

**Geotechnischer Bericht**  
zur  
Erschließung des Baugebietes „Oberzell Nord-Ost“  
in 88213 Ravensburg

---

BV-Code: BV 000 51 830

Aktenzeichen: AZ 23 03 086

Bauvorhaben: Erschließung des Baugebietes „Oberzell Nord-Ost“  
zw. Albersfelder Straße und Am Reutehof  
in 88213 Ravensburg  
- Baugrundkundung -

Auftraggeber: Stadt Ravensburg Tiefbauamt  
Salamanderweg 22  
88214 Ravensburg

Bearbeitung: M.Sc.-Geol. Veronika Schmidt

Datum: 29.06.2023

AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -

<b>1</b>	<b>Vorgang</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Geomorphologie des Untersuchungsgebietes</b>	<b>5</b>
2.1	Morphologie des Untersuchungsareals .....	5
2.2	Allgemeine Baugrundbeschreibung.....	7
<b>3</b>	<b>Geotechnisches Baugrundmodell</b>	<b>9</b>
3.1	Bautechnische Beschreibung der Schichten .....	9
3.2	Bodenmechanische Laborversuche .....	12
3.2.1	Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17892-1.....	12
3.2.2	Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12 .....	13
3.2.3	Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 .....	14
3.3	Bodenkennwerte und -klassifizierung .....	16
<b>4</b>	<b>Georisiken</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>Hydrogeologie</b> .....	<b>19</b>
5.1	Grundwasserverhältnisse.....	19
5.2	Versickerungsfähigkeit der Böden nach dem DWA-A 138.....	20
<b>6</b>	<b>Allgemeine grundbautechnische Empfehlungen und baubegleitende Maßnahmen</b> .....	<b>21</b>
6.1	Erschließungsmaßnahme und Baugrundsituation .....	21
6.2	Baugrundsituation .....	22
6.3	Wohnbebauung / Gründungsempfehlung .....	22
6.3.1	Wohnbebauung ohne Unterkellerung .....	22
6.3.2	Wohnbebauung mit Unterkellerung .....	25
6.4	Baugrube .....	26
6.5	Trockenhaltung Gebäude.....	27
6.6	Kanalbau.....	27
6.7	Verkehrsflächen / Außenanlagen .....	29
<b>7</b>	<b>Hinweise und Empfehlungen</b> .....	<b>31</b>

AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -

## Anlagen

- 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab: unmaßstäblich
- 1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, unmaßstäblich
- 2.1-6 Geotechnische Baugrundschnitte, M.d.H. 1:50, M.d.L. unmaßstäblich
- 2.7 Darstellung Pegelausbau BK 2/23; M.d.H. 1 : 50, M.d.L. unmaßstäblich
- 3 Fotodokumentation zu den Rammkernbohrungen und Kleinrammbohrungen
- 4.1-8 Bodenmechanische Laborversuche
- 5.1-2 Grundbruch und Setzungsdiagramme
- 6 Abfallrechtliche Stellungnahme

## Verwendete Unterlagen und Literatur

- [1] Städtebaulicher Entwurf, Oberzell Nordost, M 1 : 1000, Stand 30.06.2022
- [2] Geologische Karte von Baden-Württemberg 1 : 25 000, Blatt 8223 Ravensburg, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg
- [3] DIN EN 1997, Eurocode 7
- [3.1] DIN EN 1997-1:2014-03, Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln
- [3.2] DIN EN 1997-1/NA:2010-12, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln
- [3.3] DIN EN 1997-2:2010-10, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
- [3.4] DIN EN 1997-2/NA:2010-12, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
- [3.5] DIN EN 1998-1/NA:2021-07, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkung und Regeln für Hochbauten, mit CD-ROM
- [4] DIN 1054:2012-12 Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- [5] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (Hrsg.): Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben" (EAB), 6. Auflage
- [6] DIN 4124:2012-01, Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
- [7] DIN 18533 1:2017-07, Abdichtung von erdberührten Bauteilen - Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze
- [8] DIN EN 1610:2015-12, Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen; Deutsche Fassung EN 1610:2015

AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -

- [9] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, RStO 12, Ausgabe 2012
- [10] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.: Arbeitsblatt DWA-A 138 - Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser - April 2005

## 1 Vorgang

Zwischen der Albersfelder Straße und der Straße „Am Reutehof“ im Ortsteil Oberzell der Stadt Ravensburg ist auf der ehemaligen Tennisanlage die Ausweisung eines neuen Baugebietes geplant.

Im Zusammenhang mit der geplanten Erschließungsmaßnahme wurde die Fa. BauGrund Süd beauftragt, die geologische und hydrogeologische Situation des Untergrundes im Projektareal zu erkunden. Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung werden nunmehr, gemäß Eurocode 7 (EC 7), im vorliegenden geotechnischen Bericht nach DIN EN 1997-1 0 bzw. DIN EN 1997-2 0 zusammenfassend dargestellt und aus geotechnischer Sicht bewertet.

Zur Erfassung bzw. Beurteilung der geologischen Schichtenabfolge im geplanten Baugebiet kamen am 05.04.2023 insgesamt drei großkalibrige Rammkernbohrungen BK 1-3/23 nach DIN EN ISO 22475-1:2007-01 mit durchgehendem Gewinn gekernter Bodenproben bis in eine Tiefe von max. 8,00 m unter der Geländeoberkante (u. GOK) zur Ausführung. Ergänzend zu den Rammkernbohrungen wurden im Zeitraum vom 11.04.2023 bis 12.04.2023 sechs Kleinrammbohrungen RKS 1-6/23 über das geplante Baufeld verteilt. Die Kleinrammbohrungen erreichten eine Tiefe von 3,0 m unter GOK.

Ferner wurden am 11.04.2023 zur Ermittlung der Festigkeit des Untergrunds sowie zur weiteren Abgrenzung des geologischen Aufbaus vier schwere Rammsondierungen DPH 1-4/23 (Dynamic Probing Heavy) nach DIN EN ISO 22476-2 bis in eine Tiefe von max. 6,0 m u. GOK niedergebracht.

Der Standort des Untersuchungsgebiets kann auf dem Übersichtslageplan in der Anlage 1.1 eingesehen werden. Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden mittels GPS durch Mitarbeiter der Fa. BauGrund Süd nach Lage und Höhe eingemessen. Die entsprechenden UTM-Koordinaten (Rechts- und Hochwerte) sowie die Absoluthöhen (nach DHHN 2016) in Meter über Normalhöhennull (m ü. NHN) sind dem Lageplan in der Anlage 1.2 zu entnehmen.

Die erkundeten Bodenschichten wurden gemäß DIN EN ISO 14688-1, DIN 18196, DIN 18300 und DIN 18301 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 Rammkern- und Kleinrammbohrungen sowie den Diagrammen der Rammsondierungen die Ausarbeitung eines geologischen Baugrundmodells, welches als geotechnischer Baugrundschnitt in den Anlagen 2.1-6 wiedergegeben ist.

**AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -**

Im Zuge der Baugrundaufschlussarbeiten wurde die Bohrung BK 2/23 zu einer temporären 3“-Grundwasserbeobachtungsmessstelle ausgebaut, deren Ausbauzeichnung in der Anlage 2.7 abgebildet ist.

Die mit den Bohrungen zu Tage geförderten und in Kernkisten ausgelegten Böden sind in der Fotodokumentation 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.

In den Anlagen 5.1-2 sind für das Bauvorhaben exemplarische Grundbruch- und Setzungsdiagramme beigelegt, anhand derer der Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes für Einzel- und Streifenfundamente ermittelt werden kann.

Um eventuelle Schadstoffgehalte des als Aushub anfallenden Bodens bzw. der bestehenden Asphaltdecke der Albersfelder Straße sowie der Straße „Am Reutehof“ festzustellen und um eine abfall- 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 Ergebnisse der durchgeführten chemischen Analysen sowie deren Bewertung sind in der abfallrechtlichen Stellungnahme in der Anlage 6 aufgeführt und können dort im Detail entnommen werden.

## **2 Geomorphologie des Untersuchungsgebietes**

### **2.1 Morphologie des Untersuchungsareals**

Die zu erschließende Baufläche befindet sich am nördlichen Ortsrand des Ortsteils Oberzell der Stadt Ravensburg in einer Entfernung von rd. 3,5 m in südwestlicher Richtung zum Stadtzentrum von Ravensburg.

In nördlicher Richtung und östlicher Richtung wird das Untersuchungsareal durch die Straße „Am Reutehof“ und in westlicher Richtung durch die Albersfelder Straße begrenzt. In südlicher und nordöstlicher Richtung schließen sich Wohnbebauungen an das Grundstück an.

Das zu erschließende Gelände beläuft sich auf eine Fläche von rd. 1,38 ha und ist in West - Ost Richtung nahezu eben ausgebildet. In Nord-Süd Richtung ergibt sich ein Höhenunterschied von bis zu 5 m, wobei die Geländeoberfläche im Bereich der Straßen stetig in südlicher Richtung ansteigt bzw. auf dem eigentlichen Baufeld eine Geländestufe von rd. 3,5 m gegeben ist. Zwischen der umliegenden Straße und dem Bauareal liegt eine Geländestufe von rd. 0,50 m vor bzw. wird das Areal in westlicher Richtung von einem kleinen Wall zur Straße hin abgegrenzt.

Das geplante Baugebiet wird derzeit im nördlichen Teil von mehreren Tennissandplätzen mit umliegenden Grünflächen eingenommen.

**AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -**

Im südlichen Teil befindet sich die Tennishalle sowie das ehemalige Vereinsheim als auch die Parkplatzflächen zu der Tennisanlage. Zwischen den Tennisplätzen und dem Vereinsheim sind Container aufgestellt



**Abb. 1: Untersuchungsareal mit Blick von der RKS 4/23 südwestlicher Richtung**



**Abb. 2: Untersuchungsareal mit Blick von der BK 1/23 in südöstlicher Richtung**



**Abb. 3: Untersuchungsareal im Bereich der DPH 1/23 mit Blick in südlicher Richtung**



**Abb. 4: Untersuchungsareal mit Blick in westlicher Richtung**



**Abb. 5: Untersuchungsareal am mittleren Sandplatz mit Blick in östlicher Richtung**



**Abb. 6: Untersuchungsareal im Bereich der BK 3/23 mit Block in nordöstlicher Richtung**

**AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -**

Morphologisch liegt Oberzell im Tal der Schussen, das sich in Nord-West-Richtung erstreckt und auf Höhe von Oberzell in westlicher Richtung von den Anhöhen von Adelsreute und Bavendorf begrenzt wird.

Dementsprechend wird aus geologischer Sicht der Untergrund von den Hasenweiler Beckensedimenten bestimmt. Die Hasenweiler Beckensedimente sind als glaziolakustrine Feinsedimente und eingelagerte gravitative Ablagerungen zu beschreiben, die sich beim Rückzug der Gletscher in eisrandnahen Stauseen abgelagert haben. Die Beckensedimente können als gebänderte Tone ausgebildet sein, der mit der Tiefe in einem gewissen Grad mergelig wird. Überlagert werden die Beckensedimente vor allem im nördlichen Bereich durch alluviale Tallehme, die sich durch Überflutungsereignisse aus dem „Ascherholz“ abgelagert haben. Der Ascherholz ist dabei ein Abfluss, der die westlichen gelegenen Hochflächen in Richtung der Schussen entwässert.

Vor allem im angrenzenden Bereich zum Ascherholz wurden die Beckensedimenten erodiert, so dass bereits in geringer Tiefe die Grundmoräne als sogenannter Geschiebemergel aufgeschlossen wurde. In den südlichen Aufschlüssen gehen die Beckensedimente erst ab einer Tiefe > 5 m unter der Geländeoberkante (GOK) in die glazialen Ablagerungen über. Die Obere Süßwassermolasse, die den tieferen Untergrund im Untersuchungsareal bestimmt, ist im Raum Oberzell in der Regel ab einer Tiefe von > 16 m unter GOK zu erwarten. Der stückig erbohrte Sandstein in der Bohrung BK 3/23 bzw. die verbackenen Sande der Bohrung BK 2/23 deutet jedoch drauf hin, dass der Gletscher Molassematerial beim Vorstoß aufgearbeitet und in den Moränensedimenten eingelagert hat. Anstehende Molassesedimente in einer Tiefe < 16 m unter GOK sind im Schussenbecken erfahrungsgemäß nicht zu erwarten, können jedoch erst durch tieferreichende Bohrungen eindeutig zugeordnet werden.

Zur Geländeoberfläche wird die Schichtenabfolge entsprechend der bestehenden Bebauungen bzw. Befestigung sowie der Tennisplätze von Auffüllungen gebildet.

## 2.2 Allgemeine Baugrundbeschreibung

Mit den abgeteuften Aufschlüssen kann für das projektierte Areal folgende generalisierte Schichtenabfolge zugrunde gelegt werden.

<b>Auffüllung</b> (Asphalt / Kies / Sand / Schluff)	(Rezent)
<b>Talablagerungen</b> (Tallehm/-sand)	(Holozän - Alluvium)
<b>Beckensedimente</b>	(Pleistozän - Diluvium)
<b>Moränensedimente</b> (Geschiebemergel / Moränensand)	(Pleistozän - Würm)

Im Einzelnen wurden die erkundeten Schichten mit den abgeteuften Bohrungen und Sondierungen in folgenden Schichttiefen nach den Tabellen 1 und 2 festgestellt.

AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -

**Tabelle 1: Schichtglieder und -tiefen der Rammkernbohrungen und Rammkernsondierungen (bis m unter Gelände)**

Aufschluss	Auffüllungen	Talablagerungen	Becken-sedimente	Moränen-sedimente
BK 1/23	0,00 - 1,15	1,15 - 1,55	-	1,55 - 8,00*
BK 2/23	0,00 - 0,28	0,28 - 0,40	0,40 - 7,80	7,80 - 8,00*
BK 3/23	0,00 - 0,70	-	0,70 - 4,90	4,90 - 6,00*
RKS 1/23	0,00 - 0,60	0,60 - 0,90	0,90 - 3,00*	-
RKS 2/23	0,00 - 1,60	-	1,60 - 2,25	2,25 - 3,00*
RKS 3/23	0,00 - 0,45	0,45 - 1,40	1,40 - 3,00*	-
RKS 4/23	0,00 - 1,25	1,25 - 3,00*	-	-
RKS 5/23	0,00 - 1,65	1,65 - 2,00	2,00 - 3,00*	-
RKS 6/23	0,00 - 0,50	-	0,50 - 3,00*	-

\* Endtiefen Rammkern- & Kleinrammbohrungen

**Tabelle 2: Schichtglieder und -tiefen Rammsondierungen (bis m u. GOK)**

Aufschluss**	Auffüllungen	Talablagerungen	Becken-sedimente	Moränen-sedimente
DPH 1/23	0,00 - 0,60	0,60 - 1,30	-	1,30 - 5,00*
DPH 2/23	0,00 - 1,20	1,20 - 2,70	2,70 - 3,70	3,70 - 6,00*
DPH 3/23	0,00 - 0,40	0,40 - 0,90	0,90 - 3,60	3,60 - 5,00*
DPH 4/23	0,00 - 0,60	-	0,60 - 3,80	3,80 - 6,00*

\* Endtiefen Rammsondierung

\*\* Da es sich bei Rammsondierungen um ein indirektes Aufschlussverfahren handelt (keine Bodenförderung), sind die Schichtgrenzen als Interpolation zu betrachten.

### 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 des Untergrundes werden nachfolgend beschrieben. Das für das Baugebiet zugrunde gelegte Baugrundmodell ist dabei zusammenfassend in den Anlagen 2.1-6 dargestellt.

#### Auffüllungen

Im Bereich der bestehenden Straßen bzw. der Parkplatzfläche ist die Oberfläche mit einer rd. 0,05 m bis 0,20 m starken Asphaltdecke versiegelt. An die Asphaltdecke schließen sich kiesige Auffüllungen aus einem sandigen, z.T. schwach schluffigen bis schluffigen Fein- bis Grobkies mit einer grauen bis dunkelgrauen Färbung an. Lokal liegen die Kiese als reine Grobkiese ohne Nebenanteile vor bzw. können in den Kiesen im Übergangsbereich zu der Asphaltdecke Anteile von Asphaltbruch auftreten, so dass die Färbung zu schwarzgrau tendiert.

Unterhalb der kiesigen Böden stehen bereichsweise feinkornreiche Auffüllungen aus einem schwach kiesigen, schwach sandigen bis sandigen, schwach tonigen bis tonigen Schluff mit einer grauen bis braunen Färbung als auch schwach schluffige, schwach kiesige Fein- bis Grobsande mit einer grauen Färbung an. Bei den schluffigen sowie sandigen Auffüllungen handelt es sich vermutlich um Aueablagerungen sowie Beckensedimente, die im Zuge der Straßenarbeiten umgelagert wurden. So wurden innerhalb der feinkornreichen Auffüllungen vereinzelt Ziegelbruchstücke als auch verbrannte Holzreste festgestellt.

Im Fall der ehemaligen Tennisplätze handelt es sich um sogenannte „Tennenplätze“, die in der Regel aus einem Belag aus Ziegelmehl bzw. Sand oder als Ascheplatz angelegt sind. Der Belag ist hinsichtlich seiner Körnung als ein schwach sandiger bis sandiger Fein- bis Mittel- bzw. Grobkies als auch als ein Fein- bis Mittelsand mit einer roten Färbung zu beschreiben. Der rötliche Belag weist eine Stärke von rd. 0,25 m auf. Unterhalb des Belags ist eine Tragschicht bzw. Drainageschicht aus einem enggestuften Mittel- bis Grobkies bzw. reinem Grobkies als auch aus einem sandigen Fein- bis Grobkies mit jeweils einer grauen Färbung gegeben.

Für die kiesige Tragschicht der Straßen sowie des Parkplatzes wurden anhand der schweren Rammsondierungen Schlagzahlen von  $N_{10} = 6 - 38$  ( $N_{10}$  = Anzahl der Schläge pro 10 cm Eindringung des Sondiergestänges in den Boden) ermittelt, so dass von einer mitteldichten bis sehr dichten Lagerung auszugehen ist. Die Auffüllungen der unversiegelten Flächen (DPH 3/23) erreichten Schlagzahlen von  $N_{10} = 3 - 6$ , so dass die Lagerungsdichte mit locker bis mitteldicht bewertet werden kann.

Die Konsistenz der schluffigen, aufgefüllten bzw. anthropogen umgelagerten Bodenschichten ist gemäß der manuellen Bodenansprache des Bohrgutes mit steif bis hin zu halbfest anzugeben.

**AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -**

Angesichts der notwendigen Erschließungsarbeiten sowie der flächigen Umgestaltung des bestehenden Areals ist von einem Abtrag der oberflächennahen, aufgefüllten kiesigen und sandigen Bodenschichten auszugehen, so dass ihnen keine Gründungsrelevanz zukommt. Eine Verwertung der kiesigen / sandigen Auffüllungen vor Ort ist grundsätzlich möglich, sofern die abfallrechtlichen Kriterien eingehalten werden, auf welche in der Anlage 6 näher eingegangen wird.

Im Fall der schluffigen Auffüllungen sind diese als mäßig tragfähig anzusehen, so dass ein Lastabtrag stets unter Berücksichtigung der unterlagernden Bodenschichten als auch in Abhängigkeit der aufzubringen Lasten zu prüfen ist.

**Talablagerungen**

Im näheren Einzugsbereich des Baches „Ascherholz“ folgen auf die Auffüllungen alluviale Talablagerungen. Die Talsedimente wurden in einer vorwiegend feinkornreichen Zusammensetzung aus einem schwach tonigen bis tonigen, braungrau bis dunkelgrau bzw. dunkelbraun gefärbten Schluff mit wechselnden Sandanteilen von schwach sandig bis stark sandig bzw. ebenso als ein schwach kiesiger, schluffiger Ton aufgeschlossen. Ablagerungsbedingt können neben den beschriebenen Körnungen auch organischen Anteile den Talablagerungen beigemengt sein.

Untergeordnet können die Talablagerungen als ein schluffiger Fein- bis Grobsand mit einer grauen Färbung vorliegen.

Gemäß der manuellen Bodenansprache des Bohrgutes ist die Konsistenz der feinkornreichen Böden mit weich bis zum Teil steif einzustufen. Dies wird durch die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen mit Werten von  $N_{10} = 1 - 2$  bestätigt.

Die Talablagerungen sind unter Berücksichtigung der überwiegend nur weichen Konsistenz sowie z.T. organischen Bodenanteile als ein nur gering tragfähiger und setzungsempfindlicher Untergrund zu bewerten, der für eine Aufnahme von Bauwerkslasten als grenzwertig, bzw. bei erhöhten organischen Bodenanteilen als nicht geeignet, anzusehen ist.

Zudem stellen die Tallehme einen stark frost- und witterungsempfindlichen Boden dar, der in Kontakt mit Wasser zum Aufweichen und damit zu einer Herabsetzung der Zustandsform sowie der Tragfähigkeit neigt.

**Beckensedimente**

Im Liegenden der Talsedimente bzw. an die Auffüllungen schließen sich die Hasenweiler Beckensedimente an. Die Beckensedimente stehen in einer durchgehend feinkornreichen Zusammensetzung an und sind als ein schwach sandiger, schluffiger Ton bzw. toniger Schluff zu beschreiben. Zum Teil sind auch kiesige Komponenten in der feinkornreichen Matrix eingebettet, die von vereinzelten Kiesen bis zu schwach kiesigen Anteilen reicht. Die Kiese stellen dabei sogenannte „Dropstones“ dar, die beim Abschmelzen von Eisschollen abgelagert werden.

**AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrunderkundung -**

Eine Bänderung konnte in den Beckenablagerungen nur in vereinzelten Abschnitten festgestellt werden. Die Färbung der Sedimente von grau zu hellbraun deutet vor allem im oberflächennahen Bereich auf Verwitterungsprozesse im Boden hin.

Anhand der manuellen Prüfung des Bohrgutes ist die Zustandsform der feinkornreichen Beckensedimente mit weich bis steif bzw. steif zu bewerten. Die schweren Rammsondierungen ergaben für die Stauwasserablagerungen Schlagzahlen von  $N_{10} = 2 - 9$ , so dass die manuelle Bodenansprache bestätigt wird. Jedoch ist die konstante Zunahme der Schlagzahlen mit der Tiefe erfahrungsgemäß nicht auf die Zunahme der Zustandsform, sondern auf den Einfluss der Mantelreibung auf das Sondiergestänge zurückzuführen. So ergab die manuelle Bodenansprache bei der Bohrung BK 1/23 in den oberen 4 m eine mind. steife Konsistenz der Beckensedimente, die zwischen 4 - 7 m auf eine nur weichen bis steifen Konsistenz zurückgeht.

Im Hinblick auf eine Lastaufbringung sind die Beckensedimente als nur mäßig tragfähig anzusehen, so dass das Verformungs- bzw. Setzungsverhalten der Beckenablagerungen von den zu erwartenden Lasten der einzelnen Gewerke bestimmt wird bzw. abhängig ist. Zur Ausarbeitung eines wirtschaftlichen Gründungskonzeptes wird zwingend ein objektbezogene Baugrunderkundung empfohlen, um ein auf die jeweilige angedachte Nutzung entsprechendes Gründungskonzept erstellen zu können.

Ebenso stellen die feinkornreichen Beckensedimente wie bereits die Talablagerungen einen frost- und witterungsempfindlichen Boden dar, der in Kontakt mit Wasser zum Aufweichen und einer Herabsetzung der Konsistenz bzw. Tragfähigkeit neigt.

**Moränensedimente**

In der näheren Umgebung zum Bach „Ascherholz“ wurden unter den Talablagerungen bzw. im südlichen Verlauf des Baufeldes unterhalb der Beckensedimente die glazialen Moränenablagerungen erkundet.

Bei den Moränensedimenten dominiert die typische gemischtkörnige Zusammensetzung der Grundmoräne, die sich aus einem grau bis hellgrau bzw. ockergrau bis hellbraun gefärbten, schwach tonigen bis zum Teil tonigen, schwach kiesigen bis kiesigen Schluff mit wechselnden sandigen Anteilen von schwach sandig bis stark sandig zusammensetzt.

Darüber hinaus können ebenfalls hellgrau gefärbte Moränensande als Zwischenlagen in der Grundmoräne eingeschaltet sein, die als ein schwach toniger, schluffiger Fein- bis Mittelsand zu beschreiben sind. Erfahrungsgemäß ist neben der Grundmoräne und den Moränensanden in den glazialen Sedimenten mit Grobkomponenten bis hin zur Blockgröße (Findlinge) zu rechnen, die als Sandsteinstücke aufgeschlossen wurden.

Entsprechend der manuellen Bodenansprache des Bohrgutes als auch der Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen von  $N_{10} = 6 - 22$  ist die Konsistenz der bindigen Grundmoräne mit steif bis halbfest bzw. im tieferen Schichtenverlauf mit halbfest bis fest anzugeben, so dass die Grundmoräne als „Geschiebemergel“ zu bezeichnen ist.

**AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -**

Die Lagerungsdichte des Moränensandes ist mitteldicht bis dicht, wobei die Moränensande „verbacken“ vorliegen und in ihrer Festigkeit und Zusammensetzung einem vom Gletscher aufgearbeiteten Molassesand entsprechen.

In einer steifen Zustandsform sind die Moränensande in Form der Grundmoräne als ein mäßig tragfähige und bei Übergang in eine mind. halbfeste Zustandsform (Geschiebemergel) als ein gut tragfähiger Baugrund zu bewerten. Die hohe Frost- und Wasserempfindlichkeit ist vor allem bei einer nur steifen Zustandsform gegeben, so dass die Grundmoräne bei Zutritt von Wasser aufweichen und in eine geringer Zustandsform (weich) übergehen kann.

### 3.2 Bodenmechanische Laborversuche

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

#### 3.2.1 Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17892-1

Der Wassergehalt einer Bodenprobe ist das Verhältnis des Gewichtes des Porenwassers zum Gewicht der trockenen Probe. Der natürliche Wassergehalt ist bei einem bindigen Boden ein entscheidender Faktor zur Bestimmung des Bodenzustandes bzw. der Konsistenz.

Die Ergebnisse der durchgeführten Wassergehaltsbestimmungen sind in der Anlage 4.1 dargestellt sowie in folgender Tabelle 3 zusammengefasst:

**Tabelle 3: Übersicht der bestimmten Wassergehalte**

Aufschluss	Tiefe [m u. GOK]	Geologische Einheit	w <sub>n</sub> [%]
BK 1/23	2,0	Grundmoräne	18,34
	3,0	Grundmoräne	10,7 / 11,8 (korr.)*
	4,0	Grundmoräne	8,07
	5,0	Grundmoräne	15,1 / 16,4 (korr.)*
	6,0	Grundmoräne	8,01
	8,0	Grundmoräne	6,49
BK 2/23	1,0	Beckenablagerung	27,17
	3,0	Beckenablagerung	24,58
	4,0	Beckenablagerung	26,6
	5,0	Beckenablagerung	26,06
	8,0	Moränensand	8,20
BK 3	2,0	Beckenablagerung	24,1*
	4,0	Beckenablagerung	22,2*

\*bestimmt im Zuge des Atterbergversuches

**AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -**

Für die Grundmoräne der Bohrung BK 1/23 zeigt sich grundsätzlich eine Abnahme des Wassergehaltes mit der Tiefe von 18,34 % bei 2,0 m unter GOK auf 6,49 % in einer Tiefe von 8,0 m unter GOK. Der Wassergehalt in einer Tiefe von 18,34 % steht in Verbindung mit einer nur steifen bzw. ggf. auch nur weichen Konsistenz der Grundmoräne. Die Konsistenz als auch die Zusammensetzung der Grundmoräne deutet auf eine Umlagerung der glazialen Sedimente durch den angrenzenden Bach hin. Von 2,0 m zu 3,0 m unter GOK geht der Wassergehalt deutlich auf 11,8 % zurück und die Grundmoräne liegt in einer halbfesten Zustandsform vor. Die weitere Abnahme des Wassergehaltes (mit Ausnahme in einer Tiefe von 5,0 m unter GOK) ist in Verbindung mit einer Zunahme der Festigkeit der Grundmoräne zu sehen, so dass die Grundmoräne bei einem Wassergehalt < 10 % als Geschiebemergel vorliegt.

Im Fall der Beckenablagerungen liegt der Wassergehalt zwischen  $w_n = 22,2\%$  bis  $w_n = 27,17\%$  und somit deutlich höher als für die Grundmoräne. Dies geht zum einen auf die höheren Feinanteile in den Beckensedimenten im Vergleich zur gemischtkörnigen Grundmoräne als auch auf die geringere Konsistenz in den Beckenablagerungen zurück. Im Vergleich der Bohrungen untereinander zeigen sich für die Beckensedimenten der Bohrung BK 2/23 höhere Wassergehalte als für die Bohrung BK 3/23, so dass im Bereich der Bohrung BK 2/23 die Beckenablagerungen in einer geringeren Zustandsform als in der Bohrung BK 2/23 anstehen.

Der Wassergehalt von 8,20 % im Moränensand ist auf das nur geringe Wasserspeichervermögen der Sande zurückzuführen.

### 3.2.2 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

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 Erdstoffs (Korngröße  $\leq 0,063\text{ mm}$ ) zu bestimmen. Die Plastizitätszahl  $I_P$  gibt an, wie sich die Eigenschaften eines Erdstoffs bei Wasseraufnahme ändern.

Die Auswertung zur Bestimmung der Zustandsgrenzen ist detailliert in den Anlagen 4.2-6 hinterlegt. Die Tabelle 4 gibt eine Übersicht der wichtigsten abgeleiteten Kenngrößen aus den Atterberg-Versuchen wieder.

AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -

**Tabelle 4: Übersicht der bestimmten Zustandsgrenzen**

Aufschluss	Tiefe [m u. GOK]	Konsistenz- zahl $I_C$ [-]	$w_n$ [%]*	Zustands- form	Boden- gruppe	Geologische Einheit
BK 1/23	3,0	1,00	11,8 (korr.)	halbfest	TL	Grundmoräne
	5,0	1,02	16,4 (korr.)	halbfest	TM	Grundmoräne
BK 2/23	4,0	0,75	26,6	steif	TM	Beckenablagerung
BK 3/23	2,0	0,86	24,1	steif	TA	Beckenablagerung
	4,0	0,69	22,2	weich	TM	Beckenablagerung

Anhand der Auswertung der Atterbergversuche wurde für die Grundmoräne der Bohrung BK 1/23 eine Konsistenzzahl von  $I_C = 1,00$  bis  $I_C = 1,02$  und somit eine halbfeste Konsistenz nachgewiesen, die die manuelle Bodenansprache des Bohrgutes als auch die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen bestätigt. Neben der halbfesten Konsistenz belegt der Überkornanteil von 8,9 % bis 11,3 % auch die gemischtkörnigen Zusammensetzung der Grundmoräne.

Für die Beckenablagerungen liegen die Konsistenzzahlen zwischen  $c = 0,69$  bis  $I_C = 0,86$ , so dass sich eine weiche bis steife Zustandsform ableiten lässt. Im Vergleich zu der manuellen Bodenansprache des Bohrgutes ist die weiche Konsistenz in der Bohrung BK 3/23 nur unterordnet zu sehen.

Nach der Lage im Plastizitätsdiagramm von Casagrande ist die Grundmoräne der Bodengruppe TL bis TM (leicht bis mittelplastische Tone) bzw. sind die Beckensedimente der Bodengruppe TM bis TA (mittelplastische bis ausgeprägt plastische Tone) zuzuordnen.

### 3.2.3 Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

Eine Korngrößenverteilung liefert eine erste Beurteilung des Baugrunds hinsichtlich der Durchlässigkeit, Frostempfindlichkeit, Scherfestigkeit und 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 größer bzw. kleiner als  $d = 0,063$  mm wird eine kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse durchgeführt.

Die detaillierte Auswertung ist der Anlage 4.7-8 zu entnehmen. Eine Kurzfassung der Ergebnisse zeigt die Tabelle 5.

AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -

**Tabelle 5: Übersicht zur Bestimmung der Korngrößenverteilung**

Auf-schluss	Tiefe (m u. GOK.)	Kies- anteil [%]	Sand- anteil [%]	Schluff/ Tonanteil [%]	Bodenart	Geologische Einheit	Durchlässigkeits- beiwert [m/s]
BK 1/23	0,15 - 1,15	69,3	22,5	8,2 / -	Fein- bis Grobkies, sandig, schwach schluffig	Auffüllung	$7,5 \times 10^{-4}$ * [ $1,5 \times 10^{-4}$ ]**
RKS 5/23	0,2 - 0,8	69,8	24,1	6,1 / -	Fein-bis Grobkies, sandig, schwach schluffig	Auffüllung	$9,4 \times 10^{-4}$ * [ $1,88 \times 10^{-4}$ ]**

\* Durchlässigkeitsbeiwert ermittelt nach USBR

\*\* korrigierter Durchlässigkeitsbeiwert nach dem DWA-A 138 0, Korrekturfaktor 0,2

Die Ergebnisse der granulometrischen Analysen belegen für die oberflächennahen, kiesigen Auffüllungen eine Zusammensetzung aus einem schwach schluffigen, sandigen Fein- bis Grobkies. Mit einem Feinkornanteil von 6,1 % bis 8,4 % sind die Auffüllungen nach DIN 18 196 der Bodengruppe GU (Kies-Schluff-Gemische) zuzuordnen und stellen einen Boden der Frostempfindlichkeitsklasse F 2.

Aus den Kornverteilungen wurden gemäß USBR für die Auffüllungen ein Durchlässigkeitsbeiwert zwischen  $k_f = 7,5 \times 10^{-4}$  m/s bis  $k_f = 9,4 \times 10^{-4}$  m/s abgeleitet. Somit sind die Auffüllungen nach DIN 18130-1 als **durchlässige Böden** zu bewerten.

Nach dem DWA-A 138 Merkblatt, Anhang B „Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit“ sind die mittels Laborversuche (Kornverteilung) ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte für die Bemessung von Sickeranlagen mit einem Korrekturfaktor von 0,2 zu multiplizieren. Demnach ergibt sich für die Auffüllungen ein korrigierter Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 1,5 \times 10^{-4}$  m/s bis  $k_f = 1,88 \times 10^{-4}$  m/s.

AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -

### 3.3 Bodenkennwerte und -klassifizierung

Aus erd- und grundbautechnischer Sicht sind für die im Untersuchungsgebiet aufgeschlossenen Böden folgende Bodenkennwerte aus der Tabelle 7 zugrunde zu legen.

**Tabelle 6: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte)**

Schichten	Wichte (feucht) $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte (u. Auftrieb) $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reib.-winkel dräniert $\phi_k$ [°]	Kohäsion dräniert $c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]
Auffüllungen (Sand/Kies)	18 - 21	8 - 11	30 - 35	0 - 1*	[5 - 15]
Auffüllungen (Schluff)	17 - 19	7 - 9	25 - 27,5	3 - 7	[1 - 3]
Tallehm	17 - 19	7 - 9	20 - 22,5	4 - 6	3 - 5
Talsand	18 - 20	8 - 10	30 - 32,5	0 - 3*	10 - 15
Beckenschluff (weich bis steif)	17 - 19	7 - 9	22,5 - 25	3 - 5	3 - 7
Beckenschluff (mind. steif)	18 - 20	8 - 10	22,5 - 25	5 - 10	5 - 10
Grundmoräne (steif)	18 - 20	8 - 10	25 - 27,5	5	10 - 15
Grundmoräne (mind. halbfest bis fest)	19 - 21	9 - 11	27,5 - 30	10 - 15	30 - 50
Moränen sand	18 - 20	8 - 10	30 - 32,5	0 - 1*	40 - 60

\* scheinbare Kohäsion / \*\*Näherungswerte für Berechnungen

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

Auf der Basis der vorliegenden Baugrundaufschlussergebnisse, den zum Baugrund vorliegenden Erfahrungswerten sowie aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften der anstehenden Baugrundschichten wird vorgeschlagen, die anstehenden Böden in die **Homogenbereiche** gemäß der Tabelle 7 zu unterteilen.

AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrunderkundung -

**Tabelle 7: Einteilung der Baugrundabfolge in Homogenbereiche**

Homogenbereich	Baugrundschichten
A1	Auffüllung, Sand/Kies (Ag)
A2	Auffüllung, Schluff (Au)
B1	Tallehm (TL)
B2	Talsand (TS)
C	Beckenablagerungen (BEA)
D1	Grundmoräne (GMO)
D2	Moränen (MS)

Gemäß DIN 18300:2019-09 können für die o.a. Homogenbereiche folgende Eigenschaften und Kennwerte zugrunde gelegt werden. Neben Einfamilienhäusern sollen im geplanten Baugebiet auch Mehrfamilienhäuser entstehen, so dass die Geotechnische Kategorie GK 2 im Folgenden angenommen wird

AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -

**Tabelle 8: Kennwerte / Eigenschaften der Homogenbereiche nach DIN 18300 (Erfahrungswerte)**

Kennwert / Eigenschaft		Homogenbereich						
		A1	A2	B1	B2	C	D1	D2
Kornverteilung [%]	T	0 - 3	5 - 20	10 - 30	0 - 5	10 - 30	5 - 15	0 - 5
	U	5 - 20	40 - 70	45 - 70	5 - 20	40 - 60	40 - 60	5 - 20
	S	15 - 60	10 - 25	10 - 30	60 - 80	0 - 10	10 - 35	60 - 80
	G	10 - 70	5 - 15	0 - 3	5 - 15	0 - 10	5 - 20	0 - 3
Massenanteil Steine [%]	0 - 5	-	-	-	-	0 - 10	-	-
Massenanteil Blöcke [%]	0 - 3	-	-	-	-	0 - 5	-	-
Massenanteil große Blöcke [%]	-	-	-	-	-	0 - 3	-	-
Lagerungsdichte	locker bis dicht	-	-	locker	-	-	mittel-dicht bis dicht	-
Konsistenz	-	steif bis halbfest	weich bis steif	-	weich bis steif bzw. steif	steif, mind. halbfest	-	-
Konsistenzzahl $I_c$	-	0,75 - 1,0	0,5 - 0,75	-	0,5 - 1,0	0,75 - > 1,0	-	-
Plastizitätszahl $I_p$ [%]	-	10 - 30	10 - 30	-	20 - 40	10 - 30	-	-
Undränierte Scherfestigkeit $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	-	60 - 150	20 - 60	-	20 - 60 bzw. 60 - 100	60 - 200	-	-
Wassergehalt $w_n$ [%]	-	15 - 25	25 - 40	-	22 - 28	6 - 20	-	-
Organischer Anteil [%]	< 1	< 1 - 4	< 1 - 2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Bodengruppe nach DIN 18196	[GE], [GW], [GU/GW], [SE], [SU]	[TL], [TM]	TL/TM, TL, TL/ST*, UL/SU*	SU	TM, TM/TA,	TL, TM, TL/ST*	SU	-
Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 17, Tab. 1	F 1-2	F 3	F 3	F 2-3	F 3	F 3	F 1-2	-
Ortsübliche Bezeichnung	Ag	Au	TL	TS	BEA	GMO	MS	-

AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -

#### 4 Georisiken

##### Seismische Aktivität

Entsprechend der „Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Freiburg, 2005“ befindet sich das Untersuchungsgebiet in der **Erdbebenzone 1** (Gebiet, in der gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveau rechnerisch die Intensität 6,5 bis  $\leq$  7,0 zu erwarten ist) und der **Untergrundklasse S** (Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung). Der zugehörige Bemessungswert der Bodenbeschleunigung  $a_g$  beträgt in dieser Erdbebenzone  $0,4 \text{ m/s}^2$ .

Bei einer Gründung in den Beckenablagerungen bzw. der Grundmoräne mit einer mind. steifen Konsistenz ist nach DIN EN 1998-1/NA die **Baugrundklasse C** zugrunde zu legen.

#### 5 Hydrogeologie

##### 5.1 Grundwasserverhältnisse

Bei den vom 05.04.2023 abgeteuften Bohrungen BK 2-3/23 als auch zum Teil bei den am 11.04.2023 und 12.04.2023 niedergebrachten Kleinrammbohrungen konnte ein Wasserzutritt aufgenommen werden. Eine Messung des Wasserspiegels in der Rammsondierungen war verfahrensbedingt nicht möglich.

In der Tabelle 9 sind die gemessenen Wasserstände zusammenfassend dargestellt.

**Tabelle 9: Wasserspiegelhöhen in den Bohrungen BK 1-3/23 & RKS 1-6/23**

Aufschluss	Grundwasserspiegel angetroffen [m u GOK] / [m ü. NHN]	Grundwasserspiegel nach Bohrende [m u GOK] / [m ü. NHN]	Datum
BK 1/23	-	-	05.04.2023
BK 2/23	7,70 / 418,93	4,50 / 422,13	05.04.2023
BK 3/23	5,00 / 425,85	5,00 / 425,85	05.04.2023
RKS 1/23	-	-	11.04.2023
RKS 2/23	-	-	11.04.2023
RKS 3/23		-	11.04.2023
RKS 4/23	1,94 / 423,86	-	11.04.2023
RKS 5/23	-	-	12.04.2023
RKS 6/23	-	-	11.04.2023

**AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -**

Wie die Zusammenfassung der Tabelle 10 sowie das Baugrundmodell in den Anlagen 2.1-6 aufzeigt, wurden in den Bohrungen BK 2-3/23 am Übergang der Beckenablagerungen zur Molasse bzw. Grundmoräne sowie in der Rammkernsondierungen RKS 4/23 innerhalb der Aueablagerungen ein Wasserzutritt aufgenommen.

Der Wasserzutritt in den Bohrungen liegt auf einer Höhenkote zwischen 418,93 m ü. NHN bzw. 425,85 m ü. NHN und in der Kleinrammbohrung auf einer Höhenkote von 423,86 m ü. NHN. Im Fall der Bohrung BK 2/23, die zur temporären Grundwassermessstelle ausgebaut wurde, wurde zudem ein Anstieg des Wasserspiegels auf eine Höhenkote von 422,13 m ü. NHN beobachtet.

Im Fall des Wasserzutritts in der Kleinrammbohrung RKS 4/23 ist davon auszugehen, dass es sich um Schichtenwasser handelt, welches sich innerhalb schwach durchlässiger Lagen in den Talablagerungen ansammelt und im Anschnitt ausblutet.

Die Grundwasserzutritte in den Moränensanden stellt eine wasserführende Ader innerhalb der Moränensedimente dar. Aufgrund des deutlichen Höhenunterschiedes der Wasserzutritte zwischen den einzelnen Aufschlusspunkten als auch der geringen Schichtmächtigkeit der Sande, ist nicht davon auszugehen, dass diese einen mächtigen Porengrundwasserleiter darstellen.

Da es sich bei den gemessenen Wasserspiegeln lediglich um Momentaufnahmen handelt, wird empfohlen, zu Erfassung der Schwankungsbreite des Grundwasserspiegels sowie zur Reaktion des Wasserstandes auf starke Niederschlagsereignisse Datenlogger in der temporären Messstelle der Bohrung BK 2/23 einzubauen. Zudem ist zur Überprüfung der Ergiebigkeit der wasserführenden Schichten ein Pumpversuch in der Grundwasserbeobachtungsmessstelle zu empfehlen.

Das geplante Baufeld ist weder von der Schussen noch von dem Bach „Ascherholz“ von einer Überflutung im Fall eines HQ<sub>100</sub> oder HQ<sub>extrem</sub> betroffen. Jedoch ist für das Areal eine mögliche Fortschreibung eingetragen, so dass Hinweise für bauliche Maßnahmen bei der zuständigen Fachbehörde (LRA Ravensburg) anzufragen sind.

## 5.2 Versickerungsfähigkeit der Böden nach dem DWA-A 138

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 sind Böden zur Versickerung geeignet, deren Wasserdurchlässigkeit zwischen  $k_f = 1,0 \times 10^{-3}$  m/s und  $k_f = 1,0 \times 10^{-6}$  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.

AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -

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

Die im zu untersuchenden Areal angetroffenen Böden in Form der Tallehme, Grundmoräne sowie Beckensedimente weisen erfahrungsgemäß einen Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f$  - Wert  $<< 10^{-6}$  m/s auf und sind nicht für die Aufnahme von Niederschlagswasser geeignet.

Die kiesigen Auffüllungen als auch die Moränensande stellen grundsätzlich einen gut durchlässigen Boden dar. Aufgrund der nur geringen Mächtigkeit sowie der unterlagernden bindigen Böden ist jedoch auch bei diesen von einer Versickerung von Niederschlagswasser abzusehen.

Die genaue Ausführung der Ableitung von Niederschlagswasser ist in Rücksprache mit den zuständigen Fachbehörde von einem Entwässerungsplaner festzulegen und zu bemessen.

## 6 Allgemeine grundbautechnische Empfehlungen und baubegleitende Maßnahmen

### 6.1 Erschließungsmaßnahme und Baugrundsituation

Zwischen der Albersfelder Straße und der Straße „Am Reutehof“ im Ortsteil Oberzell der Stadt Ravensburg ist auf der ehemaligen Tennisanlage die Ausweisung eines neuen Baugebietes vorgesehen

Genaue Angaben zur geplanten Bauausführung der einzelnen Bebauungen (unterkellert / nicht unterkellert) sowie zu den aus den Bauwerken auf den Untergrund einwirkenden Bauwerkslasten lagen zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden geotechnischen Berichts nicht vor. In den folgenden Erläuterungen wird daher allgemein auf die Bebaubarkeit eingegangen.

Des Weiteren wird auf die für die Erschließung notwendige Anlegung der Ver- und Entsorgungseinrichtungen (Wasserversorgungsleitungen, Abwasserkanäle usw.) und Verkehrsflächen (Erschließungsstraßen) Bezug genommen.

Grundlage der Baugrundbeurteilung sind die beschriebenen geotechnischen Aufschlussergebnisse.

**Angesichts der wechselnden geologischen Verhältnisse (Beckenablagerungen / Moränensedimente) sind zur detaillierten Beurteilung der Gründungssituation für die einzelnen Bauwerke entsprechend deren Anforderungen zwingend ergänzende standort- und objektspezifische Baugrunduntersuchungen durchzuführen, um ein für das jeweilige Bauwerk geeignetes und wirtschaftliches Gründungskonzept ausarbeiten zu können. Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse geben eine erste Einschätzung zur Bebaubarkeit wieder.**

AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -

## 6.2 Baugrundsituation

Das für die Erschließungsmaßnahme entwickelte Baugrundmodell ist in den Anlagen 2.1-6 dargestellt und die Schichtenabfolge im Projektgebiet in Kapitel 3.1 im Detail beschrieben.

Die Fläche für das geplante Baugebiet als auch die angrenzenden Straßen werden entsprechend der bestehenden Bebauung / Befestigung oberflächennah von aufgefüllten Bodenschichten bestimmt. An die Auffüllungen schließen im nördlichen Bereich des zukünftigen Baugebietes Talablagerungen in Form von vorwiegend Tallehmen sowie untergeordnet Talsanden an, die eine weiche bis steife Konsistenz bzw. lockere Lagerungsdichte aufweisen. Im nördlichen Randbereich (Straße „Am Reutehof“) gehen die Talablagerungen in eine gemischtkörnige Grundmoräne über, deren Konsistenz zunächst noch weich und mit zunehmender Tiefe ab rd. 3,0 m unter GOK mind. halbfest ist, so dass die Grundmoräne als Geschiebemergel vorliegt. Zum Teil sind innerhalb der Grundmoräne geringmächtige Lagen aus Moränensanden eingeschaltet. Die Grundmoräne taucht in südlicher Richtung ab, so dass in weiten Bereichen des Baufeldes unter den Auffüllungen bzw. den Talablagerungen die Beckensedimenten als Beckenschluff mit einer weichen bis steifen bzw. steifen Zustandsform vorliegen.

Generell ist die vorliegende Baugrundabfolge im Hinblick auf die zu erwartenden Bauwerke als gründungstechnisch machbar und unproblematisch anzusehen.

## 6.3 Wohnbebauung / Gründungsempfehlung

Aufgrund fehlender, konkreter Gebäudepläne wird im Folgenden allgemein auf die möglichen Ausführungsvarianten der Wohngebäude (mit und ohne Unterkellerung) eingegangen.

### 6.3.1 Wohnbebauung ohne Unterkellerung

Bei einer Ausführung der Wohnbebauung ohne Unterkellerung kommen die Gebäude in den gering mächtigen Auffüllungen zu liegen, die von Tallehmen bzw. Beckensedimenten unterlagert werden. Da die Grundmoräne nur im Bereich der nördlichen Straße „Am Reutehof“ oberflächennah aufgeschlossen wurde, wird nicht davon ausgegangen, dass diese auch im Bereich der geplanten Wohnbebauung bereits unterhalb der Talablagerungen vorliegt.

Angesichts der nur geringen Mächtigkeit der kiesigen, gut tragfähigen Auffüllungen, bestimmen die gering bis mäßig tragfähigen Talablagerungen und Beckensedimente in einer nur weichen bis steifen Konsistenz das Lastaufnahmevermögen der anstehenden Bodenschichten. Demnach bietet sich eine Flächengründung der Wohnhäuser auf einer **elastisch gebetteten Bodenplatte** an.

Unterhalb der Bodenplatte ist ein Bodenersatzkörper mit einer Mächtigkeit von  $d \geq 0,80$  m vorzusehen, wobei organische Bodenschichten vollständig auszukoffern sind. Als Bodenersatzkörper ist ein kornabgestufter, gut verdichtbarer Kies (z.B. FSK 0/45 bzw. GW/GI - Material) mit einem Feinkornanteil < 5 % einzubringen. Das lastverteilende Polster ist dabei am Plattenrand so breit auszubilden, dass sich dort ein Lastausbreitungswinkel von 45° einstellen kann.

**AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -**

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. Sofern sich nicht bereits durch den Bodenersatzkörper eine frostsichere Gründung gegeben ist, ist ein entsprechender Frostriegel mit einer Tiefe von mind. 1,0 m um das Gebäude vorzusehen.

Der Nachweis des fachgerechten Einbaus des Bodenersatzkörpers ist anhand von statischen Lastplattendruckversuchen nach DIN 18 134 nachzuweisen (Anforderung:  $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ , Verhältniswert  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$  bzw. über dynamische Plattendruckversuche:  $E_{vd} \geq 40 \text{ MN/m}^2$ ). Diese Leistung kann von der Fa. BauGrund Süd erbracht werden.

Sollten auf Höhe des Aushubplanums die Böden in einer stark aufgeweichten Zustandsform anstehen, kann es erforderlich sein, vor Einbau des Bodenersatzkörpers eine rd. 0,1 m bis 0,2 m starke Grobkornlage (z.B. Bruchkorn 60/80 oder 80/120 Körnung) zur Schaffung eines tragfähigen Auflagers statisch einzuwälzen. Die Notwendigkeit einer Grobkornlage ist im Zuge der Baugrubensohlabnahme seitens des Gutachters festzulegen.

Zur Vermeidung von oberflächlichen Aufweichungen der Aushubsohle durch Niederschlagswasser ist ein leichtes Längs- und Quergefälle auf Höhe der Baugrubensohle vorzusehen und anfallendes Niederschlagwasser in einem Graben zu sammeln sowie kontrolliert abzuleiten.

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

$$k_s = 2 - 4 \text{ MN/m}^3$$

abgeschätzt werden.

Da der Bettungsmodul keine Bodenkonstante ist, sondern von den Belastungsverhältnissen, der Geometrie und den Baugrundverformungen abhängt, wird empfohlen, den tatsächlichen Bettungsmodulverlauf der o.g. Bodenplatte nach Vorlage von Lastenplänen und Ausführungsplänen anhand einer detaillierten Setzungsberechnung ermitteln zu lassen. Ebenso ist für eine detaillierte Setzungsberechnung die tatsächliche Baugrundabfolge (Detailerkundung) am geplanten Baugrundstück zu verifizieren. Die Berechnung des Bettungsmoduls kann auf Wunsch seitens der Fa. BauGrund Süd übernommen werden.

**Alternativ** kann die Gründung der nicht unterkellerten Wohnhäuser bei höheren Bauwerkslasten sowie setzungsempfindlichen Gebäuden auch über eine punktuelle Gründung z.B. in Form von **Einzel- und Streifenfundamente** erfolgen. Die Fundamente sind hierbei mittels Magerbetonvertiefungen einheitlich auf den Geschiebemergel oder die Moränensand tiefer zu führen.

Nach derzeitigem Kenntnisstand ist davon auszugehen, dass die im Baufeld anstehenden Sedimente kurzfristig unter 90° standfest bleiben.

**AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -**

Zur Vorbemessung der Einzel- und Streifenfundamente, die einheitlich der Grundmoräne gründen, kann der Bemessungswert des Sohlwiderstandes  $\sigma_{R,d}$  aus den Anlagen 5.1-2 entnommen werden. Dort sind für mittige Belastungen in Abhängigkeit der Fundamentgeometrie sowie in Abhängigkeit der Schichtenabfolge Grundbruch- und Setzungsberechnungen ausgeführt.

Berechnungsgrundlage hierfür ist der EC 7 bzw. im Detail die DIN EN 1997-1:2009-09, die DIN EN 1997-1/NA und die DIN 1054:2010-12, sowie die DIN 4017:2006-03.

Es liegt die Bemessungssituation BS-P (ständige Situationen / persistent situations) sowie die Schichtenabfolge der Kleinrammbohrung RKS 2/23 zugrunde. Die Mindesteinbindetiefe liegt unter Einbeziehung der Frostzone bei 1,0 m.

Das Verhältnis von veränderlichen zu Gesamtlasten wird mit 0,5 vorausgesetzt. Bei einem Ausnutzungsgrad von  $\mu \leq 1,0$  und Begrenzung der rechnerischen Setzung auf z. B.  $s \leq 1,5$  cm ist je nach gewählter Fundamentgeometrie der im Diagramm benannte Bemessungswert des Sohldruckwiderstands  $\sigma_{R,d}$  anzusetzen.

Die Tabelle 10 und 11 enthalten einen exemplarischen Auszug aus den Anlagen 5.1-2

**Tabelle 10: Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes in Abhängigkeit der Fundamentgeometrie (Einzelfundament im Geschiebemergel, Anl. 6.1)**

Einzelfundament a x b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{n,d}$ [kN]	zugh.S [cm]
1,0 x 1,0	~ 1116	~ 1116	1,44
2,0 x 2,0	~ 600	~ 2400	≤ 1,5

**Tabelle 11: Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes in Abhängigkeit der Fundamentgeometrie (Streifenfundament im Geschiebemergel, Anl. 6.2)**

Streifenfundament a x b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{n,d}$ [kN/m]	zugh.S [cm]
15,0 x 0,8	~ 620	~ 496	≤ 1,5
15,0 x 1,0	~ 520	~ 520	≤ 1,5

In den Anlagen 5.1-2 ist je nach gewählter Fundamentgeometrie entweder die Grundbruchsicherheit (rote Linie) oder die Begrenzung der Setzungen auf 1,5 cm (blaue Linien) maßgebend für den Bemessungswert des Sohldruckwiderstands. **Die Größe der zulässigen Setzungen für das Bauwerk ist vom zuständigen Planer festzulegen.**

Bei den aufgeführten Tragfähigkeitswerten ist die gegenseitige Beeinflussung von benachbarten Fundamenten nicht berücksichtigt.

**AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -**

Es wird vorgeschlagen, die Gründungsvorbemessung nach den Fundamentdiagrammen in der Anlagen 5.1-2 vorzunehmen.

Nach Vorlage der aktuellen Bauwerkslasten sind bei setzungsempfindlichen Tragkonstruktionen die gegenseitigen Beeinflussungen der Fundamente und die Verträglichkeit der Setzungsdifferenzen bzw. Fundamentverdrehungen mit einer Setzungsberechnung zu überprüfen. Diese Leistung kann auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd erbracht werden.

Werden gewisse Setzungen toleriert, kann die Bodenplatte frei **schwimmend** zwischen den Fundamenten auf einer 0,50 m starken,vliesunterlegten Ausgleichsschicht aus einem hochverdichtbaren Kies-Sand-Gemisch (z.B. FSK 0/45) abgesetzt werden. Diese ist lagenweise auf mind. 98 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Der fachgerechte Einbau der Ausgleichsschicht ist anhand von statischen Lastplattendruckversuchen (Anforderung:  $E_{v2} > 80 \text{ MN/m}^2$ ;  $E_{v2}/E_{v1} < 2,5$ ) zu überprüfen.

Für eine **setzungssarme Gründung** ist die Bodenplatte alternativ **deckenartig** auszubilden

Sofern die Bauwerke im Bereich der Aufschlussbohrung BK 2/23 zu liegen kommen, ist bei einer punktuellen Gründung zu beachten, dass eine Tieferführung von Magerbetonvertiefungen auch in Kombination mit einer Brunnengründung in der Regel nur bis zu einer Tiefe von rd. 6 m möglich ist. Für einen tieferreichenden Lastabtrag ist eine Pfahlgründung notwendig, wobei im vorliegenden Fall in Abhängigkeit des Gewerkes neben duktilen Gussrammpfählen, Mikroverpresspfähle als auch Bohrpfähle denkbar sind. Bei einer in Frage kommenden Tiefengründung sind jedoch zwingend tieferreichende Aufschlüsse (mind. 5 m in lastabtragenden Horizont) notwendig.

### 6.3.2 Wohnbebauung mit Unterkellerung

Bei einer Wohnbebauung mit Unterkellerung wird derzeit davon ausgegangen, dass die Unterkante der Bodenplatte ca. 3,0 m unterhalb der momentanen Geländeoberkante zu liegen kommen wird.

Demnach befindet sich das Gründungsniveau zum Teil innerhalb der Beckensedimenten sowie zum Teil bereits innerhalb der Grundmoräne.

Angesichts der nur geringen Durchlässigkeit der anstehenden Böden und der damit verbundenen notwendigen Abdichtung erdberührter Bauteile gegen drückendes Wasser, wird für die unterkellerten Bauwerke ebenfalls eine Gründung auf einer **elastisch gebetteten Bodenplatte** empfohlen.

Sollten auf Höhe der Aushubsohle noch die Beckensedimenten anstehenden, so ist ein Bodenersatzkörper mit einer Mächtigkeit von 0,60 m vorzusehen. Der Bodenersatzkörper ist dabei, wie oben für nicht unterkellerte Bauwerke beschrieben, aufzubauen. Der fachgerechte Einbau des Bodenersatzkörpers ist mittels statischen Lastplattendruckversuchen zu überprüfen.

AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -

Dabei ist ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$  und ein Verhältniswert von  $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,5$  zu fordern. Die geotechnischen Kontrollprüfungen können auf Wunsch durch die Fa. BauGrund Süd durchgeführt werden.

Sofern bereits die Moränensedimente als Geschiebemergel bzw. in einer mind. halbfesten Konsistenz vorliegen, kann das Bauwerk nach dem Aufbringen einer Magerbetonversiegelung, direkt auf dem Geschiebemergel abgesetzt werden. Durch Tagwasser aufgeweichte Schichten sind durch eine Sauberkeitsschicht entsprechend zu ersetzen.

Zur Vorbemessung der Bodenplatte für unterkellerte Bauwerke kann in Abhängigkeit des Gründungssubstrates ein Bettungsmodul in der Größenordnung von

$$k_s = 4 - 6 \text{ MN/m}^3 \text{ (Beckensedimente)}$$

$$k_s = 10 - 15 \text{ MN/m}^3 \text{ (Geschiebemergel)}$$

abgeschätzt werden.

Da der Bettungsmodul keine Bodenkonstante ist, sondern von den Belastungsverhältnissen, der Geometrie und den Baugrundverformungen abhängt, wird empfohlen, den tatsächlichen Bettungsmodulverlauf der o.g. Bodenplatte nach Vorlage von Lastenplänen und Ausführungsplänen anhand einer detaillierten Setzungsberechnung ermitteln zu lassen. Ebenso ist für eine detaillierte Setzungsberechnung die tatsächliche Baugrundabfolge (Detailerkundung) am geplanten Baugrundstück zu verifizieren. Die Berechnung des Bettungsmoduls kann auf Wunsch seitens der Fa. BauGrund Süd übernommen werden.

#### 6.4 Baugrube

Zur Herstellung von Gebäuden mit Untergeschoss wird eine Aushubtiefe von 3,0 m unter GOK angenommen, wobei sich die Aushubkote neben der geplanten Gründungstiefe nach dem Gründungskonzept und damit ggf. notwendigen Bodenaustausch richtet. Lassen die Platzverhältnisse eine freie Böschung zu, kann diese in den wasserfreien Auffüllungen sowie weichen Tal- und Beckensedimenten bauzeitlich unter max. 45° frei geböschten werden. Bei einer mind. steifen Konsistenz der Tal- und Beckenlehme darf, wie auch in der mind. steifen Grundmoräne, der Böschungswinkel 60° betragen.

Ist ein Geländeeinschnitt von > 3,0 m erforderlich, wird empfohlen, nach 3,0 m Höhe eine Berme von 1,5 m Breite anzutragen. Geböschte Baugruben mit mehr als 5,0 m Tiefe müssen in ihrer Standsicherheit dagegen rechnerisch nachgewiesen werden. Dies gilt auch für den Fall, sollten die Böschungen steiler als wie angegeben ausgeführt werden.

**Die Böschungen sind umgehend nach Freilegung mit Baufolien, die windfest angebracht werden müssen, abzudecken.**

#### AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -

An den Böschungsschultern ist ein lastfreier Schutzstreifen von mindestens 1,5 m Breite vorzusehen. Schichtwasseraustritte sind mit Stützscheiben aus Einkornbeton zu fassen und fachgerecht abzuleiten. Das anfallende Schicht- und Niederschlagswasser ist über einen Drainagegraben bzw. über Pumpensümpfe zu fassen und abzuleiten.

Sollten die Platzverhältnisse eine frei geböschte Baugrube nicht gestatten, ist diese im Schutze eines Verbausystems auszuheben. Hierfür ist beispielsweise ein Trägerbohlwandverbau (Berliner Verbau) denkbar, wobei im Fall der oberflächennahen Grundmoräne angesichts der Festigkeit des Geschiebemergels zum Einbringen der Bohlträger Austausch- bzw. Auflockerungsbohrungen vorzusehen sind. Die Ausfachung zwischen den Trägern kann über Spritzbeton, Stahlplatten oder Holzbohlen erfolgen.

Nach derzeitigem Kenntnisstand ist auch bei unterkellerten Bauwerken nicht mit einem Eingriff ins Grundwasser zu rechnen, so dass lediglich eine offene Wasserhaltung für anfallendes Tag- oder Schichtenwasser vorzusehen ist. Da jedoch die Wasserzutritte andernförmig in den Moränensedimenten auftreten, ist der fehlende Wasserzutritt über bauwerksbezogenen Erkundungen abzusichern.

Sollte es bei intensiven Niederschlagsereignissen zu einem vermehrten Auftreten von Schichtenwasser kommen, so sind entlang der Schichtwasseraustritt Stützscheiben aus Einkornbeton aufzubringen.

#### 6.5 Trockenhaltung Gebäude

Der Untergrund im zu bebauenden Areal wird von feinkornreichen Talablagerungen, Becken- sowie Moränensedimenten bestimmt, die erfahrungsgemäß einen Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f << 10^{-6}$  m/s aufweisen und somit als nur schwach bis sehr schwach durchlässig bzw. wasserstauend zu bezeichnen sind.

Die erdberührten Bauteile nicht unterkellerter Wohngebäude können somit nach den Vorgaben der **DIN 18533-1, Klasse W1.2-E** (Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung) abgedichtet werden, sofern ein dauerhaft funktionsfähiges, rückstaufreies Drainagesystem, welches behördlich zu genehmigen ist, nach DIN 4095 eingebracht wird.

Sollte das ausgearbeitete Drainagekonzept nicht genehmigt werden, sind die erdberührten Bauteile der nicht unterkellerten als auch der unterkellerten Gebäude nach **DIN 18533-1, Klasse W2-E** gegen drückendes Wasser abzudichten oder alternativ nach der „WU-Richtlinie“ (Prinzip „Weiße Wanne“) herzustellen.

#### 6.6 Kanalbau

Zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung lagen noch keine Entwurfspläne zur Erschließung des Gebiets vor, so dass im Folgenden für die Kanalarbeiten von einer Graben-/ Verlegetiefe zwischen 2,0 bis 3,0 m u. GOK ausgegangen wird.

**AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -**

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 kiesigen und sandigen Auffüllungen sowie den feinkornreichen Böden (Talablagerungen, Becken- und Moränensedimenten) mit einer nur weichen Konsistenz nicht steiler als unter 1:1 (45°) ausgebildet werden dürfen. Feinkornreiche Böden in einer mind. steifen Konsistenz dürfen unter 60° angelegt werden. Im Übrigen gelten die Empfehlungen im Abschnitt Baugrube sinngemäß.

Alternativ zur freien Böschung der Baugruben bietet sich im Fall der Rohrgräben weitestgehend die Verwendung von großflächigen Verbauplatten, ein Kammerdielen- oder Gleitschienenverbau an, welche vom Hersteller statisch nachzuweisen sind. Es ist davon auszugehen, dass der anstehende Boden vorübergehend standfest ist, um einen Grabenverbau im Voraushub einzubringen.

Sofern auf Höhe der Gründungssohle des Kanalsystems die Beckensedimente in einer nur weichen bis steifen Zustandsform vorliegen, wird das Einbringen eines rd. 0,3 m mächtigen Bodenersatzkörpers unterhalb der Rohrbettung aus hochverdichtbarem, kornabgestuftem Material (V1) notwendig. Die Rohrbettung ist mit einem Trennvlies (GRK 4) zu unterlegen. Steht auf Höhe der Geschiebemergel an, so kann dieser direkt für die Rohrbettung herangezogen werden.

Aufgrund der Witterungsempfindlichkeit der auf Gründungssohle zu erwartenden Beckensedimente ist die Kanalsohlen nur bei frostfreier, trockener Witterung freizulegen. Je nach Fortschritt der Arbeiten ist eine gewisse Restmächtigkeit als Schutzschicht vor dem Endabtrag zu belassen. Die Grabensohle in den lehmigen Böden ist mit einem Glattlöffel abzuziehen.

Um Aufweichungsprozesse des Erdplanums zu vermeiden ist die Kanalgrabensohle mit Magerbeton zu versiegeln.

Die Ausführung des Rohrauflagers kann aus einem kornabgestuften Sand-Kies-Gemisch oder Sand-Splitt-Gemisch hergestellt werden. Die Stärke (S) des Auflagers richtet sich nach dem vorgesehenen Kanalrohrdurchmesser ( $S = 100 \text{ mm} + 1/10 \times \text{Nennweite des Kanalrohres}$ ).

Im Bereich der Leitungszone ist generell ein gut verdichtbares Ersatzmaterial (V1) zu schütten und auf 97 % der einfachen Procordichte zu verdichten. In der Hauptverfüllzone ist, je nach Verfüllmaterial, eine Verdichtung auf 95 % bis 98 % der Procordichte zu erreichen. Die Verdichtung ist im Zuge der Bauausführung zu prüfen und nachzuweisen (dynamische und statische Plattendruckversuche / Rammsondierungen / Dichtebestimmung im Feld).

Die anstehenden lehmigen Sedimente sind in der Regel nicht ausreichend verdichtbar (V3) und für den Wiedereinbau in den Kanalgraben und somit die Verfüllung der Rohrgräben nicht geeignet. Jedoch kann eine Bodenverbesserung mittels Kalk-Zement-Stabilisierung in Betracht gezogen werden, um diese zum Wiedereinbau nutzen zu können.

**AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -**

Zur Festlegung des erforderlichen Bindemittels und dessen Zugabemenge ist vorab im Labor eine Eignungsprüfung durchzuführen bzw. in-situ eine Probefeld anzulegen. Vorbehaltlich dieser Untersuchungen kann im Rahmen einer ersten Kostenschätzung von einem Mischbindemittel (z.B. Dorosol C50) mit einer Zugabemenge von 2 - 8 Gew.-% ausgegangen werden. Art und Zugabemenge des Bindemittels sind in Labor- und Feldversuchen genauer zu bestimmen. Auf Anfrage können diese Versuche durch die Fa. BauGrund Süd durchgeführt werden.

Es ist zu beachten, dass die Leitungen bei späteren Revisionsarbeiten im Falle einer Kalk-Zement-Stabilisierung unter Umständen nur mit erhöhtem technischem Aufwand (meißeln) wieder erreicht werden können. Der Ausgangswassergehalt des zu verbessernden Bodenmaterials kann sich durch Niederschlagsereignisse deutlich erhöhen. Dies hat zur Folge, dass entweder die Zugabemenge erhöht oder das Additiv gewechselt werden muss.

Alternativ kann als Ersatz- und Verfüllmaterial jedes verdichtbare, inerte Mineralgemisch wie z.B. Sand-Kies oder Sand-Splitt-Schotter-Gemisch eingebaut werden.

## 6.7 Verkehrsflächen / Außenanlagen

Höhenangaben zu den geplanten Straßen lagen nicht vor, so dass davon ausgegangen wird, dass sich die Erschließungsstraßen auf etwa der Höhe der derzeitigen Geländeoberkante befinden.

Für die Herstellung des Straßenaufbaus wird die RStO 12 zu Grunde gelegt.

Gemäß der RStO 12 (2012) wird die geplante Verkehrsfläche der Belastungsklasse 1,0 zugeordnet. Die oberflächig anstehenden Böden) sind der Frostempfindlichkeitsklasse F2 (kiesige Auffüllungen) oder F3 (feinkornreiche Auffüllungen, Tallehm, Beckensedimente) einzustufen, sodass der frostsichere Oberbau ohne Zu- und Abschläge mindestens 0,50 m (F2 - Böden) bzw. 0,60 m (F3 - Böden) betragen muss (RStO 12 (2012), Tabelle 6). Zur Vereinheitlichung wird im Folgenden die F 3 - Klasse für die Böden im Erdplanum angesetzt.

Nach Bild 6 der RStO 12 (2012) ist der zu bewertende Standort der Froststeinwirkzone II zuzuordnen. 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.

Nach den getroffenen Annahmen in Bezug auf das Niveau der Verkehrsoberfläche kommt das Erdplanum in den Auffüllungen, Tallehmen oder Beckensedimenten zu liegen. Bei einer ausreichenden Restmächtigkeit der kiesigen Auffüllungen ist davon auszugehen, dass der für das Erdplanum erforderliche Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  erreicht wird. Sollte der Verformungsmodul nicht erreicht werden bzw. im Fall der feinkornreichen Böden ist eine Bodenverbesserung mittels **Bodenaustausch** durchzuführen.

Die Mächtigkeit des Bodenaustausches beträgt rd. 0,40 m. Es wird empfohlen, den Kieskörper (Kies-Sand-Gemisch mit max. 5 % Schluffanteil) mit einem Vlies (GRK 3) vom anstehenden Untergrund zu trennen, um Setzungen zu vermeiden.

**AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrundkundung -**

Stehen im Erdplanum vor Einbau des Kieskoffers aufgeweichte Verwitterungsböden an, kann es erforderlich werden, vor Einbau des Bodenersatzkörpers eine Grobkornlage (z.B. 60/80 oder 80/120 Körnung) zur Schaffung eines tragfähigen Auflagers statisch einzuwalken.

Der fachgerechte Einbau des Bodenersatzkörpers ist mittels statischen Lastplattendruckversuchen zu überprüfen und zu dokumentieren.

Sollte der Planumswert unterhalb des frostsicheren Aufbaus niedriger liegen, ist der Bodengutachter zur Festlegung weiterer Maßnahmen hinzuzuziehen. Die Tragschichtausbildung ist gem. ZTV T - Stb auszuführen. Die erforderlichen geotechnischen Verdichtungs- und Kontrollprüfungen können durch die Fa. BauGrund Süd erbracht werden.

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

**Alternativ** zu einem Bodenaustausch kann auch eine **Stabilisierung** bzw. Konditionierung der Tallehme und Beckensedimente mittels Kalk-Zement in Betracht gezogen werden, wobei eine Frästiefe von  $t = 0,4$  m nicht unterschritten werden darf.

Vorbehaltlich ergänzender bodenmechanischer Untersuchungen kann im Rahmen einer ersten Kostenschätzung von einem Misch-Bindemittel (z.B. Dorosol C30 oder glw.) 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 verbesserten 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  $E_{v2} \geq 70$  MN/m<sup>2</sup> liegt.

Durch eine qualifizierte Bodenverbesserung mit einer Mindestschichtdicke von 0,25 m kann der Untergrund in die Frostempfindlichkeitsklasse F2 eingestuft werden, was zu o.g. Reduzierung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus auf bspw. 0,55 m führt (Punkt 3.2 der RStO12).

Wie bereits erwähnt ist bei einer Kalk-Zement-Stabilisierung zu beachten, dass unter der Straße verlegte Leitungen bei späteren Revisionsarbeiten nur mit erhöhtem technischem Aufwand (meißeln) wieder erreicht werden können.

AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg - Baugrunderkundung -

## 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. Die in den Rammsondierungen dargestellten Schichtgrenzen sind als Interpretation zu sehen. Es ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen erforderlich.

**Es wird deshalb empfohlen, zur Abnahme der Gründungssohlen den Unterzeichner des Berichtes heranzuziehen.**

Evtl. erforderliche Kontrollprüfungen für den Nachweis der fachgerechten Herstellung der Bodenersatzkörper bzw. der Bettungsschicht sowie des frostsicheren Straßenoberbaus können durch den Unterzeichner vorgenommen werden.

**Zudem wird geraten, eine objektspezifische und ergänzende Baugrunderkundung bei Bebauung der einzelnen Flurstücke durchzuführen, um die gründungstechnischen Empfehlungen bauplatzbezogen festzulegen bzw. den baulichen Gegebenheiten entsprechend anzupassen.**

Der vorliegende geotechnische Bericht bezieht sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichtes vorliegenden Planungsstand. Weitere Ausführungen der Planung sind ggf. mit dem Gutachter abzustimmen. Gegebenenfalls sind weitere Aufschlüsse bzw. Berechnungen erforderlich, um die bisherigen geotechnischen Angaben und Empfehlungen dem aktuellen Planungsstand bzw. der Ausführungsplanung gegenüber bestätigen zu können.

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



Veronika Schmidt  
M.Sc. Geol.



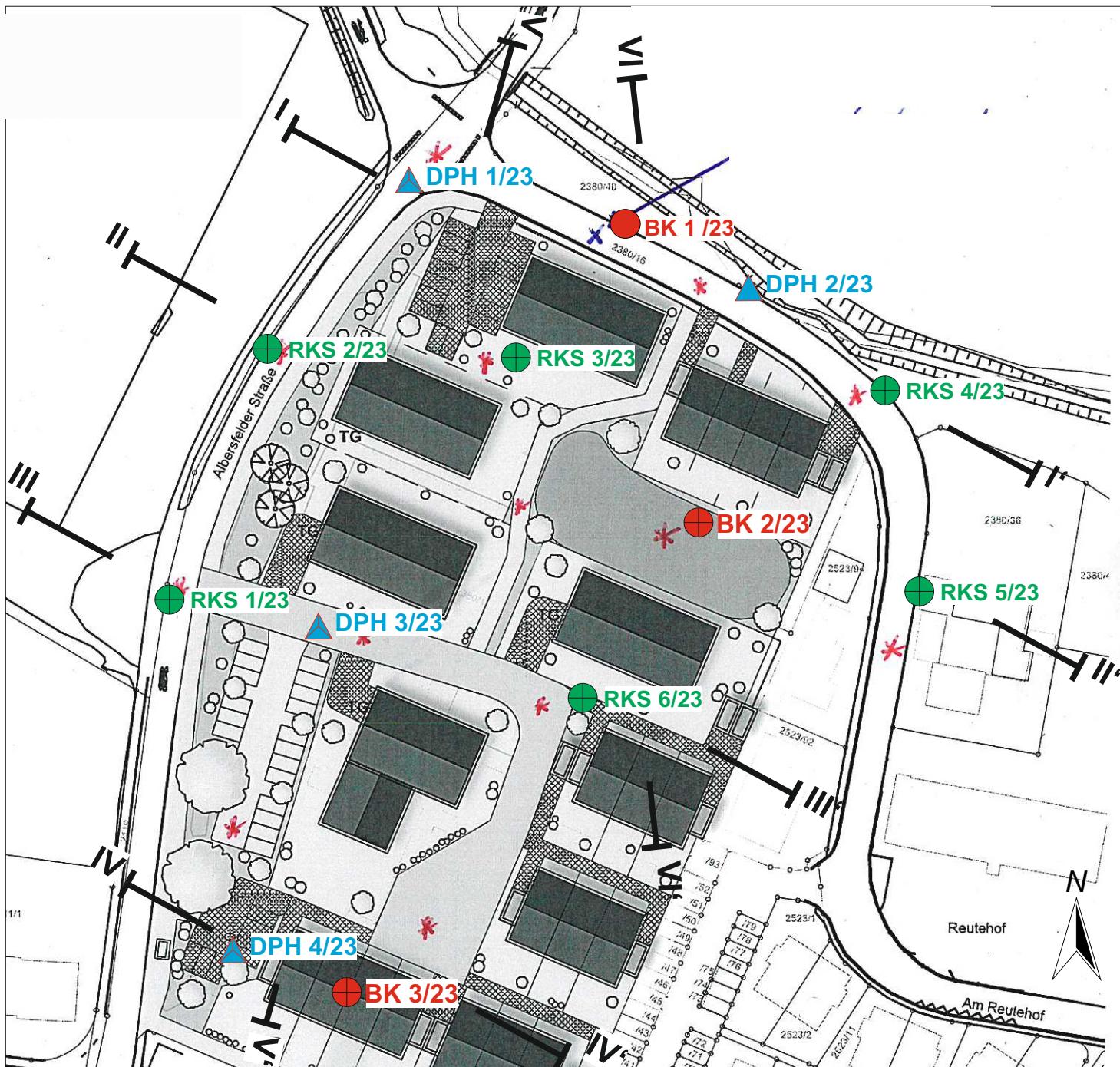
**Untersuchungsgebiet**

**baugrund süd**  
weishaupt gruppe

Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost  
in 88213 Ravensburg

AZ 23 03 086

Anlage 1.1: Übersichtslageplan  
Maßstab: unmaßstäblich



#### UTM-Koordinaten (Zone 32)

Pkt.	Rechtswert	Hochwert	Höhe [m ü. NHN]
BK 1/23	543597.09	5289867.18	425.93
BK 2/23	543609.71	5289815.71	426.63
BK 3/23	543549.10	5289734.77	430.85
DPH 1/23	543559.83	5289874.76	426.21
DPH 2/23	543618.38	5289856.15	425.75
DPH 3/23	543544.21	5289797.84	427.68
DPH 4/23	543529.49	5289742.06	431.14
RKS 1/23	543518.54	5289802.42	429.17
RKS 2/23	543535.43	5289845.64	427.34
RKS 3/23	543578.25	5289844.14	426.84
RKS 4/23	543641.87	5289838.46	425.80
RKS 5/23	543647.77	5289803.83	426.46
RKS 6/23	543589.76	5289785.47	427.68

▲ DPH - Rammsondierung

● BK - Rammkernbohrung

● RKS - Rammkernsondierung

— geotechnischer Schnitt

## baugrund süd

weishaupt gruppe

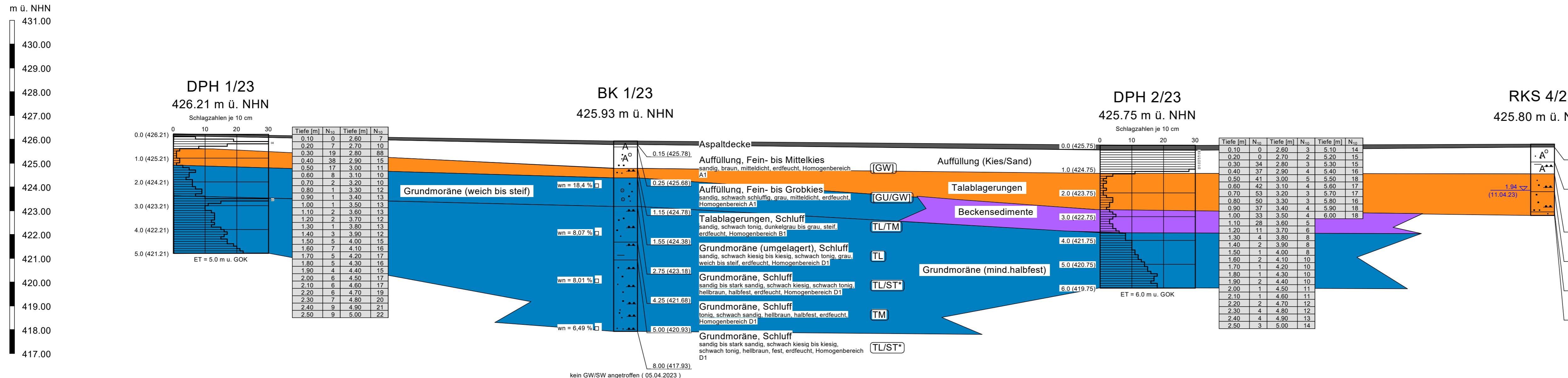
Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost  
in 88213 Ravensburg

AZ 23 03 086, Stand 18.04.2023

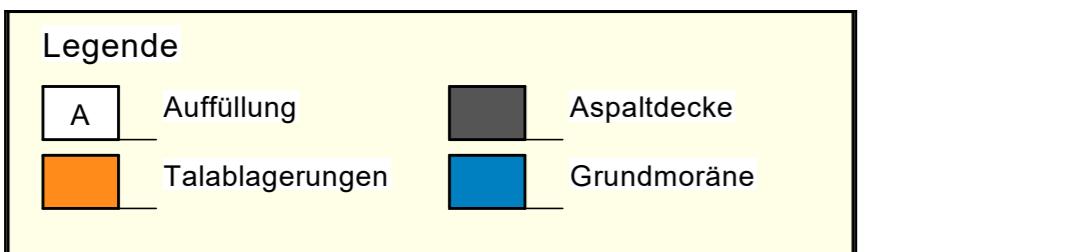
Anlage:1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten  
Maßstab: unmaßstäblich (DIN A 4)

## Geotechnischer Baugrubenschnitt - I'

Maßstab cd.H. 1:50 Maßstab L. unmaßstäblich



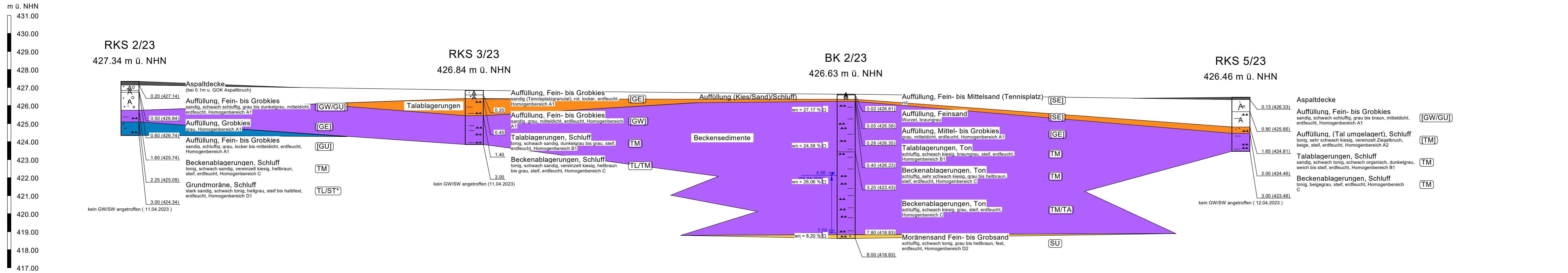
Asphaltdecke  
Auffüllung, Fein- bis Grobkies  
sandig bis stark sandig, schwach schluffig, grau, mitteldicht, erdfeucht, Homogenbereich A1  
GU/GU  
Auffüllung (Tal umgelagert), Schluff  
tonig, schwach sandig, schwach kiesig, verkarstet, Holz 3-4 Vol-%, vereinzelt Ziegelbruch, olivengrau bis dunkelbraun, weich bis steif, erdfeucht, Homogenbereich A2  
TL/TM  
Talablagerungen, Schluff  
sandig, schwach tonig, grau bis dunkelgrau, weich bis steif, erdfeucht, Homogenbereich B1  
TL  
Talablagerungen, Schluff  
sandig, schwach tonig, grau bis dunkelgrau, weich bis steif, erdfeucht, Homogenbereich B1  
TL  
Talablagerungen, Schluff  
sandig bis stark sandig, weich, feucht, Homogenbereich B1  
TL/ST\*  
Talablagerungen, Fein- bis Grobkies  
schluffig, grau, locker bis mitteldicht, weich, Homogenbereich B2  
SJ



Anm.: Der Geländevertiefung und die Schichtenfolge zu den Aufschlüssen sind interpoliert.  
Die Aufschlüsse und die Schichtenfolge teilen punktuell untersuchte Stellen ein.  
Die Schichtenunterscheidung der Sonierungen ist temporär.

### Geotechnischer Baugrubenschnitt I - II

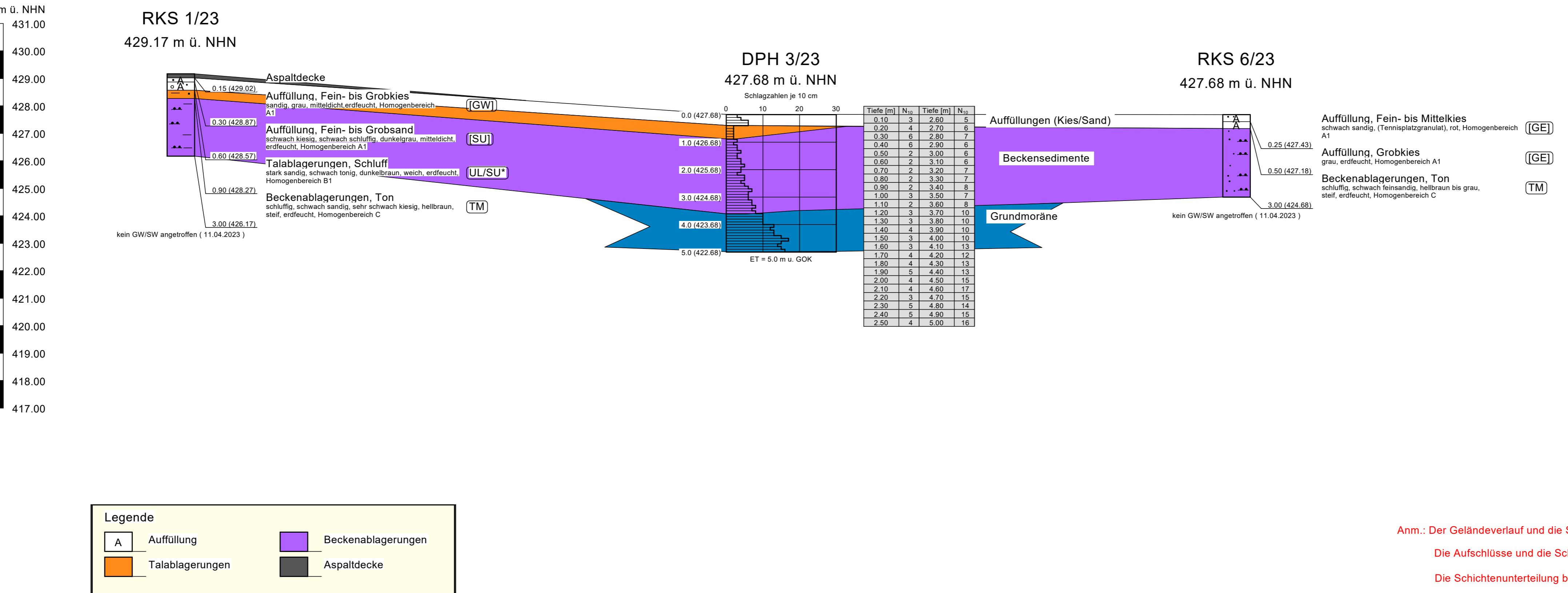
Maßstab cd.H:1:50 Maßstab L: unmaßstäblich



Anm. Der Geländevertiefung und die Schichtenfolge zu den Aufschlüssen sind interpoliert.  
 Die Aufschlüsse und die Schichtenfolge stellen punktuell untersuchungen dar.  
 Die Schichtenunterscheidung bei den Sonierungen ist temporär.

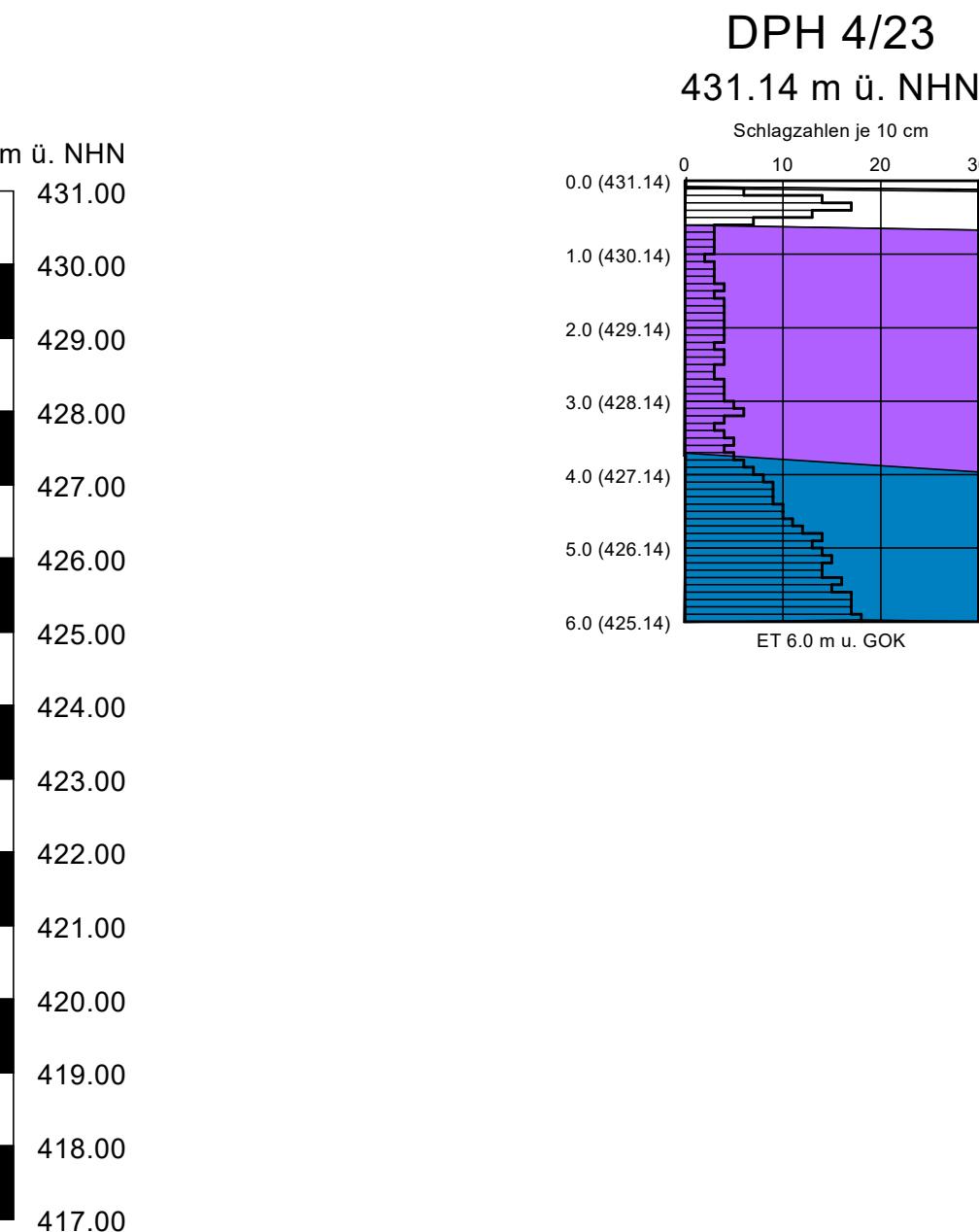
## Geotechnischer Baugrundschnitt III- II

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



## Geotechnischer Baugrundschnitt IV - IV'

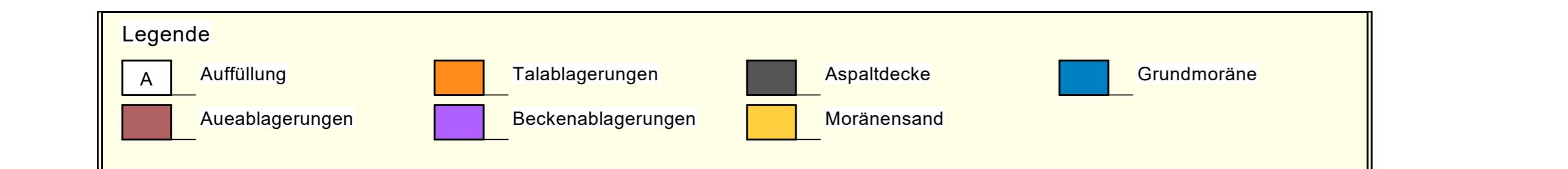
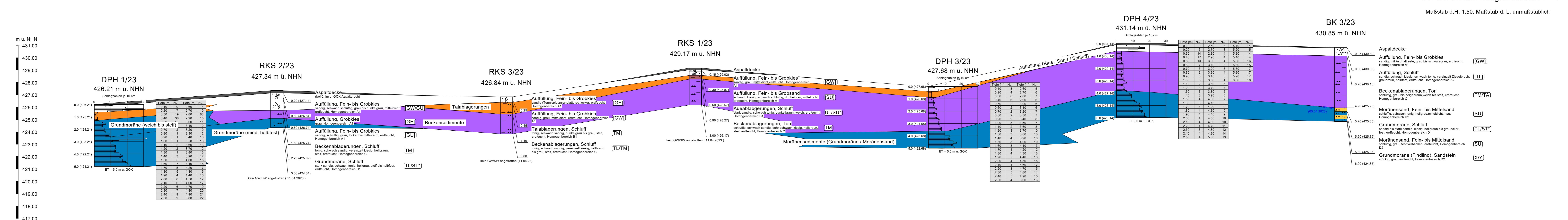
Maßstab d.H. 1:50, Maßstab d. L. unmaßstäblich



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.

Geotechnischer Baugrundschnitt V - V'

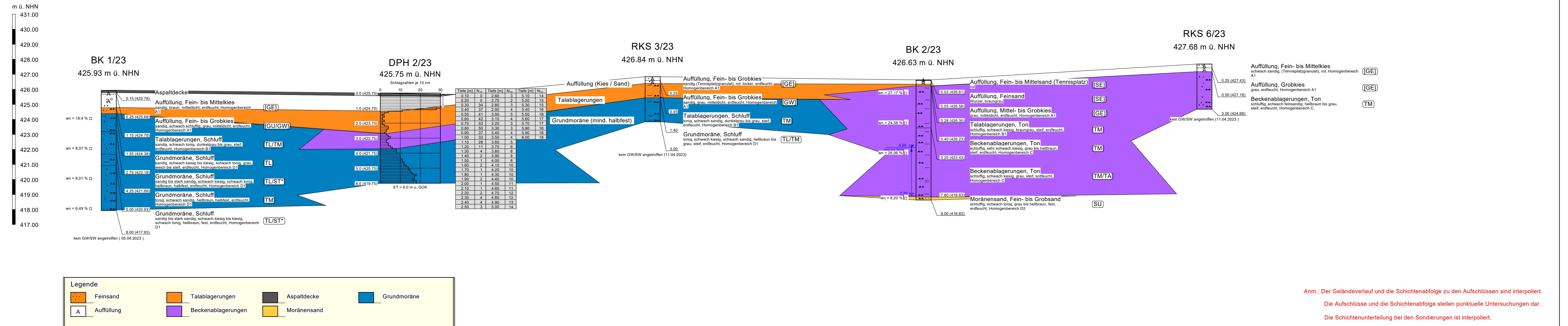
Maßstab d. H. 1:50 Maßstab d. L. unmaßstäblich



Am: Der Geländeverlauf und die Schichteraufgabe zu den Aufschlüssen sind identisch.  
Die Aufschlüsse und die Schichteraufgabe stellen punktuelle Untersuchungen dar.  
Die Schichtunterteilung bei den Sonderungen ist integriert.

Geotechnischer Baugrundschnitt VI - VI'

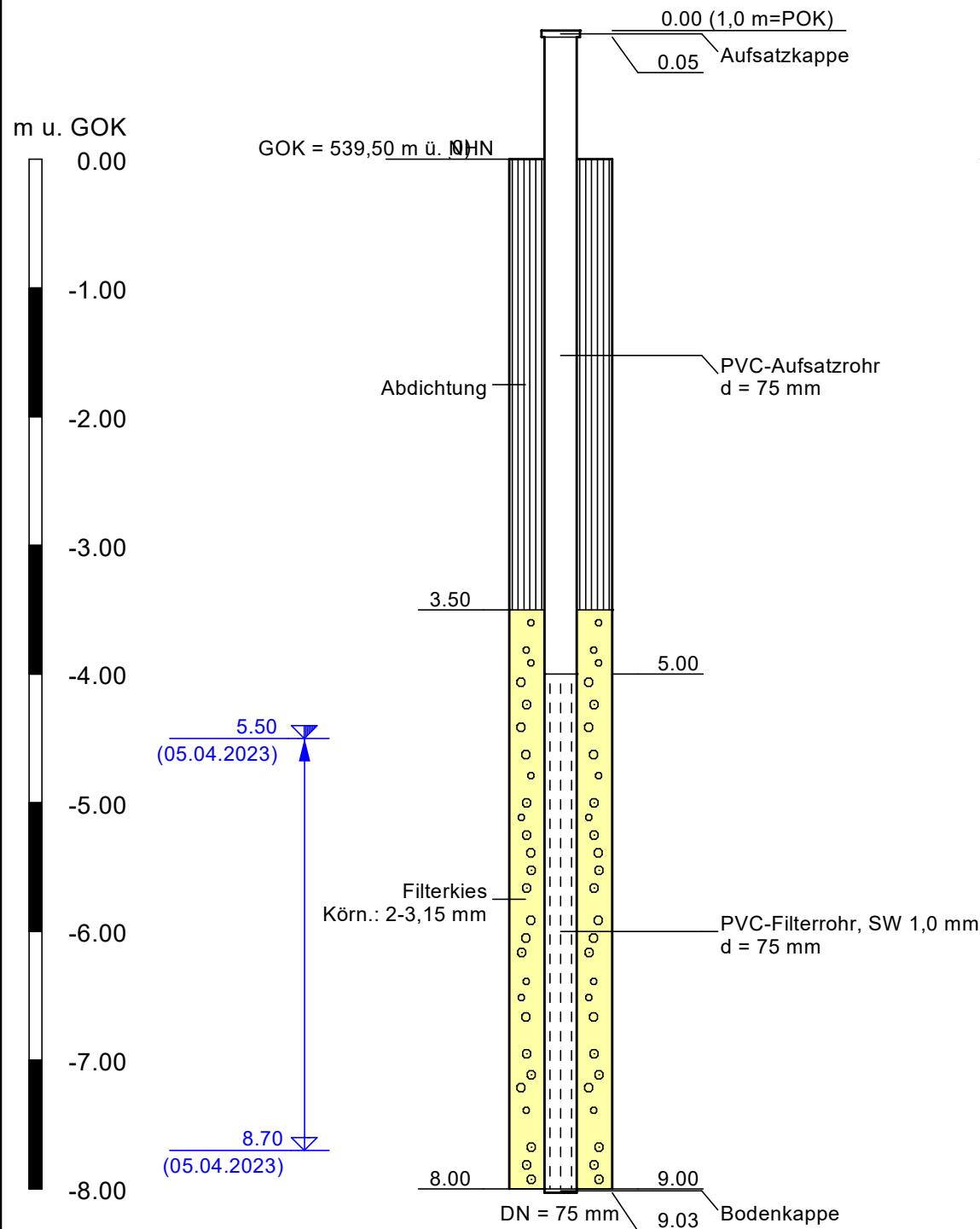
Maßstab d. H. 1:50 Maßstab d. L. unmaßstäblich



## Messstellenausbau

Maßstab d.H. 1:50

## BK 2/23-Pegel 3"



# baugrund süd

weishaupt gruppe

AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost, in 88213 Ravensburg, **Anlage 3**

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



## BK 1/23: 4,0 bis 8,0 m u. GOK



# baugrund süd

weishaupt gruppe

AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost, in 88213 Ravensburg, **Anlage 3**

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



## BK 2/23: 4,0 bis 8,0 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



## RKS 1/23: 0,0 bis 3,0 m u. GOK



## RKS 2/23: 0,0 bis 3,0 m u. GOK



## RKS 3/23: 0,0 bis 3,0 m u. GOK



## RKS 4/23: 0,0 bis 3,0 m u. GOK



## RKS 5/23: 0,0 bis 3,0 m u. GOK



## RKS 6/23: 0,0 bis 3,0 m u. GOK



# baugrund süd

weishaupt gruppe

Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH

Zeppelinstraße 10, 88410 Bad Wurzach

Anlage 4.1

Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17892-1

Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost

in 88213 Ravensburg

AZ 23 03 086

Probe entnommen am: 19.04.2023

Bearbeiter: DPe

Entnahmestelle	BK 1/23			
Prüfungsnummer	1	2	3	4
Entnahmetiefe [m]	2,0	4,0	6,0	8,0
Behälter Gewicht [g]	113,05	113,09	112,89	113,10
Probe feucht + Behälter [g]	421,84	615,33	860,64	723,97
Probe trocken + Behälter [g]	373,98	577,84	805,18	686,74
Wassergehalt w [%]	18,34	8,07	8,01	6,49

Entnahmestelle	BK 2/23			
Prüfungsnummer	5	6	7	8
Entnahmetiefe [m]	1,0	3,0	5,0	8,0
Behälter Gewicht [g]	112,66	113,12	112,60	113,09
Probe feucht + Behälter [g]	471,38	396,41	355,65	454,36
Probe trocken + Behälter [g]	394,74	340,52	305,40	428,50
Wassergehalt w [%]	27,17	24,58	26,06	8,20

**Zustandsgrenzen** nach DIN EN ISO 17892-12

**Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost**  
in 88213 Ravensburg

Bearbeiter: DPe

Datum: 08.05.2023

Prüfungsnummer: 1

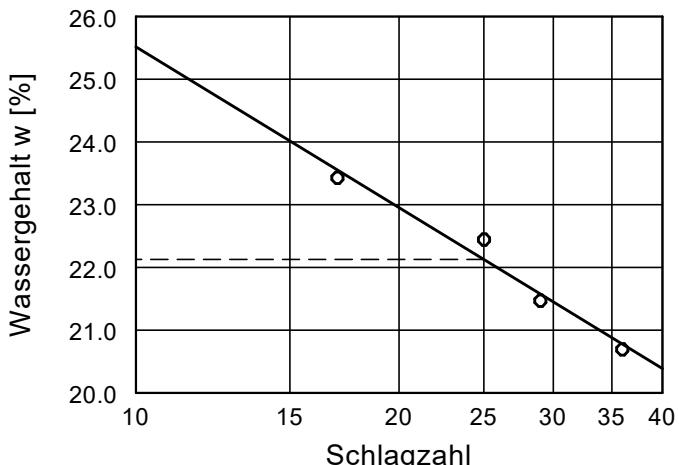
Entnahmestelle: BK 1/23

Tiefe: 3,0 m

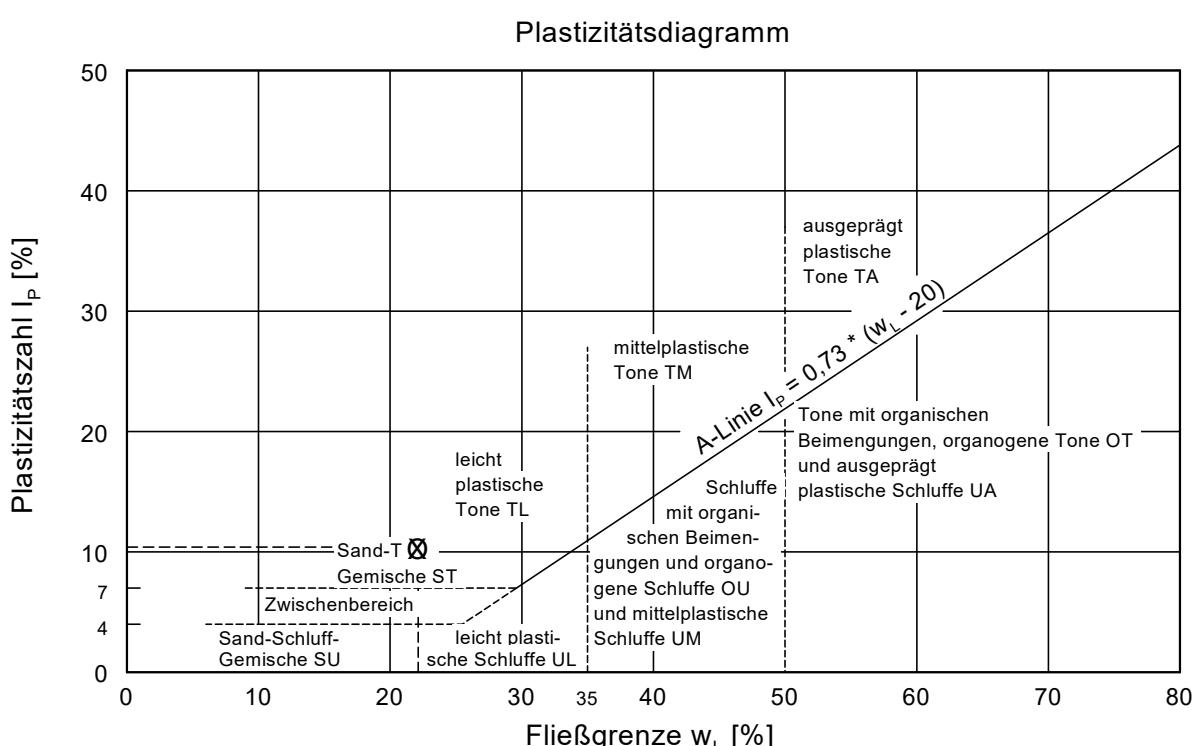
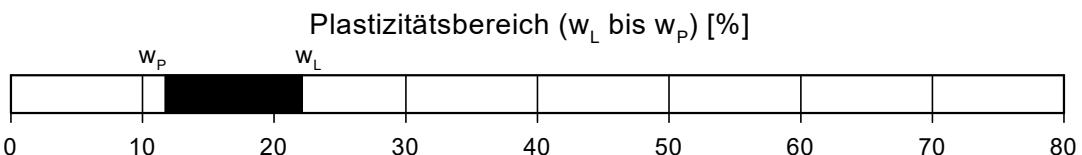
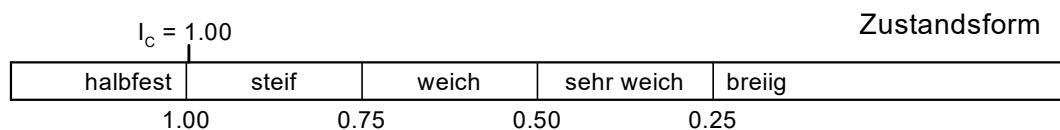
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TL

Probe entnommen am: 19.04.2023



$w = 10.7 \%$   
 $w_L = 22.1 \%$   
 $w_P = 11.7 \%$   
 $I_p = 10.4 \%$   
 $I_c = 1.00$   
 $\text{Anteil Überkorn } \text{ü} = 11.3 \%$   
 $w_{\text{Überk.}} = 2.0 \%$   
 $\text{Korr. Wassergehalt} = 11.8 \%$

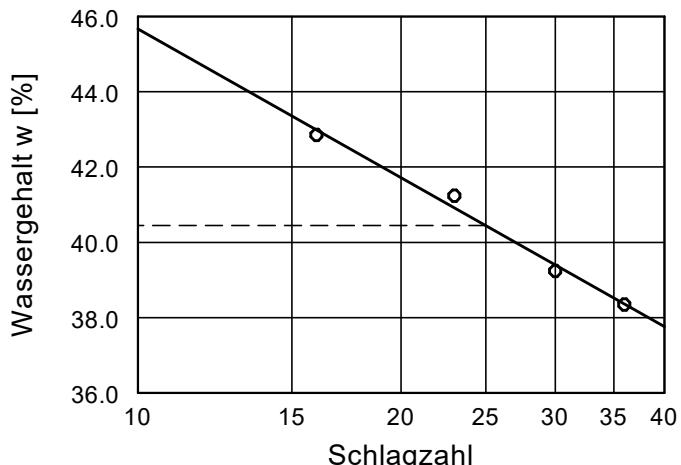


**Zustandsgrenzen** nach DIN EN ISO 17892-12  
**Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost**  
in 88213 Ravensburg

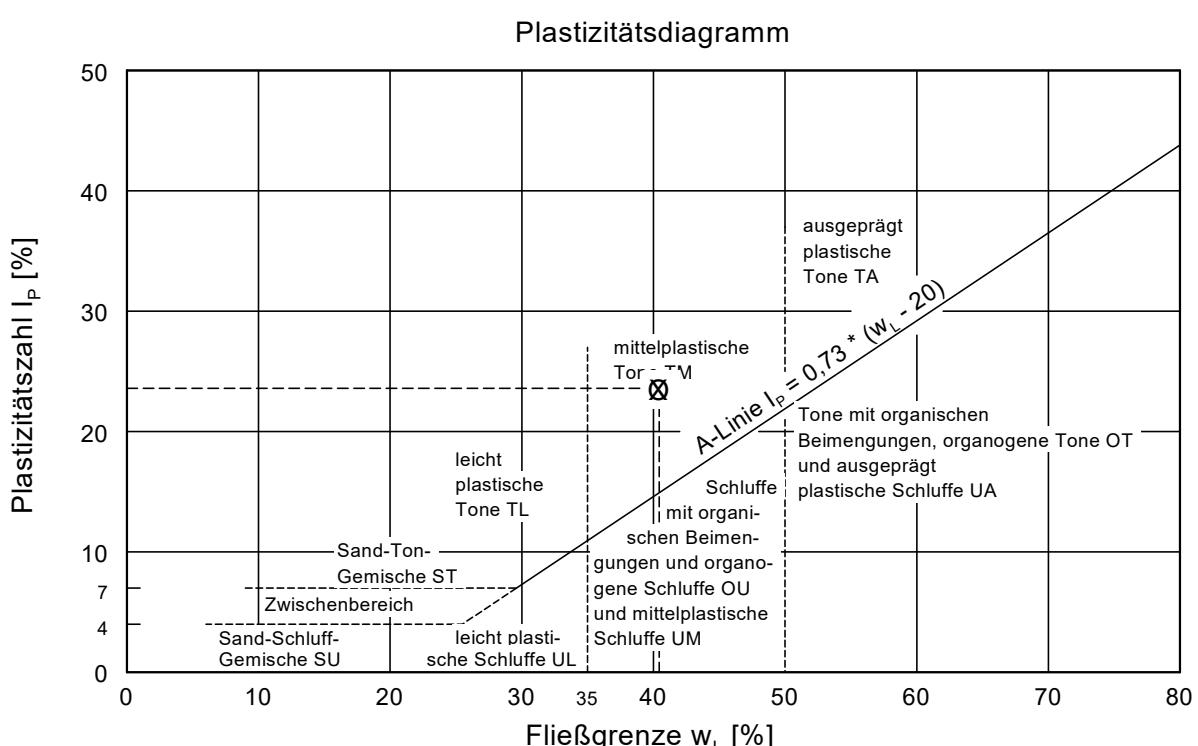
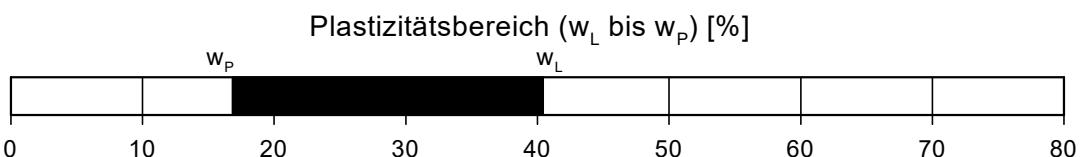
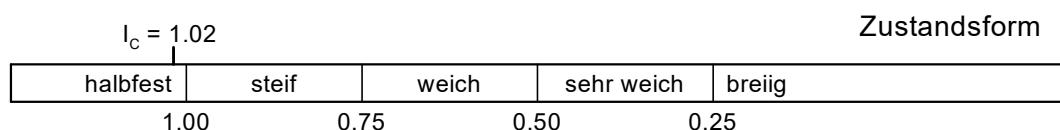
Bearbeiter: DPe

Datum: 08.05.2023

Prüfungsnummer: 2  
Entnahmestelle: BK 1/23  
Tiefe: 5,0 m  
Art der Entnahme: gestört  
Bodenart: TM  
Probe entnommen am: 19.04.2023



Wassergehalt  $w = 15.1 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 40.4 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 16.8 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_P = 23.6 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_C = 1.02$   
 Anteil Überkorn  $\text{ü} = 8.9 \%$   
 Wassergeh. Überk.  $w_{\text{Ü}} = 2.0 \%$   
 Korr. Wassergehalt = 16.4 %

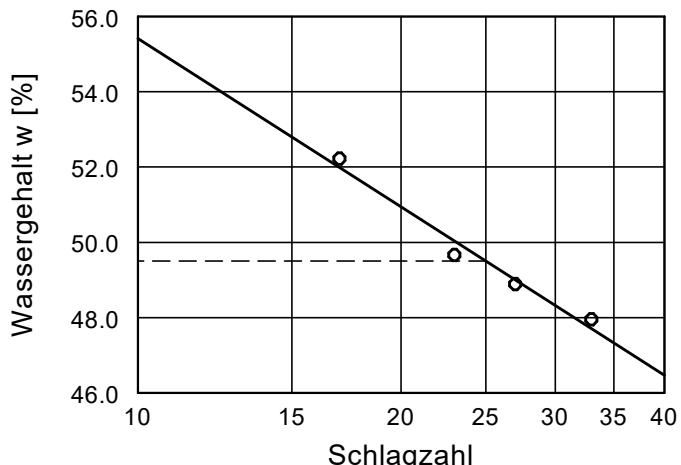


**Zustandsgrenzen** nach DIN EN ISO 17892-12  
**Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost**  
in 88213 Ravensburg

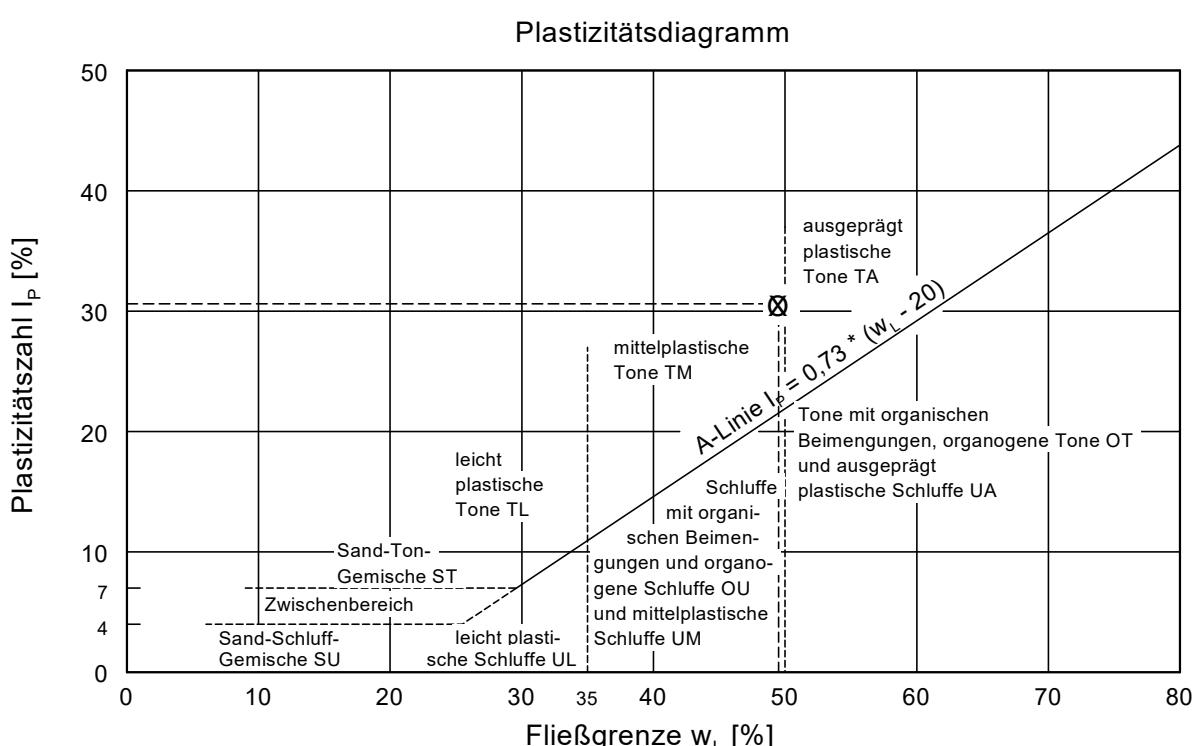
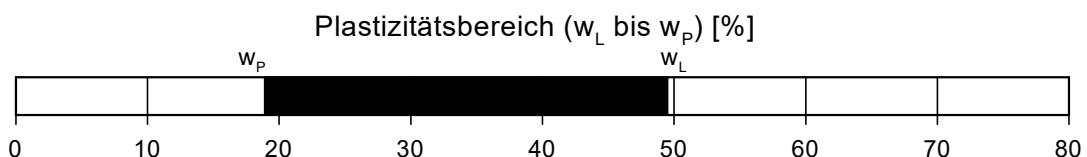
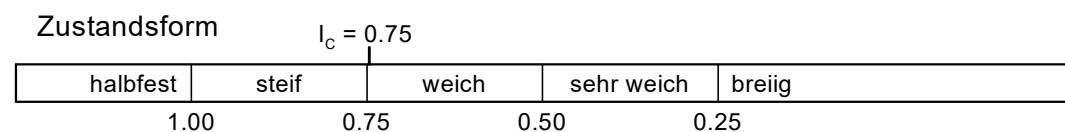
Bearbeiter: DPe

Datum: 08.05.2023

Prüfungsnummer: 3  
Entnahmestelle: BK 2/23  
Tiefe: 4,0 m  
Art der Entnahme: gestört  
Bodenart: TM  
Probe entnommen am: 19.04.2023



Wassergehalt w = 26.6 %  
Fließgrenze w<sub>L</sub> = 49.5 %  
Ausrollgrenze w<sub>P</sub> = 18.9 %  
Plastizitätszahl I<sub>P</sub> = 30.6 %  
Konsistenzzahl I<sub>C</sub> = 0.75

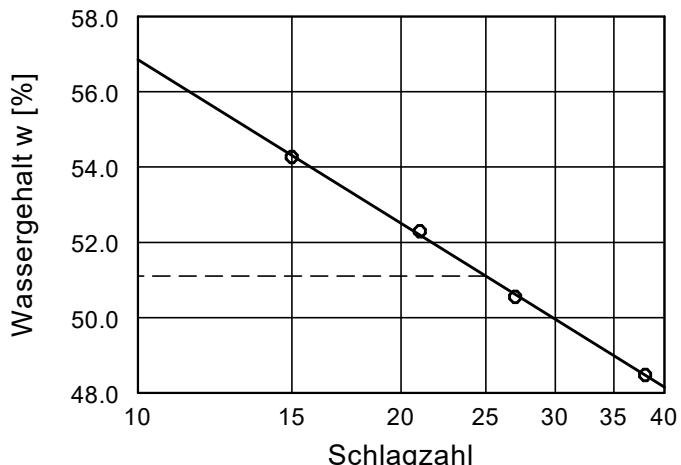


**Zustandsgrenzen** nach DIN EN ISO 17892-12  
**Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost**  
in 88213 Ravensburg

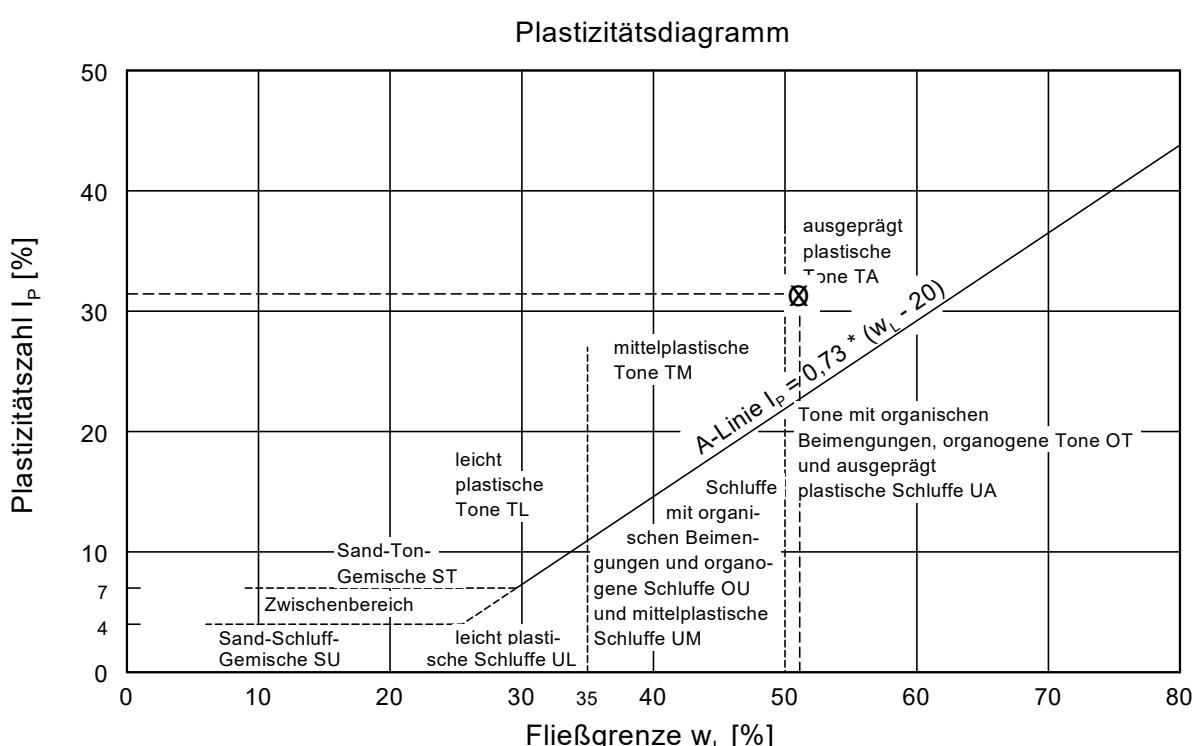
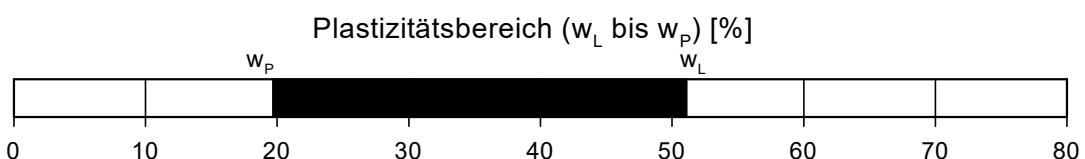
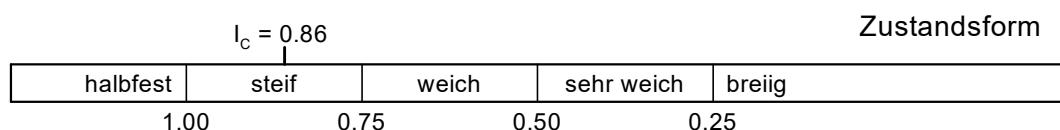
Bearbeiter: DPe

Datum: 08.05.2023

Prüfungsnummer: 4  
Entnahmestelle: BK 3/23  
Tiefe: 2,0 m  
Art der Entnahme: gestört  
Bodenart: TA  
Probe entnommen am: 19.04.2023



Wassergehalt  $w = 24.1 \%$   
Fließgrenze  $w_L = 51.1 \%$   
Ausrollgrenze  $w_P = 19.7 \%$   
Plastizitätszahl  $I_P = 31.4 \%$   
Konsistenzzahl  $I_C = 0.86$

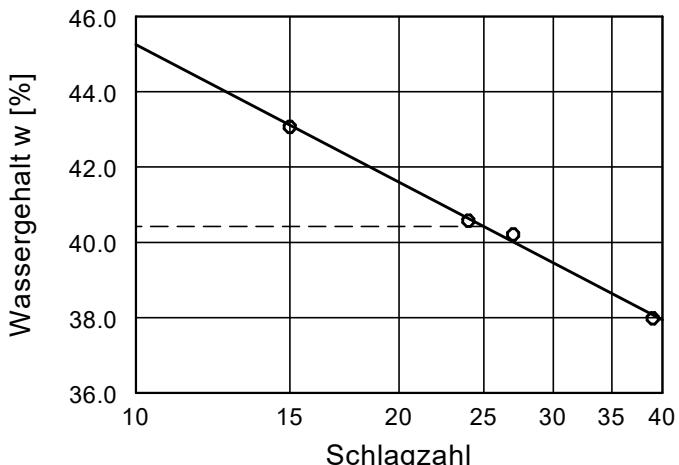


**Zustandsgrenzen** nach DIN EN ISO 17892-12  
**Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost**  
in 88213 Ravensburg

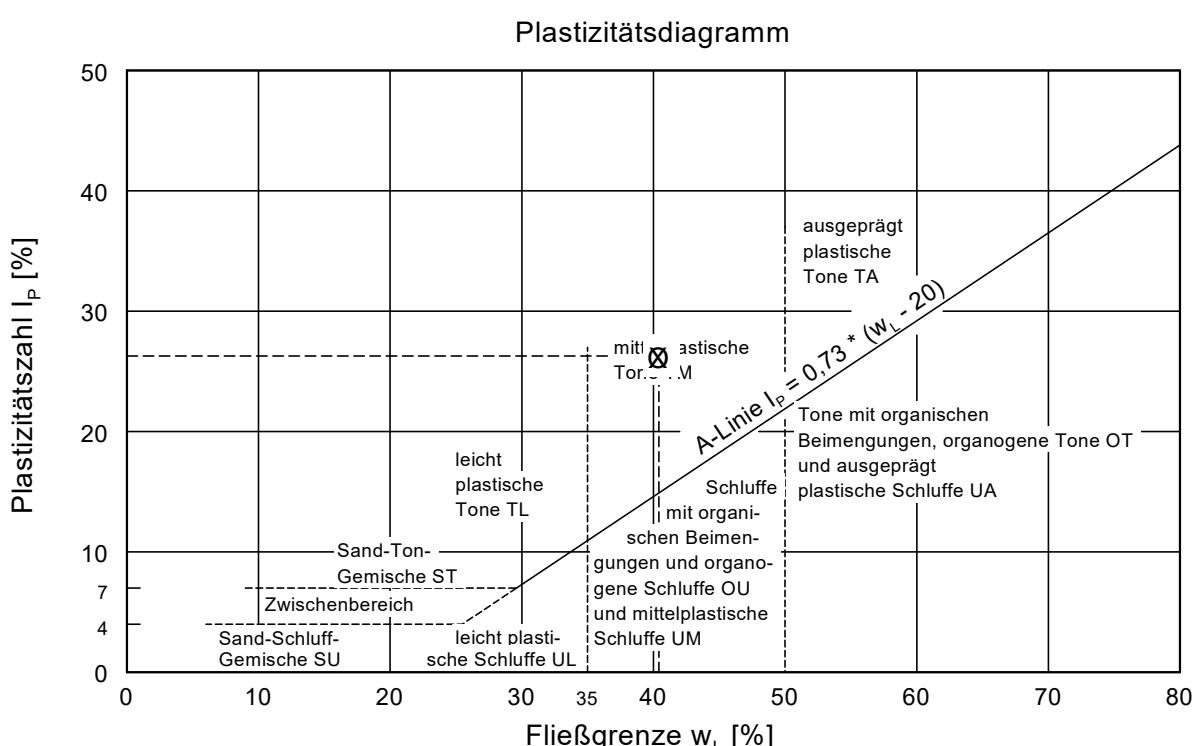
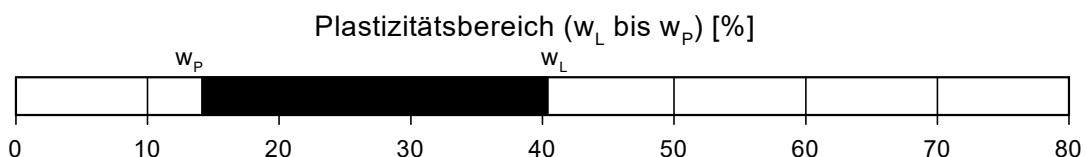
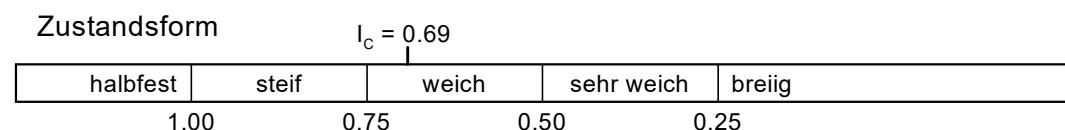
Bearbeiter: DPe

Datum: 08.05.2023

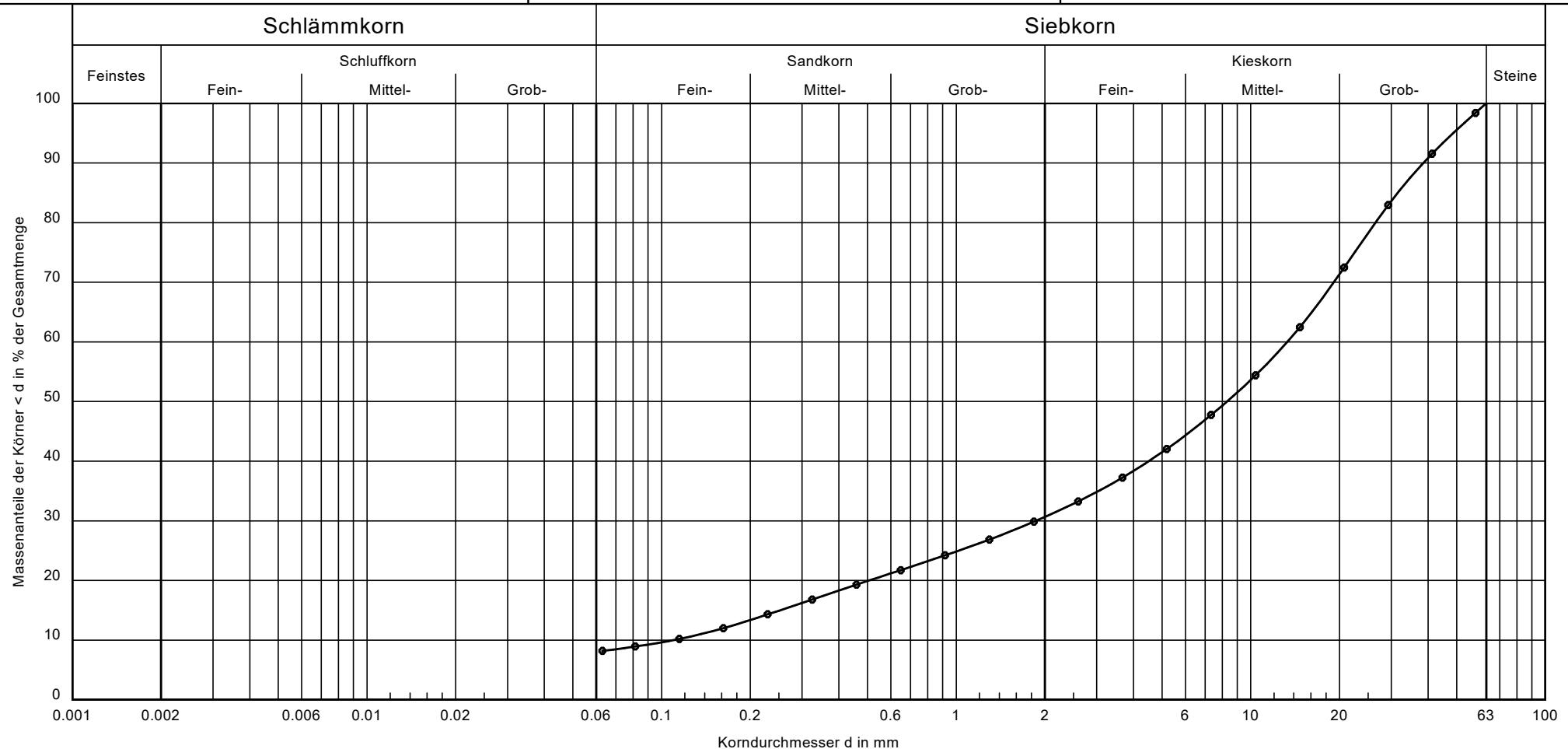
Prüfungsnummer: 5  
Entnahmestelle: BK 3/23  
Tiefe: 4,0 m  
Art der Entnahme: gestört  
Bodenart: TM  
Probe entnommen am: 19.04.2023



Wassergehalt  $w$  = 22.2 %  
Fließgrenze  $w_L$  = 40.4 %  
Ausrollgrenze  $w_P$  = 14.1 %  
Plastizitätszahl  $I_P$  = 26.3 %  
Konsistenzzahl  $I_C$  = 0.69

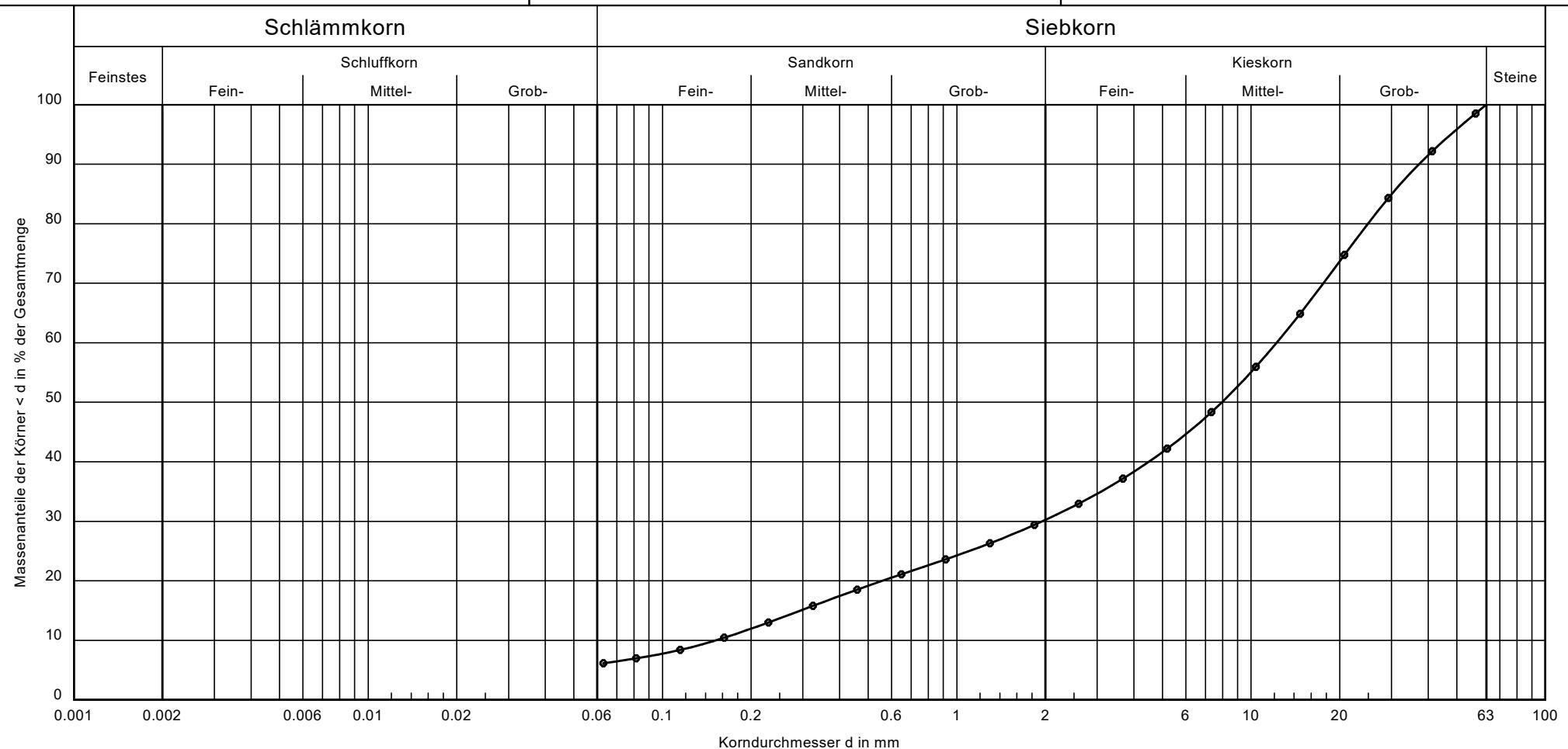


BauGrund Süd Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH Zeppelinstraße 10 88410 Bad Wurzach		Körnungslinie Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg		Prüfungsnummer: 1 Probe entnommen am: 19.04.2023 Art der Entnahme: gestört Arbeitsweise: Siebung	
Bearbeiter: DPe Datum: 08.05.2023					



Bezeichnung:		Nach DIN 4022:	
Bodenart:		Kies, sandig (G, s, u')	Bericht:
Entnahmestelle:		schwach schluffig	AZ 23 03 086
Tiefe:	0,15 - 1,15 m		Anlage:
U/Cc:	121.2/2.4		4.7
k [m/s][USBR]:	$7.5 \cdot 10^{-4}$		
T/U/S/G [%]:	- / 8.2 / 22.5 / 69.3		

BauGrund Süd Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH Zeppelinstraße 10 88410 Bad Wurzach		Körnungslinie Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg		Prüfungsnummer: 2 Probe entnommen am: 19.04.2023 Art der Entnahme: gestört Arbeitsweise: Siebung	
Bearbeiter: DPe Datum: 08.05.2023					



Bezeichnung:		Nach DIN 4022: Kies, sandig (G, s, u') schwach schluffig	Bericht: AZ 23 03 086 Anlage: 4.8
Bodenart:			
Entnahmestelle:	RKS 5/23		
Tiefe:	0,2 - 0,8 m		
U/Cc:	80.5/2.1		
k [m/s][USBR]:	$9.4 \cdot 10^{-4}$		
T/U/S/G [%]:	- / 6.1 / 24.1 / 69.8		

# Nachweis des Grenzzustandes GEO-2 - Grundbruch- und Setzungsberechnung

## Einzelfundament auf Geschiebemergel, BS-P (nicht unterkellert)

Boden	Tiefe [m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m³]	$\phi$ [°]	c [kN/m²]	v [-]	$E_s$ [MN/m²]	Bezeichnung
	1.60	19.0/9.0	32.5	1.0	0.00	10.0	Auffüllung
	2.25	19.0/9.0	23.8	7.5	0.00	7.5	Beckensedimente (steif)
	>2.25	20.0/10.0	28.3	12.5	0.00	40.0	Geschiebemergel

baugrund süd

weishaupt gruppe

Zeppelinstraße 10

88410 Bad Wurzach

Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost

in 88213 Ravensburg

AZ 23 03 086

Anlage

5.1

Berechnungsgrundlagen:  
Schichtenabfolge RKS 2/23  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Einzelfundament ( $a/b = 1.00$ )

$\gamma_{R,v} = 1.40$

$\gamma_G = 1.35$

$\gamma_Q = 1.50$

Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$

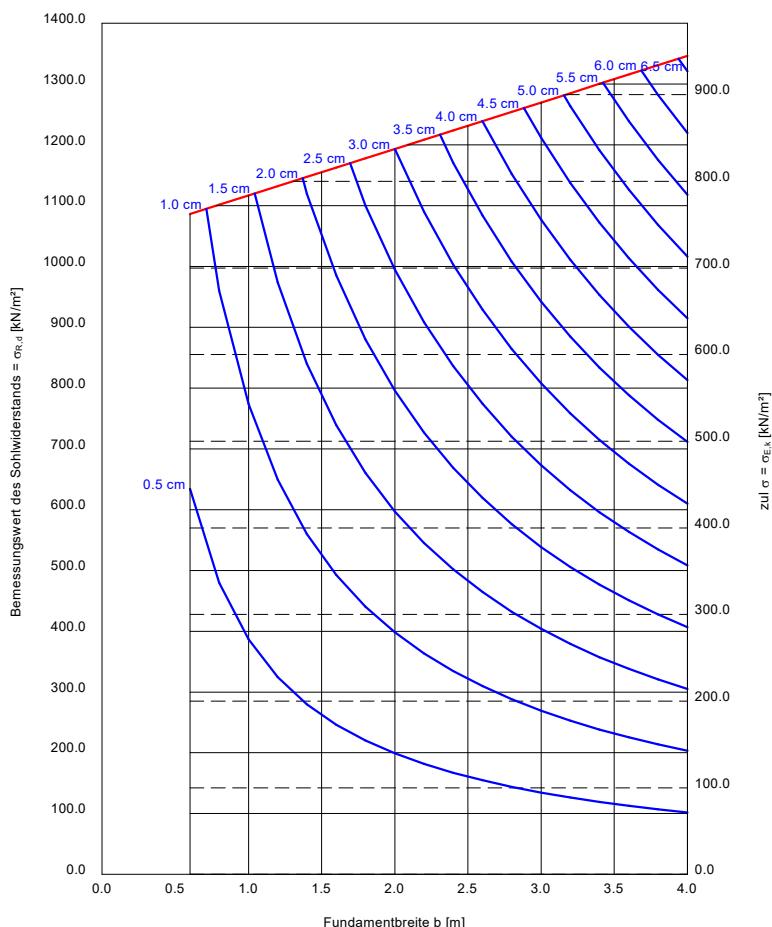
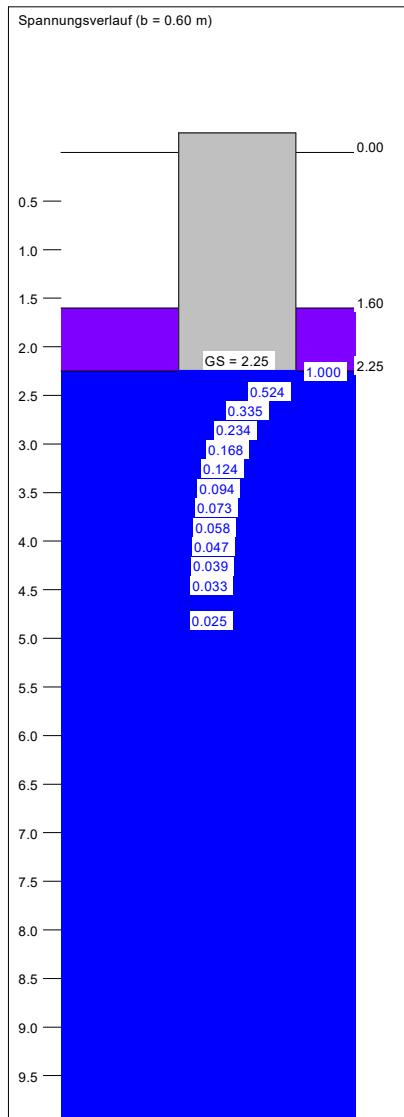
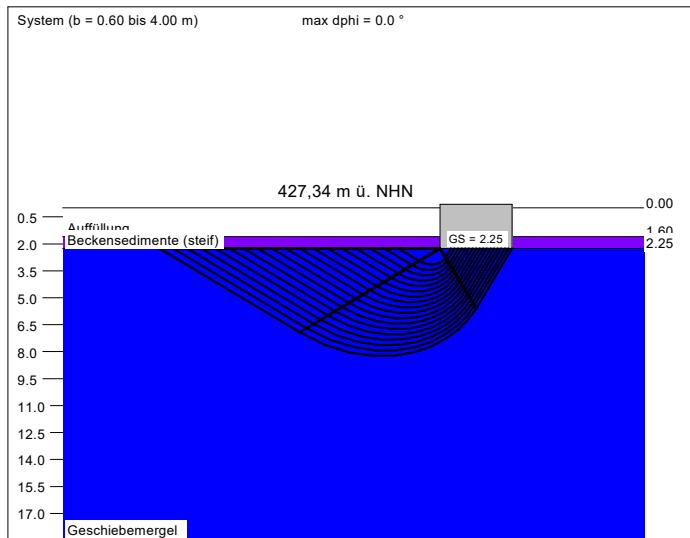
Gründungsohle = 2.25 m

Grundwasser = 10.00 m

Grenztiefe mit  $p = 20.0\%$

Sohldruck

Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	zul $\sigma = \sigma_{R,d}$ [kN/m²]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m²]	$\gamma_2$ [kN/m³]	$\sigma_u$ [kN/m²]	$t_g$ [m]	UK LS [m]
0.60	0.60	1086.1	391.0	762.1	0.86	28.3	12.50	20.00	42.75	4.81	3.15
0.80	0.80	1101.4	704.9	772.9	1.15	28.3	12.50	20.00	42.75	5.46	3.45
1.00	1.00	1116.7	1116.7	783.6	1.44	28.3	12.50	20.00	42.75	6.07	3.74
1.20	1.20	1132.0	1630.1	794.4	1.74	28.3	12.50	20.00	42.75	6.65	4.04
1.40	1.40	1147.3	2248.7	805.1	2.05	28.3	12.50	20.00	42.75	7.19	4.34
1.60	1.60	1162.6	2976.2	815.9	2.36	28.3	12.50	20.00	42.75	7.72	4.64
1.80	1.80	1177.9	3816.4	826.6	2.68	28.3	12.50	20.00	42.75	8.23	4.94
2.00	2.00	1193.2	4772.8	837.3	3.00	28.3	12.50	20.00	42.75	8.73	5.24
2.20	2.20	1208.5	5849.2	848.1	3.33	28.3	12.50	20.00	42.75	9.22	5.54
2.40	2.40	1223.8	7049.2	858.8	3.66	28.3	12.50	20.00	42.75	9.69	5.84
2.60	2.60	1239.1	8376.5	869.6	4.00	28.3	12.50	20.00	42.75	10.18	6.14
2.80	2.80	1254.4	9834.8	880.3	4.36	28.3	12.50	20.00	42.75	10.72	6.44
3.00	3.00	1269.7	11427.7	891.1	4.72	28.3	12.50	20.00	42.75	11.26	6.73
3.20	3.20	1285.1	13159.0	901.8	5.08	28.3	12.50	20.00	42.75	11.79	7.03
3.40	3.40	1300.4	15032.2	912.5	5.46	28.3	12.50	20.00	42.75	12.32	7.33
3.60	3.60	1315.7	17051.1	923.3	5.84	28.3	12.50	20.00	42.75	12.84	7.63
3.80	3.80	1331.0	19219.3	934.0	6.23	28.3	12.50	20.00	42.75	13.36	7.93
4.00	4.00	1346.3	21540.5	944.8	6.62	28.3	12.50	20.00	42.75	13.87	8.23

$$\text{zul } \sigma = \sigma_{R,d} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / 1.99 \text{ (für Setzungen)}$$

$$\text{Verhältnis Veränderliche}(Q)/\text{Gesamtlasten}(G+Q) [-] = 0.50$$

# Nachweis des Grenzzustandes GEO-2 - Grundbruch- und Setzungsberechnung

## Streifenfundament auf Geschiebemergel, BS-P (nicht unterkellert)

Boden	Tiefe [m]	$\gamma/\gamma'$ [kN/m³]	$\phi$ [°]	c [kN/m²]	v [-]	$E_s$ [MN/m²]	Bezeichnung
	1.60	19.0/9.0	32.5	1.0	0.00	10.0	Auffüllung
	2.25	19.0/9.0	23.8	7.5	0.00	7.5	Beckensedimente (steif)
	>2.25	20.0/10.0	28.3	12.5	0.00	40.0	Geschiebemergel

baugrund süd

weishaupt gruppe

Zeppelinstraße 10

88410 Bad Wurzach

Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost

in 88213 Ravensburg

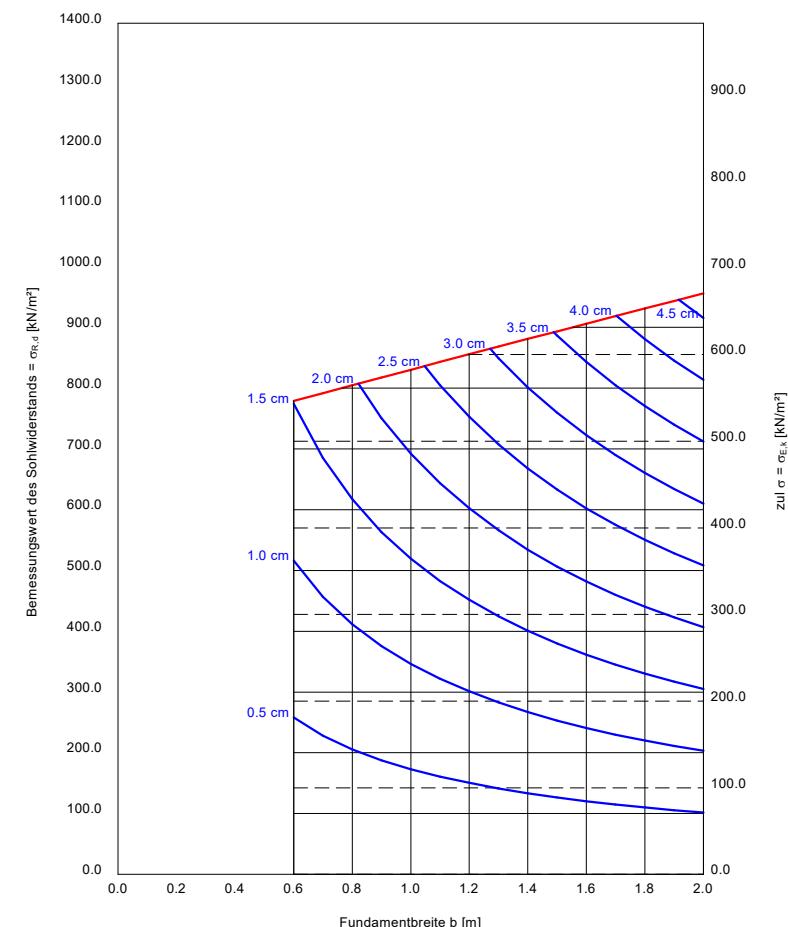
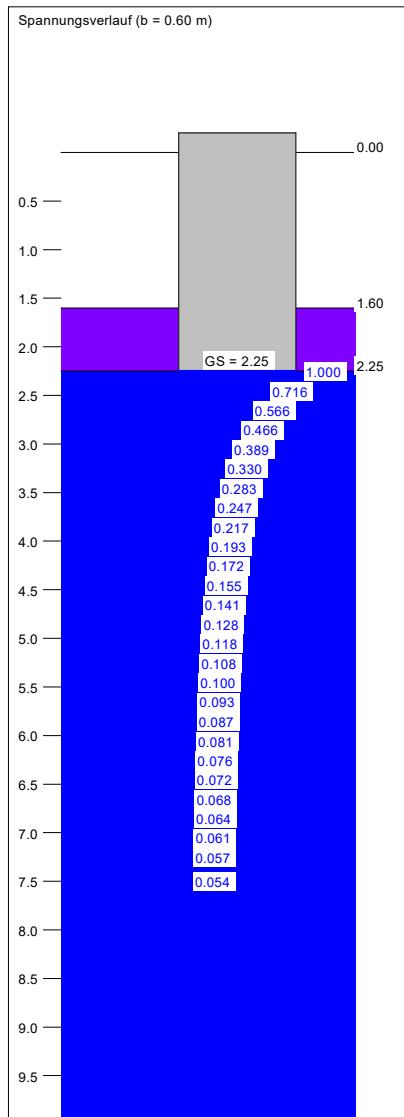
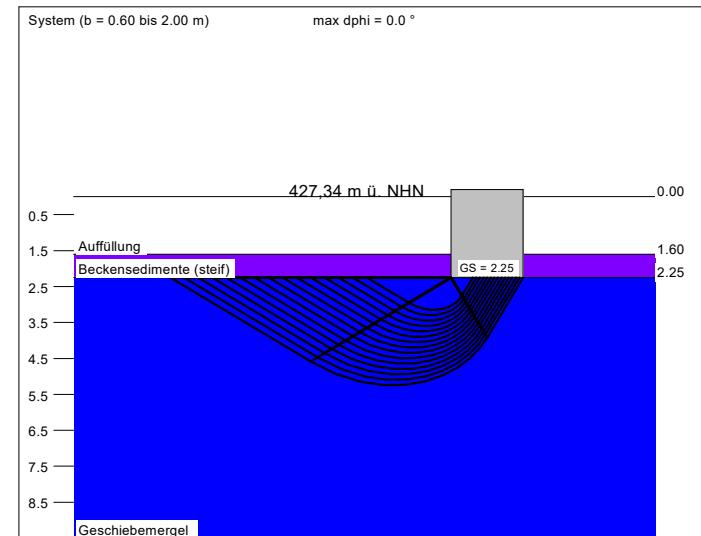
AZ 23 03 086

Anlage

5.2

Berechnungsgrundlagen:  
Schichtenabfolge RKS 2/23  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Streifenfundament ( $a = 15.00$  m)

$\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
Gründungssohle = 2.25 m  
Grundwasser = 10.00 m  
Grenztiefe mit  $p = 20.0\%$   
Sohldruck  
Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$zul \sigma - \sigma_{E,x}$ [kN/m²]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m²]	$\gamma_2$ [kN/m³]	$\sigma_d$ [kN/m²]	$t_g$ [m]	UK LS [m]
15.00	0.60	778.7	467.2	546.5	1.51	28.3	12.50	20.00	42.75	7.50	3.15
15.00	0.70	791.6	554.1	555.5	1.73	28.3	12.50	20.00	42.75	7.96	3.30
15.00	0.80	804.5	643.6	564.5	1.96	28.3	12.50	20.00	42.75	8.39	3.45
15.00	0.90	817.3	735.6	573.5	2.18	28.3	12.50	20.00	42.75	8.81	3.60
15.00	1.00	830.1	830.1	582.5	2.40	28.3	12.50	20.00	42.75	9.20	3.74
15.00	1.10	842.8	927.1	591.5	2.62	28.3	12.50	20.00	42.75	9.58	3.89
15.00	1.20	855.5	1026.6	600.4	2.84	28.3	12.50	20.00	42.75	9.94	4.04
15.00	1.30	868.2	1128.6	609.2	3.07	28.3	12.50	20.00	42.75	10.36	4.19
15.00	1.40	880.8	1233.1	618.1	3.30	28.3	12.50	20.00	42.75	10.79	4.34
15.00	1.50	893.4	1340.0	626.9	3.53	28.3	12.50	20.00	42.75	11.20	4.49
15.00	1.60	905.9	1449.4	635.7	3.76	28.3	12.50	20.00	42.75	11.60	4.64
15.00	1.70	918.4	1561.2	644.5	3.99	28.3	12.50	20.00	42.75	12.00	4.79
15.00	1.80	930.8	1675.4	653.2	4.23	28.3	12.50	20.00	42.75	12.39	4.94
15.00	1.90	943.2	1792.0	661.9	4.46	28.3	12.50	20.00	42.75	12.76	5.09
15.00	2.00	955.5	1911.0	670.5	4.70	28.3	12.50	20.00	42.75	13.14	5.24

$zul \sigma = \sigma_{E,x} = \sigma_{R,d} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,d} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,d} / 1.99$  (für Setzungen)

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

---

**AZ 23 03 086, Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in 88213 Ravensburg**

# **Anlage 6**

Erschließung des Baugebietes „Oberzell Nord-Ost“  
in 88213 Ravensburg

...

AZ 23 03 086

**Abfallrechtliche  
Stellungnahme**

## **Abfallrechtliche Stellungnahme**

zur  
Erschließung des Baugebietes Oberzell Nord-Ost  
in 88213 Ravensburg

---

BV-Code: BV 000 51 830

Aktenzeichen: AZ 23 03 086

Bauvorhaben: Erschließung des Baugebiets „Oberzell Nord-Ost“  
zw. Albersfelder Straße und Am Reutehof  
in 88213 Ravensburg  
- Abfallrechtliche Stellungnahme -

Auftraggeber: Stadt Ravensburg Tiefbauamt  
Salamanderweg 22  
88214 Ravensburg

Bearbeitung: M.Sc. Geol. Veronika Schmidt

Datum: 29.06.2023

### **Anlagenverzeichnis**

- 1.1-11 Probenahmeprotokolle
- 2.1 Laboranalysenbericht der BVU GmbH (Asphaltproben)
- 2.2 Laboranalysenbericht der BVU GmbH (Bodenproben)

### **Verwendete Unterlagen und Literatur**

- [1] Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden – Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14. März 2007- AZ.: 25-8980.08M20 Land/3
- [2] LAGA PN 98, Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen, Stand: Dezember 2001
- [3] 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
- [4] Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung - ErsatzbaustoffV) aus der Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung, Stand 11.06.21
- [5] Verordnung des Umweltministeriums über die Entsorgung gefährlicher Abfälle zur Beseitigung (Sonderabfallverordnung - SAbfVO), Stand 17. Dezember 2020\*
- [6] Baden-Württemberg Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, Sonderabfallagentur Baden-Württemberg GmbH, Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit, Stand Juni 2019

## 1 Vorgang

Zwischen der Albersfelder Straße und der Straße „Am Reutehof“ im Ortsteil Oberzell der Stadt Ravensburg ist auf der ehemaligen Tennisanlage die Erschließung eines Baugebietes vorgesehen.

Die geologische sowie hydrologische Beschaffenheit des Baugrundes ist im geotechnischen Bericht der Fa. BauGrund Süd dargestellt, welchem die vorliegende Stellungnahme als separate Anlage beigelegt ist.

Zur Feststellung eventueller Schadstoffgehalte der bestehenden Asphaltdecke sowie 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 Asphaltdecke und Bodenschichten durchgeführt.

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

## 2 Probenahme

Die Beprobung erfolgte manuell an dem gewonnenen (Boden-) Material der abgeteuften Kleinrammbohrungen RKS 1-6/23, der Rammkernbohrung BK 2/23 sowie der gewonnenen Asphaltkerne aus den Kernbohrungen für die Rammsondierungen DPH 1-4/23 sowie Kleinrammbohrungen RKS 1-6/23. Im Zuge der Beprobung wurden Stichproben aus der Asphaltdecke und den anstehenden Böden entnommen.

Die Probenbezeichnung sowie die Herkunft und Entnahmetiefe der Proben ist in der Tabelle 1 dargestellt. Ebenso wurde in die Tabelle 1 der jeweilige Untersuchungsumfang für die ausgewählten Proben mitaufgenommen.

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

Proben-bezeichnung	Entnahmestelle	Entnahmetiefe m u. GOK	Materialansprache	Analyse
Asphalt- RKS 1	RKS 1/23	0,05 - 0,15	Asphalt	$\Sigma$ PAK im FS & Phenolindex im EL
Asphalt- DPH 1	DPH 1/23	0,00 - 0,12	Asphalt	$\Sigma$ PAK im FS & Phenolindex im EL
Asphalt- RKS 4	RKS 4/23	0,00 - 0,13	Asphalt	$\Sigma$ PAK im FS & Phenolindex im EL
Asphalt- DPH 4	DPH 4/23	0,00 - 0,12	Asphalt	$\Sigma$ PAK im FS & Phenolindex im EL

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

Proben- bezeichnung	Entnahmestelle	Entnahmetiefe m u. GOK	Materialansprache	Analyse
RKS 2 (0,20 - 1,60 m)	RKS 2/23	0,20 - 1,60	<u>Auffüllung:</u> Fein- bis Grobkies, sandig, schluffig	VwV B.W. FS < 2 mm & EL
RKS 4 (0,75 - 2,0 m)	RKS 4/23	0,75 - 2,00	<u>Auffüllung /</u> <u>Talablagerungen:</u> Schluff, schwach sandig bis sandig, schwach tonig bis tonig, vereinzelt Ziegelbruch & Holz	VwV B.W. FS < 2 mm & EL
RKS 5 (0,20 - 0,80 m)	RKS 5/23	0,20 - 0,80	<u>Auffüllung:</u> Fein- bis Grobkies, sandig, schwach schluffig	VwV B.W. FS < 2 mm & EL
RKS 3 (0,00 - 0,45 m)	RKS 3/23	0,00 - 0,45	<u>Auffüllung:</u> Fein- bis Grobkies, sandig	VwV B.W. FS < 2 mm & EL
RKS 3 (0,45 - 1,40 m)	RKS 3/23	0,45 - 1,40	<u>Tallehm:</u> Schluff, tonig, schwach sandig	VwV B.W. FS < 2 mm & EL
RKS 6 (0,00 - 0,50 m)	RKS 6/23	0,00 - 0,50	<u>Auffüllung:</u> Fein- bis Grobkies, schwach sandig	VwV B.W. FS < 2 mm & EL
BK 2/23 (0,40 - 2,00 m)	BK 2/23	0,40 - 2,00	<u>Beckensedimente:</u> Ton, schluffig, schwach kiesig	VwV B.W. FS < 2 mm & EL

Die Probenahme-Protokolle zu den entsprechenden Laborproben sind in den Anlagen 1.1 - 11 enthalten.

### 3 Analyseergebnisse/Bewertung

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

#### 3.1 Asphaltproben

Die entnommenen **Asphaltproben** wurden nach den Vorgaben der RuVa Stb 01 [3] bewertet.

Die Tabelle 2 zeigt eine aus den Ergebnissen der Analysen resultierende Einstufung gemäß der o.g. Vorschriften.

Tabelle 2: Analysenergebnisse der Asphaltproben / Einteilung in Verwertungsklassen

Proben-bezeichnung	Gesamtgehalt PAK im Feststoff nach EPA in mg/kg / Phenolindex mg/l	RuVa Stb 01 [3]	AVV - Abfallschlüssel
Asphalt- RKS 1	2,4 / < 0,01	Ausbauasphalt ohne Verunreinigung / Verwertungsklasse A	17 03 02
Asphalt- DPH 1	3501 / 0,316	Ausbaustoffe mit teer-/pechtypischen Bestandteilen/ Verwertungsklasse C	17 03 01*
Asphalt- RKS 4	12,6 / < 0,01	Ausbauasphalt ohne Verunreinigung / Verwertungsklasse A	17 03 02
Asphalt- DPH 4	2,19 / < 0,01	Ausbauasphalt ohne Verunreinigung / Verwertungsklasse A	17 03 02

Die untersuchten Asphaltproben aus der südlichen Albersfelder Straße sowie aus der Parkplatzfläche der Tennisanlage und der Straße „Am Reutehof“ weisen eine  $\Sigma$ PAK - Konzentration zwischen 2,19 mg/kg bis 12,6 mg/kg auf und sind somit nach der der RuVa Stb 01 [3] 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 [3] ohne Bindemittel nur in Ausnahmefällen als Tragschicht unter wasserundurchlässigen Deckschichten eingebaut werden darf.

Im Fall der Asphaltprobe aus der DPH1, die aus dem Kreuzungsbereich der Albersfelder Straße mit der Straße „Am Reutehof“ entnommen wurden, zeigte sich eine  $\Sigma$ PAK - Konzentration von 3501 mg/kg sowie eine Konzentration für den Phenolindex im Eluat von 0,316 mg/l, so dass es sich nach der RuVa Stb 01 [3] um einen Ausbaustoff mit teer-/pechtypischen Bestandteilen der Verwertungsklasse C handelt.

Gemäß der RuVa Stb 01 [3] ist eine Verwertung im Kaltmischverfahren mit Bindemitteln möglich, sofern im Rahmen der Eignungsprüfung nachgewiesen wird, dass durch die Bindung mit Bindemitteln im Eluat die Grenzwerte gemäß der Tabelle 2 der RuVa Stb01 [3] eingehalten werden.

Angesichts der deutlichen  $\Sigma$ PAK - Konzentrationen ist jedoch eine Entsorgung des Asphalt bzw. eine Aufbereitung im Sinne einer thermischen Behandlung für den betroffenen Straßenabschnitt vorzusehen. Asphalt mit einer PAK-Konzentration > 200 mg/kg ist als gefährlicher Abfall (kohlenteerhaltige Bitumengemische) zu deklarieren.

Der fachgerechte Entsorgungsweg ist in diesem Fall mittels des elektronischen Nachweisverfahrens zu dokumentieren. Die Entsorgung von gefährlichen Abfällen muss über die Sonderabfallagentur Baden-Württemberg (**SAA**) erfolgen (Andienungspflicht) [5] bzw. ist einem Einsammler, der ebenfalls andienungspflichtig ist, im Rahmen einer Sammelentsorgung zu überlassen.

Bei einem Ausbau der teerhaltigen Schichten durch Fräsen sind aus Gründen des Immissionsschutzgesetzes Maßnahmen zur Staubminderung (z.B. Wasserbedüfung, Absaugung) vorzusehen. Der teerhaltige Straßenaufbruch ist ohne Zwischenlagerung einer Entsorgung zuzuführen. Sollte dies nicht möglich sein, so sind für Kleinmengen geschlossene Container vorzusehen bzw. sind größere Mengen auf beständigen und undurchlässigen Bodenflächen zu lagern und mit Folien zum Schutz gegen Auswaschungen abzudecken.

### 3.2 Bodenproben

In der Tabelle 3 sind die jeweiligen Laborproben mit Angabe eines abfallrechtlichen Bewertungsvorschlages gemäß der VwV Boden B.W. [1] aufgeführt.

Ab August 2023 wird bundeseinheitlich die Mantelverordnung (MantelV) eingeführt, welche unter anderem in der Ersatzbaustoffverordnung (EBV) die Verwertungsmöglichkeiten von mineralischen Ersatzbaustoffen in technischen Bauwerken regelt und die bisher bundesländerbezogenen Regelungen (u.a. VwV Boden B.W. / LAGA/ etc.) ersetzt. Aus diesem Grund wurde zusätzlich in der vorliegenden Stellungnahme eine Bewertung gemäß der EBV mitaufgenommen, wobei die Bewertung als vorläufig bzw. orientierend zu betrachten ist. Durch die variierenden Aufschlussverfahren im Eluat der derzeit gültigen Verordnungen sowie der EBV können Abweichungen in der Einstufung vor allem bei belasteten Bodenmaterial (> Z 0 / BM-0) nicht ausgeschlossen werden.

**Tabelle 3: Analysenergebnisse der Bodenproben mit Bewertung nach VwV Boden B.W. [1] /EBV [4]**

Proben-bezeichnung	Bodenart	Materialansprache	VwV Boden B.W [1]	EBV [4]
			einstufungsrelevante Parameter	
RKS 2 (0,20 - 1,60 m)	Sand	Auffüllung	> Z 2 $\sum \text{PAK} = 70,3 \text{ mg/kg}$	> BM-F3 $\sum \text{PAK} = 70,3 \text{ mg/kg}$
RKS 4 (0,75 - 2,0 m)	Lehm/ Schluff	Auffüllung / Talablagerungen	Z 1.1 (EOX = 1,7 mg/kg)	BM-F0* (EOX = 1,7 mg/kg)
RKS 5 (0,20 - 0,80 m)	Sand	Auffüllung	Z 1.1 (EOX = 1,5 mg/kg)	BM-F0* (EOX = 1,5 mg/kg)

**Fortsetzung Tabelle 3: Analysenergebnisse der Bodenproben mit Bewertung nach VwV Boden B.W. [1] /EBV [4]**

Proben-bezeichnung	Bodenart	Materialansprache	VwV Boden B.W [1]	EBV [4]
			einstufungsrelevante Parameter	
RKS 3 (0,00 - 0,45 m)	Sand	Auffüllung	Z 0*IIIA (Cr = 31 mg/kg Cu = 21 mg/kg Ni = 26 mg/kg)	BM-0* (Cr = 31 mg/kg Cu = 21 mg/kg Ni = 26 mg/kg)
RKS 3 (0,45 - 1,40 m)	Lehm/ Schluff	Tallehm	Z 0	BM - 0
RKS 6 (0,00 - 0,50 m)	Sand	Auffüllung	Z 0*IIIA (Cr = 33 mg/kg Cu = 26 mg/kg Ni = 30 mg/kg Zn = 70 mg/kg)	BM-0* (Cr = 33 mg/kg Cu = 26 mg/kg Ni = 30 mg/kg Zn = 70 mg/kg)
BK 2/23 (0,40 - 2,00 m)	Ton	Beckensedimente	Z0	BM - 0

Wie der Zusammenfassung der Tabelle 3 sowie dem detaillierten Analysebericht der Anlage 2.2 zu entnehmen ist, wurden in den kiesigen Auffüllungen der RKS 2/23 eine deutlich erhöhte Konzentration für den Summenparameter PAK nach EP von 70,3 mg/kg ermittelt, so dass die **Grenzwerte für eine Einstufung nach der VwV B.W. [1] als auch der EBV [4] überschritten** werden und in diesem Bereich anfallendes Aushubmaterial auf einer Deponie zu entsorgen ist. Vorbehaltlich der abweichenden Untersuchungsfaktion sowie der nach DepV zu ergänzendem Parameter ist die Probe aus der RKS 2 als Material der Deponiekategorie DK I abzuschätzen.

In der Mischprobe aus den Auffüllungen und Tallehmen der RKS 4 sowie den Auffüllungen der RKS 5 wurden neben leicht erhöhten Schwermetallen eine erhöhte Konzentration an EOX (extrahierbaren organisch gebundenen Halogenen) von bis zu 1,7 mg/kg bestimmt, so dass sich eine Einstufung in die **Verwertungskategorie Z 1.1 nach der VwV B.W. [1] bzw. BM-F0\* nach der EBV [4]** ergibt.

Weitere Proben aus den Auffüllungen der RKS 3 und RKS 6, die im Bereich der Tennisplätze anstehen, zeigten lediglich gering erhöhte Konzentrationen an Schwermetallen und damit verbunden eine Einstufung in die **Verwertungskategorie Z 0\*IIIA nach der VwV B.W. [1] bzw. BM-0\* nach der EBV [4]**.

Die gewachsenen Böden aus der RKS 3 in Form der Tallehme als auch aus der BK 2 in Form der Beckensedimenten halten die Grenzwerte für eine Einstufung in die **Verwertungskategorie Z 0 nach der VwV B.W. [1] bzw. BM-0 nach der EBV [4]** ein.

#### **4 Hinweise und Empfehlungen**

Die im Bericht enthaltenen Angaben beziehen sich auf die oben genannten Untersuchungsstellen. Abweichungen von gemachten Angaben (Schichttiefen, Zusammensetzung etc.) sind auf Grund der Heterogenität des Untergrundes bzw. aufgrund des hier vorliegenden Untersuchungsrasters möglich.

Inwiefern ggf. eine direkte Abfuhr der auszuhebenden, unbelasteten Böden ohne Zwischenlagerung erfolgen kann, ist im Vorfeld mit der annehmenden Stelle sowie der zuständigen Fachbehörde abzustimmen.

Im Fall der aufgefüllten Bodenschichten wurden jedoch zum Teil deutliche Belastungen nachgewiesen, so dass zur finalen Deklaration eine Zwischenlagerung auf einem Haufwerk und eine anschließende Haufwerksbeprobung nach den Vorgaben der PN98 empfohlen wird.

Die Aushubarbeiten sind fachtechnisch begleiten zu lassen bzw. die belasteten Bodenschichten im Vorfeld anhand einer Rasterbeprobung näher einzugrenzen.

**Sollte im Zuge der weiteren Ausführungsplanung ein Verwertungs- und Entsorgungskonzept gefordert werden, so kann dies von der Fa. BauGrund Süd auf Basis der vorliegenden Vorbewertung ausgefertigt werden.**

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



Veronika Schmidt  
M.Sc. Geol.

## Probenahme-Protokoll

Projekt-Nr.  
 Projekt:

AZ 23 03 086  
 Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in Ravensburg

### A. Allgemeine Angaben

Auftraggeber:	Stadt Ravensburg
Baustelle / Ort der Probenahme:	Kernlager BGS
Zweck der Probenahme/Untersuchung:	Abfallrechtliche Vorbewertung
Analysenumfang:	$\Sigma$ PAK im FS & Phenolindex im EL
Probenehmende Stelle:	Baugrund Süd 88410 Bad Wurzach, Zeppelinstraße 10
Probenehmer:	M.Sc. Geol. Veronika Schmidt
Probenahmedatum:	14.04.2023

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

<b>Probenbezeichnung</b>	Asphalt - RKS 1	
Entnahmestelle;	RKS 1/23	
Tiefenintervall [m]:	0,05 - 0,15	
Materialart / Beimengungen:	Asphalt	
Farbe / Geruch:	schwarzgrau / -	
Lagerung:	-	
vermutete Schadstoffe	-	
Witterung	-	
<b>Probenahme</b>		
Entnahmeverfahren:	Kernbohrung	
Entnahmegerät:	Kernbohrgerät	
Anzahl Einzelproben:	1 Bohrkern	
Volumen Einzelproben:	ca. 1 l	
Misch-/Sammelprobe:	-	
Homogenisierung:	Backenbrecher	
Teilung:	-	
Menge Laborprobe:	1 l	
Probengefäß:	PP-Eimer	
Rückstellprobe:	ja (6 Wochen)	
<b>Untersuchungsstelle</b>	BVU GmbH Markt Rettenbach	
Probentransfer	Kurier Labor	
Versanddatum:	14.04.23	
Kühlung/Lagerung:	/dunkel	
<b>Unterschrift / Probenehmer:</b>	<i>V. Schmidt</i>	

## Probenahme-Protokoll

Projekt-Nr.  
 Projekt:

AZ 23 03 086  
 Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in Ravensburg

### A. Allgemeine Angaben

Auftraggeber: Stadt Ravensburg  
 Baustelle / Ort der Probenahme: Kernlager BGS  
 Zweck der Probenahme/Untersuchung: Abfallrechtliche Vorbewertung  
 Analysenumfang:  $\Sigma$ PAK im FS & Phenolindex im EL  
 Probenehmende Stelle: Baugrund Süd 88410 Bad Wurzach, Zeppelinstraße 10  
 Probenehmer: M.Sc. Geol. Veronika Schmidt  
 Probenahmedatum: 14.04.2023

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

<b>Probenbezeichnung</b>	Asphalt - DPH 1	
Entnahmestelle;	DPH 1/23	
Tiefenintervall [m]:	0,00 - 0,12	
Materialart / Beimengungen:	Asphalt	
Farbe / Geruch:	schwarzgrau / -	
Lagerung:	-	
vermutete Schadstoffe	-	
Witterung	-	
<b>Probenahme</b>		
Entnahmeverfahren:	Kernbohrung	
Entnahmegerät:	Kernbohrgerät	
Anzahl Einzelproben:	1 Bohrkern	
Volumen Einzelproben:	ca. 1 l	
Misch-/Sammelprobe:	-	
Homogenisierung:	Backenbrecher	
Teilung:	-	
Menge Laborprobe:	1 l	
Probengefäß:	PP-Eimer	
Rückstellprobe:	ja (6 Wochen)	
<b>Untersuchungsstelle</b>	BVU GmbH Markt Rettenbach	
Probentransfer	Kurier Labor	
Versanddatum:	14.04.23	
Kühlung/Lagerung:	/dunkel	
<b>Unterschrift / Probenehmer:</b>	<i>V. Schmidt</i>	

## Probenahme-Protokoll

Projekt-Nr.  
 Projekt:

AZ 23 03 086  
 Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in Ravensburg

### A. Allgemeine Angaben

Auftraggeber:	Stadt Ravensburg
Baustelle / Ort der Probenahme:	Kernlager BGS
Zweck der Probenahme/Untersuchung:	Abfallrechtliche Vorbewertung
Analysenumfang:	$\Sigma$ PAK im FS & Phenolindex im EL
Probenehmende Stelle:	Baugrund Süd 88410 Bad Wurzach, Zeppelinstraße 10
Probenehmer:	M.Sc. Geol. Veronika Schmidt
Probenahmedatum:	14.04.2023

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

<b>Probenbezeichnung</b>	Asphalt - RKS 4	
Entnahmestelle;	RKS 4/23	
Tiefenintervall [m]:	0,00 - 0,13	
Materialart / Beimengungen:	Asphalt	
Farbe / Geruch:	schwarzgrau / -	
Lagerung:	-	
vermutete Schadstoffe	-	
Witterung	-	
<b>Probenahme</b>		
Entnahmeverfahren:	Kernbohrung	
Entnahmegerät:	Kernbohrgerät	
Anzahl Einzelproben:	1 Bohrkern	
Volumen Einzelproben:	ca. 1 l	
Misch-/Sammelprobe:	-	
Homogenisierung:	Backenbrecher	
Teilung:	-	
Menge Laborprobe:	1 l	
Probengefäß:	PP-Eimer	
Rückstellprobe:	ja (6 Wochen)	
<b>Untersuchungsstelle</b>		
Probentransfer	Kurier Labor	
Versanddatum:	14.04.23	
Kühlung/Lagerung:	/dunkel	
<b>Unterschrift / Probenehmer:</b>	<i>V. Schmidt</i>	

## Probenahme-Protokoll

Projekt-Nr.  
 Projekt:

AZ 23 03 086  
 Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in Ravensburg

### A. Allgemeine Angaben

Auftraggeber: Stadt Ravensburg  
 Baustelle / Ort der Probenahme: Kernlager BGS  
 Zweck der Probenahme/Untersuchung: Abfallrechtliche Vorbewertung  
 Analysenumfang:  $\Sigma$ PAK im FS & Phenolindex im EL  
 Probenehmende Stelle: Baugrund Süd 88410 Bad Wurzach, Zeppelinstraße 10  
 Probenehmer: M.Sc. Geol. Veronika Schmidt  
 Probenahmedatum: 14.04.2023

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

<b>Probenbezeichnung</b>	Asphalt - DPH 4	
Entnahmestelle;	DPH 4/23	
Tiefenintervall [m]:	0,00 - 0,12	
Materialart / Beimengungen:	Asphalt	
Farbe / Geruch:	schwarzgrau / -	
Lagerung:	-	
vermutete Schadstoffe	-	
Witterung	-	
<b>Probenahme</b>		
Entnahmeverfahren:	Kernbohrung	
Entnahmegerät:	Kernbohrgerät	
Anzahl Einzelproben:	1 Bohrkern	
Volumen Einzelproben:	ca. 1 l	
Misch-/Sammelprobe:	-	
Homogenisierung:	Backenbrecher	
Teilung:	-	
Menge Laborprobe:	1 l	
Probengefäß:	PP-Eimer	
Rückstellprobe:	ja (6 Wochen)	
<b>Untersuchungsstelle</b>	BVU GmbH Markt Rettenbach	
Probentransfer	Kurier Labor	
Versanddatum:	14.04.23	
Kühlung/Lagerung:	/dunkel	
<b>Unterschrift / Probenehmer:</b>	<i>V. Schmidt</i>	

## Probenahme-Protokoll

Projekt-Nr.  
 Projekt:

AZ 23 03 086  
 Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in Ravensburg

### A. Allgemeine Angaben

Auftraggeber: Stadt Ravensburg  
 Baustelle / Ort der Probenahme: Kernlager BGS  
 Zweck der Probenahme/Untersuchung: Abfallrechtliche Vorbewertung  
 Analysenumfang: VwV B.W. FS < 2 mm & EL  
 Probenehmende Stelle: Baugrund Süd 88410 Bad Wurzach, Zeppelinstraße 10  
 Probenehmer: M.Sc. Geol. Veronika Schmidt  
 Probenahmedatum: 14.04.2023

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

<b>Probenbezeichnung</b>	RKS 2 (0,20 - 1,60 m)	
Entnahmestelle;	RKS 2/23	
Tiefenintervall [m]:	0,20 - 1,60	
Materialart / Beimengungen:	Auffüllung: Fein- bis Grobkies, sandig, schluffig	
Farbe / Geruch:	grau / -	
Lagerung:	-	
vermutete Schadstoffe	-	
Witterung	-	
<b>Probenahme</b>		
Entnahmeverfahren:	Anlehnung PN98	
Entnahmegerät:	Edelstahlschaufel	
Anzahl Einzelproben:	3	
Volumen Einzelproben:	ca. 1 l	
Misch-/Sammelprobe:	-	
Homogenisierung:	ja	
Teilung:	-	
Menge Laborprobe:	3 l	
Probengefäß:	PP-Eimer	
Rückstellprobe:	ja (6 Wochen)	
<b>Untersuchungsstelle</b>	BVU GmbH Markt Rettenbach	
Probentransfer	Kurier Labor	
Versanddatum:	14.04.23	
Kühlung/Lagerung:	/dunkel	
<b>Unterschrift / Probenehmer:</b>	<i>V. Schmidt</i>	

## Probenahme-Protokoll

Projekt-Nr.  
 Projekt:

AZ 23 03 086  
 Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in Ravensburg

### A. Allgemeine Angaben

Auftraggeber: Stadt Ravensburg  
 Baustelle / Ort der Probenahme: Kernlager BGS  
 Zweck der Probenahme/Untersuchung: Abfallrechtliche Vorbewertung  
 Analysenumfang: VwV B.W. FS < 2 mm & EL  
 Probenehmende Stelle: Baugrund Süd 88410 Bad Wurzach, Zeppelinstraße 10  
 Probenehmer: M.Sc. Geol. Veronika Schmidt  
 Probenahmedatum: 14.04.2023

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

<b>Probenbezeichnung</b>	RKS 4 (0,75 - 2,00 m)	
Entnahmestelle;	RKS 4/23	
Tiefenintervall [m]:	0,75 - 2,00	
Materialart / Beimengungen:	Talablagerungen: Schluff, schwach sandig bis sandig, schwach tonig bis tonig, vereinzelt Ziegelbruch & Holz	
Farbe / Geruch:	dunkelbraun bis dunkelgrau / -	
Lagerung:	-	
vermutete Schadstoffe	-	
Witterung	-	
<b>Probenahme</b>		
Entnahmeverfahren:	Anlehnung PN98	
Entnahmegerät:	Edelstahlschaufel	
Anzahl Einzelproben:	2	
Volumen Einzelproben:	ca. 2 l	
Misch-/Sammelprobe:	-	
Homogenisierung:	ja	
Teilung:	-	
Menge Laborprobe:	4 l	
Probengefäß:	PP-Eimer	
Rückstellprobe:	ja (6 Wochen)	
<b>Untersuchungsstelle</b>	BVU GmbH Markt Rettenbach	
Probentransfer	Kurier Labor	
Versanddatum:	14.04.23	
Kühlung/Lagerung:	/dunkel	
<b>Unterschrift / Probenehmer:</b>	<i>V. Schmidt</i>	

## Probenahme-Protokoll

Projekt-Nr.  
 Projekt:

AZ 23 03 086  
 Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in Ravensburg

### A. Allgemeine Angaben

Auftraggeber: Stadt Ravensburg  
 Baustelle / Ort der Probenahme: Kernlager BGS  
 Zweck der Probenahme/Untersuchung: Abfallrechtliche Vorbewertung  
 Analysenumfang: VwV B.W. FS < 2 mm & EL  
 Probenehmende Stelle: Baugrund Süd 88410 Bad Wurzach, Zeppelinstraße 10  
 Probenehmer: M.Sc. Geol. Veronika Schmidt  
 Probenahmedatum: 14.04.2023

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

<b>Probenbezeichnung</b>	RKS 5 (0,20 - 0,80 m)	
Entnahmestelle;	RKS 5/23	
Tiefenintervall [m]:	0,20 - 0,80	
Materialart / Beimengungen:	Auffüllung: Fein- bis Grobkies, sandig, schwach schluffig	
Farbe / Geruch:	grau bis braun / -	
Lagerung:	-	
vermutete Schadstoffe	-	
Witterung	-	
<b>Probenahme</b>		
Entnahmeverfahren:	Anlehnung PN98	
Entnahmegerät:	Edelstahlschaufel	
Anzahl Einzelproben:	1	
Volumen Einzelproben:	ca. 2 l	
Misch-/Sammelprobe:	-	
Homogenisierung:	ja	
Teilung:	-	
Menge Laborprobe:	2 l	
Probengefäß:	PP-Eimer	
Rückstellprobe:	ja (6 Wochen)	
<b>Untersuchungsstelle</b>		
Probentransfer	Kurier Labor	
Versanddatum:	14.04.23	
Kühlung/Lagerung:	/dunkel	
<b>Unterschrift / Probenehmer:</b>	<i>V. Schmidt</i>	

## Probenahme-Protokoll

Projekt-Nr.  
 Projekt:

AZ 23 03 086  
 Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in Ravensburg

### A. Allgemeine Angaben

Auftraggeber:	Stadt Ravensburg
Baustelle / Ort der Probenahme:	Kernlager BGS
Zweck der Probenahme/Untersuchung:	Abfallrechtliche Vorbewertung
Analysenumfang:	VwV B.W. FS < 2 mm & EL
Probenehmende Stelle:	Baugrund Süd 88410 Bad Wurzach, Zeppelinstraße 10
Probenehmer:	M.Sc. Geol. Veronika Schmidt
Probenahmedatum:	14.04.2023

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

<b>Probenbezeichnung</b>	RKS 3 (0,00 - 0,45 m)	
Entnahmestelle;	RKS 3/23	
Tiefenintervall [m]:	0,00 - 0,45	
Materialart / Beimengungen:	Auffüllung: Fein- bis Grobkies, sandig	
Farbe / Geruch:	rot bis grau / -	
Lagerung:	-	
vermutete Schadstoffe	-	
Witterung	-	
<b>Probenahme</b>		
Entnahmeverfahren:	Anlehnung PN98	
Entnahmegerät:	Edelstahlschaufel	
Anzahl Einzelproben:	2	
Volumen Einzelproben:	ca. 0,5 l	
Misch-/Sammelprobe:	-	
Homogenisierung:	ja	
Teilung:	-	
Menge Laborprobe:	1 l	
Probengefäß:	PP-Eimer	
Rückstellprobe:	ja (6 Wochen)	
<b>Untersuchungsstelle</b>	BVU GmbH Markt Rettenbach	
Probentransfer	Kurier Labor	
Versanddatum:	14.04.23	
Kühlung/Lagerung:	/dunkel	
<b>Unterschrift / Probenehmer:</b>	<i>V. Schmidt</i>	

## Probenahme-Protokoll

Projekt-Nr.  
 Projekt:

AZ 23 03 086  
 Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in Ravensburg

### A. Allgemeine Angaben

Auftraggeber: Stadt Ravensburg  
 Baustelle / Ort der Probenahme: Kernlager BGS  
 Zweck der Probenahme/Untersuchung: Abfallrechtliche Vorbewertung  
 Analysenumfang: VwV B.W. FS < 2 mm & EL  
 Probenehmende Stelle: Baugrund Süd 88410 Bad Wurzach, Zeppelinstraße 10  
 Probenehmer: M.Sc. Geol. Veronika Schmidt  
 Probenahmedatum: 14.04.2023

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

<b>Probenbezeichnung</b>	RKS 3 (0,45 - 1,40 m)	
Entnahmestelle;	RKS 3/23	
Tiefenintervall [m]:	0,45 - 1,40	
Materialart / Beimengungen:	Auelehm: Schluff, tonig, schwach sandig	
Farbe / Geruch:	dunkelgrau bis grau / -	
Lagerung:	-	
vermutete Schadstoffe	-	
Witterung	-	
<b>Probenahme</b>		
Entnahmeverfahren:	Anlehnung PN98	
Entnahmegerät:	Edelstahlschaufel	
Anzahl Einzelproben:	2	
Volumen Einzelproben:	ca. 1 l	
Misch-/Sammelprobe:	-	
Homogenisierung:	ja	
Teilung:	-	
Menge Laborprobe:	2 l	
Probengefäß:	PP-Eimer	
Rückstellprobe:	ja (6 Wochen)	
<b>Untersuchungsstelle</b>	BVU GmbH Markt Rettenbach	
Probentransfer	Kurier Labor	
Versanddatum:	14.04.23	
Kühlung/Lagerung:	/dunkel	
<b>Unterschrift / Probenehmer:</b>	<i>V. Schmidt</i>	

## Probenahme-Protokoll

Projekt-Nr.  
 Projekt:

AZ 23 03 086  
 Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in Ravensburg

### A. Allgemeine Angaben

Auftraggeber: Stadt Ravensburg  
 Baustelle / Ort der Probenahme: Kernlager BGS  
 Zweck der Probenahme/Untersuchung: Abfallrechtliche Vorbewertung  
 Analysenumfang: VwV B.W. FS < 2 mm & EL  
 Probenehmende Stelle: Baugrund Süd 88410 Bad Wurzach, Zeppelinstraße 10  
 Probenehmer: M.Sc. Geol. Veronika Schmidt  
 Probenahmedatum: 14.04.2023

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

<b>Probenbezeichnung</b>	RKS 6 (0,00 - 0,50 m)	
Entnahmestelle;	RKS 6/23	
Tiefenintervall [m]:	0,00 - 0,50	
Materialart / Beimengungen:	Auffüllung: Fein- bis Grobkies, schwach sandig	
Farbe / Geruch:	rot bis grau / -	
Lagerung:	-	
vermutete Schadstoffe	-	
Witterung	-	
<b>Probenahme</b>		
Entnahmeverfahren:	Anlehnung PN98	
Entnahmegerät:	Edelstahlschaufel	
Anzahl Einzelproben:	3	
Volumen Einzelproben:	ca. 1 l	
Misch-/Sammelprobe:	-	
Homogenisierung:	ja	
Teilung:	-	
Menge Laborprobe:	3 l	
Probengefäß:	PP-Eimer	
Rückstellprobe:	ja (6 Wochen)	
<b>Untersuchungsstelle</b>	BVU GmbH Markt Rettenbach	
Probentransfer	Kurier Labor	
Versanddatum:	14.04.23	
Kühlung/Lagerung:	/dunkel	
<b>Unterschrift / Probenehmer:</b>	<i>V. Schmidt</i>	

## Probenahme-Protokoll

Projekt-Nr.  
 Projekt:

AZ 23 03 086  
 Erschließung Baugebiet Oberzell Nord-Ost in Ravensburg

### A. Allgemeine Angaben

Auftraggeber: Stadt Ravensburg  
 Baustelle / Ort der Probenahme: Kernlager BGS  
 Zweck der Probenahme/Untersuchung: Abfallrechtliche Vorbewertung  
 Analysenumfang: VwV B.W. FS < 2 mm & EL  
 Probenehmende Stelle: Baugrund Süd 88410 Bad Wurzach, Zeppelinstraße 10  
 Probenehmer: M.Sc. Geol. Veronika Schmidt  
 Probenahmedatum: 14.04.2023

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

<b>Probenbezeichnung</b>	BK 2 (0,40 - 2,00 m)	
Entnahmestelle;	BK 2/23	
Tiefenintervall [m]:	0,40 - 2,00	
Materialart / Beimengungen:	Beckensedimente: Ton, schluffig, schwach kiesig	
Farbe / Geruch:	grau / -	
Lagerung:	-	
vermutete Schadstoffe	-	
Witterung	-	
<b>Probenahme</b>		
Entnahmeverfahren:	Anlehnung PN98	
Entnahmegerät:	Edelstahlschaufel	
Anzahl Einzelproben:	2	
Volumen Einzelproben:	ca. 1 l	
Misch-/Sammelprobe:	-	
Homogenisierung:	ja	
Teilung:	-	
Menge Laborprobe:	2 l	
Probengefäß:	PP-Eimer	
Rückstellprobe:	ja (6 Wochen)	
<b>Untersuchungsstelle</b>	BVU GmbH Markt Rettenbach	
Probentransfer	Kurier Labor	
Versanddatum:	14.04.23	
Kühlung/Lagerung:	/dunkel	
<b>Unterschrift / Probenehmer:</b>	<i>V. Schmidt</i>	

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

 Gewerbestraße 10  
 87733 Markt Rettenbach  
 Tel. 08392/921-0  
 Fax 08392/921-30  
 bvu@bvu-analytik.de

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH  
 Zeppelinstraße 10  
 88410 Bad Wurzach

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>303/7243</b>	<b>Datum:</b>	<b>21.04.2023</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH		
Projekt	: AZ2303086 - Ravensburg		
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme	:
Art der Probe	: Asphalt	Probenehmer	: BG Süd - Veronika Schmidt
Entnahmedatum	: 14.04.2023	Probeneingang	: 17.04.2023
Originalbezeich.	: Asphalt - RKS 1		
Probenbezeich.	: 303/7243	Untersuch.-zeitraum	: 17.04.2023 – 21.04.2023

### **Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz**

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Trockensubstanz	[%]	99,3	DIN EN 14346: 2007-03
Naphthalin	[mg/kg TS]	0,16	
Acenaphthalen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,06	
Fluoren	[mg/kg TS]	0,09	
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,32	
Anthracen	[mg/kg TS]	0,08	
Fluoranthen	[mg/kg TS]	0,36	
Pyren	[mg/kg TS]	0,3	
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,17	
Chrysene	[mg/kg TS]	0,19	
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,22	
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,06	
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,14	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(a,h,i)perlylen	[mg/kg TS]	0,16	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,09	
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>2,4</b>	DIN ISO 18287:2006-05

### **Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat**

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Eluatherstellung			DIN EN 12457-4: 2003-01
pH-Wert	[ - ]	8,87	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	82	DIN EN 27 888 : 1993
Phenolindex	[µg/l]	< 10	DIN EN ISO 14402:1999-12

Markt Rettenbach, den 21.04.2023

**Onlinedokument ohne Unterschrift**  
 Dipl.-Ing. (FH) E. Schindèle

**Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN 19747:2009-07-30)****Nummer der Feldprobe:** Asphalt - RKS 1**Tag und Uhrzeit der Probenahme:** 14.04.2023**Probenahmeprotokoll-Nr.:** .....**Probenvorbehandlung** (von der Feldprobe zur Laborprobe)**Nummer der Laborprobe:** 303/7243.**Tag und Uhrzeit der Anlieferung:** 17.04.2023**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-Riffeling Sonstige:

Rückstellprobe:

 Ja  Nein:

Herstellung der Prüfprobe

 Vorkleinerung:  ja neinFeinkleinerung:  ja nein Teilmassen [ 3 kg ]:

Teilmassen [ 0,3 kg ]

 Backenbrecher Kugelmühle Schneidemühle Mörsermühle Bohrmeisel / Meisel Endfeinheit 0,15 mm Sonstige: Endfeinheit \_\_\_\_ mm

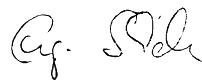
Trocknung:

 105° C  Lufttrocknung:

17.04.2023

Datum

  
Jonathan Schwarz  
Bearbeiter

<b>Erklärung der Untersuchungsstelle</b>	
1.	<p>Untersuchungsinstitut: Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH            Anschrift: Gewerbestr. 10            87733 Markt Rettenbach            Ansprechpartner: Herr Engelbert Schindele            Telefon/Telefax: 08392/9210            eMail: bvu@bvu-analytik.de</p>
2.	<p>Prüfbericht – Nr.: 303/7243            Prüfbericht Datum: 21.04.2023            Probenahmeprotokoll nach PN 98 liegt vor: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein            Auftraggeber: BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH            Anschrift: Zeppelinstraße 10            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  <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.            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 <span style="float: right;">notifiziert <input type="checkbox"/></span>            Behörde</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>Markt Rettenbach, 21.04.2023            Ort, Datum</p> <div style="text-align: right; margin-top: -20px;">   <hr/>           Unterschrift des Untersuchungsstelle            (Laborleiter)         </div>

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

 Gewerbestraße 10  
 87733 Markt Rettenbach  
 Tel. 08392/921-0  
 Fax 08392/921-30  
 bvu@bvu-analytik.de

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH  
 Zeppelinstraße 10  
 88410 Bad Wurzach

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>303/7244</b>	<b>Datum:</b>	<b>21.04.2023</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH		
Projekt	: AZ2303086 - Ravensburg		
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme	:
Art der Probe	: Asphalt	Probenehmer	: BG Süd - Veronika Schmidt
Entnahmedatum	: 14.04.2023	Probeneingang	: 17.04.2023
Originalbezeich.	: Asphalt - DPH 1		
Probenbezeich.	: 303/7244	Untersuch.-zeitraum	: 17.04.2023 – 21.04.2023

### **Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz**

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Trockensubstanz	[%]	99,6	DIN EN 14346: 2007-03
Naphthalin	[mg/kg TS]	425	
Acenaphthalen	[mg/kg TS]	23	
Acenaphthen	[mg/kg TS]	117	
Fluoren	[mg/kg TS]	166	
Phenanthren	[mg/kg TS]	772	
Anthracen	[mg/kg TS]	163	
Fluoranthen	[mg/kg TS]	708	
Pyren	[mg/kg TS]	404	
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	186	
Chrysene	[mg/kg TS]	176	
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	135	
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	52	
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	88	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	13	
Benzo(a,h,i)perlylen	[mg/kg TS]	34	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	39	
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>3501</b>	DIN ISO 18287:2006-05

### **Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat**

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Eluatherstellung			DIN EN 12457-4: 2003-01
pH-Wert	[ - ]	9,20	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	64	DIN EN 27 888 : 1993
Phenolindex	[µg/l]	316	DIN EN ISO 14402:1999-12

Markt Rettenbach, den 21.04.2023

**Onlinedokument ohne Unterschrift**  
 Dipl.-Ing. (FH) E. Schindèle

**Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN 19747:2009-07-30)****Nummer der Feldprobe:** Asphalt - DPH 1**Tag und Uhrzeit der Probenahme:** 14.04.2023**Probenahmeprotokoll-Nr.:** .....**Probenvorbehandlung** (von der Feldprobe zur Laborprobe)**Nummer der Laborprobe:** 303/7244.**Tag und Uhrzeit der Anlieferung:** 17.04.2023**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-Riffeling Sonstige:

Rückstellprobe:

 Ja  Nein:

Herstellung der Prüfprobe

 Vorkleinerung:  ja neinFeinkleinerung:  ja nein Teilmassen [ 3 kg ]:

Teilmassen [ 0,3 kg ]

 Backenbrecher Kugelmühle Schneidemühle Mörsermühle Bohrmeisel / Meisel Endfeinheit 0,15 mm Sonstige: Endfeinheit \_\_\_\_ mm

Trocknung:

 105° C  Lufttrocknung:

17.04.2023

Datum

  
Jonathan Schwarz  
Bearbeiter

<b>Erklärung der Untersuchungsstelle</b>	
1.	<p>Untersuchungsinstitut: Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH        Anschrift: Gewerbestr. 10                          87733 Markt Rettenbach        Ansprechpartner: Herr Engelbert Schindele        Telefon/Telefax: 08392/9210        eMail: bvu@bvu-analytik.de</p>
2.	<p>Prüfbericht – Nr.: 303/7244        Prüfbericht Datum: 21.04.2023        Probenahmeprotokoll nach PN 98 liegt vor: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein        Auftraggeber: BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH        Anschrift: Zeppelinstraße 10                          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  <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.        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 <span style="float: right;">notifiziert <input type="checkbox"/></span>        Behörde</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>Markt Rettenbach, 21.04.2023        Ort, Datum</p> <p style="text-align: right;"><i>Eg. Sch</i></p> <p style="text-align: right;">Unterschrift des Untersuchungsstelle        (Laborleiter)</p>

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

 Gewerbestraße 10  
 87733 Markt Rettenbach  
 Tel. 08392/921-0  
 Fax 08392/921-30  
 bvu@bvu-analytik.de

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH  
 Zeppelinstraße 10  
 88410 Bad Wurzach

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>303/7245</b>	<b>Datum:</b>	<b>21.04.2023</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber : BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH  
 Projekt : AZ2303086 - Ravensburg  
 Entnahmestelle : Art der Probenahme :  
 Art der Probe : Asphalt Probenehmer : BG Süd - Veronika Schmidt  
 Entnahmedatum : 14.04.2023 Probeneingang : 17.04.2023  
 Originalbezeichn. : Asphalt - RKS 4  
 Probenbezeichn. : 303/7245 Untersuch.-zeitraum : 17.04.2023 – 21.04.2023

### **Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz**

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Trockensubstanz	[%]	99,6	DIN EN 14346: 2007-03
Naphthalin	[mg/kg TS]	1,4	
Acenaphthalen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,39	
Fluoren	[mg/kg TS]	0,45	
Phenanthren	[mg/kg TS]	2,5	
Anthracen	[mg/kg TS]	0,68	
Fluoranthen	[mg/kg TS]	2,4	
Pyren	[mg/kg TS]	1,5	
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,69	
Chrysene	[mg/kg TS]	0,87	
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,6	
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,2	
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,43	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,06	
Benzo(a,h,i)perlylen	[mg/kg TS]	0,23	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,2	
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>12,6</b>	DIN ISO 18287:2006-05

### **Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat**

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Eluatherstellung			DIN EN 12457-4: 2003-01
pH-Wert	[ - ]	8,84	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	74	DIN EN 27 888 : 1993
Phenolindex	[µg/l]	< 10	DIN EN ISO 14402:1999-12

Markt Rettenbach, den 21.04.2023

**Onlinedokument ohne Unterschrift**  
 Dipl.-Ing. (FH) E. Schindèle

**Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN 19747:2009-07-30)****Nummer der Feldprobe:** Asphalt - RKS 4**Tag und Uhrzeit der Probenahme:** 14.04.2023**Probenahmeprotokoll-Nr.:** .....**Probenvorbehandlung** (von der Feldprobe zur Laborprobe)**Nummer der Laborprobe:** 303/7245.**Tag und Uhrzeit der Anlieferung:** 17.04.2023**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-Riffeling Sonstige:

Rückstellprobe:

 Ja  Nein:

Herstellung der Prüfprobe

 Vorkleinerung:  ja neinFeinkleinerung:  ja nein Teilmassen [ 3 kg ]:

Teilmassen [ 0,3 kg ]

 Backenbrecher Kugelmühle Schneidemühle Mörsermühle Bohrmeisel / Meisel Endfeinheit 0,15 mm Sonstige: Endfeinheit \_\_\_\_ mm

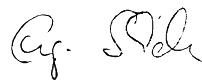
Trocknung:

 105° C  Lufttrocknung:

17.04.2023

Datum

  
Jonathan Schwarz  
Bearbeiter

<b>Erklärung der Untersuchungsstelle</b>	
1.	<p>Untersuchungsinstitut: Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH        Anschrift: Gewerbestr. 10                          87733 Markt Rettenbach        Ansprechpartner: Herr Engelbert Schindele        Telefon/Telefax: 08392/9210        eMail: bvu@bvu-analytik.de</p>
2.	<p>Prüfbericht – Nr.: 303/7245        Prüfbericht Datum: 21.04.2023        Probenahmeprotokoll nach PN 98 liegt vor: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein        Auftraggeber: BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH        Anschrift: Zeppelinstraße 10                          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  <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.        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 <span style="float: right;">notifiziert <input type="checkbox"/></span>        Behörde</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>Markt Rettenbach, 21.04.2023        Ort, Datum</p> <p style="text-align: right;">        Unterschrift des Untersuchungsstelle        (Laborleiter)</p>

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

 Gewerbestraße 10  
 87733 Markt Rettenbach  
 Tel. 08392/921-0  
 Fax 08392/921-30  
 bvu@bvu-analytik.de

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH  
 Zeppelinstraße 10  
 88410 Bad Wurzach

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>303/7246</b>	<b>Datum:</b>	<b>21.04.2023</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber : BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH  
 Projekt : AZ2303086 - Ravensburg  
 Entnahmestelle : Art der Probenahme :  
 Art der Probe : Asphalt Probenehmer : BG Süd - Veronika Schmidt  
 Entnahmedatum : 14.04.2023 Probeneingang : 17.04.2023  
 Originalbezeichn. : Asphalt - DPH 4  
 Probenbezeichn. : 303/7246 Untersuch.-zeitraum : 17.04.2023 – 21.04.2023

### **Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz**

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Trockensubstanz	[%]	99,6	DIN EN 14346: 2007-03
Naphthalin	[mg/kg TS]	0,3	
Acenaphthalen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,05	
Fluoren	[mg/kg TS]	0,07	
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,4	
Anthracen	[mg/kg TS]	0,08	
Fluoranthen	[mg/kg TS]	0,33	
Pyren	[mg/kg TS]	0,23	
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,11	
Chrysene	[mg/kg TS]	0,16	
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,15	
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,05	
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,1	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(a,h,i)perlylen	[mg/kg TS]	0,11	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,05	
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>2,19</b>	DIN ISO 18287:2006-05

### **Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat**

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Eluatherstellung			DIN EN 12457-4: 2003-01
pH-Wert	[ - ]	8,94	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	71	DIN EN 27 888 : 1993
Phenolindex	[µg/l]	< 10	DIN EN ISO 14402:1999-12

Markt Rettenbach, den 21.04.2023

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

**Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN 19747:2009-07-30)****Nummer der Feldprobe:** Asphalt - DPH 4**Tag und Uhrzeit der Probenahme:** 14.04.2023**Probenahmeprotokoll-Nr.:** .....**Probenvorbehandlung** (von der Feldprobe zur Laborprobe)**Nummer der Laborprobe:** 303/7246.**Tag und Uhrzeit der Anlieferung:** 17.04.2023**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-Riffeling Sonstige:

Rückstellprobe:

 Ja  Nein:

Herstellung der Prüfprobe

 Vorkleinerung:  ja neinFeinkleinerung:  ja nein Teilmassen [ 3 kg ]:

Teilmassen [ 0,3 kg ]

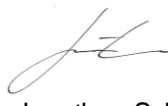
 Backenbrecher Kugelmühle Schneidemühle Mörsermühle Bohrmeisel / Meisel Endfeinheit 0,15 mm Sonstige: Endfeinheit \_\_\_\_ mm

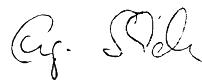
Trocknung:

 105° C  Lufttrocknung:

17.04.2023

Datum

  
Jonathan Schwarz  
Bearbeiter

<b>Erklärung der Untersuchungsstelle</b>	
1.	<p>Untersuchungsinstitut: Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH        Anschrift: Gewerbestr. 10                          87733 Markt Rettenbach        Ansprechpartner: Herr Engelbert Schindele        Telefon/Telefax: 08392/9210        eMail: bvu@bvu-analytik.de</p>
2.	<p>Prüfbericht – Nr.: 303/7246        Prüfbericht Datum: 21.04.2023        Probenahmeprotokoll nach PN 98 liegt vor: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein        Auftraggeber: BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH        Anschrift: Zeppelinstraße 10                          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  <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.        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 <span style="float: right;">notifiziert <input type="checkbox"/></span>        Behörde</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>Markt Rettenbach, 21.04.2023        Ort, Datum</p> <p style="text-align: right;">        Unterschrift des Untersuchungsstelle        (Laborleiter)</p>

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH  
Zeppelinstraße 10  
88410 Bad Wurzach

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>303/7247</b>	<b>Datum:</b>	<b>21.04.2023</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH		
Projekt	: AZ2303086 - Ravensburg		
Projekt-Nr.	:	Kostenstelle	:
Entnahmestelle	:		
Art der Probenahme	:	Art der Probe	: Boden
Entnahmedatum	: 14.04.2023	Probeneingang	: 17.04.2023
Originalbezeich.	: RKS 2 (0,20 - 1,60 m)	Probenbezeich.	: 303/7247
Probenehmer	: BG Süd - Veronika Schmidt		
Untersuch.-zeitraum	: 17.04.2023 – 21.04.2023		

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

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	92,8		-	-	-	-	DIN EN 14346: 2007-03
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	29		-	-	-	-	Siebung

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

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z1/2	Z 2	Methode
Arsen	[mg/kg TS]	4,6		10   15	15	45	150	EN ISO 11885:2009-09
Blei	[mg/kg TS]	8,2		40   70	140	210	700	EN ISO 11885:2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,15		0,4   1	1	3	10	EN ISO 11885:2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	29		30   60	120	180	600	EN ISO 11885:2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	76		20   40	80	120	400	EN ISO 11885:2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	18		15   50	100	150	500	EN ISO 11885:2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,06		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]	39		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 (S   AL)	Z 0*	Z1/2	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]	91		-	400	600	2000	DIN EN 14039:2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25		-	-	3	10	DINEN 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						
$\Sigma$ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.		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						
$\Sigma$ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.		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						
$\Sigma$ LHKW:	[mg/kg TS]	n.n.		1	1	1	1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Naphthalin	[mg/kg TS]	1,2						
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,18						
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	1,8						
Fluoren	[mg/kg TS]	2,9						
Phenanthren	[mg/kg TS]	13						
Anthracen	[mg/kg TS]	3,8						
Fluoranthen	[mg/kg TS]	16						
Pyren	[mg/kg TS]	9,3						
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	4,9						
Chrysene	[mg/kg TS]	4,1						
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	4,7						
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	1,5						
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	3	0,3	0,6	0,9	3		
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,53						
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	1,6						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	1,8						
$\Sigma$ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	70,3		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	[ - ]	8,56		65-95	65-95	6-12	55-12	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[ $\mu$ S/cm]	94		250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[ $\mu$ g/l]	< 4		-	14	14	20	60
Blei	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	40	40	80	200
Cadmium	[ $\mu$ g/l]	< 0,2		-	1,5	1,5	3	6
Chrom (gesamt)	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	125	12,5	25	60
Kupfer	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	20	20	60	100
Nickel	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	15	15	20	70
Quecksilber	[ $\mu$ g/l]	< 0,15		-	0,5	0,5	1	2
Thallium	[ $\mu$ g/l]	< 1						DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink	[ $\mu$ g/l]	< 10		-	150	150	200	600
Phenolindex	[ $\mu$ g/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[ $\mu$ g/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 berücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

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

Markt Rettenbach, den 21.04.2023

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

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH  
Zeppelinstraße 10  
88410 Bad Wurzach

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>303/7248</b>	<b>Datum:</b>	<b>21.04.2023</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH		
Projekt	: AZ2303086 - Ravensburg		
Projekt-Nr.	:	Kostenstelle	:
Entnahmestelle	:		
Art der Probenahme	:	Art der Probe	: Boden
Entnahmedatum	: 14.04.2023	Probeneingang	: 17.04.2023
Originalbezeich.	: RKS 4 (0,75 - 2,00 m)	Probenbezeich.	: 303/7248
Probenehmer	: BG Süd - Veronika Schmidt		
Untersuch.-zeitraum	: 17.04.2023 – 21.04.2023		

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

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	84,3		-	-	-	-	DIN EN 14346: 2007-03
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	42		-	-	-	-	Siebung

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

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z1/2	Z 2	Methode
Arsen	[mg/kg TS]	7,7		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]	0,35		0,4   1	1	3	10	EN ISO 11885:2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	47		30   60	120	180	600	EN ISO 11885:2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	37		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]	0,08		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]	156		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 (S   AL)	Z 0*	Z1/2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	1,7		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	DINEN 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						
$\Sigma$ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.		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						
$\Sigma$ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.		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						
$\Sigma$ LHKW:	[mg/kg TS]	n.n.		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]	0,24						
Anthracen	[mg/kg TS]	0,06						
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,18						
Pyren	[mg/kg TS]	0,13						
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,07						
Chrysene	[mg/kg TS]	0,08						
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,11						
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,06		0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	0,04						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,04						
$\Sigma$ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	1,05		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	[ - ]	8,05		65-95	65-95	6-12	55-12	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[ $\mu$ S/cm]	171		250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[ $\mu$ g/l]	< 4		-	14	14	20	60
Blei	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	40	40	80	200
Cadmium	[ $\mu$ g/l]	< 0,2		-	1,5	1,5	3	6
Chrom (gesamt)	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	125	12,5	25	60
Kupfer	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	20	20	60	100
Nickel	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	15	15	20	70
Quecksilber	[ $\mu$ g/l]	< 0,15		-	0,5	0,5	1	2
Thallium	[ $\mu$ g/l]	< 1						DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink	[ $\mu$ g/l]	< 10		-	150	150	200	600
Phenolindex	[ $\mu$ g/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[ $\mu$ g/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 berücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

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

Markt Rettenbach, den 21.04.2023

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

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH  
Zeppelinstraße 10  
88410 Bad Wurzach

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>303/7249</b>	<b>Datum:</b>	<b>21.04.2023</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH		
Projekt	: AZ2303086 - Ravensburg		
Projekt-Nr.	:	Kostenstelle	:
Entnahmestelle	:		
Art der Probenahme	:	Art der Probe	: Boden
Entnahmedatum	: 14.04.2023	Probeneingang	: 17.04.2023
Originalbezeich.	: RKS 5 (0,20 - 0,80 m)	Probenbezeich.	: 303/7249
Probenehmer	: BG Süd - Veronika Schmidt		
Untersuch.-zeitraum	: 17.04.2023 – 21.04.2023		

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

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	96,7		-	-	-	-	DIN EN 14346: 2007-03
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	27		-	-	-	-	Siebung

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

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z1/2	Z 2	Methode
Arsen	[mg/kg TS]	6,4		10   15	15	45	150	EN ISO 11885:2009-09
Blei	[mg/kg TS]	5,2		40   70	140	210	700	EN ISO 11885:2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,1		0,4   1	1	3	10	EN ISO 11885:2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	18		30   60	120	180	600	EN ISO 11885:2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	22		20   40	80	120	400	EN ISO 11885:2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	12		15   50	100	150	500	EN ISO 11885:2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,03		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]	24		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 (S   AL)	Z 0*	Z1/2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	1,5		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	DINEN 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						
$\Sigma$ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.		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						
$\Sigma$ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.		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						
$\Sigma$ LHKW:	[mg/kg TS]	n.n.		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]	0,22						
Anthracen	[mg/kg TS]	0,11						
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,23						
Pyren	[mg/kg TS]	0,19						
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,12						
Chrysene	[mg/kg TS]	0,12						
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,18						
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,06						
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,13		0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	0,08						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,09						
$\Sigma$ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	1,53		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	[ - ]	8,74		65-95	65-95	6-12	55-12	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[ $\mu$ S/cm]	72		250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[ $\mu$ g/l]	< 4		-	14	14	20	60
Blei	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	40	40	80	200
Cadmium	[ $\mu$ g/l]	< 0,2		-	1,5	1,5	3	6
Chrom (gesamt)	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	125	12,5	25	60
Kupfer	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	20	20	60	100
Nickel	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	15	15	20	70
Quecksilber	[ $\mu$ g/l]	< 0,15		-	0,5	0,5	1	2
Thallium	[ $\mu$ g/l]	< 1						DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink	[ $\mu$ g/l]	< 10		-	150	150	200	600
Phenolindex	[ $\mu$ g/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[ $\mu$ g/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 berücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

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

Markt Rettenbach, den 21.04.2023

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

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH  
Zeppelinstraße 10  
88410 Bad Wurzach

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>303/7250</b>	<b>Datum:</b>	<b>21.04.2023</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH		
Projekt	: AZ2303086 - Ravensburg		
Projekt-Nr.	:	Kostenstelle	:
Entnahmestelle	:		
Art der Probenahme	:	Art der Probe	: Boden
Entnahmedatum	: 14.04.2023	Probeneingang	: 17.04.2023
Originalbezeich.	: RKS 3 (0,00 - 0,45 m)	Probenbezeich.	: 303/7250
Probenehmer	: BG Süd - Veronika Schmidt		
Untersuch.-zeitraum	: 17.04.2023 – 21.04.2023		

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

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	98,2		-	-	-	-	DIN EN 14346: 2007-03
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	30		-	-	-	-	Siebung

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

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z1/2	Z 2	Methode
Arsen	[mg/kg TS]	4,1		10   15	15	45	150	EN ISO 11885:2009-09
Blei	[mg/kg TS]	5,8		40   70	140	210	700	EN ISO 11885:2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,1		0,4   1	1	3	10	EN ISO 11885:2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	31		30   60	120	180	600	EN ISO 11885:2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	21		20   40	80	120	400	EN ISO 11885:2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	26		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]	42		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 (S   AL)	Z 0*	Z1/2	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	DINEN 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						
$\Sigma$ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.		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						
$\Sigma$ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.		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						
$\Sigma$ LHKW:	[mg/kg TS]	n.n.		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]	0,06						
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,1						
Pyren	[mg/kg TS]	0,07						
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,04						
Chrysene	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,05						
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)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						
$\Sigma$ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	0,32		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	[ - ]	8,67		65-95	65-95	6-12	55-12	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[ $\mu$ S/cm]	69		250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[ $\mu$ g/l]	< 4		-	14	14	20	60
Blei	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	40	40	80	200
Cadmium	[ $\mu$ g/l]	< 0,2		-	1,5	1,5	3	6
Chrom (gesamt)	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	125	12,5	25	60
Kupfer	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	20	20	60	100
Nickel	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	15	15	20	70
Quecksilber	[ $\mu$ g/l]	< 0,15		-	0,5	0,5	1	2
Thallium	[ $\mu$ g/l]	< 1						DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink	[ $\mu$ g/l]	< 10		-	150	150	200	600
Phenolindex	[ $\mu$ g/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[ $\mu$ g/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 berücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

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

Markt Rettenbach, den 21.04.2023

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

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH  
Zeppelinstraße 10  
88410 Bad Wurzach

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>303/7251</b>	<b>Datum:</b>	<b>21.04.2023</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH		
Projekt	: AZ2303086 - Ravensburg		
Projekt-Nr.	:	Kostenstelle	:
Entnahmestelle	:		
Art der Probenahme	:	Art der Probe	: Boden
Entnahmedatum	: 14.04.2023	Probeneingang	: 17.04.2023
Originalbezeich.	: RKS 3 (0,45 - 1,40 m)	Probenbezeich.	: 303/7251
Probenehmer	: BG Süd - Veronika Schmidt		
Untersuch.-zeitraum	: 17.04.2023 – 21.04.2023		

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

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	82,7		-	-	-	-	DIN EN 14346: 2007-03
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	41		-	-	-	-	Siebung

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

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z1/2	Z 2	Methode
Arsen	[mg/kg TS]	10		10   15	15	45	150	EN ISO 11885:2009-09
Blei	[mg/kg TS]	20		40   70	140	210	700	EN ISO 11885:2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,25		0,4   1	1	3	10	EN ISO 11885:2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	58		30   60	120	180	600	EN ISO 11885:2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	24		20   40	80	120	400	EN ISO 11885:2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	36		15   50	100	150	500	EN ISO 11885:2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,06		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]	78		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 (S   AL)	Z 0*	Z1/2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	0,7		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	DINEN 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						
$\Sigma$ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.		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						
$\Sigma$ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.		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						
$\Sigma$ LHKW:	[mg/kg TS]	n.n.		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]	0,19						
Anthracen	[mg/kg TS]	0,18						
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Chrysene	[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)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						
$\Sigma$ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	0,37		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	[ - ]	7,99		65-95	65-95	6-12	55-12	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[ $\mu$ S/cm]	132		250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[ $\mu$ g/l]	< 4		-	14	14	20	60
Blei	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	40	40	80	200
Cadmium	[ $\mu$ g/l]	< 0,2		-	1,5	1,5	3	6
Chrom (gesamt)	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	125	12,5	25	60
Kupfer	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	20	20	60	100
Nickel	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	15	15	20	70
Quecksilber	[ $\mu$ g/l]	< 0,15		-	0,5	0,5	1	2
Thallium	[ $\mu$ g/l]	< 1						DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink	[ $\mu$ g/l]	< 10		-	150	150	200	600
Phenolindex	[ $\mu$ g/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[ $\mu$ g/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 berücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

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

Markt Rettenbach, den 21.04.2023

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

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH  
Zeppelinstraße 10  
88410 Bad Wurzach

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>303/7252</b>	<b>Datum:</b>	<b>21.04.2023</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH		
Projekt	: AZ2303086 - Ravensburg		
Projekt-Nr.	:	Kostenstelle	:
Entnahmestelle	:		
Art der Probenahme	:	Art der Probe	: Boden
Entnahmedatum	: 14.04.2023	Probeneingang	: 17.04.2023
Originalbezeich.	: RKS 6 (0,00 - 0,50 m)	Probenbezeich.	: 303/7252
Probenehmer	: BG Süd - Veronika Schmidt		
Untersuch.-zeitraum	: 17.04.2023 – 21.04.2023		

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

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	92,0		-	-	-	-	DIN EN 14346: 2007-03
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	15		-	-	-	-	Siebung

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

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z1/2	Z 2	Methode
Arsen	[mg/kg TS]	4,2		10   15	15	45	150	EN ISO 11885:2009-09
Blei	[mg/kg TS]	6,8		40   70	140	210	700	EN ISO 11885:2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,1		0,4   1	1	3	10	EN ISO 11885:2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	33		30   60	120	180	600	EN ISO 11885:2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	26		20   40	80	120	400	EN ISO 11885:2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	30		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]	70		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 (S   AL)	Z 0*	Z1/2	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	DINEN 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						
$\Sigma$ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.		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						
$\Sigma$ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.		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						
$\Sigma$ LHKW:	[mg/kg TS]	n.n.		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]	0,06						
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,12						
Pyren	[mg/kg TS]	0,09						
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,06						
Chrysene	[mg/kg TS]	0,06						
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,08						
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,05		0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						
$\Sigma$ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	0,52		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	[ - ]	8,57		65-95	65-95	6-12	55-12	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[ $\mu$ S/cm]	79		250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[ $\mu$ g/l]	< 4		-	14	14	20	60
Blei	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	40	40	80	200
Cadmium	[ $\mu$ g/l]	< 0,2		-	1,5	1,5	3	6
Chrom (gesamt)	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	125	12,5	25	60
Kupfer	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	20	20	60	100
Nickel	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	15	15	20	70
Quecksilber	[ $\mu$ g/l]	< 0,15		-	0,5	0,5	1	2
Thallium	[ $\mu$ g/l]	< 1						DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink	[ $\mu$ g/l]	< 10		-	150	150	200	600
Phenolindex	[ $\mu$ g/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[ $\mu$ g/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 berücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

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

Markt Rettenbach, den 21.04.2023

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

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH  
Zeppelinstraße 10  
88410 Bad Wurzach

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>303/7253</b>	<b>Datum:</b>	<b>21.04.2023</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH		
Projekt	: AZ2303086 - Ravensburg		
Projekt-Nr.	:	Kostenstelle	:
Entnahmestelle	:		
Art der Probenahme	:	Art der Probe	: Boden
Entnahmedatum	: 14.04.2023	Probeneingang	: 17.04.2023
Originalbezeich.	: BK 2 (0,40 - 2,00 m)	Probenbezeich.	: 303/7253
Probenehmer	: BG Süd - Veronika Schmidt		
Untersuch.-zeitraum	: 17.04.2023 – 21.04.2023		

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

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	88,5		-	-	-	-	DIN EN 14346: 2007-03
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	31		-	-	-	-	Siebung

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

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z1/2	Z 2	Methode
Arsen	[mg/kg TS]	8,5		10   15	15	45	150	EN ISO 11885:2009-09
Blei	[mg/kg TS]	12		40   70	140	210	700	EN ISO 11885:2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,2		0,4   1	1	3	10	EN ISO 11885:2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	47		30   60	120	180	600	EN ISO 11885:2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	24		20   40	80	120	400	EN ISO 11885:2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	31		15   50	100	150	500	EN ISO 11885:2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,04		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 (S   AL)	Z 0*	Z1/2	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	DINEN 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						
$\Sigma$ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.		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						
$\Sigma$ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.		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						
$\Sigma$ LHKW:	[mg/kg TS]	n.n.		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]	0,05						
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Chrysene	[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)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						
$\Sigma$ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	0,09		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	[ - ]	8,28		65-95	65-95	6-12	55-12	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[ $\mu$ S/cm]	100		250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[ $\mu$ g/l]	< 4		-	14	14	20	60
Blei	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	40	40	80	200
Cadmium	[ $\mu$ g/l]	< 0,2		-	1,5	1,5	3	6
Chrom (gesamt)	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	125	12,5	25	60
Kupfer	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	20	20	60	100
Nickel	[ $\mu$ g/l]	< 5		-	15	15	20	70
Quecksilber	[ $\mu$ g/l]	< 0,15		-	0,5	0,5	1	2
Thallium	[ $\mu$ g/l]	< 1						DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink	[ $\mu$ g/l]	< 10		-	150	150	200	600
Phenolindex	[ $\mu$ g/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[ $\mu$ g/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 berücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

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

Markt Rettenbach, den 21.04.2023

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