

SLG - Europastraße 17 - 35394 Gießen

Inikom mbH  
Plockstraße 6-10  
35390 Gießen

Umwelt & Baugrund Consulting  
Dipl. Geologe Ralph Schmidt

Europastraße 17  
35394 Gießen

Telefon 0641 / 9 43 33 80 (-81)  
Fax 0641 / 9 43 33 82  
Mobil 0170 / 2 95 55 31 (RS)  
0171 / 6 22 69 36

Internet [www.SL-GEOTECHNIK.de](http://www.SL-GEOTECHNIK.de)  
Email [info@SL-GEOTECHNIK.de](mailto:info@SL-GEOTECHNIK.de)

Az: 23169 / 1

Datum: 25.10.2023 TH

## GEO-/ ABFALLTECHNISCHER BERICHT

Geo-/ Abfalltechnische Untersuchung  
BV Erschließung Südlicher Welschbachweg, Echzell-Bingenheim



**Foto:** Blick nach Osten auf das geplante Bauerschließungsgebiet Südlicher Welschbachweg in Echzell-Bingenheim.

## INHALTSVERZEICHNIS

| Kapitel                                                                                  | Seite     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 AUFTRAG UND UNTERSUCHUNGSZIEL.....</b>                                              | <b>7</b>  |
| 1.1 Auftrag.....                                                                         | 7         |
| 1.2 Untersuchungsziel.....                                                               | 7         |
| <b>2 BAUVORHABEN UND TRINKWASSER- / HEILQUELLENSCHUTZZONEN.....</b>                      | <b>8</b>  |
| 2.1 Projektiertes Bauvorhaben.....                                                       | 8         |
| 2.2 Trinkwasser-/ Heilquellenschutz zonen.....                                           | 8         |
| <b>3 GELÄNDE- UND LABORARBEITEN.....</b>                                                 | <b>9</b>  |
| 3.1 Geländearbeiten.....                                                                 | 9         |
| 3.2 Chemische Laborarbeiten.....                                                         | 9         |
| <b>4 BODEN- UND WASSERVERHÄLTNISSE.....</b>                                              | <b>10</b> |
| 4.1 Bodenverhältnisse.....                                                               | 10        |
| 4.2 Wasserverhältnisse.....                                                              | 11        |
| <b>5 BODENMECHANISCHE KENNWERTE UND HOMOGENBEREICHE.....</b>                             | <b>12</b> |
| <b>6 ABFALLDEKLARATION UND VERWERTUNGS- / ENTSORGUNGSVORGABEN FÜR BÖDEN.....</b>         | <b>14</b> |
| <b>7 WIEDERVERWENDBARKEIT VON AUSHUBMATERIALIEN ZU VERFÜLLZWECKEN.....</b>               | <b>16</b> |
| 7.1 Mineralschotter und rollige Bodenmaterialien der Verdichtbarkeitsklasse V 1.....     | 16        |
| 7.2 Bindige und gemischtkörnige Bodenmaterialien der Verdichtbarkeitsklassen V 2-3.....  | 16        |
| 7.3 Hydraulische Konditionierung von bindigen und gemischtkörnigen Bodenmaterialien..... | 17        |
| <b>8 LEITUNGSBAU.....</b>                                                                | <b>18</b> |
| 8.1 Aushubböden.....                                                                     | 18        |
| 8.2 Freie Böschungsneigungen.....                                                        | 18        |
| 8.3 Leitungsgrabenverbau.....                                                            | 19        |
| 8.4 Wasserhaltungsmaßnahmen.....                                                         | 20        |
| 8.5 Leitungsgrabenverfüllung.....                                                        | 20        |
| <b>9 VERKEHRSFLÄCHENBAU.....</b>                                                         | <b>22</b> |
| <b>10 VERSICKERUNGSGVERSUCH.....</b>                                                     | <b>25</b> |
| <b>11 KURZZUSAMMENFASSUNG.....</b>                                                       | <b>26</b> |
| <b>12 QUALITÄTSSICHERUNG FÜR DEN ERDBAU.....</b>                                         | <b>27</b> |
| <b>13 SCHLUSSBEMERKUNGEN.....</b>                                                        | <b>28</b> |

## TABELLENVERZEICHNIS

|                   |                                                                                                                                                                                                                                |    |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabelle 1</b>  | Geländearbeiten .....                                                                                                                                                                                                          | 9  |
| <b>Tabelle 2</b>  | Bodenschichtung .....                                                                                                                                                                                                          | 10 |
| <b>Tabelle 3</b>  | Bodengruppen, Bodenklassen, Wasser- und Frostempfindlichkeiten .....                                                                                                                                                           | 12 |
| <b>Tabelle 4</b>  | Bodenmechanische Kennwerte .....                                                                                                                                                                                               | 12 |
| <b>Tabelle 5</b>  | Homogenbereiche für Lockerböden .....                                                                                                                                                                                          | 13 |
| <b>Tabelle 6</b>  | Mischprobenzusammenstellung der Erdstoffe .....                                                                                                                                                                                | 14 |
| <b>Tabelle 7</b>  | Abfalltechnische Einstufung der Erdstoffe .....                                                                                                                                                                                | 15 |
| <b>Tabelle 8</b>  | Zulässige Böschungsneigungen für freie Baugrubenböschungen .....                                                                                                                                                               | 19 |
| <b>Tabelle 9</b>  | Leitungsgrabenverfüllung im Bereich von Kanalführungen .....                                                                                                                                                                   | 21 |
| <b>Tabelle 10</b> | Verkehrsflächenbau, Ausgangswerte für die Gesamtstärke des frostsicheren Oberbaus nach RStO 12 .....                                                                                                                           | 23 |
| <b>Tabelle 11</b> | Mindestanforderung an den zu erreichenden Verformungsmodul $E_{v2}$ nach RStO 12, Bauweisen mit Asphaltdecke auf FSS für Fahrbahnen nach Tafel 1, Zeile 1 / Bauweisen für Rad- und Gehwege auf FSS nach Tafel 6, Zeile 1 ..... | 24 |
| <b>Tabelle 12</b> | Ergebnisse der Versickerungsversuche (Auffüllversuche nach <i>Kollbrunner-Maag*</i> ) .....                                                                                                                                    | 25 |
| <b>Tabelle 13</b> | Kurzzusammenfassung - Bauvorhaben / Abfalldeklaration / Leitungsbau / Verkehrsflächenbau .....                                                                                                                                 | 26 |

### **ANLAGENVERZEICHNIS**

- Anlage 1** Lageplan der Projektfläche mit Einzeichnung der Untersuchungspositionen  
M. 1:2.000
- Anlage 2** Legende der verwendeten Kurzzeichen und Profilschnitte  
M. 1:75 (vertikal)
- Anlage 3** Prüfbericht nach EBV Anlage 1 Tabelle 3  
Probenahmeprotokolle nach LAGA PN98
- Anlage 4** Protokolle der Versickerungsversuche nach *Kollbrunner-Maag* (PIV-Test)

### **VERWENDETE UNTERLAGEN**

- Lageplan** Lageplan mit Einzeichnung der geplanten Erschließungsstraßen, Inikom mbH, Gießen,  
Stand 05/2022, o. M.
- Trassenpläne** Erdleitungen Wasser, Gemeinde Echzell, Stand 09/2023, M. 1:2000
- Kanalleitung, Gemeinde Echzell, Stand 09/2023, M. 1:2000
- Erdleitungen Strom, ovagNetz, Stand 09/2023, M. 1:1.000
- Erdleitung Kabel, Telekom, Stand 09/2023, M. 1:500

## LITERATURVERZEICHNIS

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Topografische Karte</b> | Blatt 5619 Staden (M. 1:25.000), © Hessisches Landesvermessungsamt, Wiesbaden, Stand 1987                                                                                                                                                      |
| <b>AVV</b>                 | Verordnung zur Umsetzung des Europäischen Abfallverzeichnisses (Artikel 1 Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis, Abfallverzeichnis-Verordnung - AVV), Stand 12/2001                                                                |
| <b>DIN 1610</b>            | Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen, Stand 12/2015                                                                                                                                                                           |
| <b>DIN 18121</b>           | Untersuchung von Bodenproben - Wassergehalt, Stand 03/2020                                                                                                                                                                                     |
| <b>DIN 18122</b>           | Baugrund - Untersuchung von Bodenproben; Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen), Stand 03/2020                                                                                                                                                    |
| <b>DIN 18123</b>           | Baugrund - Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung der Korngrößenverteilung, Stand 03/2020                                                                                                                                                    |
| <b>DIN 18125</b>           | Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Dichte des Bodens, Stand 03/2020                                                                                                                                                       |
| <b>DIN 18126</b>           | Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Dichte nichtbindiger Böden bei lockerster und dichtester Lagerung, Stand 11/1996                                                                                                       |
| <b>DIN 18127</b>           | Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Proctorversuch, Stand 09/2012                                                                                                                                                                         |
| <b>DIN 18128</b>           | Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Glühverlustes, Stand 12/2002                                                                                                                                                          |
| <b>DIN 18129</b>           | Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Kalkgehalts, Stand 07/2011                                                                                                                                                            |
| <b>DIN 18134</b>           | Baugrund - Versuche und Versuchsgeräte – Plattendruckversuch, Stand 04/2012                                                                                                                                                                    |
| <b>DIN 18137</b>           | Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Scherfestigkeit - Teil 1: Begriffe und grundsätzliche Versuchsbedingungen, Stand 07/2010                                                                                               |
| <b>DIN 18196</b>           | Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke, Stand 05/2011                                                                                                                                                                |
| <b>DIN 18300</b>           | VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten / Bodenklassen, Stand 09/2019                                                                     |
| <b>DIN 4023</b>            | Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen, Stand 02/2006                                                                                           |
| <b>DIN 4124</b>            | Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau 03/2006                                                                                                                                                                           |
| <b>DIN EN ISO 14688</b>    | Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden — Teil 1: Benennung und Beschreibung, Stand 11/2020                                                                                           |
| <b>DIN EN ISO 14689</b>    | Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels, Stand 05/2018                                                                                                                                 |
| <b>DIN EN ISO 17892</b>    | Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben, Stand 04/2017                                                                                                                                                         |
| <b>DIN EN ISO 22475</b>    | Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren für Boden, Fels und Grundwasser, Stand 01/2019                                                                                                                              |
| <b>EBV</b>                 | Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung                                                |
| <b>LAGA PN 98</b>          | Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 32 - LAGA PN 98 - Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen, Stand 12/2001 |
| <b>RStO 12</b>             | Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Stand 12/2012                                                                                                                                                           |
| <b>TL SoB-StB</b>          | Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Stand 10/2005                                                                                                        |

|                             |                                                                                                                                                               |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TP BF-StB Teil B 8.3</b> | Technische Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau<br>Teil B 8.3: Dynamischer Plattendruckversuch mit dem Leichten Fallgewichtsgerät, Stand 12/2012 |
| <b>TL BuB E-StB 20</b>      | Technische Lieferbedingungen für Bodenmaterialien und Baustoffe für den Erdbau im Straßenbau, Stand 2020                                                      |
| <b>WRRL Hessen</b>          | Onlinedienst, Wasserrahmenrichtlinie in Hessen (Wasserschutz- und Heilquellenschutzgebiete), letzter Planstand 10/2023                                        |
| <b>ZTV SoB-StB</b>          | Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Stand 2020                               |
| <b>ZTV E-StB 17</b>         | Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Stand 2017                                                          |

### **ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS**

|                       |                                                                                             |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>BV / BG</b>        | Bauvorhaben / Baugebiet                                                                     |
| <b>BM</b>             | Bodenmaterial                                                                               |
| <b>DIN / EN / ISO</b> | Deutsches Institut für Normung / Europäische Norm / Internationale Organisation für Normung |
| <b>EBV</b>            | Ersatzbaustoffverordnung                                                                    |
| <b>EPA</b>            | Environmental Protection Agency                                                             |
| <b>FP</b>             | Festpunkt (= Höhenbezugspunkt)                                                              |
| <b>FSS</b>            | Frostschuttschicht                                                                          |
| <b>GOK</b>            | Geländeoberkante                                                                            |
| <b>HGT</b>            | Hydraulisch gebundene Tragschicht                                                           |
| <b>KD</b>             | Kanaldeckel                                                                                 |
| <b>kN / MN</b>        | Kilonewton / Meganewton                                                                     |
| <b>M.</b>             | Maßstab                                                                                     |
| <b>mNN</b>            | Meter über Normal Null                                                                      |
| <b>MP / EP</b>        | Mischprobe / Einzelprobe                                                                    |
| <b>MW-Kanal</b>       | Mischwasserkanal                                                                            |
| <b>OK</b>             | Oberkante                                                                                   |
| <b>RC-Material</b>    | Recycling-Material                                                                          |
| <b>RKS</b>            | Rammkernsondierung                                                                          |
| <b>RW-Kanal</b>       | Regenwasserkanal                                                                            |
| <b>STS</b>            | Schottertragschicht                                                                         |
| <b>SW</b>             | Schichtwasser / Sickerwasser                                                                |
| <b>SW-Kanal</b>       | Schmutzwasserkanal                                                                          |
| <b>u. GOK</b>         | unter Geländeoberkante                                                                      |
| <b>UK</b>             | Unterkante                                                                                  |

## **1 AUFTRAG UND UNTERSUCHUNGSZIEL**

---

### **1.1 Auftrag**

- **Auftragsgegenstand** Geo- / Abfalltechnische Untersuchung
- **Projektstandort** südöstlicher Ortsrand von Echzell-Bingenheim
- **Bauplanung** Bauerschließungsgebiet  
Leitungsverlegung  
Erschließungsstraße
- **Auftraggeber** Inikom mbH, Plockstraße 6-10, Gießen
- **Angebotsdatum** 15.08.2023
- **Auftragsdatum** 12.09.2023

### **1.2 Untersuchungsziel**

Im Rahmen der beauftragten Leistungen sollte der aktuell vorhandene Verkehrsflächenoberbau und der im Liegenden folgende künstliche Unterbau bzw. der vorhandene Untergrund erkundet und dokumentiert werden.

Zusätzlich waren relevante bodenmechanische Kenndaten für erdstatische Berechnungen zu ermitteln und die vorhandenen Wasserverhältnisse zu beschreiben.

Untersuchungsziel war weiterhin die Formulierung von geotechnischen Empfehlungen zu den notwendigen Erdarbeiten auf Basis der ZTV E-StB 17 sowie die Definition von Vorgaben zum Bau der projektierten Verkehrsflächen unter Berücksichtigung der RStO 12.

Im Hinblick auf den projektierten **Leitungsbau** sollte insbesondere auf Bodenaushubklassen und Homogenbereiche, zulässige freie Böschungswinkel für Gräben, Grabenverbauoptionen, Wasserhaltungsmaßnahmen und die Wiederverfüllung / Einbauverdichtung im Bereich von Leitungsgräben eingegangen werden.

In Bezug auf den **Verkehrsflächenbau** waren die Frostepfindlichkeitsklasse des Unterbaus / Untergrunds zu ermitteln und Angaben zu notwendigen Mächtigkeiten von Frostschutzschichten sowie zu Verdichtungsvorgaben für das Prüfhöheniveau OK Planum bzw. OK FSS zu formulieren. Bei einer nicht zu gewährleistenden Grundtragfähigkeit auf OK Planum sollten weiterhin Vorschläge zur Tragfähigkeitsverbesserung (Einbau von Stabilisierungsschichten oder eine Bodenverbesserung durch hydraulische Bindemittel) beschrieben werden.

Gegenstand des Auftrags waren zudem chemisch-analytische Laboruntersuchungen an den entnommenen Proben zur **Abfalldeklaration** von zur Verwertung / Entsorgung anfallendem Bodenaushubmaterial.

Im Zuge der Geländearbeiten wurde mittels PIV-Tests die **Versickerungsfähigkeit** des anstehenden Baugrundes bestimmt.

## **2 BAUVORHABEN UND TRINKWASSER- / HEILQUELLENSCHUTZZONEN**

---

### **2.1 Projektiertes Bauvorhaben**

**Gemäß den zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung zur Verfügung gestellten Planunterlagen, ist eine Baugebieterschließung südöstlich von Echzell-Bingenheim vorgesehen.**

Die Projektfläche wird derzeit landwirtschaftlich genutzt und ist ca. 4,7ha groß.

Das Gelände fällt von Südosten nach Nordwesten ein.

Im geplanten Baugebiet soll eine ringförmige Erschließungsstraße entstehen, welche im Nordwesten an die Ortsstraße Welschbachweg angeschlossen wird.

SL-Geotechnik nimmt vorläufig die Straßenbelastungsklassen Bk0,3-1,0 an.

In der Baustraße sollen Kanal- und Wasserrohre sowie weitere Medienleitungen verlegt werden.

Die Verlegetiefe beträgt dabei max. rund 4,00m u. GOK.

Weitere Planungsdetails waren zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht bekannt.

### **2.2 Trinkwasser-/ Heilquellenschutzzonen**

**Der Projektstandort liegt gemäß aktueller Auskunft des Onlinedienstes des HLNUG, WRRL-Viewer-Hessen, in einem Heilquellenschutzgebiet (Bad Salzhausen) der Schutzzone IV .**

Aus der Lage in einem Heilquellenschutzgebiet resultieren behördenseitige Vorgaben hinsichtlich wasserrechtlicher und abfallrechtlicher Belange, so dass hier planungsseitig zusätzlicher Klärungsbedarf besteht.

Mögliche Vorgaben sind insbesondere hinsichtlich der Verfüllung von Fremdmaterialien, wie z. B. Recyclingbaustoffen und hinsichtlich des Einsatzes von hydraulischen Mischbindern etc. zu beachten.

Die Aktualität der oben beschriebenen Einstufung in ausgewiesene Trinkwasser- / Heilquellenschutzzonen ist planungsseitig - zum Zeitpunkt des Baubeginns - neu zu prüfen, da fortlaufend behördenseitige Einstufungsabänderungen möglich sind.

### 3 GELÄNDE- UND LABORARBEITEN

#### 3.1 Geländearbeiten

- **Ausführungsdatum der Geländearbeiten** 20.09.2023

**Im Rahmen der Geländetätigkeiten wurden folgende Leistungen ausgeführt:**

**Tabelle 1** Geländearbeiten

| Leistungsbeschreibung                                        | Anzahl |
|--------------------------------------------------------------|--------|
| Oberflächenaufbruch / Wiederversiegelung mit Kaltasphalt     | 1      |
| Rammkernsondierungen nach DIN EN ISO 22475-1                 | 9      |
| Entnahme von gestörten Bodenproben                           | 22     |
| PIV-Test nach <i>Kollbrunner-Maag</i> (Versickerungsversuch) | 3      |

**Abkürzungen:** -

Als Höhenbezugspunkt wurde OK Kanaldeckel im Kreuzungsbereich Welschbachweg und Hügelstraße mit 130,08mNN eingemessen.

Die Lage der Bodenaufschlusspositionen sowie des Höhenbezugspunktes ist im Lageplan der **Anlage 1** dargestellt.

Die grafische Darstellung des Bodenaufbaus im Profil, inklusive einer Legende zu den verwendeten Grafiksymbolen, ist der **Anlage 2** zu entnehmen.

#### 3.2 Chemische Laborarbeiten

Zur Abfalldeklaration erfolgten chemische Analysen an Bodenmischproben zur abfalltechnischen Einstufung der anfallenden Bodenaushubmassen.

Die Analyseergebnisse der ausgeführten Feststoff- / Eluatanalytik sind in **Anlage 3** beigelegt.

Eine abfalltechnische Bewertung und Vorgaben zur Verwertung / Entsorgung des Bodenmaterials können **Kapitel 6** (Abfalldeklaration und Verwertungs- / Entsorgungsvorgaben für Böden) entnommen werden.

## 4 BODEN- UND WASSERVERHÄLTNISSE

### 4.1 Bodenverhältnisse

Im Zuge der ausgeführten Bodenaufschlussarbeiten wurden generell Erkundungszieltiefen bis rund 1,00m unter UK Rohrsohle im Bereich von projektierten Kanalleitungen angestrebt.

Im Bereich von RKS 4 und RKS 5 wurde die Erkundungszieltiefe nicht erreicht, sodass hier in tieferen Lagen mit weiteren ausgeprägt plastischen Tönen der Bodenklasse 5 zu rechnen ist.

#### Im Bereich des Projektstandorts wurden folgende Schichten angetroffen:

**Tabelle 2** Bodenschichtung

| Bodenart                                                           | Allgemeine Beschreibung       | Farbe                                     | Bemerkungen                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Betondecke</b>                                                  | gebundener Oberbau            | grau                                      | im Anschlussbereich an den Welschbachweg<br>Mächtigkeit: 0,15m              |
| <b>Organischer Oberboden</b>                                       | biologisch belebter Oberboden | braun                                     | Ackerboden                                                                  |
| <b>Auffüllung, bindig bis gemischtkörnig<br/>Homogenbereich H1</b> | aufgefüllter Erdaushub        | grau, graubraun, dunkelgrau               | aufgefüllter, örtlicher Erdaushub mit <10% mineralischen Fremdbestandteilen |
| <b>Lößlehm, Lehm<br/>Homogenbereich H2</b>                         | natürliche Deckschichten      | braun, rotbraun, grau                     | oberflächennahe, natürliche Bodenschichten                                  |
| <b>Ton<br/>Homogenbereich H3</b>                                   | stark tonige Bodenschichten   | grau, rotgrau, braun, rotbraun, graubraun | oberflächennahe, natürliche Bodenschichten                                  |

Abkürzungen: -

## 4.2 Wasserverhältnisse

Nach Beendigung des Sondiervorgangs wurde das Kabellichtlot in das offene Bohrloch eingelassen, um den Grundwasser- bzw. Schichtwasserspiegel zu detektieren. Hierbei wurde lediglich bei Untersuchungsposition RKS 1 in einer Tiefe von 2,31m u. GOK Schichtwasser detektiert.

Temporäre Schichtwässer zirkulieren in der Regel in hydraulisch gut durchlässigen Bodenzonen. Die Intensität der Schichtwasserführung hängt von den jahreszeitlich schwankenden Niederschlagsraten ab.

Eine zusammenhängende Grundwasserführung konnte zum Zeitpunkt der Geländearbeiten nicht festgestellt werden.

Exaktere Aussagen über die örtlichen Grundwasserverhältnisse – insbesondere über jahreszeitlich schwankende minimale / maximale Grundwasserflurabstände - können nur nach Errichtung sowie längerer messtechnischer Beobachtung von Grundwassermessstellen im Rahmen eines Grundwassermonitorings getroffen werden. Die oben aufgeführten Angaben zur Grundwassersituation weisen somit lediglich einen orientierenden Bewertungscharakter auf.

**Hinweis:** Insofern das Projektgebiet im Bereich von Überflutungsflächen angrenzender Vorfluter liegt, ist der HW<sub>100</sub>-Wert (Hundertjähriges Hochwasser) bei der zuständigen Wasserbehörde zu erfragen und zu beachten. Im Einzelfall ist zu prüfen, ob der Ansatz des HW<sub>100</sub>-Wertes ausreicht.

## 5 BODENMECHANISCHE KENNWERTE UND HOMOGENBEREICHE

**Für die im Rahmen der Geländeuntersuchungen vorgefundenen Erdstoffe gelten erfahrungsgemäß die folgenden, allgemeinen bodenmechanischen Klassifizierungen / Kennwerte:**

**Tabelle 3** Bodengruppen, Bodenklassen, Wasser- und Frostepfindlichkeiten

| Bodenart                                                   | Konsistenz und Lagerung     | Bodengruppe DIN 18196 | Bodenklasse DIN 18300* | Wasserempfindlichkeit | Frostepfindlichkeit ZTV E-StB 17 |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Auffüllung, bindig bis gemischtkörnig<br>Homogenbereich H1 | k. A.                       | A                     | 3-4                    | hoch                  | F3                               |
| Lößlehm, Lehm<br>Homogenbereich H2                         | steifplastisch bis halbfest | SÜ / TL / TM          | 4                      | hoch                  | F3                               |
| Ton<br>Homogenbereich H3                                   | steifplastisch bis fest     | TM / TA               | 4-5                    | hoch                  | F3                               |

**Abkürzungen:** k. A. = keine Angabe / F1 = nicht frostepfindlich / F2 = gering bis mittel frostepfindlich / F3 = sehr frostepfindlich

**Tabelle 4** Bodenmechanische Kennwerte

| Bodenart                                                   | Feuchtwichte $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Feuchtwichte (unter Auftrieb) $\gamma'$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Reibungswinkel (effektiv) $\phi'$<br>[°] | Kohäsion (effektiv) $c'$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Steifemodul der Erstbelastung $E_s$<br>[MN/m <sup>2</sup> ] |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Auffüllung, bindig bis gemischtkörnig<br>Homogenbereich H1 | 18,0-19,0                                     | 8,0-9,0                                                         | 25,0*-27,5*                              | k. A.                                            | k. A.                                                       |
| Lößlehm, Lehm<br>Homogenbereich H2                         | 18,5-19,5                                     | 8,5-9,5                                                         | 25,0-27,5                                | 6,0-8,0                                          | 8,0-12,0                                                    |
| Ton<br>Homogenbereich H3                                   | 19,0-20,0                                     | 9,0-10,0                                                        | 20,0-22,5                                | 10,0-20,0                                        | 8,0-12,0                                                    |

**Abkürzungen:** k. A. = keine Angabe / \* = Ersatzreibungswinkel

Die oben aufgeführten bodenmechanischen Kenndaten basieren auf Erfahrungswerten bzw. auf Angaben in DIN 1055, T 2. Für Wichte, Kohäsion und Reibungswinkel handelt es sich hierbei um charakteristische Werte. In Anlehnung an DIN 1054 sind für erdstatische Berechnungen die jeweils ungünstigsten Kombinationen der angegebenen Wertespans anzusetzen.

**Tabelle 5** Homogenbereiche für Lockerböden

| HOMOGENBEREICH<br>DIN 18300-NEU                               |     | Boden-<br>gruppen | Stein- und<br>Blockanteil | Dichte<br>(erdfeucht) | Konsistenz | Wassergehalt | Kohäsion<br>(undrainiert) | Lagerungsdichte       | Organischer Anteil |
|---------------------------------------------------------------|-----|-------------------|---------------------------|-----------------------|------------|--------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|
|                                                               |     |                   |                           | [ $\gamma$ ]          |            |              |                           |                       |                    |
| Benennung                                                     | Nr. | DIN 18196         | DIN EN ISO 14688-2        | DIN 18125             | DIN 18122  | DIN 18121    | DIN 4096<br>DIN 18137     | DIN 4094<br>DIN 18126 | DIN 18128          |
|                                                               |     |                   | [M.-%]                    | [kN/m <sup>3</sup> ]  | [-]        | [M.-%]       | [kN/m <sup>2</sup> ]      | [-]                   | [M.-%]             |
| Auffüllung, bindig<br>bis gemischtkörnig<br>Homogenbereich H1 | H1  | A                 | <10,0                     | 18,0-19,0             | k. A.      | 10,0-25,0    | k. A.                     | k. A.                 | k. A.              |
| Lößlehm, Lehm<br>Homogenbereich H2                            | H2  | SÜ / TL / TM      | <5,0                      | 18,5-19,5             | 0,5-1,25   | 15,0-25,0    | 40,0-60,0                 | k. A.                 | 2,0-5,0            |
| Ton<br>Homogenbereich H3                                      | H3  | TM / TA           | <5,0                      | 19,0-20,0             | 0,75-1,25  | 15,0-25,0    | 60,0-150,0                | k. A.                 | 2,0-5,0            |

**Abkürzungen:** k. A. = keine Angabe

Die vorstehend aufgeführte Einteilung in Homogenbereiche wurde aufgrund allgemeiner Erfahrungs- und Literaturwerte vorgenommen und fasst Boden und Fels zusammen, welcher vor dem Lösen für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften und umweltrelevante Inhaltsstoffe aufweist.

Zur detaillierten und fachlich abschließenden Einstufung sind gemäß VOB 19 - im Bedarfsfall - weitere Geländearbeiten und bodenmechanische Laborversuche mit erhöhtem Kosten- und Zeitaufwand notwendig.

Die Homogenbereiche (H) sind in der grafischen Profildarstellung in **Anlage 2** gekennzeichnet.

## 6 ABFALLDEKLARATION UND VERWERTUNGS- / ENTSORGUNGSVORGABEN FÜR BÖDEN

Zur Abfalldeklaration der örtlich anstehenden bzw. für den Bodenaushub vorgesehenen Bodenmaterialien erfolgte eine chemische Analytik im Feststoff und im Eluat. Die Laboranalytik wurde durch ein von der DAkkS (Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH) anerkanntes Labor (AGROLAB Agrar und Umwelt GmbH, Kiel - Akkreditierungsurkunde D-PL-14047-01-00) vorgenommen.

**Die laboranalytische Untersuchung und abfalltechnische Bewertung erfolgte nach den folgenden Abfalldeklarationsvorgaben:**

- **Ersatzbaustoffverordnung (EBV)**  
**Anlage 1, Tabelle 3 (Bodenmaterial / Baggergut)**

Die Probenbenennung und -zusammenstellung sowie die abfalltechnische Einstufung gehen aus den nachfolgenden Tabellen hervor. Bei der Probenzusammenstellung für das ausgeführte Analysenprogramm wurde nach Schichtung und Materialzusammensetzung differenziert. Die Differenzierung der Proben erfolgte baupraxisorientiert, so dass im Rahmen des Bauvorhabens die Schichten separat per Baggergerät gelöst und verladen / gelagert werden können.

Die Lage der Probenahmepositionen ist der **Anlage 1** zu entnehmen.

Die Probenahmetiefen gehen aus der geologischen Schichtdarstellung in **Anlage 2** hervor.

Die ausgeführte Laboranalytik ist in **Anlage 3** in Kopie beigelegt.

**Tabelle 6** Mischprobenzusammenstellung der Erdstoffe

| Probenbezeichnung | Bodenart                | Bereich (Abschnitt) | Mischprobenerstellung aus folgenden Einzelproben                |
|-------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------|
| MP Boden 1-5      | örtliches Bodenmaterial | RKS 1 - RKS 5       | 1/2 + 1/3 + 1/4 + 2/1 + 2/2 + 3/1 + 3/2 + 4/1 + 4/2 + 4/3 + 5/1 |
| MP Boden 6-9      | örtliches Bodenmaterial | RKS 6 - RKS 9       | 6/1 + 6/2 + 6/3 + 7/1 + 7/2 + 8/1 + 8/2 + 9/1 + 9/2 + 9/3 + 9/4 |

**Abkürzungen:** -

**Tabelle 7** Abfalltechnische Einstufung der Erdstoffe

| Probenbezeichnung | Einstufung nach EBV<br>Anlage 1, Tabelle 3 <sup>1)</sup> | Einstufung nach Merkblatt<br>„Entsorgung von Bauabfällen“ | Einstufung nach<br>Deponieverordnung |
|-------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| MP Boden 1-5      | BM-F3<br>(Cr + Ni im F) <sup>2)</sup>                    | nicht untersucht                                          | nicht untersucht                     |
| MP Boden 6-9      | BM-F3<br>(Cr + Ni im F) <sup>2)</sup>                    | nicht untersucht                                          | nicht untersucht                     |

**Abkürzungen:**

BM-F = Bodenmaterial mit Fremdstoffen

F = Feststoff

<sup>1)</sup> = einstufigsrelevante Parameter in Klammern gesetzt

<sup>2)</sup> = Geogene Grundbelastung: Bei geogenen Grundbelastungen (naturbedingt erhöhte Schadstoffgehalte) in Böden und Steinen überschreiten die gesteinspezifischen Hintergrundwerte die jeweiligen - abfalltechnisch relevanten - Richtwerte der einschlägigen Bewertungslisten. Im vorliegenden Fall sind die erhöhten Schadstoffgehalte im Feststoff auf die natürlichen Grundbelastungen des Ausgangsgesteins zurückzuführen. Die erhöhte Konzentration kann toleriert werden, sofern im Bereich des vorgesehenen Einbauorts natürlicherweise Böden mit vergleichbarer Grundbelastung vorliegen und das „Verschlechterungsgebot“ eingehalten wird (EBV Version 07/2023 - § 20 Absatz 5). Ein Wiedereinbau sollte vorab jedoch planungsseitig mit der zuständigen Fachbehörde / Annahmestelle abgestimmt werden.

Die untersuchten Bodenmaterialien sind dem **AVV-Abfallschlüssel-Nr. 17 05 04** (Abfallbezeichnung: „nicht oder nur gering mit Schadstoffen belastet“) zuzuordnen.

Eine örtliche Wiederverwendung des Bodenmaterials für Verfüll- oder Geländemodellierung ist unter Berücksichtigung der Vorgaben der Ersatzbaustoffverordnung prinzipiell möglich.

Die vorstehend vorgenommene Abfallbewertung ist vor der Abfallentsorgung / -verwertung durch die abfallannahmende Stelle zwingend gegenzuprüfen.

## **7 WIEDERVERWENDBARKEIT VON AUSHUBMATERIALIEN ZU VERFÜLLZWECKEN**

---

### **7.1 Mineralschotter und rollige Bodenmaterialien der Verdichtbarkeitsklasse V 1**

Örtlich anstehende, rollige und gut verdichtungsfähige Bodenaushubmaterialien - wie z. B. Mineralschotter und / oder Sande bzw. Kiese - können aus geotechnischer Sicht grundsätzlich zur Wiederverfüllung in der Hauptverfüllzone von Leitungszonen oder als Stabilisierungsschicht unter Verkehrsflächen genutzt werden.

In die Verdichtbarkeitsklasse V 1 fallen nach aktuellem ZTV E-Kommentar / ZTV A-StB 12 gemäß der Bodenklassifizierung nach DIN 18196 die Bodengruppen: GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST.

Grundvoraussetzung für den Wiedereinbau ist eine Eignung aus abfalltechnischer Sicht (Kapitel 6) unter Berücksichtigung der Örtlichkeit aus wasserrechtlicher Sicht (Kapitel 2).

Die geotechnische Eignung - insbesondere der Nachweis der Verdichtungsfähigkeit - ist im Einzelfall durch Kornverteilungsanalysen nach DIN EN ISO 17892 bzw. Proctorversuche nach DIN 18127 zu dokumentieren.

Eine Wiederverwendung von örtlich ausgehobenen Mineralschottern zum Wiedereinbau als Frostschutzschicht ist nur dann zulässig, wenn hierfür die frostsichere Eignung durch Kornverteilungsanalysen nach DIN EN ISO 17892 belegt ist. Maßgebend sind die Hüllkurvengrenzlinien nach den aktuellen Angaben der ZTV SoB-StB und TL SoB-StB.

### **7.2 Bindige und gemischtkörnige Bodenmaterialien der Verdichtbarkeitsklassen V 2-3**

Bindige und gemischtkörnige Bodenmaterialien (z. B. Lehme und schluffige Kiese) sind aufgrund ihres hohen Feinkornanteils und oft erhöhten Wassergehalts und der damit verbundenen problematischen Verdichtbarkeit - im naturgegebenen Zustand - generell nicht zur Wiederverfüllung in Leitungsräumen oder als Unterbau von Verkehrsanlagen geeignet.

Stark feinkornführende Bodenmaterialien sind daher grundsätzlich abzufahren oder im Zuge einer Bodenverbesserung hydraulisch zu konditionieren.

Insofern Senkungserscheinungen toleriert werden können (z. B. auf Grünflächen), kann das Material auch unkonditioniert wiedereingebaut werden (ggf. ist nachträglich eine erneute Geländeauffüllung zum Oberflächenausgleich vorzunehmen).

In die Verdichtbarkeitsklassen V 2-3 fallen nach aktuellem ZTV E-Kommentar gemäß der Bodenklassifizierung nach DIN 18196 die Bodengruppen: GÜ, G $\bar{U}$ , SÜ, S $\bar{U}$ , UL, UM, TL, TM, TA.

### **7.3 Hydraulische Konditionierung von bindigen und gemischtkörnigen Bodenmaterialien**

Grundsätzlich können im Rahmen einer Bodenbehandlung die Einbau- und Tragfähigkeitseigenschaften von Böden so verändert werden, dass explizit geforderte erdbautechnische Eigenschaften in der Baupraxis realisierbar sind. Zu unterscheiden ist eine qualifizierte Bodenverbesserung und eine (höherwertige) Bodenverfestigung.

#### **Qualifizierte Bodenverbesserung**

Zur Verbesserung der Verdichtbarkeit und Tragfähigkeit von bindigen und gemischtkörnigen Bodenmaterialien vor dem Wiedereinbau in der Hauptverfüllzone von Leitungsgräben oder als Unterbau von Verkehrsflächen, ist eine Konditionierung durch hydraulische Bindemittel möglich.

Qualifizierte Bodenverbesserungen bewirken so zum Beispiel, dass Verfüllmaterial für Leitungsgräben auch bei erhöhten Wassergehalten auf eine Verdichtung von  $D_{Pr} \geq 97-98\%$  gebracht werden kann oder dass die erforderliche Grundtragfähigkeit des Planums unter Verkehrsflächen von  $\geq 45 \text{ MN/m}^2$  erreichbar wird.

Im Falle einer nachweislich qualifiziert ausgeführten Bodenverbesserung, kann weiterhin z. B. ein in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 klassifiziertes Planum unter geplanten Verkehrsflächen zu einem F 2-Planum „hochgestuft“ werden, wodurch Schichtmächtigkeiten und somit Kosten für den nachfolgenden Oberbau reduzierbar sind.

Grundsätzlich geeignet sind vor Ort praktisch gut ausführbare Einfrästechniken oder Baumischverfahren.

Die Grenzen bei denen sich das Bindemittel noch gleichmäßig einmischen / einfräsen lässt, liegen bei etwa maximal 30-60 Vol.-% Grobkies und 5-10 Vol.-% Steinen und Blöcken  $\geq 63 \text{ mm}$  Durchmesser. Die üblichen - technisch machbaren - maximalen Einfrästiefen liegen bei ca. 30-40cm. Für größere Einfrästiefen muss mehrlagig gearbeitet werden oder es sind entsprechend leistungsstarke Großfräsen einzusetzen, welche Einfrästiefen von maximal 60-80cm ermöglichen.

Als hydraulische Bindemittel sind z. B. Kalk-Zement-Mischbinder mit geeigneten, boden- und wassergehaltsabhängigen Mischverhältnissen einsetzbar. Insofern sehr hohe Einbauwassergehalte zur Bauzeit vorliegen, ist das Kalk-Zement-Mischverhältnis in Richtung Kalk zu verschieben.

Zur Festlegung des Bindemittelmischverhältnisses Kalk / Zement ist unter Zuhilfenahme des vorliegenden Berichtes bei entsprechenden Fachfirmen anzufragen.

Die notwendigen Bindemittelzugabemengen werden vorab mit 2-4Gew.-% abgeschätzt. Die tatsächlich erforderliche Menge des zuzugebenden Bindemittels hängt in erster Linie von der Witterung bzw. dem Wassergehalt der Erdstoffe während der tatsächlichen Bauzeit ab. Um Vorabempfehlungen zur erforderlichen Bindemittelzugabe aussprechen zu können, sind z. B. Proctorversuche nach DIN 18127 mit Zugabe unterschiedlicher Bindemittelmengen sowie Wassergehaltsbestimmungen nach DIN 18121 auszuführen.

Der Einsatz hydraulischer Bodenkonditioniertechniken ist meist wirtschaftlich, bedarf jedoch einer intensiven bodenmechanischen Qualitätsüberwachung (z. B. durch Kalkgehaltsbestimmungen nach DIN 18129, Dichtebestimmungen nach DIN 18125 sowie Statischen Plattendruckversuchen nach DIN 18134).

#### **Bodenverfestigung**

Bodenverfestigungen stellen im Vergleich zu Bodenverbesserungen erhöhte Anforderungen an die Ausführung hydraulischer Bindemittelvergütungen und an die bodenmechanische Eignungsprüfung bzw. Qualitätskontrolle. Durch Bodenverfestigungen wird die Widerstandsfähigkeit des Bodens gegen eine Beanspruchung durch Verkehr und Klima so erhöht, dass der Boden **dauerhaft** frostsicher und tragfest ist.

Die Frostsicherheit bzw. Tragfestigkeit verfestigter Böden ist durch bodenmechanische Prüfversuche, u. a. Prüfversuche mit Frost-Tau-Wechsel-Beanspruchung sowie Ermittlungen der einaxialen Druckfestigkeit, nachzuweisen.

## **8 LEITUNGSBAU**

---

### **Allgemeine Angaben zur projektbezogenen Bauplanung**

**Die zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung aktuelle Bauplanung sieht den Bau von Kanalleitungen sowie von sonstigen Medienleitungen vor.**

Die projektierten Sohl-tiefen der Leitungsführungen liegen bei maximal rund 4,00m u. GOK.

Weitere Planungs-details waren zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung noch nicht bekannt.

Die Tiefe der zu erstellenden Leitungsgräben ist - aufgrund der noch einzubringenden Rohrbettung / Stabilisierungsschicht - mit rund 20-30cm unterhalb der jeweiligen Leitungssohl-tiefen anzunehmen.

Im Zuge der notwendigen Erdarbeiten sind die Vorgaben der ZTV E-StB 17 zu beachten.

### **8.1 Aushubböden**

Im Projektflächenbereich stehen, im Hinblick auf den geplanten Verkehrsflächen- und Leitungsbau, die in Kapitel 4.1 (Bodenverhältnisse) und Kapitel 5 (Bodenmechanische Kennwerte und Homogenbereiche) klassifizierten Schichten an.

Hierbei handelt es sich, in der vom geplanten Bodenaushub betroffenen Tiefenzone, im Wesentlichen um steifplastische bis halbfeste, natürliche, bindige Bodenmaterialien der Bodenklassen 4-5.

### **8.2 Freie Böschungsneigungen**

Nach den Vorgaben der DIN 4124 müssen die Wände von nicht verbauten Baugruben und Gräben ab einer Tiefe von  $\geq 1,25\text{m}$  (lotrecht) bzw.  $\geq 1,75\text{m}$  (bei unter  $45^\circ$  abgeschrägten Böschungskanten) abgeböscht hergestellt werden.

Senkrecht hergestellte Böschungswände – ohne Baugrubenverbau – sind somit ab Aushub-tiefen von  $\geq 1,25\text{m}$  bzw.  $\geq 1,75\text{m}$  Tiefe nicht mehr erlaubt.

**Ohne gesonderten rechnerischen Nachweis der Standsicherheit dürfen hierbei die folgenden, maximal zulässigen Böschungsneigungen nicht überschritten werden:**

**Tabelle 8** Zulässige Böschungsneigungen für freie Baugrubenböschungen

| Bodenart                                                   | Zulässige Böschungsneigung<br>DIN 4124                                   |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Auffüllung, bindig bis gemischtkörnig<br>Homogenbereich H1 | $\leq 45^\circ$                                                          |
| Lößlehm, Lehm<br>Homogenbereich H2                         | $\leq 45^\circ$ (weich)<br>$\leq 60^\circ$ (steifplastisch bis halbfest) |
| Ton<br>Homogenbereich H3                                   | $\leq 60^\circ$                                                          |

**Abkürzungen:** -

Bei Böschungshöhen  $\geq 3,0\text{m}$  ist zum Auffangen abrutschender Teile eine Berme mit einer Mindestbreite von 1,5m anzulegen.  
Für Böschungshöhen  $\geq 5,0\text{m}$  ist grundsätzlich ein gesonderter Standsicherheitsnachweis nach DIN 4084 notwendig.

Insofern Grabenbereiche durch das technische Personal bei der Verlegung betreten werden, gilt im Hinblick auf die Herstellung von Baugruben und Gräben sowie zur Festlegung der vorgeschriebenen Arbeitsraumbreiten im Detail die DIN 4124.

### **8.3 Leitungsgrabenverbau**

Liegen die Graben- oder Baugrubensohlen tiefer als  $\geq 1,25\text{m}$  u. GOK (bei lotrechten Grabenwänden) bzw. tiefer als  $\geq 1,75\text{m}$  u. GOK (bei unter  $45^\circ$  abgeschrägten Böschungskanten), ist nach DIN 4124 zwingend ein Verbau erforderlich.

**Als Baugrubenverbauoption, bis ca.  $\leq 4,0\text{m}$  Tiefe, wird im vorliegenden Fall die Verwendung mobiler Stützelemente (Verbauplatten / Verbauboxen) empfohlen.**

Die mobilen Stützelemente sind - unter Ausnutzung der Kurzzeitstandfestigkeit der vorhandenen Baugrubenwandungen - sukzessive mit dem Voraushub einzubringen bzw. nachfolgend unter qualifizierter Rückverfüllung bzw. Verdichtung gegen die anstehenden Grabenwände wieder auszubauen.

Ein permanenter Kraftschluss zwischen dem eingebrachten Verbau und den Baugrubenwänden ist zwingend zu gewährleisten.

Für das vorgesehene Verbausystem ist - durch den ausführenden Tiefbauunternehmer - ein prüffähiger statischer Nachweis (z. B. in Form einer Typenstatik) vorzulegen.

#### **8.4 Wasserhaltungsmaßnahmen**

Wie aus den Beschreibungen in Kapitel 4.2 (Wasserverhältnisse) hervorgeht, wurde im Bereich des Projektfeldes, bis zur maximal erreichten Erkundungstiefe von 5,00m u. GOK, lediglich bei Untersuchungsposition RKS 1 Schichtwasser in einer Tiefe von 2,31m u. GOK nachgewiesen.

Die im Bedarfsfall notwendigen Wasserhaltungsmaßnahmen können somit im offenen System mittels erosionssicher ausgebildeten Baudrainagen und Pumpensümpfen erfolgen.

#### **8.5 Leitungsgrabenverfüllung**

Im Rahmen der anstehenden Tiefbauarbeiten sind die projektierten Gräben für den Leitungsbau jeglicher Art - analog zu den Angaben in der ZTV E-StB 17 - so zu verfüllen bzw. das eingebrachte Verfüllmaterial ist so zu verdichten, dass keine Sekundärschäden an den neu zu errichtenden Verkehrsanlagen entstehen.

Insofern Verfüllungen ausschließlich in Grünflächenbereichen getätigt werden und Setzungen der Grabenverfüllungen tolerierbar sind, kann in Abstimmung mit dem Auftraggeber gegebenenfalls von den strengen Verdichtungsanforderungen der nachfolgenden Tabelle abgewichen werden.

Durch geeignete Maßnahmen - wie z. B. Querriegel aus Magerbeton oder bindigem Boden - ist zu verhindern, dass sich Leitungsgräben nach dem Verfüllen zu Längsdrainagen für zufließendes Oberflächen-, Sicker- und Grundwasser ausbilden.

**Für die projektierte Kanalbaumaßnahme gelten folgende Vorgaben:****Tabelle 9** Leitungsgrabenverfüllung im Bereich von Kanalführungen

| Bezeichnung der Kanalverfüllzone                                                                                                 | Verfüllmaterialarten<br>und<br>Verdichtungsanforderungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>Hauptverfüllzone</u><br><br>Bereich von OK Rohrleitungszone bis OK Planum<br>bzw. bis UK Verkehrsflächenoberbau / UK Unterbau | <b>Zum Einbau geeignet ist:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mineralschotter 0/32-0/45</li> <li>- feinkornarmes Vorsiebmaterial bzw. Steinerde mit maximal 8% Feinkornanteil und einer maximalen Korngröße von 10cm</li> <li>- bindemittelstabilisierter, bindiger bzw. gemischtkörniger Boden</li> </ul> <b>Verdichtungsanforderungen:</b><br>≥98% Proctordichte für rollige Bodenarten<br>≥97% Proctordichte für bindige Bodenarten                                                                                                  |
| <u>Rohrleitungszone</u><br><br>Bereich von UK Rohrsohle bis<br>rund 30cm über OK Rohrscheitel                                    | Die Mächtigkeit der Rohrleitungszoneverfüllung sowie die Art des Verfüllmaterials wird in Abhängigkeit vom geplanten Rohrdurchmesser sowie von den (materialabhängigen) Angaben des Rohrherstellers planungsseitig festgelegt. Für enge Bereiche der Rohrleitungszone (Rohrzwinkel, Schachtanschlüsse etc.) ist - in Abstimmung mit der Planungsseite - gegebenenfalls ein Boden-Bindemittel-Gemisch oder Porenleichtbeton einzubauen.<br><b>Verdichtungsanforderungen:</b><br>≥97% Proctordichte                                                  |
| <b>Rohrleitung / Rohrführung</b>                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <u>Rohrbettung</u><br><br>Bereich von OK Grabensohle<br>bis UK Rohrsohle                                                         | Die Mächtigkeit der Rohrbettung sowie die Art des Verfüllmaterials wird in Abhängigkeit vom geplanten Rohrdurchmesser sowie von den (materialabhängigen) Angaben des Rohrherstellers planungsseitig festgelegt. Generell gilt gemäß DIN EN 1610 für die Schichtdicke der Rohrbettung vorab $d$ (cm) = $1/10$ Rohrdurchmesser + 10cm. Die Rohrbettung ist so auszubilden, dass je nach Rohrart unzulässige Längsbiegungen sowie punkt- und linienförmige Auflagerungen vermieden werden.<br><b>Verdichtungsanforderungen:</b><br>≥98% Proctordichte |

**Abkürzungen:** -

Für die Verfüllung / Verdichtung sonstiger Leitungsgräben (Wasserleitungen, Gasleitungen, Stromkabel etc.) gelten die Angaben für die Hauptverfüllzone gemäß der vorstehenden Tabelle sowie ergänzende Herstellerangaben für die Rohrleitungszone / -bettung. Die Wasserleitung und sonstige Medienleitungen werden in der Regel im Sandbett verlegt.

Zur qualifizierten Einbauverdichtung sind in der Regel ausreichend dimensionierte, dynamisch arbeitende Verdichtungsgeräte (Rüttelplatten, Rüttelwalzen, Stampfer) einzusetzen sowie eine ausreichende Anzahl an Verdichtungsübergängen einzuhalten. Bei Vorhandensein von nassen, bindigen Böden in der Rohrsohlzone ist ausschließlich statisch zu verdichten, um eine Mobilisierung des Porenwassers bzw. eine Verbreitung zu verhindern. Die Verdichtungsarbeit hat lagenweise zu erfolgen, wobei die maximale Schüttlagendmächtigkeit 30cm nicht überschreiten darf.

## **9 VERKEHRSFLÄCHENBAU**

---

### **Allgemeine Angaben zur projektbezogenen Bauplanung**

**Die zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung vorliegende Bauplanung sieht die Errichtung von Straßenbauwerken vor.**

**Da noch keine Planungsdetails vorliegen, werden durch SL-Geotechnik die Straßenbelastungsklassen Bk0,3 - Bk1,0 angenommen.**

Im Zuge der notwendigen Erdarbeiten und des Planungsentwurfs von Verkehrsanlagen jeglicher Art, sind die Vorgaben der ZTV E-StB 17 sowie der RStO 12 zwingend als Grundlage zu beachten.

### **Allgemeine Angaben zur geforderten Grundtragfähigkeit für das Planum unterhalb von Verkehrsflächen nach RStO 12**

**Für OK Planum gilt für die Grundtragfähigkeit ein Vorgabewert für den  $E_{v2}$ -Modul von  $\geq 45,0 \text{ MN/m}^2$ .**

Die Einhaltung dieser Mindestforderung ist grundsätzlich notwendig, um den nachfolgend noch aufzubringenden RStO 12-konformen Verkehrsflächenaufbau gegen Sekundärschäden zu sichern. Der Nachweis für eine ausreichende Grundtragfähigkeit ist mittels Statischer Plattendruckversuche nach DIN 18134 - gegebenenfalls in Kombination mit Dynamischen Plattendruckversuchen nach TP BF-StB Teil B 8.3 - zu führen.

Die geforderte Grundtragfähigkeit für das Planum wird bei Verwendung von geeigneten, ausreichend verdichteten (rolligen oder bindemittelkonditionierten) Einbaulagen – im Bereich der Hauptverfüllzone von Leitungsgräben – in der Regel erreicht.

Außerhalb von Leitungsgräben wird – zum Erreichen der Grundtragfähigkeit – unter Umständen der Einbau einer Stabilisierungsschicht (als STS oder „mächtiger ausgelegter“ FSS) oder eine Planumsverbesserung mithilfe einer Konditionierung durch hydraulische Bindemittel erforderlich.

Bei nachweislicher Gewährleistung der Grundtragfähigkeit des Gesamtplanums, kann auf den Unterbau einer Stabilisierungsschicht bzw. auf eine Planumsverbesserung durch Bodenkonditionierung verzichtet werden. Eine ausreichende Grundtragfähigkeit liegt in der Regel - wie oben erläutert - z. B. im Bereich von qualifiziert verfüllten und verdichteten Leitungsgräben, aber auch bei felsigem oder kiesig-kompaktem Untergrund vor.

### **Örtlich vorliegende Grundtragfähigkeit und Frostempfindlichkeitseinstufung für das Planum**

**Das örtliche Planum im Bereich der projektierten Verkehrsflächen wird aus bindigen, natürlichen Bodenmaterialien der Frostempfindlichkeitsklasse F3 gebildet. <sup>1</sup>**

Die geforderte Grundtragfähigkeit wird erfahrungsgemäß – insbesondere bei schlechten Witterungsbedingungen zur Bauzeit – nicht erreicht.

Somit müssen die Standsicherheitsdefizite des Planums durch den Unterbau einer Stabilisierungsschicht oder hydraulische Bodenstabilisierungsmaßnahmen ausgeglichen werden.

**Im vorliegenden Fall wird der Unterbau einer Stabilisierungsschicht in einer Schichtmächtigkeit von (vorab geschätzt) 30cm als Bodenaustausch gegen das anstehende Planum empfohlen.**

---

<sup>1</sup> Bei Verwendung von geeignetem (rolligem oder bindemittelkonditioniertem) Einbaumaterial im Bereich von Leitungsgräben kann auf OK Hauptverfüllzone abweichend die Frostempfindlichkeitsklasse F1-F2 angesetzt werden.

Geeignet ist ein Mineralschotter der Körnung 0/32 - 0/45.

Alternativ ist eine Bindemittelkonditionierung durch Einfräsen geeigneter hydraulischer Mischbinder bis in eine Planumtiefe von 30cm vorzunehmen.

Auf die Notwendigkeit - gemäß Kapitel 12 - Prüffelder anzulegen und Verdichtungskontrollen auszuführen wird ausdrücklich verwiesen.

**Die gemäß RStO 12 (vorläufig) notwendige Mindestdicke für den frostsicheren Oberbau von Verkehrsflächen ist in der Folgetabelle erfasst:**

**Tabelle 10** Verkehrsflächenbau, Ausgangswerte für die Gesamtstärke des frostsicheren Oberbaus nach RStO 12

| Art der Verkehrsfläche<br>und<br>Straßenbelastungsklasse | F2<br>Frostempfindlichkeitsklasse<br>ZTV E-StB 17 | F3<br>Frostempfindlichkeitsklasse<br>ZTV E-StB 17 |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Rad- und Gehweg                                          | 30cm                                              | 30cm                                              |
| Wohnweg / Wohnstraße<br>Bk0,3                            | 40cm                                              | 50cm                                              |
| Wohnstraße<br>Bk1,0                                      | 50cm                                              | 60cm                                              |

**Abkürzungen:** -

Mögliche Mehr- oder Minderdicken für den Oberbau gemäß RStO 12 - aufgrund von kleinräumigen Klimaunterschieden, unterschiedlichen Wasserverhältnissen und innerörtlicher / außerörtlicher Lage etc. - sind planungsseitig zu definieren.

**In Abstimmung mit der RStO 12 gelten für den vereinfachten Fall des Baus einer Asphalttragschicht auf einer Frostschutzschicht folgende Verdichtungsvorgaben:**

**Tabelle 11** Mindestanforderung an den zu erreichenden Verformungsmodul  $Ev_2$  nach RStO 12, Bauweisen mit Asphaltdecke auf FSS für Fahrbahnen nach Tafel 1, Zeile 1 / Bauweisen für Rad- und Gehwege auf FSS nach Tafel 6, Zeile 1

| Art der Verkehrsfläche und / oder Straßenbelastungsklasse | Mindestanforderung für den zu erreichenden $Ev_2$ -Wert auf OK FSS [MN/m <sup>2</sup> ] | Mindestanforderung an den zu erreichenden Verhältniswert $Ev_2 / Ev_1$ auf OK FSS |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Rad- und Gehweg                                           | 80                                                                                      | $\leq 2,5$                                                                        |
| Wohnweg / Wohnstraße Bk0,3                                | 100                                                                                     | $\leq 2,3$                                                                        |
| Wohnstraße Bk1,0                                          | 120                                                                                     | $\leq 2,3$                                                                        |

**Abkürzungen:** -

Der Nachweis der Mindestanforderung an den zu erreichenden  $Ev_2$ -Modul ist mittels Statischer Plattendruckversuche nach DIN 18134 zu erbringen.

Insofern für die zu erstellenden Verkehrsflächen eine Bauweise gewählt wird, welche von der oben beschriebenen Bauart nach RStO 12, Tafel 1, Zeile 1 - Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht - abweicht (z. B. Beton- oder Pflasterbauweise, Ausbildung einer HGT), ist die Mindestanforderung an den zu erreichenden  $Ev_2$ -Wert in Abstimmung mit der RStO 12 neu zu bewerten.

## 10 VERSICKERUNGSVERSUCHE

**Die im Gelände ausgeführten Versickerungsversuche ergaben für die örtlichen, natürlichen Deckschichten die in nachfolgender Tabelle zusammengefassten, vertikalen hydraulischen Durchlässigkeiten ( $k_f$ -Werte):**

**Tabelle 12** Ergebnisse der Versickerungsversuche (Auffüllversuche nach Kollbrunner-Maag\*)

| Position | Tiefe<br>UK Verrohrung<br>[m u. GOK] | Bodenart<br>im Bereich<br>UK Verrohrung | Ermittelter $k_f$ -Wert<br>für die geprüfte Bodenart<br>[m/s] | Durchlässigkeitsbereich<br>nach DIN 18130<br>Teil 1 |
|----------|--------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| PIV A    | 2,5                                  | Ton                                     | $1,3 \times 10^{-8}$                                          | sehr schwach durchlässig                            |
| PIV B    | 3,0                                  | Ton                                     | $5,8 \cdot 10^{-9}$                                           | sehr schwach durchlässig                            |
| PIV C    | 3,0                                  | Ton                                     | $8,7 \times 10^{-9}$                                          | sehr schwach durchlässig                            |

**Abkürzungen:** PIV = Penetration-Infiltration-Test,  $k_f$ -Wert = hydraulischer Durchlässigkeitsbeiwert bzw. -koeffizient

\* = Bei Auffüllversuchen nach Kollbrunner-Maag wird das Absinken eines durch Wasserzugabe in einem Pegelrohr künstlich aufgehöhten Wasserspiegels in der Zeit gemessen. Aufgrund versuchstechnischer Unsicherheiten - z. B. hinsichtlich der Anisotropie der geprüften Versickerungsschicht etc. - sind die ermittelten  $k_f$ -Werte nur als „Näherungswerte“ zu verstehen.

**Auf Grundlage der Ergebnisse der hydraulischen Versickerungsversuche, gilt für die geprüften, überwiegend bindigen Böden im Mittel ein  $k_f$ -Wert von:**

- $10^{-8} - 10^{-9} \text{ m/s}$

**Eine hydraulische Versickerung von Niederschlagswässern über geeignete technische Anlagen - wie z. B. Mulden oder Rigolen - wird somit nach Maßgabe der DWA-A 138 insgesamt als „nicht sinnvoll“ eingeschätzt.**

Die Ergebnisse der ausgeführten Versickerungstests gehen aus **Anlage 4** hervor.

## 11 KURZZUSAMMENFASSUNG

**Im Hinblick auf die vorliegende Abfalldeklaration und den anstehenden Leitungs- / Verkehrsflächenbau sind die folgenden, wesentlichen Untersuchungsergebnisse zu beachten:**

**Tabelle 13** Kurzzusammenfassung - Bauvorhaben / Abfalldeklaration / Leitungsbau / Verkehrsflächenbau / Versickerungsfähigkeit

|                               | Kurzzusammenfassung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bauvorhaben</b>            | <b>Kurzerläuterung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Baugebietserschließung (rund 4,7ha)</li> <li>- Leitungsverlegung bis rund 4,00m u. GOK</li> <li>- Herstellung einer Baustraße</li> <li>- Straßenbelastungsklasse vorab mit Bk0,3-1,0 angenommen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Abfalldeklaration</b>      | <b>MP Boden 1-5: BM-F3</b><br><b>MP Boden 6-9: BM-F3</b><br><b>Detailangaben zur Abfalldeklaration in Kapitel 6 beachten!</b><br>Die vorliegende abfalltechnische Einstufung bedarf in Einzelfällen (aufgrund größerer Aushubmengen und dem Ausführungsdatum der vorliegenden Analytik) zusätzlicher analytischer Nachuntersuchungen. Gegebenenfalls werden abfalltechnische Analysen von den annehmenden Stellen nicht anerkannt, wenn das Erstelldatum mehr als 6 Monate zurückliegt.                                                                                                 |
| <b>Leitungsbau</b>            | <b>Bodenklassen für den anstehenden Bodenaushub:</b> vorwiegend 4-5<br><b>Baugrubenverbau:</b> mobile Stützelemente und gegebenenfalls örtlich Kanaldielen<br><b>Wasserhaltung:</b> Baudrainagen und Pumpensümpfe<br><b>Leitungsgrabenverfüllung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- örtliche, bindige / gemischtkörnige Böden (nach qualifizierter Bindemittelkonditionierung) und Mineralschotter sind zur Wiederverfüllung geeignet</li> <li>- unterhalb der Rohrbettung ist eine Stabilisierungsschicht in einer Schichtmächtigkeit vom 0,2-0,3m notwendig</li> </ul>     |
| <b>Verkehrsflächenbau</b>     | <b>Planum:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Frostempfindlichkeitsklasse F3</li> <li>- Grundtragfähigkeit nicht gewährleistet</li> <li>- eine zusätzliche Stabilisierungsschicht der Schichtdicke von 20-30cm oder eine Bindemittelkonditionierung des Planums (bis in eine Tiefe von 30cm) ist vorzusehen</li> </ul> <b>Leitungsgrabenverfüllung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Frostempfindlichkeitsklasse F1-F2</li> <li>- Grundtragfähigkeit bei geeignetem Material und Verdichtung gewährleistet</li> </ul> die Anlage von Prüffeldern ist erforderlich |
| <b>Versickerungsfähigkeit</b> | gemäß DWA-A 138 nicht sinnvoll                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

**Abkürzungen:** -

In vorstehender Tabelle werden die wesentlichen Eckdaten der ermittelten Untersuchungsergebnisse beschrieben, zur detaillierten Planung sind zwingend zusätzlich die vorstehenden Kapitel zu beachten.

## 12 QUALITÄTSSICHERUNG FÜR DEN ERDBAU

**Im Zuge der Qualitätssicherung für den Erdbau ist sicherzustellen, dass die im Bauvertrag aufgestellten Forderungen an die Güte des einzubauenden Materials (geeignete Kornabstufung, Frostsicherheit, umwelttechnische Unbedenklichkeit) und an die notwendige Verdichtung von Einbaumaterialien / des Planums vom ausführenden Tiefbauunternehmen vertragskonform erbracht werden.**

Ziel ist insbesondere die Vermeidung von Langzeitschäden im Bereich des Verkehrsflächenoberbaus, welche vor allem durch Sekundärsetzungen entstehen können. Weiterhin können - durch baubegleitende Prüfversuche sowie durch die Anlage von Prüffeldern vor Baubeginn - die tatsächlich notwendigen Oberbaustärken kostensparend verringert / optimiert und an die baugrundseitigen Randbedingungen angepasst werden.

**Neben der zwingend notwendigen Eigenkontrolle durch das ausführende Tiefbauunternehmen gemäß ZTV E-StB 17, wird zusätzlich eine Fremdüberwachung durch einen unabhängigen Bodengutachter angeraten.**

### Baubegleitend werden folgende Prüfversuche empfohlen:

#### Leitungsgräben (Kanäle / Wasserleitungen / sonstige Medienleitungen)

Insofern in Leitungsgräben jeglicher Art Recyclingbaustoffe / nicht natürliche Fremdmaterialien eingebaut werden, ist die geotechnische Eignung (Kornverteilung, Materialfestigkeit) sowie die umwelttechnische Unbedenklichkeit (Analytik gemäß LAGA-Vorschrift) vorab zu belegen.

Wird hydraulisch konditioniertes, bindiges Bodenmaterial eingebaut, ist im Vorfeld die bodenmechanische Materialeignung für die Konditionierung und die Bindemittelzuschlagsmenge / Bindemittelart sowie die Art des Mischverfahrens festzulegen.

Zur Prüfung der beim Einbau erreichten Verdichtungsleistung eignen sich Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22476-2, Dynamische Plattendruckversuche nach TP BF-StB Teil B 8.3, Statische Plattendruckversuche nach DIN 18134 sowie bei bindigen Böden Bestimmungen der Dichte nach DIN 18125 in Kombination mit Proctorversuchen nach DIN 18127.

#### Verkehrsflächen (Straßen / Geh-, Rad- und Wirtschaftswege / Kfz-Stellflächen etc.)

In Anlehnung an die Vorgaben der RStO 12 zur sicheren Gewährleistung der Grundtragfähigkeit auf OK Planum (= OK Untergrund oder Unterbau), ist ein  $Ev_2$ -Wert von  $\geq 45 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen. Ist die geforderte Grundtragfähigkeit nicht gewährleistet, kann im Bedarfsfall der Einbau einer Tragschicht ohne Bindemittel (ToB) als Schottertragschicht (STS) oder Frostschutzschicht (FSS) notwendig werden. Alternativ ist der Zwischeneinbau einer hydraulisch gebundenen Tragschicht (HGT) bzw. eine qualifizierte Bodenverbesserung des Planums durch Einfräsen von hydraulischen Bindemitteln, wie z. B. Kalkzement, vorzunehmen.

Abschließend ist auf dem Höhenniveau OK ungebundener Oberbau (= OK FSS) der nach RStO 12 - in Abhängigkeit von der planungsseitig angesetzten Straßenbelastungsklasse (Bk) – zwingend vorgeschriebene  $Ev_2$ -Wert zu belegen (in der Regel liegt diese  $Ev_2$ -Forderung zwischen  $80\text{--}120 \text{ MN/m}^2$ ).

Zur Prüfung der beim Einbau erreichten Verdichtungsleistung eignen sich in einfachen Fällen Dynamische Plattendruckversuche nach TP BF-StB Teil B 8.3 und Statische Plattendruckversuche nach DIN 18134. Die Notwendigkeit der Ausführung von anzulegenden Prüffeldern sollte in der Tiefbauausschreibung entsprechend formuliert werden. Weiterhin ist eine ZTV E-StB-konforme Prüfversuchsanzahl anzusetzen.

### 13 SCHLUSSBEMERKUNGEN

---

Generell wird darauf hingewiesen, dass nur punktuell Bodenaufschlüsse vorliegen und die Bodenbeschaffenheit zwischen den vorhandenen Aufschlusslokalitäten im Hinblick auf Schichtausbildung und Schichtmächtigkeit different ausgebildet sein kann. Weiterhin können temporär abweichende Wasserverhältnisse in Ansatz stehen. Im Zuge der projektierten Erdbauarbeiten ist daher seitens der Bauleitung und Bauausführung sorgfältig zu überprüfen, ob die angetroffenen Untergrund- und Wasserverhältnisse mit den Angaben im vorliegenden Bericht übereinstimmen. Sollten während der Bauausführung abweichende Boden- oder Wasserverhältnisse angetroffen werden oder werden Bodenmaterialien mit sensorischen Auffälligkeiten vorgefunden, ist umgehend ein Bodengutachter zur weiteren Beratung hinzuzuziehen.

Der vorliegende Bericht basiert ausschließlich auf dem uns mitgeteilten Planungs- und Kenntnisstand zum Zeitpunkt der Gutachtenfertigstellung. Nachträgliche Planungs- und Ausführungsänderungen, welche für den Erdbau und die Gründungsarbeiten Relevanz besitzen, sind uns zwingend mitzuteilen und bedürfen unserer ausdrücklichen schriftlichen Zustimmung.

Während der Bauausführung ist in Anlehnung an die in der ZTV E-Stb 17 formulierten Angaben – ergänzend zur notwendigen bodenmechanischen Eigenkontrolle der ausführenden Baufirma - eine bodenmechanische Fremdüberwachung durch einen unabhängigen Bodengutachter sicherzustellen. Diese Vorgabe gilt insbesondere im Hinblick auf eine rechtzeitige und baubegleitende Überprüfung der erzielten Verdichtungsleistungen beim Einbau von Verfüllmaterialien in Rohr- und Leitungsgräben. Zur Kostenoptimierung empfehlen wir weiterhin, vor Baubeginn frühzeitig kleindimensionierte Prüffelder mit dem vorgesehenen ungebundenen Straßenoberbau und (falls notwendig) Unterbau anzulegen, um Anpassungen zu Schichtmächtigkeiten vornehmen zu können.

Insofern durch die projektierte Baumaßnahme angrenzende bauliche Anlagen betroffen sind, ist im Vorfeld der Baurealisierung eine fotodokumentarische Bestandsaufnahme des baulichen Istzustandes auszuführen. Weiterhin wird eine baubegleitende Überwachung der entstehenden Erschütterungen empfohlen.

Die freigelegten Gründungssohlen sind durch SL-Geotechnik abzunehmen und für die weitere Bauausführung freizugeben. Um eine rechtzeitige Terminvereinbarung wird gebeten.

Der vorliegende Bericht ist allen Planungs- und Ausführungsbeteiligten vollständig und frühzeitig vor Baubeginn zur Verfügung zu stellen. Der Bericht ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich. Eine Weitergabe an Dritte bedarf unserer ausdrücklichen schriftlichen Genehmigung. Gegenüber Dritten besteht Haftungsausschluss.

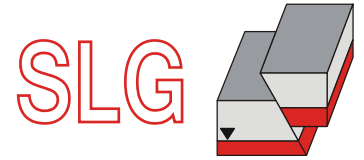
**SL-Geotechnik GmbH**

**Bearbeiter**

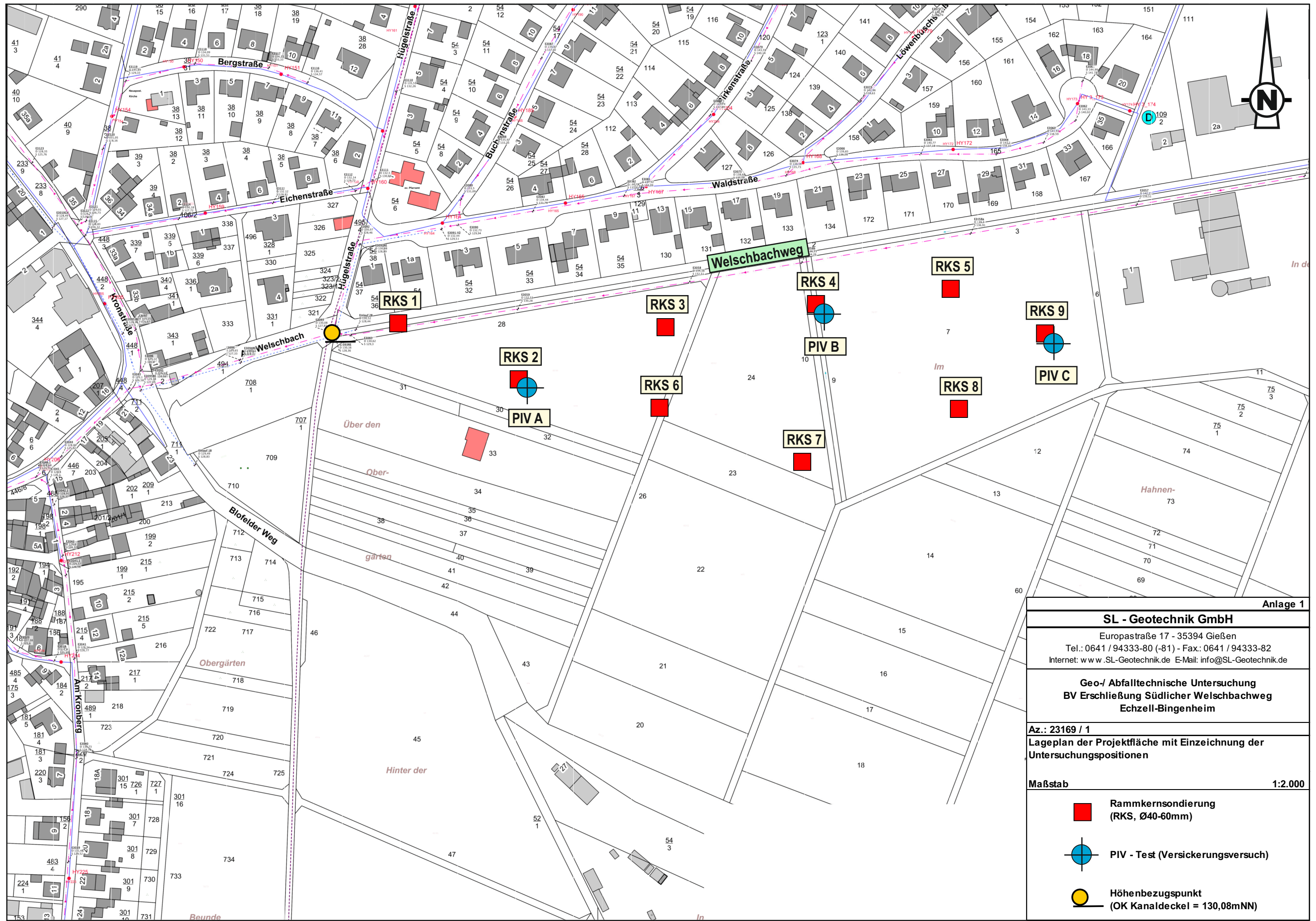
**Thorsten Hubeler  
M.Sc.**



**Ralph Schmidt  
Dipl. Geol.**



## ANLAGE 1



Anlage 1

SL - Geotechnik GmbH

Europastraße 17 - 35394 Gießen  
Tel.: 0641 / 94333-80 (-81) - Fax: 0641 / 94333-82  
Internet: [www.SL-Geotechnik.de](http://www.SL-Geotechnik.de) E-Mail: [info@SL-Geotechnik.de](mailto:info@SL-Geotechnik.de)

Geo- / Abfalltechnische Untersuchung

BV Erschließung Südlicher Welschbachweg

Echzell-Bingenheim

Az.: 23169 / 1

Lageplan der Projektfläche mit Einzeichnung der Untersuchungspositionen

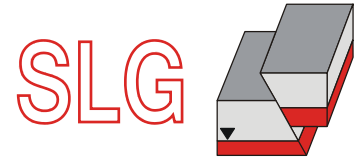
Maßstab

1:2.000

 Rammkernsondierung  
(RKS, Ø40-60mm)

 PIV - Test (Versickerungsversuch)

 Höhenbezugspunkt  
(OK Kanaldeckel = 130,08mNN)



## ANLAGE 2

# Legende



A = Auffüllung



fs = feinsandig



g = kiesig



Löl= Lößlehm



Ob= Oberboden



S = Sand  
s = sandig



U = Schluff  
u = schluffig



T = Ton  
t = tonig



L = Verwitterungslehm

| Proben                                                                                                                                                                                                        | Wasserstände                                                                                            | Beschaffenheit nach DIN 4023                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  _____ Sonderprobe<br> _____ Gestörte Probe | SW  _____ Sickerwasser | <div> <div>  weich           </div> <div>  steif           </div> </div> <div> <div>  halbfest           </div> <div>  fest           </div> </div> |  |

Anlage: 2.1

**SL-GEOTECHNIK GmbH**  
Umwelt & Baugrund Consult

Europastraße 17 - 35394 Gießen  
Tel. 0641/9433380(-81) - Fax. 0641/9433382  
info@SL-Geotechnik.de - www.SL-Geotechnik.de

## Legende

### Geo-/ Abfalltechnische Untersuchung

**Projekt :** BV Erschließung Südlicher Welschbachweg

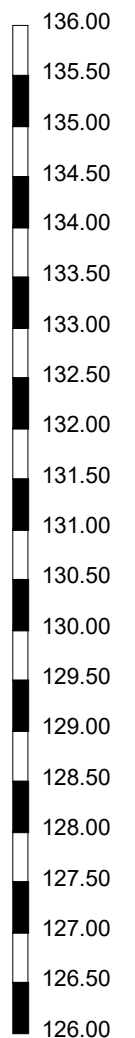
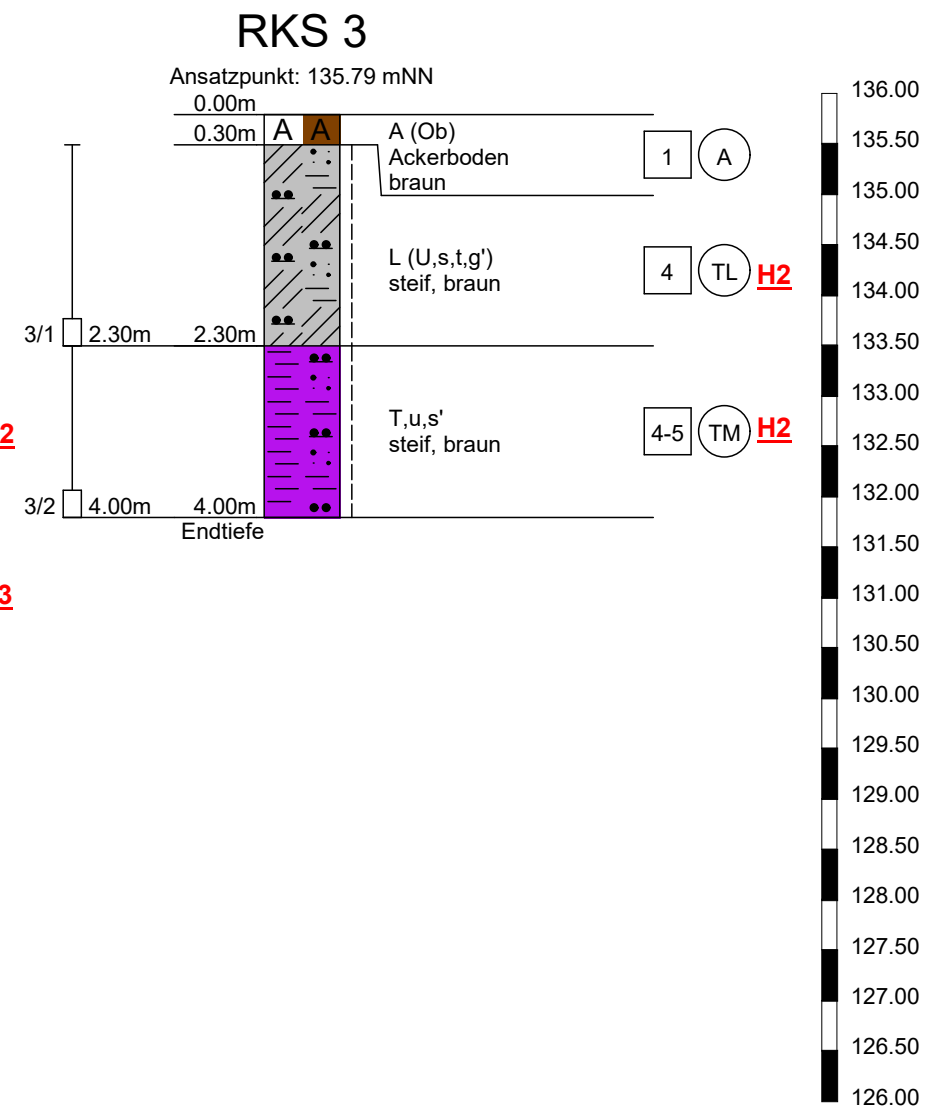
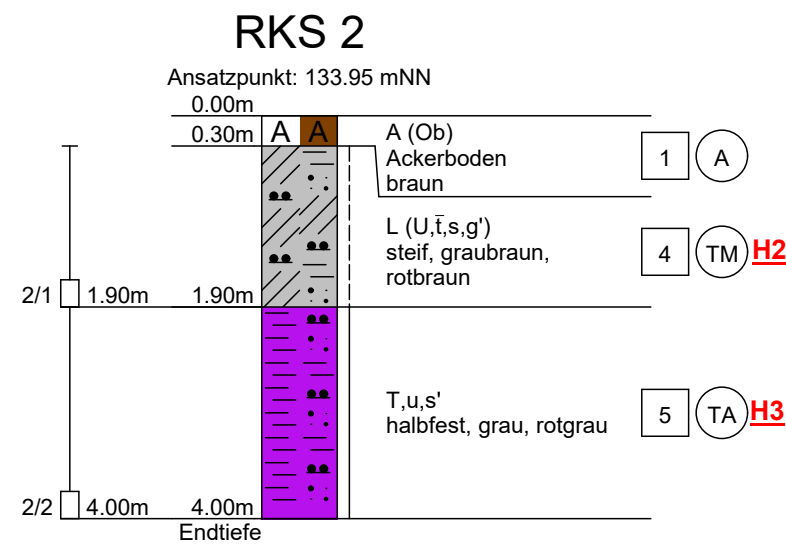
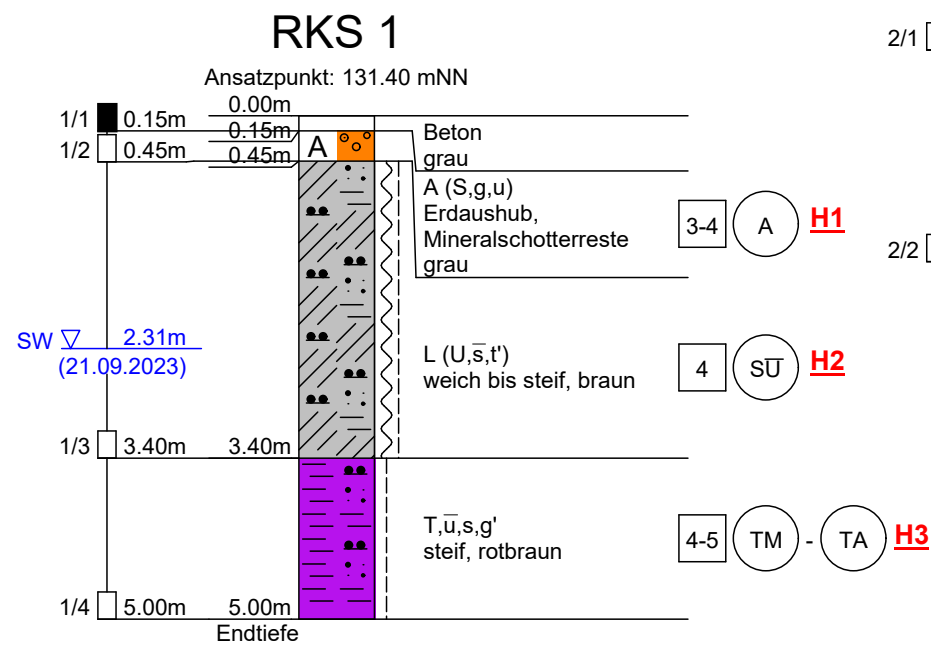
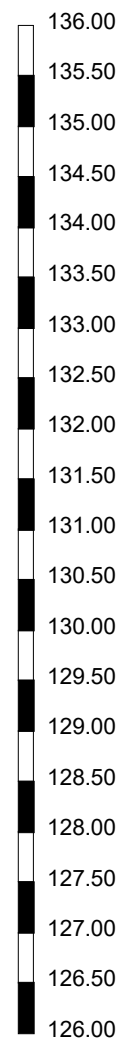
**Standort :** Echzell-Bingenheim

**Projekt-Nr.:** 23169 / 1

**Gez. :** TH

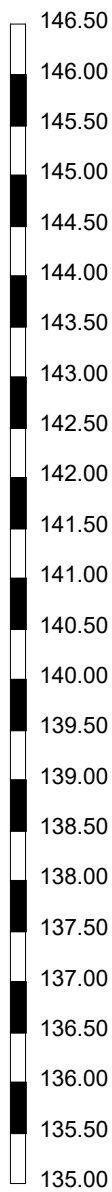
**Maßstab :** -

**Datum :** 19.10.2023

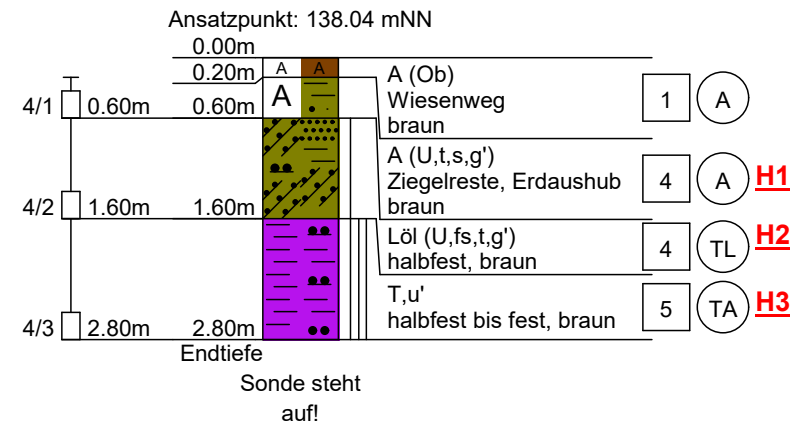


**SL-GEOTECHNIK GmbH**  
Umwelt & Baugrund Consult  
Europastraße 17 - 35394 Gießen  
Tel. 0641-9433380 (-81) - Fax. 0641-9433382  
www.SL-Geotechnik.de - Info@SL-Geotechnik.de

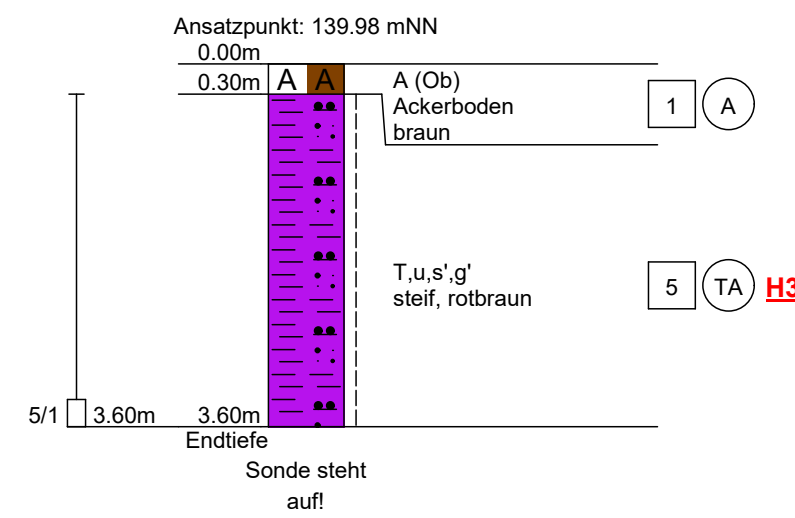
| Profilschnitt 1                     |                                         |        |            |
|-------------------------------------|-----------------------------------------|--------|------------|
| Geo-/ Abfalltechnische Untersuchung |                                         |        |            |
| Projekt :                           | BV Erschließung Südlicher Welschbachweg |        |            |
| Standort:                           | Echzell-Bingenheim                      |        |            |
| Projekt-Nr. :                       | 23169 / 1                               | Gez.:  | TH         |
| Maßstab:                            | 1:75                                    | Datum: | 19.10.2023 |



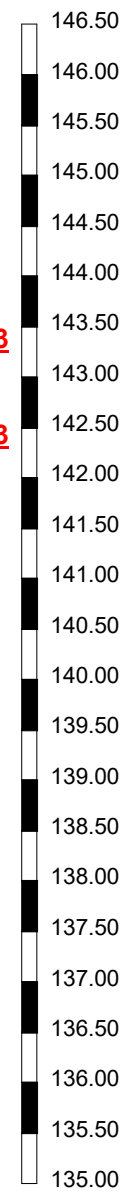
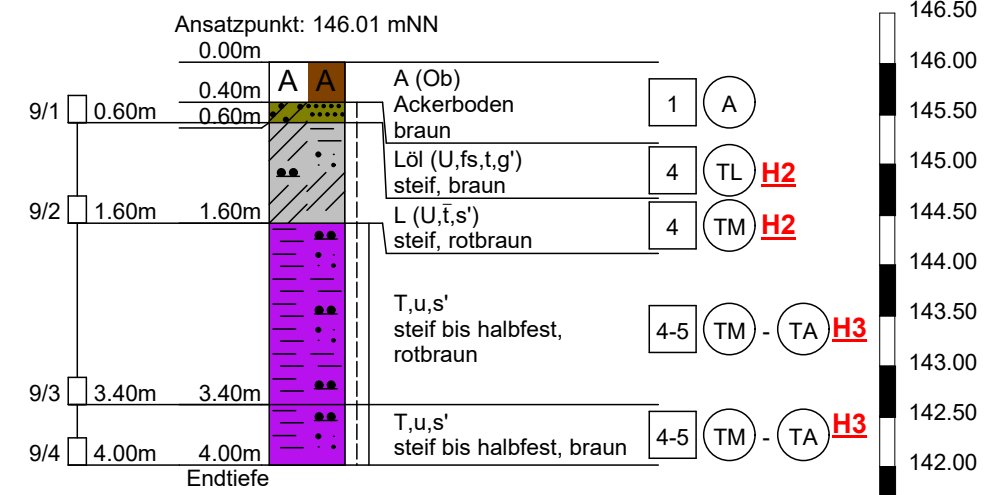
### RKS 4



### RKS 5



### RKS 9



SL-GEOTECHNIK GmbH

Umwelt & Baugrund Consult

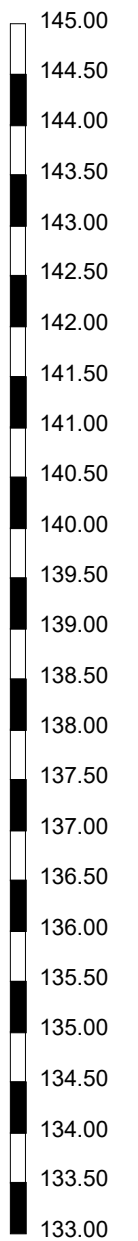
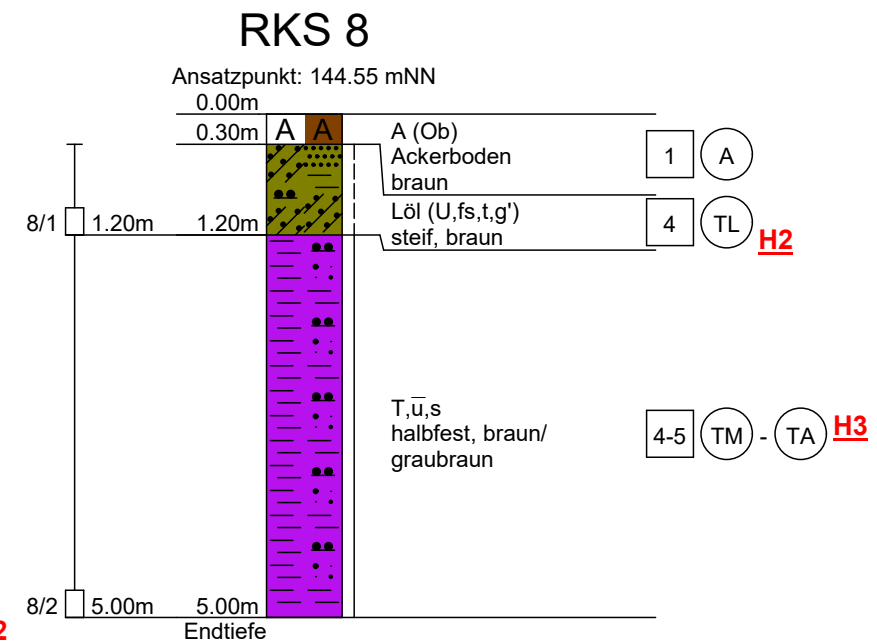
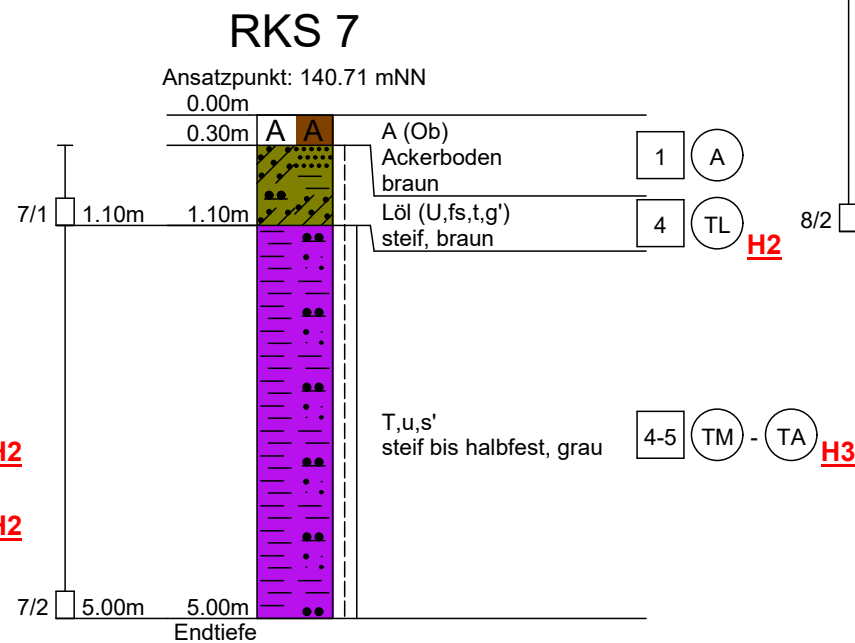
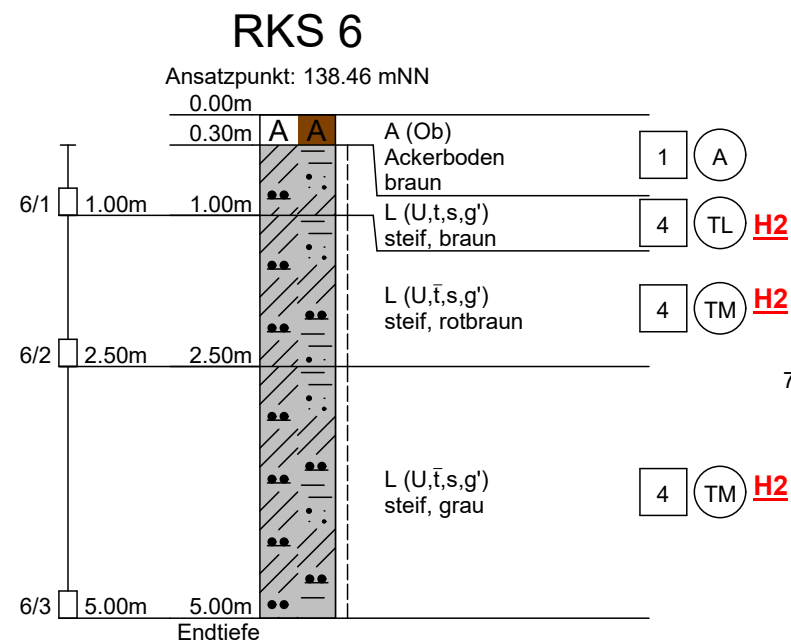
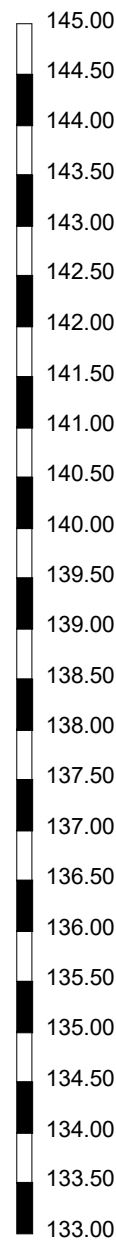
Europastraße 17 - 35394 Gießen

Tel. 0641-9433380 (-81) - Fax. 0641-9433382

www.SL-Geotechnik.de - Info@SL-Geotechnik.de

| Profilschnitt 2                     |                                         |        |            |
|-------------------------------------|-----------------------------------------|--------|------------|
| Geo-/ Abfalltechnische Untersuchung |                                         |        |            |
| Projekt :                           | BV Erschließung Südlicher Welschbachweg |        |            |
| Standort:                           | Echzell-Bingenheim                      |        |            |
| Projekt-Nr. :                       | 23169 / 1                               | Gez.:  | TH         |
| Maßstab:                            | 1:75                                    | Datum: | 19.10.2023 |

Anlage: 2.3



**SL-GEOTECHNIK GmbH**

**Umwelt & Baugrund Consult**

Europastraße 17 - 35394 Gießen

Tel. 0641-9433380 (-81) - Fax. 0641-9433382

www.SL-Geotechnik.de - Info@SL-Geotechnik.de

Anlage: 2.4

### Profilschnitt 3

**Geo-/ Abfalltechnische Untersuchung**

**Projekt :** BV Erschließung Südlicher Welschbachweg

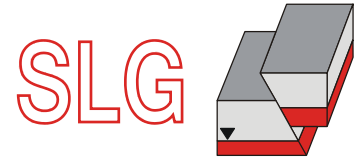
**Standort:** Echzell-Bingenheim

**Projekt-Nr. :** 23169 / 1

**Gez.:** TH

**Maßstab:** 1:75

**Datum:** 19.10.2023



## ANLAGE 3

**AGROLAB Agrar&Umwelt** Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel

SL-Geotechnik Umwelt & Baugrund Consulting GmbH  
Europastr.17  
35394 Gießen

Datum 06.10.2023  
Kundennr. 27018479

## PRÜFBERICHT

*Diese Version ersetzt die vorherige Prüfberichtsversion des Auftrags 2307591, die hiermit ihre Gültigkeit verliert. Die ggf. hinter dem Schrägstrich der Analysennummer(n) berichtete Zahl kennzeichnet die von der Änderung betroffene(n) Probe(n).*

Prüfberichtsversion **2**  
Auftrag **2307591**

Sehr geehrte Damen und Herren,

**Änderungen zur Vorgängerversion**  
**Änderungen zur Vorgängerversion auf Auftragsebene**  
Änderung Probenbezeichnung : .

Mit freundlichen Grüßen



**AGROLAB Agrar&Umwelt Frau Larissa Gorski, Tel. 0431/22138-581**  
**Service Team Umwelt 1, Email: umwelt1.kiel@agrolab.de**

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

**AGROLAB Agrar&Umwelt** Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel

SL-Geotechnik Umwelt & Baugrund Consulting GmbH  
Europastr.17  
35394 Gießen

Datum 06.10.2023  
Kundennr. 27018479

## PRÜFBERICHT

*Diese Version ersetzt die vorherige Prüfberichtsversion des Auftrags 2307591, die hiermit ihre Gültigkeit verliert. Die ggf. hinter dem Schrägstrich der Analysennummer(n) berichtete Zahl kennzeichnet die von der Änderung betroffene(n) Probe(n).*

Prüfberichtsversion **2**  
Auftrag **2307591** Projekt: 23169/1  
Analysennr. **200683** Mineralisch/Anorganisches Material  
Probeneingang **27.09.2023**  
Probenahme **20.09.2023**  
Probenehmer **Auftraggeber**  
Kunden-Probenbezeichnung **MP Boden 1-5**

Einheit Ergebnis BM/BG-0\* BM/BG-F0\* BM/BG-F1 BM/BG-F2 Best.-Gr.

### Feststoff

|                                 |       |   |              |     |     |     |       |
|---------------------------------|-------|---|--------------|-----|-----|-----|-------|
| Analyse in der Gesamtfraction   |       |   |              |     |     |     |       |
| Masse Laborprobe                | kg    | ° | 1,20         |     |     |     | 0,02  |
| Trockensubstanz                 | %     | ° | 79,5         |     |     |     | 0,1   |
| Wassergehalt                    | %     | ° | 20,5         |     |     |     |       |
| Kohlenstoff(C) organisch (TOC)  | %     |   | 0,17         | 1   | 5   | 5   | 0,1   |
| EOX                             | mg/kg |   | <0,30        | 1   | 3   | 3   | 0,3   |
| Königswasseraufschluß           |       |   |              |     |     |     |       |
| Arsen (As)                      | mg/kg |   | 7,56         | 20  | 40  | 40  | 1     |
| Blei (Pb)                       | mg/kg |   | 12,4         | 140 | 140 | 140 | 5     |
| Cadmium (Cd)                    | mg/kg |   | 0,08         | 1   | 2   | 2   | 0,06  |
| Chrom (Cr)                      | mg/kg |   | 368          | 120 | 120 | 120 | 1     |
| Kupfer (Cu)                     | mg/kg |   | 45,2         | 80  | 80  | 80  | 2     |
| Nickel (Ni)                     | mg/kg |   | 188          | 100 | 100 | 100 | 2     |
| Quecksilber (Hg)                | mg/kg |   | 0,097        | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,066 |
| Thallium (Tl)                   | mg/kg |   | 0,1          | 1   | 2   | 2   | 0,1   |
| Zink (Zn)                       | mg/kg |   | 113          | 300 | 300 | 300 | 6     |
| Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) | mg/kg |   | <50          | 300 | 300 | 300 | 50    |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC) | mg/kg |   | <50          | 600 | 600 | 600 | 50    |
| Naphthalin                      | mg/kg |   | <0,010 (NWG) |     |     |     | 0,05  |
| Acenaphthylen                   | mg/kg |   | <0,010 (NWG) |     |     |     | 0,05  |
| Acenaphthen                     | mg/kg |   | <0,010 (NWG) |     |     |     | 0,05  |
| Fluoren                         | mg/kg |   | <0,010 (NWG) |     |     |     | 0,05  |
| Phenanthren                     | mg/kg |   | <0,010 (NWG) |     |     |     | 0,05  |
| Anthracen                       | mg/kg |   | <0,010 (NWG) |     |     |     | 0,05  |
| Fluoranthren                    | mg/kg |   | <0,050 (+)   |     |     |     | 0,05  |
| Pyren                           | mg/kg |   | <0,050 (+)   |     |     |     | 0,05  |
| Benzo(a)anthracen               | mg/kg |   | <0,010 (NWG) |     |     |     | 0,05  |
| Chrysen                         | mg/kg |   | <0,010 (NWG) |     |     |     | 0,05  |
| Benzo(b)fluoranthren            | mg/kg |   | <0,010 (NWG) |     |     |     | 0,05  |
| Benzo(k)fluoranthren            | mg/kg |   | <0,010 (NWG) |     |     |     | 0,05  |
| Benzo(a)pyren                   | mg/kg |   | <0,010 (NWG) |     |     |     | 0,05  |
| Dibenzo(ah)anthracen            | mg/kg |   | <0,010 (NWG) |     |     |     | 0,05  |

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

Datum 06.10.2023  
Kundennr. 27018479

## PRÜFBERICHT

Prüfberichtsversion **2**  
Auftrag **2307591** Projekt: 23169/1  
Analysennr. **200683** Mineralisch/Anorganisches Material  
Kunden-Probenbezeichnung **MP Boden 1-5**

Einheit Ergebnis BM/BG-0\* BM/BG-F0\* BM/BG-F1 BM/BG-F2 Best.-Gr.

|                                    |       |                   |     |      |      |      |       |
|------------------------------------|-------|-------------------|-----|------|------|------|-------|
| Benzo(ghi)perylene                 | mg/kg | <0,010 (NWG)      |     |      |      |      | 0,05  |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren              | mg/kg | <0,010 (NWG)      |     |      |      |      | 0,05  |
| PAK EPA Summe gem. Ersatzbaustoffv | mg/kg | <1,0 #5)          | 6   | 6    | 6    | 9    | 1     |
| PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021   | mg/kg | <1,0 x)           | 6   | 6    | 6    | 9    | 1     |
| PCB (28)                           | mg/kg | <0,0010 (NWG)     |     |      |      |      | 0,005 |
| PCB (52)                           | mg/kg | <0,0010 (NWG)     |     |      |      |      | 0,005 |
| PCB (101)                          | mg/kg | <0,0050 (+)       |     |      |      |      | 0,005 |
| PCB (138)                          | mg/kg | <0,0030 (NWG) mo) |     |      |      |      | 0,015 |
| PCB (118)                          | mg/kg | <0,0010 (NWG)     |     |      |      |      | 0,005 |
| PCB (153)                          | mg/kg | <0,0050 (+)       |     |      |      |      | 0,005 |
| PCB (180)                          | mg/kg | <0,0050 (+)       |     |      |      |      | 0,005 |
| PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021     | mg/kg | <0,010 x)         | 0,1 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,01  |
| PCB 7 Summe gem. Ersatzbaustoffv   | mg/kg | <0,010 #5)        | 0,1 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,01  |

## Eluat

|                                     |       |   |               |         |         |         |      |
|-------------------------------------|-------|---|---------------|---------|---------|---------|------|
| Eluatanalyse in der Fraktion <32 mm |       |   |               |         |         |         |      |
| Fraktion < 32 mm                    | %     | ° | 95,1          |         |         |         | 0,1  |
| Fraktion > 32 mm                    | %     | ° | 4,9           |         |         |         | 0,1  |
| Eluat (DIN 19529)                   |       | ° |               |         |         |         |      |
| Trübung nach GF-Filtration          | NTU   |   | 6             |         |         |         | 0,2  |
| Temperatur Eluat                    | °C    |   | 22,8          |         |         |         | 0    |
| pH-Wert                             |       |   | 7,7           | 6,5-9,5 | 6,5-9,5 | 6,5-9,5 | 2    |
| elektrische Leitfähigkeit           | µS/cm |   | 162           | 350     | 500     | 500     | 10   |
| Sulfat (SO4)                        | mg/l  |   | 26            | 250     | 250     | 450     | 5    |
| Arsen (As)                          | µg/l  |   | <1            | 8-13    | 12      | 20      | 85   |
| Blei (Pb)                           | µg/l  |   | <1            | 23-43   | 35      | 90      | 250  |
| Cadmium (Cd)                        | µg/l  |   | <0,3          | 2-4     | 3       | 3       | 10   |
| Chrom (Cr)                          | µg/l  |   | <3            | 10-19   | 15      | 150     | 290  |
| Kupfer (Cu)                         | µg/l  |   | <5            | 20-41   | 30      | 110     | 170  |
| Nickel (Ni)                         | µg/l  |   | <7            | 20-31   | 30      | 30      | 150  |
| Quecksilber (Hg)                    | µg/l  |   | <0,030        | 0,1     |         |         | 0,03 |
| Thallium (Tl)                       | µg/l  |   | <0,05         | 0,2-0,3 |         |         | 0,05 |
| Zink (Zn)                           | µg/l  |   | <30           | 100-210 | 150     | 160     | 840  |
| 1-Methylnaphthalin                  | µg/l  |   | <0,010 (+)    |         |         |         | 0,01 |
| 2-Methylnaphthalin                  | µg/l  |   | <0,010 (+)    |         |         |         | 0,01 |
| Naphthalin                          | µg/l  |   | 0,015         |         |         |         | 0,01 |
| Acenaphthylen                       | µg/l  |   | <0,0030 (NWG) |         |         |         | 0,01 |
| Acenaphthen                         | µg/l  |   | <0,0030 (NWG) |         |         |         | 0,01 |
| Fluoren                             | µg/l  |   | <0,0030 (NWG) |         |         |         | 0,01 |
| Phenanthren                         | µg/l  |   | <0,010 (+)    |         |         |         | 0,01 |
| Anthracen                           | µg/l  |   | <0,0030 (NWG) |         |         |         | 0,01 |
| Fluoranthren                        | µg/l  |   | <0,010 (+)    |         |         |         | 0,01 |
| Pyren                               | µg/l  |   | <0,010 (+)    |         |         |         | 0,01 |
| Benzo(a)anthracen                   | µg/l  |   | <0,0030 (NWG) |         |         |         | 0,01 |
| Chrysen                             | µg/l  |   | <0,0030 (NWG) |         |         |         | 0,01 |
| Benzo(b)fluoranthren                | µg/l  |   | <0,0030 (NWG) |         |         |         | 0,01 |
| Benzo(k)fluoranthren                | µg/l  |   | <0,0030 (NWG) |         |         |         | 0,01 |

Seite 3 von 6



Datum 06.10.2023  
Kundennr. 27018479

### PRÜFBERICHT

Prüfberichtsversion **2**  
Auftrag **2307591** Projekt: 23169/1  
Analysennr. **200683** Mineralisch/Anorganisches Material  
Kunden-Probenbezeichnung **MP Boden 1-5**

Einheit Ergebnis BM/BG-0\* BM/BG-F0\* BM/BG-F1 BM/BG-F2 Best.-Gr.

|                                                   |      |                    |      |      |      |      |  |       |
|---------------------------------------------------|------|--------------------|------|------|------|------|--|-------|
| Benzo(a)pyren                                     | µg/l | <0,0030 (NWG)      |      |      |      |      |  | 0,01  |
| Dibenzo(ah)anthracen                              | µg/l | <0,0030 (NWG)      |      |      |      |      |  | 0,01  |
| Benzo(ghi)perylene                                | µg/l | <0,0030 (NWG)      |      |      |      |      |  | 0,01  |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren                             | µg/l | <0,0030 (NWG)      |      |      |      |      |  | 0,01  |
| PAK 15 Summe gem. ErsatzbaustoffV                 | µg/l | <0,050 #5)         | 0,2  | 0,3  | 1,5  | 3,8  |  | 0,05  |
| PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021                   | µg/l | <0,050 x)          | 0,2  | 0,3  | 1,5  | 3,8  |  | 0,05  |
| Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. ErsatzbaustoffV | µg/l | 0,025 #5)          | 2    |      |      |      |  | 0,01  |
| Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. BBodSchV 2021   | µg/l | 0,015 x)           | 2    |      |      |      |  | 0,01  |
| PCB (28)                                          | µg/l | <0,00030 (NWG)     |      |      |      |      |  | 0,001 |
| PCB (52)                                          | µg/l | <0,00060 (NWG) mo) |      |      |      |      |  | 0,002 |
| PCB (101)                                         | µg/l | <0,0060 (NWG) mb)  |      |      |      |      |  | 0,02  |
| PCB (118)                                         | µg/l | <0,00030 (NWG)     |      |      |      |      |  | 0,001 |
| PCB (138)                                         | µg/l | <0,00030 (NWG)     |      |      |      |      |  | 0,001 |
| PCB (153)                                         | µg/l | <0,00030 (NWG)     |      |      |      |      |  | 0,001 |
| PCB (180)                                         | µg/l | <0,0030 (NWG) mb)  |      |      |      |      |  | 0,01  |
| PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV                  | µg/l | <0,0030 #5)        | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |  | 0,003 |
| PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021                    | µg/l | <0,0030 x)         | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |  | 0,003 |

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

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

mo) Die Messunsicherheit dieses Parameters ist aufgrund von Interferenz(en) erhöht.

mb) Die Nachweis-, bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da der Methodenblindwert erhöht war.

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

Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

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

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

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

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

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

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

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

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

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

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

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

Datum 06.10.2023  
Kundennr. 27018479

## PRÜFBERICHT

Prüfberichtsversion **2**  
Auftrag **2307591** Projekt: 23169/1  
Analysennr. **200683** Mineralisch/Anorganisches Material  
Kunden-Probenbezeichnung **MP Boden 1-5**

Für die Messung nach DIN 38407-2 : 1993-02 wurde das erstelle Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

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

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

Hinweis zum Probenahmedatum: Das Probenahmedatum ist eine Kundeninformation.

Für die Eluaterstellung wurden 250 g Trockenmasse +/- 12,5 g mit 500 ml deionisiertem Wasser versetzt und über einen Zeitraum von 24 h eluiert. Die Fest-/Flüssigphasentrennung erfolgte für mobilisierbare anorganische Stoffe gemäß Zentrifugation/Membranfiltration, für mobilisierbare organische Stoffe gemäß Zentrifugation/Glasfaserfiltration.

Beginn der Prüfungen: 27.09.2023

Ende der Prüfungen: 03.10.2023

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

*L. Gorski*

**AGROLAB Agrar&Umwelt Frau Larissa Gorski, Tel. 0431/22138-581**  
**Service Team Umwelt 1, Email: umwelt1.kiel@agrolab.de**

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

Datum 06.10.2023  
Kundennr. 27018479

## PRÜFBERICHT

Prüfberichtsversion **2**  
Auftrag **2307591** Projekt: 23169/1  
Analysennr. **200683** Mineralisch/Anorganisches Material  
Kunden-Probenbezeichnung **MP Boden 1-5**

### Methodenliste

#### Feststoff

**Berechnung:** Fraktion > 32 mm Wassergehalt

**Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter:** PAK EPA Summe gem. ErsatzbaustoffV PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021  
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021 PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV

**DIN EN ISO 12846 : 2012-08:** Quecksilber (Hg)  
**DIN EN 13657 : 2003-01:** Königswasseraufschluß  
**DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 (Schüttelextr.):** Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC)  
**DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A:** Trockensubstanz  
**DIN EN 15936 : 2012-11:** Kohlenstoff(C) organisch (TOC)  
**DIN EN 16171 : 2017-01:** Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Thallium (Tl) Zink (Zn)  
**DIN EN 17322 : 2021-03 (Extraktionsverfahren 1):** PCB (28) PCB (52) PCB (101) PCB (138) PCB (118) PCB (153) PCB (180)  
**DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A):** Naphthalin Acenaphthylen Acenaphthen Fluoren Phenanthren Anthracen Fluoranthren Pyren  
Benzo(a)anthracen Chrysen Benzo(b)fluoranthren Benzo(k)fluoranthren Benzo(a)pyren  
Dibenzo(ah)anthracen Benzo(ghi)perylene Indeno(1,2,3-cd)pyren  
**DIN 19529 : 2015-12:** Eluatanalyse in der Fraktion <32 mm Eluat (DIN 19529)  
**DIN 19747 : 2009-07:** Analyse in der Gesamtfraktion Masse Laborprobe Fraktion < 32 mm  
**DIN 38414-17 : 2017-01:** EOX

#### Eluat

**Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter:** PAK 15 Summe gem. ErsatzbaustoffV PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021  
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. ErsatzbaustoffV  
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. BBodSchV 2021  
PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021

**DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07:** Sulfat (SO<sub>4</sub>)  
**DIN EN ISO 10523 : 2012-04:** pH-Wert  
**DIN EN ISO 12846 : 2012-08:** Quecksilber (Hg)  
**DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01:** Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Thallium (Tl) Zink (Zn)  
**DIN EN ISO 7027 : 2000-04:** Trübung nach GF-Filtration  
**DIN EN 27888 : 1993-11:** elektrische Leitfähigkeit  
**DIN 38404-4 : 1976-12:** Temperatur Eluat  
**DIN 38407-2 : 1993-02:** PCB (28)  
**DIN 38407-37 : 2013-11:** PCB (52) PCB (101) PCB (118) PCB (138) PCB (153) PCB (180)  
**DIN 38407-39 : 2011-09:** 1-Methylnaphthalin 2-Methylnaphthalin Naphthalin Acenaphthylen Acenaphthen Fluoren Phenanthren Anthracen  
Fluoranthren Pyren Benzo(a)anthracen Chrysen Benzo(b)fluoranthren Benzo(k)fluoranthren Benzo(a)pyren  
Dibenzo(ah)anthracen Benzo(ghi)perylene Indeno(1,2,3-cd)pyren

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

**AGROLAB Agrar&Umwelt** Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel

SL-Geotechnik Umwelt & Baugrund Consulting GmbH  
Europastr.17  
35394 Gießen

Datum 06.10.2023  
Kundennr. 27018479

## PRÜFBERICHT

*Diese Version ersetzt die vorherige Prüfberichtsversion des Auftrags 2307591, die hiermit ihre Gültigkeit verliert. Die ggf. hinter dem Schrägstrich der Analysennummer(n) berichtete Zahl kennzeichnet die von der Änderung betroffene(n) Probe(n).*

Prüfberichtsversion **2**  
Auftrag **2307591**

Sehr geehrte Damen und Herren,

**Änderungen zur Vorgängerversion**  
**Änderungen zur Vorgängerversion auf Auftragsebene**  
Änderung Probenbezeichnung : .

Mit freundlichen Grüßen



**AGROLAB Agrar&Umwelt Frau Larissa Gorski, Tel. 0431/22138-581**  
**Service Team Umwelt 1, Email: umwelt1.kiel@agrolab.de**

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

**AGROLAB Agrar&Umwelt** Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel

SL-Geotechnik Umwelt & Baugrund Consulting GmbH  
Europastr.17  
35394 Gießen

Datum 06.10.2023  
Kundennr. 27018479

## PRÜFBERICHT

*Diese Version ersetzt die vorherige Prüfberichtsversion des Auftrags 2307591, die hiermit ihre Gültigkeit verliert. Die ggf. hinter dem Schrägstrich der Analysennummer(n) berichtete Zahl kennzeichnet die von der Änderung betroffene(n) Probe(n).*

Prüfberichtsversion **2**  
Auftrag **2307591** Projekt: 23169/1  
Analysennr. **200684** Mineralisch/Anorganisches Material  
Probeneingang **27.09.2023**  
Probenahme **20.09.2023**  
Probenehmer **Auftraggeber**  
Kunden-Probenbezeichnung **MP Boden 6-9**

Einheit Ergebnis BM/BG-0\* BM/BG-F0\* BM/BG-F1 BM/BG-F2 Best.-Gr.

### Feststoff

|                                 |       |   |                        |     |     |     |       |
|---------------------------------|-------|---|------------------------|-----|-----|-----|-------|
| Analyse in der Gesamtfraction   |       |   |                        |     |     |     |       |
| Masse Laborprobe                | kg    | ° | <b>1,43</b>            |     |     |     | 0,02  |
| Trockensubstanz                 | %     | ° | <b>81,2</b>            |     |     |     | 0,1   |
| Wassergehalt                    | %     | ° | <b>18,8</b>            |     |     |     |       |
| Kohlenstoff(C) organisch (TOC)  | %     |   | <b>0,15</b>            | 1   | 5   | 5   | 0,1   |
| EOX                             | mg/kg |   | <b>&lt;0,30</b>        | 1   | 3   | 3   | 0,3   |
| Königswasseraufschluß           |       |   |                        |     |     |     |       |
| Arsen (As)                      | mg/kg |   | <b>7,21</b>            | 20  | 40  | 40  | 1     |
| Blei (Pb)                       | mg/kg |   | <b>13,7</b>            | 140 | 140 | 140 | 5     |
| Cadmium (Cd)                    | mg/kg |   | <b>0,12</b>            | 1   | 2   | 2   | 0,06  |
| Chrom (Cr)                      | mg/kg |   | <b>496</b>             | 120 | 120 | 120 | 1     |
| Kupfer (Cu)                     | mg/kg |   | <b>65,7</b>            | 80  | 80  | 80  | 2     |
| Nickel (Ni)                     | mg/kg |   | <b>346</b>             | 100 | 100 | 100 | 2     |
| Quecksilber (Hg)                | mg/kg |   | <b>0,096</b>           | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,066 |
| Thallium (Tl)                   | mg/kg |   | <b>0,2</b>             | 1   | 2   | 2   | 0,1   |
| Zink (Zn)                       | mg/kg |   | <b>101</b>             | 300 | 300 | 300 | 6     |
| Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) | mg/kg |   | <b>&lt;50</b>          | 300 | 300 | 300 | 50    |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC) | mg/kg |   | <b>&lt;50</b>          | 600 | 600 | 600 | 50    |
| Naphthalin                      | mg/kg |   | <b>&lt;0,010 (NWG)</b> |     |     |     | 0,05  |
| Acenaphthylen                   | mg/kg |   | <b>&lt;0,010 (NWG)</b> |     |     |     | 0,05  |
| Acenaphthen                     | mg/kg |   | <b>&lt;0,010 (NWG)</b> |     |     |     | 0,05  |
| Fluoren                         | mg/kg |   | <b>&lt;0,010 (NWG)</b> |     |     |     | 0,05  |
| Phenanthren                     | mg/kg |   | <b>&lt;0,050 (+)</b>   |     |     |     | 0,05  |
| Anthracen                       | mg/kg |   | <b>&lt;0,050 (+)</b>   |     |     |     | 0,05  |
| Fluoranthren                    | mg/kg |   | <b>0,075</b>           |     |     |     | 0,05  |
| Pyren                           | mg/kg |   | <b>&lt;0,050 (+)</b>   |     |     |     | 0,05  |
| Benzo(a)anthracen               | mg/kg |   | <b>&lt;0,050 (+)</b>   |     |     |     | 0,05  |
| Chrysen                         | mg/kg |   | <b>&lt;0,050 (+)</b>   |     |     |     | 0,05  |
| Benzo(b)fluoranthren            | mg/kg |   | <b>&lt;0,050 (+)</b>   |     |     |     | 0,05  |
| Benzo(k)fluoranthren            | mg/kg |   | <b>&lt;0,050 (+)</b>   |     |     |     | 0,05  |
| Benzo(a)pyren                   | mg/kg |   | <b>&lt;0,050 (+)</b>   |     |     |     | 0,05  |
| Dibenzo(ah)anthracen            | mg/kg |   | <b>&lt;0,010 (NWG)</b> |     |     |     | 0,05  |

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

Datum 06.10.2023  
Kundennr. 27018479

## PRÜFBERICHT

Prüfberichtsversion **2**  
Auftrag **2307591** Projekt: 23169/1  
Analysennr. **200684** Mineralisch/Anorganisches Material  
Kunden-Probenbezeichnung **MP Boden 6-9**

Einheit Ergebnis BM/BG-0\* BM/BG-F0\* BM/BG-F1 BM/BG-F2 Best.-Gr.

|                                    |       |                   |     |      |      |      |       |
|------------------------------------|-------|-------------------|-----|------|------|------|-------|
| Benzo(ghi)perylene                 | mg/kg | <0,050 (+)        |     |      |      |      | 0,05  |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren              | mg/kg | <0,050 (+)        |     |      |      |      | 0,05  |
| PAK EPA Summe gem. Ersatzbaustoffv | mg/kg | <1,0 #5)          | 6   | 6    | 6    | 9    | 1     |
| PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021   | mg/kg | <1,0 x)           | 6   | 6    | 6    | 9    | 1     |
| PCB (28)                           | mg/kg | <0,0010 (NWG)     |     |      |      |      | 0,005 |
| PCB (52)                           | mg/kg | <0,0010 (NWG)     |     |      |      |      | 0,005 |
| PCB (101)                          | mg/kg | <0,0010 (NWG)     |     |      |      |      | 0,005 |
| PCB (138)                          | mg/kg | <0,0030 (NWG) mo) |     |      |      |      | 0,015 |
| PCB (118)                          | mg/kg | <0,0010 (NWG)     |     |      |      |      | 0,005 |
| PCB (153)                          | mg/kg | <0,0050 (+)       |     |      |      |      | 0,005 |
| PCB (180)                          | mg/kg | <0,0050 (+)       |     |      |      |      | 0,005 |
| PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021     | mg/kg | <0,010 x)         | 0,1 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,01  |
| PCB 7 Summe gem. Ersatzbaustoffv   | mg/kg | <0,010 #5)        | 0,1 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,01  |

## Eluat

|                                     |       |   |                  |         |         |         |      |
|-------------------------------------|-------|---|------------------|---------|---------|---------|------|
| Eluatanalyse in der Fraktion <32 mm |       |   |                  |         |         |         |      |
| Fraktion < 32 mm                    | %     | ° | 95,9             |         |         |         | 0,1  |
| Fraktion > 32 mm                    | %     | ° | 4,1              |         |         |         | 0,1  |
| Eluat (DIN 19529)                   |       | ° |                  |         |         |         |      |
| Trübung nach GF-Filtration          | NTU   |   | 11               |         |         |         | 0,2  |
| Temperatur Eluat                    | °C    |   | 22,6             |         |         |         | 0    |
| pH-Wert                             |       |   | 7,9              |         | 6,5-9,5 | 6,5-9,5 | 2    |
| elektrische Leitfähigkeit           | µS/cm |   | 101              | 350     | 350     | 500     | 10   |
| Sulfat (SO4)                        | mg/l  |   | 21               | 250     | 250     | 450     | 5    |
| Arsen (As)                          | µg/l  |   | <1               | 8-13    | 12      | 20      | 1    |
| Blei (Pb)                           | µg/l  |   | <1               | 23-43   | 35      | 90      | 1    |
| Cadmium (Cd)                        | µg/l  |   | <0,3             | 2-4     | 3       | 3       | 0,3  |
| Chrom (Cr)                          | µg/l  |   | 3                | 10-19   | 15      | 150     | 3    |
| Kupfer (Cu)                         | µg/l  |   | <5               | 20-41   | 30      | 110     | 5    |
| Nickel (Ni)                         | µg/l  |   | <7               | 20-31   | 30      | 30      | 7    |
| Quecksilber (Hg)                    | µg/l  |   | <0,030           | 0,1     |         |         | 0,03 |
| Thallium (Tl)                       | µg/l  |   | <0,05            | 0,2-0,3 |         |         | 0,05 |
| Zink (Zn)                           | µg/l  |   | <30              | 100-210 | 150     | 160     | 840  |
| 1-Methylnaphthalin                  | µg/l  |   | <0,0060 (NWG) m) |         |         |         | 0,02 |
| 2-Methylnaphthalin                  | µg/l  |   | <0,0060 (NWG) m) |         |         |         | 0,02 |
| Naphthalin                          | µg/l  |   | <0,020 (+) m)    |         |         |         | 0,02 |
| Acenaphthylen                       | µg/l  |   | <0,0060 (NWG) m) |         |         |         | 0,02 |
| Acenaphthen                         | µg/l  |   | <0,0060 (NWG) m) |         |         |         | 0,02 |
| Fluoren                             | µg/l  |   | <0,0060 (NWG) m) |         |         |         | 0,02 |
| Phenanthren                         | µg/l  |   | <0,020 (+) m)    |         |         |         | 0,02 |
| Anthracen                           | µg/l  |   | <0,0060 (NWG) m) |         |         |         | 0,02 |
| Fluoranthren                        | µg/l  |   | <0,0060 (NWG) m) |         |         |         | 0,02 |
| Pyren                               | µg/l  |   | <0,0060 (NWG) m) |         |         |         | 0,02 |
| Benzo(a)anthracen                   | µg/l  |   | <0,0060 (NWG) m) |         |         |         | 0,02 |
| Chrysen                             | µg/l  |   | <0,0060 (NWG) m) |         |         |         | 0,02 |
| Benzo(b)fluoranthren                | µg/l  |   | <0,0060 (NWG) m) |         |         |         | 0,02 |
| Benzo(k)fluoranthren                | µg/l  |   | <0,0060 (NWG) m) |         |         |         | 0,02 |

Seite 3 von 6



Datum 06.10.2023

Kundennr. 27018479

## PRÜFBERICHT

Prüfberichtsversion

2

Auftrag

2307591 Projekt: 23169/1

Analysennr.

200684 Mineralisch/Anorganisches Material

Kunden-Probenbezeichnung

MP Boden 6-9

Einheit Ergebnis BM/BG-0\* BM/BG-F0\* BM/BG-F1 BM/BG-F2 Best.-Gr.

|                                                   |      |                               |      |      |      |      |  |       |
|---------------------------------------------------|------|-------------------------------|------|------|------|------|--|-------|
| Benzo(a)pyren                                     | µg/l | <0,0060 (NWG) <sup>m)</sup>   |      |      |      |      |  | 0,02  |
| Dibenzo(ah)anthracen                              | µg/l | <0,0060 (NWG) <sup>m)</sup>   |      |      |      |      |  | 0,02  |
| Benzo(ghi)perylene                                | µg/l | <0,0060 (NWG) <sup>m)</sup>   |      |      |      |      |  | 0,02  |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren                             | µg/l | <0,0060 (NWG) <sup>m)</sup>   |      |      |      |      |  | 0,02  |
| PAK 15 Summe gem. ErsatzbaustoffV                 | µg/l | <0,050 <sup>#5)</sup>         | 0,2  | 0,3  | 1,5  | 3,8  |  | 0,05  |
| PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021                   | µg/l | <0,050 <sup>x)</sup>          | 0,2  | 0,3  | 1,5  | 3,8  |  | 0,05  |
| Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. ErsatzbaustoffV | µg/l | 0,010 <sup>#5)</sup>          | 2    |      |      |      |  | 0,01  |
| Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. BBodSchV 2021   | µg/l | <0,010 <sup>x)</sup>          | 2    |      |      |      |  | 0,01  |
| PCB (28)                                          | µg/l | <0,00060 (NWG) <sup>wf)</sup> |      |      |      |      |  | 0,002 |
| PCB (52)                                          | µg/l | <0,0012 (NWG) <sup>mo)</sup>  |      |      |      |      |  | 0,004 |
| PCB (101)                                         | µg/l | <0,012 (NWG) <sup>mb)</sup>   |      |      |      |      |  | 0,04  |
| PCB (118)                                         | µg/l | <0,00060 (NWG) <sup>wf)</sup> |      |      |      |      |  | 0,002 |
| PCB (138)                                         | µg/l | <0,00060 (NWG) <sup>wf)</sup> |      |      |      |      |  | 0,002 |
| PCB (153)                                         | µg/l | <0,00060 (NWG) <sup>wf)</sup> |      |      |      |      |  | 0,002 |
| PCB (180)                                         | µg/l | <0,0060 (NWG) <sup>mb)</sup>  |      |      |      |      |  | 0,02  |
| PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV                  | µg/l | <0,0030 <sup>#5)</sup>        | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |  | 0,003 |
| PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021                    | µg/l | <0,0030 <sup>x)</sup>         | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |  | 0,003 |

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

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

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

wf) Die Wiederfindung eines oder mehrerer internen Standards liegen bei vorliegender Probe bei &lt;50%, jedoch &gt;10%. Es ist somit eine erhöhte Messunsicherheit zu erwarten.

mo) Die Messunsicherheit dieses Parameters ist aufgrund von Interferenz(en) erhöht.

mb) Die Nachweis-, bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da der Methodenblindwert erhöht war.

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

Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

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

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

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage

verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die

Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie

2009/90/EG der Europäischen Kommission.

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

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

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

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

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

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

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

Datum 06.10.2023  
Kundennr. 27018479

## PRÜFBERICHT

Prüfberichtsversion **2**  
Auftrag **2307591** Projekt: 23169/1  
Analysennr. **200684** Mineralisch/Anorganisches Material  
Kunden-Probenbezeichnung **MP Boden 6-9**

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

Für die Messung nach DIN 38407-2 : 1993-02 wurde das erstelle Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

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

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

Hinweis zum Probenahmedatum: Das Probenahmedatum ist eine Kundeninformation.

Für die Eluaterstellung wurden 250 g Trockenmasse +/- 12,5 g mit 500 ml deionisiertem Wasser versetzt und über einen Zeitraum von 24 h eluiert. Die Fest-/Flüssigphasentrennung erfolgte für mobilisierbare anorganische Stoffe gemäß Zentrifugation/Membranfiltration, für mobilisierbare organische Stoffe gemäß Zentrifugation/Glasfaserfiltration.

Beginn der Prüfungen: 27.09.2023

Ende der Prüfungen: 05.10.2023

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

L. Gorski

**AGROLAB Agrar&Umwelt Frau Larissa Gorski, Tel. 0431/22138-581**  
**Service Team Umwelt 1, Email: umwelt1.kiel@agrolab.de**

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

Datum 06.10.2023  
Kundennr. 27018479

## PRÜFBERICHT

Prüfberichtsversion **2**  
Auftrag **2307591** Projekt: 23169/1  
Analysennr. **200684** Mineralisch/Anorganisches Material  
Kunden-Probenbezeichnung **MP Boden 6-9**

### Methodenliste

#### Feststoff

**Berechnung:** Fraktion > 32 mm Wassergehalt

**Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter:** PAK EPA Summe gem. ErsatzbaustoffV PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021  
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021 PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV

**DIN EN ISO 12846 : 2012-08:** Quecksilber (Hg)  
**DIN EN 13657 : 2003-01:** Königswasseraufschluß  
**DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 (Schütteleextr.):** Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC)  
**DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A:** Trockensubstanz  
**DIN EN 15936 : 2012-11:** Kohlenstoff(C) organisch (TOC)  
**DIN EN 16171 : 2017-01:** Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Thallium (Tl) Zink (Zn)  
**DIN EN 17322 : 2021-03 (Extraktionsverfahren 1):** PCB (28) PCB (52) PCB (101) PCB (138) PCB (118) PCB (153) PCB (180)  
**DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A):** Naphthalin Acenaphthylen Acenaphthen Fluoren Phenanthren Anthracen Fluoranthren Pyren  
Benzo(a)anthracen Chrysen Benzo(b)fluoranthren Benzo(k)fluoranthren Benzo(a)pyren  
Dibenzo(ah)anthracen Benzo(ghi)perylene Indeno(1,2,3-cd)pyren  
**DIN 19529 : 2015-12:** Eluatanalyse in der Fraktion <32 mm Eluat (DIN 19529)  
**DIN 19747 : 2009-07:** Analyse in der Gesamtfraktion Masse Laborprobe Fraktion < 32 mm  
**DIN 38414-17 : 2017-01:** EOX

#### Eluat

**Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter:** PAK 15 Summe gem. ErsatzbaustoffV PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021  
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. ErsatzbaustoffV  
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. BBodSchV 2021  
PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021

**DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07:** Sulfat (SO<sub>4</sub>)  
**DIN EN ISO 10523 : 2012-04:** pH-Wert  
**DIN EN ISO 12846 : 2012-08:** Quecksilber (Hg)  
**DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01:** Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Thallium (Tl) Zink (Zn)  
**DIN EN ISO 7027 : 2000-04:** Trübung nach GF-Filtration  
**DIN EN 27888 : 1993-11:** elektrische Leitfähigkeit  
**DIN 38404-4 : 1976-12:** Temperatur Eluat  
**DIN 38407-2 : 1993-02:** PCB (28)  
**DIN 38407-37 : 2013-11:** PCB (52) PCB (101) PCB (118) PCB (138) PCB (153) PCB (180)  
**DIN 38407-39 : 2011-09:** 1-Methylnaphthalin 2-Methylnaphthalin Naphthalin Acenaphthylen Acenaphthen Fluoren Phenanthren Anthracen  
Fluoranthren Pyren Benzo(a)anthracen Chrysen Benzo(b)fluoranthren Benzo(k)fluoranthren Benzo(a)pyren  
Dibenzo(ah)anthracen Benzo(ghi)perylene Indeno(1,2,3-cd)pyren

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

# Probenahmeprotokoll

Seite 1/2

Anlage 3

## Probenahmeprotokoll gemäß LAGA PN 98 (Anhang C)

|                  |                                                                                                  |                                    |                                                             |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Stadt / Gemeinde | Echzell                                                                                          | Probenbezeichnung                  | MP Boden 1-5                                                |
| Landkreis        | Wetteraukreis                                                                                    | Analysennummer                     | 200683                                                      |
| Ort / Lage       | Südlicher Ortsrand von Echzell-Bingenheim<br>geplantes Neubaugebiet<br>„Südlicher Welschbachweg“ | Auftragsnummer<br>und Aktenzeichen | 2307591<br>Az. 23169 / 1                                    |
| Grund der PN     | Abfalldeklarationsanalytik                                                                       | Anwesende                          | Herr Hubeler, SL-Geotechnik<br>Herr Altmaier, SL-Geotechnik |
| Veranlasser / AG | Inikom mbH<br>Plockstraße 6-10<br>35390 Gießen                                                   | Probenehmer                        | Herr Hubeler, SL-Geotechnik                                 |
| Datum            | 20.09.2023                                                                                       | Labor                              | Agrolab Labor GmbH<br>Dr.-Hell-Straße 6<br>24107 Kiel       |
| Uhrzeit          | ca. 10:00 - 16:00                                                                                |                                    |                                                             |

|                       |                                                                        |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Art des Abfalls       | Auffüllboden, natürlicher Boden                                        |
| Herkunft des Abfalls  | BV Bauerschließungsgebiet, Südlicher Welschbachweg, Echzell-Bingenheim |
| vermutete Schadstoffe | keine                                                                  |

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| Art der Lagerung         | in situ   |
| Lagerungsdauer           | -         |
| Einflüsse auf den Abfall | Witterung |

|                                                                                 |                                                                                                 |       |                                    |        |       |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------|--------|-------|
| Abfallmenge                                                                     | <500m³                                                                                          | Farbe | grau, braun, rotbraun,<br>rotgrau, | Geruch | erdig |
| Beschreibung des Abfalls bei der PN                                             | Mineralschotter, Erdaushub mit <10% mineralischen Fremdbestandteilen, Lehm, Lößlehm, Ton        |       |                                    |        |       |
| - Festigkeit<br>- Konsistenz und Beschaffenheit<br>- Homogenität<br>- Korngröße | - vorwiegend steifplastisch bis halbfest<br>- bindig<br><br>- heterogen<br>- Anteil >120mm <20% |       |                                    |        |       |

|                             |                                                                                                                                     |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Durchführung der Probenahme | Einzelprobenahmen aus Bodenaufschlüssen und Erstellung einer Mischprobe unter Beachtung der Probenahmenvorschriften gemäß LAGA PN98 |
| Voruntersuchungen           | keine                                                                                                                               |
| Probengefäß                 | Kunststoffeimer mit Deckel                                                                                                          |
| Probenüberführung           | geschlossen, gekühlt                                                                                                                |

|                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vergleichsproben                           | <input checked="" type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Beobachtungen / Bemerkungen zur Probenahme | <input checked="" type="checkbox"/> Erdaushub <input type="checkbox"/> Bauschuttreste <input type="checkbox"/> Kohlereste <input type="checkbox"/> Schwarzdeckenreste<br><input checked="" type="checkbox"/> Schotterreste <input type="checkbox"/> Betonreste <input type="checkbox"/> Schlackenreste <input checked="" type="checkbox"/> Natursteinreste<br><input checked="" type="checkbox"/> Wurzelreste <input type="checkbox"/> Ziegelreste <input type="checkbox"/> Keramikreste <input type="checkbox"/> Metall-, Kabelreste |
| Hinweise an das Labor                      | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|          |                           |
|----------|---------------------------|
| Lageplan | siehe Anlage 1 im Bericht |
|----------|---------------------------|

**SL-GEOTECHNIK**  
Umwelt & Baugrund Consult GmbH  
Europastraße 17  
35394 Gießen  
Tel. 06 41 / 9 43 33 80/81  
Fax 06 41 / 9 43 33 82  
info@SL-Geotechnik.de

Unterschrift des Probenehmers

SL-Geotechnik GmbH - Europastraße 17 - 35394 Gießen  
Tel. 0641 – 9433380/81 – Fax 0641 - 9433382  
info@SL-Geotechnik.de - www.SL-Geotechnik.de

## Probenahmeprotokoll gemäß LAGA PN 98 (Anhang C)

|                  |                                                                                                  |                                    |                                                             |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Stadt / Gemeinde | Echzell                                                                                          | Probenbezeichnung                  | MP Boden 6-9                                                |
| Landkreis        | Wetteraukreis                                                                                    | Analysennummer                     | 200684                                                      |
| Ort / Lage       | Südlicher Ortsrand von Echzell-Bingenheim<br>geplantes Neubaugebiet<br>„Südlicher Welschbachweg“ | Auftragsnummer<br>und Aktenzeichen | 2307591<br>Az. 23169 / 1                                    |
| Grund der PN     | Abfalldeklarationsanalytik                                                                       | Anwesende                          | Herr Hubeler, SL-Geotechnik<br>Herr Altmaier, SL-Geotechnik |
| Veranlasser / AG | Inikom mbH<br>Plockstraße 6-10<br>35390 Gießen                                                   | Probenehmer                        | Herr Hubeler, SL-Geotechnik                                 |
| Datum            | 20.09.2023                                                                                       | Labor                              | Agrolab Labor GmbH<br>Dr.-Hell-Straße 6<br>24107 Kiel       |
| Uhrzeit          | ca. 10:00 - 16:00                                                                                |                                    |                                                             |

|                       |                                                                        |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Art des Abfalls       | natürlicher Boden                                                      |
| Herkunft des Abfalls  | BV Bauerschließungsgebiet, Südlicher Welschbachweg, Echzell-Bingenheim |
| vermutete Schadstoffe | keine                                                                  |

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| Art der Lagerung         | in situ   |
| Lagerungsdauer           | -         |
| Einflüsse auf den Abfall | Witterung |

|                                     |                                          |       |                                     |        |       |
|-------------------------------------|------------------------------------------|-------|-------------------------------------|--------|-------|
| Abfallmenge                         | <500m³                                   | Farbe | rotbraun, braun, grau,<br>graubraun | Geruch | erdig |
| Beschreibung des Abfalls bei der PN | Lehmboden, Lößlehm, Ton                  |       |                                     |        |       |
| - Festigkeit                        | - vorwiegend steifplastisch bis halbfest |       |                                     |        |       |
| - Konsistenz und Beschaffenheit     | - bindig                                 |       |                                     |        |       |
| - Homogenität                       | - heterogen                              |       |                                     |        |       |
| - Korngröße                         | - Anteil >120mm <20%                     |       |                                     |        |       |

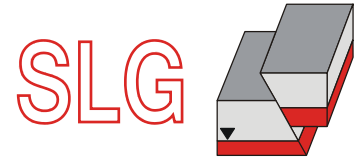
|                             |                                                                                                                                     |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Durchführung der Probenahme | Einzelprobenahmen aus Bodenaufschlüssen und Erstellung einer Mischprobe unter Beachtung der Probenahmenvorschriften gemäß LAGA PN98 |
| Voruntersuchungen           | keine                                                                                                                               |
| Probengefäß                 | Kunststoffeimer mit Deckel                                                                                                          |
| Probenüberführung           | geschlossen, gekühlt                                                                                                                |

|                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vergleichsproben                           | <input checked="" type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Beobachtungen / Bemerkungen zur Probenahme | <input checked="" type="checkbox"/> Erdaushub<br><input type="checkbox"/> Schotterreste<br><input checked="" type="checkbox"/> Wurzelreste<br><input type="checkbox"/> Bauschuttreste<br><input type="checkbox"/> Betonreste<br><input type="checkbox"/> Ziegelreste<br><input type="checkbox"/> Kohlereste<br><input type="checkbox"/> Schlackenreste<br><input type="checkbox"/> Keramikreste<br><input type="checkbox"/> Schwarzdeckenreste<br><input checked="" type="checkbox"/> Natursteinreste<br><input type="checkbox"/> Metall-, Kabelreste |
| Hinweise an das Labor                      | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|          |                           |
|----------|---------------------------|
| Lageplan | siehe Anlage 1 im Bericht |
|----------|---------------------------|

**SL-GEOTECHNIK**  
Umwelt & Baugrund Consult GmbH  
Europastraße 17  
35394 Gießen  
Tel. 06 41 / 9 43 33 80/81  
Fax 06 41 / 9 43 33 82  
info@SL-Geotechnik.de

Unterschrift des Probenehmers



# ANLAGE 4

|                                            |                                                                                    |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>SL-GEOTECHNIK GmbH</b>                  | Projekt: Geo- / Abfalltechnische Untersuchung                                      |
| <b>Europastraße 17 - 35394 Gießen</b>      | Standort: BV Erschließung Südlicher Welschbachweg<br>Echzell-Bingenheim            |
| Tel. 0641 / 94333 80                       | Projekt-Nr.: 23169 / 1                                                             |
| Fax 0641 / 94333 82                        | Anlage: 4                                                                          |
| www.SL-Geotechnik.de                       | Datum: 20.09.2023                                                                  |
| info@SL-Geotechnik.de                      | <b>Auffüllversuch im verrohrten Bohrloch<br/>Verfahren nach Kollbrunner / Maag</b> |
| <b>VERSICKERUNGSVERSUCH<br/>(PIV-Test)</b> |                                                                                    |

| Versickerungsversuch (Ort)                    | PIV A                             | PIV B                     | PIV C               |  |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------|--|
| Versickerung an Position (RKS)                | RKS 2                             | RKS 4                     | RKS 9               |  |
| Mächtigkeit der Versickerungsschicht [m]      | 2,10                              | 1,20                      | 3,00                |  |
| Einbautiefe des Versickerungsrohrs u. GOK [m] | 4,00                              | 2,80                      | 4,00                |  |
| Überstand des Versickerungsrohrs ü. GOK [m]   | 0,00                              | 0,20                      | 0,00                |  |
| Bodenart, geprüft                             | Ton, schluffig,<br>schwach sandig | Ton, schwach<br>schluffig | Feinsand, schluffig |  |
| Pegelgesamtlänge (OK bis UK)                  | 4,00                              | 3,00                      | 4,00                |  |
| Pegelmateriale / -durchmesser                 | PVC / 50mm                        | PVC / 50mm                | PVC / 50mm          |  |

|                     |            |            |            |  |
|---------------------|------------|------------|------------|--|
| 1. Messung am       | 20.09.2023 | 20.09.2023 | 20.09.2023 |  |
| Uhrzeit             | 9:45       | 10:50      | 11:55      |  |
| Ablesung [m u. POK] | 0          | 0          | 0          |  |
| 2. Messung am       | 20.09.2023 | 20.09.2023 | 20.09.2023 |  |
| Uhrzeit             | 10:45      | 11:50      | 12:55      |  |
| Ablesung [m u. POK] | 0,030      | 0,010      | 0,020      |  |

|                                     |        |        |        |  |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--|
| Auswertung                          |        |        |        |  |
| Radius r des Versickerungsrohrs [m] | 0,0250 | 0,0250 | 0,0250 |  |
| Zeitintervall t [h]                 | 1,00   | 1,00   | 1,00   |  |
| Wasserstand zu Beginn h1 [m]        | 4,000  | 3,000  | 4,000  |  |
| Wasserstand am Ende h2 [m]          | 3,970  | 2,990  | 3,980  |  |

|                                                                                                                                                                                           |                |                |                |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|--|
| Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ [m/s]                                                                                                                                                       | 1,3E-08m/s     | 5,8E-09m/s     | 8,7E-09m/s     |  |
| Nach dem Regelwerk DWA A-138 wird bei der berechneten hydraulischen Durchlässigkeit $k_f$ für die untersuchte Bodenschicht eine Versickerung von Niederschlagswässern wie folgt bewertet: | nicht sinnvoll | nicht sinnvoll | nicht sinnvoll |  |