



Baugeol. Büro Bauer GmbH, Domagkstraße 1 a, 80807 München

An die  
SSF Ingenieure AG  
Herr Holger Knippschild  
Domagkstraße 1a

**80807 München**

Baugeologisches Büro Bauer GmbH  
Domagkstraße 1 a  
D-80807 München

[www.baugeologie.de](http://www.baugeologie.de)

Bearbeiter: Klaus Keilig  
Dr. Florian Rauh

Telefon: +49-89-36040-466

Fax: +49-89-36040-100

e-mail: [Florian.Rauh@baugeologie.de](mailto:Florian.Rauh@baugeologie.de)

***BV: Strecke 5420, ca. Strecken-km 1,1, Neubau EÜ Hasenweidweg***

*Geologisch-geotechnischer Bericht*

Projektnummer: 05778

Auftraggeber: SSF Ingenieure AG  
Domagkstraße 1a  
80807 München

Datum: 20. März 2020

| <b>Inhaltsverzeichnis</b> |   | <b>Seite</b> |
|---------------------------|---|--------------|
| <b>1</b>                  | <b>Grundlagen und Untersuchungen .....</b>                              | <b>4</b>     |
| 1.1                       | Veranlassung und Aufgabenstellung.....                                  | 4            |
| 1.2                       | Bauvorhaben .....   | 4            |
| 1.3                       | Verwendete Unterlagen.....  | 4            |
| 1.4                       | Verwendete Normen .....   | 5            |
| 1.5                       | Verwendete Empfehlungen und Richtlinien .....                           | 6            |
| 1.6                       | Durchgeführte Untersuchungen und Bestandsunterlagen .....               | 7            |
| 1.6.1                     | Bestandsunterlagen .....  | 7            |
| 1.6.2                     | Rammkernbohrungen .....   | 7            |
| 1.6.3                     | Schwere Rammsondierungen (DPH) .....                                    | 7            |
| 1.6.4                     | Probennahme und Laborversuche .....                                     | 8            |
| 1.6.5                     | Probennahme und Laborversuche (Altlastenproben).....                    | 9            |
| <b>2</b>                  | <b>Auswertung der Untersuchungsergebnisse .....</b>                     | <b>10</b>    |
| 2.1                       | Geographisch-geologischer Überblick.....                                | 10           |
| 2.2                       | Schichtfolge.....   | 10           |
| 2.2.1                     | Schicht 0: Mutterboden .....  | 10           |
| 2.2.2                     | Schicht 1: Auffüllungen .....   | 10           |
| 2.2.3                     | Schicht 2: Deckschichten.....   | 11           |
| 2.2.4                     | Schicht 3: Moränenablagerungen .....                                    | 11           |
| 2.3                       | Hydrogeologische Verhältnisse .....                                     | 12           |
| 2.3.1                     | Oberflächengewässer.....  | 12           |
| 2.3.2                     | Niederschlagssituation.....   | 12           |
| 2.3.3                     | Wasserschutzgebiete/Überschwemmungsgebiete/wassersensible Bereiche..... | 12           |
| 2.3.4                     | Grundwasserstände .....   | 12           |
| 2.3.5                     | Wasserdurchlässigkeit des Baugrundes .....                              | 13           |
| 2.3.6                     | Betonaggressivität.....   | 14           |
| 2.4                       | Umweltgeotechnische Verhältnisse.....                                   | 14           |
| <b>3</b>                  | <b>Bewertung und Interpretation der Untersuchungsergebnisse .....</b>   | <b>15</b>    |
| 3.1                       | Geotechnische Kategorie .....   | 15           |
| 3.2                       | Erdbebenzone .....  | 15           |
| 3.3                       | Baugrundmodell.....   | 15           |
| 3.4                       | Charakteristische Bodenkennwerte .....                                  | 15           |
| 3.5                       | Einteilung in Homogenbereiche nach VOB ATV Teil C .....                 | 16           |
| <b>4</b>                  | <b>Gründungskonzept zur EÜ Hasenweidweg .....</b>                       | <b>18</b>    |
| 4.1                       | Flachgründung des Vollrahmens (EÜ Block).....                           | 18           |
| 4.2                       | Flachgründung der Verschiebbahn .....                                   | 18           |
| 4.3                       | Baugruben und Verbaue .....   | 20           |
| 4.4                       | Empfehlungen und Hinweise .....   | 21           |
| <b>5</b>                  | <b>Schlussbemerkung.....</b>  | <b>22</b>    |

| <b>Tabellenverzeichnis</b>  | <b>Seite</b> |
|---|--------------|
| Tab. 1: Bestandsbohrungen im Bereich der EÜ Hasenweidweg aus dem UmweltAtlas Bayern [U 5].  | 7            |
| Tab. 2: Rammkernbohrungen im Bereich der EÜ Hasenweidweg (Bohrprogramm 2019). .....   | 7            |
| Tab. 3: Schwere Rammsondierungen (DPH) an der EÜ Hasenweidweg (EKP 2019). .....   | 8            |
| Tab. 4: Zusammenstellung der entnommenen Bodenproben und der durchgeführten bodenmechanischen Versuche im Bereich der EÜ Hasenweidweg (EKP 2019). ..... | 8            |
| Tab. 5: Zusammenstellung der entnommenen Umweltproben und der durchgeführten umwelttechnischen Versuche (EKP 2019). .....                               | 9            |
| Tab. 6: Zusammenstellung der dokumentierten Wasserstände. ....  | 13           |
| Tab. 7: Zusammenstellung der charakteristischen geotechnischen Bodenparameter der Lockergesteine. ....  | 16           |
| Tab. 8: Klassifizierung der Homogenbereiche nach VOB ATV Teil C. ....   | 17           |

### Anlagenverzeichnis

|            |   |
|------------|---|
| Anlage 1   | Geographischer Übersichtslageplan, M = 1 : 50.000                   |
| Anlage 2   | Detallageplan mit den Aufschlusspunkten, M = 1 : 1.000              |
| Anlage 3   | Geotechnischer Längsschnitt, M.d.H. = 1 : 150, M.d.L. unmaßstäblich |
| Anlage 4   | Dokumentation der Aufschlüsse                                       |
| Anlage 4.1 | Rammkernbohrungen (Schichtenverzeichnisse, Bohrprofile, Kernfotos)  |
| Anlage 4.2 | Schwere Rammsondierungen (DPH)                                      |
| Anlage 5   | Laboruntersuchungen   |
| Anlage 5.1 | Bodenmechanische Versuche   |
| Anlage 5.2 | Umweltchemische Versuche  |
| Anlage 6   | Grundbruch- und Setzungsberechnung                                  |

# 1 Grundlagen und Untersuchungen

## 1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die DB Netz AG plant derzeit einen umfangreichen Ausbau und eine Modernisierung des Eisenbahnknotens Lindau. Als Teil dieses Projekts soll der Bahnübergang (BÜ) „Hasenweidweg“ durch eine Eisenbahnüberführung (EÜ) ersetzt werden. Im Zuge dessen soll die Straße im Bereich des bestehenden BÜ tiefergelegt und von der Bahntrasse mit einer Brücke überquert werden. Außerdem ist südlich der Bahntrasse die Errichtung einer Lärmschutzwand geplant. Die SSF Ingenieure AG ist für die Planung der Maßnahmen beauftragt. Die Baugeologisches Büro Bauer GmbH wurde mit der Baugrundbeurteilung, der umwelttechnischen Bewertung und der Gründungsberatung für die weitere Planung und Ausschreibung beauftragt.

Im vorliegenden Bericht sind die Erkundungsergebnisse für die EÜ Hasenweidweg in einem geologisch-geotechnischen Bericht zusammenfassend dargestellt.

## 1.2 Bauvorhaben

Die zu errichtende Eisenbahnüberführung (EÜ) liegt bei Streckenkilometer 1,1 der Bahnstrecke 5420 im Stadtgebiet von Lindau. Sie soll den derzeit bestehenden beschränkten Bahnübergang (BÜ) durch eine kreuzungsfreie Straßenunterführung mit einer lichten Weite von L.H. = 12,9 m ersetzen. Dazu soll die Straße um ca. 5,5 m abgesenkt und erneuert werden. Die Bahnstrecke soll schließlich auf etwa gleichbleibender Höhe auf einer Brücke die Straße überqueren.

Zum momentanen Zeitpunkt ist der Einschub eines vorgefertigten flachgegründeten Vollrahmens auf ebenfalls flachgegründeten Verschiebepfahnen geplant.

## 1.3 Verwendete Unterlagen

Folgende Unterlagen fanden zur Erstellung dieses Berichtes vor allem Verwendung:

- [U 1] BGLA – Bayerisches Geologisches Landesamt (Hrsg.) (1996): Geologische Karte von Bayern, 1:500.000, mit Erläuterungen.– 4. Auflage; München.
- [U 2] BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.) (1991): Geologische Übersichtskarte 1:200.000, Blatt CC 8718 Konstanz.– Hannover.
- [U 3] BGLA – Bayerisches Geologisches Landesamt (Hrsg.) (1986): Geologische Karte von Bayern, 1:25.000, Blatt 8424 Lindau.– München.
- [U 4] LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2011): Karten zur Wasserwirtschaft: Mittlerer Jahresniederschlag / Mittlerer Jahresabfluss / Mittlere Jahresverdunstung in Bayern, Periode 1971-2000, 1:500.000.– Augsburg.
- [U 5] LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.): UmweltAtlas Bayern: Geologie, [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de), abgerufen am 26.09.2019.

[U 6] Thuro, K., Singer, J., Käsling, H. & Bauer, M. (2006): Soil Abrasivity Assessment Using the LCPC Testing Device.– Felsbau, 24/6: 37-45; Essen (VGE Verlag GmbH).

#### 1.4 Verwendete Normen

DIN 1054:2010-12: Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).

DIN 1054/A1:2012-08: Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1; Änderung A1.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).

DIN 1054/A2:2015-11: Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1. Änderung 2.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).

DIN EN 1997-1:2014-03: Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).

DIN EN 1997-1/NA:2010-12: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).

DIN EN 1997-2:2010-10: Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).

DIN EN 1997-2/NA:2010-12: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).

DIN EN 1998-1/NA:2011-01: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).

DIN 4020:2010-12: Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).

- DIN 4023:2006-02: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN 4124:2012-01: Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN 18196:2011-05: Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN 18300:2019-09: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN 18304:2019-09: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN EN ISO 14688-1:2018-05: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 1: Benennung und Beschreibung.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN EN ISO 14688-2:2018-05: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN EN ISO 22475-1:2007-01: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN EN ISO 22476-2:2012-03: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen - Teil 2: Rammsondierungen.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).

## **1.5 Verwendete Empfehlungen und Richtlinien**

- EPP – Leitfaden zu den Eckpunkten (2005): Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen.– Fassung vom 9.12.2005.
- FGSV – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (Hrsg.) (2017): ZTV E-StB 17 – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau der Arbeitsgruppe „Erd- und Grundbau“.– FGSV-Nr. 599; Köln (FGSV Verlag GmbH).

## 1.6 Durchgeführte Untersuchungen und Bestandsunterlagen

### 1.6.1 Bestandsunterlagen

Für die Erstellung des Berichts lagen drei Bestandsbohrungen aus dem online verfügbaren UmweltAtlas Bayern [U 5] vor. Ansatzhöhe, Teufe und Koordinaten der Bestandsbohrungen sind der Tab. 1 zu entnehmen. Die Koordinaten wurden so gut wie möglich aus dem Umweltatlas herausgelesen und unterliegen einer gewissen Ungenauigkeit. Die Erkenntnisse aus den Bohrungen flossen in die Beurteilung der Schichten mit.

Tab. 1: Bestandsbohrungen im Bereich der EÜ Hasenweidweg aus dem UmweltAtlas Bayern [U 5].

| Aufschluss-<br>bezeichnung | Ansatzhöhe<br>GOK | Teufe<br>[m] | Endteufe<br>[m ü. NN] | Koordinaten<br>(Gauss-Krüger) |           |
|----------------------------|-------------------|--------------|-----------------------|-------------------------------|-----------|
|                            | [m ü. NN]         |              |                       | Rechtswert                    | Hochwert  |
| 8424BG000070               | 399,27            | 12,00        | 387,27                | 4.325.929                     | 5.270.943 |
| 8424BG000001               | 399,44            | 12,00        | 387,44                | 4.325.981                     | 5.270.931 |
| 8424BG015181               | 399,26            | 12,00        | 387,26                | 4.325.965                     | 5.270.919 |

### 1.6.2 Rammkernbohrungen

Vom 17. bis 19. Juli 2019 wurden am geplanten Bauwerksstandort 2 Rammkernbohrungen mit einem Bohrdurchmesser von 190 mm durchgeführt. Die detaillierten Bohrprofile, die Schichtenverzeichnisse sowie die zugehörigen Bohrkernfotos der Bohrungen sind in der Anlage 4.1 zusammengestellt.

Eine Zusammenstellung der Koordinaten und Teufe der Rammkernbohrungen zeigt die Tab. 2. Die Lage der Bohrungen ist dem Detaillageplan (Anlage 2) zu entnehmen.

Tab. 2: Rammkernbohrungen im Bereich der EÜ Hasenweidweg (Bohrprogramm 2019).

| Aufschluss-<br>bezeichnung | Ansatzhöhe<br>GOK | Teufe<br>[m] | Endteufe<br>[m ü. NN] | Koordinaten<br>(Gauss-Krüger) |               |
|----------------------------|-------------------|--------------|-----------------------|-------------------------------|---------------|
|                            | [m ü. NN]         |              |                       | Rechtswert                    | Hochwert      |
| BK 01/19                   | 399,356           | 22,00        | 377,356               | 4.325.938,644                 | 5.270.935,719 |
| BK 02/19                   | 399,153           | 18,00        | 381,153               | 4.325.952,083                 | 5.270.906,697 |

### 1.6.3 Schwere Rammsondierungen (DPH)

Um ein durchgehendes Profil der Lagerungsdichte über die oberen Bodenmeter zu erhalten, wurden insgesamt 2 schwere Rammsondierungen (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2:2012-03 durchgeführt. Die Sondiertiefen liegen zwischen 3,20 m und 9,90 m. Die DPH 05/19 wurde

aufgrund eines Rammhindernisses in einer Tiefe von 3,20 m abgebrochen und neu angesetzt. Der abgebrochene Versuch ist in der Tab. 3 nicht aufgeführt.

In der Tab. 3 sind die schweren Rammsondierungen im Bereich der EÜ tabellarisch aufgeführt. Die grafischen Darstellungen der schweren Rammsondierungen liegen als Rammdiagramme vor (Anlage 4.2). Die Lage der Rammsondierungen ist im Detaillageplan (Anlage 2) dargestellt. Die aus den DPHs resultierenden Lagerungsdichten sind in die Charakterisierung der verschiedenen Bodenschichten eingegangen (vgl. Kap. 3).

Tab. 3: Schwere Rammsondierungen (DPH) an der EÜ Hasenweidweg (EKP 2019).

| Aufschluss-<br>bezeichnung | Ansatzhöhe<br>GOK | Teufe | Endteufe | Koordinaten<br>(Gauss-Krüger) |               |
|----------------------------|-------------------|-------|----------|-------------------------------|---------------|
|                            | [m ü. NN]         |       |          | [m]                           | [m ü. NN]     |
| DPH 03/19                  | 399,286           | 3,20  | 396,086  | 4.325.969,946                 | 5.270.904,935 |
| DPH 05/19-2                | 399,272           | 9,90  | 389,372  | 4.325.933,978                 | 5.270.915,975 |

#### 1.6.4 Probennahme und Laborversuche

Zur Ermittlung der bodenmechanischen Kennwerte wurden insgesamt sechs Bodenproben genommen und in ein bodenmechanisches Labor geliefert. Bei der Probennahme wurde Entnahmekategorie A nach DIN EN ISO 22475-1:2007-01 (Güteklasse 2 nach DIN EN 1997-2:2010-10) in bindigen Böden und die Entnahmekategorie B (Güteklasse 4) in nicht bindigen Böden eingehalten. Eine Zusammenstellung der Proben und der daran durchgeführten bodenmechanischen Untersuchungen zeigt die Tab. 4. Eine Gesamttabelle mit allen Versuchsergebnissen sowie die einzelnen Ergebnisblätter sind in der Anlage 5.1 zusammengestellt.

Tab. 4: Zusammenstellung der entnommenen Bodenproben und der durchgeführten bodenmechanischen Versuche im Bereich der EÜ Hasenweidweg (EKP 2019).

| Anzahl<br>Versuche | Versuch                                      |                                      | Norm / Empfehlung                              |
|--------------------|--|--------------------------------------|--|
| 6                  | Ansprache, visuelle und manuelle Beurteilung |                                      | DIN 4023:2006-02<br>DIN EN ISO 14688-1:2018-05 |
| 2                  | Korngrößenverteilung                         | Siebanalyse                          | DIN EN ISO 17892-4:2017-04                     |
| 2                  | Korngrößenverteilung                         | kombinierte<br>Sieb-/Schlamm-analyse | DIN EN ISO 17892-4:2017-04                     |
| 2                  | Zustandsgrenzen                              | Fließ- und Ausrollgrenzen            | DIN EN ISO 17892-12:2018-10                    |
| 4                  | Wassergehalt                                 | Ofentrocknung                        | DIN EN ISO 17892-1:2015-03                     |



### 1.6.5 Probennahme und Laborversuche (Altlastenproben)

Damit die Erdarbeiten fachgerecht ausgeführt und ihre Kosten realistisch abgeschätzt werden können, müssen die Projektflächen hinsichtlich ihrer umwelttechnischen Belastungen untersucht werden. Für eine erste orientierende Untersuchung der umwelttechnischen Belastungen der obersten Bodenschichten wurden aus beiden Rammkernbohrungen je eine Umweltprobe entnommen. Die Proben wurden dem chemischen Labor überstellt und nach Verfüllleitfaden (Eckpunktepapier, EPP) untersucht.

Eine Zusammenstellung aller Umweltproben ist in der Tab. 5 vorgenommen worden. Eine Gesamttabelle mit allen Versuchsergebnissen sowie die einzelnen Ergebnisblätter sind in der Anlage 5.2 zusammengestellt.

Tab. 5: Zusammenstellung der entnommenen Umweltproben und der durchgeführten umwelttechnischen Versuche (EKP 2019).

| Anzahl Versuche | Versuch                                      | Norm / Merkblatt / Richtlinie                                |
|-----------------|--|--|
| 2               | Ansprache, visuelle und manuelle Beurteilung | DIN 4023:2006-02 und<br>DIN EN ISO 14688:2018-05             |
| 2               | Verfüllleitfaden (EPP)                       | EPP – Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen (2005) |

## **2 Auswertung der Untersuchungsergebnisse**

### **2.1 Geographisch-geologischer Überblick**

Die hier begutachtete Eisenbahnüberführung (EÜ) liegt innerhalb von Lindau etwa 200 m nördlich des Ufers des Bodensees (Anlage 1). Das umgebene Gelände ist als relativ flach zu beschreiben.

Geologisch betrachtet liegt der Projektstandort im Bereich des Alpenvorlandes und der tiefere Untergrund wird durch Sedimente der Oberen Süßwassermolasse (OSM) aufgebaut, die in den Erkundungsbohrungen jedoch nicht erreicht wurden. Überlagert werden die Schichten der Molasse durch eiszeitliche Sedimente der Würmeiszeit in Form von bindigen Moränenablagerungen mit unterschiedlicher Ausbildung [U 2]. Auf den Moränenablagerungen liegen Deckschichten auf, die als Verwitterungshorizont der Moränenablagerungen zu deuten sind. Die natürliche Schichtfolge wird durch Auffüllungen, Asphalt und Mutterboden zur Geländeoberkante hin abgeschlossen.

### **2.2 Schichtfolge**

#### **2.2.1 Schicht 0: Mutterboden**

Da alle Bohrungen von der bestehenden Asphaltdecke abgeteuft wurden, wurde kein Mutterboden erkundet. Abseits der asphaltierten Straßen steht an der Oberfläche allerdings eine Mutterbodenauflage an. Üblicherweise besteht diese bodenmechanisch aus einem sandigen, schwach kiesigen Schluff. Der Mutterboden ist erfahrungsgemäß als weich bis steif zu beschreiben. Er ist humos, organisch und leicht durchwurzelt.

Der Mutterboden ist als nicht tragfähig und als äußerst frost- und verwitterungsanfällig einzustufen. Dieser darf nur für statisch nicht relevante Zwecke zur Geländeangleichung benutzt werden.

#### **2.2.2 Schicht 1: Auffüllungen**

Im Bereich der Bohrungen wurden unter der 0,05 m bis 0,09 m starken Asphaltdecke 0,6 m bis 1,0 m mächtige Auffüllungen durchteuft. Diese wurden vermutlich im Zuge des Straßen- und Gleisbaus als Frostschuttschicht aufgebracht. Bodenmechanisch sind die Auffüllungen als schwach schluffige, sandige Kiese anzusprechen. Die Auffüllungen können Grobkomponenten bis hin zur Steingröße enthalten. Nach den Schlagzahlen der schweren Rammsondierung mit Schlagzahlen von  $N_{10} = 7 - 34$  sind die Auffüllungen als mitteldicht bis sehr dicht gelagert zu charakterisieren. Die Auffüllungen zeigten keine organoleptischen Auffälligkeiten im Hinblick auf Geruch und Farbe. Der fachtechnische Wiederverwendungs- und Entsorgungsweg ist einzuhalten.

Die Auffüllungen sind aufgrund ihrer mindestens mitteldichten Lagerungsdichte als gut tragfähig zu beurteilen.

### 2.2.3 Schicht 2: Deckschichten

Im Bereich der Rammkernbohrungen wurden unterhalb der Auffüllungen jeweils 2,4 m mächtige Deckschichten angetroffen. Sie sind bodenmechanisch zum einen als teils schluffige, sandige, schwach kiesige bis kiesige Tone (**Schicht 2a: Deckschichten, bindig**) anzusprechen. Nach der manuellen Ansprache des Bohrguts sind die bindigen Deckschichten als weich bis steif, in BK 02/19 auch als halbfest zu beschreiben. Die schweren Rammsondierungen zeigen mit Schlagzahlen von  $N_{10} = 1-8$  eine weiche bis steife Konsistenz an.

Zum anderen treten sie als teils schwach kiesige, stark schluffige (Fein-)Sande (**Schicht 2b: Deckschichten, feinsandig**) auf. In Bohrung BK 01/19 treten die feinsandigen Deckschichten auch als stark sandiges Schluff-Kies-Gemisch mit nahezu gleichen Anteilen an Schluff, Kies und Sand auf. Nach den Schlagzahlen der schweren Rammsondierung sind die feinsandigen Deckschichten mit Schlagzahlen von  $N_{10} = 1-2$  als locker gelagert zu charakterisieren.

Sowohl die bindigen als auch die feinsandigen Deckschichten sind aufgrund ihrer weichen bis steifen Konsistenz bzw. ihrer lockeren Lagerungsdichte als gering tragfähig zu charakterisieren. Die Deckschichten zeigten keine organoleptischen Auffälligkeiten im Hinblick auf Geruch und Farbe. Aus den bindigen Deckschichten wurden zwei Proben umwelttechnisch untersucht, wobei keine erhöhte Belastung festgestellt wurden. Unabhängig davon ist der fachtechnische Wiederverwendungs- und Entsorgungsweg einzuhalten.

### 2.2.4 Schicht 3: Moränenablagerungen

Ab einer Tiefe von 3,0 m bzw. 3,4 m unter GOK liegen bindige Moränenablagerungen vor. Die bindigen Moränenablagerungen sind bodenmechanisch als teils schwach tonige, teils schwach kiesige, sandige bis stark sandige Schluffe bzw. schwach schluffige, sandige, kiesige Tone anzusprechen. Es treten auch kiesige, sandige Ton-Schluff-Gemische auf, die annähernd gleiche Anteile an Ton und Schluff enthalten. Die Moränenablagerungen enthalten teilweise Grobkomponenten bis hin zur Block- oder Steingröße. Die Sondierung DPH 05/19 (1. Versuch) wurde in einer Tiefe von 3,2 m u. GOK aufgrund eines angetroffenen Rammhindernisses abgebrochen. Nach der manuellen Ansprache des Bohrguts sind die bindigen Moränenablagerungen als zumeist steif bis halbfest zu beschreiben. Die schweren Rammsondierungen zeigen mit Schlagzahlen von  $N_{10} = 9 \rightarrow 20$  ebenfalls eine steife bis halbfeste, teils auch feste Konsistenz an. In zwei Laborproben wurde ebenfalls eine feste Konsistenz festgestellt. Der stetige Anstieg der Schlagzahlen ist dabei jedoch auch teilweise auf die Mantelreibung der bindigen Moränenablagerungen zurückzuführen. In der Sondierung

DPH 03/19 fallen die Schlagzahlen im Bereich von 4,4 m u. GOK bis 4,8 m u. GOK auf  $N_{10} = 10$  ab, was auf einen aufgeweichten, möglicherweise wasserführenden Bereich hindeuten könnte.

Die Moränenablagerungen sind aufgrund ihrer steif bis halbfesten und teils festen Konsistenz als mäßig bis gut tragfähig zu bewerten. Die Moränenablagerungen zeigten keine organoleptischen Auffälligkeiten im Hinblick auf Geruch und Farbe. Der fachtechnische Wiederverwendungs- und Entsorgungsweg ist einzuhalten.

## **2.3 Hydrogeologische Verhältnisse**

### **2.3.1 Oberflächengewässer**

Im Bereich des Bauwerks ist kein Oberflächengewässer verzeichnet. Etwa 200 m südlich der geplanten EÜ befindet sich der Bodensee.

### **2.3.2 Niederschlagsituation**

Nach den Karten zur Wasserwirtschaft des Bayerischen Landesamts für Wasserwirtschaft [U 4] liegt der Ausbauabschnitt in Bezug auf den Mittleren Jahresniederschlag im Bereich einer Niederschlagshöhe von 1300 mm bis 1500 mm (Periode 1971-2000). Für die Mittlere Jahresverdunstung (Periode 1971-2000) ergibt sich eine Verdunstungshöhe von 300 mm bis 400 mm und für den Mittleren Jahresabfluss (Periode 1971-2000) eine Abflusshöhe von 700 mm bis 1000 mm. Daraus kann auf eine Grundwasserneubildung von ca. 200 mm pro Jahr rückgeschlossen werden.

### **2.3.3 Wasserschutzgebiete/Überschwemmungsgebiete/wassersensible Bereiche**

Der online verfügbare „Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiete in Bayern“ des Bayerischen Landesamtes für Umwelt weist im Bereich des geplanten Bauwerks keine Überschwemmungsgebiete oder wassersensible Bereiche aus.

In der unmittelbaren Umgebung des Bauwerks sind keine Wasserschutz-, Landschaftsschutz- oder Naturschutzgebiete ausgewiesen.

Nach dem online verfügbaren „Bayern-Atlas“ befinden sich im Bereich des Projekts keine Bodendenkmäler.

### **2.3.4 Grundwasserstände**

In einer der beiden Rammkernbohrungen wurde innerhalb der Moränenablagerungen Wasser in 6,1 m u. GOK angetroffen (Tab. 6). In einer der Bestandsbohrungen (8424BG015181) wurde ebenfalls innerhalb der Moränenablagerungen Wasser in 7,5 m u. GOK dokumentiert. Da in den gering durchlässigen Moränenablagerungen üblicherweise nicht mit Grundwasser zu rechnen ist, könnte es sich um gering ergebiges lokales Schichtwasser oder um von oben nachgeflossenes

Wasser handeln. Laut dem online verfügbaren UmweltAtlas Bayern wurden in zwei nahegelegenen Bohrungen sehr hoch anstehendes Grundwasser angetroffen, welches innerhalb der Deckschichten auftritt.

Innerhalb der Moränenablagerungen wurden keine wasserführenden Kieslinsen angetroffen. Diese können aber nach der regionalen Erfahrung durchaus auftreten und gespanntes Schichtwasser führen.

Tab. 6: Zusammenstellung der dokumentierten Wasserstände.

| Aufschlussbezeichnung | Datum    | Ansatzhöhe [m ü. NN] | GW angebohrt [m u. GOK] | GW Ruhe [m u. GOK] | GW angebohrt [m ü. NN] | GW Ruhe [m ü. NN] |
|-----------------------|----------|----------------------|-------------------------|--------------------|------------------------|-------------------|
| BK 02/19              | 18.02.19 | 399,153              | -                       | 6,10               | -                      | 393,053           |
| 8424BG000070          | 2002     | 399,270              | -                       | 2,32               | -                      | 396,950           |
| 8424BG000001          | 2002     | 399,440              | -                       | 1,12               | -                      | 398,320           |
| 8424BG015181          | 2014     | 399,260              | -                       | 7,50               | -                      | 391,760           |

Die dokumentierten Grundwasserstände zeigen kleinräumig sehr starke Schwankungen. Langjährige Datenreihen von Grundwassermessstellen liegen nicht vor. Aus den vorliegenden Daten kann kein hinreichend aussagekräftiges hydrogeologisches Modell abgeleitet werden. Die Festlegung von Bemessungswasserständen ist nur auf Grundlage von Erfahrungen möglich. Für den Bemessungswasserstand im Endzustand wird auf den höchsten dokumentierten Grundwasserstand ein Sicherheitsaufschlag von 0,2 m vorgeschlagen. Für den bauzeitlichen Bemessungswasserstand wird vorgeschlagen, den höchsten dokumentierten Grundwasserstand um 0,3 m abzumindern.

Somit ergibt sich für den Bereich der EÜ ein **bauzeitlicher Bemessungswasserstand von 398,02 m ü. NN.**

Und ein **Bemessungswasserstand im Endzustand von 398,52 m ü. NN.**

Der Sicherheitsaufschlag zum Erhalt der Bemessungswasserstände für den Bauzustand und den Endzustand ist eine Risikoabwägung, die nutzungsabhängig und kostenrelevant ist. Der Sicherheitsaufschlag muss somit vom Bauherrn festgelegt werden.

### 2.3.5 Wasserdurchlässigkeit des Baugrundes

Die Wasserdurchlässigkeit der verschiedenen geologischen Schichten wurde mithilfe von Laboruntersuchungen (Kornsummenkurven) und in Kombination mit regionalen Erfahrungswerten abgeschätzt und quantifiziert. Die aus den Kornsummenkurven ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte basieren auf rein empirischen Rechenverfahren. Die untersuchten Proben sind gestörte Proben, das heißt der  $k_f$ -Wert wird nur aus der Korngrößenverteilung bestimmt. Wichtige Faktoren, wie zum Beispiel die Lagerungsdichte, die Kornform oder der Sättigungsgrad des Bodens bleiben unberücksichtigt. Wir empfehlen daher die

Wasserdurchlässigkeit des Bodens, zum Beispiel für die Dimensionierung von Wasserhaltungsmaßnahmen oder Versickerungsanlagen, in Form von in-situ-Versuchen zu verifizieren.

Die Auffüllungen beinhalten meist nur geringe Feinkornanteile. Typisch für ihre Zusammensetzung weisen sie Durchlässigkeitsbeiwerte im Bereich von  $k_f = 1 \cdot 10^{-1}$  m/s bis  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s auf. Demnach sind die Auffüllungen als „sehr stark durchlässig“ bis „durchlässig“ zu klassifizieren.

Erfahrungsgemäß verfügen die Deckschichten über geringe Durchlässigkeiten mit  $k_f$ -Werten zwischen  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s und  $1 \cdot 10^{-9}$  m/s. Die feinsandigen Deckschichten (Schicht 2b) sind dabei eher am oberen Ende und die bindigen Deckschichten (Schicht 2a) am unteren Ende des angegebenen Bereichs anzusiedeln. Demnach sind die bindigen Deckschichten als „durchlässig“ bis „sehr schwach durchlässig“ zu klassifizieren.

Die Moränenablagerungen weisen typischerweise ebenfalls geringe Durchlässigkeiten mit  $k_f$ -Werten zwischen  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s und  $1 \cdot 10^{-9}$  m/s auf. Bestätigt wird dies durch die aus zwei Kornsummenkurve ermittelten  $k_f$ -Werte die zwischen  $6,35 \cdot 10^{-7}$  m/s und  $3,36 \cdot 10^{-8}$  m/s liegen. Demnach sind die bindigen Deckschichten als „schwach durchlässig“ bis „sehr schwach durchlässig“ zu klassifizieren.

### **2.3.6 Betonaggressivität**

Das Grundwasser im untersuchten Areal ist aufgrund der erkundeten Lithologie und unserer lokalen Erfahrungen als nicht betonaggressiv nach DIN 4030-1:2008-06 einzustufen.

## **2.4 Umweltgeotechnische Verhältnisse**

Aus den bindigen Deckschichten wurden Umweltproben genommen und im Labor untersucht. Die umwelttechnischen Laborergebnisse wurden nach EPP (Eckpunktepapier) ausgewertet. Bei der Auswertung nach EPP wurde in Abhängigkeit von der Bodenart die Kategorie Sand, Lehm/Schluff oder Ton gewählt.

Die untersuchten Proben zeigen keine Auffälligkeiten und sind nach Eckpunktepapier der Zuordnungsklasse Z0 zuzuweisen. Eine detaillierte Auswertungstabelle mit allen Analyseergebnissen sowie die einzelnen Ergebnisblätter sind in der Anlage 5.2 dargestellt.

### **3 Bewertung und Interpretation der Untersuchungsergebnisse**

#### **3.1 Geotechnische Kategorie**

Im Hinblick auf den Baugrund fällt die EÜ Hasenweidweg in die geotechnische Kategorie GK 2 nach DIN 4020:2010-12 und DIN 1054:2010-12. Es herrschen Baugrundverhältnisse mit einem mittleren bis schweren Schwierigkeitsgrad und wechselhaften mechanischen Eigenschaften des Untergrunds vor. Die Einstufung erfolgt nach baugrundspezifischen Gesichtspunkten und maßgebend ist dabei jenes Merkmal, das die höchste Geotechnische Kategorie ergibt. Für das Bauwerk bzw. das Bauvorhaben ist zu prüfen ob sich durch bauwerksspezifische Merkmale eine höhere Geotechnische Kategorie ergibt.

#### **3.2 Erdbebenzone**

Entsprechend der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 befindet sich das Untersuchungsgebiet in der Erdbebenzone 2 (Gebiet, in der gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveau rechnerisch die Intensität 7,0 bis < 7,5 zu erwarten ist) und der Untergrundklasse S (Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung).

Entsprechend der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 ist bei einer Gründung in den Moränenablagerungen die Baugrundklasse C (feinkörnige Lockergesteine in mindestens steifer Konsistenz) zugrunde zu legen.

#### **3.3 Baugrundmodell**

Der Baugrund im Bereich der geplanten EÜ über den Hasenweidweg lässt sich nach Abtrag des Mutterbodens und der Asphaltdecke als ein 4-Schichten-Modell darstellen.

Unter den gering mächtigen Auffüllungen (Schicht 1) folgen etwa 2,4 m mächtige Deckschichten (Schicht 2), die sich in bindige Deckschichten am Top und feinsandige Deckschichten darunter unterteilen lassen. Die Auffüllungen sind als gut tragfähig, die Deckschichten als gering tragfähig zu beurteilen. Darunter folgen bindige Moränenablagerungen, die als mäßig bis gut tragfähig zu beurteilen sind.

Eine Korrelation der angetroffenen Schichten in den Aufschlüssen wurde im geologisch-geotechnischen Längsschnitt (Anlage 3) vorgenommen.

#### **3.4 Charakteristische Bodenkennwerte**

Auf Grundlage der bodenmechanischen Laborversuche (Anlage 5.1) sowie Erfahrungswerten ergeben sich für bodenmechanische Berechnungen folgende Spannweiten und charakteristische

geotechnische Parameter der Lockergesteine (Tab. 7). Die dargestellten Kennwerte stellen gemäß DIN 1054:2010-12 vorsichtige Schätzungen der charakteristischen Werte (Mittelwert) dar.

Der Mutterboden (Schicht 0) wird zu Beginn der Baumaßnahme entfernt, so dass für dieses Schichtglied keine Kennwerte angegeben werden.

Tab. 7: Zusammenstellung der charakteristischen geotechnischen Bodenparameter der Lockergesteine.

| Bezeichnung   | Schicht 1<br>(Auffüllungen) | Schicht 2a<br>(Deckschichten,<br>bindig) | Schicht 2b<br>(Deckschichten,<br>feinsandig) | Schicht 4<br>(Moränen-<br>ablagerungen) |
|---|-----------------------------|--|--|---|
| Wichte $\gamma$ ,<br>$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]                  | 19-21<br><b>20</b>          | 17-19<br><b>18</b>                       | 18-20<br><b>19</b>                           | 18-20<br><b>19</b>                      |
| Wichte unter Auftrieb $\gamma'$ ,<br>$\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ] | 9-11<br><b>10</b>           | 7-9<br><b>8</b>                          | 8-10<br><b>9</b>                             | 8-10<br><b>9</b>                        |
| Reibungswinkel $\varphi'$ ,<br>$\varphi'_k$ [°]                       | 30-35<br><b>32,5</b>        | 22,5-27,5<br><b>25</b>                   | 25-30<br><b>27,5</b>                         | 22,5 – 30<br><b>27,5 (22,5)*</b>        |
| Kohäsion $c'$ ,<br>$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]                        | 0-2<br><b>0</b>             | 2-6<br><b>4</b>                          | 0-4<br><b>2</b>                              | 10-30<br><b>20 (5)*</b>                 |
| undrainierte Kohäsion $c_u$ ,<br>$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]       | -                           | 20-60<br><b>40</b>                       | -  | 50-100<br><b>70 (30)*</b>               |
| Steifemodul $E_s$ ,<br>$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]                 | 20-100<br><b>60</b>         | 4-8<br><b>6</b>                          | 6-10<br><b>8</b>                             | 30-70<br><b>60 (10)*</b>                |

\* Bei weicher Konsistenz

### 3.5 Einteilung in Homogenbereiche nach VOB ATV Teil C

Für die Einteilung der angetroffenen Schichten in Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09 und DIN 18304:2019-09 wird nach momentanem Planungsstand und Erkenntnissen Folgendes empfohlen:

Homogenbereich O1: Mutterboden (Schicht 0)

Homogenbereich B1: Auffüllungen (Schicht 1)

Homogenbereich B2: bindige Deckschichten (Schicht 2a)

Homogenbereich B3: feinsandige Deckschichten (Schicht 2b)

Homogenbereich B4: Moränenablagerungen (Schicht 3)

Anhand der Erkenntnisse aus den untersuchten Umweltproben (Kap. 2.4) müssen die einzelnen geotechnisch definierten Homogenbereiche gemäß den vorgefundenen Belastungen weiter unterteilt werden:



Homogenbereich B2.1: Böden des HB B1, deren Zuordnungsklasse nach EPP unbekannt ist.

Homogenbereich B2.2: Böden des HB B1 der Zuordnungsklasse Z 0 nach EPP

Die im Bauareal angetroffenen Böden sind für erdbautechnische Zwecke wie folgt zu klassifizieren (Tab. 8):

Tab. 8: Klassifizierung der Homogenbereiche nach VOB ATV Teil C.

| Bezeichnung  | O1                                      | B1                                      | B2                                      |      | B3                                      | B4  |
|--|---|---|---|------|---|---|
| Ortsübliche Bezeichnung                                    | Mutterboden                             | Auffüllungen                            | Deckschichten, bindig                   |      | Deckschichten, feinsandig               | Moränenablagerungen                           |
| Bodenart (DIN 4023:2006-02)                                | Mu (U, s, g)                            | A (G, s, u')                            | T, g'-g, s, (u)                         |      | (f)S, u*, (g')<br>U/G, s*               | T/U, g, s<br>T, g, s, u'<br>U, s-s*, (g) (t') |
| Bodenart (DIN EN ISO 14688-2:2018-05)                      | grsasiOr                                | sisagrMg                                | (si)sagrCl                              |      | (gr)siFSa<br>saGrSi                     | sagrSiCl<br>sisagrCl<br>(cl)(gr)saSi          |
| Stein/Blockanteil [%] (DIN EN ISO 14688-1:2018-05)         | 0                                       | 0 - 15                                  | 0 - 5                                   |      | 0 - 5                                   | 0 - 20  |
| Organische Anteile o [%] (DIN 18128:2002-12)               | 20-80                                   | 0                                       | 0 - 10                                  |      | 0 - 10                                  | 0   |
| Bodengruppe (DIN 18196:2011-05)                            | OU                                      | [GU]                                    | TM/TL                                   |      | SU*                                     | TM/TL/ST/SU/<br>SU*<br>UM/UL                  |
| Lagerungsdichte/<br>Konsistenz                             | weich                                   | mitteldicht<br>- sehr dicht             | weich - steif                           |      | locker                                  | steif - fest                                  |
| Wassergehalt $w_n$ , [%] (DIN EN ISO 17892-1:2015-03)      | 20 - 40                                 | 2 - 15                                  | 10 - 40                                 |      | 5-30                                    | 10 - 40                                       |
| Frostempfindlichkeit (ZTVE-STB 17 (2017))                  | F3                                      | F1                                      | F3                                      |      | F3                                      | F3  |
| Durchlässigkeitsbeiwert, $k_f$ [m/s]                       | $1 \times 10^{-6}$ - $1 \times 10^{-8}$ | $1 \times 10^{-2}$ - $1 \times 10^{-6}$ | $1 \times 10^{-6}$ - $1 \times 10^{-9}$ |      | $1 \times 10^{-5}$ - $1 \times 10^{-7}$ | $1 \times 10^{-6}$ - $1 \times 10^{-9}$       |
| Unterteilung Homogenbereiche nach Umwelttechnik (Kap. 2.4) | nicht untersucht                        | nicht untersucht                        | B2.1                                    | B2.2 | nicht untersucht                        | nicht untersucht                              |
| Zuordnung nach EPP   | unbekannt                               | unbekannt                               | unbekannt                               | Z 0  | unbekannt                               | unbekannt                                     |

## 4 Gründungskonzept zur EÜ Hasenweidweg

### 4.1 Flachgründung des Vollrahmens (EÜ Block)

Nach derzeitigem Planungsstand soll die Eisenbahnüberführung als vorgefertigter Vollrahmen eingeschoben werden. Die Unterkante des Betonrahmens ist derzeit auf etwa 7 m u. GOK ( $\approx 392$  m ü. NN) geplant.

Bei der Ausführung kommt die Unterkante des Rahmens in den mäßig bis gut tragfähigen Moränenablagerungen (Schicht 3) zu liegen. Die witterungsempfindlichen Moränenablagerungen sollten vor dem Einschub des Vollrahmens nicht über einen längeren Zeitraum freiliegen, um ein mögliches Aufweichen der Sohle zu vermeiden. Eine Abnahme der Gründungssohle durch den geotechnischen Sachverständigen wird empfohlen. Die Machbarkeit einer Gründung des Vollrahmens in den Moränenablagerungen muss anhand der Bauwerkslasten überprüft werden. Die bei den Aushubarbeiten unvermeidlichen Bodenauflockerungen sind besonders im Bereich des Gründungshorizontes ausreichend nach zu verdichten. Treten im Bereich des Gründungsniveaus aufgeweichte Moränenablagerungen auf, sind diese zu entfernen und lagenweise ( $d_{\max} = 0,3$  m) durch einen verdichtet ( $D_{Pr} = 100$  %) eingebauten Bodenersatzkörper aus einem Kies-Sand-Gemisch mit  $< 5$  % Feinkornanteil zu ersetzen. Auf eine frostsichere Gründung ist zu achten.

Es ist zu prüfen, ob für den Bau- und/oder Endzustand eine Rückverankerung des Vollrahmens erforderlich ist, um die Auftriebssicherheit zu gewährleisten. Zur Vorbemessung des Vollrahmens, kann ein Bettungsmodul in der Größenordnung von

$$k_s = 10-15 \text{ MN/m}^3 \text{ im zentralen Bereich;}$$

$$k_s = 15-40 \text{ MN/m}^3 \text{ am Rand/an den Ecken}$$

angenommen werden.

**Hinweis:** Da der Bettungsmodul keine Bodenkonstante ist, sondern von den Belastungsverhältnissen, der Geometrie und den Baugrundverformungen abhängt, wird empfohlen, den tatsächlichen Bettungsmodulverlauf des o.g. Rahmens nach Vorlage von detaillierten Lastenplänen und Ausführungsplänen anhand einer Setzungsberechnung ermitteln zu lassen. Dies kann auf Wunsch von der Baugeologisches Büro Bauer GmbH durchgeführt werden.

### 4.2 Flachgründung der Verschubbahn

Zum momentanen Zeitpunkt ist der Einschub eines flachgegründeten, vorgefertigten Vollrahmens geplant. Nach derzeitigem Planungsstand sollen die Verschubbahnen flach gegründet werden. Im vorliegenden Gutachten wird auf Grundlage der geologischen Verhältnisse die Flachgründung der Verschubbahn beurteilt.

Die Machbarkeit einer Flachgründung muss anhand der Bauwerkslasten überprüft werden. Nach derzeitigem Planungsstand soll die Verschubbahn auf etwa 7 m u. GOK ( $\approx 392$  m ü. NN) zu liegen kommen. In diesem Bereich stehen mäßig bis gut tragfähige Moränenablagerungen (Schicht 3) an. Die Verschubbahn kann auf einer Sauberkeitsschicht direkt auf den Moränenablagerungen gegründet werden. Eine Abnahme der Gründungssohle durch den geotechnischen Sachverständigen wird empfohlen. Die Verschubbahn ist nach derzeitigem Planungsstand etwa 2 m breit und 20 m lang.

Die bei den Aushubarbeiten unvermeidlichen Bodenauflockerungen sind besonders im Bereich des Gründungshorizontes ausreichend nach zu verdichten. Sollten die Moränenablagerungen am Top noch aufgeweichte Bereiche aufweisen sind diese zu entfernen und lagenweise ( $d_{\max} = 0,3$  m) durch einen verdichtet ( $D_{Pr} = 100\%$ ) eingebauten Bodenersatzkörper aus einem Kies-Sand-Gemisch mit  $< 5\%$  Feinkornanteil zu ersetzen. Auf eine frostsichere Gründung ist zu achten. Die Verschubbahnen können dann auf Streifenfundamenten auf den Moränenablagerungen gegründet werden.

Bei der Planung ist der hochliegende Grundwasserspiegel zu berücksichtigen, der einen Baugrubenverbau notwendig macht (siehe Kap. 4.3).

Für eine Vordimensionierung wurde eine orientierende Setzungsberechnung für ein Streifenfundament durchgeführt. In der Anlage 6 ist ein Fundamentdiagramm für die Vorbemessung von Streifenfundamenten enthalten. Die Bemessungswerte des Sohlwiderstands ( $\sigma_{R,d}$ ) wurden mittels Grundbruch- und Setzungsberechnungen ermittelt und sind in Abhängigkeit von der Fundamentgeometrie und für eine mittige Belastung dargestellt. Berechnungsgrundlagen hierfür sind die DIN 1054:2010-12 und die DIN 4017:2006-03. Es liegt eine temporäre Bemessungssituation (BS-T), sowie die Schichtsäule der BK 01/19 zugrunde. Eine Einbindung der Fundamente wurde nicht angesetzt. Es wurden die 7 m zu entfernenden Bodenschichten als Vorbelastung angesetzt. In dem Diagramm in Anlage 6 können beispielhaft Bemessungswerte des Sohlwiderstandes  $\sigma_{R,d}$  bei einem Ausnutzungsgrad von  $\mu \leq 1,0$  abgelesen werden, wobei die Grundbruchsicherheit (rote Linie im Diagramm) mit einem Teilsicherheitsbeiwert von  $\gamma_{R,v} = 1,4$  berücksichtigt wird ( $\sigma_{R,d} = \sigma_{Of,k}/\gamma_{R,v}$ ).

In den Berechnungen wurde das Verhältnis von veränderlichen Lasten (Q) zu Gesamtlasten (G+Q) mit 0,5 ( $\gamma_{(G,Q)} = 1,425$ ) vorausgesetzt. Unter Berücksichtigung dieser Einwirkungen ist auf der rechten Seite des Diagramms in Anlage 6 der aufnehmbare Sohldruck ( $\sigma_{E,k}$ ) gleich der zulässigen Bodenpressung (zul  $\sigma$ ) mit  $\sigma_{E,k} = \sigma_{R,d}/\gamma_{(G,Q)}$  aufgetragen. Je nach gewählter Fundamentgeometrie bzw. beliebiger Begrenzung der rechnerisch zulässigen Setzungen (z. B.  $s \leq 1,5$  cm) können die rechnerischen Setzungen (blaue Linien im Diagramm) abgelesen werden. Die Größe der zulässigen Setzungen für das Bauwerk ist vom zuständigen Planer festzulegen.

Vergleicht man den aus den auftretenden Lasten und der Fundamentgeometrie resultierenden aufnehmbaren Sohldruck ( $\sigma_{E,k} = \sigma_{zul}$ ) kann man in Abhängigkeit von der Fundamentgeometrie und unter Ansatz der charakteristischen Bodenkennwerte die rechnerischen charakteristischen Werte der Setzungen (wahrscheinliche Setzungen nach EC7) aus den Diagrammen in Anlage 6 herauslesen.

Sobald das endgültige Gründungsniveau (Einbindetiefe) und das Verhältnis von veränderlichen Lasten zu Gesamtlasten bekannt ist, muss mit den tatsächlichen Werten eine erneute Berechnung durchgeführt werden. Dies kann auf Wunsch von der Baugeologisches Büro Bauer GmbH durchgeführt werden.

### 4.3 Baugruben und Verbaue

Die für eine Flachgründung erforderlichen Baugruben können aufgrund der angetroffenen Grundwasserverhältnisse (siehe Kap. 2.3.4) nicht frei geböscht werden. Es empfiehlt sich ein wasserdichter Verbau in Form eines Spundwandkastens. Da wasserführende Kieslinsen mit gespanntem Grundwasser nicht sicher ausgeschlossen werden können, sollten zur Sicherheit von Entspannungsmaßnahmen getroffen werden, um einen hydraulischen Grundbruch zu vermeiden. Der Verbau ist statisch nachzuweisen. Die Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch innerhalb des Spundwandkastens ist nachzuweisen. Zur Dimensionierung des Verbaus bzw. zur Ermittlung der auf die Baugrubenwände wirkenden Erddrücke können die bodenmechanischen Kennwerte aus der Tab. 7 herangezogen werden. Es ist der erhöhte aktive Erddruck anzusetzen.

Nach Einbringung der Spundwände können die Baugruben ausgehoben und gelenzt werden. Dabei müssen die Schichten 1 (Auffüllungen) und 2 (Aueablagerungen) komplett und die Schicht 3 (Moränenablagerungen) teilweise entfernt werden. Die Baugrubensohle kommt in den Moränenablagerungen zu liegen.

Undichtigkeiten in der Baugrubenumschließung können an Spundwandschlössern, in Spundwandzwickeln und an den Fugen zwischen Baugrubenumschließung und Baugrubensohle auftreten. Diese müssen zeitnah mit geeigneten Medien abgedichtet werden, um möglichen Feinteilaustrag und damit Setzungen jenseits des Verbaus zu verhindern.

Nach Herstellung der Fundamente können die Spundwände wieder gezogen werden.

Die Baugrubensohle kommt innerhalb der Moränenablagerungen zu liegen, somit steht ein tragfähiger Untergrund an der zum Abtrag von Baumaschinenlasten geeignet ist. Allerdings sind die bindigen Moränenablagerungen als witterungsempfindlich zu bewerten, so dass Maßnahmen gegen ein Aufweichen und ein Verschlammen der Baugrubensohle getroffen werden müssen.

Die Baugrubensohle ist als „schwach durchlässig“ zu beurteilen, das anfallende Tagwasser in Form von Schicht- und Niederschlagswasser sollte durch eine offene Wasserhaltung mittels Pumpensümpfen gefasst und abgeleitet werden.

#### **4.4 Empfehlungen und Hinweise**

Die Baustelle ist gut über den Hasenweidweg zu erreichen. Somit sind voraussichtlich keine temporären Baustraßen notwendig.

Die Charakterisierung der Bodenschichten für bautechnische Zwecke kann anhand der Tab. 8 erfolgen.

Bei den Bohrungen sind in den Moränenablagerungen (Schicht 3) größeren Komponenten vorgefunden worden, die als Rammhindernis auftreten könnten. Für die Einbringung von Spundwänden sind daher Einbringhilfen einzuplanen und vorzuhalten.

Während der Aufnahmen der abgeteuften Bohrungen wurden keine organoleptischen Auffälligkeiten innerhalb der durchteuften Bodenschichten festgestellt, unabhängig davon ist beim Aushub der fachgerechte Wiederverwendungs- bzw. Entsorgungsweg einzuhalten.

## 5 Schlussbemerkung

Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf die oben genannten Untersuchungsstellen. Abweichungen von den gemachten Angaben (Schichttiefen, Bodenzusammensetzung etc.) können auf Grund der Heterogenität des Untergrundes nicht ausgeschlossen werden. Es ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen erforderlich. Eine vergleichende Überprüfung in Form einer Gründungssohlenabnahme ist daher anzuraten.

Das vorliegende geotechnische Baugrund- und Gründungsgutachten bezieht sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens vorliegenden Planungsstand. Nachträgliche Änderungen des Planungsstandes sind mit dem Gutachter abzustimmen.

Es wird empfohlen, den Bodengutachter an der Betreuung und Überwachung der Gründungsmaßnahmen (geotechnische Baubegleitung, Baugrundabnahme, Festlegung ggf. zusätzlicher Bodenaustauschbereiche, Kontrollprüfungen etc.) bzw. der umwelttechnischen Begleitung (z.B. Haufwerksbeprobung) zu beteiligen.

Für Rückfragen und/oder weitere Beratungen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.



Klaus Keilig  
Ing.-Geol., M. Sc.



Dr. Florian Rau  
Dipl.-Geol. TUM  
Sachverständiger Geotechnik (Baylka Bau)

# BV Strecke 5420, EÜ Hasenweidweg

## Geologisch – geotechnischer Bericht

### Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Geographischer Übersichtslageplan, M = 1 : 50.000
- Anlage 2 Detallageplan mit den Aufschlusspunkten, M = 1 : 1.000
- Anlage 3 Geotechnischer Längsschnitt, M.d.H. = 1 : 150, M.d.L. unmaßstäblich
- Anlage 4 Dokumentation der Aufschlüsse
- Anlage 4.1 Rammkernbohrungen (Schichtenverzeichnisse, Bohrprofile, Kernfotos)
- Anlage 4.2 Schwere Rammsondierungen (DPH)
- Anlage 5 Laboruntersuchungen
- Anlage 5.1 Bodenmechanische Versuche
- Anlage 5.2 Umweltchemische Versuche
- Anlage 6 Grundbruch- und Setzungsberechnung

# **BV Strecke 5420, EÜ Hasenweidweg**

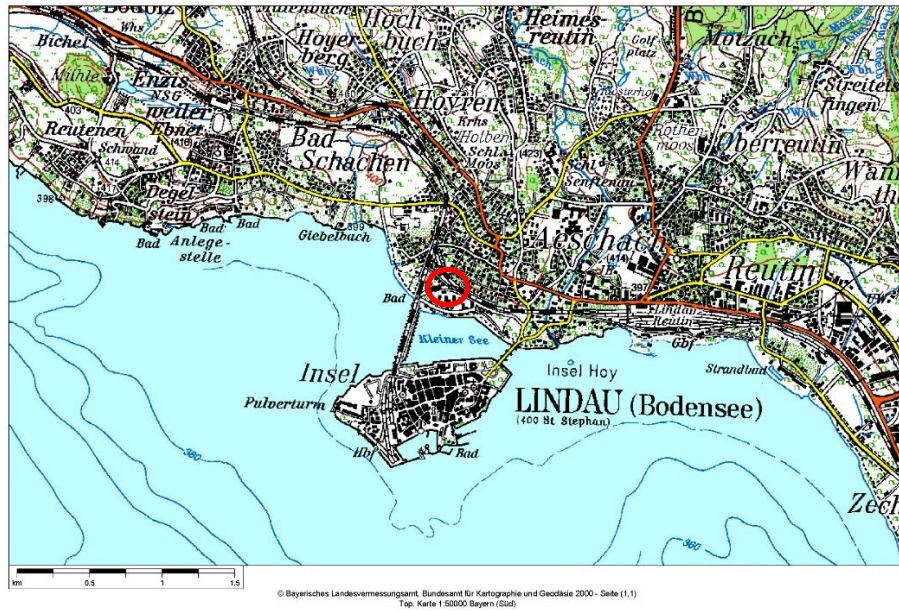
## **Geologisch – geotechnischer Bericht**

**Anlage 1    Geographischer Übersichtslageplan,  
M = 1 : 50.000**



## Geographischer Übersichtslageplan

Kartengrundlage: Topo 50 Bayern Süd, Herausgegeben vom bayerischen Landesvermessungsamt,  
Maßstab: ca. 1 : 50.000





# **BV Strecke 5420, EÜ Hasenweidweg**

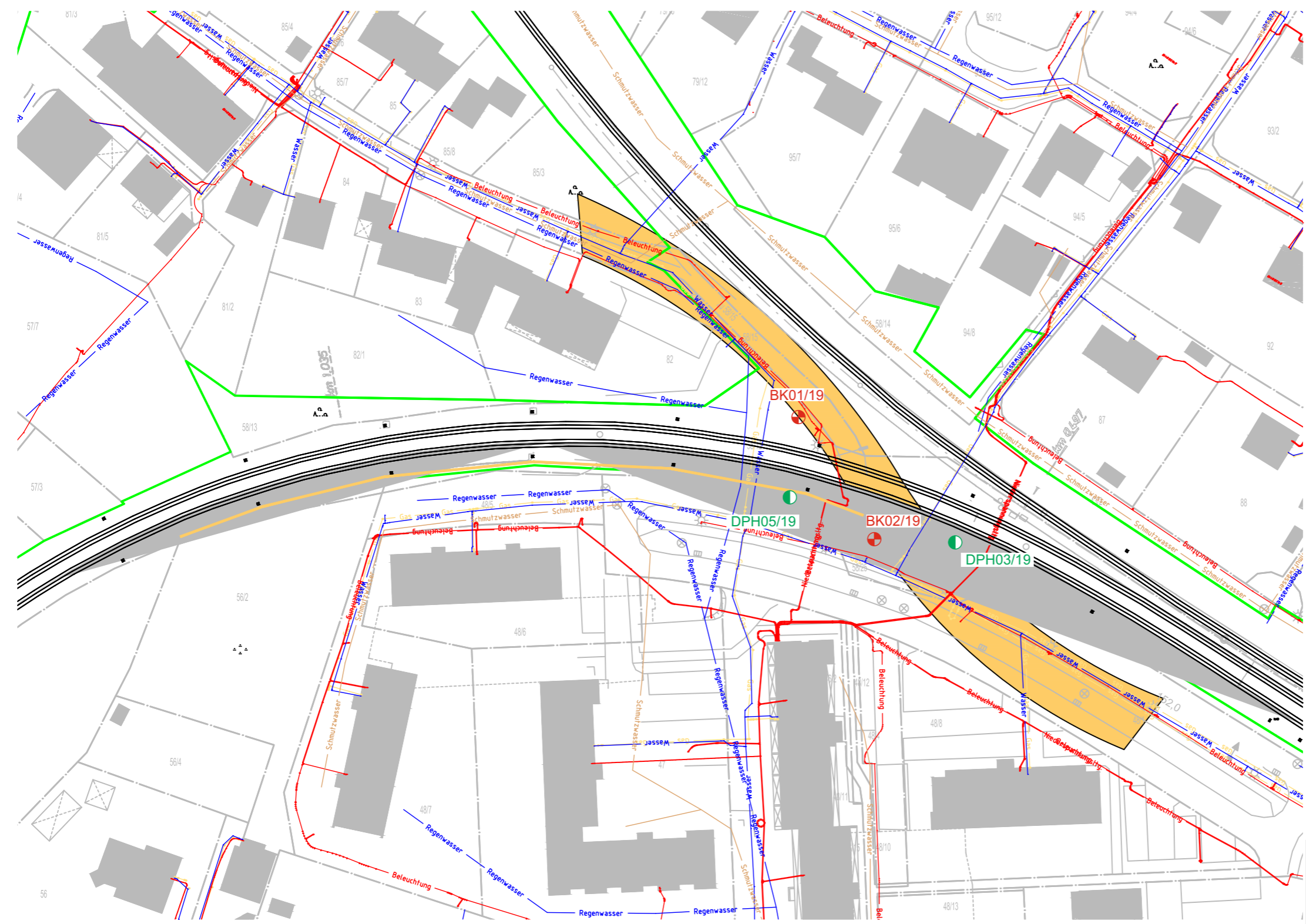
## **Geologisch – geotechnischer Bericht**

**Anlage 2      Detaillageplan mit den Aufschlusspunkten,  
M = 1 : 1.000**



### Legende

-  BK - Kernbohrung
-  DPH - Schwere Rammsondierung



 **Baugeologisches Büro Bauer GmbH**  
Domagkstr. 1a, 80807 München, Tel.: +49(0)89-36040465

Projekt: **BV: Strecke 5420, ca. Strecken-km 1,1, Neubau EÜ Hasenweidweg**

Inhalt: **Detaillageplan mit Aufschlusspunkten**

| Blattgröße:           | Bearbeiter: | Name         | Datum      | Projekt-Nr.:  |
|-----------------------|-------------|--------------|------------|---------------|
| DIN A3                | geändert:   | R. Schneider | 05.04.2019 | 05778         |
|                       |             | K. Keilig    | 08.10.2019 |               |
| Maßstab:<br>1 : 1.000 | geprüft:    |              |            | Anlage<br>2   |
|                       |             | T. Sattler   | 09.10.2019 | Blatt 1 von 1 |

# **BV Strecke 5420, EÜ Hasenweidweg**

## **Geologisch – geotechnischer Bericht**

**Anlage 3      Geotechnischer Längsschnitt,  
M.d.H. = 1 : 150, M.d.L. unmaßstäblich**

# Geologisch-geotechnischer Längsschnitt

M d. H. 1:150 / M d. L. unmaßstäblich

W

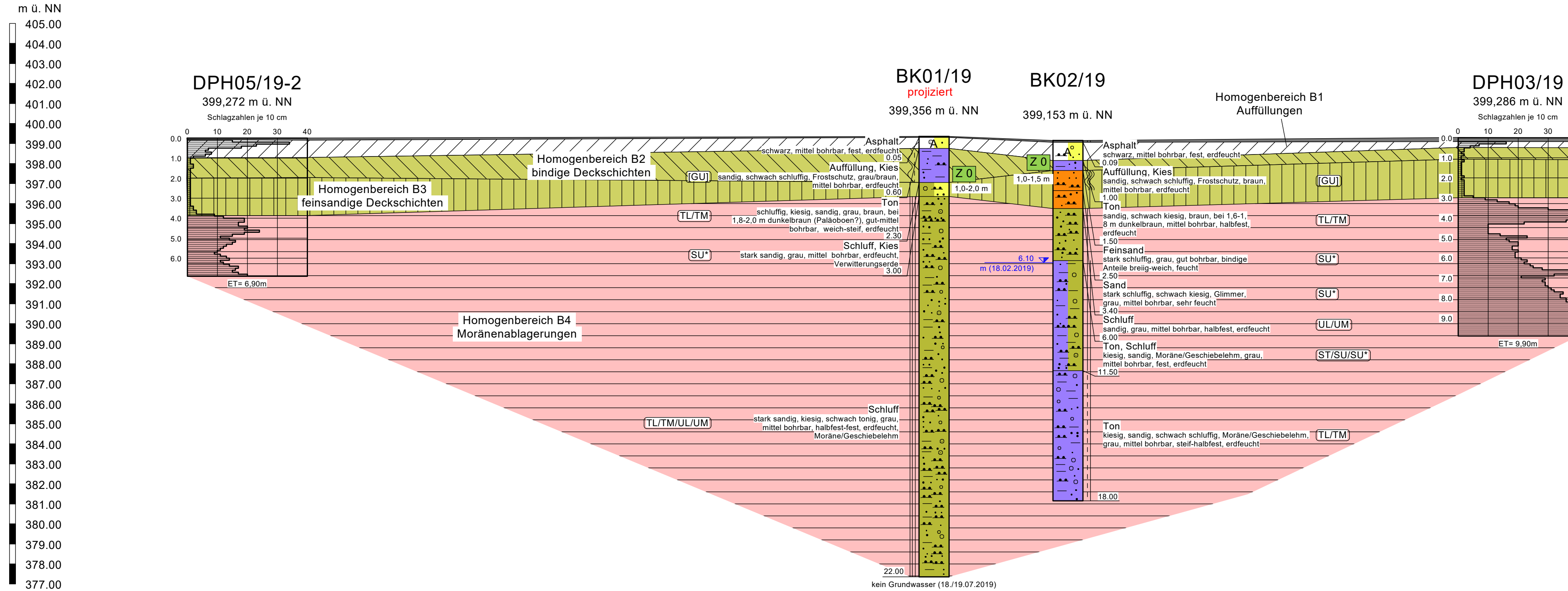
E

**Legende**

|  |             |  |         |
|--|-------------|--|---------|
|  | Mutterboden |  | Schluff |
|  | Kies        |  | Ton     |
|  | Sand        |  |         |

## Zuordnungsklassen der entnommenen Bodenproben

- Z 0** Zuordnungsklasse nach Eckpunktepapier (EPP) Z0
- Z 1.1** Zuordnungsklasse nach Eckpunktepapier (EPP) Z 1.1
- Z 1.2** Zuordnungsklasse nach Eckpunktepapier (EPP) Z 1.2
- Z 2** Zuordnungsklasse nach Eckpunktepapier (EPP) Z 2
- >Z 2** Zuordnungsklasse nach Eckpunktepapier (EPP) >Z 2



Anm.: Die Gelände- und Schichtlinien zwischen den Aufschlüssen sind interpoliert. Die Aufschlüsse und deren Schichtenabfolge stellen punktuelle Untersuchungen dar. Da es sich bei Rammsondierungen um ein indirektes Aufschlussverfahren handelt (keine Bodenförderung), sind die dargestellten Schichtgrenzen bei der Sondierung als vorsichtige Interpretation der Schlagzahlen zu sehen.

## Interpretation der geologisch-geotechnischen Schichten

- |  |              |  |                     |
|--|--------------|--|---------------------|
|  | Asphalt      |  | Deckschichten       |
|  | Auffüllungen |  | Moränenablagerungen |

## vorläufige Einteilung der Homogenbereiche nach VOB/C-ATV geotechnische Einteilung

- |  |                   |   |
|--|-------------------|---|
|  | Homogenbereich O1 | Zuordnungsklasse nach EPP unbekannt   |
|  | Homogenbereich B1 | Zuordnungsklasse nach EPP unbekannt   |
|  | Homogenbereich B2 | Homogenbereich B2.1: Zuordnungsklasse nach EPP unbekannt<br>Homogenbereich B2.2: Z 0 nach EPP |
|  | Homogenbereich B3 | Zuordnungsklasse nach EPP unbekannt   |
|  | Homogenbereich B4 | Zuordnungsklasse nach EPP unbekannt   |

|                             |   |               |                                  |
|-----------------------------|---|---------------|----------------------------------|
| Projekt                     | BV Strecke 5420, EÜ Hasenweidweg                                  |               |                                  |
| Planinhalt                  | geologisch-geotechnischer Längsschnitt                            |               |                                  |
| Auftraggeber                | SSF Ingenieure AG<br>Domagkstr. 1a<br>80807 München               |               | Anlagenr. : 3                    |
|                             | Datum:                      Unterschrift:                         |               | Blattnr. : 1 von 1               |
| Auftragnehmer/Planverfasser | Baugeologisches Büro Bauer GmbH<br>Domagkstraße 1a, 80807 München |               | Maßstab: 1 : 150, unmaßstäblich  |
|                             | Datum:                      Unterschrift:                         |               | Blattformat: 297 x 841           |
|                             |   |               | Index: -                         |
|                             |   |               | Höhensystem: DHHN 12             |
|                             |   |               | Koordinatensystem: Gauß - Krüger |
|                             |   |               | Projektnummer: 05778             |
|                             | Datum:  | Name          |                                  |
|                             | bearb. 26.09.2019   | KK            |                                  |
|                             | gepr. 09.10.19  | TS            |                                  |
|                             | Datum:  | Unterschrift: |                                  |



# **BV Strecke 5420, EÜ Hasenweidweg**

## **Geologisch – geotechnischer Bericht**

### **Anlage 4    Dokumentation der Aufschlüsse**

# **BV Strecke 5420, EÜ Hasenweidweg**

## **Geologisch – geotechnischer Bericht**

### **Anlage 4.1 Rammkernbohrungen (Bohrprofile, Schichtenverzeichnisse, Kernfotos)**

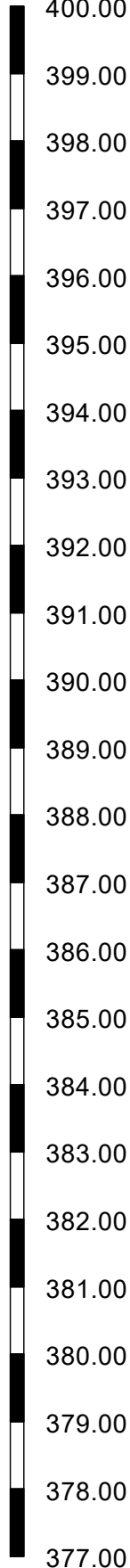


# BK01/19

M 1:100

m ü. NN

399,356 m ü. NN

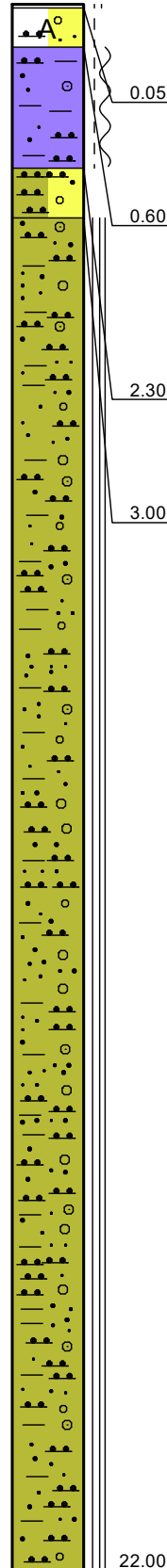


UPM-BK01-01 (1,0-2,0 m) □

EP-BK01-01 (2,4-3,0 m) □

EP-BK01-02 (5,0-6,0 m) □

EP-BK01-03 (6,0-6,4 m) □



**Asphalt**  
schwarz, mittel bohrbar,  
fest, erdfeucht

**Auffüllung, Kies**  
sandig, schwach schluffig,  
Frostschutz, grau/braun,  
mittel bohrbar, erdfeucht

**Ton**  
schluffig, kiesig, sandig,  
grau, braun, bei 1,8-2,  
0 m dunkelbraun (Paläoboen?),  
gut-mittel bohrbar,  
weich-steif, erdfeucht

**Schluff, Kies**  
stark sandig, grau, mittel  
bohrbar, erdfeucht,  
Verwitterungserde

**Schluff**  
stark sandig, kiesig,  
schwach tonig, grau,  
mittel bohrbar, halbfest-fest,  
erdfeucht, Moräne/Geschiebelehm

[GU]

TL/TM

SU\*

TL/TM/UL/UM

kein Grundwasser (18./19.07.2019)



BK 01/19

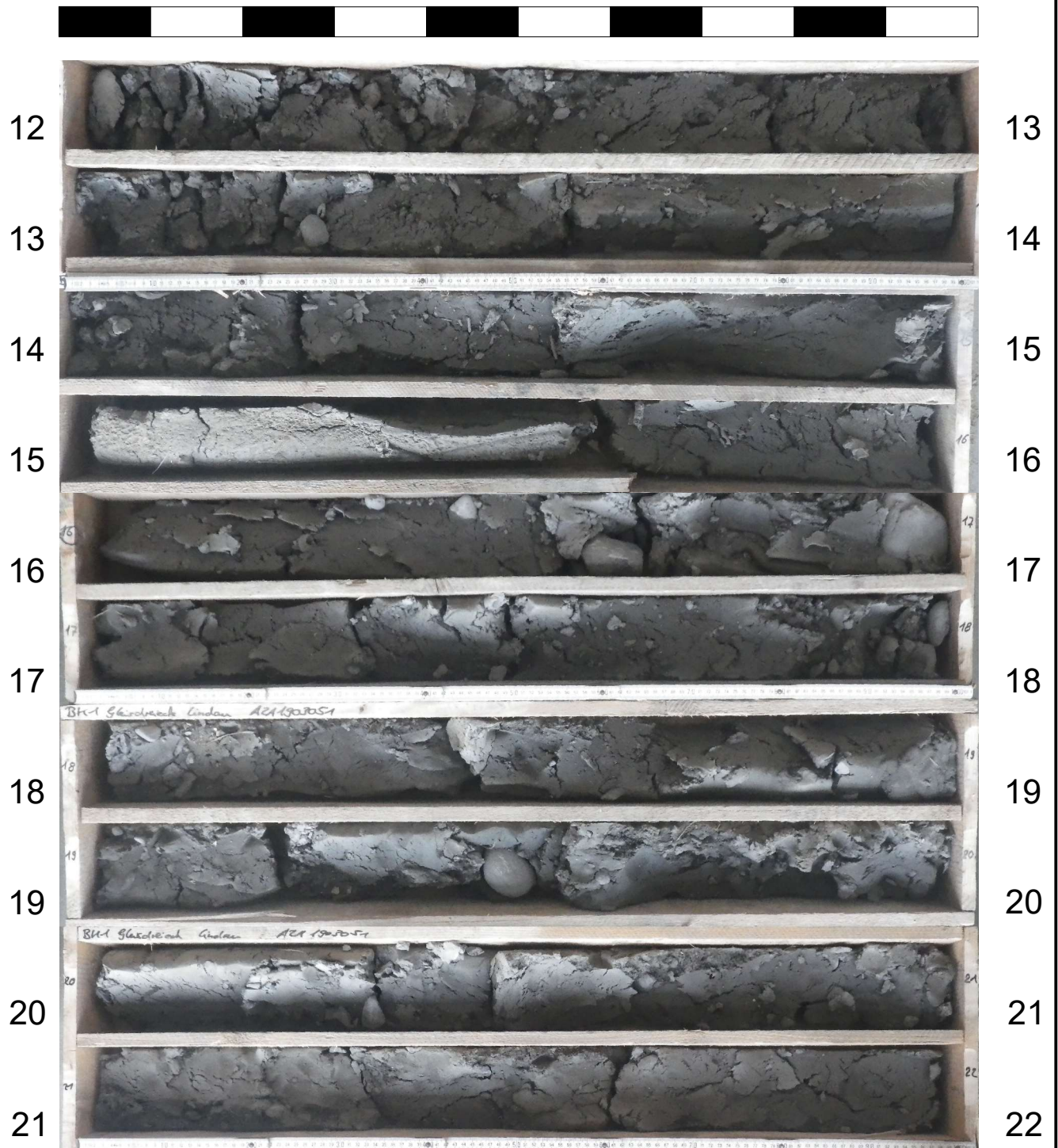
ET.: 22,0 m





BK 01/19

ET.: 22,0 m



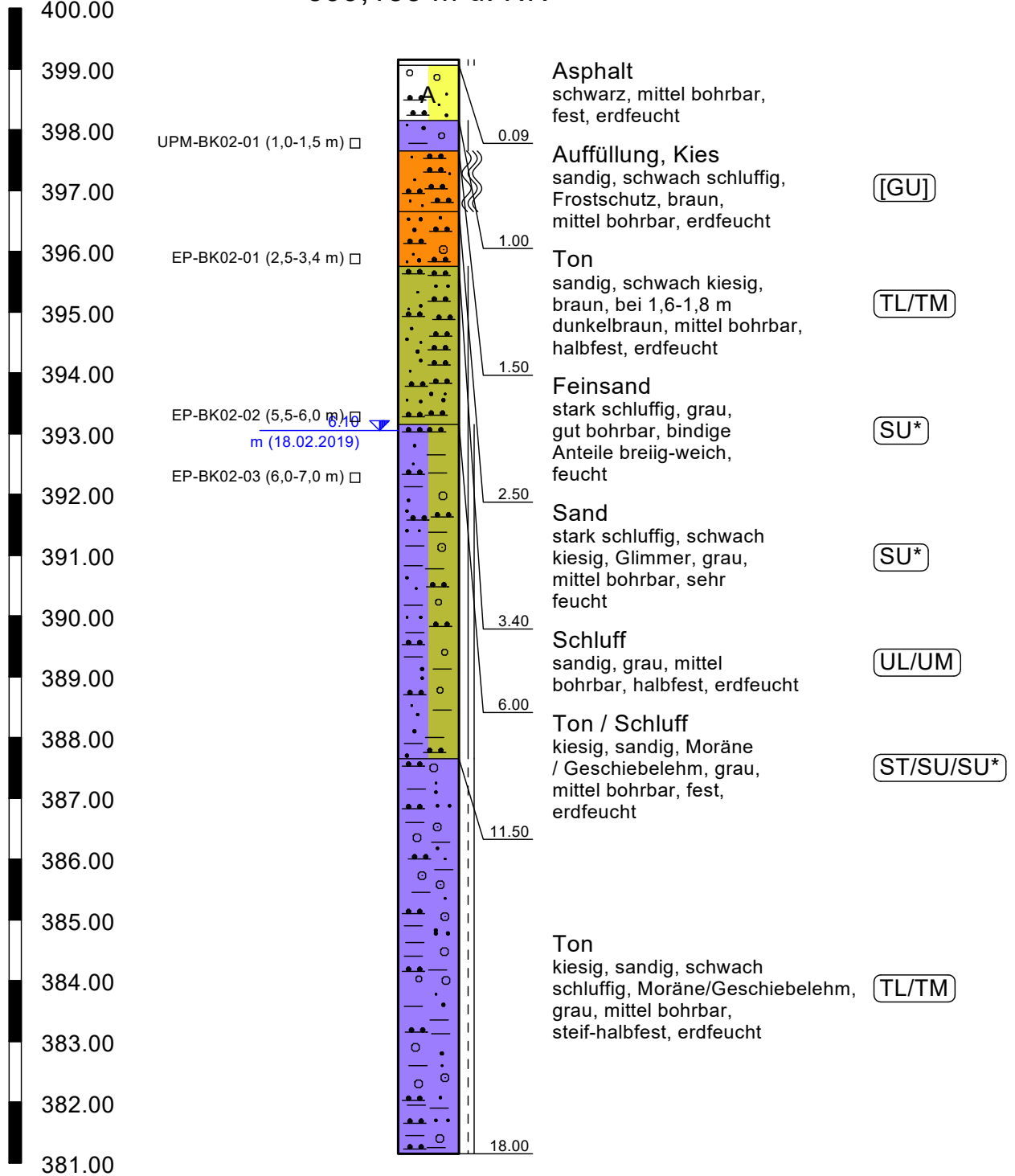


M 1:100

# BK02/19

m ü. NN

399,153 m ü. NN



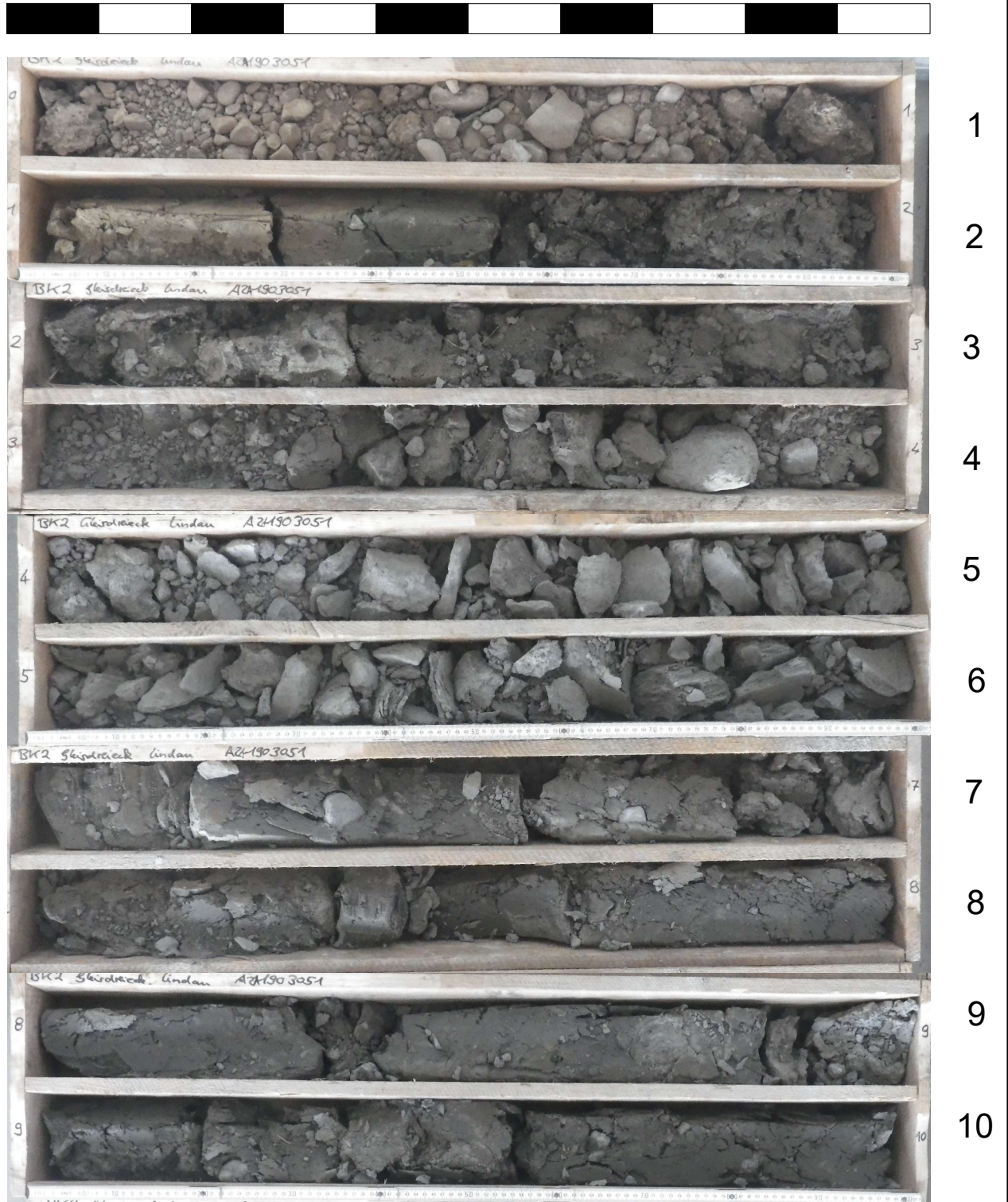


**Projekt-Nr.: 05778**  
**Strecke 5420, EÜ Hasenweidweg**

Anlage 4.1

BK 02/19

ET.: 18,0 m



BK 02/19

ET.: 18,0 m



# **BV Strecke 5420, EÜ Hasenweidweg**

## **Geologisch – geotechnischer Bericht**

### **Anlage 4.2 Schwere Rammsondierungen (DPH)**



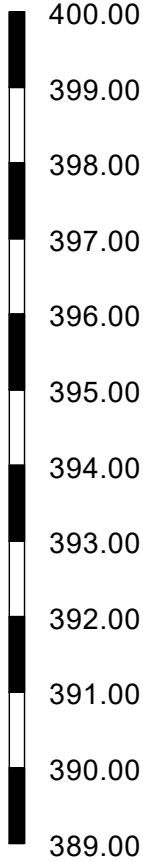


M 1:100

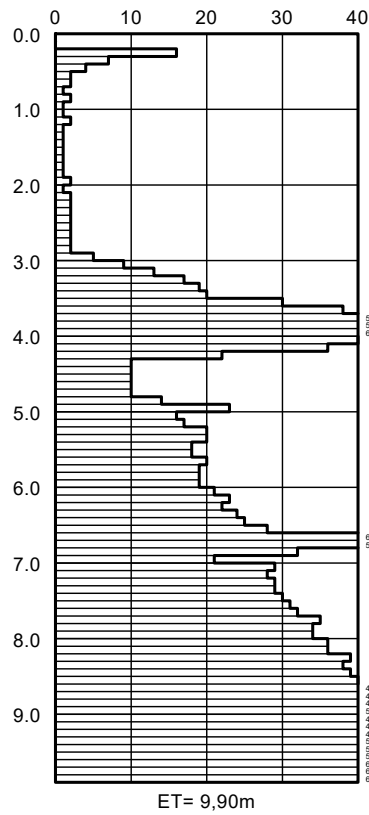
# DPH03/19

399,286 m ü. NN

m ü. NN



Schlagzahlen je 10 cm

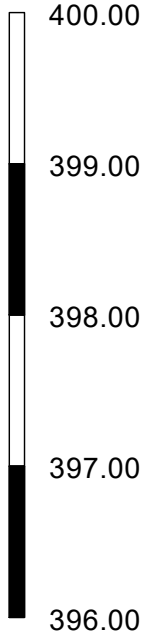


| Tiefe [m] | N <sub>10</sub> | Tiefe [m] | N <sub>10</sub> |
|-----------|-----------------|-----------|-----------------|
| 0.10      | 0               | 5.10      | 16              |
| 0.20      | 0               | 5.20      | 17              |
| 0.30      | 16              | 5.30      | 20              |
| 0.40      | 7               | 5.40      | 20              |
| 0.50      | 4               | 5.50      | 18              |
| 0.60      | 2               | 5.60      | 18              |
| 0.70      | 2               | 5.70      | 20              |
| 0.80      | 1               | 5.80      | 19              |
| 0.90      | 2               | 5.90      | 19              |
| 1.00      | 1               | 6.00      | 19              |
| 1.10      | 1               | 6.10      | 21              |
| 1.20      | 2               | 6.20      | 23              |
| 1.30      | 1               | 6.30      | 22              |
| 1.40      | 1               | 6.40      | 24              |
| 1.50      | 1               | 6.50      | 25              |
| 1.60      | 1               | 6.60      | 28              |
| 1.70      | 1               | 6.70      | 62              |
| 1.80      | 1               | 6.80      | 53              |
| 1.90      | 1               | 6.90      | 32              |
| 2.00      | 2               | 7.00      | 21              |
| 2.10      | 1               | 7.10      | 29              |
| 2.20      | 2               | 7.20      | 28              |
| 2.30      | 2               | 7.30      | 29              |
| 2.40      | 2               | 7.40      | 29              |
| 2.50      | 2               | 7.50      | 30              |
| 2.60      | 2               | 7.60      | 31              |
| 2.70      | 2               | 7.70      | 32              |
| 2.80      | 2               | 7.80      | 35              |
| 2.90      | 2               | 7.90      | 34              |
| 3.00      | 5               | 8.00      | 34              |
| 3.10      | 9               | 8.10      | 36              |
| 3.20      | 13              | 8.20      | 36              |
| 3.30      | 17              | 8.30      | 39              |
| 3.40      | 19              | 8.40      | 38              |
| 3.50      | 20              | 8.50      | 39              |
| 3.60      | 30              | 8.60      | 40              |
| 3.70      | 38              | 8.70      | 42              |
| 3.80      | 50              | 8.80      | 42              |
| 3.90      | 59              | 8.90      | 43              |
| 4.00      | 68              | 9.00      | 50              |
| 4.10      | 40              | 9.10      | 44              |
| 4.20      | 36              | 9.20      | 46              |
| 4.30      | 22              | 9.30      | 48              |
| 4.40      | 10              | 9.40      | 50              |
| 4.50      | 10              | 9.50      | 51              |
| 4.60      | 10              | 9.60      | 53              |
| 4.70      | 10              | 9.70      | 67              |
| 4.80      | 10              | 9.80      | 65              |
| 4.90      | 14              | 9.90      | 64              |
| 5.00      | 23              |           |                 |



M 1:50

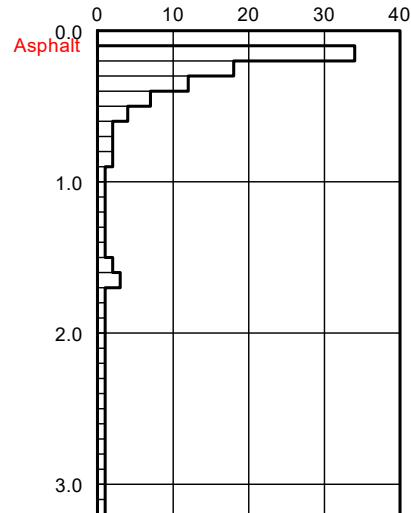
m ü. NN



# DPH05/19-1

399,272 m ü. NN

Schlagzahlen je 10 cm



Bohr-/ Rammhindernis, Abbruch

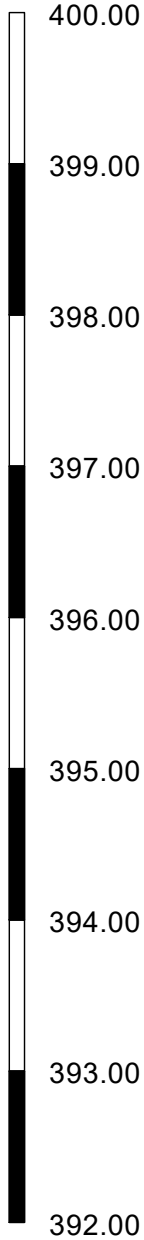
| Tiefe [m] | N <sub>10</sub> |
|-----------|-----------------|
| 0.10      | 0               |
| 0.20      | 34              |
| 0.30      | 18              |
| 0.40      | 12              |
| 0.50      | 7               |
| 0.60      | 4               |
| 0.70      | 2               |
| 0.80      | 2               |
| 0.90      | 2               |
| 1.00      | 1               |
| 1.10      | 1               |
| 1.20      | 1               |
| 1.30      | 1               |
| 1.40      | 1               |
| 1.50      | 1               |
| 1.60      | 2               |
| 1.70      | 3               |
| 1.80      | 1               |
| 1.90      | 1               |
| 2.00      | 1               |
| 2.10      | 1               |
| 2.20      | 1               |
| 2.30      | 1               |
| 2.40      | 1               |
| 2.50      | 1               |
| 2.60      | 1               |
| 2.70      | 1               |
| 2.80      | 1               |
| 2.90      | 1               |
| 3.00      | 1               |
| 3.10      | 1               |
| 3.20      | 1               |





M 1:50

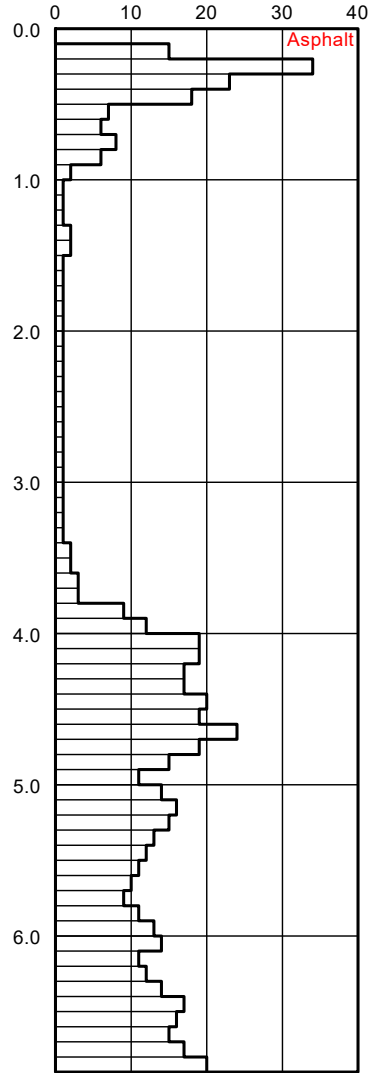
m ü. NN



# DPH05/19-2

399,272 m ü. NN

Schlagzahlen je 10 cm



ET= 6,90m

| Tiefe [m] | N <sub>10</sub> | Tiefe [m] | N <sub>10</sub> |
|-----------|-----------------|-----------|-----------------|
| 0.10      | 0               | 5.10      | 14              |
| 0.20      | 15              | 5.20      | 16              |
| 0.30      | 34              | 5.30      | 15              |
| 0.40      | 23              | 5.40      | 13              |
| 0.50      | 18              | 5.50      | 12              |
| 0.60      | 7               | 5.60      | 11              |
| 0.70      | 6               | 5.70      | 10              |
| 0.80      | 8               | 5.80      | 9               |
| 0.90      | 6               | 5.90      | 11              |
| 1.00      | 2               | 6.00      | 13              |
| 1.10      | 1               | 6.10      | 14              |
| 1.20      | 1               | 6.20      | 11              |
| 1.30      | 1               | 6.30      | 12              |
| 1.40      | 2               | 6.40      | 14              |
| 1.50      | 2               | 6.50      | 17              |
| 1.60      | 1               | 6.60      | 16              |
| 1.70      | 1               | 6.70      | 15              |
| 1.80      | 1               | 6.80      | 17              |
| 1.90      | 1               | 6.90      | 20              |
| 2.00      | 1               |           |                 |
| 2.10      | 1               |           |                 |
| 2.20      | 1               |           |                 |
| 2.30      | 1               |           |                 |
| 2.40      | 1               |           |                 |
| 2.50      | 1               |           |                 |
| 2.60      | 1               |           |                 |
| 2.70      | 1               |           |                 |
| 2.80      | 1               |           |                 |
| 2.90      | 1               |           |                 |
| 3.00      | 1               |           |                 |
| 3.10      | 1               |           |                 |
| 3.20      | 1               |           |                 |
| 3.30      | 1               |           |                 |
| 3.40      | 1               |           |                 |
| 3.50      | 2               |           |                 |
| 3.60      | 2               |           |                 |
| 3.70      | 3               |           |                 |
| 3.80      | 3               |           |                 |
| 3.90      | 9               |           |                 |
| 4.00      | 12              |           |                 |
| 4.10      | 19              |           |                 |
| 4.20      | 19              |           |                 |
| 4.30      | 17              |           |                 |
| 4.40      | 17              |           |                 |
| 4.50      | 20              |           |                 |
| 4.60      | 19              |           |                 |
| 4.70      | 24              |           |                 |
| 4.80      | 19              |           |                 |
| 4.90      | 15              |           |                 |
| 5.00      | 11              |           |                 |

# **BV Strecke 5420, EÜ Hasenweidweg**

## **Geologisch – geotechnischer Bericht**

### **Anlage 5    Laboruntersuchungen**

# **BV Strecke 5420, EÜ Hasenweidweg**

## **Geologisch – geotechnischer Bericht**

### **Anlage 5.1 Bodenmechanische Versuche**

| Aufschlussart<br>(BK, SCH, KRB, etc.) | Aufschlussnummer | Probenart | Rückstell = R<br>Zusammengefasste = Z<br>[R/Z] | Entnahmetiefe<br>[m] | geologische Schicht       | Bodenart<br>nach Aufnahme<br>DIN 4023 | Bodenart Labor<br>nach Kornverteilung<br>DIN EN ISO 17892-4 | Bodenart Labor<br>nach Kornverteilung<br>DIN EN 14688-1 | Boden-gruppe<br>nach DIN 18196 | Korngrößen (DIN EN ISO 17892-4) |                              |                           |                           |                                  | durchgeführte<br>Versuchsart<br>[S, Sch, K] | kf-Wert aus Siebkurve      |   | Atterberg-Grenzen (DIN EN ISO 17892-12 & DIN 18122-2) |   |  |  |            | Wasser-<br>gehalt<br>(DIN EN ISO<br>17892-1)<br>[%] |                                  |
|---------------------------------------|------------------|-----------|--|----------------------|---------------------------|---------------------------------------|---|---|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|---|----------------------------|---|---|---|--|--|------------|---|----------------------------------|
|                                       |                  |           |  |                      |                           |                                       |   |   |                                | Ton<br>< 0,002 mm<br>[%]        | Schluff<br>< 0,063 mm<br>[%] | Sand<br>< 2,000 mm<br>[%] | Kies<br>< 63,00 mm<br>[%] | Stein/Block<br>> 63,00 mm<br>[%] |   | nach                       | [m/s]   | Fließ-<br>grenze<br>w <sub>L</sub><br>[%]             | Ausroll-<br>grenze<br>w <sub>p</sub><br>[%] | Schrumpf-<br>grenze<br>w <sub>s</sub><br>[%] | Konsistenz-<br>zahl<br>I <sub>c</sub><br>[-] | Konsistenz |   | nat.<br>Wasser-<br>gehalt<br>[%] |
| BK                                    | EP-BK01-01       | EP        |  | 2,4-3,0m             | Deckschichten, feinsandig | fS, u*                                | U, G, s*  | sagrSi  | SU*                            |                                 | 34,9                         | 30,5                      | 34,6                      |                                  | S   |                            |   |   |   |  |  |            |   | 4,24                             |
| BK                                    | EP-BK01-02       | EP        |  | 5,0-6,0m             | Moränenablagerungen       | T/U, fs, g'                           |   |   | TL                             |                                 |                              |                           |                           |                                  |   |                            | 25,30   | 12,80   |   | 1,500  | fest   | 6,500      | 6,50  |                                  |
| BK                                    | BP-BK01-03       | BP        |  | 6,0-6,4m             | Moränenablagerungen       | T/U, fs, g'                           | U, s*, g, t'  | clgrsaSi  | TL/TM/UL/UM                    | 11,0                            | 35,1                         | 33,5                      | 20,4                      |                                  | K   | Kaubisch<br>USBR<br>Seiler | 2,02*10 <sup>-7</sup><br>3,36*10 <sup>-8</sup><br>3,27*10 <sup>-7</sup> |   |   |  |  |            |   | 4,25                             |
| BK                                    | EP-BK02-01       | EP        |  | 2,5-3,4m             | Deckschichten, feinsandig | fS, u                                 | S, u*, g'   | grsiSa  | SU*                            |                                 | 34,8                         | 54,0                      | 11,2                      |                                  | S   |                            |   |   |   |  |  |            |   | 11,59                            |
| BK                                    | BP-BK02-02       | BP        |  | 5,5-6,0m             | Moränenablagerungen       | T/U, g, s                             | U, s  | saSi  | UL/UM                          | 4,5                             | 70,2                         | 24,1                      | 1,2                       |                                  | K   | Kaubisch<br>USBR<br>Seiler | 3,42*10 <sup>-7</sup><br>1,82*10 <sup>-7</sup><br>6,35*10 <sup>-7</sup> |   |   |  |  |            |   | 6,41                             |
| BK                                    | EP-BK02-03       | EP        |  | 6,0-7,0m             | Moränenablagerungen       | T/U, g, s                             |   |   | ST/SU/SU*                      |                                 |                              |                           |                           |                                  |   |                            | 21,50   | 16,20   |   | 2,230  | fest   | 9,830      | 9,83  |                                  |
| Gesamtanzahl                          |                  | 6,00      | 0,00   |                      |                           |                                       |   |   |                                |                                 | 0                            | 2                         | 2                         |                                  | 4   |                            | 2   | 2   | 2   | 0  |  | 2          |   | 6                                |



Baugeologisches  
Büro Bauer GmbH  
Domagkstraße 1a  
80807 München

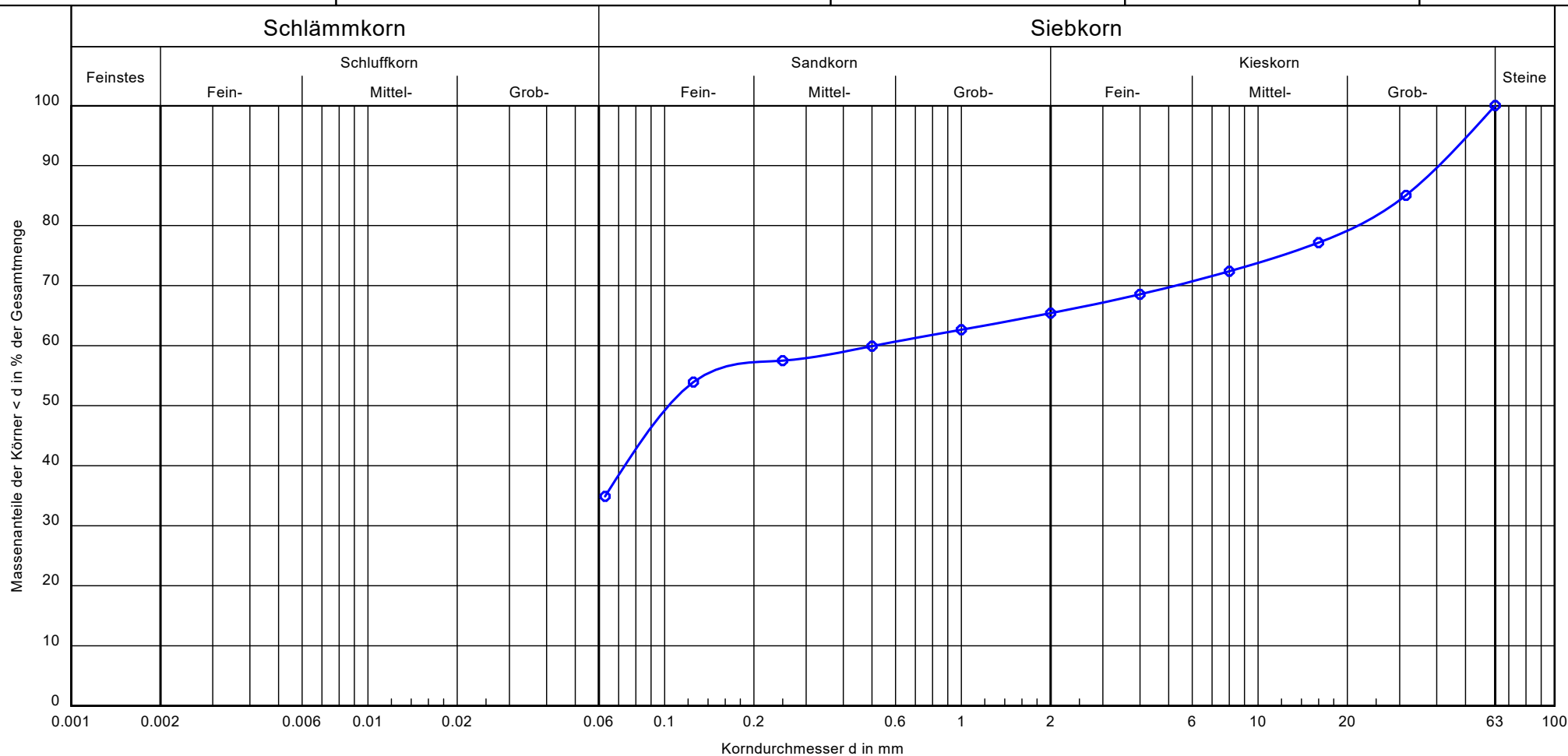
# Kornverteilung

## Siebanalyse

Probenr.: EP-BK01-01  
Entnahmedatum: 22.07.2019  
Entnahmetiefe: 2,4-3,0 m  
Entnahme durch: Eidelsburger

Datum Versuch: 11.09.2019  
Bearbeiter: Lachermaier

Projektnr.:  
05778L



|                              |                   |              |
|------------------------------|-------------------|--------------|
| Probenr.:                    | EP-BK01-01        | Bemerkungen: |
| Tiefe:                       | 2,4-3,0 m         |              |
| Bodenart DIN 4023:           | U, g, s           |              |
| Bodenart DIN EN ISO 14688-1: | sagrSi            |              |
| Bodengruppe:                 | SU*               |              |
| Kornfraktion T/U/S/G [%]:    | - /34.9/30.5/34.6 |              |
| Kornfraktion X [%]:          |                   |              |
| Frostempfindlichkeitsklasse: | F3                |              |
| Cu/Cc:                       | -/-               |              |



## Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Probennr.: EP-BK01-01  
Entnahmedatum: 22.07.2019  
Entnahmetiefe: 2,4-3,0 m  
Entnahme durch: Eidelsburger  
Bodenart: U, g\*, s\*

Bearbeiter: Lachermaier

Datum: 10.09.2019

|                                |            |  |  |  |
|--------------------------------|------------|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             | EP-BK01-01 |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  | 7396.80    |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 7132.20    |  |  |  |
| Behälter [g]:                  | 892.00     |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               | 264.60     |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            | 6240.20    |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               | 4.24       |  |  |  |

|                                |  |  |  |  |
|--------------------------------|--|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             |  |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  |  |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: |  |  |  |  |
| Behälter [g]:                  |  |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               |  |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            |  |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               |  |  |  |  |

|                                |  |  |  |  |
|--------------------------------|--|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             |  |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  |  |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: |  |  |  |  |
| Behälter [g]:                  |  |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               |  |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            |  |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               |  |  |  |  |

|                                |  |  |  |  |
|--------------------------------|--|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             |  |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  |  |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: |  |  |  |  |
| Behälter [g]:                  |  |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               |  |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            |  |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               |  |  |  |  |



## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Probennr.: EP-BK01-02

Entnahmedatum: 22.07.2019

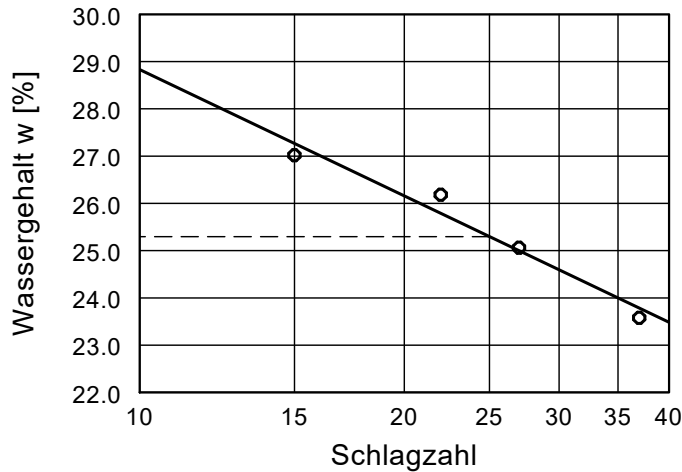
Entnahmetiefe: 5,0-6,0 m

Entnahme durch: Eidelsburger

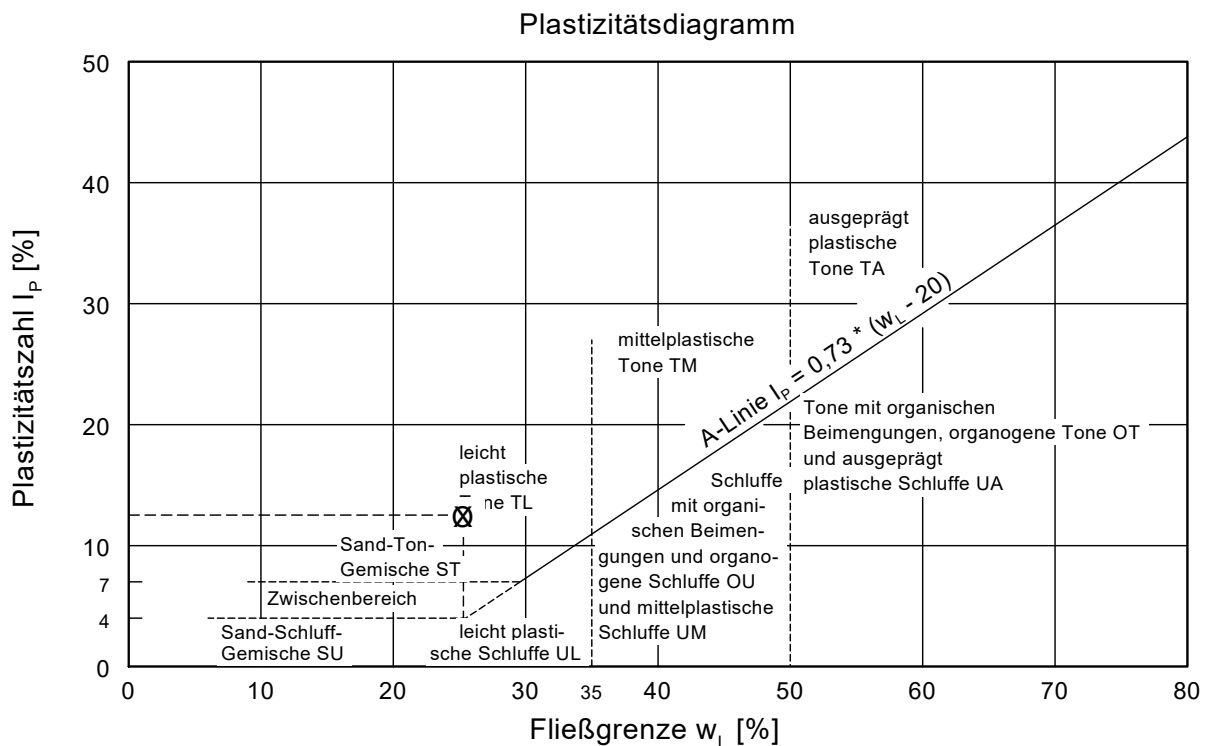
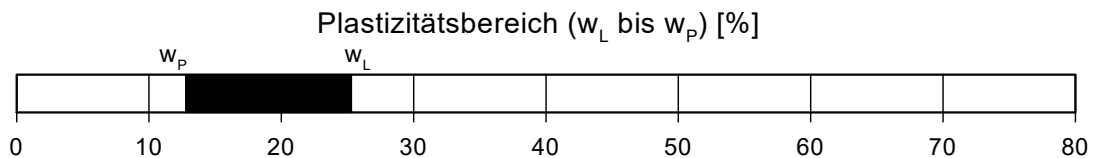
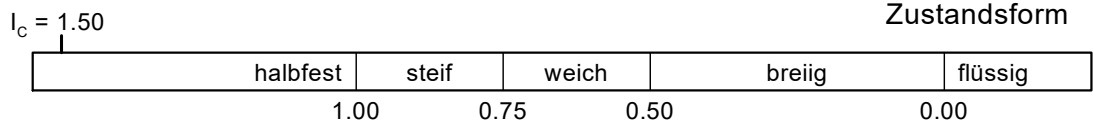
Bodenart: T/U, fs, g'

Bearbeiter: Hubacek

Datum: 27.01.2020



Wassergehalt  $w = 6.5 \%$   
Fließgrenze  $w_L = 25.3 \%$   
Ausrollgrenze  $w_P = 12.8 \%$   
Plastizitätszahl  $I_P = 12.5$   
Konsistenzzahl  $I_C = 1.50$





## Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Probennr.: EP-BK01-02  
Entnahmedatum: 22.07.2019  
Entnahmetiefe: 5,0-6,0 m  
Entnahme durch: Eidelsburger  
Bodenart: T/U, fs, g´

Bearbeiter: Lachermaier

Datum: 10.09.2019

|                                |            |  |  |  |
|--------------------------------|------------|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             | EP-BK01-02 |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  | 730.30     |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 686.40     |  |  |  |
| Behälter [g]:                  | 11.10      |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               | 43.90      |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            | 675.30     |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               | 6.50       |  |  |  |

|                                |  |  |  |  |
|--------------------------------|--|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             |  |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  |  |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: |  |  |  |  |
| Behälter [g]:                  |  |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               |  |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            |  |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               |  |  |  |  |

|                                |  |  |  |  |
|--------------------------------|--|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             |  |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  |  |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: |  |  |  |  |
| Behälter [g]:                  |  |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               |  |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            |  |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               |  |  |  |  |

|                                |  |  |  |  |
|--------------------------------|--|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             |  |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  |  |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: |  |  |  |  |
| Behälter [g]:                  |  |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               |  |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            |  |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               |  |  |  |  |





Baugeologisches  
Büro Bauer GmbH  
Domagkstraße 1a  
80807 München

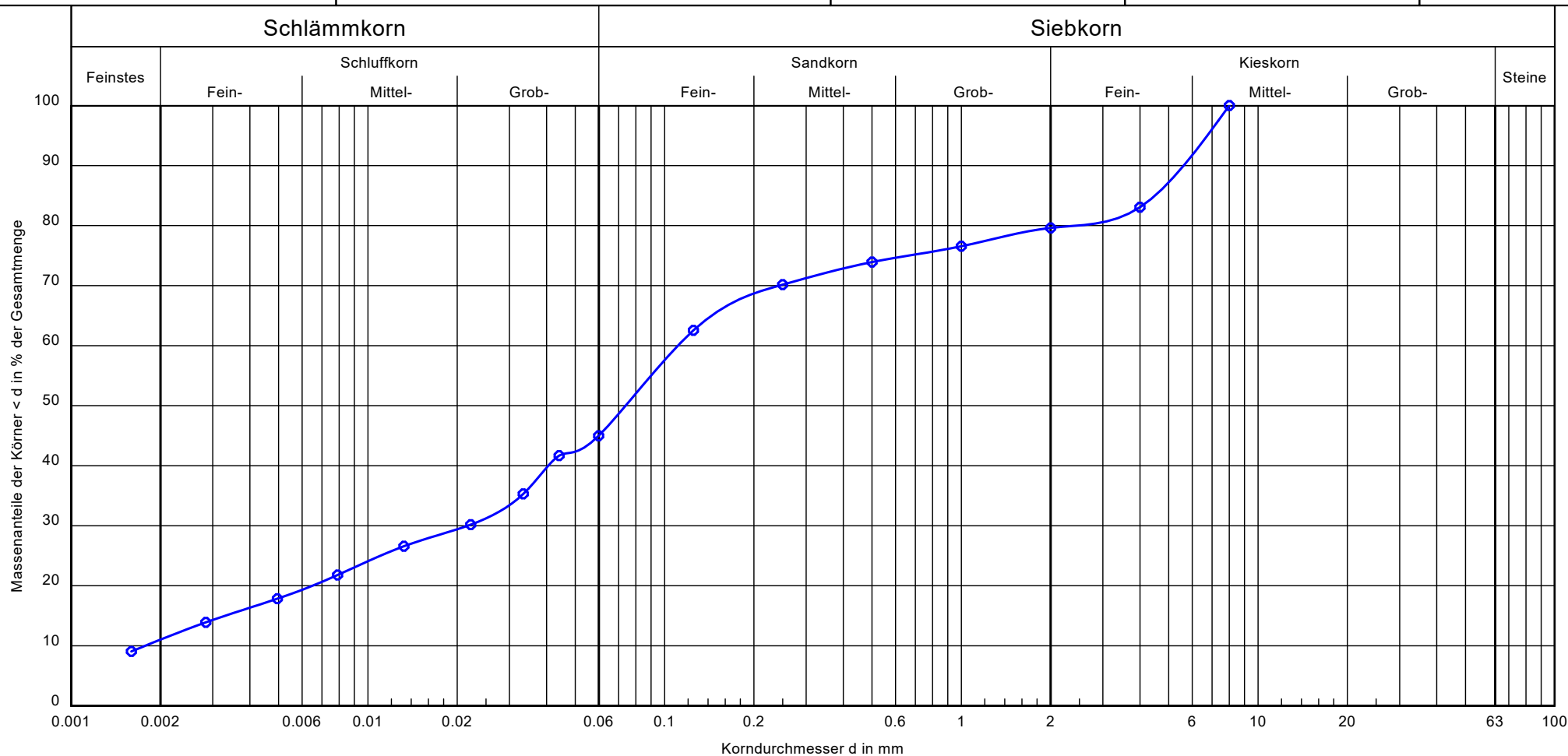
# Kornverteilung

## Kombinierte Sieb-/Schlämm-Analyse

Probenr.: EP-BK01-03  
Entnahmedatum: 22.07.2019  
Entnahmetiefe: 6,0-6,4 m  
Entnahme durch: Eidelsburger

Datum Versuch: 11.09.2019  
Bearbeiter: Lachermaier

Projektnr.:  
05778L



|                              |                     |              |
|------------------------------|---------------------|--------------|
| Probenr.:                    | EP-BK01-03          | Bemerkungen: |
| Tiefe:                       | 6,0-6,4 m           |              |
| Bodenart DIN 4023:           | U, s, g, t'         |              |
| Bodenart DIN EN ISO 14688-1: | clgrsaSi            |              |
| Bodengruppe:                 |                     |              |
| Kornfraktion T/U/S/G [%]:    | 11.0/35.1/33.5/20.4 |              |
| Kornfraktion X [%]:          |                     |              |
| Frostempfindlichkeitsklasse: | -                   |              |
| Cu/Cc:                       | 62.5/2.4            |              |



## Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Probennr.: EP-BK01-03  
Entnahmedatum: 22.07.2019  
Entnahmetiefe: 6,0-6,4 m  
Entnahme durch: Eidelsburger  
Bodenart: U, s\*, g, t'

Bearbeiter: Lachermaier

Datum: 10.09.2019

|                                |            |  |  |  |
|--------------------------------|------------|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             | EP-BK01-03 |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  | 1088.40    |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 1058.60    |  |  |  |
| Behälter [g]:                  | 356.70     |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               | 29.80      |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            | 701.90     |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               | 4.25       |  |  |  |

|                                |  |  |  |  |
|--------------------------------|--|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             |  |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  |  |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: |  |  |  |  |
| Behälter [g]:                  |  |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               |  |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            |  |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               |  |  |  |  |

|                                |  |  |  |  |
|--------------------------------|--|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             |  |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  |  |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: |  |  |  |  |
| Behälter [g]:                  |  |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               |  |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            |  |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               |  |  |  |  |

|                                |  |  |  |  |
|--------------------------------|--|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             |  |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  |  |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: |  |  |  |  |
| Behälter [g]:                  |  |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               |  |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            |  |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               |  |  |  |  |



Baugeologisches  
Büro Bauer GmbH  
Domagkstraße 1a  
80807 München

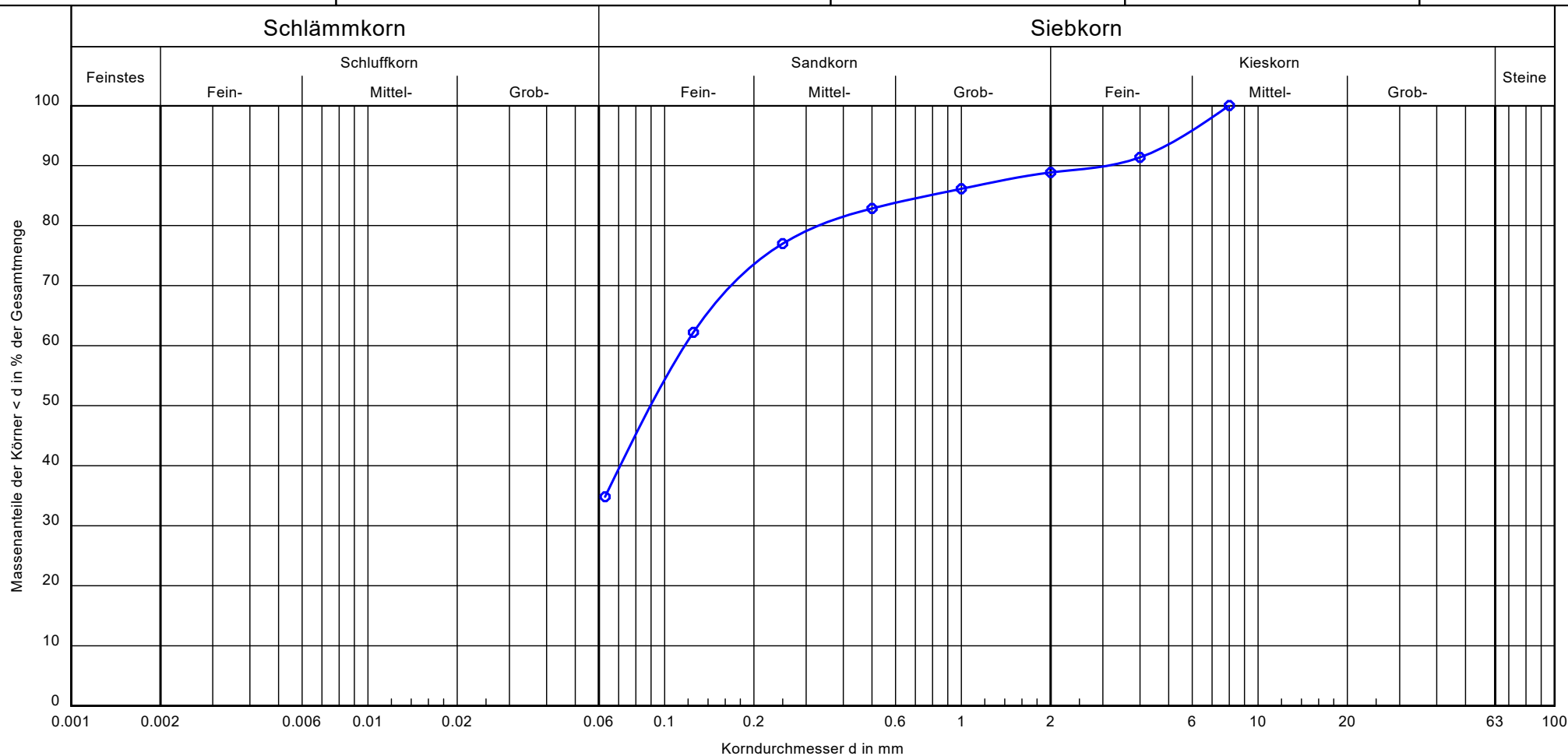
# Kornverteilung

## Siebanalyse

Probennr.: EP-BK02-01  
Entnahmedatum: 22.07.2019  
Entnahmetiefe: 2,5-3,4 m  
Entnahme durch: Eidelsburger

Datum Versuch: 12.09.2019  
Bearbeiter: Lachermaier

Projektnr.:  
05778L



|                              |                   |              |
|------------------------------|-------------------|--------------|
| Probennr.:                   | EP-BK02-01        | Bemerkungen: |
| Tiefe:                       | 2,5-3,4 m         |              |
| Bodenart DIN 4023:           | S <sub>u</sub> g' |              |
| Bodenart DIN EN ISO 14688-1: | grsiSa            |              |
| Bodengruppe:                 | SU*               |              |
| Kornfraktion T/U/S/G [%]:    | -/34.8/54.0/11.2  |              |
| Kornfraktion X [%]:          |                   |              |
| Frostempfindlichkeitsklasse: | F3                |              |
| Cu/Cc:                       | -/-               |              |



## Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Probennr.: EP-BK02-01  
Entnahmedatum: 22.07.2019  
Entnahmetiefe: 2,5-3,4 m  
Entnahme durch: Eidelsburger  
Bodenart: S, u\*, g´

Bearbeiter: Lachermaier

Datum: 10.09.2019

|                                |            |  |  |  |
|--------------------------------|------------|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             | EP-BK02-01 |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  | 5050.10    |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 4617.70    |  |  |  |
| Behälter [g]:                  | 885.90     |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               | 432.40     |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            | 3731.80    |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               | 11.59      |  |  |  |

|                                |  |  |  |  |
|--------------------------------|--|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             |  |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  |  |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: |  |  |  |  |
| Behälter [g]:                  |  |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               |  |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            |  |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               |  |  |  |  |

|                                |  |  |  |  |
|--------------------------------|--|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             |  |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  |  |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: |  |  |  |  |
| Behälter [g]:                  |  |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               |  |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            |  |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               |  |  |  |  |

|                                |  |  |  |  |
|--------------------------------|--|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             |  |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  |  |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: |  |  |  |  |
| Behälter [g]:                  |  |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               |  |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            |  |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               |  |  |  |  |



Baugeologisches  
Büro Bauer GmbH  
Domagkstraße 1a  
80807 München

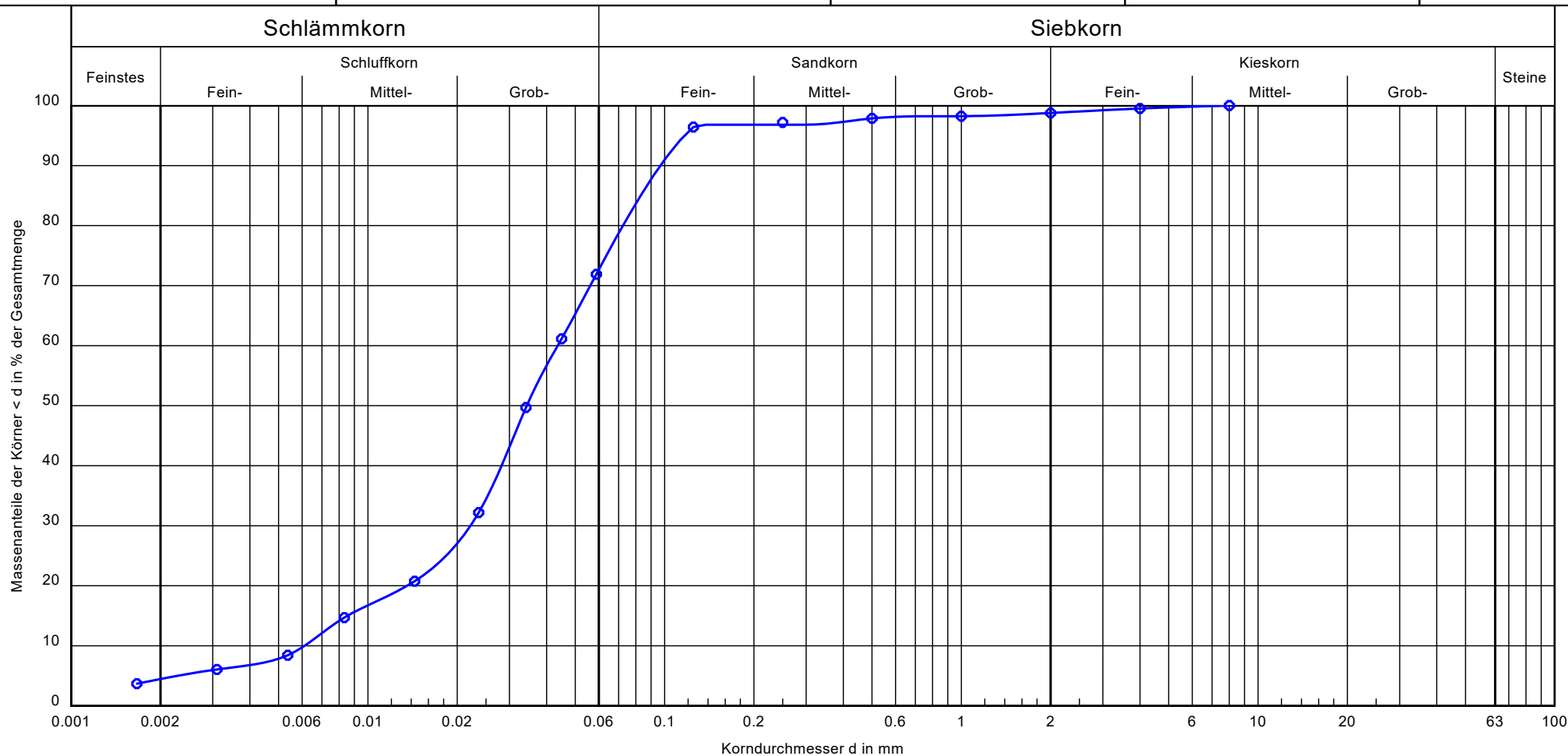
# Kornverteilung

## Kombinierte Sieb-/Schlamm-Analyse

Probenr.: EP-BK02-02  
Entnahmedatum: 22.07.2019  
Entnahmetiefe: 5,5-6,0 m  
Entnahme durch: Eidelsburger

Datum Versuch: 10./12.09.2019  
Bearbeiter: Lachermaier/Hubacek

Projektnr.:  
05778L



|                              |                   |              |
|------------------------------|-------------------|--------------|
| Probenr.:                    | EP-BK02-02        | Bemerkungen: |
| Tiefe:                       | 5,5-6,0 m         |              |
| Bodenart DIN 4023:           | U, s              |              |
| Bodenart DIN EN ISO 14688-1: | saSi              |              |
| Bodengruppe:                 |                   |              |
| Kornfraktion T/U/S/G [%]:    | 4.5/70.2/24.1/1.2 |              |
| Kornfraktion X [%]:          |                   |              |
| Frostempfindlichkeitsklasse: | -                 |              |
| Cu/Cc:                       | 7.1/1.8           |              |



## Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Probennr.: EP-BK-02-02  
Entnahmedatum: 22.07.2019  
Entnahmetiefe: 5,5-6,0 m  
Entnahme durch: Eidelsburger  
Bodenart: U, s

Bearbeiter: Lachermaier

Datum: 10.09.2019

|                                |            |  |  |  |
|--------------------------------|------------|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             | EP-BK02-02 |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  | 2023.00    |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 1968.60    |  |  |  |
| Behälter [g]:                  | 1119.30    |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               | 54.40      |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            | 849.30     |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               | 6.41       |  |  |  |

|                                |  |  |  |  |
|--------------------------------|--|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             |  |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  |  |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: |  |  |  |  |
| Behälter [g]:                  |  |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               |  |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            |  |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               |  |  |  |  |

|                                |  |  |  |  |
|--------------------------------|--|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             |  |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  |  |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: |  |  |  |  |
| Behälter [g]:                  |  |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               |  |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            |  |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               |  |  |  |  |

|                                |  |  |  |  |
|--------------------------------|--|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             |  |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  |  |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: |  |  |  |  |
| Behälter [g]:                  |  |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               |  |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            |  |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               |  |  |  |  |



## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Probennr.: EP-BK02-03

Entnahmedatum: 22.07.2019

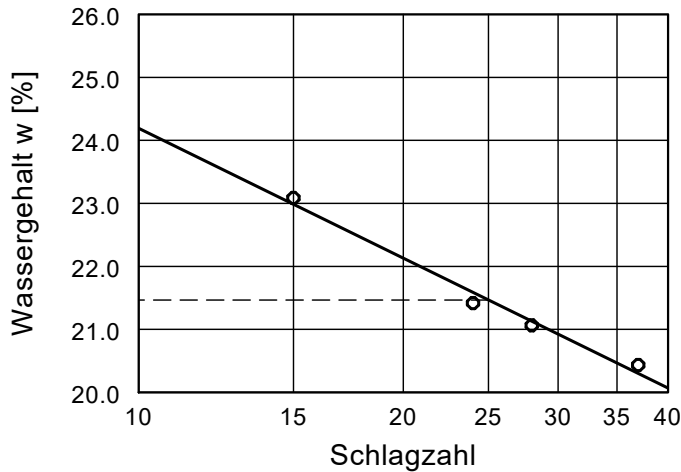
Entnahmetiefe: 6,0-7,0 m

Entnahme durch: Eidelsburger

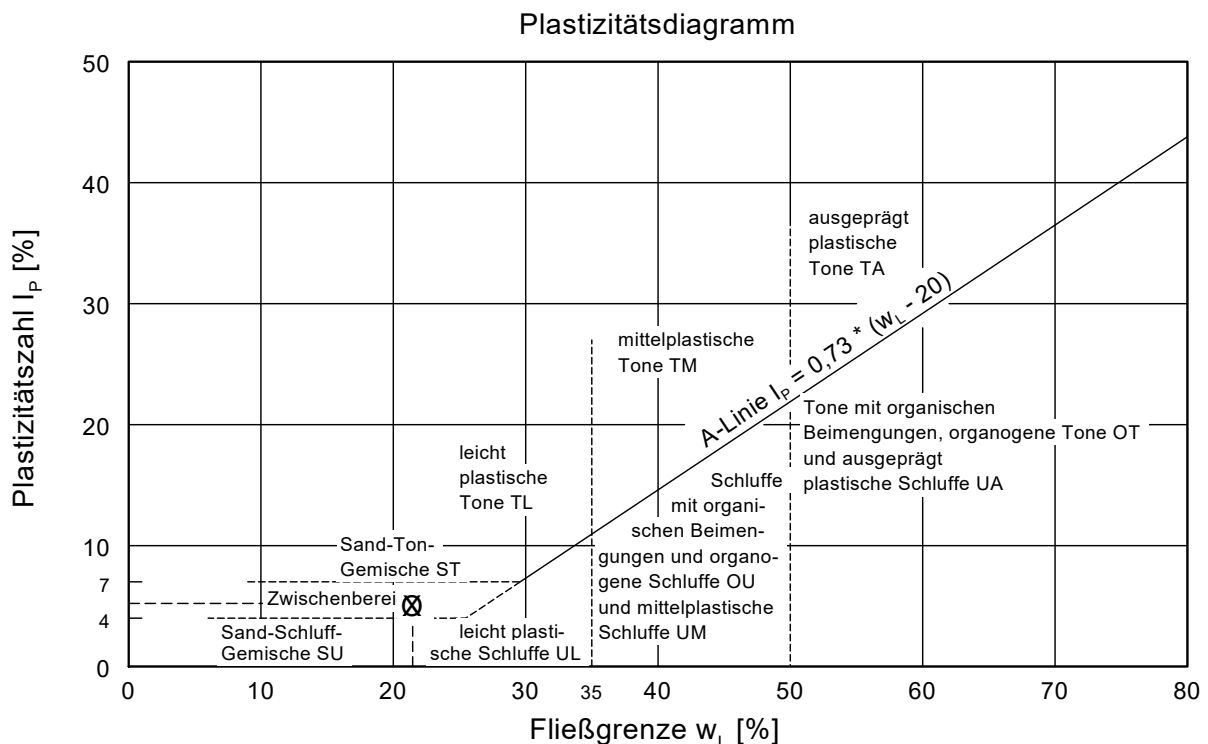
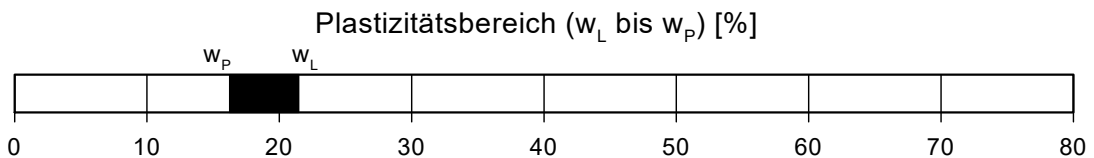
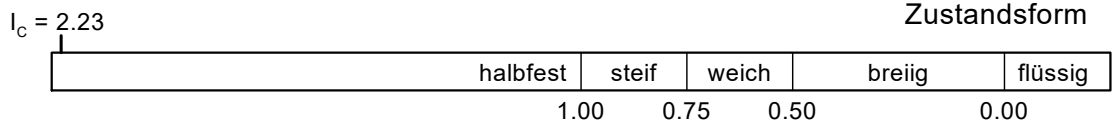
Bodenart: T/U, g, s

Bearbeiter: Sauer

Datum: 13.09.2019



Wassergehalt  $w = 9.8 \%$   
Fließgrenze  $w_L = 21.5 \%$   
Ausrollgrenze  $w_P = 16.2 \%$   
Plastizitätszahl  $I_P = 5.3 \%$   
Konsistenzzahl  $I_C = 2.23$





## Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Probennr.: EP-BK02-03  
Entnahmedatum: 22.07.2019  
Entnahmetiefe: 6,0-7,0 m  
Entnahme durch: Eidelsburger  
Bodenart: T/U, g, s

Bearbeiter: Lachermaier

Datum: 10.09.2019

|                                |            |  |  |  |
|--------------------------------|------------|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             | EP-BK02-03 |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  | 981.40     |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 894.50     |  |  |  |
| Behälter [g]:                  | 10.90      |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               | 86.90      |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            | 883.60     |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               | 9.83       |  |  |  |

|                                |  |  |  |  |
|--------------------------------|--|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             |  |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  |  |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: |  |  |  |  |
| Behälter [g]:                  |  |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               |  |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            |  |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               |  |  |  |  |

|                                |  |  |  |  |
|--------------------------------|--|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             |  |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  |  |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: |  |  |  |  |
| Behälter [g]:                  |  |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               |  |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            |  |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               |  |  |  |  |

|                                |  |  |  |  |
|--------------------------------|--|--|--|--|
| Probenbezeichnung:             |  |  |  |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  |  |  |  |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: |  |  |  |  |
| Behälter [g]:                  |  |  |  |  |
| Porenwasser [g]:               |  |  |  |  |
| Trockene Probe [g]:            |  |  |  |  |
| Wassergehalt [%]               |  |  |  |  |



# **BV Strecke 5420, EÜ Hasenweidweg**

## **Geologisch – geotechnischer Bericht**

### **Anlage 5.2 Umweltchemische Versuche**

**Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen (Stand 07.06.2005)  
sowie Anpassung Zuordnungswerte Eluat (Stand 19.06.2018)**

|  |  |            |              |              | Zuordnungsklassen             |                                       |                              |                     |                  |                  |       |
|--|--|------------|--------------|--------------|-------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|---------------------|------------------|------------------|-------|
|  |  |            |              |              | Z 0 <sup>1)2)</sup><br>(Sand) | Z 0 <sup>1)2)</sup><br>(Lehm/Schluff) | Z 0 <sup>1)2)</sup><br>(Ton) | Z 1.1               | Z 1.2            | Z 2              | > Z 2 |
| Probeninformationen                                | Labor-Nr.                                    |            | 1949392      | 1949393      |                               |                                       |                              |                     |                  |                  |       |
|  | Entnahmestelle                               |            | BK01/19      | BK02/19      |                               |                                       |                              |                     |                  |                  |       |
|  | Entnahmetiefe (m u. GOK)                     |            | 1,0-2,0      | 1,0-1,5      |                               |                                       |                              |                     |                  |                  |       |
|  | Bezeichnung                                  |            | UPM-BK01-01  | UPM-BK02-01  |                               |                                       |                              |                     |                  |                  |       |
|  | Probenart                                    |            | MP           | MP           |                               |                                       |                              |                     |                  |                  |       |
|  | Bodenart                                     |            | T, u, g, s   | T, s, g'     |                               |                                       |                              |                     |                  |                  |       |
|  | Probenahme durch                             |            | Eidelsburger | Eidelsburger |                               |                                       |                              |                     |                  |                  |       |
|  | Probengefäß                                  |            | Eimer        | Eimer        |                               |                                       |                              |                     |                  |                  |       |
|  | Anzahl Gefäße                                |            | 1            | 1            |                               |                                       |                              |                     |                  |                  |       |
|  | Untersuchungsbeginn                          |            | 01.08.2019   | 01.08.2019   |                               |                                       |                              |                     |                  |                  |       |
| Untersuchungsende                                  |  | 06.08.2019 | 06.08.2019   |              |                               |                                       |                              |                     |                  |                  |       |
| Untersuchung nach Feststoff                        |  | Ton        | Ton          |              |                               |                                       |                              |                     |                  |                  |       |
| polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) | Benzo(a)pyren                                | [mg/kg]    | 0,071        | u.d.B.       | <0,3                          | <0,3                                  | <0,3                         | <0,3                | <1               | <1               |       |
|  | Summe der 16 PAK nach EPA                    | [mg/kg]    | 0,755        | 0,023        | 3 <sup>3)</sup>               | 3 <sup>3)</sup>                       | 3 <sup>3)</sup>              | 5 <sup>3)</sup>     | 15 <sup>4)</sup> | 20 <sup>4)</sup> | >20   |
| Polychlorierte Biphenyle (PCB)                     | Summe der 6 PCB                              | [mg/kg]    | 0,000        | 0,000        | 0,05                          | 0,05                                  | 0,05                         | 0,1                 | 0,5              | 1                | >1    |
|  | EOX  | [mg/kg]    | u.d.B.       | u.d.B.       | 1                             | 1                                     | 1                            | 3                   | 10               | 15               | >15   |
|  | Mineralölkohlenwasserstoffe                  | [mg/kg]    | u.d.B.       | u.d.B.       | 100                           | 100                                   | 100                          | 300                 | 500              | 1000             | >1000 |
| Untersuchungen im Feststoff                        | Cyanid (CN), ges.                            | [mg/kg]    | u.d.B.       | u.d.B.       | 1                             | 1                                     | 1                            | 10                  | 30               | 100              | >100  |
|  | Arsen (As)                                   | [mg/kg]    | 11           | 16           | 20                            | 20                                    | 20                           | 30                  | 50               | 150              | >150  |
|  | Blei (Pb)                                    | [mg/kg]    | 28           | 15           | 40                            | 70 <sup>5)</sup>                      | 100 <sup>5)</sup>            | 140                 | 300              | 1000             | >1000 |
|  | Cadmium (Cd)                                 | [mg/kg]    | 0,16         | 0,13         | 0,4                           | 1 <sup>5)</sup>                       | 1,5 <sup>5)</sup>            | 2                   | 3                | 10               | >10   |
|  | Chrom (Cr)                                   | [mg/kg]    | 27           | 30           | 30                            | 60                                    | 100                          | 120                 | 200              | 600              | >600  |
|  | Kupfer (Cu)                                  | [mg/kg]    | 29           | 25           | 20                            | 40                                    | 60                           | 80                  | 200              | 600              | >600  |
|  | Nickel (Ni)                                  | [mg/kg]    | 25           | 33           | 15                            | 50 <sup>5)</sup>                      | 70 <sup>5)</sup>             | 100                 | 200              | 600              | >600  |
|  | Quecksilber (Hg)                             | [mg/kg]    | 0,16         | u.d.B.       | 0,1                           | 0,5                                   | 1                            | 1                   | 3                | 10               | >10   |
|  | Zink (Zn)                                    | [mg/kg]    | 50           | 57           | 60                            | 150 <sup>5)</sup>                     | 200 <sup>5)</sup>            | 300                 | 500              | 1500             | >1500 |
| Untersuchungen im Eluat                            | pH-Wert <sup>5)</sup>                        |            | 8,1          | 8,6          | 6,5-9                         | 6,5-9                                 | 6,5-9                        | 6,5-9               | 6-12             | 5,5-12           |       |
|  | elektr. Leitfähigkeit [25°C] <sup>5)</sup>   | [µS/cm]    | 210          | 190          | 500                           | 500                                   | 500                          | 500                 | 1000             | 1500             | >1500 |
|  | Chlorid (Cl)                                 | [mg/l]     | 2,5          | 18           | 250                           | 250                                   | 250                          | 250                 | 250              | 250              | >250  |
|  | Sulfat (SO4)                                 | [mg/l]     | 19           | 4,9          | 250                           | 250                                   | 250                          | 250                 | 250              | 250              | >250  |
|  | Cyanid (CN), ges. <sup>6)</sup>              | [mg/l]     | u.d.B.       | u.d.B.       | 0,01                          | 0,01                                  | 0,01                         | 0,01                | 0,05             | 0,1              | >0,1  |
|  | Phenol-Index ohne Destillation <sup>7)</sup> | [mg/l]     | u.d.B.       | u.d.B.       | 0,01                          | 0,01                                  | 0,01                         | 0,01                | 0,05             | 0,1              | >0,1  |
|  | Arsen (As)                                   | [µg/l]     | u.d.B.       | u.d.B.       | 10                            | 10                                    | 10                           | 10                  | 40               | 60               | >60   |
|  | Blei (Pb)                                    | [µg/l]     | u.d.B.       | u.d.B.       | 20                            | 20                                    | 20                           | 25                  | 100              | 200              | >200  |
|  | Cadmium (Cd)                                 | [µg/l]     | u.d.B.       | u.d.B.       | 2                             | 2                                     | 2                            | 2                   | 5                | 10               | >10   |
|  | Chrom (Cr)                                   | [µg/l]     | u.d.B.       | u.d.B.       | 15                            | 15                                    | 15                           | 30/50 <sup>8)</sup> | 75               | 150              | >150  |
|  | Kupfer (Cu)                                  | [µg/l]     | u.d.B.       | u.d.B.       | 50                            | 50                                    | 50                           | 50                  | 150              | 300              | >300  |
|  | Nickel (Ni)                                  | [µg/l]     | u.d.B.       | u.d.B.       | 40                            | 40                                    | 40                           | 50                  | 150              | 200              | >200  |
|  | Quecksilber (Hg) <sup>9)</sup>               | [µg/l]     | u.d.B.       | u.d.B.       | 0,2                           | 0,2                                   | 0,2                          | 0,2                 | 1                | 2                | >2    |
|  | Zink (Zn)                                    | [µg/l]     | u.d.B.       | u.d.B.       | 100                           | 100                                   | 100                          | 100                 | 300              | 600              | >600  |

<sup>1)</sup> \*Ist bei Trockenverfüllung eine Zuordnung zu einer der in Anhang 2 Nr. 4 BBodSchV genannten Bodenarten möglich, gelten die entsprechenden Kategorien. Ist eine Zuordnung nicht möglich (z. B. Verfüllung mit Material unterschiedlicher

<sup>2)</sup> \*Für Nassverfüllungen gelten hilfsweise die Z-0-Werte wie für Sand, bzw. abhängig von der zu verfüllenden Bodenart

<sup>3)</sup> Einzelwert für Benzo-[a]-pyren kleiner 0,3

<sup>4)</sup> Einzelwert für Benzo-[a]-pyren kleiner 1

<sup>5)</sup> Abweichungen von den Bereichen der Zuordnungswerte für den pH-Wert oder Überschreitungen der el. Leitfähigkeit im Eluat stellen allein kein Ausschlusskriterium dar, die Ursache ist im Einzelfall zu prüfen und zu dokumentieren.

<sup>6)</sup> Verwertung für Z 2 > 100 µg/l ist zulässig, wenn Z 2 Cyanid (leicht freisetzbar) < 50 µg/l

<sup>7)</sup> Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen. Höhere Gehalte, die auf Huminstoffe zurückzuführen sind, stellen kein

<sup>8)</sup> Bei Überschreitung des Z 1.1-Wertes für Chrom (ges.) von 30 µg/l ist der Anteil an Cr(VI) (Chromat) zu bestimmen. Der Cr (VI)-Gehalt darf für eine Z 1.1-Einstufung 8 µg/l nicht überschreiten. Diese Regel gilt bis zu einem maximalen Chrom (ges.)-Wert von 50 µg/l. Überschreitet das Material den Cr (VI)-Wert von 8 µg/l, ist das Material als Z 1.2 einzustufen. Für Material der Klasse Z 1.2 und Z 2 ist eine Bewertung des Cr (VI)-Eluatwertes nicht vorgesehen und nicht einstufigsrelevant, es genügt die Bestimmung von Chrom (ges.).

<sup>9)</sup> Bezogen auf anorganisches Quecksilber (Methyl-Hg) darf nicht enthalten sein (Nachweis).

Dr. Graner & Partner GmbH, Lochhausener Str. 205, 81249 München

Baugeologisches Büro Bauer  
Domagkstraße 1a

München, 06.08.2019

80807 München

## Prüfbericht 1949392

Auftraggeber: Baugeologisches Büro Bauer  
Projektleiter: Herr Eidelsburger, Herr Rauh  
Auftragsnummer:  
Auftraggeberprojekt: 05778 Gleisdreieck Lindau  
Probenahmedatum: 22.07.2019  
Probenahmeort:  
Probenahme durch: Herr Eidelsburger  
Probengefäße: Eimer  
Eingang am: 01.08.2019  
Zeitraum der Prüfung: 01.08.2019 - 06.08.2019  
Prüfauftrag:

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Die in den zitierten Normen und Richtlinien angegebenen Messunsicherheiten werden eingehalten. Die aktuellen Ausgabestände der verwendeten Prüfverfahren können auf unserer Homepage (<https://www.labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>) eingesehen werden. Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Prüfergebnisse von Mischproben die unterhalb des Grenzwertes liegen, können trotzdem zu Grenzwertüberschreitungen von einer oder mehreren Teilproben führen. Um die Überprüfung des Grenzwertes sicher zu gewährleisten, wird angeraten, gemäß Prüfvorschrift die Einzelproben zu untersuchen. Mikrobiologisches Untersuchungsmaterial wird nach der Auswertung sofort vernichtet. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit schriftlicher Genehmigung der Prüflaborleitung erlaubt.

### Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025 · D-PL-18601-01-00

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte  
Analytik, Entwicklung, Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben,  
Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung, Abgrenzungsfragen AMG/LFGB  
Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Dr. Manfred Holz  
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 701 694 64) Kto.-Nr. 69922  
BIC: GENODEFIM07, IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22

Prüfbericht:

1949392

06.08.2019

|                                  |                                      |          |          |                  |
|----------------------------------|--------------------------------------|----------|----------|------------------|
| <b>Probenbezeichnung:</b>        | <b>UPM-BK01-01</b>                   |          |          |                  |
| <b>Probenahmedatum:</b>          | <b>22.07.2019</b>                    |          |          |                  |
| <b>Labornummer:</b>              | <b>1949392-001a</b>                  |          |          |                  |
| <b>Material:</b>                 | <b>Feststoff, Fraktion &lt; 2 mm</b> |          |          |                  |
|                                  | Gehalt                               | Einheit  | Best.gr. | Verfahren        |
| Anteil >2mm                      | 19,6                                 | %        |          |                  |
| Anteil <2mm                      | 80,4                                 | %        |          |                  |
| Trockenrückstand                 | 86                                   | %        |          | DIN EN 14346     |
| Cyanid gesamt                    | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,2      | DIN ISO 17380    |
| Arsen                            | 11                                   | mg/kg TS | 1        | DIN EN ISO 11885 |
| Blei                             | 28                                   | mg/kg TS | 0,2      | DIN EN ISO 11885 |
| Cadmium                          | 0,16                                 | mg/kg TS | 0,1      | DIN EN ISO 11885 |
| Chrom                            | 27                                   | mg/kg TS | 0,2      | DIN EN ISO 11885 |
| Kupfer                           | 29                                   | mg/kg TS | 0,2      | DIN EN ISO 11885 |
| Nickel                           | 25                                   | mg/kg TS | 0,5      | DIN EN ISO 11885 |
| Quecksilber                      | 0,16                                 | mg/kg TS | 0,1      | DIN EN ISO 12846 |
| Zink                             | 50                                   | mg/kg TS | 0,2      | DIN EN ISO 11885 |
| EOX                              | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,5      | DIN 38414-17     |
| Kohlenwasserstoffe               | u.d.B.                               | mg/kg TS | 50       | DIN EN 14039     |
| Naphthalin                       | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,01     | DIN ISO 18287    |
| Acenaphthylen                    | 0,021                                | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Acenaphthen                      | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Fluoren                          | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Phenanthren                      | 0,021                                | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Anthracen                        | 0,020                                | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Fluoranthen                      | 0,11                                 | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Pyren                            | 0,099                                | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Benz(a)anthracen                 | 0,048                                | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Chrysen                          | 0,057                                | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Benzo(b)fluoranthen              | 0,12                                 | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Benzo(k)fluoranthen              | 0,042                                | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Benzo(a)pyren                    | 0,071                                | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Indeno(123-cd)pyren              | 0,062                                | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Dibenz(ah)anthracen              | 0,017                                | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Benzo(ghi)perylen                | 0,067                                | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Summe der 16 PAK nach EPA        | 0,755                                | mg/kg TS |          |                  |
| Summe der 15 PAK ohne Naphthalin | 0,755                                | mg/kg TS |          |                  |
| PCB Nr. 28                       | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,005    | DIN EN 15308     |
| PCB Nr. 52                       | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,005    |                  |
| PCB Nr. 101                      | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,005    |                  |
| PCB Nr. 153                      | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,005    |                  |
| PCB Nr. 138                      | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,005    |                  |
| PCB Nr. 180                      | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,005    |                  |
| Summe der bestimmten PCB         | 0                                    | mg/kg TS |          |                  |

Prüfbericht: 1949392

06.08.2019

|   |                                  |         |          |                    |
|---|----------------------------------|---------|----------|--------------------|
| <b>Probenbezeichnung:</b>                       | <b>UPM-BK01-01</b>               |         |          |                    |
| <b>Probenahmedatum:</b>                         | <b>22.07.2019</b>                |         |          |                    |
| <b>Labornummer:</b>                             | <b>1949392-001b</b>              |         |          |                    |
| <b>Material:</b>                                | <b>Feststoff, Gesamtfraktion</b> |         |          |                    |
|   | Gehalt                           | Einheit | Best.gr. | Verfahren          |
| <b>Bestimmungen im Eluat - (DIN EN 12457-4)</b> |                                  |         |          |                    |
| pH-Wert   | 8,1                              |         |          | DIN 38404-5        |
| Elektrische Leitfähigkeit                       | 210                              | µS/cm   |          | DIN EN 27888       |
| Chlorid   | 2,5                              | mg/l    | 1        | DIN EN ISO 10304-1 |
| Sulfat  | 19                               | mg/l    | 2        | DIN EN ISO 10304-1 |
| Cyanid gesamt                                   | u.d.B.                           | mg/l    | 0,005    | DIN EN ISO 14403   |
| Arsen   | u.d.B.                           | µg/l    | 2,5      | DIN EN ISO 17294-2 |
| Blei  | u.d.B.                           | µg/l    | 2,5      | DIN EN ISO 17294-2 |
| Cadmium   | u.d.B.                           | µg/l    | 0,5      | DIN EN ISO 17294-2 |
| Chrom   | u.d.B.                           | µg/l    | 5        | DIN EN ISO 17294-2 |
| Kupfer  | u.d.B.                           | µg/l    | 10       | DIN EN ISO 17294-2 |
| Nickel  | u.d.B.                           | µg/l    | 10       | DIN EN ISO 17294-2 |
| Quecksilber                                     | u.d.B.                           | µg/l    | 0,05     | DIN EN ISO 12846   |
| Zink  | u.d.B.                           | µg/l    | 10       | DIN EN ISO 17294-2 |
| Phenolindex                                     | u.d.B.                           | mg/l    | 0,008    | DIN EN ISO 14402   |



*D. Kasper*

Dr. D. Kasper, (stellv. Laborleitung)

Erläuterungen zu Abkürzungen:

KbE: Koloniebildende Einheiten  
 n.n.: nicht nachweisbar  
 u.d.B.: unter der Bestimmungsgrenze  
 Best.gr.: Bestimmungsgrenze  
 n.b.: nicht bestimmt

Dr. Graner & Partner GmbH, Lochhausener Str. 205, 81249 München

Baugeologisches Büro Bauer  
Domagkstraße 1a

München, 06.08.2019

80807 München

## Prüfbericht 1949393

Auftraggeber: Baugeologisches Büro Bauer  
Projektleiter: Herr Eidelsburger, Herr Rauh  
Auftragsnummer:  
Auftraggeberprojekt: 05778 Gleisdreieck Lindau  
Probenahmedatum: 22.07.2019  
Probenahmeort:  
Probenahme durch: Herr Eidelsburger  
Probengefäße: Eimer  
Eingang am: 01.08.2019  
Zeitraum der Prüfung: 01.08.2019 - 06.08.2019  
Prüfauftrag:

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Die in den zitierten Normen und Richtlinien angegebenen Messunsicherheiten werden eingehalten. Die aktuellen Ausgabestände der verwendeten Prüfverfahren können auf unserer Homepage (<https://www.labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>) eingesehen werden. Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Prüfergebnisse von Mischproben die unterhalb des Grenzwertes liegen, können trotzdem zu Grenzwertüberschreitungen von einer oder mehreren Teilproben führen. Um die Überprüfung des Grenzwertes sicher zu gewährleisten, wird angeraten, gemäß Prüfvorschrift die Einzelproben zu untersuchen. Mikrobiologisches Untersuchungsmaterial wird nach der Auswertung sofort vernichtet. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit schriftlicher Genehmigung der Prüflaborleitung erlaubt.

### Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025 · D-PL-18601-01-00

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte  
Analytik, Entwicklung, Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben,  
Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung, Abgrenzungsfragen AMG/LFGB  
Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Dr. Manfred Holz  
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 701 694 64) Kto.-Nr. 69922  
BIC: GENODEFIM07, IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22

Prüfbericht:

1949393

06.08.2019

|                                  |                                      |          |          |                  |
|----------------------------------|--------------------------------------|----------|----------|------------------|
| <b>Probenbezeichnung:</b>        | <b>UPM-BK02-01</b>                   |          |          |                  |
| <b>Probenahmedatum:</b>          | <b>22.07.2019</b>                    |          |          |                  |
| <b>Labornummer:</b>              | <b>1949393-001a</b>                  |          |          |                  |
| <b>Material:</b>                 | <b>Feststoff, Fraktion &lt; 2 mm</b> |          |          |                  |
|                                  | Gehalt                               | Einheit  | Best.gr. | Verfahren        |
| Anteil >2mm                      | 9,1                                  | %        |          |                  |
| Anteil <2mm                      | 90,9                                 | %        |          |                  |
| Trockenrückstand                 | 91                                   | %        |          | DIN EN 14346     |
| Cyanid gesamt                    | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,2      | DIN ISO 17380    |
| Arsen                            | 16                                   | mg/kg TS | 1        | DIN EN ISO 11885 |
| Blei                             | 15                                   | mg/kg TS | 0,2      | DIN EN ISO 11885 |
| Cadmium                          | 0,13                                 | mg/kg TS | 0,1      | DIN EN ISO 11885 |
| Chrom                            | 30                                   | mg/kg TS | 0,2      | DIN EN ISO 11885 |
| Kupfer                           | 25                                   | mg/kg TS | 0,2      | DIN EN ISO 11885 |
| Nickel                           | 33                                   | mg/kg TS | 0,5      | DIN EN ISO 11885 |
| Quecksilber                      | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,1      | DIN EN ISO 12846 |
| Zink                             | 57                                   | mg/kg TS | 0,2      | DIN EN ISO 11885 |
| EOX                              | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,5      | DIN 38414-17     |
| Kohlenwasserstoffe               | u.d.B.                               | mg/kg TS | 50       | DIN EN 14039     |
| Naphthalin                       | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,01     | DIN ISO 18287    |
| Acenaphthylen                    | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Acenaphthen                      | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Fluoren                          | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Phenanthren                      | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Anthracen                        | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Fluoranthen                      | 0,011                                | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Pyren                            | 0,012                                | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Benz(a)anthracen                 | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Chrysen                          | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Benzo(b)fluoranthen              | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Benzo(k)fluoranthen              | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Benzo(a)pyren                    | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Indeno(123-cd)pyren              | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Dibenz(ah)anthracen              | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Benzo(ghi)perylen                | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,01     |                  |
| Summe der 16 PAK nach EPA        | 0,023                                | mg/kg TS |          |                  |
| Summe der 15 PAK ohne Naphthalin | 0,023                                | mg/kg TS |          |                  |
| PCB Nr. 28                       | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,005    | DIN EN 15308     |
| PCB Nr. 52                       | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,005    |                  |
| PCB Nr. 101                      | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,005    |                  |
| PCB Nr. 153                      | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,005    |                  |
| PCB Nr. 138                      | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,005    |                  |
| PCB Nr. 180                      | u.d.B.                               | mg/kg TS | 0,005    |                  |
| Summe der bestimmten PCB         | 0                                    | mg/kg TS |          |                  |

Prüfbericht: 1949393

06.08.2019

|   |                                  |         |          |                    |
|---|----------------------------------|---------|----------|--------------------|
| <b>Probenbezeichnung:</b>                       | <b>UPM-BK02-01</b>               |         |          |                    |
| <b>Probenahmedatum:</b>                         | <b>22.07.2019</b>                |         |          |                    |
| <b>Labornummer:</b>                             | <b>1949393-001b</b>              |         |          |                    |
| <b>Material:</b>                                | <b>Feststoff, Gesamtfraktion</b> |         |          |                    |
|   | Gehalt                           | Einheit | Best.gr. | Verfahren          |
| <b>Bestimmungen im Eluat - (DIN EN 12457-4)</b> |                                  |         |          |                    |
| pH-Wert   | 8,6                              |         |          | DIN 38404-5        |
| Elektrische Leitfähigkeit                       | 190                              | µS/cm   |          | DIN EN 27888       |
| Chlorid   | 18                               | mg/l    | 1        | DIN EN ISO 10304-1 |
| Sulfat  | 4,9                              | mg/l    | 2        | DIN EN ISO 10304-1 |
| Cyanid gesamt                                   | u.d.B.                           | mg/l    | 0,005    | DIN EN ISO 14403   |
| Arsen   | u.d.B.                           | µg/l    | 2,5      | DIN EN ISO 17294-2 |
| Blei  | u.d.B.                           | µg/l    | 2,5      | DIN EN ISO 17294-2 |
| Cadmium   | u.d.B.                           | µg/l    | 0,5      | DIN EN ISO 17294-2 |
| Chrom   | u.d.B.                           | µg/l    | 5        | DIN EN ISO 17294-2 |
| Kupfer  | u.d.B.                           | µg/l    | 10       | DIN EN ISO 17294-2 |
| Nickel  | u.d.B.                           | µg/l    | 10       | DIN EN ISO 17294-2 |
| Quecksilber                                     | u.d.B.                           | µg/l    | 0,05     | DIN EN ISO 12846   |
| Zink  | u.d.B.                           | µg/l    | 10       | DIN EN ISO 17294-2 |
| Phenolindex                                     | u.d.B.                           | mg/l    | 0,008    | DIN EN ISO 14402   |



*D. Kasper*

Dr. D. Kasper, (stellv. Laborleitung)

Erläuterungen zu Abkürzungen:

KbE: Koloniebildende Einheiten  
 n.n.: nicht nachweisbar  
 u.d.B.: unter der Bestimmungsgrenze  
 Best.gr.: Bestimmungsgrenze  
 n.b.: nicht bestimmt

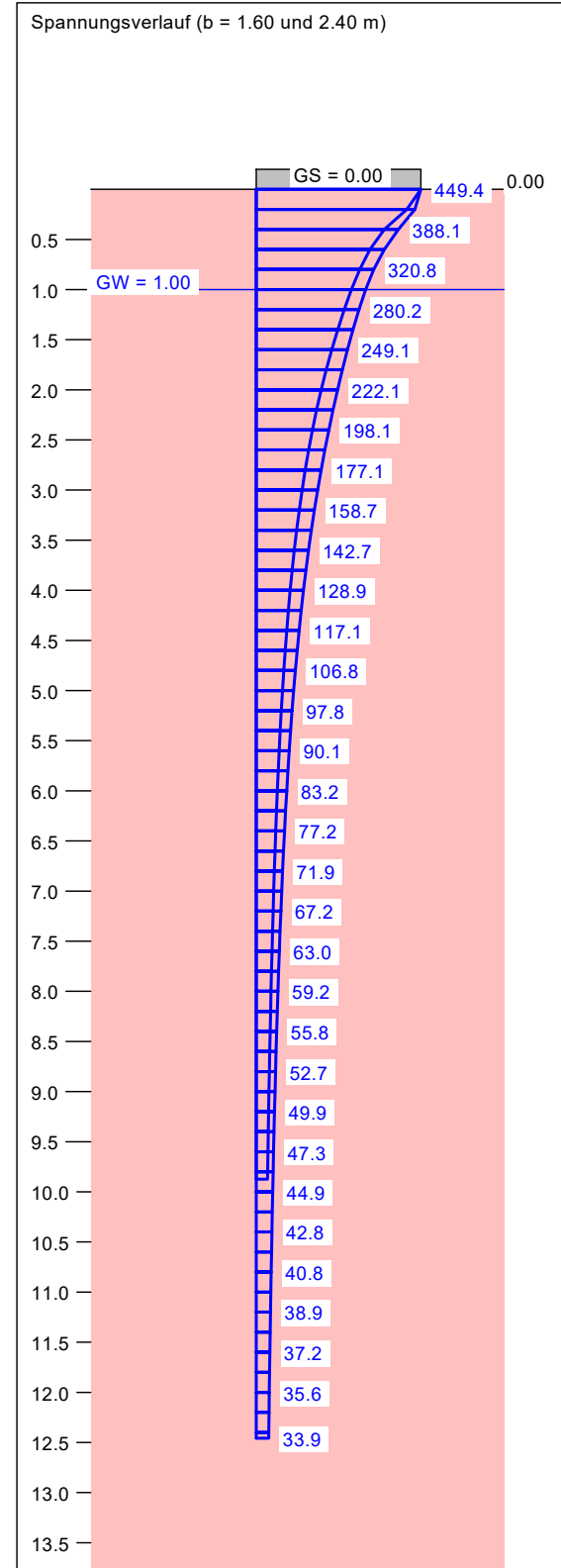
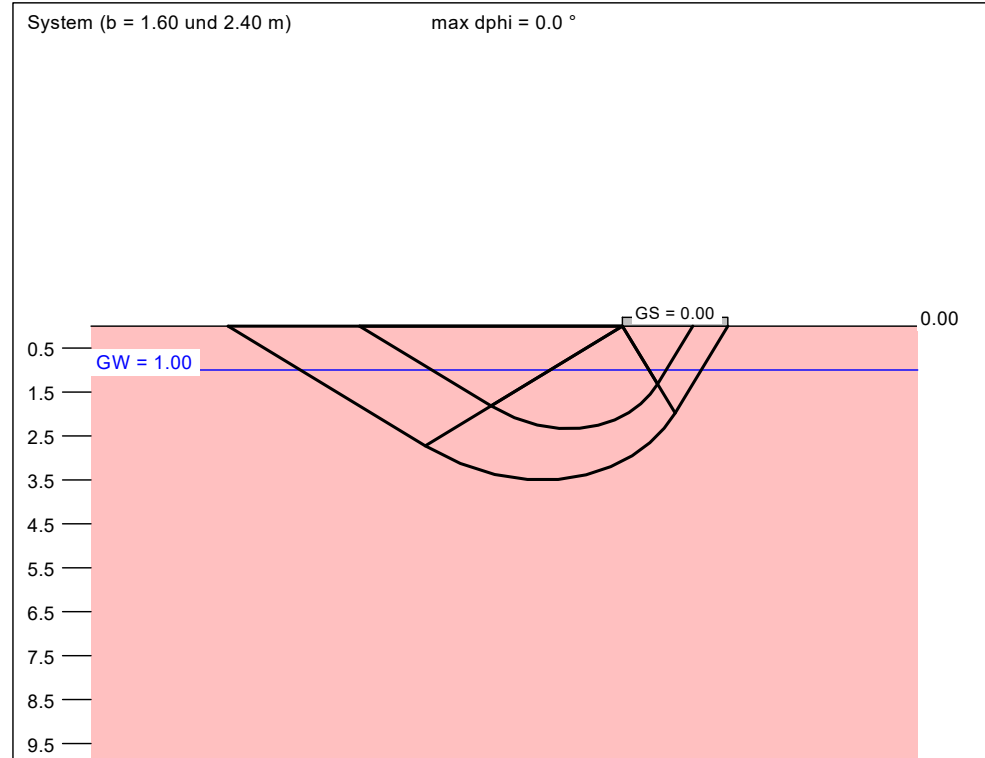


# **BV Strecke 5420, EÜ Hasenweidweg**

## **Geologisch – geotechnischer Bericht**

### **Anlage 6 Grundbruch- und Setzungsberechnung**

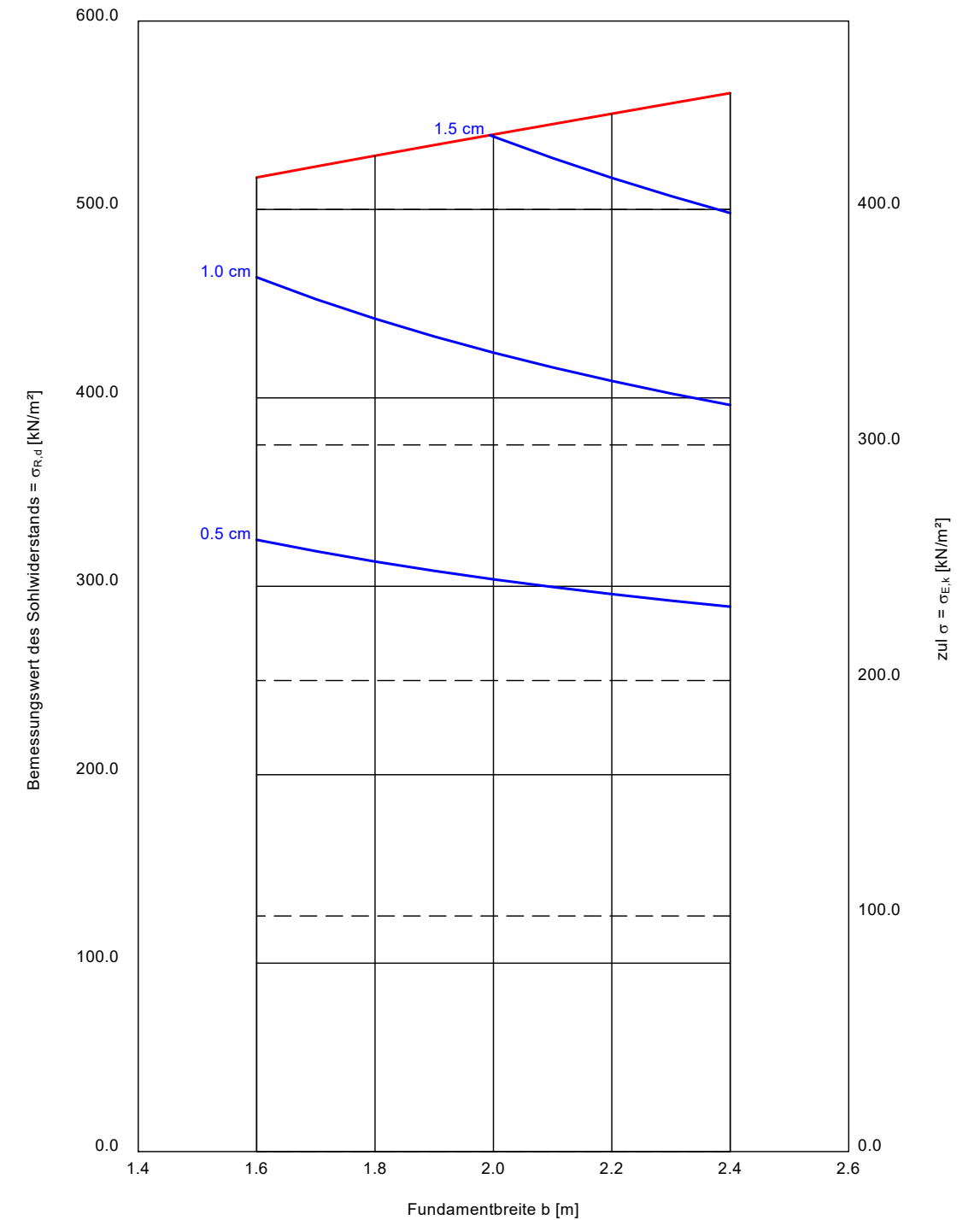
| Boden | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma'$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\phi$<br>[°] | c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $E_s$<br>[MN/m <sup>2</sup> ] | $\nu$<br>[-] | Bezeichnung         |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------------------|--------------|---------------------|
|       | 19.0                             | 9.0                               | 27.5          | 20.0                      | 60.0                          | 0.00         | Moränenablagerungen |



Berechnungsgrundlagen:  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-T  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 20.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.30$   
 $\gamma_G = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.30$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.250$   
 Gründungssohle = 0.00 m  
 Grundwasser = 1.00 m  
 Vorbelastung = 126.0 kN/m<sup>2</sup>  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt

— Sohldruck  
 — Setzungen



| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $R_{n,d}$<br>[kN/m] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | s<br>[cm] | cal $\phi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_2$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\sigma_0$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $t_g$<br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|--|---------------------|--|-----------|-------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------|--------------|
| 20.00    | 1.60     | 517.0                                  | 827.2               | 413.6                                  | 1.20 *    | 27.5              | 20.00                         | 14.77                              | 0.00                               | 9.87         | 2.33         |
| 20.00    | 1.70     | 522.8                                  | 888.7               | 418.2                                  | 1.27 *    | 27.5              | 20.00                         | 14.48                              | 0.00                               | 10.22        | 2.47         |
| 20.00    | 1.80     | 528.5                                  | 951.3               | 422.8                                  | 1.35 *    | 27.5              | 20.00                         | 14.23                              | 0.00                               | 10.56        | 2.62         |
| 20.00    | 1.90     | 534.1                                  | 1014.9              | 427.3                                  | 1.43 *    | 27.5              | 20.00                         | 13.99                              | 0.00                               | 10.89        | 2.76         |
| 20.00    | 2.00     | 539.8                                  | 1079.5              | 431.8                                  | 1.50 *    | 27.5              | 20.00                         | 13.78                              | 0.00                               | 11.21        | 2.91         |
| 20.00    | 2.10     | 545.3                                  | 1145.2              | 436.3                                  | 1.58 *    | 27.5              | 20.00                         | 13.58                              | 0.00                               | 11.53        | 3.06         |
| 20.00    | 2.20     | 550.8                                  | 1211.8              | 440.7                                  | 1.66 *    | 27.5              | 20.00                         | 13.39                              | 0.00                               | 11.85        | 3.20         |
| 20.00    | 2.30     | 556.3                                  | 1279.5              | 445.0                                  | 1.74 *    | 27.5              | 20.00                         | 13.23                              | 0.00                               | 12.15        | 3.35         |
| 20.00    | 2.40     | 561.8                                  | 1348.2              | 449.4                                  | 1.82 *    | 27.5              | 20.00                         | 13.07                              | 0.00                               | 12.46        | 3.49         |

\* Vorbelastung = 126.0 kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.30 \cdot 1.25) = \sigma_{0f,k} / 1.63$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50