %  $D_{Pr}$  herzustellen. Die Verdichtung ist im Zuge der Bauausführung zu prüfen und nachzuweisen (dynamische oder statische Plattendruckversuche / Rammsondierungen / Dichtebestimmungen im Feld mit Proctorversuchen im Erdbaulabor).

Der Verwitterungslehm ist nicht ausreichend verdichtbar (V3) und somit für den Wiedereinbau in den Kanalgraben und die Verfüllung der Rohrgräben nicht geeignet. Ggf. kann nicht bindiges Bodenmaterial des Verwitterungs- bzw. Moränenkieses beim Aushub separiert und zum Wiedereinbau verwendet werden. Als alternatives Verfüllmaterial kann jedes verdichtbare Mineralgemisch (Sand-Kies, Sand-Splitt-Schotter) oder auch ein güteüberwachtes Recyclingmaterial eingebaut werden.

Soll der Verwitterungslehm wieder eingebaut werden, bedarf dies einer Stabilisierung mittels Kalk-Zement. Dazu ist am anstehenden Boden vorab im Labor eine Eignungsprüfung, sowie in-situ anhand von Probefeldern das erforderliche Bindemittel und dessen Zugabemenge festzulegen.

Vorbehaltlich ergänzender bodenmechanischer Untersuchungen kann im Rahmen einer ersten Kostenschätzung von einem Misch-Bindemittel (z. B. Dorosol C30/50) mit einer Zugabemenge von 2 - 6 Gew.-% ausgegangen werden.

Es ist zu beachten, dass die Leitungen bei späteren Revisionsarbeiten im Falle einer Kalk-Zement-Stabilisierung nur mit erhöhtem technischem Aufwand (meißeln) wieder erreicht werden können.

#### 6.7 Straßenbau

Derzeit liegen noch keine Angaben zur geplanten Straßengradiente vor, sodass nachfolgend angenommen wird, dass diese etwa auf Höhe der bestehenden Geländeoberkante zu liegen kommen wird.

Für die Herstellung des Straßenaufbaues wird die RStO 12 [7] zu Grunde gelegt. Für die Erschließungsstraße wird dabei die Belastungsklasse Bk1,0 angesetzt. Die tatsächliche Belastungsklasse ist abschließend vom Planer festzulegen.

Aufgrund der Frostepfindlichkeit der oberflächig anstehenden Böden (Frostepfindlichkeitsklasse F3) muss der frostsichere Oberbau ohne Zu- und Abschläge mindestens 0,60 m betragen (RStO 12 (2012), Tabelle 6).

Nach Bild 6 der RStO 12 (2012) liegt das geplante Baugebiet in der Frosteinwirkzone II. Daher wird für die Mächtigkeit des Oberbaus ein Aufschlag von 0,05 m fällig (RStO 12 (2012), Tabelle 7). Demnach ist für die geplanten Verkehrsflächen ein frostsicherer Oberbau von **mindestens 0,65 m** Dicke vorzusehen. Weitere Zu- oder Abschläge bezüglich der örtlichen Verhältnisse sind damit noch nicht berücksichtigt.

**AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen**

Nach den getroffenen Annahmen in Bezug auf das Niveau der Verkehrsoberfläche kommt das Erdplanum somit im setzungsempfindlichen Verwitterungslehm zu liegen.

Sofern in der Aushubsohle Verwitterungskiese bzw. Moränenkiese/-sande angetroffen werden, können diese dort belassen werden und sind mit mehrfachen kreuzweisen Übergängen nachzuverdichten. Der Verdichtungserfolg ist anhand statischer Lastplattendruckversuchen nachzuweisen (Anforderungen:  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ , Verhältniswert  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$ ). Sollten die Anforderungen an die Verdichtung nicht erfüllt werden, ist mit einem Bodenaustausch wie nachfolgend beschrieben zu verfahren.

Für die weichen bzw. nicht verdichtungsfähigen Böden ist eine Bodenverbesserung mittels **Bodenaustausch** durchzuführen. Dabei sind die anstehenden Sedimente über eine Mächtigkeit von mind. 0,40 m gegen ein Kies-Sand-Gemisch mit maximal 5 % Schluffanteil (z. B. FSK 0/45) zu ersetzen und der so entstandene Kieskoffer mit einem Vlies (GRK 3) zu unterlegen.

Für den Nachweis des qualifizierten Einbaus des Bodenaustausches im Erdplanum ist mittels statischer Lastplattendruckversuche ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen. Die erforderlichen Verdichtungsprüfungen können auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd durchgeführt werden.

Auf dem so verbesserten Erdplanum (Bodenersatzkörper) kann dann im Anschluss der eigentliche frostsichere Straßenaufbau gemäß der RStO 12 erfolgen.

Eine Alternative zu einem Bodenaustausch stellt auch eine Stabilisierung bzw. Konditionierung des Verwitterungslehms bzw. stark feinkornhaltiger Verwitterungs- bzw. Moränenkiese mittels Kalk-Zement dar, wobei eine Frästiefe von  $t = 0,4 \text{ m}$  nicht unterschritten werden darf.

Vorbehaltlich ergänzender bodenmechanischer Untersuchungen kann im Rahmen einer ersten Kostenschätzung von einem Misch-Bindemittel (z. B. Dorosol C30 oder C50) mit einer Zugabemenge von 3 - 8 Gew.-% ausgegangen werden.

Es ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, dass eine Konditionierung mittels Kalk-Zement nur in frostfreien Perioden auszuführen ist. Darüber hinaus kann sich der Ausgangswassergehalt des zu verbessernden Substrates durch Niederschlagsereignisse deutlich erhöhen, mit der Folge, dass entweder die Zugabemenge erhöht oder das Additiv gewechselt werden muss.

Es ist darauf hinzuweisen, dass beim Einfräsen des o.g. Additivs mit einer Staubentwicklung zu rechnen ist. Daher ist ggf. ein staubarmes Bindemittel zu wählen.

Bei Ausführung einer qualifizierten Bodenverbesserung (Kalk-Zement-Stabilisierung) ist gemäß ZTV-E Stb 17 anzumerken, dass der Prüfwert an deren Oberkante (OK Planum Bodenverbesserung) bei  $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$  liegt.

Wie bereits im Kapitel 6.6 erwähnt wurde, ist bei anfallenden Revisionsarbeiten an Leitungen und Kanälen unterhalb der konditionierten Verwitterungssedimente ein erhöhter technischer Aufwand erforderlich, um diese freizulegen (z. B. meißeln).

AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen

## 7 Hinweise und Empfehlungen

Die im Bericht enthaltenen Angaben beziehen sich auf die oben genannten Untersuchungsstellen. Abweichungen von gemachten Angaben (Schichttiefen, Bodenzusammensetzung etc.) können aufgrund der Heterogenität des Untergrundes nicht ausgeschlossen werden. Es ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen erforderlich. **Es wird empfohlen, zur Abnahme der Gründungssohlen den Unterzeichner des Berichtes heranzuziehen.**

Der vorliegende geotechnische Bericht bezieht sich auf das zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichtes vorliegende Erschließungskonzept des Baugebietes. Nach Vorlage objektspezifischer Pläne können gegebenenfalls weitere Berechnungen erforderlich sein, um die bisherigen geotechnischen Angaben und Empfehlungen dem aktuellen Planungsstand bzw. der Ausführungsplanung gegenüber bestätigen zu können. **Es wird in jedem Fall empfohlen objektspezifische Erkundungsmaßnahmen zur Präzisierung der geologischen, sowie hydrogeologischen Situation in den einzelnen Baufeldern durchführen zu lassen.**

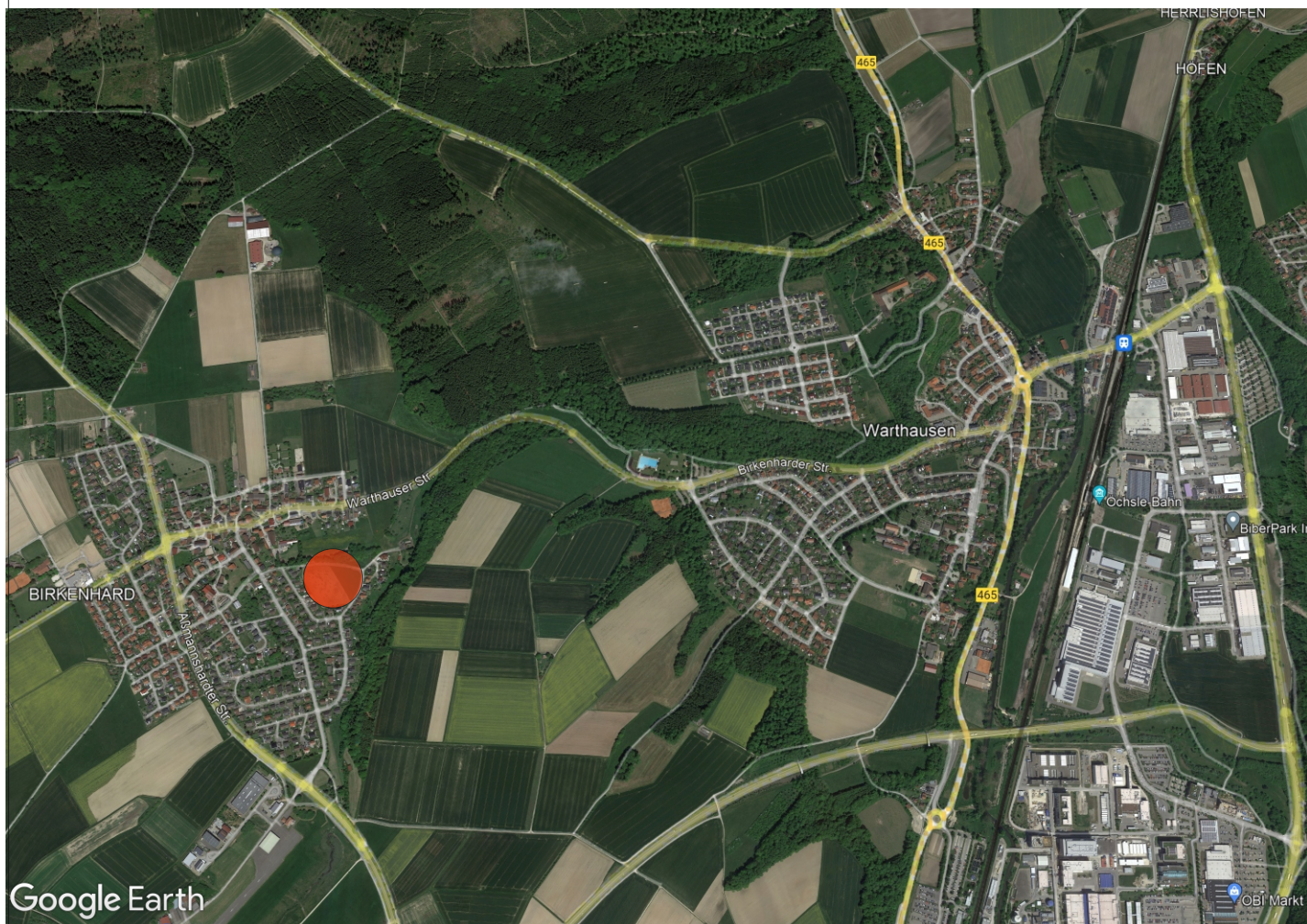
Es ist darauf hinzuweisen, dass bei Baumaßnahmen mit einer Aushubmenge  $> 500 \text{ m}^3$  nach §3 Abs. 4 KreiWiG und §2 Abs. 3 LBodSchAG ein Abfallverwertungskonzept bei den zuständigen Behörden vorzulegen ist. Zudem ist bei einem Eingriff in eine nicht versiegelte, nicht baulich veränderte bzw. unbebaute Fläche von mehr als 0,5 ha bei der behördlichen Zulassung der Baumaßnahmen nach §2 Abs. 3 LBodSchAG ein Bodenschutzkonzept nach den Vorgaben der DIN 19639 bei der Antragstellung hinzuzufügen. Diese Leistungen können auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd erbracht werden.

**Die erforderlichen Verdichtungsprüfungen können auf Wunsch von der Firma BauGrund Süd ausgeführt werden.**

Für ergänzende Erläuterungen sowie zur Klärung der im Verlauf der weiteren Planung und Ausführung noch offenen Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Alois Jäger  
Geschäftsführer

Georg Voigt  
M.Sc.-Geol.



Untersuchungsgebiet

**baugrund süd**  
weishaupt gruppe

Erschließung BG "Dafeld"  
88447 Warthausen

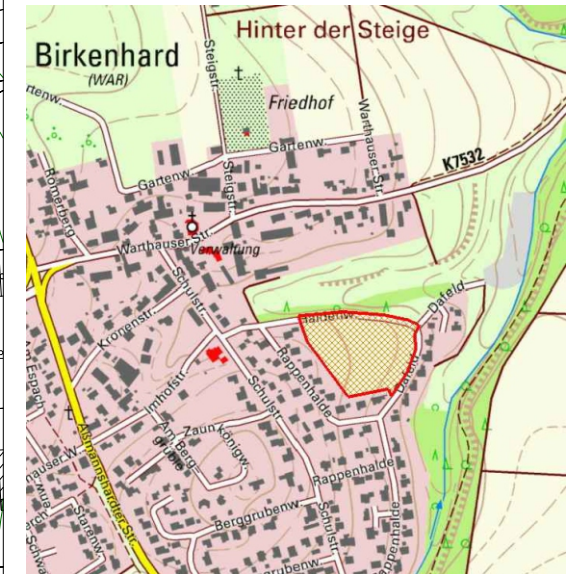
AZ 22 08 085

Anlage 1.1: Übersichtslageplan  
Maßstab: unmaßstäblich



Z:\GEMEINDE WARTHUSEN\20-035-10 BPLAN BG-DAFELD\20-CAD\70-BEBAUUNGSPLAN\PLAN BG-DAFELD.DWG 27.07.2022

hEHUVLFKW



#### UTM-Koordinaten (Zone 32)

| Pkt.    | Rechtswert | Hochwert   | Höhe <small>m ü. NN</small> |
|---------|------------|------------|-----------------------------|
| BK 1/23 | 557377.79  | 5330367.63 | 580.30                      |
| BK 2/23 | 557378.25  | 5330322.51 | 581.33                      |
| BK 3/23 | 557420.71  | 5330301.37 | 577.85                      |
| BK 4/23 | 557439.37  | 5330352.76 | 577.63                      |
| BK 5/23 | 557499.44  | 5330386.67 | 569.38                      |

● **BK** - Rammkernbohrung

┐ - geotechnischer Schnitt

**baugrund süd**  
weishaupt gruppe

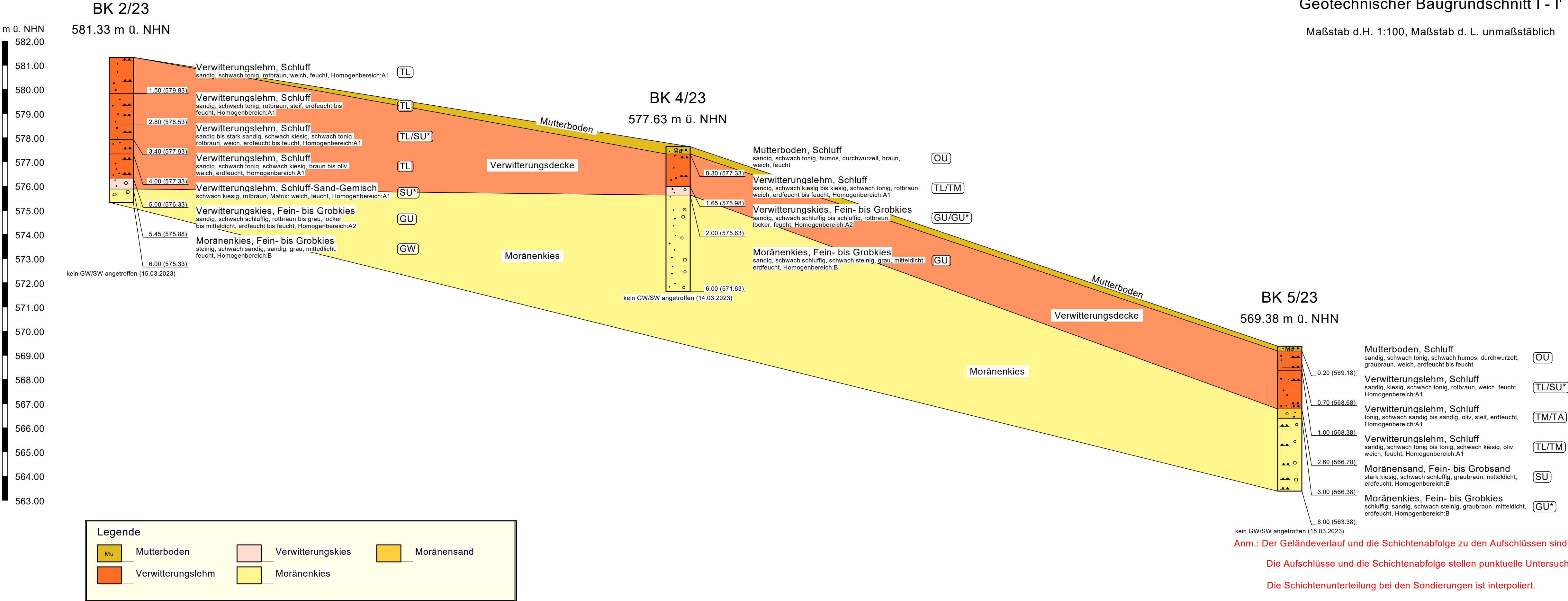
Erschließung BG "Dafeld"  
88447 Warthausen

AZ 22 08 085, Stand 05.04.2023

Anlage 1.2: Lageplan mit Untersuchungspunkten  
Maßstab: unmaßstäblich (DIN A 3)

Geotechnischer Baugrundschnitt I - I'

Maßstab d.H. 1:100, Maßstab d. L. unmaßstäblich



Geotechnischer Baugrundschnitt II - II'

Maßstab d.H. 1:50, Maßstab d. L. unmaßstäblich

BK 2/23

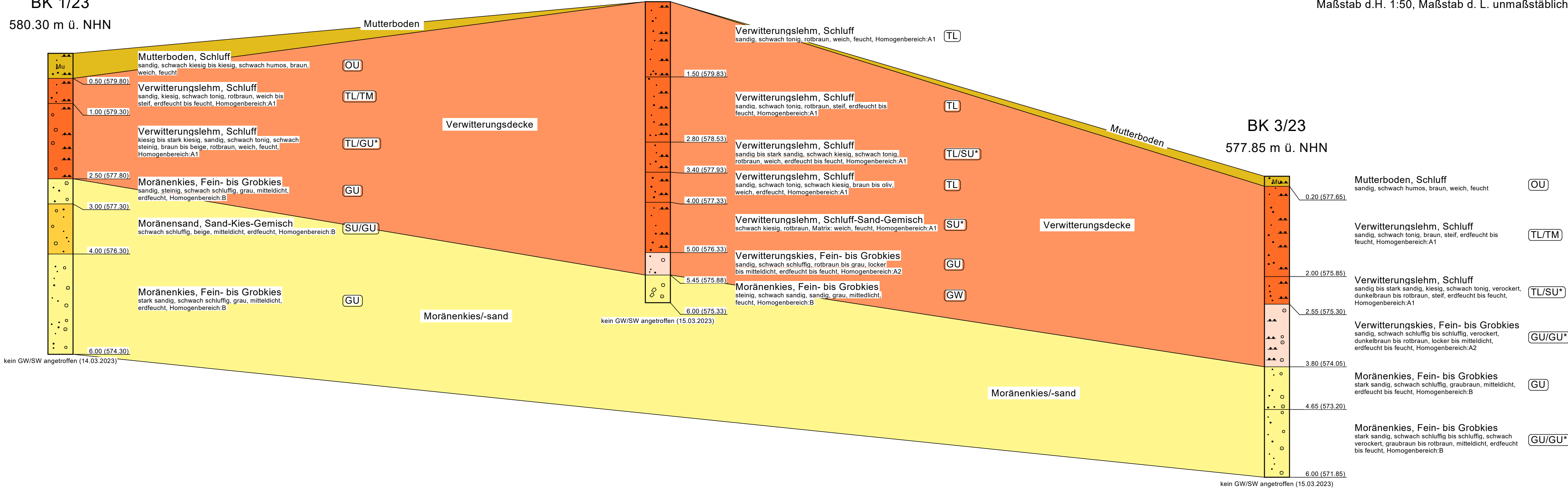
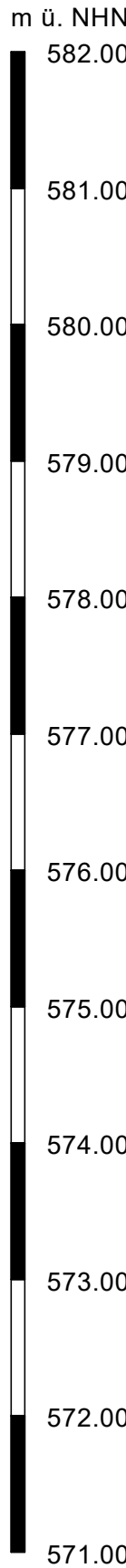
581.33 m ü. NHN

BK 1/23

580.30 m ü. NHN

BK 3/23

577.85 m ü. NHN



Anm.: Der Geländeverlauf und die Schichtenabfolge zu den Aufschlüssen sind interpoliert.  
Die Aufschlüsse und die Schichtenabfolge stellen punktuelle Untersuchungen dar.  
Die Schichtenunterteilung bei den Sondierungen ist interpoliert.

**BK 1/23: 0,0 bis 4,0 m u. GOK**



**BK 1/23: 4,0 bis 6,0 m u. GOK**



**BK 2/23: 0,0 bis 4,0 m u. GOK**



**BK 2/23: 4,0 bis 6,0 m u. GOK**



**BK 3/23: 0,0 bis 4,0 m u. GOK**



**BK 3/23: 4,0 bis 6,0 m u. GOK**



**BK 4/23: 0,0 bis 4,0 m u. GOK**



**BK 4/23: 4,0 bis 6,0 m u. GOK**



**BK 5/23: 0,0 bis 4,0 m u. GOK**



**BK 5/23: 4,0 bis 6,0 m u. GOK**



## Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

### Erschließung BG "Dafeld"

in 88447 Warthausen

Bearbeiter: APa

Datum: 18.04.2023

Prüfungsnummer: 1

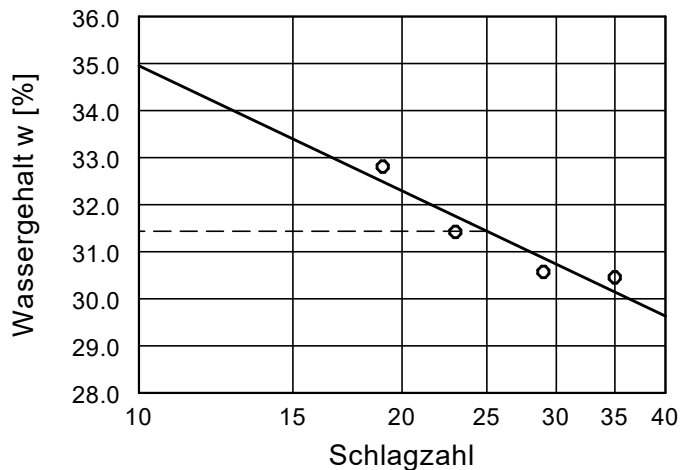
Entnahmestelle: BK 2/23

Tiefe: 1,0 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TL

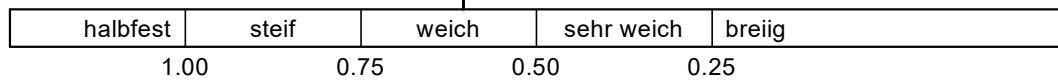
Probe entnommen am: 14 - 15.03.2023



Wassergehalt  $w$  = 19.3 %  
Fließgrenze  $w_L$  = 31.4 %  
Ausrollgrenze  $w_p$  = 14.7 %  
Plastizitätszahl  $I_p$  = 16.7 %  
Konsistenzzahl  $I_c$  = 0.60  
Anteil Überkorn  $\ddot{u}$  = 10.3 %  
Wassergeh. Überk.  $w_{\ddot{u}}$  = 2.0 %  
Korr. Wassergehalt = 21.3 %

Zustandsform

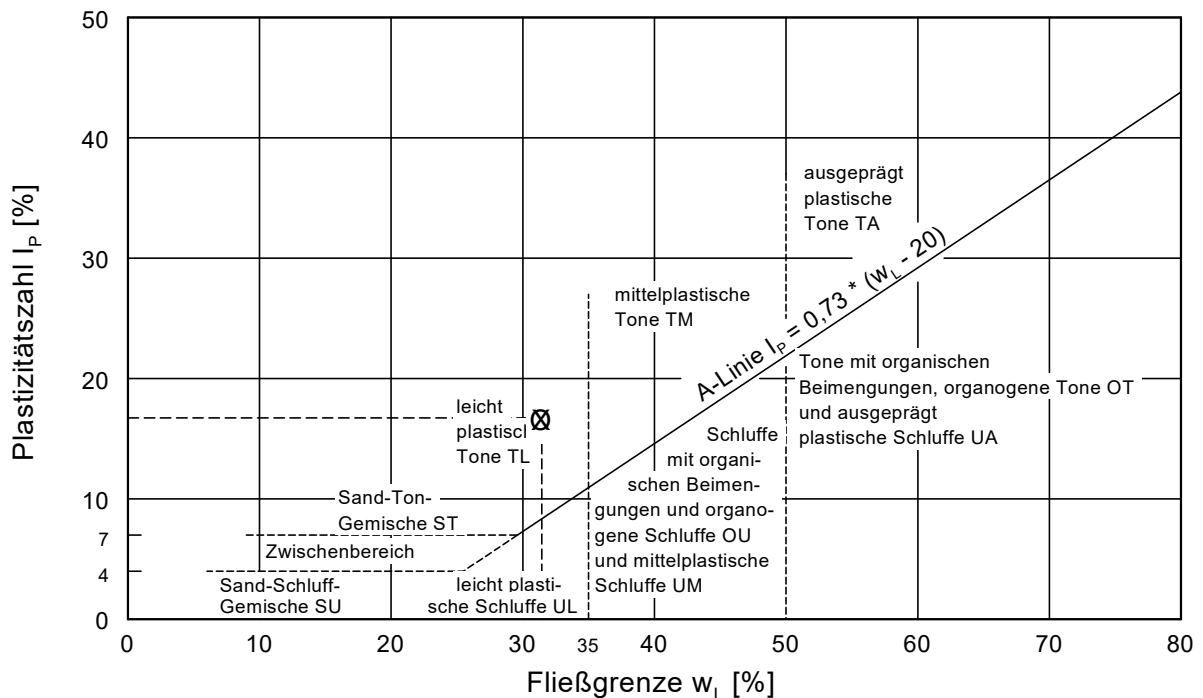
$I_c = 0.60$



Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_p$ ) [%]



Plastizitätsdiagramm



## Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

## Erschließung BG "Dafeld"

in 88447 Warthausen

Bearbeiter: APa

Datum: 18.04.2023

Prüfungsnummer: 2

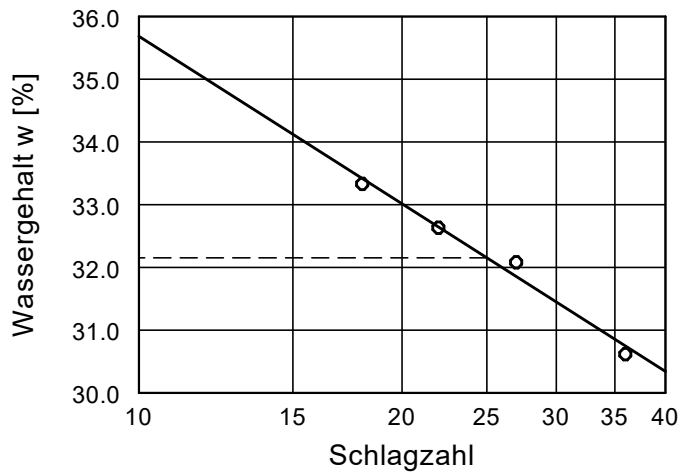
Entnahmestelle: BK 2/23

Tiefe: 2,0 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TL

Probe entnommen am: 14 - 15.03.2023



Wassergehalt  $w = 18.4 \%$

Fließgrenze  $w_L = 32.2 \%$

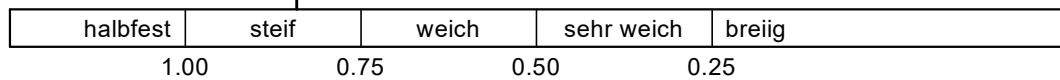
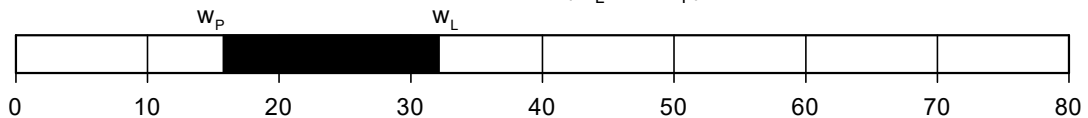
Ausrollgrenze  $w_p = 15.8 \%$

Plastizitätszahl  $I_p = 16.4 \%$ 

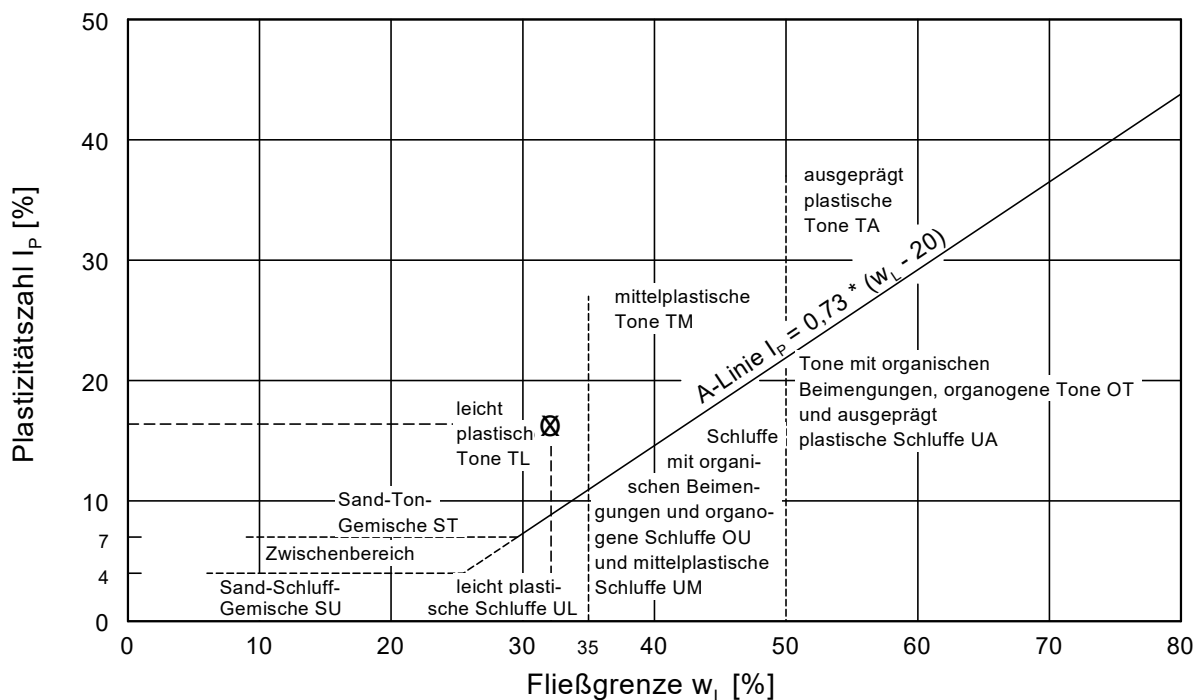
Konsistenzzahl  $I_c = 0.84$

$$I_C = 0.84$$

## Zustandsform

Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_P$ ) [%]

## Plastizitätsdiagramm



## Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

## Erschließung BG "Dafeld"

in 88447 Warthausen

Bearbeiter: APa

Datum: 18.04.2023

Prüfungsnummer: 3

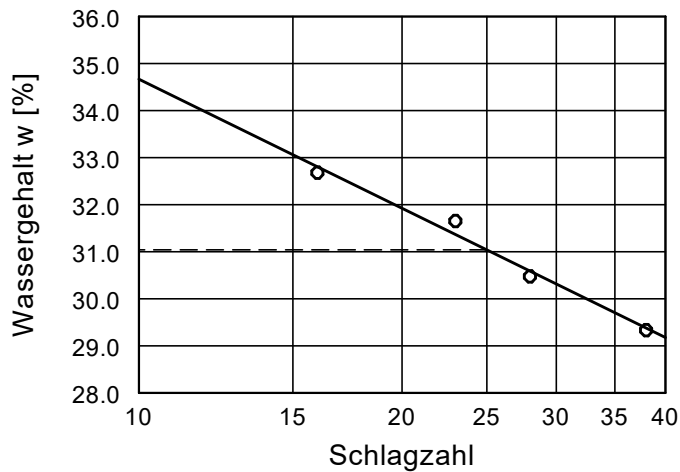
Entnahmestelle: BK 3/23

Tiefe: 1,0 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TL

Probe entnommen am: 14 - 15.03.2023



Wassergehalt  $w = 18.9 \%$

Fließgrenze  $w_L = 31.0 \%$

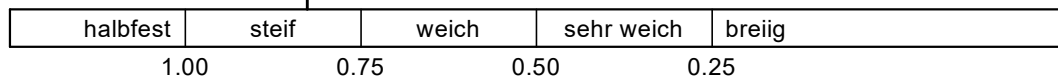
Ausrollgrenze  $w_p = 16.3 \%$

Plastizitätszahl  $I_p = 14.7 \%$ 

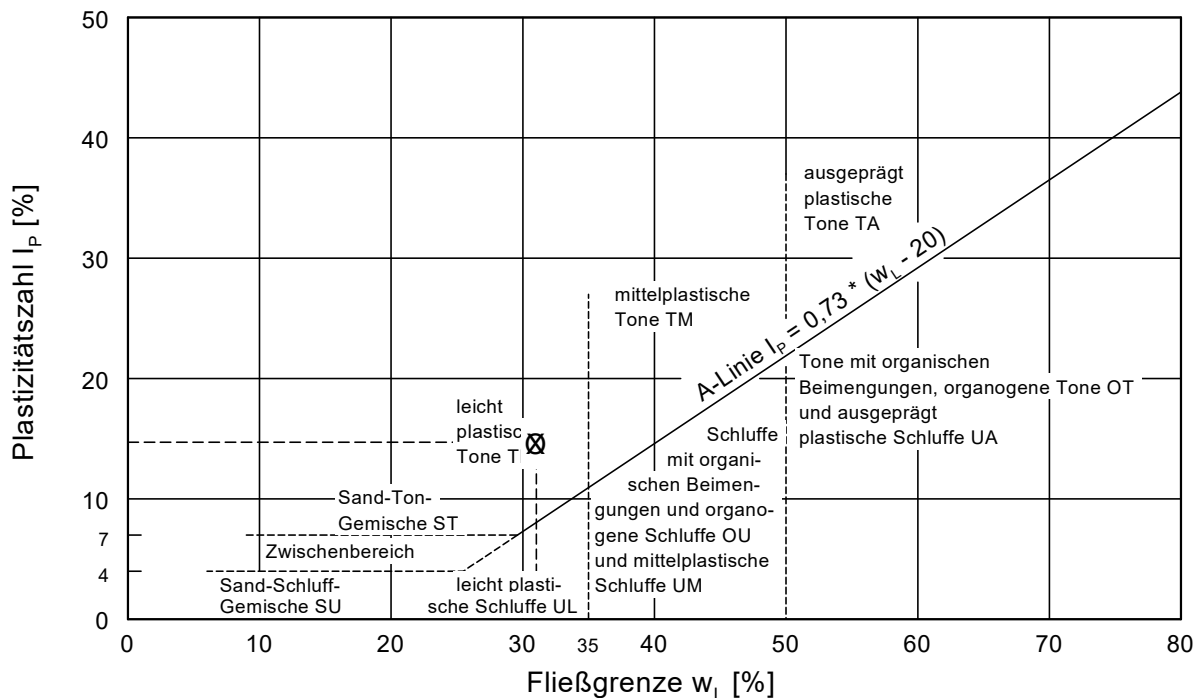
Konsistenzzahl  $I_c = 0.83$

$$I_C = 0.83$$

## Zustandsform

Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_P$ ) [%]

## Plastizitätsdiagramm



## Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

### Erschließung BG "Dafeld"

in 88447 Warthausen

Bearbeiter: APa

Datum: 18.04.2023

Prüfungsnummer: 4

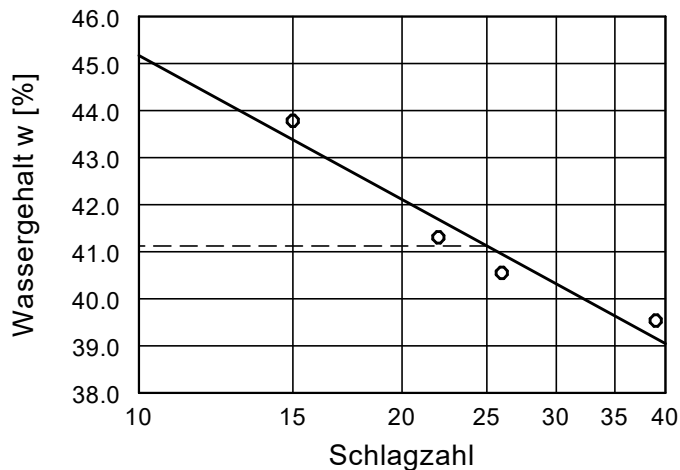
Entnahmestelle: BK 3/23

Tiefe: 2,0 m

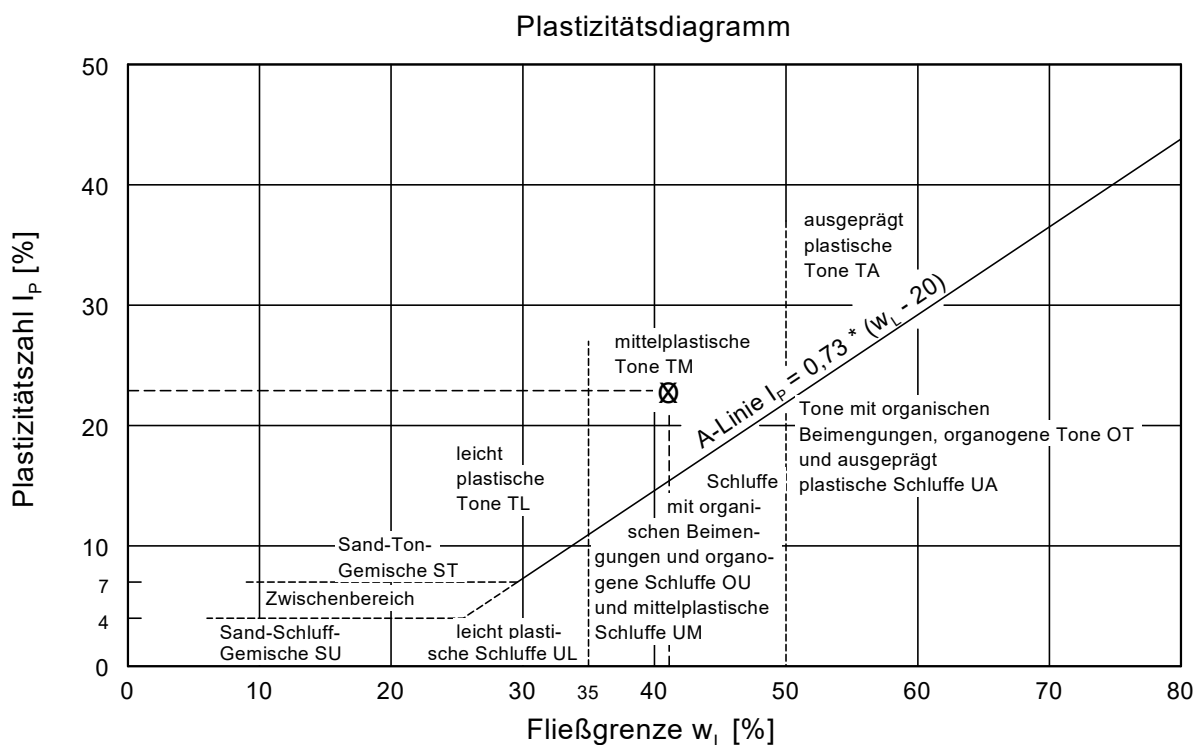
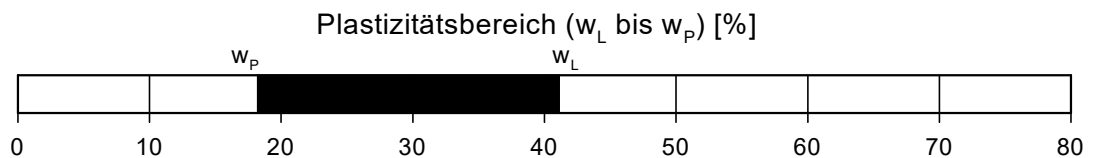
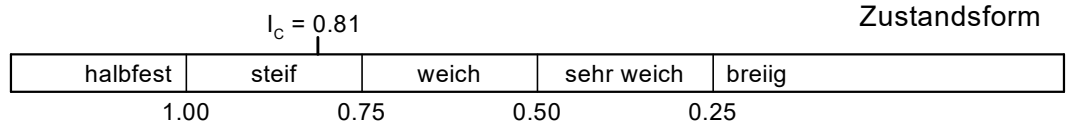
Art der Entnahme: gestört

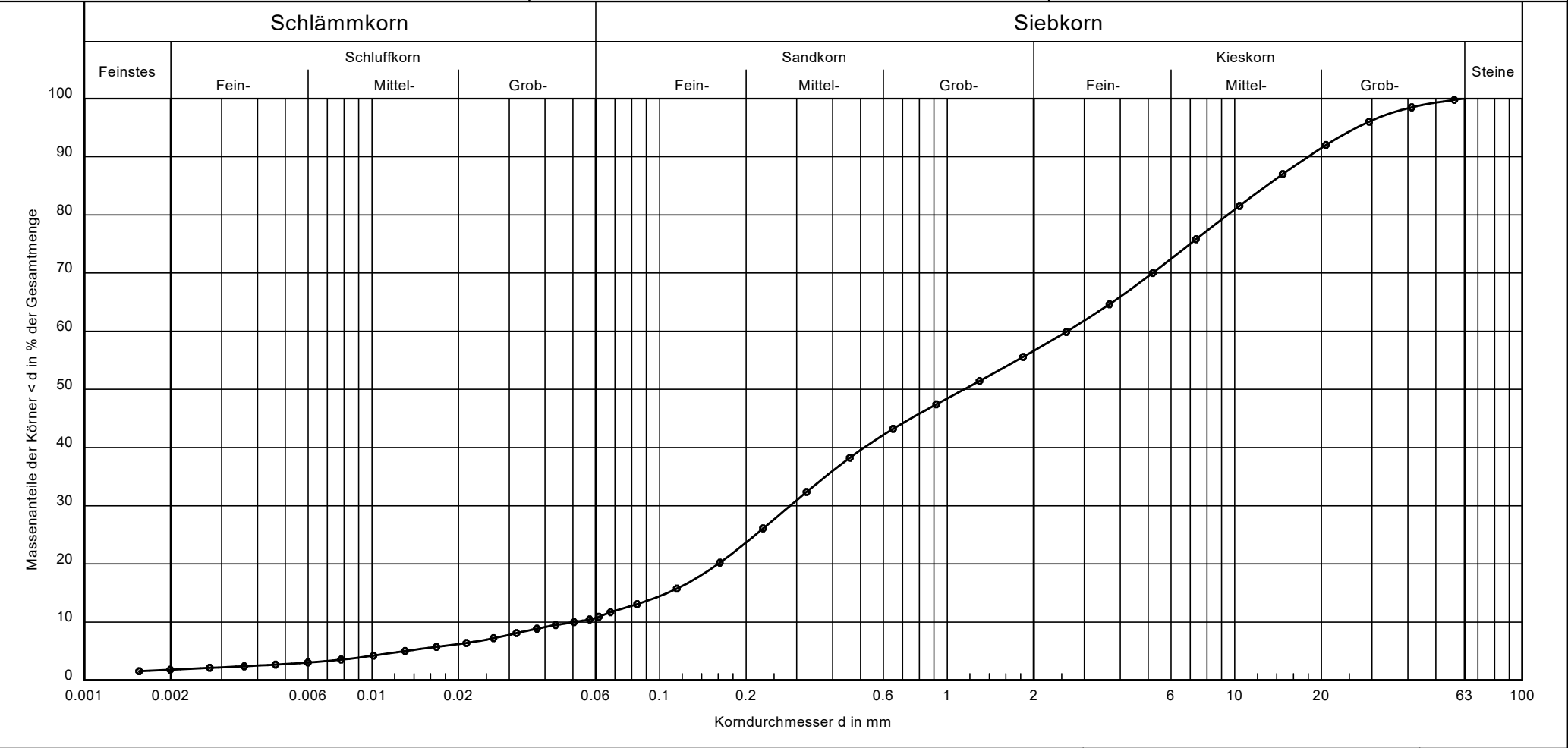
Bodenart: TM

Probe entnommen am: 14 - 15.03.2023

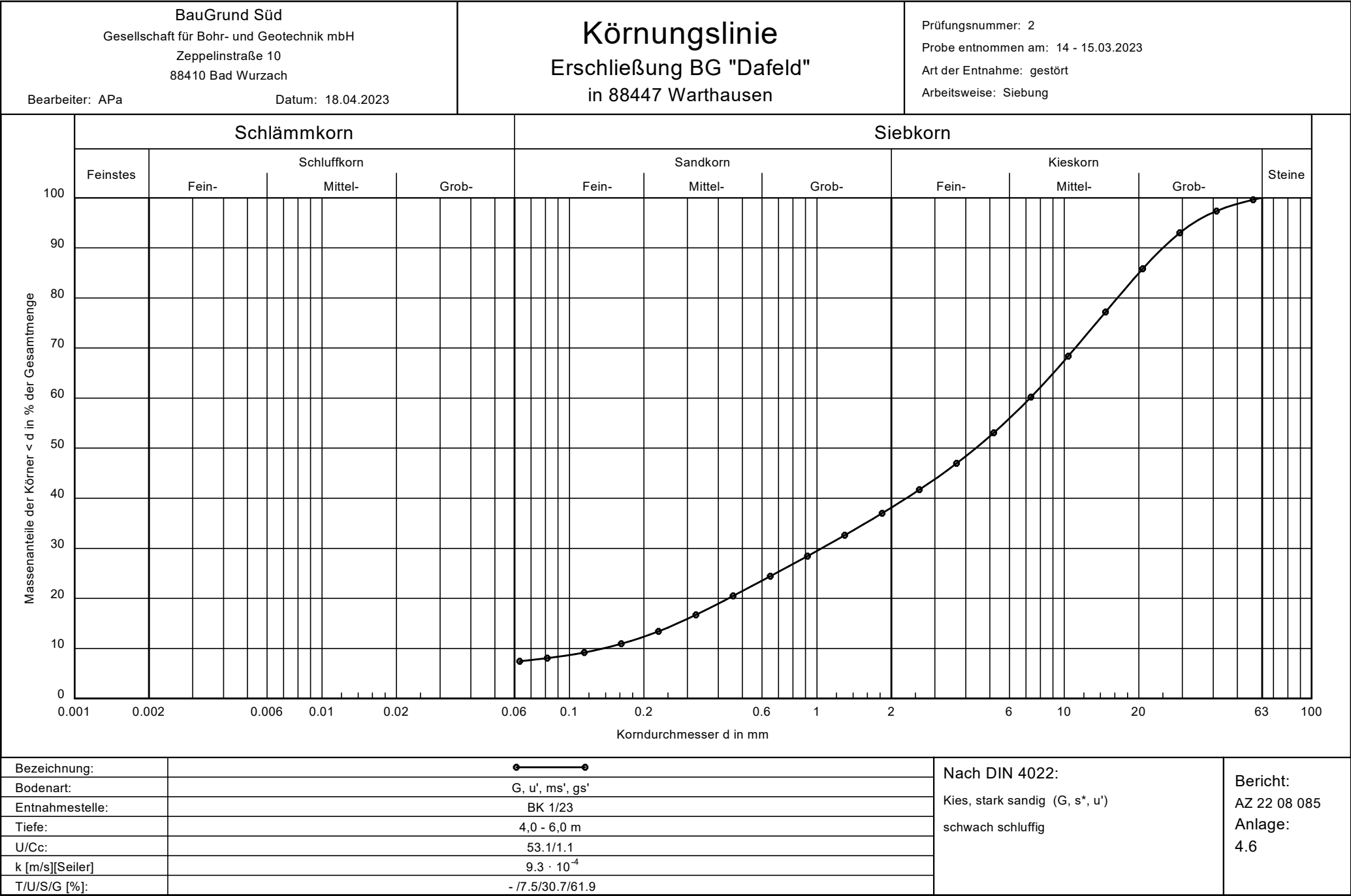


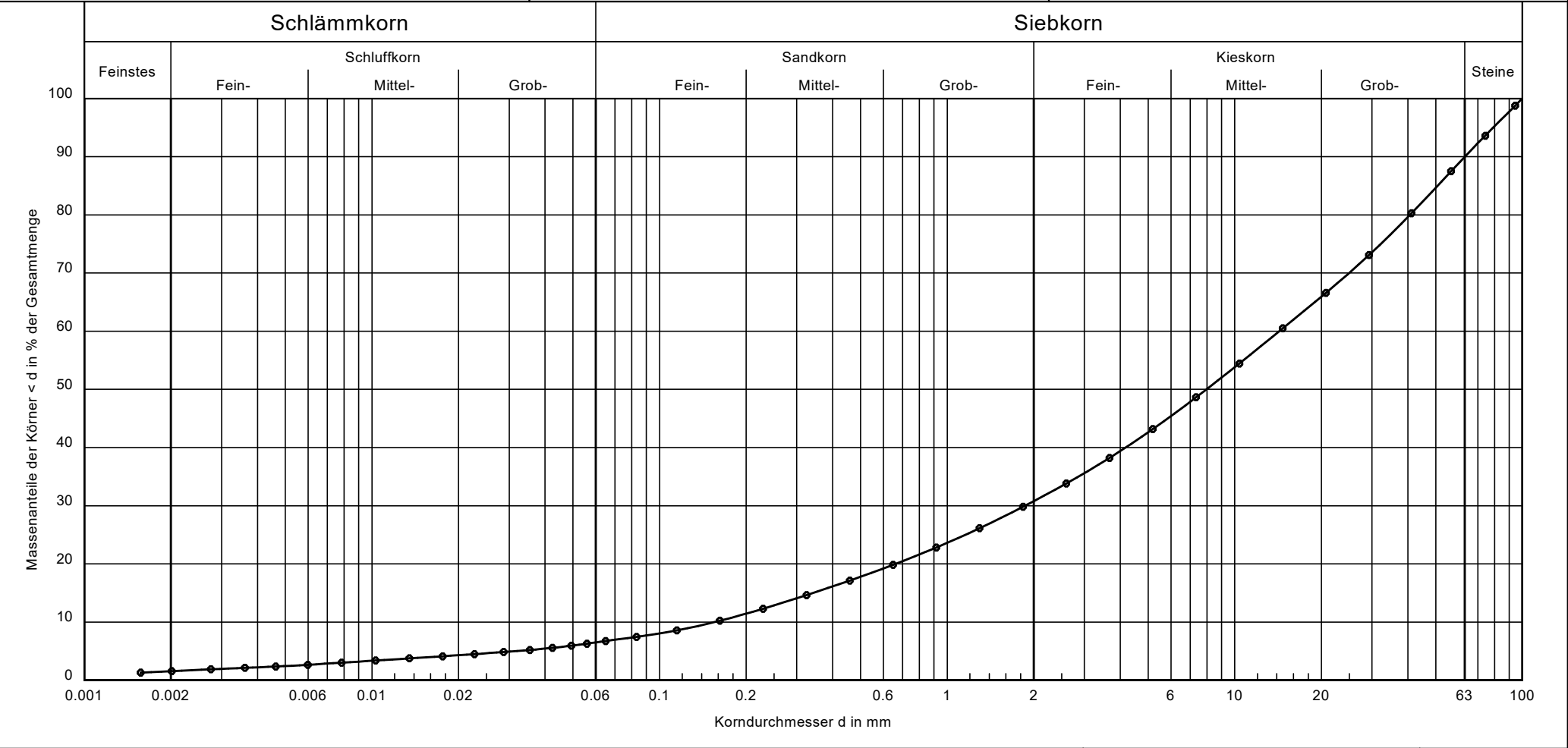
Wassergehalt  $w =$  22.5 %  
Fließgrenze  $w_L =$  41.1 %  
Ausrollgrenze  $w_p =$  18.2 %  
Plastizitätszahl  $I_p =$  22.9 %  
Konsistenzzahl  $I_c =$  0.81



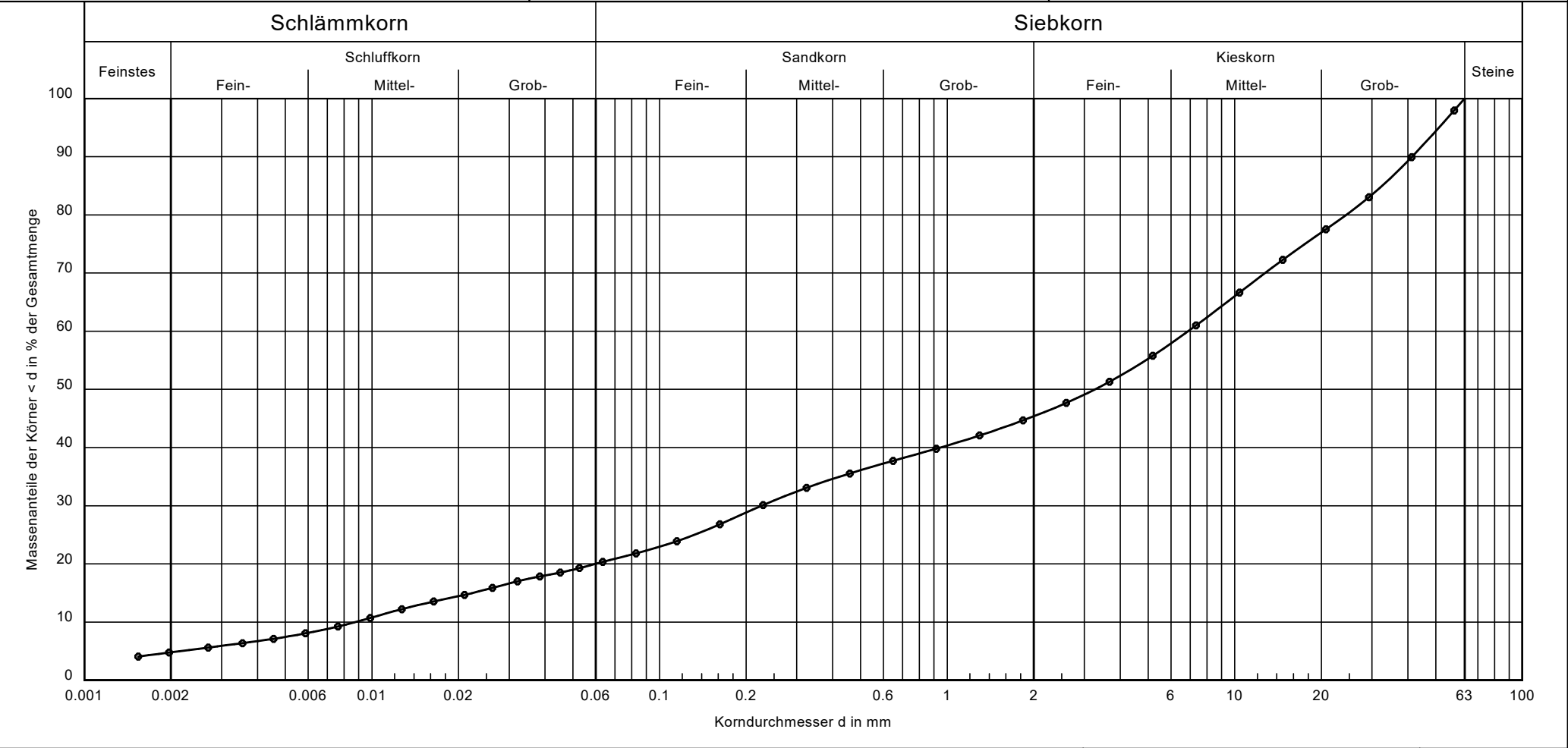


|                 |                                                                                      |                                                                                   |                                                |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Bezeichnung:    |  | Nach DIN 4022:<br><br>Sand - Kies - Gemisch, (S / G, u')<br><br>schwach schluffig | Bericht:<br>AZ 22 08 085<br><br>Anlage:<br>4.5 |
| Bodenart:       | S, G, u'                                                                             |                                                                                   |                                                |
| Entnahmestelle: | BK 1/23                                                                              |                                                                                   |                                                |
| Tiefe:          | 3,0 - 4,0 m                                                                          |                                                                                   |                                                |
| U/Cc:           | 51.9/0.6                                                                             |                                                                                   |                                                |
| k [m/s][Seiler] | 9.0 · 10 <sup>-5</sup>                                                               |                                                                                   |                                                |
| T/U/S/G [%]:    | 1.8/9.3/45.5/43.4                                                                    |                                                                                   |                                                |





|                 |                                                                                     |                                    |                                            |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|
| Bezeichnung:    |  | Nach DIN 4022:                     | Bericht:<br>AZ 22 08 085<br>Anlage:<br>4.7 |
| Bodenart:       | G, u', x', ms', gs'                                                                 | Kies, sandig (G, s, x', u')        |                                            |
| Entnahmestelle: | BK 4/23                                                                             | schwach steinig, schwach schluffig |                                            |
| Tiefe:          | 4,0 - 6,0 m                                                                         |                                    |                                            |
| U/Cc:           | 91.8/1.6                                                                            |                                    |                                            |
| k [m/s][Seiler] | 8.3 · 10 <sup>-3</sup>                                                              |                                    |                                            |
| T/U/S/G [%]:    | 1.6/5.1/24.1/59.1                                                                   |                                    |                                            |



|                 |                                                                                     |                                                                                  |                                                                               |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Bezeichnung:    |  | <div>Nach DIN 4022:</div> <div>Kies, sandig (G, s, u)</div> <div>schluffig</div> | <div>Bericht:</div> <div>AZ 22 08 085</div> <div>Anlage:</div> <div>4.8</div> |
| Bodenart:       | G, u, fs', ms', gs'                                                                 |                                                                                  |                                                                               |
| Entnahmestelle: | BK 5/23                                                                             |                                                                                  |                                                                               |
| Tiefe:          | 3,0 - 5,0 m                                                                         |                                                                                  |                                                                               |
| U/Cc:           | 786.6/0.9                                                                           |                                                                                  |                                                                               |
| k [m/s][USBR]   | 5.5 · 10 <sup>-6</sup>                                                              |                                                                                  |                                                                               |
| T/U/S/G [%]:    | 4.8/15.5/25.1/54.6                                                                  |                                                                                  |                                                                               |

## Absinkversuch in der verrohrten Bohrung (Bohrlochrohr) nach MAAG

Projekt-Nr.: AZ 22 08 085  
Projekt: Erschließung BG "Dafeld"  
OT Birkenhard  
in 88447 Warthausen

### Versuchsdaten

Versuchsdatum: 15.03.2023

Versuch: BK 5/23: 3,0 - 5,0 m u. GOK

Bodenart: Moränenkies: Fein- bis Grobkies, schluffig, sandig, schwach steinig

|              |                                                     |                |
|--------------|-----------------------------------------------------|----------------|
| $h_1 =$      | Wasserstand im Rohr bei Versuchsbeginn (über Boden) | <b>3 m</b>     |
| $h_2 =$      | Wasserstand im Rohr bei Versuchsende (über Boden)   | <b>2,35 m</b>  |
| $\Delta h =$ | $h_1 - h_2$                                         | <b>0,65 m</b>  |
| $h_m =$      | gemittelter Wasserstand; $h_m = h_1 - \Delta h/2$   | <b>2,675 m</b> |
| $\Delta t =$ | Versuchszeit                                        | <b>1800 s</b>  |
| $2 r =$      | Rohrdurchmesser                                     | <b>0,16 m</b>  |

**Versuchsauswertung****Anlage 5**

| Zeit [s] | $\Delta t$ [s] | Wasserstand [m<br>ü. Sohle] | $\Delta h$ [m] | $h_m$ [m] | $k_f$ [m/s]                                     |
|----------|----------------|-----------------------------|----------------|-----------|-------------------------------------------------|
| 0        |                | 3                           |                |           |                                                 |
|          | 60             |                             | 0,2            | 2,9       | 2,30E-05                                        |
| 60       |                | 2,8                         |                |           |                                                 |
|          | 60             |                             | 0,02           | 2,99      | 2,23E-06                                        |
| 120      |                | 2,78                        |                |           |                                                 |
|          | 60             |                             | 0,01           | 2,995     | 1,11E-06                                        |
| 180      |                | 2,77                        |                |           |                                                 |
|          | 60             |                             | 0,02           | 2,99      | 2,23E-06                                        |
| 240      |                | 2,75                        |                |           |                                                 |
|          | 60             |                             | 0,04           | 2,98      | 4,47E-06                                        |
| 300      |                | 2,71                        |                |           |                                                 |
|          | 60             |                             | 0,04           | 2,98      | 4,47E-06                                        |
| 360      |                | 2,67                        |                |           |                                                 |
|          | 60             |                             | 0,03           | 2,985     | 3,35E-06                                        |
| 420      |                | 2,64                        |                |           |                                                 |
|          | 60             |                             | 0,02           | 2,99      | 2,23E-06                                        |
| 480      |                | 2,62                        |                |           |                                                 |
|          | 180            |                             | 0,09           | 2,955     | 3,38E-06                                        |
| 660      |                | 2,53                        |                |           |                                                 |
|          | 100            |                             | 0,04           | 2,98      | 2,68E-06                                        |
| 760      |                | 2,49                        |                |           |                                                 |
|          | 200            |                             | 0,04           | 2,98      | 1,34E-06                                        |
| 960      |                | 2,45                        |                |           |                                                 |
|          | 240            |                             | 0,03           | 2,985     | 8,38E-07                                        |
| 1200     |                | 2,42                        |                |           |                                                 |
|          | 200            |                             | 0,02           | 2,99      | 6,69E-07                                        |
| 1400     |                | 2,4                         |                |           |                                                 |
|          | 160            |                             | 0,02           | 2,99      | 8,36E-07                                        |
| 1560     |                | 2,38                        |                |           |                                                 |
|          | 60             |                             | 0,01           | 2,995     | 1,11E-06                                        |
| 1620     |                | 2,37                        |                |           |                                                 |
|          | 180            |                             | 0,02           | 2,99      | 7,43E-07                                        |
| 1800     |                | 2,35                        |                |           |                                                 |
|          |                |                             |                |           | <b><u><math>k_f</math> [m/s] = 8,40E-07</u></b> |

**AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Nirkenhard, in 88447 Warthausen**

## **Anlage 6**

### **Abfallrechtliche Stellungnahme**

ZUR  
Erschließung des Baugebietes „Dafeld“  
OT Birkenhard,  
in 88447 Warthausen

**Abfallrechtliche Stellungnahme**  
zur  
Erschließung des Baugebietes „Dafeld“  
OT Birkenhard  
in 88447 Warthausen

---

BV-Code: BV 000 48 407

Aktenzeichen: AZ 22 08 085

Bauvorhaben: Erschließung Baugebiet „Dafeld“  
OT Birkenhard  
88447 Warthausen  
- Abfallrechtliche Stellungnahme -

Auftraggeber: Gemeinde Warthausen  
Alte Biberacher Straße 13  
88447 Warthausen

Bearbeitung: M.Sc.-Geol. Georg Voigt

Datum: 26.04.2023

AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen  
-Abfallrechtliche Vorbewertung-

## **Anlagenverzeichnis**

- 1.1-5 Probenahmeprotokolle
- 2 Laboranalysenberichte der BVU GmbH

## **Verwendete Unterlagen und Literatur**

- [1] RuVA – StB 01, Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Asphaltstraßen, Ausgabe 2001, Fassung 2005
- [2] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, Ausfertigungsdatum 12.07.1999
- [3] Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden – Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14. März 2007-AZ.: 25-8980.08M20 Land/3
- [4] LAGA PN 98, Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen, Stand: Dezember 2001

## **1 Vorgang**

Im Ortsteil Birkenhard der Gemeinde Warthausen soll das Baugebiet „Dafeld“ zur Bebauung mit Wohnhäusern erschlossen werden.

Die geologische Beschaffenheit des Untergrundes ist in dem geotechnischen Bericht der Fa. BauGrund Süd dargestellt, welchem die vorliegende Stellungnahme als separate Anlage beigelegt ist.

Zur Feststellung eventueller Schadstoffgehalte der anstehenden Böden und der Abklärung der einzuhaltenden Entsorgungs-/Verwertungswege der bei den Erdbauarbeiten anfallenden Aushubmassen, wurde auftragsgemäß eine stichpunktartige Beprobung und Analytik der erkundeten Bodenschichten durchgeführt.

Nachfolgend wird über die Ergebnisse der durchgeführten chemischen Analysen berichtet und die Bodenproben aus bodenschutz- bzw. abfallrechtlicher Sicht bewertet.

AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen  
-Abfallrechtliche Vorbewertung-

## 2 Probenahme

Die Beprobung erfolgte manuell an dem gewonnenen Bodenmaterial der abgeteufte Rammkernbohrungen BK 1-5/23. Im Zuge der Beprobung wurde 1 Stichprobe des Asphalts, jeweils eine Stichprobe des Mutterbodens und des Verwitterungslehms aus der Bohrung BK 5/23 und jeweils eine Mischprobe des Mutterbodens und des Verwitterungslehms aus den Bohrungen BK1-4/23 entnommen.

Die Probenbezeichnung sowie die Herkunft, Entnahmetiefe und der Analysenumfang der Proben ist in der Tabelle 1 dargestellt.

**Tabelle 1: Probenbezeichnung, Entnahmestelle und / -tiefe der Probe**

| Probenbezeichnung | Entnahmestelle                           | Entnahmetiefe m u. GOK                                   | Materialansprache                                                                          | Analyse                                  |
|-------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| EP ASP            | Fahrbahn bei BK 1/23                     | 0,0 - 0,08                                               | <u>Asphalt</u>                                                                             | ΣPAK im Feststoff, Phenolindex im Eluat  |
| BK 5 Mu           | BK 5/23                                  | 0,0 - 0,20                                               | <u>Mutterboden:</u><br>Schluff, sandig, schwach tonig, humos, durchwurzelt                 | BBodSchV, Anhang2, Tab. 4.1/4.2 + Arsen  |
| MP Mu             | BK 1/23<br>BK 3/23<br>BK 4/23            | 0,0 - 0,50<br>0,0 - 0,20<br>0,0 - 0,30                   | <u>Mutterboden:</u><br>Schluff, sandig, schwach tonig, schwach kiesig, humos, durchwurzelt | BBodSchV, Anhang2, Tab. 4.1/4.2 + Arsen  |
| BK 5 VD           | BK 5/23                                  | 0,20 - 2,00                                              | <u>Verwitterungslehm:</u><br>Schluff, sandig, schwach tonig, schwach kiesig                | VwV Boden B.W., Feststoff < 2 mm & Eluat |
| MP VD             | BK 1/23<br>BK 2/23<br>BK 3/23<br>BK 4/23 | 0,50 - 2,00<br>0,00 - 2,00<br>0,20 - 2,00<br>0,00 - 1,60 | <u>Verwitterungslehm:</u><br>Schluff, sandig, schwach tonig, schwach kiesig                | VwV Boden B.W., Feststoff < 2 mm & Eluat |

Die Probenahme-Protokolle zu den Laborproben sind in den Anlagen 1.1-5 enthalten.

### 3 Analyseergebnisse / Bewertung

Die in der Tabelle 1 aufgeführten Proben wurden dem chemischen Labor der BVU GmbH in Markt Rettenbach zur Analyse übergeben. Der Analysenumfang richtet sich nach der Materialansprache und ist in der Tabelle 1 mitaufgeführt.

#### 3.1 Asphaltproben

Die Tabelle 2 zeigt eine aus den Ergebnissen der Analysen resultierende Einstufung gemäß der RuVa Stb 01 [1].

**Tabelle 2: Analyseergebnisse der Asphaltproben / Einteilung in Verwertungsklassen**

| Proben-<br>bezeichnung | Gesamtgehalt PAK im<br>Feststoff nach EPA in<br>mg/kg / Phenolindex mg/l | Einstufung nach<br>RuVa Stb 01 [1]   | AVV -<br>Abfallschlüssel |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| EP ASP                 | 3,94 / < 0,01                                                            | Ausbauasphalt<br>Verwertungsklasse A | 17 03 02                 |

Die untersuchte Asphaltprobe ist nach der RuVa Stb 01 [1] als **Ausbauasphalt der Verwertungsklasse A** einzustufen.

Straßenbaustoffe der Verwertungsklasse A können als Asphaltgranulat im Heißmischverfahren wiederverwertet werden. Daneben ist auch eine Kaltverarbeitung mit und ohne Bindemittel möglich, wobei eine Kaltverarbeitung nach der RuVa Stb 01 [1] ohne Bindemittel nur in Ausnahmefällen als Tragschicht unter wasserundurchlässigen Deckschichten eingebaut werden darf.

#### Mutterboden

In der Tabelle 3 sind die Proben des Mutterbodens mit Angabe eines bodenschutzrechtlichen Bewertungsvorschlages gemäß der BBodSchV [2] aufgeführt.

**Tabelle 3: Analyseergebnisse der Bodenproben mit Bewertung nach BBodSchV [2]**

| Proben-<br>bezeichnung | Bodenart | Humusgehalt<br>[%] | Vorsorgewerte<br>für Metalle und<br>org. Stoffe<br>BBodSchV | einstufungs-<br>relevante<br>Parameter |
|------------------------|----------|--------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| BK 5 Mu                | Lehm     | 4,6                | eingehalten                                                 | -                                      |
| MP Mu                  | Lehm     | 3,2                | eingehalten                                                 | -                                      |

Die Bewertung der Proben erfolgte nach den Vorsorgewerten der BBodSchV (Anhang 2, Tab. 4.1/4.2) [2] an die Bodenart „Lehm“.

AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen  
-Abfallrechtliche Vorbewertung-

Wie die Analysenergebnisse aufzeigen, wurden die Vorsorgewerte für Metalle und organische Stoffe nach BBodSchV [2] für die beiden untersuchten Proben eingehalten.

Das 70 % - Kriterium wurde dabei jedoch nur von der Probe „MP Mu“ erfüllt, während dies für die Probe „BK 5 Mu“ aufgrund des erzielten Messwertes für den Summenparameter PAK von 2,5 mg/kg (Grenzwert: 3 mg/kg bei einem Humusgehalt < 8 %) nicht zutrifft. Eine uneingeschränkte Wiederverwendung auf landwirtschaftlichen Flächen ist somit für den Mutterboden aus dem Erkundungsbereich der BK 5/23 nicht möglich. Der festgestellte Messwert für den Summenparameter PAK ist dabei vermutlich auf die nahegelegene Straße zurückzuführen. Dementsprechend ist eine gleichartige Verwertung im Anschluss zum Straßenbankett denkbar. Eine möglichst hochwertige Verwertung des obersten Bodenhorizontes ist in jedem Fall anzustreben. Das weitere Vorgehen ist im Vorhinein mit der zuständigen Fachbehörde abzustimmen.

### 3.2 Bodenproben

In der Tabelle 4 sind die jeweiligen Laborproben mit Angabe eines abfallrechtlichen Bewertungsvorschlages gemäß der VwV Boden B.W. [3] aufgeführt.

**Tabelle 4: Analysenergebnisse der Bodenproben mit Bewertung nach VwV Boden B.W. [3]**

| Proben-<br>bezeichnung | Boden-<br>art | Materialansprache                                                              | Verwertungs-<br>kategorie nach<br>VwV Boden<br>B.W. [3] | einstufungsrelevante<br>Parameter |
|------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| BK 5 VD                | Lehm          | <u>Verwitterungslehm:</u><br>Schluff, sandig, schwach tonig,<br>schwach kiesig | Z 0                                                     | -                                 |
| MP VD                  | Lehm          | <u>Verwitterungslehm:</u><br>Schluff, sandig, schwach tonig,<br>schwach kiesig | Z 0                                                     | -                                 |

Die Bewertung der Proben erfolgte nach den Anforderungen der VwV Boden BW [3] an die Bodenart „Lehm/Schluff“.

Für die untersuchten Bodenproben aus dem Verwitterungslehm wurden keine einstufungsrelevanten Schadstoffkonzentrationen festgestellt, sodass diese nach der VwV Boden BW [3] in die **Verwertungskategorie Z 0** einzustufen sind.

AZ 22 08 085, Erschließung BG „Dafeld“, OT Birkenhard, 88447 Warthausen  
-Abfallrechtliche Vorbewertung-

#### 4 Hinweise und Empfehlungen

Die im Bericht enthaltenen Angaben beziehen sich auf die oben genannten Untersuchungsstellen. Abweichungen von gemachten Angaben (Schichttiefen, Zusammensetzung etc.) können aufgrund der Heterogenität des Untergrundes bzw. aufgrund des hier vorliegenden Untersuchungsrastrers nicht ausgeschlossen werden.

Inwiefern ggf. eine direkte Abfuhr der auszuhebenden Böden ohne Zwischenlagerung erfolgen kann, ist mit der zuständigen Fachbehörde sowie der in Frage kommenden Annahmestelle im Vorfeld abzustimmen.

Wird einer direkten Abfuhr des Materials nicht zugestimmt, so sind die Böden nach ihrer Zusammensetzung zu separieren und am Haufwerk gemäß LAGA PN 98 [3] zu beproben. Die Probenahme kann von der Fa. BauGrund Süd durchgeführt werden.

**Beim Antreffen von organoleptisch auffälligem Material im Zuge des Erdaushubs ist dieses sorgfältig zu separieren und den Gutachter für das weitere Vorgehen hinzuzuziehen.**

Es ist darauf hinzuweisen, dass bei Baumaßnahmen mit einer Aushubmenge > 500 m<sup>3</sup> nach §3 Abs. 4 KreiWiG und §2 Abs. 3 LBodSchAG ein Abfallverwertungskonzept bei den zuständigen Behörden vorzulegen ist. Zudem ist bei einem Eingriff in eine nicht versiegelte, nicht baulich veränderte bzw. unbebaute Fläche von mehr als 0,5 ha bei der behördlichen Zulassung der Baumaßnahmen nach §2 Abs. 3 LBodSchAG ein Bodenschutzkonzept nach den Vorgaben der DIN 19639 bei der Antragstellung hinzuzufügen. Diese Leistungen können auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd erbracht werden.

**Das weitere Vorgehen bzw. die Abfuhr- und Wiederverwertung der als Aushub anfallenden Böden ist frühzeitig vor Baubeginn mit der vorgesehenen Annahmestelle sowie den Fachbehörden abzustimmen, um Verzögerungen im Bauablauf zu vermeiden.**

Für ergänzende Erläuterungen sowie zur Klärung der im Verlauf der weiteren Planung und Ausführung noch offenen Fragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.



Alois Jäger  
Geschäftsführer



Georg Voigt  
M.Sc. Geol.

**Projekt-Nr.** AZ 22 08 085  
**Projekt:** Erschließung BG "Dafeld"  
OT Birkenhard  
in 88447 Warthausen

## A. Allgemeine Angaben

**Auftraggeber:** Gemeinde Warthausen  
**Straße / Postfach:** Alte Biberacher Straße 13  
**PLZ, Ort:** 88447 Warthausen

**Baustelle / Ort der Probenahme:** BG "Dafeld", Fl.St. 565, 582, 590  
88447 Warthausen OT Birkenhard

**Zweck der Probenentnahme / Untersuchung:** Abfallrechtliche Vorbewertung  
**Analysenumfang:**  $\Sigma$ PAK im FS & Phenolindex im Eluat

**Probenehmende Stelle:** BauGrund Süd, Zeppelinstraße 10, 88410 Bad Wurzach  
**Probenehmer:** B.Sc. Daniel Svorc  
**Probenahmedatum:** 21.03.2023

## B. Vor-Ort-Gegebenheiten/Materialbeschreibung

| Probenbezeichnung                  | EP ASP                                    |            |
|------------------------------------|-------------------------------------------|------------|
| Entnahmestelle / -tiefe [m u. GOK] | Fahrbahn bei BK 1/23                      | 0,0 - 0,08 |
| Materialart / Beimengungen:        | Asphalt                                   |            |
| Farbe / Geruch / Konsistenz:       | schwarz / unauffällig / -                 |            |
| <b>Probenentnahme</b>              |                                           |            |
| Entnahmeverfahren:                 | Entnahme aus Bohrgut                      |            |
| Entnahmegesäß:                     | Edelstahlschaufel                         |            |
| Anzahl Einzelproben:               | 1                                         |            |
| Volumen Einzelproben:              | 0,5 L                                     |            |
| Misch- / Sammelprobe:              | -                                         |            |
| Homogenisierung:                   | -                                         |            |
| Teilung:                           | -                                         |            |
| Menge Laborprobe:                  | 0,5 L                                     |            |
| Probengefäß:                       | Eimer (luftdicht verschlossen)            |            |
| Rückstellprobe:                    | ja (6 Wochen nach Probeneingang im Labor) |            |
| <b>Untersuchungsstelle</b>         | BVU GmbH, 87733 Markt Rettenbach          |            |
| Probentransfer                     | Kurier Labor                              |            |
| Versanddatum:                      | 22.03.2023                                |            |
| Kühlung / Lagerung:                | nein / ja                                 |            |

|                                    |                                                                                      |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unterschrift / Probenehmer:</b> |  |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|

**Projekt-Nr.** AZ 22 08 085  
**Projekt:** Erschließung BG "Dafeld"  
 OT Birkenhard  
 in 88447 Warthausen

**A. Allgemeine Angaben**

**Auftraggeber:** Gemeinde Warthausen  
**Straße / Postfach:** Alte Biberacher Straße 13  
**PLZ, Ort:** 88447 Warthausen  
  
**Baustelle / Ort der Probenahme:** BG "Dafeld", Fl.St. 565, 582, 590  
 88447 Warthausen OT Birkenhard  
  
**Zweck der Probenentnahme /**  
**Untersuchung:** Abfallrechtliche Vorbewertung  
**Analysenumfang:** BBodSchV, Anh.2, Tab. 4.1-2, + As  
 Kornfraktion <2 mm  
  
**Probenehmende Stelle:** BauGrund Süd, Zeppelinstraße 10, 88410 Bad Wurzach  
**Probenehmer:** B.Sc. Daniel Svorc  
**Probenahmedatum:** 21.03.2023

**B. Vor-Ort-Gegebenheiten/Materialbeschreibung**

|                                    |                                                                            |            |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Probenbezeichnung</b>           | BK 5 Mu                                                                    |            |
| Entnahmestelle / -tiefe [m u. GOK] | BK 5/23                                                                    | 0,0 - 0,20 |
| Materialart / Beimengungen:        | Mutterboden<br>Schluff, sandig, schwach tonig, schwach humos, durchwurzelt |            |
| Farbe / Geruch / Konsistenz:       | graubraun / unauffällig / weich                                            |            |
|                                    |                                                                            |            |
| <b>Probenentnahme</b>              |                                                                            |            |
| Entnahmeverfahren:                 | Entnahme aus Bohrgut                                                       |            |
| Entnahmegesäß:                     | Edelstahlschaufel                                                          |            |
| Anzahl Einzelproben:               | 1                                                                          |            |
| Volumen Einzelproben:              | 1 L                                                                        |            |
| Misch- / Sammelprobe:              | -                                                                          |            |
| Homogenisierung:                   | -                                                                          |            |
| Teilung:                           | -                                                                          |            |
| Menge Laborprobe:                  | 1 L                                                                        |            |
| Probengefäß:                       | Eimer (luftdicht verschlossen)                                             |            |
| Rückstellprobe:                    | ja (6 Wochen nach Probeneingang im Labor)                                  |            |
|                                    |                                                                            |            |
| <b>Untersuchungsstelle</b>         | BVU GmbH, 87733 Markt Rettenbach                                           |            |
| Probentransfer                     | Kurier Labor                                                               |            |
| Versanddatum:                      | 22.03.2023                                                                 |            |
| Kühlung / Lagerung:                | nein / ja                                                                  |            |

|                                    |                                                                                      |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unterschrift / Probenehmer:</b> |  |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|

**Projekt-Nr.** AZ 22 08 085  
**Projekt:** Erschließung BG "Dafeld"  
 OT Birkenhard  
 in 88447 Warthausen

**A. Allgemeine Angaben**

**Auftraggeber:** Gemeinde Warthausen  
**Straße / Postfach:** Alte Biberacher Straße 13  
**PLZ, Ort:** 88447 Warthausen  
  
**Baustelle / Ort der Probenahme:** BG "Dafeld", Fl.St. 565, 582, 590  
 88447 Warthausen OT Birkenhard  
  
**Zweck der Probenentnahme / Untersuchung:** Abfallrechtliche Vorbewertung  
**Analysenumfang:** BBodSchV, Anh.2, Tab. 4.1-2, + As  
 Kornfraktion <2 mm  
**Probenehmende Stelle:** BauGrund Süd, Zeppelinstraße 10, 88410 Bad Wurzach  
**Probenehmer:** B.Sc. Daniel Svorc  
**Probenahmedatum:** 21.03.2023

**B. Vor-Ort-Gegebenheiten/Materialbeschreibung**

| Probenbezeichnung                  | MP Mu                                                                              |            |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Entnahmestelle / -tiefe [m u. GOK] | BK 1/23                                                                            | 0,0 - 0,50 |
|                                    | BK 3/23                                                                            | 0,0 - 0,20 |
|                                    | BK 4/23                                                                            | 0,0 - 0,30 |
| Materialart / Beimengungen:        | Mutterboden<br>Schluff, sandig, schwach tonig, schwach kiesig, humos, durchwurzelt |            |
| Farbe / Geruch / Konsistenz:       | braun / unauffällig / weich                                                        |            |
|                                    |                                                                                    |            |
| <b>Probenentnahme</b>              |                                                                                    |            |
| Entnahmeverfahren:                 | Entnahme aus Bohrgut                                                               |            |
| Entnahmegesetz:                    | Edelstahlschaufel                                                                  |            |
| Anzahl Einzelproben:               | 3                                                                                  |            |
| Volumen Einzelproben:              | 1 L                                                                                |            |
| Misch- / Sammelprobe:              | -                                                                                  |            |
| Homogenisierung:                   | -                                                                                  |            |
| Teilung:                           | -                                                                                  |            |
| Menge Laborprobe:                  | 3 L                                                                                |            |
| Probengefäß:                       | Eimer (luftdicht verschlossen)                                                     |            |
| Rückstellprobe:                    | ja (6 Wochen nach Probeneingang im Labor)                                          |            |
|                                    |                                                                                    |            |
| <b>Untersuchungsstelle</b>         | BVU GmbH, 87733 Markt Rettenbach                                                   |            |
| Probentransfer                     | Kurier Labor                                                                       |            |
| Versanddatum:                      | 22.03.2023                                                                         |            |
| Kühlung / Lagerung:                | nein / ja                                                                          |            |

**Unterschrift / Probenehmer:**

**Projekt-Nr.** AZ 22 08 085  
**Projekt:** Erschließung BG "Dafeld"  
OT Birkenhard  
in 88447 Warthausen

## A. Allgemeine Angaben

**Auftraggeber:** Gemeinde Warthausen  
**Straße / Postfach:** Alte Biberacher Straße 13  
**PLZ, Ort:** 88447 Warthausen

**Baustelle / Ort der Probenahme:** BG "Dafeld", Fl.St. 565, 582, 590  
88447 Warthausen OT Birkenhard

**Zweck der Probenentnahme / Untersuchung:** Abfallrechtliche Vorbewertung

**Analysenumfang:** VwV Boden BW (2007), Tabelle 6-1,  
Feststoff <2 mm + Eluat

**Probenehmende Stelle:** BauGrund Süd, Zeppelinstraße 10, 88410 Bad Wurzach

**Probenehmer:** B.Sc. Daniel Svorc

**Probenahmedatum:** 21.03.2023

## B. Vor-Ort-Gegebenheiten/Materialbeschreibung

|                                    |                                                                     |             |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Probenbezeichnung</b>           | BK 5 VD                                                             |             |
| Entnahmestelle / -tiefe [m u. GOK] | BK 5/23                                                             | 0,20 - 2,00 |
| Materialart / Beimengungen:        | Verwitterungslehm<br>Schluff, sandig, schwach tonig, schwach kiesig |             |
| Farbe / Geruch / Konsistenz:       | rotbraun - oliv / unauffällig / weich - steif                       |             |
| <b>Probenentnahme</b>              |                                                                     |             |
| Entnahmeverfahren:                 | Entnahme aus Bohrgut                                                |             |
| Entnahmegesetz:                    | Edelstahlschaufel                                                   |             |
| Anzahl Einzelproben:               | 1                                                                   |             |
| Volumen Einzelproben:              | 4 L                                                                 |             |
| Misch- / Sammelprobe:              | -                                                                   |             |
| Homogenisierung:                   | -                                                                   |             |
| Teilung:                           | -                                                                   |             |
| Menge Laborprobe:                  | 4 L                                                                 |             |
| Probengefäß:                       | Eimer (luftdicht verschlossen)                                      |             |
| Rückstellprobe:                    | ja (6 Wochen nach Probeneingang im Labor)                           |             |
| <b>Untersuchungsstelle</b>         | BVU GmbH, 87733 Markt Rettenbach                                    |             |
| Probentransfer                     | Kurier Labor                                                        |             |
| Versanddatum:                      | 22.03.2023                                                          |             |
| Kühlung / Lagerung:                | nein / ja                                                           |             |

**Unterschrift / Probenehmer:** 

**Projekt-Nr.** AZ 22 08 085  
**Projekt:** Erschließung BG "Dafeld"  
 OT Birkenhard  
 in 88447 Warthausen

**A. Allgemeine Angaben**

**Auftraggeber:** Gemeinde Warthausen  
**Straße / Postfach:** Alte Biberacher Straße 13  
**PLZ, Ort:** 88447 Warthausen  
  
**Baustelle / Ort der Probenahme:** BG "Dafeld", Fl.St. 565, 582, 590  
 88447 Warthausen OT Birkenhard  
  
**Zweck der Probenentnahme /**  
**Untersuchung:** Abfallrechtliche Vorbewertung  
**Analysenumfang:** VwV Boden BW (2007), Tabelle 6-1,  
 Feststoff <2 mm + Eluat  
  
**Probenehmende Stelle:** BauGrund Süd, Zeppelinstraße 10, 88410 Bad Wurzach  
**Probenehmer:** B.Sc. Daniel Svorc  
**Probenahmedatum:** 21.03.2023

**B. Vor-Ort-Gegebenheiten/Materialbeschreibung**

| Probenbezeichnung                  | MP VD                                                               |             |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------|
| Entnahmestelle / -tiefe [m u. GOK] | BK 1/23                                                             | 0,50 - 2,00 |
|                                    | BK 2/23                                                             | 0,00 - 2,00 |
|                                    | BK 3/23                                                             | 0,20 - 2,00 |
|                                    | BK 4/23                                                             | 0,00 - 1,60 |
| Materialart / Beimengungen:        | Verwitterungslehm<br>Schluff, sandig, schwach tonig, schwach kiesig |             |
| Farbe / Geruch / Konsistenz:       | rotbraun / unauffällig / weich - steif                              |             |
|                                    |                                                                     |             |
| <b>Probenentnahme</b>              |                                                                     |             |
| Entnahmeverfahren:                 | Entnahme aus Bohrgut                                                |             |
| Entnahmegesetz:                    | Edelstahlschaufel                                                   |             |
| Anzahl Einzelproben:               | 4                                                                   |             |
| Volumen Einzelproben:              | 1 L                                                                 |             |
| Misch- / Sammelprobe:              | -                                                                   |             |
| Homogenisierung:                   | -                                                                   |             |
| Teilung:                           | -                                                                   |             |
| Menge Laborprobe:                  | 4 L                                                                 |             |
| Probengefäß:                       | Eimer (luftdicht verschlossen)                                      |             |
| Rückstellprobe:                    | ja (6 Wochen nach Probeneingang im Labor)                           |             |
|                                    |                                                                     |             |
| <b>Untersuchungsstelle</b>         | BVU GmbH, 87733 Markt Rettenbach                                    |             |
| Probentransfer                     | Kurier Labor                                                        |             |
| Versanddatum:                      | 22.03.2023                                                          |             |
| Kühlung / Lagerung:                | nein / ja                                                           |             |

**Unterschrift / Probenehmer:** 

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH  
Zeppelinstraße 10  
88410 Bad Wurzach

|                            |                 |               |                   |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| <b>Analysenbericht Nr.</b> | <b>303/7000</b> | <b>Datum:</b> | <b>29.03.2023</b> |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber : BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH  
Projekt : AZ2208085 Warthausen  
Projekt-Nr. : Kostenstelle :  
Entnahmestelle :  
Art der Probenahme : Art der Probe : Boden  
Entnahmedatum : 21.03.2023 Probeneingang : 22.03.2023  
Originalbezeich. : BK 5 VD Probenbezeich. : 303/7000  
Probenehmer : BG Süd - Voigt Georg  
Untersuchungszeitraum : 22.03.2023 – 29.03.2023

### 1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (VwV:2007-03)

| Parameter                              | Einheit   | Messwert |  | Z 0<br>(S   L/L) | Z 0* | Z 1/2 | Z 2 | Methode                |
|----------------------------------------|-----------|----------|--|------------------|------|-------|-----|------------------------|
| Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe |           |          |  |                  |      |       |     | DIN 19747:2009-07      |
| Trockensubstanz                        | [%]       | 86,6     |  | -                | -    | -     | -   | DIN EN 14346 : 2007-03 |
| Fraktion < 2 mm                        | [Masse %] | 59       |  | -                | -    | -     | -   | Siebung                |

### 2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (VwV:2007-03)

| Parameter                  |            | Einheit | Messwert |     | Z 0<br>(S   L/L) |  | Z 0* | Z 1/2 | Z 2  | Methode                   |
|----------------------------|------------|---------|----------|-----|------------------|--|------|-------|------|---------------------------|
| Arsen                      | [mg/kg TS] | 9,3     |          | 10  | 15               |  | 15   | 45    | 150  | EN ISO 11885 :2009-09     |
| Blei                       | [mg/kg TS] | 18      |          | 40  | 70               |  | 140  | 210   | 700  | EN ISO 11885 :2009-09     |
| Cadmium                    | [mg/kg TS] | < 0,05  |          | 0,4 | 1                |  | 1    | 3     | 10   | EN ISO 11885 :2009-09     |
| Chrom (gesamt)             | [mg/kg TS] | 38      |          | 30  | 60               |  | 120  | 180   | 600  | EN ISO 11885 :2009-09     |
| Kupfer                     | [mg/kg TS] | 18      |          | 20  | 40               |  | 80   | 120   | 400  | EN ISO 11885 :2009-09     |
| Nickel                     | [mg/kg TS] | 28      |          | 15  | 50               |  | 100  | 150   | 500  | EN ISO 11885 :2009-09     |
| Quecksilber                | [mg/kg TS] | 0,02    |          | 0,1 | 0,5              |  | 1    | 1,5   | 5    | DIN EN ISO 12846 :2012-08 |
| Thallium                   | [mg/kg TS] | < 0,4   |          | 0,4 | 0,7              |  | 0,7  | 2,1   | 7    | EN ISO 11885 :2009-09     |
| Zink                       | [mg/kg TS] | 64      |          | 60  | 150              |  | 300  | 450   | 1500 | EN ISO 11885 :2009-09     |
| Aufschluß mit Königswasser |            |         |          |     |                  |  |      |       |      | EN 13657 :2003-01         |

## 2.1 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

| Parameter                 | Einheit    | Messwert    |  | Z 0<br>(S   L/L) | Z 0* | Z 1/2 | Z 2  | Methode                   |
|---------------------------|------------|-------------|--|------------------|------|-------|------|---------------------------|
| EOX                       | [mg/kg TS] | < 0,5       |  | 1                | 1    | 3     | 10   | DIN 38 409 -17 :2005-12   |
| MKW (C10 – C22)           | [mg/kg TS] | < 30        |  | 100              | 200  | 300   | 1000 | DIN EN 14039 :2005-01     |
| MKW (C10 – C40)           | [mg/kg TS] | < 50        |  | -                | 400  | 600   | 2000 | DIN EN 14039 :2005-01     |
| Cyanid (gesamt)           | [mg/kg TS] | < 0,25      |  | -                | -    | 3     | 10   | DIN EN ISO 17380 :2013-10 |
|                           |            |             |  |                  |      |       |      |                           |
| PCB 28                    | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| PCB 52                    | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| PCB 101                   | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| PCB 138                   | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| PCB 153                   | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| PCB 180                   | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| <b>Σ PCB (6):</b>         | [mg/kg TS] | <b>n.n.</b> |  | 0,05             | 0,1  | 0,15  | 0,5  | DIN EN 15308 :2016-12     |
|                           |            |             |  |                  |      |       |      |                           |
| Benzol                    | [mg/kg TS] | < 0,05      |  |                  |      |       |      |                           |
| Toluol                    | [mg/kg TS] | < 0,05      |  |                  |      |       |      |                           |
| Ethylbenzol               | [mg/kg TS] | < 0,05      |  |                  |      |       |      |                           |
| m,p-Xylol                 | [mg/kg TS] | < 0,05      |  |                  |      |       |      |                           |
| o-Xylol                   | [mg/kg TS] | < 0,05      |  |                  |      |       |      |                           |
| <b>Σ BTXE:</b>            | [mg/kg TS] | <b>n.n.</b> |  | 1                | 1    | 1     | 1    | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
|                           |            |             |  |                  |      |       |      |                           |
| Vinylchlorid              | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| Dichlormethan             | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| 1-2-Dichlorethan          | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| cis 1,2 Dichlorethen      | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| trans-Dichlorethen        | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| Chloroform                | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| 1.1.1- Trichlorethan      | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| Tetrachlormethan          | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| Trichlorethen             | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| Tetrachlorethen           | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| <b>Σ LHKW:</b>            | [mg/kg TS] | <b>n.n.</b> |  | 1                | 1    | 1     | 1    | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
|                           |            |             |  |                  |      |       |      |                           |
| Naphthalin                | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Acenaphthen               | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Acenaphthylen             | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Fluoren                   | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Phenanthren               | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Anthracen                 | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Fluoranthren              | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Pyren                     | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Benzo(a)anthracen         | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Chrysen                   | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Benzo(b)fluoranthren      | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Benzo(k)fluoranthren      | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Benzo(a)pyren             | [mg/kg TS] | < 0,04      |  | 0,3              | 0,6  | 0,9   | 3    |                           |
| Dibenz(a,h)anthracen      | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Benzo(g,h,i)perylene      | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren     | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| <b>Σ PAK (EPA Liste):</b> | [mg/kg TS] | <b>n.n.</b> |  | 3                | 3    | 3 / 9 | 30   | DIN ISO 18287 :2006-05    |

### 3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

#### 3.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

| Parameter             | Einheit | Messwert |   | Z0/Z0*  | Z 1.1   | Z 1.2 | Z 2    | Methode                     |
|-----------------------|---------|----------|---|---------|---------|-------|--------|-----------------------------|
| Eluatherstellung      |         |          |   |         |         |       |        | DIN EN 12457-4 : 2003-01    |
| pH-Wert               | [ - ]   | 8,19     |   | 6,5-9,5 | 6,5-9,5 | 6-12  | 5,5-12 | DIN EN ISO 10523 04-2012    |
| elektr. Leitfähigkeit | [µS/cm] | 125      |   | 250     | 250     | 1500  | 2000   | DIN EN 27 888 : 1993        |
| Arsen                 | [µg/l]  | < 4      | - | 14      | 14      | 20    | 60     | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Blei                  | [µg/l]  | < 5      | - | 40      | 40      | 80    | 200    | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Cadmium               | [µg/l]  | < 0,2    | - | 1,5     | 1,5     | 3     | 6      | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Chrom (gesamt)        | [µg/l]  | < 5      | - | 125     | 12,5    | 25    | 60     | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Kupfer                | [µg/l]  | < 5      | - | 20      | 20      | 60    | 100    | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Nickel                | [µg/l]  | < 5      | - | 15      | 15      | 20    | 70     | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Quecksilber           | [µg/l]  | < 0,15   | - | 0,5     | 0,5     | 1     | 2      | DIN EN ISO 12846 :2012-08   |
| Thallium              | [µg/l]  | < 1      |   |         |         |       |        | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Zink                  | [µg/l]  | < 10     | - | 150     | 150     | 200   | 600    | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Phenolindex           | [µg/l]  | < 10     |   | 20      | 20      | 40    | 100    | DIN EN ISO 14402:1999-12    |
| Cyanid (gesamt)       | [µg/l]  | < 5      |   | 5       | 5       | 10    | 20     | EN ISO 14403 :2012-10       |
| Chlorid               | [mg/l]  | < 2      |   | 30      | 30      | 50    | 100    | EN ISO 10304: 2009-07       |
| Sulfat                | [mg/l]  | < 5      |   | 50      | 50      | 100   | 150    | EN ISO 10304 :2009-07       |

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (VwV:2007-03) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 29.03.2023

Onlinedokument ohne Unterschrift  
Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele  
(Laborleiter)

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH  
Zeppelinstraße 10  
88410 Bad Wurzach

|                            |                 |               |                   |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| <b>Analysenbericht Nr.</b> | <b>303/7001</b> | <b>Datum:</b> | <b>29.03.2023</b> |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber : BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH  
Projekt : AZ2208085 Warthausen  
Projekt-Nr. : Kostenstelle :  
Entnahmestelle :  
Art der Probenahme : Art der Probe : Boden  
Entnahmedatum : 21.03.2023 Probeneingang : 22.03.2023  
Originalbezeich. : MP VD Probenbezeich. : 303/7001  
Probenehmer : BG Süd - Voigt Georg  
Untersuchungszeitraum : 22.03.2023 – 29.03.2023

### 1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (VwV:2007-03)

| Parameter                              | Einheit   | Messwert |  | Z 0<br>(S   L/L) | Z 0* | Z 1/2 | Z 2 | Methode                |
|----------------------------------------|-----------|----------|--|------------------|------|-------|-----|------------------------|
| Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe |           |          |  |                  |      |       |     | DIN 19747:2009-07      |
| Trockensubstanz                        | [%]       | 88,2     |  | -                | -    | -     | -   | DIN EN 14346 : 2007-03 |
| Fraktion < 2 mm                        | [Masse %] | 64       |  | -                | -    | -     | -   | Siebung                |

### 2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (VwV:2007-03)

| Parameter                  |            | Einheit | Messwert |    | Z 0<br>(S   L/L) |  | Z 0* | Z 1/2 | Z 2  | Methode                   |
|----------------------------|------------|---------|----------|----|------------------|--|------|-------|------|---------------------------|
| Arsen                      | [mg/kg TS] | 11      |          | 10 | 15               |  | 15   | 45    | 150  | EN ISO 11885 :2009-09     |
| Blei                       | [mg/kg TS] | 14      |          | 40 | 70               |  | 140  | 210   | 700  | EN ISO 11885 :2009-09     |
| Cadmium                    | [mg/kg TS] | 0,08    |          | 04 | 1                |  | 1    | 3     | 10   | EN ISO 11885 :2009-09     |
| Chrom (gesamt)             | [mg/kg TS] | 44      |          | 30 | 60               |  | 120  | 180   | 600  | EN ISO 11885 :2009-09     |
| Kupfer                     | [mg/kg TS] | 18      |          | 20 | 40               |  | 80   | 120   | 400  | EN ISO 11885 :2009-09     |
| Nickel                     | [mg/kg TS] | 28      |          | 15 | 50               |  | 100  | 150   | 500  | EN ISO 11885 :2009-09     |
| Quecksilber                | [mg/kg TS] | 0,02    |          | 01 | 05               |  | 1    | 1,5   | 5    | DIN EN ISO 12846 :2012-08 |
| Thallium                   | [mg/kg TS] | < 0,4   |          | 04 | 07               |  | 0,7  | 2,1   | 7    | EN ISO 11885 :2009-09     |
| Zink                       | [mg/kg TS] | 59      |          | 60 | 150              |  | 300  | 450   | 1500 | EN ISO 11885 :2009-09     |
| Aufschluß mit Königswasser |            |         |          |    |                  |  |      |       |      | EN 13657 :2003-01         |

## 2.1 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

| Parameter                 | Einheit    | Messwert    |  | Z 0<br>(S   L/L) | Z 0* | Z 1/2 | Z 2  | Methode                   |
|---------------------------|------------|-------------|--|------------------|------|-------|------|---------------------------|
| EOX                       | [mg/kg TS] | < 0,5       |  | 1                | 1    | 3     | 10   | DIN 38 409 -17 :2005-12   |
| MKW (C10 – C22)           | [mg/kg TS] | < 30        |  | 100              | 200  | 300   | 1000 | DIN EN 14039 :2005-01     |
| MKW (C10 – C40)           | [mg/kg TS] | < 50        |  | -                | 400  | 600   | 2000 | DIN EN 14039 :2005-01     |
| Cyanid (gesamt)           | [mg/kg TS] | < 0,25      |  | -                | -    | 3     | 10   | DIN EN ISO 17380 :2013-10 |
|                           |            |             |  |                  |      |       |      |                           |
| PCB 28                    | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| PCB 52                    | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| PCB 101                   | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| PCB 138                   | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| PCB 153                   | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| PCB 180                   | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| <b>Σ PCB (6):</b>         | [mg/kg TS] | <b>n.n.</b> |  | 0,05             | 0,1  | 0,15  | 0,5  | DIN EN 15308 :2016-12     |
|                           |            |             |  |                  |      |       |      |                           |
| Benzol                    | [mg/kg TS] | < 0,05      |  |                  |      |       |      |                           |
| Toluol                    | [mg/kg TS] | < 0,05      |  |                  |      |       |      |                           |
| Ethylbenzol               | [mg/kg TS] | < 0,05      |  |                  |      |       |      |                           |
| m,p-Xylol                 | [mg/kg TS] | < 0,05      |  |                  |      |       |      |                           |
| o-Xylol                   | [mg/kg TS] | < 0,05      |  |                  |      |       |      |                           |
| <b>Σ BTXE:</b>            | [mg/kg TS] | <b>n.n.</b> |  | 1                | 1    | 1     | 1    | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
|                           |            |             |  |                  |      |       |      |                           |
| Vinylchlorid              | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| Dichlormethan             | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| 1-2-Dichlorethan          | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| cis 1,2 Dichlorethen      | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| trans-Dichlorethen        | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| Chloroform                | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| 1.1.1- Trichlorethan      | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| Tetrachlormethan          | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| Trichlorethen             | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| Tetrachlorethen           | [mg/kg TS] | < 0,01      |  |                  |      |       |      |                           |
| <b>Σ LHKW:</b>            | [mg/kg TS] | <b>n.n.</b> |  | 1                | 1    | 1     | 1    | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
|                           |            |             |  |                  |      |       |      |                           |
| Naphthalin                | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Acenaphthen               | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Acenaphthylen             | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Fluoren                   | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Phenanthren               | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Anthracen                 | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Fluoranthren              | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Pyren                     | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Benzo(a)anthracen         | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Chrysen                   | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Benzo(b)fluoranthren      | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Benzo(k)fluoranthren      | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Benzo(a)pyren             | [mg/kg TS] | < 0,04      |  | 0,3              | 0,6  | 0,9   | 3    |                           |
| Dibenz(a,h)anthracen      | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Benzo(g,h,i)perylene      | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren     | [mg/kg TS] | < 0,04      |  |                  |      |       |      |                           |
| <b>Σ PAK (EPA Liste):</b> | [mg/kg TS] | <b>n.n.</b> |  | 3                | 3    | 3 / 9 | 30   | DIN ISO 18287 :2006-05    |

### 3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

#### 3.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

| Parameter             | Einheit | Messwert |   | Z0/Z0*  | Z 1.1   | Z 1.2 | Z 2    | Methode                     |
|-----------------------|---------|----------|---|---------|---------|-------|--------|-----------------------------|
| Eluatherstellung      |         |          |   |         |         |       |        | DIN EN 12457-4 : 2003-01    |
| pH-Wert               | [ - ]   | 8,01     |   | 6,5-9,5 | 6,5-9,5 | 6-12  | 5,5-12 | DIN EN ISO 10523 04-2012    |
| elektr. Leitfähigkeit | [µS/cm] | 178      |   | 250     | 250     | 1500  | 2000   | DIN EN 27 888 : 1993        |
| Arsen                 | [µg/l]  | < 4      | - | 14      | 14      | 20    | 60     | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Blei                  | [µg/l]  | < 5      | - | 40      | 40      | 80    | 200    | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Cadmium               | [µg/l]  | < 0,2    | - | 1,5     | 1,5     | 3     | 6      | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Chrom (gesamt)        | [µg/l]  | < 5      | - | 125     | 12,5    | 25    | 60     | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Kupfer                | [µg/l]  | < 5      | - | 20      | 20      | 60    | 100    | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Nickel                | [µg/l]  | < 5      | - | 15      | 15      | 20    | 70     | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Quecksilber           | [µg/l]  | < 0,15   | - | 0,5     | 0,5     | 1     | 2      | DIN EN ISO 12846 :2012-08   |
| Thallium              | [µg/l]  | < 1      |   |         |         |       |        | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Zink                  | [µg/l]  | < 10     | - | 150     | 150     | 200   | 600    | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Phenolindex           | [µg/l]  | < 10     |   | 20      | 20      | 40    | 100    | DIN EN ISO 14402:1999-12    |
| Cyanid (gesamt)       | [µg/l]  | < 5      |   | 5       | 5       | 10    | 20     | EN ISO 14403 :2012-10       |
| Chlorid               | [mg/l]  | < 2      |   | 30      | 30      | 50    | 100    | EN ISO 10304: 2009-07       |
| Sulfat                | [mg/l]  | < 5      |   | 50      | 50      | 100   | 150    | EN ISO 10304 :2009-07       |

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (VwV:2007-03) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 29.03.2023

Onlinedokument ohne Unterschrift  
Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele  
(Laborleiter)

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH

Zeppelinstraße 10  
88410 Bad Wurzach

|                            |                 |               |                   |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| <b>Analysenbericht Nr.</b> | <b>303/7002</b> | <b>Datum:</b> | <b>29.03.2023</b> |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|

## 1 Allgemeine Angaben

|                    |                                                |                       |                           |
|--------------------|------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Auftraggeber       | : BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH | Entnahmestelle        | :                         |
| Projekt            | : AZ2208085 Warthausen                         | Art der Probe         | : Boden                   |
| Projekt-Nr.        | :                                              | Entnahmedatum         | : 21.03.2023              |
| Art der Probenahme | :                                              | Originalbezeich.      | : BK 5 Mu                 |
| Probenehmer        | : BG Süd - Voigt Georg                         | Untersuchungszeitraum | : 22.03.2023 – 29.03.2023 |
| Probeneingang      | : 22.03.2023                                   |                       |                           |
| Probenbezeich.     | : 303/7002                                     |                       |                           |

## 2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BBodSchV Tab. 4.1)

| Parameter                              | Einheit   | Messwert |  |   |   |   | Methode                | MU* [%] |
|----------------------------------------|-----------|----------|--|---|---|---|------------------------|---------|
| Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe |           |          |  |   |   |   | DIN 19747:2009-07      |         |
| Trockensubstanz                        | [%]       | 83,6     |  | - | - | - | DIN EN 14346 : 2017-09 | 1,9     |
| Fraktion < 2 mm                        | [Masse %] | 100      |  |   |   |   | Siebung                | -       |
| Glühverlust                            | [% TS]    | 6,6      |  |   |   |   | DIN EN 15169 :2007-05  | 5,1     |
| TOC                                    | [% TS]    | 2,7      |  | - | - | - | DIN EN 15936 :2012-11  | 4,7     |
| Humusgehalt (H)                        | [% TS]    | 4,6      |  | - | - | - | berechnet              | -       |

## 3 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BBodSchV Tab. 4.1)

| Parameter      | Einheit    | Messwert |  | Sand | Lehm | Ton | Methode                   | MU* [%] |
|----------------|------------|----------|--|------|------|-----|---------------------------|---------|
| pH-Wert        | [-]        | 7,3      |  |      |      |     | DIN ISO 10390:2021-04     | 3       |
| Arsen          | [mg/kg TS] | 9,4      |  |      |      |     | EN ISO 11885 :2009-09     | 16      |
| Blei           | [mg/kg TS] | 32       |  | 40   | 70   | 100 | EN ISO 11885 :2009-09     | 11      |
| Cadmium        | [mg/kg TS] | 0,1      |  | 0,4  | 1    | 1,5 | EN ISO 11885 :2009-09     | 12      |
| Chrom (gesamt) | [mg/kg TS] | 37       |  | 30   | 60   | 100 | EN ISO 11885 :2009-09     | 8       |
| Kupfer         | [mg/kg TS] | 19       |  | 20   | 40   | 60  | EN ISO 11885 :2009-09     | 5       |
| Nickel         | [mg/kg TS] | 22       |  | 15   | 50   | 70  | EN ISO 11885 :2009-09     | 8       |
| Quecksilber    | [mg/kg TS] | 0,05     |  | 0,1  | 0,5  | 1,0 | DIN EN ISO 12846 :2012-08 | 9       |
| Thallium       | [mg/kg TS] | < 0,4    |  |      |      |     | EN ISO 11885 :2009-09     | 10      |
| Zink           | [mg/kg TS] | 86       |  | 60   | 150  | 200 | EN ISO 11885 :2009-09     | 7       |

#### 4 Polychlorierte Biphenyle (PCB), PAK

| Parameter                 | Einheit           | Messwert    |  | H <<br>8% | H ><br>8% |  | Methode                | MU* [%] |
|---------------------------|-------------------|-------------|--|-----------|-----------|--|------------------------|---------|
| PCB 28                    | [mg/kg TS]        | < 0,01      |  |           |           |  |                        | 26      |
| PCB 52                    | [mg/kg TS]        | < 0,01      |  |           |           |  |                        | 25      |
| PCB 101                   | [mg/kg TS]        | < 0,01      |  |           |           |  |                        | 26      |
| PCB 118                   | [mg/kg TS]        | < 0,01      |  |           |           |  |                        | 21      |
| PCB 138                   | [mg/kg TS]        | < 0,01      |  |           |           |  |                        | 17      |
| PCB 153                   | [mg/kg TS]        | < 0,01      |  |           |           |  |                        | 24      |
| PCB 180                   | [mg/kg TS]        | < 0,01      |  |           |           |  |                        | 27      |
| <b>Σ PCB (7):</b>         | [mg/kg TS]        | <b>n.n.</b> |  | 0,05      | 0,1       |  | DIN EN 17322:2021-03   |         |
|                           |                   |             |  |           |           |  |                        |         |
| Naphthalin                | [mg/kg TS]        | < 0,04      |  |           |           |  |                        | 22      |
| Acenaphthen               | [mg/kg TS]        | < 0,04      |  |           |           |  |                        | 33      |
| Acenaphthylen             | [mg/kg TS]        | < 0,04      |  |           |           |  |                        | 30      |
| Fluoren                   | [mg/kg TS]        | < 0,04      |  |           |           |  |                        | 19      |
| Phenanthren               | [mg/kg TS]        | 0,23        |  |           |           |  |                        | 26      |
| Anthracen                 | [mg/kg TS]        | 0,06        |  |           |           |  |                        | 30      |
| Fluoranthren              | [mg/kg TS]        | 0,63        |  |           |           |  |                        | 16      |
| Pyren                     | [mg/kg TS]        | 0,40        |  |           |           |  |                        | 17      |
| Benzo(a)anthracen         | [mg/kg TS]        | 0,25        |  |           |           |  |                        | 21      |
| Chrysen                   | [mg/kg TS]        | 0,28        |  |           |           |  |                        | 25      |
| Benzo(b)fluoranthren      | [mg/kg TS]        | 0,28        |  |           |           |  |                        | 25      |
| Benzo(k)fluoranthren      | [mg/kg TS]        | 0,10        |  |           |           |  |                        | 19      |
| Benzo(a)pyren             | [mg/kg TS]        | 0,15        |  | 0,3       | 1,0       |  |                        | 15      |
| Dibenz(a,h)anthracen      | [mg/kg TS]        | < 0,04      |  |           |           |  |                        | 35      |
| Benzo(g,h,i)perylene      | [mg/kg TS]        | 0,07        |  |           |           |  |                        | 20      |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren     | [mg/kg TS]        | 0,08        |  |           |           |  |                        | 19      |
| <b>Σ PAK (EPA Liste):</b> | <b>[mg/kg TS]</b> | <b>2,5</b>  |  | 3         | 10        |  | DIN ISO 18287 :2006-05 |         |

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (BBodSchV:2021-02) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt.  
Es handelt sich um absolute Messwerte. MU\*: Erweiterte Messunsicherheit k=2

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 29.03.2023

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele  
(Laborleiter)

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH

Zeppelinstraße 10  
88410 Bad Wurzach

|                            |                 |               |                   |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| <b>Analysenbericht Nr.</b> | <b>303/7003</b> | <b>Datum:</b> | <b>29.03.2023</b> |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|

## 1 Allgemeine Angaben

|                    |                                                |                     |                           |
|--------------------|------------------------------------------------|---------------------|---------------------------|
| Auftraggeber       | : BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH | Entnahmestelle      | :                         |
| Projekt            | : AZ2208085 Warthausen                         | Art der Probe       | : Boden                   |
| Projekt-Nr.        | :                                              | Entnahmedatum       | : 21.03.2023              |
| Art der Probenahme | :                                              | Originalbezeich.    | : MP Mu                   |
| Probenehmer        | : BG Süd - Voigt Georg                         | Untersuch.-zeitraum | : 22.03.2023 – 29.03.2023 |
| Probeneingang      | : 22.03.2023                                   |                     |                           |
| Probenbezeich.     | : 303/7003                                     |                     |                           |

## 2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BBodSchV Tab. 4.1)

| Parameter                              | Einheit   | Messwert |  |   |   |   | Methode                | MU* [%] |
|----------------------------------------|-----------|----------|--|---|---|---|------------------------|---------|
| Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe |           |          |  |   |   |   | DIN 19747:2009-07      |         |
| Trockensubstanz                        | [%]       | 86,8     |  | - | - | - | DIN EN 14346 : 2017-09 | 1,9     |
| Fraktion < 2 mm                        | [Masse %] | 100      |  |   |   |   | Siebung                | -       |
| Glühverlust                            | [% TS]    | 5,6      |  |   |   |   | DIN EN 15169 :2007-05  | 5,1     |
| TOC                                    | [% TS]    | 1,9      |  | - | - | - | DIN EN 15936 :2012-11  | 4,7     |
| Humusgehalt (H)                        | [% TS]    | 3,2      |  | - | - | - | berechnet              | -       |

## 3 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BBodSchV Tab. 4.1)

| Parameter      | Einheit    | Messwert |  | Sand | Lehm | Ton | Methode                   | MU* [%] |
|----------------|------------|----------|--|------|------|-----|---------------------------|---------|
| pH-Wert        | [-]        | 7,1      |  |      |      |     | DIN ISO 10390:2021-04     | 3       |
| Arsen          | [mg/kg TS] | 11       |  |      |      |     | EN ISO 11885 :2009-09     | 16      |
| Blei           | [mg/kg TS] | 20       |  | 40   | 70   | 100 | EN ISO 11885 :2009-09     | 11      |
| Cadmium        | [mg/kg TS] | 0,12     |  | 0,4  | 1    | 1,5 | EN ISO 11885 :2009-09     | 12      |
| Chrom (gesamt) | [mg/kg TS] | 42       |  | 30   | 60   | 100 | EN ISO 11885 :2009-09     | 8       |
| Kupfer         | [mg/kg TS] | 20       |  | 20   | 40   | 60  | EN ISO 11885 :2009-09     | 5       |
| Nickel         | [mg/kg TS] | 25       |  | 15   | 50   | 70  | EN ISO 11885 :2009-09     | 8       |
| Quecksilber    | [mg/kg TS] | 0,05     |  | 0,1  | 0,5  | 1,0 | DIN EN ISO 12846 :2012-08 | 9       |
| Thallium       | [mg/kg TS] | < 0,4    |  |      |      |     | EN ISO 11885 :2009-09     | 10      |
| Zink           | [mg/kg TS] | 66       |  | 60   | 150  | 200 | EN ISO 11885 :2009-09     | 7       |

#### 4 Polychlorierte Biphenyle (PCB), PAK

| Parameter                 | Einheit           | Messwert    |  | H <<br>8% | H ><br>8% |  | Methode                | MU* [%] |
|---------------------------|-------------------|-------------|--|-----------|-----------|--|------------------------|---------|
| PCB 28                    | [mg/kg TS]        | < 0,01      |  |           |           |  |                        | 26      |
| PCB 52                    | [mg/kg TS]        | < 0,01      |  |           |           |  |                        | 25      |
| PCB 101                   | [mg/kg TS]        | < 0,01      |  |           |           |  |                        | 26      |
| PCB 118                   | [mg/kg TS]        | < 0,01      |  |           |           |  |                        | 21      |
| PCB 138                   | [mg/kg TS]        | < 0,01      |  |           |           |  |                        | 17      |
| PCB 153                   | [mg/kg TS]        | < 0,01      |  |           |           |  |                        | 24      |
| PCB 180                   | [mg/kg TS]        | < 0,01      |  |           |           |  |                        | 27      |
| <b>Σ PCB (7):</b>         | [mg/kg TS]        | <b>n.n.</b> |  | 0,05      | 0,1       |  | DIN EN 17322:2021-03   |         |
|                           |                   |             |  |           |           |  |                        |         |
| Naphthalin                | [mg/kg TS]        | < 0,04      |  |           |           |  |                        | 22      |
| Acenaphthen               | [mg/kg TS]        | < 0,04      |  |           |           |  |                        | 33      |
| Acenaphthylen             | [mg/kg TS]        | < 0,04      |  |           |           |  |                        | 30      |
| Fluoren                   | [mg/kg TS]        | < 0,04      |  |           |           |  |                        | 19      |
| Phenanthren               | [mg/kg TS]        | < 0,04      |  |           |           |  |                        | 26      |
| Anthracen                 | [mg/kg TS]        | < 0,04      |  |           |           |  |                        | 30      |
| Fluoranthren              | [mg/kg TS]        | 0,07        |  |           |           |  |                        | 16      |
| Pyren                     | [mg/kg TS]        | 0,05        |  |           |           |  |                        | 17      |
| Benzo(a)anthracen         | [mg/kg TS]        | < 0,04      |  |           |           |  |                        | 21      |
| Chrysen                   | [mg/kg TS]        | < 0,04      |  |           |           |  |                        | 25      |
| Benzo(b)fluoranthren      | [mg/kg TS]        | 0,04        |  |           |           |  |                        | 25      |
| Benzo(k)fluoranthren      | [mg/kg TS]        | < 0,04      |  |           |           |  |                        | 19      |
| Benzo(a)pyren             | [mg/kg TS]        | < 0,04      |  | 0,3       | 1,0       |  |                        | 15      |
| Dibenz(a,h)anthracen      | [mg/kg TS]        | < 0,04      |  |           |           |  |                        | 35      |
| Benzo(g,h,i)perylene      | [mg/kg TS]        | < 0,04      |  |           |           |  |                        | 20      |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren     | [mg/kg TS]        | < 0,04      |  |           |           |  |                        | 19      |
| <b>Σ PAK (EPA Liste):</b> | <b>[mg/kg TS]</b> | <b>0,16</b> |  | 3         | 10        |  | DIN ISO 18287 :2006-05 |         |

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (BBodSchV:2021-02) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt.  
Es handelt sich um absolute Messwerte. MU\*: Erweiterte Messunsicherheit k=2

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 29.03.2023

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele  
(Laborleiter)

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH  
Zeppelinstraße 10  
88410 Bad Wurzach

|                            |                   |               |                   |
|----------------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| <b>Analysenbericht Nr.</b> | <b>303/7004-2</b> | <b>Datum:</b> | <b>24.04.2023</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------|-------------------|

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber : BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH  
Projekt : AZ2208085 Warthausen  
Entnahmestelle : Art der Probenahme :  
Art der Probe : Asphalt Probenehmer : BG Süd - Voigt Georg  
Entnahmedatum : 21.03.2023 Probeneingang : 22.03.2023  
Originalbezeich. : EP ASP  
Probenbezeich. : 303/7004 Untersuch.-zeitraum : 22.03.2023 – 24.04.2023

### Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

| Parameter                 | Einheit           | Messwert    | Methode                       |
|---------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------|
| Trockensubstanz           | [%]               | 99,8        | DIN EN 14346 : 2007-03        |
| Naphthalin                | [mg/kg TS]        | 0,21        |                               |
| Acenaphthylen             | [mg/kg TS]        | < 0,04      |                               |
| Acenaphthen               | [mg/kg TS]        | < 0,04      |                               |
| Fluoren                   | [mg/kg TS]        | < 0,04      |                               |
| Phenanthren               | [mg/kg TS]        | 0,29        |                               |
| Anthracen                 | [mg/kg TS]        | 0,06        |                               |
| Fluoranthren              | [mg/kg TS]        | 0,3         |                               |
| Pyren                     | [mg/kg TS]        | 0,28        |                               |
| Benzo(a)anthracen         | [mg/kg TS]        | 0,14        |                               |
| Chrysen                   | [mg/kg TS]        | 0,2         |                               |
| Benzo(b)fluoranthren      | [mg/kg TS]        | 0,21        |                               |
| Benzo(k)fluoranthren      | [mg/kg TS]        | 0,04        |                               |
| Benzo(a)pyren             | [mg/kg TS]        | 0,16        |                               |
| Dibenz(a,h)anthracen      | [mg/kg TS]        | 0,36        |                               |
| Benzo(a,h,i)perylene      | [mg/kg TS]        | 1,1         |                               |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren     | [mg/kg TS]        | 0,59        |                               |
| <b>Σ PAK (EPA Liste):</b> | <b>[mg/kg TS]</b> | <b>3,94</b> | <b>DIN ISO 18287 :2006-05</b> |

### Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

| Parameter             | Einheit | Messwert | Methode                  |
|-----------------------|---------|----------|--------------------------|
| Eluatherstellung      |         |          | DIN EN 12457-4 : 2003-01 |
| pH-Wert               | [ - ]   | 10,17    | DIN EN ISO 10523 04-2012 |
| elektr. Leitfähigkeit | [µS/cm] | 46       | DIN EN 27 888 : 1993     |
| Phenolindex           | [µg/l]  | < 10     | DIN EN ISO 14402:1999-12 |

Markt Rettenbach, den 24.04.2023

Onlinedokument ohne Unterschrift  
Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele

**Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN 19747:2009-07-30)****Nummer der Feldprobe:** EP ASP**Tag und Uhrzeit der Probenahme:** 21.03.2023**Probenahmeprotokoll-Nr:** .....**Probenvorbehandlung** (von der Feldprobe zur Laborprobe)**Nummer der Laborprobe:** 303/7004.**Tag und Uhrzeit der Anlieferung:** 22.03.2023**Probenahmeprotokoll:** ☒ ja ☐ nein

Ordnungsgemäße Probenanlieferung: ja.

Probengefäß: PE-Eimer      Transportbedingungen (z. B. Kühlung): .....

separierte Fraktion (z. B. Art, Anteil, separate Teilprobe): nein

Kommentierung: .....

Größe der Laborprobe: Volumen [ l ]: 5.      oder Masse [ kg ]: .....

**Probenvorbereitung** (von der Laborprobe zur Prüfprobe)Sortierung: ☐ ja ☒ nein      separierte Stoffgruppen:

Teilung / Homogenisierung:

☐ fraktionierendes Teilen☒ Kegeln und Vierteln☐ Cross-Riffing☐ Sonstige:

Rückstellprobe:

☒ Ja ☐ Nein:

Herstellung der Prüfprobe

Vorkleinerung: ☒ ja☐ nein      Feinkleinerung: ☒ ja ☐ nein

Teilmassen [ 3 kg ]:

Teilmassen [ 0,3 kg ]

☒ Backenbrecher☒ Kugelmühle☐ Schneidemühle☐ Mörmühle☐ Bohrmeisel / Meisel☒ Endfeinheit 0,15 mm☐ Sonstige:☐ Endfeinheit \_\_\_\_ mm

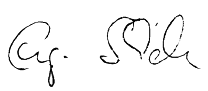
Trocknung:

☒ 105° C ☐ Lufttrocknung:

22.03.2023

Datum

**Jonathan Schwarz**  
Bearbeiter

| Erklärung der Untersuchungsstelle |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.                                | <p>Untersuchungsinstitut: Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH</p> <p>Anschrift: Gewerbestr. 10<br/>87733 Markt Rettenbach</p> <p>Ansprechpartner: Herr Engelbert Schindele</p> <p>Telefon/Telefax: 08392/9210</p> <p>eMail: bvü@bvü-analytik.de</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                   | <p>Prüfbericht – Nr.: 303/7004-2</p> <p>Prüfbericht Datum: 24.04.2023</p> <p>Probenahmeprotokoll nach PN 98 liegt vor: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p> <p>Auftraggeber: BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH</p> <p>Anschrift: Zeppelinstraße 10<br/>88410 Bad Wurzach</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 3.                                | <p>Sämtliche gemessenen und im Untersuchungsbericht aufgeführten Parameter wurden nach den in Anhang 4 der geltenden DepV vorgegebenen Untersuchungsmethoden durchgeführt<br/> <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> teilweise</p> <p>Gleichwertige Verfahren angewandt <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja</p> <p>Parameter/Normen:</p> <p><input type="checkbox"/> Behördlicher Nachweis über die Gleichwertigkeit der angewandten Methoden liegt bei.</p> <p>Das Untersuchungsinstitut ist für die im Bericht aufgeführten Untersuchungsmethoden nach DIN EN ISO/IEC 17025, Ausgabe August 2005, 2. Berichtigung Mai 2007 akkreditiert <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>nach dem Fachmodul Abfall von _____ Behörde _____ notifiziert <input type="checkbox"/></p> <p>Es wurden Untersuchungen von einem Fremdlabor durchgeführt <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein</p> <p>Parameter:</p> <p>Untersuchungsinstitut:</p> <p>Anschrift:</p> <p>Akkreditierung DIN EN ISO/IEC 17025 <input type="checkbox"/> Notifizierung Fachmodul Abfall <input type="checkbox"/></p> |
| 4.                                | <p><u>Markt Rettenbach, 24.04.2023</u><br/>Ort, Datum</p> <p style="text-align: right;"> <br/>           Unterschrift des Untersuchungsstelle<br/>           (Laborleiter)         </p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |