



## **Wettbewerb "Bahnbetriebsgelände" Bahnhofstraße in Landshut**

### **Flächenrisikodetailuntersuchung Alllasten/Baugrund**

### **Baugrundvoruntersuchung**

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>Auftraggeber:</b>   | Stadt Landshut<br>Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung<br>Luitpoldstraße 29<br>84034 Landshut             |
| <b>Bearbeiter:</b>     | Dipl.-Geol. Fritz Geyer  |
| <b>Datum:</b>          | 09.03.2017   |
| <b>Gutachten-Nr.:</b>  | 1651-BG1   |
| <b>Verteiler:</b>      | 3x Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung<br><br>CD-Rom (pdf):<br>Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung |
| Dieser Bericht enthält | 41 Seiten und 9 Anlagen.   |

**Dieser Bericht ersetzt vollständig die Fassung vom 03.03.2017**

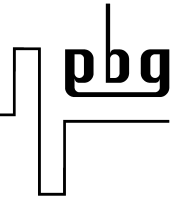
| <b>Inhaltsverzeichnis</b>  | <b>Seite</b> |
|--|--------------|
| Tabellenverzeichnis .....  | 3            |
| Anlagenverzeichnis .....   | 3            |
| Projektunterlagen/Literatur .....  | 4            |
| 1. Veranlassung und Aufgabenstellung .....   | 5            |
| 2. Wettbewerbsgebiet.....  | 6            |
| 3. Vornutzungen und -untersuchungen.....   | 6            |
| 4. Untersuchungen .....  | 8            |
| 4.1 Aufschlussarbeiten.....  | 8            |
| 4.2 Laboruntersuchungen .....  | 9            |
| 5. Baugrundverhältnisse.....   | 10           |
| 5.1 Hydrogeologischer Überblick.....   | 10           |
| 5.2 Schichtenfolge.....  | 11           |
| 5.3 Grundwasserverhältnisse .....  | 16           |
| 5.4 Durchlässigkeiten.....   | 17           |
| 5.5 Schadstoffbelastung und Kubatur der Auffüllungen .....                         | 18           |
| 6. Bodenklassifizierung und bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden ..... | 19           |
| 7. Bodenkennwerte .....  | 19           |
| 8. Erdbebenzone, Frosteinwirkung, Geotechnische Kategorie.....                     | 23           |
| 9. Baugrundsituation .....   | 24           |
| 10. Allgemeine Empfehlungen zur Bebauung.....                                      | 25           |
| 10.1 Gebäudeausführung (Wasserdichtigkeit, Aufschwimmen).....                      | 25           |
| 10.2 Gründungen - unterkellerte Ausführung .....                                   | 26           |
| 10.3 Gründungen - nicht unterkellerte Ausführung.....                              | 27           |
| 10.4 Kanalbau .....  | 28           |
| 10.4.1 Auflagerung.....  | 28           |
| 10.4.2 Ausführung.....   | 28           |
| 10.5 Verkehrsflächen .....   | 29           |
| 10.6 Versickerung von Niederschlagswasser.....                                     | 30           |
| 11. Bauausführung .....  | 31           |
| 11.1 Baugruben.....  | 31           |
| 11.2 Wasserhaltung .....   | 32           |
| 11.3 Erdarbeiten.....  | 33           |
| 11.4 Hinterfüllungen .....   | 33           |
| 11.5 Wiederverwendung/Abfuhr Auffüllmaterial .....                                 | 34           |
| 11.5.1 Wiederverwendung von Material bis Z 1.2 nach EPP im Baugebiet .....         | 34           |
| 11.5.2 Bauausführung.....  | 35           |
| 11.5.3 Abfalldeklaration.....  | 36           |
| 12. Weitere Hinweise .....   | 36           |
| 13. Thermische Nutzung des Untergrundes zu Heiz-/Kühlzwecken.....                  | 37           |
| 13.1 Thermische Grundwassernutzung .....   | 37           |
| 13.1.1 Standortsituation .....   | 37           |
| 13.1.2 Wasserrechtliche Vorgaben.....  | 39           |
| 13.2 Sonstige Energiequellen .....   | 39           |
| 14. Schlussbemerkungen.....  | 40           |

## Tabellenverzeichnis

|  | <b>Seite</b> |
|--|--------------|
| <i>Tabelle 1:</i> Bewertung bisheriger Altlastenuntersuchungen nach [2b].....  | 7            |
| <i>Tabelle 2:</i> Ableitung der Lagerungsdichte aus Schlagzahlen schwere Rammsonde<br>DPH nach Anhang G der DIN EN 1997-2:2010 bzw. DIN 4094:2002..... | 9            |
| <i>Tabelle 3:</i> Kennzeichnende Daten der Bohrungen und Schürfe<br>Gartenanlage Nord.....   | 11           |
| <i>Tabelle 4:</i> Kennzeichnende Daten der Bohrungen und Schürfe<br>Bahnhofstraße, Garagenhof Gartenanlage Süd.....                                    | 12           |
| <i>Tabelle 5:</i> Kennzeichnende Daten der Bohrungen und Schürfe<br>Flächen Südwest.....   | 13           |
| <i>Tabelle 6:</i> Ergebnisse bodenmechanische Laboruntersuchungen<br>Auelehme + Torfe / Schwemmsande.....  | 13           |
| <i>Tabelle 7:</i> Ergebnisse bodenmechanische Laboruntersuchungen<br>Quartärkies + Tertiär.....  | 14           |
| <i>Tabelle 8:</i> Baubemessungswasserstände.....   | 17           |
| <i>Tabelle 9:</i> Durchlässigkeiten.....   | 17           |
| <i>Tabelle 10:</i> (Vorläufige) Kubaturabschätzung Auffüllung Gesamtfläche.....  | 18           |
| <i>Tabelle 11:</i> Klassifizierung und bautechnische Eigenschaften/Eignungen<br>der Lockerböden (Schichtpakete 1 - 2: Auffüllungen).....               | 20           |
| <i>Tabelle 12:</i> Klassifizierung und bautechnische Eigenschaften/Eignungen<br>der Lockerböden (Schichtpakete 3 - 4: Deckschichten).....              | 21           |
| <i>Tabelle 13:</i> Klassifizierung und bautechnische Eigenschaften/Eignungen<br>der Lockerböden (Schichtpakete 5 - 6: Quartärkiese/Tertiär).....       | 22           |
| <i>Tabelle 14:</i> Bodenkennwerte.....   | 23           |
| <i>Tabelle 15:</i> Verkehrsflächen - Mindestdicken des frostsicheren Straßenaufbaus.....   | 30           |

## Anlagenverzeichnis

|  | <b>Anlage</b> |
|--|---------------|
| Lagepläne, Luftbilder.....                         | 1             |
| Schnitte.....                                      | 2             |
| Bohrprofile.....                                   | 3             |
| Schurfprofile/Fotodokumentation.....               | 4             |
| Rammdiagramme.....                                 | 5             |
| Bodenmechanische Laborversuche.....                | 6             |
| Nivellement/Koordinaten Aufschlusspunkte.....      | 7             |
| Ganglinien Flutmulde / Grundwassermessstellen..... | 8             |
| Standortauskunft Geothermie.....                   | 9             |



## Projektunterlagen/Literatur

- [1] Auftragsunterlagen  
- Angebot gbg vom 06.09.2016  
- Auftrag/Vertrag vom 25.11.2016
- [2] Unterlagen Stadt Landshut:
  - a) Ausschreibungsunterlagen vom 11.08.2016
  - b) Fachtechnische Stellungnahme des FB Umweltschutz vom 27.04.2016
  - c) Lageplan der geplanten Untersuchungspunkte
  - d) Lageplan Geltungsbereich Wettbewerb
  - e) Messpunktepläne, Mail vom 16.01.2017 (Vermessungsamt)
  - f) Hauptwerte Grundwasserpegel, Schreiben vom 19.01.2017 (Tiefbauamt)
  - g) Auszüge Vorgutachten, Mail vom 19.01.2017 (Umweltamt)
- [3] Wettbewerb "Bahnbetriebsgelände" Flächenrisikodetailuntersuchung: Bericht 1651-AL1 Altlastenuntersuchung (gbg 09.03.2017)
- [4] Geologische Karte 1:50.000, Blatt L7538 Landshut (BayGLA 1991)
- [5] Hydrogeologische Karte 1:100.000, Planungsregion 13 - Landshut (BayLfU 2007)
- [6] Hochwassergefahrenkarte - Darstellung der Eintrittswahrscheinlichkeiten 1:10.000, Blatt 16\_ISAR00\_K11 (BayLfU 19.03.2015)
- [7] BIS: Bodeninformationssystem Bayern [www.bis.bayern.de](http://www.bis.bayern.de)
- [8] Umweltatlas Stadt Landshut [www.stadtplan.landshut.de](http://www.stadtplan.landshut.de)
- [9] Gewässerkundlicher Dienst Bayern [www.gkd.bayern.de](http://www.gkd.bayern.de)
- [10] Hochwassernachrichtendienst Bayern [www.hnd.bayern.de](http://www.hnd.bayern.de)
- [11] IÜG: Informationssystem Überschwemmungsgefährdete Gebiete in Bayern [www.geoportal.bayern.de](http://www.geoportal.bayern.de)
- [12] IOG: Informationssystem Oberflächennahe Geothermie in Bayern [www.bis.bayern.de](http://www.bis.bayern.de)
- [13] Eckpunktepapier: Leitfaden "Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen" BayStMLU 2005
- [14] Deponieverordnung DepV- Verordnung über Deponien und Langzeitlager (04/2009)
- [15] LAGA M20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln (Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), 20, 11/1997)
- [16] Recycling-Merkblatt: Leitfaden "Anforderungen an die Verwertung von Recycling-Baustoffen in technischen Bauwerken" (BayStmUGV, 15.06.2005)
- [17] LAGA PN 98: Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen (Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 32, 12/2001)
- [18] Deponie-Info 3: Hinweise zur erforderlichen Probenanzahl nach PN 98 bei Haufwerken (BayLfU 04/2015)
- [19] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG) vom 17. März 1998; BGBl. 1 S502
- [20] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung BBodSchV (Juli 1999)
- [21] BayBodSchVwV – Verwaltungsvorschrift zum Vollzug des Bodenschutz- und Altlastenrechts in Bayern vom 11. Juli 2000
- [22] Merkblatt 3.8/1 des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft vom 31. Oktober 2001: Untersuchung und Bewertung von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen und Gewässerverunreinigungen - Wirkungspfad Boden-Gewässer
- [23] DIN EN 1997-1: Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln
- [24] DIN EN 1997-2: Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
- [25] DIN 1054: Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- [26] DIN EN ISO 14688-1 und -2: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden
- [27] DIN EN ISO 14689-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels
- [28] FLOSS, R. (2011): Handbuch ZTV E-StB (Kirschbaum)
- [29] TÜRKE, H. (1990): Statik im Erdbau (Ernst & Sohn)

## 1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Im Bereich der Bahnhofstraße Landshut wird im Rahmen eines Architektenwettbewerbes eine Neubebauung geplant. Der Geltungsbereich bedeckt abzüglich der Bestandsflächen einen Fläche von 4,3 ha nördlich und südlich der Bahnhofstraße.

Das Geotechnische Büro Geyer *gbg* wurde nach beschränkter Ausschreibung mit Datum vom 25.11.2016 mit der Erstellung einer Flächenrisikodetailuntersuchung Altlasten und Aushubentsorgung / Baugrundvoruntersuchung beauftragt.

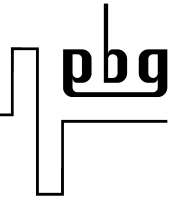
Die beauftragte Untersuchung umfasst drei wesentliche Aufgabenstellungen:

1. Abfallrechtliche Charakterisierung der Auffüllungen und unterlagernden Sedimente mit Bestimmung der Belastungsklassen und Massen im Falle eines Aushubs und einer Entsorgung.
2. Nachgeordnet eine Bewertung der neuen Erkenntnisse zur Belastungssituation unter Würdigung der früheren Untersuchungen im Hinblick auf Schutzgutgefährdungen.
3. Baugrundvoruntersuchungen als Grundlage für die Planung und Neubebauung mit Beurteilung der hydrogeologischen Situation, bautechnischen Kennzahlen und Klassifizierungen, allgemeine Empfehlungen zur Ausführung (Gründung, Baugrube, Wasserhaltung, Versickerung, Kanal- und Straßenbau) sowie allgemeine Beurteilung und Empfehlungen zur Geothermie.

Im vorliegenden Bericht 1651-BG1 werden die im Januar/Februar 2017 durchgeführten Untersuchungen zusammenfassend beschrieben und in Hinblick auf bautechnische Belange gemäß Pkt. 3 Aufgabenstellung bewertet.

Es handelt sich hierbei um eine Voruntersuchung nach DIN EN 1997-2 mit einer allgemeinen Baugrundbeurteilung ohne konkrete Kenntnis einer zukünftigen Bebauung. Im weiteren Verlauf sind angepasst an die tatsächlichen Bauplanungen die vorliegenden Ergebnisse im Einzelfall zu ergänzen (Hauptuntersuchung) und in einem Geotechnischen Untersuchungsbericht gemäß DIN 1997-2 zu bewerten.

Bezüglich altlastenfachlicher Belange Pkt. 1+2 der Aufgabenstellung wird auf Bericht 1651-AL1 [3] verwiesen.



## 2. Wettbewerbsgebiet

Das Wettbewerbsgebiet liegt an der Bahnhofstraße westlich des Bahnhofs Landshut. Nach Norden und Westen wird es durch die Gleisanlagen der DB, im Süden durch die Flutmulde begrenzt. Östlich schließt das Bahnhofsgelände mit Bahnhofsvorplatz und Busbahnhof an.

Der Geltungsbereich des Wettbewerbs bedeckt eine Fläche von ca. 5,7 ha (s. Anlage 1.6), abzüglich der Bestandsflächen (Wohngebäude und Gewerbebetriebe - orange markierte Flächen in Anlage 1.6) verbleibt ein Untersuchungsbereich von 4,3 ha. Im Untersuchungsbereich liegen die Flurnummern

|                      |  |
|----------------------|--|
| 1580/115             | Gartenanlage Nord  |
| 1580/299, /320       | Brachfläche West, nördlich Bahnhofstraße                     |
| 1580/317, /318       | Garagenhöfe zwischen Bahnhofstraße 2 und Stellwerk DB        |
| 1580/109, /331, /325 | Bahnhofstraße  |
| 1580/28, /7          | Gartenanlage Süd   |
| 1580/182, /306       | Brachfläche und Gewerbefläche Südwest, südlich Bahnhofstraße |

Das Gelände liegt weitgehend eben auf einem Höhengniveau von etwa 391 - 392 mNN. Nach Süden fällt es mit einer Böschung zur Flutmulde ab. Bis auf die Bahnhofstraße und die Gewerbefläche Flur-Nr. 1580/182 ist die Fläche unversiegelt.

Der Großteil der Fläche wird durch Kleingärten genutzt, getrennt durch die Bahnhofstraße. Lediglich im Westteil befinden sich mit Buschwerk und Bäumen bewachsene Brachflächen sowie Gewerbeflächen. Im östlichsten Bereich befinden sich Garagenhöfe.

## 3. Vornutzungen und -untersuchungen

Die folgenden Erläuterungen sind aus Unterlage [2b] übernommen.

*"Die Flächen wurden Ende des zweiten Weltkriegs massiv bombardiert. ... In Anlage 1.2, oberes Bild ist der aktuelle Baubestand mit einem Luftbild vom April 1945 hinterlegt. Eine Differenzierung in Flächen mit und ohne Bombentreffer/Kriegseinwirkungen ist nicht möglich. Es ist von einer flächigen Beeinflussung durch die Bombardierung April 1945 auszugehen...."*

*In der Anlage 1.3 und 1.4 zeigen die Luftaufnahmen aus den Jahren 1950 und 1954, dass nach Kriegsende die gesamten Flächen zur Lagerung bzw. Ablagerung von (Kriegs)schutt genutzt wurden. Die Bombenrichter wurden verfüllt und die Flächennachfolgend eingeebnet. Die Folgenutzung ab 1954 waren Schrebergärten und Gewerbeflächen.*

*Die DB AG untersuchte ... Verdachtsbereiche für nutzungsbedingte Belastungen im Untergrund.... Die Ergebnisse der Gutachten fasst nachstehende Tabelle zusammen:*

| Flur-Nr. | Nummer ABuDIS-Datenbank | bahninterne Bezeichnung der Fläche  | Bewertungen der Untersuchungen gemäß den Gutachtern  | aktuelle Nutzung        |
|----------|-------------------------|-------------------------------------|--|-------------------------|
| 1580/115 | K26100019               | Tankanlage Kfz B006198-002          | keine Schutzgutgefährdung<br>Bodenbelastungen bis Z 2 nach LAGA                                    | Schrebergärten          |
| 1580/115 | K26100066               | ehem. Ölgasanlage B006198-064       | hohe Quecksilberbelastung in Pflanzbeeten / Aushubsanierung bereits erfolgt                        | Schrebergärten          |
| 1580/182 | K26100047               | Tanklager Heizöl B006198-030        | keine Schutzgutgefährdung<br>Bodenbelastungen bis Z 2 nach LAGA                                    | Gewerbe/<br>Brachfläche |
| 1580/182 | K26100046               | verfüllte Bombenrichter B006198-029 | keine Untersuchungen   |                         |
| 1580/182 | K26100020               | KBW-Hallen Werkstätten B006198-003  | keine Schutzgutgefährdung<br>Bodenbelastungen bis Z 2 nach LAGA                                    | Gewerbe/<br>Brachfläche |
| 1580/183 | K26100347               | MAN Kfz-Werkstatt                   | keine Schutzgutgefährdung<br>Brandschutt/Verbrennungsrückstände<br>Bodenbelastungen bis DK II DepV | Gewerbe                 |

*Tabelle 1: Bewertung bisheriger Altlastenuntersuchungen nach [2b]*

*In den flächigen bis über 3 m mächtigen Auffüllungen sind Brandschutt, Verbrennungsrückstände und hohe Bauschuttanteile zu erwarten. ... Es ist mit Belastungen entsprechend den Belastungsklassen Z 1.1 gemäß LAGA bis DK II gemäß Deponieverordnung zu rechnen. ...*

*Eine Gefährdung des Grundwassers ist zum aktuellen Kenntnisstand nicht nachgewiesen. Bei einer unbelasteten Überdeckung der Auffüllungen von mindestens 0,6 m ist somit ein Verbleib von belastetem Auffüllungen aus bodenschutzrechtlicher Sicht im Grundsatz möglich. ...*

*Ein grundsätzlicher, nicht lösbarer Konflikt "Untergrundbelastungen - Neubebauung" ist zum aktuellen Kenntnisstand nicht zu erkennen."*

Gemäß [2b] sind die o.g. Flächen aktuell im Altlastenkataster ABuDIS als nutzungsorientiert saniert gekennzeichnet bzw. aus dem ABuDIS entlassen.

## 4. Untersuchungen

Die Untersuchungen haben eine flächige Erkundung der Untergrundverhältnisse hinsichtlich altlastenfachlicher und geotechnischer Fragestellungen zum Ziel. Insoweit wurden Untergrundaufschlüsse soweit möglich rasterförmig über die Fläche angesetzt. Hierbei wurde weitgehend dem Untersuchungskonzept gemäß [2c] gefolgt, angepasst an die örtlichen Verhältnisse. Die ursprünglich an der Nordgrenze der Gartenanlage Nord geplanten Baggerschürfe wurden von der Deutschen Bahn nicht gestattet, weshalb hier keine Untersuchungen vorliegen.

Im Einzelnen wurden im Januar 2017 durchgeführt:

### 4.1 Aufschlussarbeiten

|   |                     |   |
|---|---------------------|---|
| Kleinrammbohrungen<br>nach DIN EN ISO 22475-1 | Anzahl              | 29 Stück, BS 1 - 29   |
|   | Tiefe               | 3,0 - 9,0 m   |
|   | Bohrdurchmesser     | 60 / 50 / 36 mm   |
|   | Bodenproben         | 73 Stück (gestört, 0,5l-Schraubglas)  |
|   | Ausführung          | VSU-Untersuchungsstelle<br>Block Umweltberatung, Lappersdorf  |
|   | Bohrprofile         | Anlage 3  |
|   |                     | Die Rückverfüllung der Bohrlöcher erfolgte mit Bohrgut, der oberste Meter wurde mit Tonpellets abgedichtet. |
| Baggerschürfe                                 | Anzahl              | 11 Stück, S 1 - 11  |
|   | Tiefe               | 1,7 - 3,4 m   |
|   | Bodenproben         | 26 Stück (gestört, 5l- und 1l-Eimer)  |
|   | Ausführung          | Bagger: Th. Pöppel, Landshut<br>Probenehmer: Fritz Geyer  |
|   | Schurfprofile/Fotos | Anlage 4  |
| Rammsondierungen<br>nach DIN EN ISO 22476-2   | Anzahl              | 4 Stück, DPH 1 - 4  |
|   | Sondenart           | Schwere Rammsonde DPH   |
|   | Masse Rammbar       | 50 kg   |
|   | Spitzenquerschnitt  | 15 cm <sup>2</sup>  |
|   | Tiefe               | 8,0 - 9,0 m   |
|   | Rammdiagramme       | Anlage 5  |

Anhand des Sondeneindringwiderstandes (Anzahl Schläge  $n_{10}$  je 10 cm Eindringung) der schweren Rammsondierungen DPH können Rückschlüsse auf die Lagerungsdichte/Konsistenz der anstehenden Böden gezogen werden (Tabelle 2). Sie sind weiterhin ein Maß für das Auftreten von felshafem Untergrund, der mit Rammsondierungen nicht durchteuft werden kann.



| Schlagzahlen $n_{10}$<br>über Grundwasser        | Schlagzahlen $n_{10}$<br>unter Grundwasser | Bezogene<br>Lagerungsdichte $I_p$ | Lagerung    |
|--|--|-----------------------------------|-------------|
| Bodengruppe GW mit Ungleichförmigkeit $U > 6$    |  |                                   |             |
| 3 - 7  | < 3  | 0,15 - 0,35                       | locker      |
| 8 - 25   | 3 - 17                                     | 0,35 - 0,65                       | mitteldicht |
| > 26   | > 18                                       | > 0,65                            | dicht       |
| Bodengruppe SE mit Ungleichförmigkeit $U \leq 3$ |  |                                   |             |
| 3 - 4  | < 3  | 0,15 - 0,35                       | locker      |
| 5 - 17   | 3 - 11                                     | 0,35 - 0,65                       | mitteldicht |
| > 18   | > 12                                       | > 0,65                            | dicht       |

gültig für Schlagzahlen  $3 \leq n_{10} \leq 50$

**Tabelle 2:** Ableitung der Lagerungsdichte aus Schlagzahlen schwere Rammsonde DPH nach Anhang G der DIN EN 1997-2:2010 bzw. DIN 4094:2002

Die Bodenbeprobung erfolgte gemäß Fragestellung soweit sinnvoll schichtbezogen nach sensorischen Gesichtspunkten. Als Probengefäße dienten Schraubgläser, PE-Eimer und -Dosen für altlastenfachliche Belange sowie Tüten für Bodenproben zur bautechnischen Prüfung.

Die Ansatzpunkte der Baugrundaufschlüsse wurden auf örtliche Bezugspunkte nach Lage sowie mittels GPS auf Gauß-Krüger-Koordinaten eingemessen und auf Geländehöhe mNN nivelliert. Die Höhen- und Koordinatenangaben sind in Anlage 7 zusammengestellt, die Lage der Aufschlusspunkte ist in Anlage 1.6 im Lageplan dargestellt.

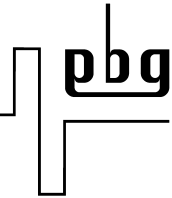
Die Schurfarbeiten wurden durch einen Befähigten gemäß § 20 SprengG der HRS GmbH, Unterhaltung fachtechnisch begleitet. Die Bohrungen und Sondierungen wurden vorab auf mögliche Kampfmittel freigemessen und bei Bedarf verlegt. Die Freigabe gilt nur für die jeweiligen Ansatzpunkte.

Zusätzlich wurde uns vom Umweltamt Landshut das Profil der Grundwassermessstelle AB 064 in der Bahnhofstraße zur Verfügung gestellt. Dieses ist in den Schnitt Bahnhofstraße in Anlage 2.2 eingearbeitet.

## 4.2 Laboruntersuchungen

An ausgewählten Bodenproben wurden bodenmechanische Laborversuche sowie chemische Analysen durchgeführt. Teilweise wurden hierzu Mischproben aus gleichartigen Böden einzelner bzw. nahegelegener Aufschlüsse erstellt.

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Bodenmechanische<br>Laborversuche | 1 x Wassergehaltsbestimmung DIN 18 121                        |
|                                   | 3 x Konsistenzbestimmungen DIN 18 122                         |
|                                   | 4 x Kornverteilungsanalysen DIN 18 123 (Nasssiebung)          |
|                                   | 2 x Kornverteilungsanalysen DIN 18 123 (Sieb-Schlamm-Analyse) |
|                                   | 3 x Glühverlustbestimmungen DIN 18 124                        |
|                                   | Labor Crystal Geotechnik, Utting                              |
|                                   | Laborprotokolle Anlage 6                                      |



|                    |  |
|--------------------|--|
| Chemische Analysen | 25 x Deklarationsanalysen Eckpunktepapier [13] |
| Boden              | 6 x Deklarationsanalysen DepV DK0 [14]         |
|                    | 1 x Feststoffanalyse MKW, PAK, Metalle (8)     |
|                    | 1 x Feststoffanalyse PAK                       |
|                    | 2 x Bestimmungen DOC und Glühverlust           |
|                    | 3 x PAK-Analysen im Säuleneluat                |
|                    | 14 Einzelmetalle im S4-Eluat                   |
|                    | 2 x Bestimmungen des elementaren Kohlenstoffs  |
|                    | Labor Wessling GmbH, Neuried                   |
|                    | Zusammenstellung Bericht 1651-AL1 [3]          |
|                    | Laborprüfberichte Bericht 1651-AL1 [3]         |

Die Untersuchungen wurden stufenweise durchgeführt. Vorrangig wurden Analysen auf Standardparameter MKW, PAK, SM sowie Deklarationsanalysen EPP veranlasst. Bei erhöhten Schadstoffgehalten wurden Ergänzungsanalysen nach DepV bzw. BBodSchV durchgeführt.

Die Beurteilung des Bohrgutes erfolgte neben o.g. Laborversuche mittels augenscheinlicher Bodenansprache sowie manueller und visueller Feldversuche. Dadurch konnten die bei den Aufschlussarbeiten angetroffenen Bodenschichten den Bodengruppen der DIN 18 196 für den vorgesehenen Zweck ausreichend genau zugeordnet werden. Im Bedarfsfall können an den entnommenen Bodenproben weitere bodenmechanische oder chemische Laborversuche durchgeführt werden. Diese werden zu diesem Zweck für eine Dauer von 3 Monaten bei uns zurückgestellt.

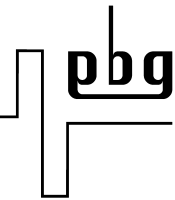
## 5. Baugrundverhältnisse

### 5.1 Hydrogeologischer Überblick

Naturräumlich liegt das Wettbewerbsgelände im Isartal knapp östlich des aus Norden einmündenden Tal der Pfettrach.

Regional sind neben künstlichen Aufschüttungen des Bahnhofgeländes Ablagerungen des Quartärs zu erwarten, bestehend aus geringmächtigen Lagen schluffiger Feinsande und Schluffe der holozänen Pulling- bis Auwaldstufe über spätpleistozänen Kiessanden der Altstadtstufe. In den holozänen Ablagerungen können inhomogen organogene Schichten bis hin zu Torfen oder sogar ganze Baumstämme auftreten.

Im Liegenden ab etwa 10 m sind Fein- und Grobkiese mit Mergellagen/-linsen der tertiären "Nördlichen Vollsotter" zu erwarten.



Gemäß dem hydrogeologischen Kartenwerk [5] ist am Standort mit Grundwasser ab etwa 387 - 388 mNN  $\cong$  4 m unter Bestandsgelände zu rechnen bei einer Grundwasserfließrichtung nach Ost (Anlage 1.2). Als Vorfluter für das Grundwasser wirkt die südlich des Baufeldes nach Nordost fließende Isar mit der Flutmulde.

Das Baugelände liegt gemäß [11] außerhalb des festgesetzten Überschwemmungsgebietes der Flutmulde bei einem hundertjährigen Hochwasserereignis HQ<sub>100</sub>. Auch bei einem extremen Hochwasserereignis, für das in etwa die 1,5-fache Abflussmenge eines HQ<sub>100</sub>-Ereignisses angenommen wird, ist nicht mit Überschwemmungen der Fläche zu rechnen (Anlage 1.2).

## 5.2 Schichtenfolge

Die mit den Kleinrammbohrungen und Baggerschürfen erkundeten Schichtenfolgen sind im Detail den Anlagen 3 und 4 zu entnehmen. Anlage 2 enthält Schnitte durch das Baugrundstück. Dabei wurden die Schichtgrenzen zwischen den Baugrundaufschlüssen linear interpoliert. Entsprechend den geologischen Bedingungen können die tatsächlichen Schichtgrenzen vom dargestellten Verlauf abweichen.

Die Tabellen 3 - 5 (Folgeseiten) enthalten eine Zusammenfassung der wichtigsten Aufschlussdaten. Die Tabellen sind nach Teilflächen und jeweils in Reihung von West nach Ost sortiert. Die Tabellen 6 - 7 enthalten eine Zusammenstellung der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche.

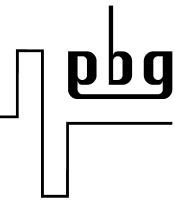
| Gartenanlage Nord - Flur 1580/115    |               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Aufschlüsse                          |               | BS19  | BS20  | BS25  | BS21  | BS26  | BS22  | BS27  | BS23  | BS28  | BS24  |
| Ansatzhöhe                           | [mNN]         | 391,3 | 391,3 | 391,3 | 391,5 | 391,3 | 391,3 | 391,3 | 391,4 | 391,3 | 391,8 |
| Endtiefe                             | [m u.GOK]     | 8,0   | 3,0   | 3,0   | 8,0   | 4,0   | 4,0   | 4,0   | 8,0   | 4,0   | 5,0   |
|                                      | [mNN]         | 383,3 | 388,3 | 388,3 | 383,5 | 387,3 | 389,3 | 387,3 | 383,4 | 387,3 | 386,8 |
| Oberboden                            | M [m]         | n.f.  | 0,15  | n.f.  | 0,2   | 0,15  | 0,15  | 0,1   | 0,2   | 0,1   | 0,7   |
| Auffüllung                           | UK [m u.GOK]  | 2,5   | 2,0   | 1,1   | 2,5   | 1,1   | 2,4   | 2,6   | 3,0   | 2,5   | 3,4   |
|                                      | [mNN]         | 388,8 | 389,3 | 390,2 | 389,0 | 389,2 | 388,9 | 388,7 | 388,4 | 388,8 | 388,4 |
|                                      | M [m]         | 2,5   | 1,85  | 0,95  | 2,3   | 0,95  | 2,25  | 2,5   | 2,8   | 2,4   | 2,7   |
| Holozän:<br>Auelehme<br>und Torfe    | UK [m u.GOK]  | n.f.  | n.f.  | 2,3   | n.f.  | 2,5   | 2,6   | n.f.  | 5,3   | 3,5   | n.f.  |
|                                      | [mNN]         | -     | -     | 389,0 | -     | 388,8 | 388,7 | -     | 386,1 | 387,8 | -     |
|                                      | M [m]         | -     | -     | 1,2   | -     | 1,4   | 0,2   | -     | 2,3   | 1,0   | -     |
| Holozän:<br>Schwemm-<br>sande        | UK [m u.GOK]  | 3,3   | 2,8   | n.f.  | n.f.  | n.f.  | n.f.  | n.f.  | 6,2   | > 4,0 | n.f.  |
|                                      | [mNN]         | 388,0 | 388,5 | -     | -     | -     | -     | -     | 385,2 | -     | -     |
|                                      | M [m]         | 0,8   | 0,8   | -     | -     | -     | -     | -     | 0,9   | > 0,5 | -     |
| Pleistozän:<br>quartäre<br>Kiessande | UK [m u.GOK]  | 7,0   | > 0,2 | > 3,0 | > 8,0 | > 4,0 | > 4,0 | > 4,0 | > 8,0 | n.e.  | > 5,0 |
|                                      | [mNN]         | 384,3 | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|                                      | M [m]         | 3,7   | > 3,0 | > 0,7 | > 5,5 | > 1,5 | > 1,4 | > 1,4 | > 1,8 | -     | > 1,6 |
| Tertiär:<br>Sande                    | UK [m u.GOK]  | > 8,0 | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.  |
|                                      | [mNN]         | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|                                      | M [m]         | > 1,0 | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Grund-<br>wasser                     | Wsp [m u.GOK] | 3,85  | n.e.  | n.e.  | 4,2   | n.e.  | n.e.  | n.e.  | (1,4) | (2,7) | n.e.  |
|                                      | [mNN]         | 387,4 | -     | -     | 387,3 | -     | -     | -     | 390,0 | 388,6 | -     |

UK = Unterkante  
 OK = Oberkante

M = Mächtigkeit  
 Wsp = Wasserspiegel

n.f. = nicht festgestellt  
 n.e. = nicht erreicht

Tabelle 3: Kennzeichnende Daten der Bohrungen und Schürfe (Ansatzhöhen gerundet)  
 Gartenanlage Nord



| Aufschlüsse                    |     | Bahnhofstraße und Garagenhöfe- Flur 1580/109, /331, /325 |       |       |       |       |       |       |       | 1580/317, /318 |       |       |
|--------------------------------|-----|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|
|                                |     | BS29   | BS9   | BS10  | BS11  | BS12  | BS13  | BS14  | BS 15 | BS17           | BS18  |       |
| Ansatzhöhe                     |     | [mNN]  | 391,5 | 391,4 | 391,5 | 391,5 | 391,5 | 391,5 | 391,2 | 391,6          | 392,1 | 392,2 |
| Endtiefe                       |     | [m u.GOK]  | 3,0   | 4,0   | 4,0   | 8,0   | 4,0   | 8,0   | 4,0   | 4,0            | 9,0   | 4,0   |
|                                |     | [mNN]  | 388,5 | 387,4 | 387,5 | 383,5 | 387,5 | 383,5 | 387,2 | 387,6          | 383,3 | 388,2 |
| Oberboden                      | M   | [m]  | 0,15  | n.f.  | n.f.  | n.f.  | 0,1   | n.f.  | 0,2   | 0,2            | n.f.  | n.f.  |
| Auffüllung                     | UK  | [m u.GOK]  | 2,1   | 2,4   | 1,3   | 1,2   | 2,5   | 2,5   | 2,6   | 2,9            | 2,2   | 1,6   |
|                                |     | [mNN]  | 389,4 | 388,7 | 390,2 | 390,3 | 389,0 | 389,0 | 388,6 | 388,7          | 390,1 | 390,6 |
| M                              |     | [m]  | 1,95  | 2,4   | 1,3   | 1,2   | 2,4   | 2,5   | 2,4   | 2,7            | 2,2   | 1,6   |
|                                | UK  | [m u.GOK]  | n.f.  | 2,7   | 2,6   | 2,6   | n.f.  | 4,0   | > 4,0 | 3,2            | 2,5   | 2,7   |
| Auelehme und Torfe             |     | [mNN]  | -     | 388,7 | 388,9 | 388,9 | -     | 387,5 | -     | 388,4          | 389,8 | 389,5 |
|                                | M   | [m]  | -     | 0,3   | 1,3   | 1,4   | -     | 1,5   | > 1,4 | 0,3            | 0,3   | 1,1   |
| Holozän: Schwemmsande          | UK  | [m u.GOK]  | 2,7   | n.f.  | n.f.  | n.f.  | n.f.  | n.f.  | n.e.  | > 4,0          | 4,5   | > 4,0 |
|                                |     | [mNN]  | 388,8 | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -              | 387,8 | -     |
| M                              |     | [m]  | 0,6   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | > 0,8          | 0,7   | > 1,3 |
|                                | UK  | [m u.GOK]  | > 3,0 | > 4,0 | > 4,0 | > 8,0 | > 4,0 | > 8,0 | n.e.  | n.e.           | > 9,0 | n.e.  |
| Pleistozän: quartäre Kiessande |     | [mNN]  | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -              | -     | -     |
|                                | M   | [m]  | > 0,3 | > 1,3 | -     | > 5,4 | > 1,5 | > 4,0 | -     | -              | > 4,5 | -     |
| Tertiär: Sande                 | UK  | [m u.GOK]  | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.           | n.e.  | n.e.  |
|                                |     | [mNN]  | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -              | -     | -     |
| M                              |     | [m]  | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -              | -     | -     |
|                                | Wsp | [m u.GOK]  | n.e.  | n.e.  | n.e.  | 3,8   | n.e.  | 4,0   | n.e.  | n.e.           | 4,9   | n.e.  |
|                                |     | [mNN]  | -     | -     | -     | 387,7 | -     | 387,5 | -     | -              | 387,4 | -     |

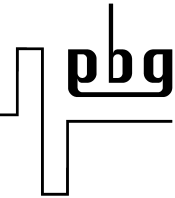
| Aufschlüsse                    |    | Gartenanlage Süd - Flur 1580/28, /7 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|----|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                |    | S6                                  | S7    | BS2   | BS3   | BS4   | S8    | S9    | BS5   | BS6   | BS7   | BS8   | BS16  |
| Ansatzhöhe                     |    | [mNN]                               | 391,4 | 391,5 | 391,3 | 391,3 | 391,2 | 390,8 | 390,1 | 391,4 | 391,5 | 391,7 | 391,7 |
| Endtiefe                       |    | [m u.GOK]                           | 2,0   | 2,2   | 4,0   | 8,0   | 4,0   | 2,2   | 1,7   | 4,0   | 8,0   | 4,0   | 8,0   |
|                                |    | [mNN]                               | 389,4 | 389,3 | 387,3 | 383,3 | 387,3 | 388,6 | 388,4 | 387,4 | 383,5 | 387,5 | 389,7 |
| Oberboden                      | M  | [m]                                 | n.f.  | n.f.  | 0,4   | 0,4   | 0,2   | n.f.  | n.f.  | n.f.  | 0,4   | 0,4   | 0,5   |
| Auffüllung                     | UK | [m u.GOK]                           | 1,8   | 1,9   | 2,6   | 3,0   | 2,7   | 1,8   | 1,5   | 2,3   | 2,8   | 2,7   | 2,7   |
|                                |    | [mNN]                               | 389,6 | 389,6 | 388,7 | 388,3 | 388,5 | 389,0 | 388,6 | 389,1 | 388,7 | 388,8 | 389,0 |
| M                              |    | [m]                                 | 1,8   | 1,9   | 2,2   | 2,6   | 2,5   | 1,8   | 1,5   | 2,3   | 2,4   | 2,3   | 2,2   |
|                                | UK | [m u.GOK]                           | n.f.  | n.f.  | n.f.  | n.f.  | n.f.  | > 2,2 | n.f.  | 3,1   | n.f.  | > 4,0 | 3,6   |
| Auelehme und Torfe             |    | [mNN]                               | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 388,3 | -     | -     | 388,1 |
|                                | M  | [m]                                 | -     | -     | -     | -     | -     | > 0,4 | -     | 0,8   | -     | > 1,3 | 0,9   |
| Holozän: Schwemmsande          | UK | [m u.GOK]                           | n.f.  | n.f.  | n.f.  | 4,7   | 3,5   | n.e.  | > 1,7 | n.f.  | n.f.  | > 4,0 | n.f.  |
|                                |    | [mNN]                               | -     | -     | -     | 386,6 | 387,7 | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| M                              |    | [m]                                 | -     | -     | -     | 1,7   | 0,8   | -     | > 0,2 | -     | -     | -     | > 0,4 |
|                                | UK | [m u.GOK]                           | > 2,0 | > 2,2 | > 4,0 | > 8,0 | > 4,0 | n.e.  | n.e.  | > 4,0 | > 8,0 | n.e.  | n.e.  |
| Pleistozän: quartäre Kiessande |    | [mNN]                               | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|                                | M  | [m]                                 | > 0,2 | > 0,3 | > 1,4 | > 3,3 | > 0,5 | -     | -     | > 0,9 | -     | -     | > 4,9 |
| Tertiär: Sande                 | UK | [m u.GOK]                           | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.  |
|                                |    | [mNN]                               | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| M                              |    | [m]                                 | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|                                |    | [m u.GOK]                           | n.e.  | n.e.  | n.e.  | 4,4   | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.  | 4,4   | n.e.  | n.e.  |
|                                |    | [mNN]                               | -     | -     | -     | 386,9 | -     | -     | -     | -     | 387,1 | -     |       |

UK = Unterkante  
 OK = Oberkante

M = Mächtigkeit  
 Wsp = Wasserspiegel

n.f. = nicht festgestellt  
 n.e. = nicht erreicht

Tabelle 4: Kennzeichnende Daten der Bohrungen und Schürfe (Ansatzhöhen gerundet)  
 Bahnhofstraße, Garagenhof, Gartenanlage Süd



| Flächen Südwest                |     |           | Flur 1580/128, /306 |       |       |       |       | Flur 1580/299, /320 |       |       |
|--------------------------------|-----|-----------|---------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|
| Aufschlüsse                    |     |           | S1                  | S2    | S3    | S4    | S5    | BS1                 | S10   | S11   |
| Ansatzhöhe                     |     | [mNN]     | 391,4               | 391,7 | 391,7 | 391,5 | 391,6 | 391,6               | 391,5 | 390,8 |
| Endtiefe                       |     | [m u.GOK] | 2,1                 | 3,4   | 2,5   | 2,5   | 2,4   | 3,0                 | 2,4   | 2,9   |
|                                |     | [mNN]     | 389,3               | 388,3 | 389,2 | 389,0 | 389,2 | 388,6               | 389,1 | 389,7 |
| Oberboden                      | M   | [m]       | n.f.                | n.f.  | n.f.  | 0,1   | n.f.  | n.f.                | 0,1   | 0,1   |
| Auffüllung                     | UK  | [m u.GOK] | 1,8                 | 3,2   | > 2,5 | 2,2   | 2,2   | 0,7                 | 2,1   | 2,6   |
|                                |     | [mNN]     | 389,6               | 388,5 | -     | 389,3 | 389,4 | 390,7               | 389,4 | 388,2 |
| M                              |     | [m]       | 1,8                 | 3,2   | > 2,5 | 2,1   | 2,2   | 0,7                 | 2,0   | 2,5   |
|                                | UK  | [m u.GOK] | > 2,1               | n.f.  | n.e.  | > 2,5 | > 2,4 | n.f.                | > 2,4 | > 2,9 |
| Auelehme und Torfe             |     | [mNN]     | -                   | -     | -     | -     | -     | -                   | -     | -     |
|                                | M   | [m]       | > 0,3               | -     | -     | > 0,3 | > 0,2 | -                   | > 0,3 | > 0,3 |
| Holozän: Schwemmsande          | UK  | [m u.GOK] | n.e.                | n.f.  | n.e.  | n.e.  | n.e.  | 2,6                 | n.e.  | n.e.  |
|                                |     | [mNN]     | -                   | -     | -     | -     | -     | 389,0               | -     | -     |
| M                              |     | [m]       | -                   | -     | -     | -     | -     | 1,9                 | -     | -     |
|                                | UK  | [m u.GOK] | n.e.                | > 3,4 | n.e.  | n.e.  | n.e.  | > 3,0               | n.e.  | n.e.  |
| Pleistozän: quartäre Kiessande |     | [mNN]     | -                   | -     | -     | -     | -     | -                   | -     | -     |
|                                | M   | [m]       | -                   | > 0,2 | -     | -     | -     | > 0,4               | -     | -     |
| Tertiär: Sande                 | UK  | [m u.GOK] | n.e.                | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.                | n.e.  | n.e.  |
|                                |     | [mNN]     | -                   | -     | -     | -     | -     | -                   | -     | -     |
| M                              |     | [m]       | -                   | -     | -     | -     | -     | -                   | -     | -     |
|                                | Wsp | [m u.GOK] | n.e.                | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.  | n.e.                | n.e.  | n.e.  |
|                                |     | [mNN]     | -                   | -     | -     | -     | -     | -                   | -     | -     |

UK = Unterkante  
 OK = Oberkante

M = Mächtigkeit  
 Wsp = Wasserspiegel

n.f. = nicht festgestellt  
 n.e. = nicht erreicht

Tabelle 5: Kennzeichnende Daten der Bohrungen und Schürfe (Ansatzhöhen gerundet)  
 Flächen Südwest

| Homogenbereich                     |                      | Auelehme + Torfe |              |           | Schwemmsande  |                     |
|------------------------------------|----------------------|------------------|--------------|-----------|---------------|---------------------|
| Probe                              |                      | BS 11-Bo2        | BS 13-Bo3    | BS 23-Bo3 | BS 3-Bo3      | BS 17-Bo3           |
| Tiefe [m]                          |                      | 1,2-2,6          | 2,5-4,0      | 3,0-5,0   | 3,0-4,7       | 2,5-4,3             |
| Bodenart                           |                      | T,s,o            | T,fs,o       | H         | U,S,t,o'      | U,s*,t'             |
| Bodengruppe                        |                      | TA               | TA           | HZ        | UL            | UL                  |
| Zustandsgrenzen                    |                      |                  |              |           |               |                     |
| Wassergehalt $w_n$                 | [%]                  | 35,1             | 40,5         | 117,0     | 29,0          |                     |
| Fließgrenze $w_L$                  | [%]                  | 76,3             | 80,1         |           | 30,0          |                     |
| Ausrollgrenze $w_P$                | [%]                  | 28,5             | 28,5         |           | 24,2          |                     |
| Plastizität $I_P$                  | [%]                  | 47,7             | 51,7         |           | 5,8           |                     |
| Konsistenz $I_c$                   |                      | 0,86 - steif     | 0,77 - steif |           | 0,18 - breiig |                     |
| Kornanteile                        |                      |                  |              |           |               |                     |
| < 0,063 mm                         | [%]                  |                  |              |           |               | 64,0                |
| 0,063 - < 2,0 mm                   | [%]                  |                  |              |           |               | 35,7                |
| 2,0 - < 63 mm                      | [%]                  |                  |              |           |               | 0,3                 |
| Kornkennziffer                     |                      |                  |              |           |               | 1630                |
| Durchlässigkeit $k$                | [m/s]                |                  |              |           |               | $4,7 \cdot 10^{-8}$ |
| Glühverlust $V_{gl}$               | [%]                  | 8,3              | 6,2          | 25,6      |               |                     |
| Taschenpenetrometer                |                      |                  |              |           |               |                     |
| 1axial Druckfestigkeit $Q_{up}$    | [kN/m <sup>2</sup> ] | 83               | 50           |           | 33            |                     |
| undrained Scherfestigkeit $c_{up}$ | [kN/m <sup>2</sup> ] | 41               | 25           |           | 16            |                     |

Tabelle 6: Ergebnisse bodenmechanische Laboruntersuchungen Auelehme + Torfe / Schwemmsande

| Homogenbereich   |     | Quartärkies |           |           |               | Tertiär   |
|------------------|-----|-------------|-----------|-----------|---------------|-----------|
| Probe            |     | BS 11-Bo3+4 | BS 13-Bo4 | BS 19-Bo4 | BS 21 - Bo3+4 | BS 19-Bo5 |
| Tiefe [m]        |     | 2,6-8,0     | 4,0-8,0   | 3,3-7,0   | 2,5-8,0       | 7,0-8,0   |
| Bodenart         |     | G,s,u'      | G,s'      | G,s,u'    | G,s,u'        | S,g,u*    |
| Bodengruppe      |     | GU          | GW        | GU        | GU            | SU*       |
| Kornanteile      |     |             |           |           |               |           |
| < 0,063 mm       | [%] | 7,2         | 4,1       | 7,0       | 7,5           | 22,5      |
| 0,063 - < 2,0 mm | [%] | 22,1        | 9,7       | 24,2      | 22,4          | 56,5      |
| 2,0 - < 63 mm    | [%] | 70,7        | 86,2      | 68,9      | 70,1          | 21,0      |
| Kornkennziffer   |     | 0127        | 0019      | 0127      | 0127          | 0262      |

Tabelle 7: Ergebnisse bodenmechanische Laboruntersuchungen Quartärkies + Tertiär

### Schichtpaket 1: Mutterboden

Mutterboden wurde in den Kleingartenparzellen mit Mächtigkeiten von 0,4 - 0,7 m, ansonsten nur reichsweise mit geringen Mächtigkeiten bis etwa 0,2 m aufgeschlossen.

### Schichtpaket 2: Auffüllungen

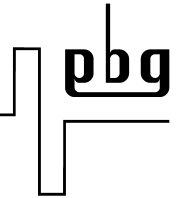
Künstliche Anschüttungen wurden mit Ausnahme BS 1 (hier nur Tragschicht) in allen Bodenaufschlüssen festgestellt. Die ermittelten Unterkanten liegen 1,1 - 3,2 m u.GOK, im Mittel bei 2,85 m.

Aufgeschlossen wurde eine inhomogene Schüttung aus sandig-tonigen Schluffen mit organischen Beimengungen bis hin zu sandigem Kiesmaterial. An künstlichen Komponenten wurden im Bereich Kleingartenanlagen und Bahnhofstraße meist nur Ziegelbruchbeimengungen festgestellt, allerdings können auch reine Bauschuttlagen (z.B. BS 15) oder Lagen mit Aschen/Schlacken (Schurf S 8) auftreten.

In der südwestlichen Fläche (Schürfe S 1 - 5, 10-11) wurden neben Bauschuttresten (teilw. ganze Ziegelfundamente und Betonblöcke) auch Schwarzdeckenresten sowie sonstige nichtmineralische Beimengungen (Schrott, Plastik, Holz, Glas, Müll) festgestellt. In Schurf S 11 wurde ein einzelner Bombensplitter gefunden.

Im sonstigen Bereich Bahnhofstraße und Kleingartenanlagen wurden keine nichtmineralischen Bestandteile gefunden. Dies kann jedoch am kleinformatischen Bohrdurchmesser liegen, bei dem solche Bestandteile überbohrt und somit übersehen werden können. Generell können auch in diesem Bereich nichtmineralische Müllbestandteile nicht ausgeschlossen werden.

Die Auffüllungen sind gemäß örtlicher Ansprache und Rammsondierungen von insgesamt weicher, teilweise auch steifer Konsistenz bzw. locker gelagert. Der organische Anteil, ermittelt mittels Glühverlust liegt bei  $V_{gl} = 5 - 14 \%$ .



Die vorgefundene Situation bestätigt die in Abschnitt 3 zitierten Annahmen, dass das Gelände nach Kriegsende großflächig mit Kriegsschutt und sonstigen wilden Ablagerungen angeschüttet wurde. Eine horizontale Abgrenzung von einzelnen Verfüllbereichen ist nicht möglich, es ist mit kleinräumig unterschiedlichstem Material zu rechnen.

Auch eine genaue Grenzziehung von bindigem Auffüllmaterial zu den unterlagernden Auelehmen (Schichtpaket 3) ist aufgrund ähnlicher Farbe und Bodenart nicht immer eindeutig möglich.

### **Schichtpaket 3: Auelehme und Torfe**

Soweit nicht durch die Auffüllungen komplett ausgeräumt, folgen Auelehme aus sandigen Schluffen und Tonen mit organischen Beimengungen, die eine weiche bis steife Konsistenz aufweisen. Der organische Anteil wurde an 2 Proben mit 6,2 und 8,3 % festgestellt. Die Lehme sind gemäß den Konsistenzbestimmungen ausgeprägt plastisch (Bodengruppe TA nach DIN 18 196).

In der Mitte der nördlichen Gartenanlage (BS 23+28) wurden zudem reine Torfe festgestellt. Hierbei handelt es sich wohl um einen Altarm des ehemaligen Flussbettes.

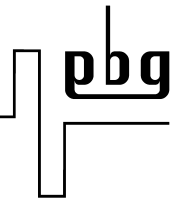
Die Unterkante der Auelehme wurde, soweit vorhanden, bei 2,2 - 5,3 m u.GOK erbohrt und liegt im Mittel bei 2,9 m u.GOK.

### **Schichtpaket 4: Schwemmsande**

Gekennzeichnet durch eine helle Farbe gegenüber den insgesamt dunkelbraunen Auelehme folgen bereichsweise (13 von 40 Aufschlüssen) Schluff-Feinsand-Gemische die der Bodengruppe UL/SU\* nach DIN 18 196 zuzuordnen sind. Eine Glühverlustbestimmung zeigt, dass auch diese Schichten organische Beimengungen führen können. Die Plastizitätszahl wurde an einer Probe mit  $I_p = 5,8$  % festgestellt, was bedeutet, dass dieses Schichtpaket extrem wasserempfindlich ist. Bereits geringe Veränderungen des Wassergehaltes können den Boden von breiiger zu halbfester Konsistenz überführen und umgekehrt. Bei Aufgrabungen muss bei Wassereinfluß mit Bodenfließen gerechnet werden.

### **Schichtpaket 5: Quartärkies**

Die o.g. holozänen, geologisch jüngsten Talablagerungen des Isartals werden von quartären Kiessanden des Pleistozäns unterlagert. Erbohrt wurden durchwegs schwach sandige bis sandige Kiese mit teilweise geringen Schluffbeimengungen. Gemäß den Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen von im Mittel  $n_{10} = 5 - 10$  unter Grundwasser sind die Kiessande als mitteldicht gelagert einzustufen. Bereichsweise Rückgänge der Schlagzahlen auf  $n_{10} < 5$  sind auf Rollkieslagen zurückzuführen. Generell muss auch mit zwischengelagerten Feinsand- und Schlufflinsen gerechnet werden.



Bis auf Bohrung BS 19 sowie Sondierungen DPH 2 und 4 wurde die Unterkante der Quartärkiese nicht erreicht, auch nicht in dem tiefreichenden Profil der Grundwassermessstelle AB 064, die bis 10 m u.GOK abgeteuft wurde.

### **Schichtpaket 6: Tertiär**

Nur in Bohrung BS 19 wurde ab 7 m Tiefe stark schluffiger Fein- bis Mittelsand in dichter Lagerung aufgeschlossen. Es ist davon auszugehen, dass diese tertiären Schichten auch bei den Sondierungen DPH 2 (7,7 m) und DPH 4 (8,5 m) ab deutlichem Schlagzahlenanstieg erreicht wurden. Bei allen anderen tiefreichenden Bohrungen wurde das Tertiär nicht erreicht.

## **5.3 Grundwasserverhältnisse**

Grundwasser wurde nur in den tieferreichenden Bohrungen bei 3,8 - 4,9 m u.GOK erbohrt. Aufgrund des unverrohrten Bohrverfahrens muss es sich hierbei nicht um Ruhewasserstände handeln. In der Auffüllung sowie den Auelehmen kam es vereinzelt zu Schichtwasserzutritten.

Der Wasserstand in Grundwassermessstelle AB 064<sup>1</sup> am 13.01.2017 mit 387,28 mNN = 4 m u.GOK gemessen.

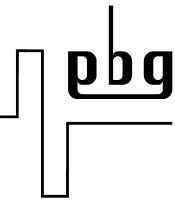
Vom Tiefbauamt der Stadt Landshut wurden uns Hauptwerte nahegelegener Grundwassermessstellen zur Verfügung gestellt (Anlage 8.2). Für die maßgebliche, dem Baufeld am nächsten gelegenen Messstelle 75/8 werden für den Zeitraum 1956 - 2016 folgende Hauptwerte angegeben:

|                           |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| Höchster Wasserspiegel    | 389,87 mNN (04.06.2013) |
| Mittlerer Wasserspiegel   | 387,45 mNN              |
| Niedrigster Wasserspiegel | 386,68 mNN (01.08.1968) |
| Grundwasserschwankung     | 3,19 m                  |

Auf Grundlage der langjährigen Messreihen und unter Berücksichtigung des nach Osten gerichteten Fließgefälles von etwa 1 % (Anlage 1.2) werden folgende Bemessungswasserstände für das Baufeld empfohlen:

<sup>1</sup> Geländeoberkante = 391,37 mNN, Pegeloberkante = 392,045 mNN lt. Angaben Umweltamt





|   |            | Westgrenze              |           | Ostgrenze               |           |
|---|------------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| Höchster anzunehmender Grundwasserstand | <b>HGW</b> | = $HGW_{GWM75/8} + 0,7$ | 390,6 mNN | = $HGW_{GWM75/8} + 0,2$ | 390,1 mNN |
| Baubemessungswasserstand                | <b>BGW</b> | = $MGW_{GWM75/8} + 0,5$ | 388,0 mNN | = $MGW_{GWM75/8}$       | 387,5 mNN |
| Niedrigster anzunehmender Wasserstand   | <b>NGW</b> | = $NGW_{GWM75/8}$       | 386,6 mNN | = $NGW_{GWM75/8} - 0,5$ | 386,1 mNN |

Tabelle 8: Baubemessungswasserstände

Das Baugelände liegt gemäß [11] außerhalb des festgesetzten Überschwemmungsgebietes der Flutmulde bei einem hundertjährigen Hochwasserereignis  $HQ_{100}$ . Auch bei einem extremen Hochwasserereignis, für das in etwa die 1,5-fache Abflussmenge eines  $HQ_{100}$ -Ereignisses angenommen wird, ist nicht mit Überschwemmungen der Fläche zu rechnen (Anlage 1.2).

Anlage 8.1 zeigt die Pegelganglinie der Flutmulde von 1976 bis 2016 [aus 9]. Der höchste Wasserstand wurde ebenfalls in 2013 mit etwa 389,85 mNN gemessen und entspricht in etwa dem Grundwasserhöchststand in Grundwassermessstelle 75/8 aus dem gleichen Jahr. Diese Höchstkote liegt etwa 1 - 2 m unter Bestandshöhe Wettbewerbsgelände.

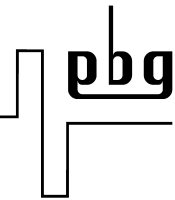
Untersuchungen auf Betonaggressivität des Grundwassers liegen nicht vor. Diese sind bei Bedarf im Zuge von geotechnischen Hauptuntersuchungen durchzuführen.

## 5.4 Durchlässigkeiten

Aus den Körnungslinien (Anlage 6) lassen sich Durchlässigkeiten  $k$  ermitteln, die erfahrungsgemäß für wassergesättigte Böden gelten. Im vorliegenden Fall werden die Methoden nach SEILER bzw. BEYER angewendet (in [28]).

| Schichtpaket  | 4 Schwemmsande      | 5 Quartärkies       |                     |                     |                     | 6 Tertiär           |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Probe   | BS 17-Bo3           | BS 11-Bo3+4         | BS 13-Bo4           | BS 19-Bo4           | BS 21 - Bo3+4       | BS 19-Bo5           |
| Tiefe [m]   | 2,5-4,3             | 2,6-8,0             | 4,0-8,0             | 3,3-7,0             | 2,5-8,0             | 7,0-8,0             |
| Bodenart  | U,s*,t'             | G,s,u'              | G,s'                | G,s,u'              | G,s,u'              | S,g,u*              |
| Bodengruppe   | UL                  | GU                  | GW                  | GU                  | GU                  | SU*                 |
| Durchlässigkeit $k$ aus KV-Analysen [m/s]                                 | $4,7 \cdot 10^{-8}$ | $3,5 \cdot 10^{-3}$ | $4,4 \cdot 10^{-3}$ | $2,4 \cdot 10^{-3}$ | $2,7 \cdot 10^{-3}$ | $5,0 \cdot 10^{-6}$ |
| im Mittel $k = 3,25 \cdot 10^{-3}$<br>= stark durchlässig nach DIN 18 130 |                     |                     |                     |                     |                     |                     |

Tabelle 9: Durchlässigkeiten



## 5.5 Schadstoffbelastung und Kubatur der Auffüllungen

Im Zuge der durchgeführten Untersuchungen wurden eine Vielzahl von chemischen Analysen der Auffüllungen und des gewachsenen Untergrundes durchgeführt. Eine detaillierte Beschreibung und Beurteilung dieser Untersuchungen hinsichtlich abfallrechtlicher und bodenschutzrechtlicher Belange ist dem Bericht 1651-AL1 [3] zu entnehmen.

Generell ist festzustellen, dass insbesondere im Bereich der südwestlichen Brachfläche auf Flur-Nr. 1580/182, /306 (Schürfe S 1-5, Fläche I in Tabelle 10) sowie im östlichen Bereich der Gartenanlage Süd, Flur-Nr. 1580/28 östlich des Zwischenweges Schurf S 8, Fläche II in Tabelle 10) erhöhte Schadstoffbelastungen auftreten, die eine Zuordnung des Auffüllmaterials in Deponieklasse DK II und I nach DepV [14] bedingen. Die Deponieklassen-Einstufung ergibt sich aus dem organischen Anteil der Verfüllungen.

Ansonsten (Fläche III in Tabelle 10) sind die Auffüllungen hinsichtlich ihrer Schadstoffbelastung überwiegend in die Zuordnungsklassen Z 0 - Z 2 nach LAGA [15] bzw. Eckpunktepapier [13] einzustufen. Mit einzelnen Hot-Spots mit höheren Belastungen muss generell auf der gesamten Fläche gerechnet werden.

Die folgende Tabelle 10 enthält eine Massengrobschätzung der jeweiligen Belastungsklassen.

| Fläche             | Fläche I                 |           | Fläche II                |           | Fläche III                |           | Gesamt                    |            |
|--------------------|--------------------------|-----------|--------------------------|-----------|---------------------------|-----------|---------------------------|------------|
| Grundfläche        | ca. 3.200 m <sup>2</sup> |           | ca. 6.700 m <sup>2</sup> |           | ca. 21.100 m <sup>2</sup> |           | ca. 31.000 m <sup>2</sup> |            |
| Verfülltiefe       | im Mittel 2,0 m          |           | im Mittel 2,4 m          |           | im Mittel 2,2 m           |           | im Mittel 2,0 - 2,4 m     |            |
| Gesamtkubatur      | 6.400 m <sup>3</sup>     | 11.500 to | 16.100 m <sup>3</sup>    | 29.000 to | 46.500 m <sup>3</sup>     | 83.700 to | 69.000 m <sup>3</sup>     | 124.200 to |
| Davon anteilig     |                          |           |                          |           |                           |           |                           |            |
| - Z 0 nach EPP     | -                        | -         | 4.025 m <sup>3</sup>     | 7.250 to  | 6.975 m <sup>3</sup>      | 12.560 to | 11.000 m <sup>3</sup>     | 19.810 to  |
| - Z 1.1 nach EPP   | -                        | -         | 1.610 m <sup>3</sup>     | 2.900 to  | 18.600 m <sup>3</sup>     | 33.480 to | 20.210 m <sup>3</sup>     | 36.380 to  |
| - Z 1.2 nach EPP   | 960 m <sup>3</sup>       | 1.730 to  | 3.220 m <sup>3</sup>     | 5.800 to  | 6.975 m <sup>3</sup>      | 12.560 to | 11.155 m <sup>3</sup>     | 20.090 to  |
| - Z 2 nach EPP     | 1.920 m <sup>3</sup>     | 3.460 to  | 3.220 m <sup>3</sup>     | 5.800 to  | 2.325 m <sup>3</sup>      | 4.190 to  | 7.465 m <sup>3</sup>      | 13.450 to  |
| - DK 0 nach DepV   | 320 m <sup>3</sup>       | 580 to    | 805 m <sup>3</sup>       | 1.450 to  | 4.650 m <sup>3</sup>      | 8.370 to  | 5.775 m <sup>3</sup>      | 10.400 to  |
| - DK I nach DepV   | 640 m <sup>3</sup>       | 1.150 to  | 4.025 m <sup>3</sup>     | 7.250 to  | 2.325 m <sup>3</sup>      | 4.190 to  | 6.990 m <sup>3</sup>      | 12.590 to  |
| - DK II nach DepV  | 2.240 m <sup>3</sup>     | 4.030 to  | 1.610 m <sup>3</sup>     | 2.900 to  | 2.325 m <sup>3</sup>      | 4.190 to  | 6.175 m <sup>3</sup>      | 11.120 to  |
| - DK III nach DepV | 320 m <sup>3</sup>       | 580 to    | 805 m <sup>3</sup>       | 1.450 to  | 2.325 m <sup>3</sup>      | 4.190 to  | 3.450 m <sup>3</sup>      | 6.220 to   |

Umrechnungsfaktor: 1 m<sup>3</sup> = 1,8 to (gerundet)

Es handelt sich um eine Grobschätzung. Abweichungen auch in erheblichem Umfang können nicht ausgeschlossen werden. Anteilige Werte sind gerundet und können in der Summe von der Gesamtkubatur abweichen

*Tabelle 10:* (Vorläufige) Kubaturabschätzung Auffüllung Gesamtfläche

## 6. Bodenklassifizierung und bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden

Die folgende Tabellen 11 - 13 (Seiten 20 - 22) beinhalten die Boden- und Felsklassifizierungen u.a. nach DIN 18 196, ZTV E-StB 09 und VOB 2015 (Homogenbereiche) sowie die bodenmechanischen und bautechnischen Eigenschaften der erkundeten Böden nach DIN 18 196 als qualitative Beurteilung in Hinblick auf die Baumaßnahme. Weiterhin enthalten sind die ursprünglichen Klassifizierungen nach DIN 18 300 und 18 301 der VOB 2012.

Homogenbereiche nach VOB 2015 sind begrenzte Bereiche von Boden oder Fels, dessen Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und sich von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche abheben. Es sollen Bereiche definiert sein, welche für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweisen. In den folgenden Tabellen sind die nach DIN 18 300 (Erdarbeiten), 18 301 (Bohrarbeiten) und DIN 18 304 (Ramm-/Rüttelarbeiten) anzugebenden Eigenschaften und Kennwerte der einzelnen Homogenbereiche enthalten, soweit dies auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse möglich ist.

## 7. Bodenkennwerte

In Tabelle 14 (Seite 23) sind die anzunehmenden Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen angegeben. Diese basieren auf den vorliegenden Untersuchungsergebnissen und auf Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden unter Bezug auf DIN 1055-2, EAU, TÜRKE [29] u.a. sowie eigenen Erfahrungswerten. Sie beziehen sich auf die erbohrten Bodenschichten im ungestörten Zustand. Durch Störungen, wie z.B. Auflockerungen, können sich die angegebenen Parameter erheblich reduzieren.

Für gelöste und wiedereingebaute Massen der Lockerböden gelten die Parameter nur, wenn ein Verdichtungsgrad  $D_{Pr} \geq 100 \%$  gegeben ist.

| <b>Homogenbereich<br/>Schichtpaket</b>                         | <b>1<br/>Mutterboden</b>                              | <b>2.1<br/>Auffüllung<br/>grobkörnig</b>                                     | <b>2.2<br/>Auffüllung<br/>bindig</b>                   |
|--|---|--|--|
| Bodenart DIN 4023  | A, Mu, U, s, h<br>A, Mu, U, s, g, h                   | A, G, s, u'-u, o<br>A, G, s / G, s, u<br>A, G, s'<br>x'-x*, y'-y             | A, U, s'-s*, g'-g*, o' -o<br>A, T, s'-s*, g'-g*, o' -o |
| Fremdbestandteile  | Ziegelbruch und Aschen nicht auszuschließen           | Ziegelbruch, Betonreste<br>Aschen, Schlacke, Schrott,<br>Plastik, Glas, Müll | Ziegelbruch, Betonreste<br>Aschen, Schlacke            |
| Körnungsanteile [Gew%]   | Ton/Schluff: 40 - 80<br>Sand: 10 - 40<br>Kies: 0 - 30 | Ton/Schluff: 0 - 40<br>Sand: 10 - 40<br>Kies: 40 - 80                        | Ton/Schluff: 40 - 90<br>Sand: 5 - 40<br>Kies: 5 - 40   |
| Steinanteil [Gew%]   | 0   | 0 - 20   | 0 - 20   |
| Blockanteil [Gew%]   | 0   | 0 - 20   | 0 - 20   |
| Große Blöcke [Gew%]  | 0   | 0 - 10   | 0 - 20   |
| Organischer Anteil [%]   | 1 - 10  | 0 - 10   | 1 - 20   |
| Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]                                    | 1,4 - 1,7   | 1,7 - 1,9  | 1,8 - 2,1  |
| Kohäsion c' [kN/m <sup>2</sup> ]                               | 0 - 2   | -  | 0 - 5  |
| undrän. Scherfestigkeit<br>c <sub>u</sub> [kN/m <sup>2</sup> ] | 10 - 20   | -  | 10 - 50  |
| Wassergehalt [%]   | 15 - 100  | -  | 15 - 35  |
| Konsistenz<br>I <sub>c</sub>                                   | weich<br>0,5 - 0,75                                   | -  | weich - steif<br>0,35 - 0,75                           |
| Plastizität<br>I <sub>p</sub> [%]                              | leicht - mittelplastisch<br>10 - 20                   | -  | leicht - mittelplastisch<br>10 - 20                    |
| Lagerungsdichte<br>I <sub>p</sub>                              | -   | locker<br>< 0,35   | -  |
| Bodengruppe<br>DIN 18 196                                      | OU  | GU, GU*, GW, GI, GX  | UL, UM, TL, TM   |
| <b>Bodenklassifizierungen nach VOB 2012</b>                    |   |  |  |
| Bodenklasse<br>DIN 18 300                                      | 1   | 3 - 4  | 4  |
| Bodenklasse<br>DIN 18 301                                      | BO 1  | BN 1 - 2<br>BS   | BB 2   |
| <b>Sonstige Klassifizierungen</b>                              |   |  |  |
| Frostempfindlichkeits-<br>klasse ZTV E StB 09                  | 3<br>sehr<br>frostempfindlich                         | 1 - 3<br>nicht - sehr<br>frostempfindlich                                    | 3<br>sehr<br>frostempfindlich                          |
| Wasserdurchlässigkeit<br>DIN 18 130<br>k-Wert [m/s]            | schwach<br>durchlässig<br>k < 10 <sup>-6</sup>        | stark variierend<br>10 <sup>-3</sup> > k > 10 <sup>-7</sup>                  | schwach<br>durchlässig<br>k < 10 <sup>-6</sup>         |
| Rammpbarkeit   | leicht  | leicht - sehr schwer<br>Rammhindernisse möglich                              | leicht - mittelschwer<br>Rammhindernisse möglich       |
| <b>Bautechnische Eigenschaften in Anlehnung an DIN 18 196</b>  |   |  |  |
| Scherfestigkeit  | mäßig   | stark variierend   | gering   |
| Verdichtungsfähigkeit  | schlecht  | stark variierend   | mäßig - schlecht                                       |
| Zusammendrückbarkeit   | groß - mittel   | stark variierend   | mittel - groß  |
| <b>Bautechnische Eignung in Anlehnung an DIN 18 196 als</b>    |   |  |  |
| - Baugrund für<br>Gründungen                                   | ungeeignet  | insgesamt<br>ungeeignet  | insgesamt<br>ungeeignet                                |
| - Baustoff für Erd- und<br>Baustraßen                          | ungeeignet  | insgesamt<br>ungeeignet  | insgesamt<br>ungeeignet                                |
| - Baustoff für<br>Straßendämme                                 | ungeeignet  | insgesamt<br>ungeeignet  | insgesamt<br>ungeeignet                                |
| - Baustoff für<br>Stützkörper                                  | ungeeignet  | insgesamt<br>ungeeignet  | insgesamt<br>ungeeignet                                |

Tabelle 11: Klassifizierung und bautechnische Eigenschaften/Eignungen der Lockerböden  
 (Schichtpakete 1 - 2: Auffüllungen)

| <b>Homogenbereich<br/>Schichtpaket</b>                        | <b>3.1<br/>Auelehme</b>                              | <b>3.2<br/>Torfe</b>                                | <b>4<br/>Schwemmsande</b>                           |
|---|--|---|---|
| Bodenart DIN 4023   | U, t, f-ms, o'-o<br>T, u, f-ms, o'-o                 | H   | U, t, s-s* (o)<br>f-mS, u-u*, t (o)                 |
| Fremdbestandteile   | -  | -   | -   |
| Körnungsanteile [Gew%]  | Ton/Schluff: 40 - 80<br>Sand: 10 - 40<br>Kies: 0 - 5 | Ton/Schluff: 0 - 40<br>Sand: 0 - 20<br>Kies: 0 - 20 | Ton/Schluff: 40 - 80<br>Sand: 20 - 8<br>Kies: 0 - 5 |
| Steinanteil [Gew%]  | 0  | 0   | 0   |
| Blockanteil [Gew%]  | 0  | 0   | 0   |
| Große Blöcke [Gew%]   | 0  | 0   | 0   |
| Organischer Anteil [%]  | 1 - 10   | 20 - 40   | 0 - 8   |
| Dichte [g/cm³]  | 1,8 - 2,0  | 1,1 - 1,4   | 2,0 - 2,1   |
| Kohäsion c' [kN/m²]   | 0 - 5  | 2 - 5   | 0 - 2   |
| undrän. Scherfestigkeit<br>c <sub>u</sub> [kN/m²]             | 20 - 50  | 10 - 20   | 5 - 15  |
| Wassergehalt [%]  | 30 - 45  | 50 - 150  | 20 - 40   |
| Konsistenz<br>I <sub>c</sub>                                  | weich - steif<br>0,35 - 0,75                         | weich   | breiig - weich<br>< 0,35                            |
| Plastizität<br>I <sub>p</sub> [%]                             | mittel - ausgeprägt plastisch<br>30 - 55             | -   | leicht<br>< 10                                      |
| Lagerungsdichte<br>I <sub>D</sub>                             | -  | locker  | locker  |
| Bodengruppe<br>DIN 18 196                                     | TM, TA, OT   | HZ  | UL, UM, TL, TM, OU                                  |
| <b>Bodenklassifizierungen nach VOB 2012</b>                   |  |   |   |
| Bodenklasse<br>DIN 18 300                                     | 4, 5   | 2   | 4<br>2 (ausfließend)                                |
| Bodenklasse<br>DIN 18 301                                     | BB 2<br>BO 1   | BO 1  | BB 2, BN 2<br>BO 1                                  |
| <b>Sonstige Klassifizierungen</b>                             |  |   |   |
| Frostempfindlichkeits-<br>klasse ZTV E StB 09                 | 2 - 3<br>mittel - sehr<br>frostempfindlich           | 3<br>sehr<br>frostempfindlich                       | 3<br>sehr<br>frostempfindlich                       |
| Wasserdurchlässigkeit<br>DIN 18 130<br>k-Wert [m/s]           | sehr schwach<br>durchlässig<br>k < 10 <sup>-8</sup>  | wasserhaltend                                       | schwach<br>durchlässig<br>k < 10 <sup>-6</sup>      |
| Rammpbarkeit  | mittelschwer   | leicht - sehr schwer<br>(federnd)                   | leicht - mittelschwer                               |
| <b>Bautechnische Eigenschaften in Anlehnung an DIN 18 196</b> |  |   |   |
| Scherfestigkeit   | gering - sehr gering                                 | sehr gering   | mittel  |
| Verdichtungsfähigkeit   | sehr schlecht  | nicht verdichtbar                                   | mäßig   |
| Zusammendrückbarkeit  | groß - sehr groß                                     | extrem groß   | gering - mittel                                     |
| <b>Bautechnische Eignung in Anlehnung an DIN 18 196 als</b>   |  |   |   |
| - Baugrund für<br>Gründungen                                  | mäßig brauchbar                                      | ungeeignet  | geeignet  |
| - Baustoff für Erd- und<br>Baustraßen                         | ungeeignet   | ungeeignet  | ungeeignet  |
| - Baustoff für<br>Straßendämme                                | weniger geeignet                                     | ungeeignet  | mäßig brauchbar                                     |
| - Baustoff für<br>Stützkörper                                 | ungeeignet   | ungeeignet  | ungeeignet  |

Tabelle 12: Klassifizierung und bautechnische Eigenschaften/Eignungen der Lockerböden  
 (Schichtpakete 3 - 4: Deckschichten)

| <b>Homogenbereich<br/>Schichtpaket</b>                         | <b>5<br/>Quartärkies</b>                             | <b>6<br/>Tertiär</b>                                   |
|--|--|--|
| Bodenart DIN 4023  | G, s'-s, u'  | f-mS, u*, g<br>U, f-ms*, g                             |
| Fremdbestandteile  | -  | -  |
| Körnungsanteile [Gew%]   | Ton/Schluff: 2 - 10<br>Sand: 5 - 30<br>Kies: 60 - 90 | Ton/Schluff: 15 - 40<br>Sand: 40 - 70<br>Kies: 10 - 50 |
| Steinanteil [Gew%]   | 0 - 10   | 0 - 10   |
| Blockanteil [Gew%]   | 0  | 0  |
| Große Blöcke [Gew%]  | 0  | 0  |
| Organischer Anteil [%]   | < 1  | < 1  |
| Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]                                    | 1,9 - 2,1  | 2,0 - 2,2  |
| Kohäsion c' [kN/m <sup>2</sup> ]                               | 0  | 0  |
| undrän. Scherfestigkeit<br>c <sub>u</sub> [kN/m <sup>2</sup> ] | -  | -  |
| Wassergehalt [%]   | -  | -  |
| Konsistenz<br>I <sub>c</sub>                                   | -  | -  |
| Plastizität<br>I <sub>p</sub> [%]                              | -  | -  |
| Lagerungsdichte<br>I <sub>D</sub>                              | mitteldicht<br>0,35 - 0,5                            | dicht<br>> 0,5   |
| Bodengruppe<br>DIN 18 196                                      | GW, GI, GU, GE                                       | UL, SU*  |
| <b>Bodenklassifizierungen nach VOB 2012</b>                    |  |  |
| Bodenklasse<br>DIN 18 300                                      | 3  | 4  |
| Bodenklasse<br>DIN 18 301                                      | BN 1   | BN 2, BB 2   |
| <b>Sonstige Klassifizierungen</b>                              |  |  |
| Frostempfindlichkeits-<br>klasse ZTV E StB 09                  | 1 - 2<br>nicht - gering<br>frostempfindlich          | 3<br>sehr<br>frostempfindlich                          |
| Wasserdurchlässigkeit<br>DIN 18 130<br>k-Wert [m/s]            | sehr stark<br>durchlässig<br>k > 10 <sup>-3</sup>    | gering<br>wasserdurchlässig<br>k < 10 <sup>-6</sup>    |
| Rammbarkeit  | mittelschwer   | sehr schwer - nicht rammbar                            |
| <b>Bautechnische Eigenschaften in Anlehnung an DIN 18 196</b>  |  |  |
| Scherfestigkeit  | groß- sehr groß                                      | mittel - groß  |
| Verdichtungsfähigkeit  | gut - sehr gut<br>Rollkiese mäßig                    | mäßig  |
| Zusammendrückbarkeit   | vernachlässigbar klein                               | gering - mittel  |
| <b>Bautechnische Eignung in Anlehnung an DIN 18 196 als</b>    |  |  |
| - Baugrund für<br>Gründungen                                   | sehr gut geeignet                                    | geeignet   |
| - Baustoff für Erd- und<br>Baust Straßen                       | gut geeignet   | brauchbar  |
| - Baustoff für<br>Straßendämme                                 | gut geeignet   | ungeeignet - mäßig brauchbar                           |
| - Baustoff für<br>Stützkörper                                  | gut geeignet   | ungeeignet   |

Tabelle 13: Klassifizierung und bautechnische Eigenschaften/Eignungen der Lockerböden  
 (Schichtpakete 5 - 6: Quartärkiese/Tertiär)

| <b>Schichtpaket<br/>Homogenbereich</b>   | <b>Bodenwichte</b>                 |  | <b>Reibungswinkel</b>      | <b>Kohäsion</b>                   | <b>Steifemodul</b>            |
|--|------------------------------------|--|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|  | <b>feucht</b>                      | <b>Auftrieb</b>                        |                            |                                   |                               |
|  | $\gamma_k$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma'_{,k}$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\varphi'_{,k}$<br>[°]     | $c'_{,k}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $E_s$<br>[MN/m <sup>2</sup> ] |
| 2.1<br>Auffüllung,<br>grobkörnig, locker | 18 - 20<br><b>19</b>               | 9 - 11<br><b>10</b>                    | 30,0 - 37,5<br><b>32,5</b> | <b>0</b>                          | 20 - 60                       |
| 2.2<br>Auffüllung<br>bindig, weich-steif | 19 - 20<br><b>19,5</b>             | 9 - 10<br><b>9,5</b>                   | 22,5 - 27,5<br><b>25,0</b> | 0 - 5<br><b>2</b>                 | 2 - 5                         |
| 3.1<br>Auelehme<br>weich-steif           | 18 - 19<br><b>18,5</b>             | 8 - 9<br><b>8,5</b>                    | 17,5 - 22,5<br><b>20,0</b> | 0 - 10<br><b>5</b>                | 2 - 5                         |
| 3.2<br>Torfe                             | 11 - 13<br><b>12</b>               | 1 - 3<br><b>2</b>                      | 15,0 - 20,0<br><b>17,5</b> | 2 - 5<br><b>3</b>                 | 0,5 - 2                       |
| 4.<br>Schwemmsande<br>locker/weich       | 20 - 21<br><b>20,5</b>             | 11 - 12<br><b>11,5</b>                 | 25,0 - 30,0<br><b>27,5</b> | 0 - 2<br><b>1</b>                 | 5 - 15                        |
| 5.<br>Quartärkies<br>mitteldicht         | 19 - 21<br><b>20</b>               | 10 - 12<br><b>11</b>                   | 32,5 - 37,5<br><b>35,0</b> | <b>0</b>                          | 70 - 100                      |
| 6.<br>Tertiär<br>dicht                   | 20 - 22<br><b>21</b>               | 11 - 13<br><b>12</b>                   | 25,0 - 30,0<br><b>27,5</b> | <b>0</b>                          | 30 - 50                       |

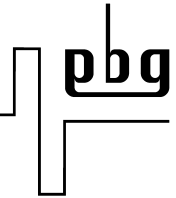
Die fett gedruckten Werte sind als charakteristische Kennwerte i.S.d. DIN EN 1997-1 anzusetzen. Für Nachweise der Grenzzustände Auftrieb und hydraulischer Grundbruch (HYD) sind die jeweils ungünstigeren Werte des angegebenen Bereiches anzusetzen.

Tabelle 14: Bodenkennwerte

## 8. Erdbebenzone, Frosteinwirkung, Geotechnische Kategorie

Der Standort liegt gemäß DIN 1998-1/NA in Erdbebenzone 0 und in Frosteinwirkungszone II nach RStO-StB 01.

Unter Ansatz einer mehrgeschossigen, einfach unterkellerten Bebauung sind Baumaßnahmen am Standort in die Geotechnische Kategorie GK 2 nach DIN 1054 einzustufen. Diese Kategorie umfasst Baumaßnahmen mit mittlerem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund und erfordert eine ingenieurmäßige Bearbeitung sowie rechnerische Nachweise der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit.



## 9. Baugrundsituation

Am Standort liegt eine insgesamt einheitliche Bodenfolge mit Auffüllungen / Auelehmen / Schwemmsanden über Quartärkiesen vor. Während die Auffüllungen und Auelehme als insgesamt schlecht tragfähig und stark kompressibel einzustufen sind, beginnt mit den Schwemmsanden der noch mäßig tragfähige Baugrund. Die bis zu einer Tiefe von mindestens 8 m anstehenden Quartärkiese sowie das unterlagernde Tertiär sind dann sehr gut tragfähig und nur gering kompressibel.

Die ermittelten Unterkanten der Auffüllung liegen 1,1 - 3,2 m u.GOK, im Mittel bei 2,85 m, wobei bereichsweise die ursprüngliche holozäne Ablagerung ausgeräumt ist. Das Auffüllmaterial ist sehr inhomogen zusammengesetzt aus bindigem Material mit weicher Konsistenz bis hin zu reinen Bauschutt-schüttungen. Insbesondere im südwestlichen Bereich erfolgte auch die Ablagerung von Müll, was aber auch für das restliche Baufeld nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann. Eine horizontale Abgrenzung von einzelnen Verfüllbereichen ist nicht möglich, es ist mit kleinräumig unterschiedlichem Material zu rechnen.

Die Unterkante der Auelehme und Schwemmsande liegt großflächig größtenteils bei etwa 3 - 4 m u.GOK. Bedingt durch die Ablagerung in einem mäandrierendem Flusstal können aber auch tiefer reichende Rinnen auftreten, in die dann z.T. Torfe abgelagert sind, die absolut untauglich zur Aufnahme von Bauwerkslasten sind.

Mit Grundwasser muss im Mittel bei etwa 387,5 - 388,0 mNN gerechnet werden, das im Hochwasserfall bis 390,6 mNN ansteigen kann. Diese HW-Kote liegt nur geringfügig unter Bestandsgelände. Das Grundwassergefälle ist mit 1 % nach Osten gerichtet.

Das Gelände liegt außerhalb des festgesetzten Überschwemmungsgebiet bei einem hundertjährigen Hochwasser  $HQ_{100}$ . Auch bei einem extremen Hochwasser  $HQ_{\text{extrem}}$  ist nicht mit einer Überschwemmung zu rechnen.

Den Grundwasserleiter mit hoher Durchlässigkeit bilden die Quartärkiese. Die darüber anstehenden Deckschichten sind dahingegen bautechnisch nur gering bis nicht wasserdurchlässig. Im Hochwasserfall ist deshalb mit gespannten Grundwasserverhältnissen zu rechnen.



## 10. Allgemeine Empfehlungen zur Bebauung

Bei vorliegendem Bericht handelt es sich um eine Voruntersuchung nach DIN EN 1997-2 mit einer allgemeinen Baugrundbeurteilung ohne konkrete Kenntnis einer zukünftigen Bebauung. Im weiteren Verlauf sind angepasst an die tatsächlichen Bauplanungen die vorliegenden Ergebnisse im Einzelfall zu ergänzen (Hauptuntersuchung) und in einem Geotechnischen Untersuchungsbericht gemäß DIN 1997-2 zu bewerten.

Im Folgenden gehen wir von einer Bebauung mit mehrgeschossigen Wohn- und Gewerbebauten mit einfacher Unterkellerung bzw. Tiefgaragen aus.

### 10.1 Gebäudeausführung (Wasserdichtigkeit, Aufschwimmen)

Keller- und Tiefgaragensohlen liegen i.d.R. etwa 3 m unter Gelände bereits im Grundwasserschwankungsbereich. Sämtliche unterirdischen Bauteile müssen deshalb wasserdicht und aufschwimmssicher ausgeführt werden.

Die Wasserdichtigkeit wird i.d.R. durch Ausbildung einer "Weißen Wanne" (WU-Beton mit Rissebewehrung) erreicht.

Die Aufschwimmssicherheit ist auf die Grundwasserhöchststände gemäß Tabelle 8 mit HGW = 390,6 - 390,1 mNN zu bemessen und dürfte bei mehrgeschossiger Überbauung bereits durch das Gebäudeeigengewicht gewährleistet sein. Werden Tiefgaragen nicht überbaut, sind Zusatzmaßnahmen zu ergreifen wie z.B. Auskragungen der Bodenplatten, Verdickungen von Bodenplatten/Decken oder der Einsatz von Schwerbeton. Reicht auch dies nicht aus zur Gewährleistung der Aufschwimmssicherheit, sind gefährdete Bauteile mit Zugpfählen rückzuverankern, die z.B. als verpresste Micropfähle in die Quartärkiese eingebracht werden.

Verpresste Micropfähle sind nach DIN EN 1997-1 in Verbindung mit DIN 1054 zu bemessen und nach DIN EN 14199 auszuführen. Weiterhin sind die EA Pfähle zu beachten. Für Vorbemessungen kann ein Bruchwert der Pfahlmantelreibung in den mitteldicht gelagerten Quartärkiesen von  $q_{s,vorl.} = 200 \text{ kN/m}^2$  angesetzt werden. Im Bereich der Deckschichten darf dahingegen keine Mantelreibung in Ansatz gebracht werden

In Abstimmung mit den Fach- und Genehmigungsbehörden ist ggf. auch eine Flutung von Tiefgaragen ab einem noch festzulegenden Wasserstand möglich.

## 10.2 Gründungen - unterkellerte Ausführung

Die Gründung von Kellern und Tiefgaragen bei wasserdichter Ausführung erfolgt i.d.R. über biegesteife Bodenplatten mit Anvoutungen im Bereich erhöhter Stützenlasten.

Die Gründungslasten sollen dabei einheitlich in die tragfähigen Quartärkiese eingeleitet werden. Diese stehen jedoch nach vorliegender Erkundung nur im westlichen Bereich

- Gartenanlage Nord: BS 19 - 27
- Bahnhofstraße S 10 - BS 12
- Gartenanlage Süd BS 9 - BS 2
- Fläche Südwest komplett

in gründungsrelevanter Tiefe < 3 m u.GOK an. Im östlichen Bereich reichen die nur mäßig bis schlecht tragfähigen Deckschichten mehr als 3 m unter Gelände. Hier müssen Bodenaustauschmaßnahmen bis zum Quartärkies einkalkuliert werden. In Teilbereichen mit tiefreichenden Rinnen der Auelehme können auch Brunnengründungen oder Tiefgründungen auf Bohrpfählen erforderlich werden (siehe auch Abschnitt 10.3).

Für den Bodenaustausch ist weitgestuftes Kiessandmaterial der Bodengruppen GW, GU mit einem Feinkornanteil < 10 % zu verwenden, das lagenweise mit Schütthöhen < 30 cm eingebaut und auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten ist. Der Einsatz von Recyclingmaterial ist im Grundwasserschwankungsbereich nicht zulässig.

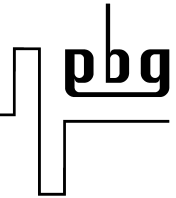
Für Vorbemessungen von Flachgründungen auf den Quartärkiesen oder einem fachgerecht verdichteten Bodenaustausch kann eine Bettungsmodul von  $k_{s,vorl.} = 20 \text{ MN/m}^3$  angesetzt werden.

Der letztendlich anzusetzende Bettungsmodul  $k_{s,k}$  ist über Setzungsberechnungen z.B. nach DIN 4019 unter Ansatz der letztendlichen Gründungsform und Belastung zu ermitteln.

### 10.3 Gründungen - nicht unterkellerte Ausführung

Werden mehrgeschossige Bauwerke nicht unterkellert ausgeführt, muss die Gründungsart im Einzelfall in Abhängigkeit von der Gebäudedimensionierung und den tatsächlichen Untergrundverhältnissen am Standort geprüft werden. Grundsätzlich möglich sind:

- **Tiefreichende Bodenverbesserung** der Deckschichten bis Quartärkies. Hierzu kommen eine Vielzahl verschiedener Verfahren in Frage wie z.B. Rüttelstopfverdichtung (RSV), Kalkzement-Stabilisierungssäulen (CSV), Rüttelortbetonsäulen (ROB) etc. Zur Bemessung und Ausführung gelten die jeweils gültigen Normen und bauaufsichtlichen Zulassungen.  
Gegenüber den nachfolgenden Varianten haben diese Methoden den Vorteil, verdrängend ohne Bodenförderung zu arbeiten, so dass der Aushub und die Entsorgung von schadstoffbelasteten Auffüllungen minimiert wird.
- **Plattengründung** mit umlaufender Frostschräge auf einem lastverteilendem Bodenpolster, dessen Mächtigkeit im Einzelfall festzulegen ist, 1 m jedoch nicht unterschreiten sollte.  
Für überschlägige Vorbemessungen kann ein Bettungsmodul von  $k_{s,vorl.} = 7 \text{ MN/m}^3$  angenommen werden. Der letztendlich anzusetzende Bettungsmodul  $k_{s,k}$  ist über Setzberechnungen z.B. nach DIN 4019 unter Ansatz der letztendlichen Gründungsform und Belastung zu ermitteln.
- **Brunnengründung** mit Absetzen der Brunnenringe auf die tragfähigen Quartärkiese.  
Die Brunnen sind als Einzelfundamente nach DIN 1997-1 in Verbindung mit DIN 1054 zu bemessen. Für Vorbemessungen können die Bemessungswerte des Sohlwiderstands  $\sigma_{R,d}$  nach Tabelle A6.2 der DIN 1054 angenommen werden.
- **Tiefgründung mit Bohr- oder Micropfählen.**  
Bohrpfähle sind nach DIN 1997-1 in Verbindung mit DIN 1054 zu bemessen und nach DIN EN 1536 auszuführen. Sie müssen mindestens 3 m in die Quartärkiese einbinden. Für Vorbemessungen können die Werte für Pfahlspitzendruck  $q_{b,vorl.}$  und Pfahlmantelreibung  $q_{s,vorl.}$  gemäß den Tabellen 5.12 und 5.13 der EA Pfähle für einen mittleren Spitzenwiderstand von  $q_c = 10 \text{ MN/m}^2$  angenommen werden.  
Auch verpresste Micropfähle mit kleinem Durchmesser  $D < 0,3 \text{ m}$  nach DIN EN 14199 sind mindestens 3 m in die Quartärkiese einzubinden. Für Vorbemessungen kann ein Bruchwert der Pfahlmantelreibung von  $q_{s,vorl.} = 200 \text{ kN/m}^2$  angesetzt werden.  
Pfahlmantelreibung in den Auffüllungen und bindigen Deckschichten soll bei beiden Ausführungen nicht angesetzt werden.



## **10.4 Kanalbau**

### **10.4.1 Auflagerung**

Die Rohrauflagerung muss den Vorgaben der Rohrstatik entsprechen. Zur Ermittlung der Erddruckansätze für die Rohrstatik sind die in Tabelle 14 angegebenen Bodenkennwerte zu verwenden. Die Rohrstatik soll gemäß den Vorgaben des ATV-DVWK-Arbeitsblattes A 127 berechnet werden. Generell sind die Vorgaben der Rohrersteller zu beachten.

Die Kanalsohlen, angenommen wird eine Tiefenlage von 2 - 4 m u.GOK, werden bereichsweise, insbesondere im östlichen Baufeld, im Bereich bindiger Auffüllungen und Auelehme liegen. Diese sind gegen ein gut verdichtetes Kiessandpolster auszutauschen, dessen Dicke mindestens dem 1-fachen Rohrdurchmesser entspricht ("untere Bettung" gemäß DIN EN 1610). Aufgeweichte Schichten sind generell auszutauschen. Als Bodenaustauschmaterial eignet sich z.B. ein gemischtkörniges Kies-Sand-Gemisch mit einem Feinkornanteil < 15 Gew.-%.

Im Bereich von torfigem Untergrund ist dieser komplett auszutauschen, alternativ müssen die Kanäle tiefgegründet werden z.B. über Brunnengründungen mit Betonbalken.

Liegen die Kanalsohlen im Bereich der gut tragfähigen Quartärkiese kann die Bettung unter Beachtung der DWA-A 139 direkt im anstehenden Boden erfolgen.

Revisionsschächte müssen aufschwimmsicher konzipiert werden.

### **10.4.2 Ausführung**

Für Kanaltrassen in Verkehrsbereichen sind als wesentliche Vorschrift für den Aushub und das Verfüllen von Leitungsgräben die „Zusätzlichen Technischen Vorschriften und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau“ (ZTV E-StB) und die „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau“ (ZTVT-StB) anzuwenden.

Zur Baugrubensicherung kommen z.B. Gleitschienenverbauten oder Spundwände in Frage. Frei geböschte Baugruben können unter Beachtung der DIN 4124 mit maximal 45° geneigt ausgeführt werden.

Die bindigen Deckschichten und Auffüllungen sind nicht verdichtbar und dürfen für die Rückverfüllung im Straßenbereich nicht wiederverwendet werden.

Für den Einbau der Verfüllzone sollte nur gut verdichtbares Material der Verdichtbarkeitsklasse V1 nach ZTVA-StB verwendet werden, also nichtbindige bis schwach bindige, grob- bis gemischtkörnige Böden.

In der Leitungszone ist der Boden beiderseits des Kanals gleichzeitig lageweise einzubauen und sorgfältig zu verdichten. Insbesondere ist auf eine ausreichende Verfüllung der Rohrzwikel zu achten. Die Verfüllzone ist mit maximal 0,3 m mächtigen Lagen zu verdichten.

Der Bereich des Straßenober- und -unterbaus ist entsprechend den in der ZTV E-StB und der ZTVT-StB angegebenen Werten lagenweise zu verdichten. Die Verdichtungsqualität der Rückverfüllung muss insbesondere im Straßenbereich durch leichte Rammsondierungen überprüft werden. Auf dem Planum Unterkante Frostschutz Straßenoberbau ist ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  mit dem statischen Plattendruckversuch DIN 18 134 nachzuweisen.

## 10.5 Verkehrsflächen

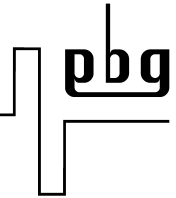
Für die Ausführung des Straßenoberbaus von Verkehrsflächen sind die RStO "Richtlinien zur Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen" sowie die ZTV E-StB maßgeblich.

Die nach RStO erforderlichen Mindestdicken des frostsicheren Straßenaufbaus sind in Tabelle 15 zusammengestellt. Diese Werte setzen voraus, dass auf dem Planum des Frostschutzpaketes ein Verformungsmodul mit dem statischen Plattendruckgerät von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  erreicht wird.

Auf den größtenteils anstehenden bindigen Auffüllungen ist jedoch davon auszugehen, dass  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  nicht erreicht wird, weshalb Zusatzmaßnahmen erforderlich werden können. Eine ausreichende Tragfähigkeit kann z.B. durch Verlegung eines Geogitters auf dem Planum als Bewehrungselement mit einer biaxialen Zugfestigkeit von 40/40 kN erreicht werden. Kombigitter haben zudem eine Vlieslage zur Gewährleistung der Filterstabilität zwischen Planum und Straßenoberbau. Alternativ ist eine Verdickung des tragfähigen Straßenaufbaus um etwa 10 - 25 cm möglich, was jedoch i.d.R. mit höheren Kosten verbunden ist..

Es wird empfohlen, die tatsächlich erforderliche Schichtdicke des Tragpolsters mit/ohne Geogitter in Prüffeldern, z.B. bei der Anlage von Baustraßen zu prüfen.

Alternativ ist auch eine Bodenverbesserung durch das Einfräsen von Kalk möglich. Hierbei muss jedoch mit Staubeentwicklung gerechnet werden, was in Anbetracht der Nähe zur Bahnanlage kritisch zu prüfen ist und mit der DB AG abgestimmt werden sollte.



Das Planum ist mit Baggerschaufeln ohne Reißzähne auszuheben und sorgfältig abzuwalzen. Austrocknungen oder Vernässungen durch Niederschlagswasser sind zu vermeiden. Aufgeweichte Schichten sind vor Schüttung des Straßenoberbaus zu entfernen.

Der Bodenausgleich sowie die Frostschutzschicht sind lagenweise mit Schütthöhen < 30 cm einzubauen und auf 100 % Proctor zu verdichten. Auf OK Frostschutz sind mit dem statischen Plattendruckversuch DIN18 134 die in Tabelle 15 angegebenen Verformungsmodul nachzuweisen.

| <b>Belastungsklasse<br/>RStO 12</b>                                 | <b>Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus<br/>nach RStO 12 mit</b><br>- Verformungsmodul Planum $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$<br>- Frostepfindlichkeit Planum F 3 nach ZTV-E StB 09<br>- Frosteinwirkungszone II nach RStO<br>- Grundwasser zeitweise höher als 1,5 m unter Planum<br>- Fahrbahntwässerung über Rinnen/Abläufe/Rohrleitungen <sup>1)</sup> | <b>Verformungsmoduli<br/>auf OK Frostschutz</b><br>Plattendruckversuch<br>DIN 18 134 |
|---|---|--|
| Geh-/Radwege  | 30 cm   | $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$<br>$E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$                          |
| Bk 0,3<br>(Pkw-Verkehr)   | 55 cm   | $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$<br>$E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$                         |
| Bk 1,0/Bk 1,8<br>(nicht ständig von Schwerverkehr genutzte Flächen) | 65 cm   | $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$<br>$E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$                         |
| Bk 3,2/Bk 10<br>(Schwerverkehr)                                     | 70 cm   | $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$<br>$E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$                         |

<sup>1)</sup> bei einer Fahrbahntwässerung über Mulden/Gräben/Böschungen sind die Mindestdicken um 5 cm zu erhöhen.

<sup>2)</sup> bei ungebundenen Deckschichten  $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$

**Tabelle 15:** Verkehrsflächen - Mindestdicken des frostsicheren Straßenaufbaus

## 10.6 Versickerung von Niederschlagswasser

Zur Planung und Ausführung von Sickeranlagen sind die DWA-Merkblätter A-138 "Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser" und M-153 "Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser" sowie die "Technischen Regeln zum schadlosen Einleiten von gesammeltem Niederschlagswasser in das Grundwasser" (TRENGW) zu beachten.

Versickerungen durch aufgefülltes, schadstoffverdächtigtes Material sind generell unzulässig.

Der für eine geregelte Versickerung geeignete Durchlässigkeitsbereich des Untergrundes liegt bei  $10^{-3} > k_f [\text{m/s}] > 10^{-6}$ . Die Unterkante von Versickerungsbauwerken muss mindestens 1 m über dem mittleren Grundwasserhochstand liegen. Kann dieser Abstand nicht eingehalten werden, müssen Maßnahmen zur Vorreinigung wie z.B. Klärteiche oder Absetzbecken vorgeschaltet werden.

Sickerfähig sind am Standort erst die Quartärkiese, die darüber anstehenden Deckschichten weisen eine zu geringe Durchlässigkeit auf und sind dementsprechend ungeeignet.

Versickerungen sind am Standort deshalb nur über Sickerschächte oder Rigolenbauwerke möglich. Die Sickerzone unter diesen Bauwerken bis zum Quartärkies ist mit durchlässigem Kiessand mit einer Durchlässigkeit von  $k < 10^{-3}$  m/s auszutauschen. Um einen Kontakt des Sickerwassers zu den Auffüllungen zu vermeiden muss der Bodenaustausch auch seitlich um die Sickeranlagen mit einer Mindestbreite der halben Einstauhöhe  $z$  ausgetauscht werden.

Der Mittlere Grundwasserhochstand entspricht dem Mittelwert der jährlichen Hochwasserstände und ist mit dem Wasserwirtschaftsamt abzustimmen. Für Vorbemessungen empfehlen wir den Ansatz von  $\text{MHGW} = 388,35$  mNN gemäß den Hauptwerten der Flutmulde (Anlage 8.1).

Die Durchlässigkeit der Quartärkiese liegt nach vorliegenden Kornverteilungsanalysen im Bereich von  $k = 2 - 5 \cdot 10^{-3}$  m/s, im Mittel bei  $k = 3 \cdot 10^{-3}$  m/s. Dieser Wert gilt für die wassergesättigte Bodenzone. Nach DWA A-138 ist dieser Wert mit dem Faktor 0,2 zu korrigieren, so dass für die ungesättigte Bodenzone der Quartärkiese ein Bemessungsdurchlässigkeit von  $k_v = 6 \cdot 10^{-4}$  m/s anzusetzen ist.

Es ist zu berücksichtigen, dass bei extremen Hochwasserereignissen die Leistungsfähigkeit von Versickerungsanlagen eingeschränkt ist.

## **11. Bauausführung**

### **11.1 Baugruben**

Soweit es die Platzverhältnisse zulassen, können die Baugruben unter Beachtung der DIN 4124 freigeböschert werden. Bis Baugrubenhöhen von 3 m sind ohne rechnerischen Nachweis Böschungsneigungen bis 45° zulässig. Sämtliche Böschungen sollten zum Schutz gegen Niederschlagswasser mit Bauflächen abgeplant werden.

Die Schwemmsande sind extrem wasserempfindlich und neigen bei Wasserkontakt zum Ausfließen. Sie sind nur im entwässerten Zustand standfest.

Wird in Teilbereichen ein Baugrubenverbau erforderlich, kann dieser als holzausgefachter Bohrträgerverbau oder mit Spundwand ausgeführt werden.

Verbauten sind nach DIN EN 1997-1 in Verbindung mit DIN 1054 zu bemessen und nach DIN 4124 einschließlich der darin genannten Normen für die jeweiligen Ausführungsvarianten auszuführen. Weiterhin sind die „Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben EAB“ zu beachten.

Eine eventuell erforderliche Rückverankerung ist nach DIN EN 1997-1 in Verbindung mit DIN 1054:2010 zu bemessen und nach DIN EN 1537 auszuführen. Die Verpresskörper müssen mindestens 4,0 m unter den Kellerfußböden von Nachbargebäuden sowie mindestens 1,5 m unter der Oberkante der quartären Kiese liegen.

In den anstehenden quartären Kiessanden mit mitteldichter Lagerung kann bei 5 m Verpresskörperlänge und Verpresskörperdurchmessern von 100 - 150 mm von einer Grenzlast beim Bruch von etwa 900 kN ausgegangen werden.

## 11.2 Wasserhaltung

Die Aushubsohlen werden bei einer einfachen Unterkellerung bei etwa 3,5 m u.GOK  $\cong$  387,8 mNN, im Bereich von Bodenaustauschmaßnahmen auch tiefer zu liegen kommen. Der Baubemessungswasserstand ist gemäß Tabelle 8 mit BGW = 388,0 - 387,5 mNN anzunehmen.

Insoweit muss bei Bodenaustauschmaßnahmen eine Grundwasserabsenkung einkalkuliert werden.

Zur Erstellung der Gründungspläne muss gewährleistet sein, dass das Grundwasser mindestens 0,5 m unter Gründungsplanum ansteht oder auf dieses Niveau abgesenkt wird.

Grundwasserabsenkungen sind in den stark durchlässigen Quartärkiesen bis auf ein Absenkmaß von  $s \cong 0,5$  m in der Regel noch über eine offene Wasserhaltung mittels Dränagen und Pumpensümpfen in den Griff zu bekommen. Bei tieferen Absenkungen wird voraussichtlich eine geschlossene Wasserhaltung mittels Bohr- oder Schachtbrunnen erforderlich werden. Für Vorbemessungen kann eine Durchlässigkeit der Quartärkiese von  $k_{\text{vorl.}} = 3 \cdot 10^{-3}$  m/s gemäß Tabelle 9 angesetzt werden.

Bei großflächigen Baugruben mit Grundwasserabsenkungen  $> 0,5$  m kann es zielführend sein, eine wasserdichte Baugrubenumschließung mit Spundwänden auszuführen. Die Umschließung muss in einen ausreichend wasserundurchlässigen Stauer einbinden, wobei im Rahmen der Hauptuntersuchung über tiefreichende Bohrungen zu prüfen wäre, ob das unterlagernde Tertiär diesen Anforderungen entspricht. Alternativ wäre eine Sohlabdichtung mit Unterwasserbeton-, Gel- oder HDI-Sohle denkbar. Die Wasserhaltung beschränkt sich dann auf das Leerpumpen des Baugrubentroges sowie auf die Fassung und Ableitung von Restwasser aus der Baugrubenumschließung sowie von Niederschlagswasser.



Das Bauhaltungswasser muss über Schluckbrunnen wieder in den Grundwasserleiter zurückgeführt werden wofür ausreichend große Flächen möglichst im Grundwasserabstrom sowie in ausreichendem Abstand zur Absenkung erforderlich sind. Alternativ sollte geprüft werden, ob das Bauhaltungswasser in die Flutmulde abgeleitet werden kann. Der Ableitung müssen generell ausreichend dimensionierte Absetzbecken zur Rückhaltung von Feinkorn und Trübstoffen vorgeschaltet werden.

Für Bauwasserhaltungen ist mit ausreichendem Vorlauf eine beschränkte wasserrechtliche Genehmigung nach Art. 15 BayWG einzuholen.

### **11.3 Erdarbeiten**

Der Mutterboden ist in den Baubereichen abzuschleppen und kann z.B. im Bereich von Grünanpflanzungen wiederverwendet werden.

Die oberflächlich anstehenden Auffüllungen sind mit schweren Baugerät nur bedingt befahrbar, weshalb in Teilbereichen für Baustraßen eine Anschüttung von 30 cm Schotter auf Geovliesunterlage erforderlich werden kann.

Aushubplanien in bindigen Schichten sind generell mit Mutterbodenschaufeln ohne Reißzähnen glatt abziehen und abzuwalzen. Austrocknungen oder Vernässungen durch Niederschlags-, Grund- oder Sickerwasser sind zu vermeiden. Aufgeweichte oder aufgelockerte Schichten sind nicht wieder verdichtbar und müssen entfernt werden.

Sämtliche Aushubplanien und Fundamentsohlen im Bereich nichtbindiger Böden sind sorgfältig nachzuverdichten. Dabei muss gewährleistet sein, dass das Grundwasser mindestens 0,5 m unter Gründungsplanum ansteht oder auf dieses Niveau abgesenkt wird.

### **11.4 Hinterfüllungen**

Zur Hinterfüllung von Bauwerke ist weitgestuftes Kiessand-Material mit einem Feinkornanteil < 10 % zu verwenden, das lagenweise mit Schüttdicken < 30 cm eingebracht und auf mindestens 100 % der einfachen Proctordichte verdichtet wird. Das Aushubmaterial der Quartärkiese ist hierzu sehr gut geeignet. Es wird empfohlen, die Verdichtung der Hinterfüllungen mit leichten Rammsondierungen zu prüfen.

Die bindigen Auffüllungen und Deckschichten sind nicht zur Rückverfüllung geeignet, die Verwendung der anstehenden Auffüllungen ist aus wasserwirtschaftlichen Gründen nicht zulässig.

## 11.5 Wiederverwendung/Abfuhr Auffüllmaterial

### 11.5.1 Wiederverwendung von Material bis Z 1.2 nach EPP im Baugebiet

Aufgrund der vorliegenden hydrogeologischen Situation mit möglichen Grundwasseranstiegen bis HGW = 390,6 mNN, dies entspricht etwa 0,7 m unter mittlerer Geländeoberkante, ist im Wettbewerbsgebiet streng genommen nur eine Wiederverwertung von Z 0-Material nach LAGA zulässig.

Aus fachlicher Sicht halten wir abweichend davon eine Wiederverwendung auch von Z 1.1- und Z 1.2-Material am Standort für vertretbar, da hierbei keine Verschlechterung der Gesamtsituation herbeigeführt wird.

Vorbehaltlich einer positiven Beurteilung dieser Einschätzung durch das Umweltamt werden für eine örtliche Wiederverwendung folgende baulichen und technischen Einschränkungen empfohlen.:

- Die Schüttunterkante muss über dem Grundwasserhöchststand von HGW = 390,6 mNN oder höher liegen.
- Materialien der Belastungsklasse Z 1.1 und Z 1.2 sind möglichst in zusammenhängenden Baufeldern z.B. im Bereich von Lärmschutzwällen einzubauen.
- Materialien der Belastungsklasse Z 1.1 sind mit einer geschlossenen Vegetationsschicht zu überdecken, die aus Vorsorgegründen eine Mächtigkeit von mindestens 0,35 m aufweisen soll.
- Materialien der Belastungsklasse Z 1.2 sind mit einer mindestens 0,5 m mächtigen Oberflächenabdichtung aus Ton ( $k < 10^{-8}$  m/s) oder sonstigen wasserundurchlässigen Deckschichten des Verkehrswegebau abzdichten.
- Ein Wiedereinbau von Z 1-Material in gärtnerisch genutzten Flächen oder Kinderspielflächen ist nicht zulässig.

Bei einer Wiederverwendung sind neben den Stoffgehalten auch die bodenmechanischen Eigenschaften für den vorgesehenen Zweck zu berücksichtigen. So handelt es sich großteils um bindiges Material, das nur schlecht verdichtbar und nur schlecht bis mäßig tragfähig ist. Insoweit ist davon auszugehen, dass ein Großteil von Z 0- und Z 1-Material vor Ort nur im Bereich von Freiflächen ohne Verkehrs- oder Bauwerksbelastung wieder einsetzbar ist.

### **11.5.2 Bauausführung**

Die vorliegenden Analysen haben nur orientierenden Charakter. Aufgrund der Inhomogenität der Auffüllungszusammensetzung und ihres Schadstoffinventars ist eine Einstufung in die jeweiligen Abfallklassen und eine Abfuhr/Wiederverwertung ohne fachgerechte Deklarationsuntersuchung nicht zulässig.

Generell wird empfohlen, die Aushubarbeiten durch ein weisungsbefugtes Altlastenfachbüro begleiten zu lassen. Diese Aushubüberwachung sollte auch über die entsprechende Fachkunde zur Probenahme nach LAGA PN 98 aufweisen zur Durchführung der entsprechenden Deklarationsbeprobungen.

Über die Entsorgung sind entsprechende Dokumentationen gemäß Nachweisverordnung NachwV zu führen.

#### ***Haufwerksbeprobung***

Nach den einschlägigen Vorgaben muss das Auffüllmaterial getrennt vom schadstoffunverdächtigen gewachsenen Boden chargenweise, möglichst getrennt nach sensorischen Gesichtspunkten, ausgehoben werden und seitlich in Haufwerken aufgehaldet werden.

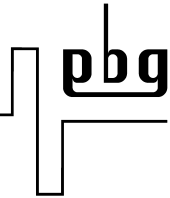
Die seitlich gelagerten Haufwerke sind repräsentativ nach den Vorgaben der LAGA PN 98 [17] zu beproben. Je Haufwerk mit 500 m<sup>3</sup> sind nach LAGA 9 Laborproben zu entnehmen und auf die Parameter des Eckpunkteapiers bzw. DepV zu analysieren (Näheres hierzu in Bericht 1651-AL1 [3]). In begründeten Einzelfällen, hierbei wird u.a. eine weitgehende Homogenität des Haufwerks gefordert, kann unter Beachtung der Deponie-Info 3 [18] davon abgewichen werden und die Proben-/Analysezahl auf minimal 2 reduziert werden.

Von allen Laborproben müssen Rückstellproben entnommen werden, die einzufrieren sind.

Vom Zeitpunkt der Probenahme bis zur Vorlage der Deklarationsanalyse muss ein Zeitraum von mindestens 7 Arbeitstagen einkalkuliert werden, bei Nachanalysen bis über 1 Monat. Bis der Entsorgungsweg geklärt ist und das Material abgefahren werden kann, vergehen erfahrungsgemäß nochmals 1 - 2 Wochen. Für die Zwischenlagerung sind deshalb entsprechend große Flächen im Baugebiet vorzuhalten oder es muss ein externes Zwischenlager bereitgestellt werden.

#### ***Rasterbeprobung im Vorfeld***

Obige Vorgehensweise beschreibt den Regelfall einer Aushubdeklaration und -entsorgung. Da diese Vorgehensweise zu erheblichen logistischen (Zwischenlagerflächen) und terminlichen Konflikten (Bauverzögerungen) führen kann, sollte geprüft werden, inwieweit eine Deklarationsuntersuchung des Auffüllmaterials bereits im Vorfeld ausgeführt werden kann.



Nach Kenntnis geplanter Aushubbereiche wären diese in Rasterflächen mit voraussichtlichen Kubaturen bis 500 m<sup>3</sup> einzuteilen, bei einer mittleren Auffüllmächtigkeit von 2 m somit etwa 15 x 15 m. Je Rasterfläche sind mehrere Baggerschlitze auszuführen und entsprechend der Mindestprobenzahl nach LA-GA PN 98 zur nachfolgenden Analyse zu beproben. Auf Grundlage dieser Deklarationsanalysen können die jeweiligen Rasterflächen in die jeweiligen Entsorgungsklassen eingestuft werden und dann ohne weitere Beprobung abgefahren werden.

Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass auf großflächige Zwischenlagerflächen verzichtet werden kann und der eigentliche Aushub weitgehend verzögerungsfrei ausgeführt werden kann. Auch kann dann der Aufwand für eine permanente Aushubüberwachung erheblich reduziert werden.

### **11.5.3 Abfalldeklaration**

Auf Grundlage der vorliegenden Analysen ist die Auffüllung im Bereich des Baugebietes nach Abfallverzeichnisverordnung AVV zu deklarieren als

*Abfallschlüssel 17 05 04      Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen*

Materialien, die als gefährlich einzustufen sind (Abfallschlüssel 17 05 03\*), wurden nicht festgestellt.

## **12. Weitere Hinweise**

- Aufgrund der flächigen Bombardierung des Geländes ist eine vorhergehende Freimessung oder baubegleitenden Kampfmittelsondage sämtlicher Baubereiche zwingend erforderlich. Generell wird auf DIN ATV 18 323 und BGI 833 verwiesen.
- Bei sämtlichen Erdarbeiten auf der Fläche sind die einschlägigen Richtlinien hinsichtlich Arbeitsschutz zu beachten. Hierzu wird auf die berufsgenossenschaftlichen Regeln DGUV 101-004 und die technischen Richtlinien TRGS 524 verwiesen.
- Eine Beweissicherung umliegender Bauwerke wird vor Baubeginn empfohlen.
- Belange des Denkmalschutzes sollten frühzeitig abgestimmt werden.

### **13. Thermische Nutzung des Untergrundes zu Heiz-/Kühlzwecken**

Zu prüfen ist, inwieweit am Standort eine thermische Nutzung des Untergrundes zu Heiz- und Kühlzwecken möglich ist.

Das Baufeld liegt außerhalb von Wasserschutzgebieten, insoweit ist die thermische Nutzung des oberflächennahen Untergrundes grundsätzlich möglich.

Die Planung und Bemessung von oberflächennahen Geothermieanlagen erfolgt nach VDI 4640 "Thermische Nutzung des Untergrundes". Im Bedarfsfall sollte frühzeitig bereits in der Planungsphase ein entsprechendes Fachbüro hinzugezogen werden. Zur Vorinformation sind die Standortvorauskünfte des IOG "Informationssystem Oberflächennahe Geothermie" [12] für Erdwärmesonden und -kollektoren als Anlage 9 diesem Bericht beigefügt.

Zur thermischen Nutzung kommen am Standort die folgend beschriebenen Methoden in Betracht. Sämtliche beschriebenen Methoden decken i.d.R. nur (Teil-)Grundlasten ab.

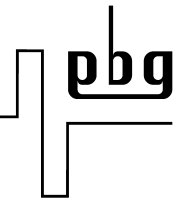
#### **13.1 Thermische Grundwassernutzung**

Oberflächennahes Grundwasser hat jahreszeitenunabhängig eine Durchschnittstemperatur von etwa 8° - 14° C und stellt einen idealen Wärmeträger für den Betrieb von Wärmepumpen dar. Bei dieser Nutzungsart wird Grundwasser über Bohrbrunnen gefördert, über einen Wärmetauscher geleitet und dort um etwa 6° C abgekühlt (Heizbetrieb) bzw. auf max. 20° C aufgeheizt (Kühlbetrieb). Das ansonsten chemisch unveränderte Wasser wird über Schluckbrunnen wieder dem Grundwasserkörper zugeleitet. In der Regel geht man von einem erforderlichen Grundwasserförderfluss von 0,25 m<sup>3</sup>/h je Kilowatt Verdampferleistung aus.

##### **13.1.1 Standortsituation**

Für eine thermische Nutzung des Grundwassers liegen am Standort günstige Bedingungen vor. Das nutzbare Grundwasservorkommen des obersten, quartären Grundwasserleiters steht oberflächennah mit einer Aquifermächtigkeit von etwa 4 - 5 m und größer an. Die quartären Kiessande sind stark wasserdurchlässig bei Durchlässigkeiten von  $k = 1 - 5 \cdot 10^{-3}$  m/s.

Eine Garantie für ein ausreichendes Wasserdargebot und eine für den Zweck ausreichende Grundwassertemperatur kann nicht gegeben werden. Weiterhin wäre im Zuge von weiteren Untersuchungen die Gebrauchstauglichkeit des Grundwasserchemismus für den vorgesehenen Zweck zu prüfen.



Es muss zudem berücksichtigt werden, dass im Hochwasserfall das Grundwasser so hoch ansteigen kann, dass die Leistungsfähigkeit der Schluckbrunnen eingeschränkt wird. Generell sollten die Schluckbrunnen deshalb mit einer Schwimmerschaltung ausgerüstet werden, die ab einem noch festzulegenden Hochwasserstand die Wärmepumpenanlagen automatisch abschaltet. Für diese i.d.R. kurzfristigen Ereignisse müssen Alternativsysteme wie z.B. Fernwärme, Gasthermen o.ä. vorgehalten werden.

Die Brunnenanzahl und -durchmesser hängen maßgeblich von den tatsächlichen Fördermengen und den daraus resultierenden Pumpengrößen ab. Für Vorbemessungen können folgende Ausgangsdaten eingesetzt werden, die im Zuge der weiteren Bauplanung zu verifizieren sind:

|                           |                 |  |   |
|---------------------------|-----------------|--|---|
| Hochwasser                | HW              | = 388,8 mNN  | ≅ 2,5 m u.GOK<br>(begrenzt durch Schwimmerschaltung)<br>= maßgeblich für Bemessung Schluckbrunnen |
| Niedrigwasser             | NW              | = 386,6 mNN  | = maßgeblich für Bemessung Förderbrunnen  |
| OK Stauer (Tertiär)       | OK <sub>s</sub> | ≤ 384,3 mNN  |   |
| Produkthöhe Grundwasser   | H               | ≥ 2,3 m bei NW   |   |
| Durchlässigkeit Kiessande | k               | = 1 - 5 * 10 <sup>-3</sup> m/s, im Mittel 3 * 10 <sup>-3</sup> m/s |   |
| Fließrichtung             |                 | = Ost  |   |
| Fließgefälle              | I               | = 1 ‰  |   |
| Temperatur                | T               | = 12° C  |   |

Die Grundwasserfließrichtung ist nach Ost anzunehmen. Schluckbrunnen sollten dementsprechend östlich im Abstrom von den Entnahmebrunnen positioniert werden. Generell sind die Brunnen mit möglichst großem Abstand voneinander auszuführen um hydraulische Kurzschlüsse zwischen Entnahme- und Schluckbrunnen zu vermeiden.

Nach Vorlage konkreter Angaben zum Wärme-/Kältebedarf und zur Jahresbetriebsstundenanzahl sind hydrogeologische Modellrechnungen zur Brunnendimensionierung, zur Ermittlung der Absenk-/Aufstautrichter sowie zur Ausbreitung der thermischen Ausdehnung von Temperaturänderungen erforderlich. Eine mögliche Beeinflussung konkurrierender Grundwassernutzungsanlagen und sonstiger Bauwerke ist zu berücksichtigen.

### **13.1.2 Wasserrechtliche Vorgaben**

Für eine thermische Grundwassernutzung sind die wasserrechtlichen Vorgaben zu beachten. Für Wärmepumpenanlagen über 50 kW Heizleistung ist eine wasserrechtliche Erlaubnis nach Art. 15 BayWG zu beantragen. Zusätzlich ist die Erstellung der Brunnen anzeigepflichtig, soweit dies nicht bereits im Rahmen des Erlaubnisantrages thermische Nutzung erfolgt. Bei jährlichen Fördermengen über 100.000 m<sup>3</sup> ist weiterhin i.d.R. eine standortbezogene Vorprüfung der Umweltverträglichkeit erforderlich.

Ob für kleinere Anlagen < 50 kW Heizleistung eine beschränkte Erlaubnis mit Zulassungsfiktion nach Art. 70 Abs. 1 Nr. 1 HS 1 BayWG möglich ist, sollte aufgrund der Altlastensituation mit dem Wasserwirtschaftsamt vorabgestimmt werden.

Vorbehaltlich der Beurteilung durch die Fach- und Genehmigungsbehörde sind beim Bau und Betrieb von thermischen Grundwassernutzungsanlagen u.a. folgende Auflagen zu beachten:

- Das geförderte oberflächennahe Grundwasser ist ausschließlich für den Betrieb der Wärmepumpe zu verwenden. Es ist wieder vollständig in denselben Grundwasserleiter einzuleiten, aus dem es entnommen wurde. Eine Verbindung des Leitungssystems mit Trinkwasserleitungen ist nicht zulässig.
- Das entnommene Grundwasser darf i.d.R. um maximal 6 K abgekühlt bzw. bis auf maximal 20°C aufgeheizt werden.
- In den Förder- und Schluckbrunnen darf keine anderweitige Einleitung erfolgen, d.h. Niederschlagswasser darf nicht in die Brunnen versickert werden.

### **13.2 Sonstige Energiequellen**

Alternativ zur thermischen Nutzung des Grundwassers wurden Erdsonden und Erdkollektoren als Energiequelle geprüft (Anlage 9).

#### ***Erdwärmesonden***

Erdwärmesonden sind gemäß Informationssystem Oberflächennahe Geothermie IOG am Standort nicht zulässig (Anlage 9.1). Im Bedarfsfall sollte dies jedoch mit dem Wasserwirtschaftsamt abgestimmt werden.

### ***Erdkollektoren***

Flächig, i.d.R. in etwa 1,2 m Tiefe (knapp unter Frosttiefe) verlegte Erdkollektoren oder flachgründige Erdwärmekörbe sind generell möglich. Da die Energiezufuhr der Kollektoren überwiegend über Sonneneinstrahlung und Niederschlagswasser erfolgt, ist ihr Einsatz nur in nicht überbauten und nicht versiegelten Flächen möglich. Allerdings ist der Platzbedarf für diese i.d.R. sehr günstig herzustellenden Systeme sehr hoch. Als Richtwert ist ungefähr das Doppelte der zu beheizenden Fläche als Kollektorenfläche anzusetzen.

Am Standort sind im angegebenen Tiefenbereich überwiegend erdfeuchte, bindige Auffüllungen zu erwarten. Für Vorbemessungen von Flächenkollektoren und vertikalen Erdwärmekörpern über Grundwasser kann die spezifische Entzugsleistung mit 15 - 25 W/m<sup>2</sup> (1.800 Betriebsstunden/Jahr) bzw. 12 - 20 W/m<sup>2</sup> (2.400 Betriebsstunden/Jahr) angesetzt werden. Bei vertikalen Erdwärmekörpern sind unter Grundwasser Entzugsleistungen von 40 - 32 W/m<sup>2</sup> (1.800 - 2.400 h/a) möglich.

Weitere Informationen siehe Anlage 9.2.

### ***Energiepfähle***

Durch Beaufschlagung von Bohrpfählen für Gebäudegründungen mit kühlmittegefüllten PEHD-Wärmetauscherrohren können diese als Wechselspeicher zu Heiz- und Kühlzwecken genutzt werden.

Die Hauptfunktion der Pfähle ist die Lastabtragung in den Baugrund, die Nutzung als geothermischer Wärmeüberträger nur Nebenfunktion. Eine Verminderung der Tragfähigkeit der Pfähle (Frostbildung, Querschnittsverringerung durch Wärmetauscherrohre) muss zwingend ausgeschlossen werden (Temperaturbegrenzung, statische Prüfung).

Für Vorbemessungen kann von einer spezifischen Entzugsleistung im wassergesättigten Quartärkies von 65 W/m ausgegangen werden.

## **14. Schlussbemerkungen**

Die vorliegende Beurteilung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse basiert auf einem sehr weitem Raster der Baugrundaufschlüsse. Bohrungen, Schürfe und Sondierungen können nur punktuelle Information über den Baugrund geben. Abweichungen der Schichtgrenzenverläufe und der Bodenzusammensetzungen von den erkundeten und dargestellten Verhältnissen können dementsprechend nicht ausgeschlossen werden. Dies gilt in besonderem Maße für die Mächtigkeit und Zusammensetzung der Auffüllungen.



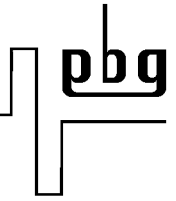
Im weiteren Verlauf sind angepasst an die tatsächlichen Bauplanungen die vorliegenden Ergebnisse im Einzelfall zu ergänzen (Hauptuntersuchung) und in einem Geotechnischen Untersuchungsbericht gemäß DIN 1997-2 zu bewerten.

Sämtlich angegebenen Bemessungswerte haben nur vorläufigen Charakter und sind ebenfalls im Zuge der weiteren Bauplanung angepasst an die Bauvolumina, -konstruktionen und -abläufe zu prüfen und zu ergänzen.

Regensburg, den 09.03.2017

  
gbg – Dipl.-Geol. Fritz Geyer



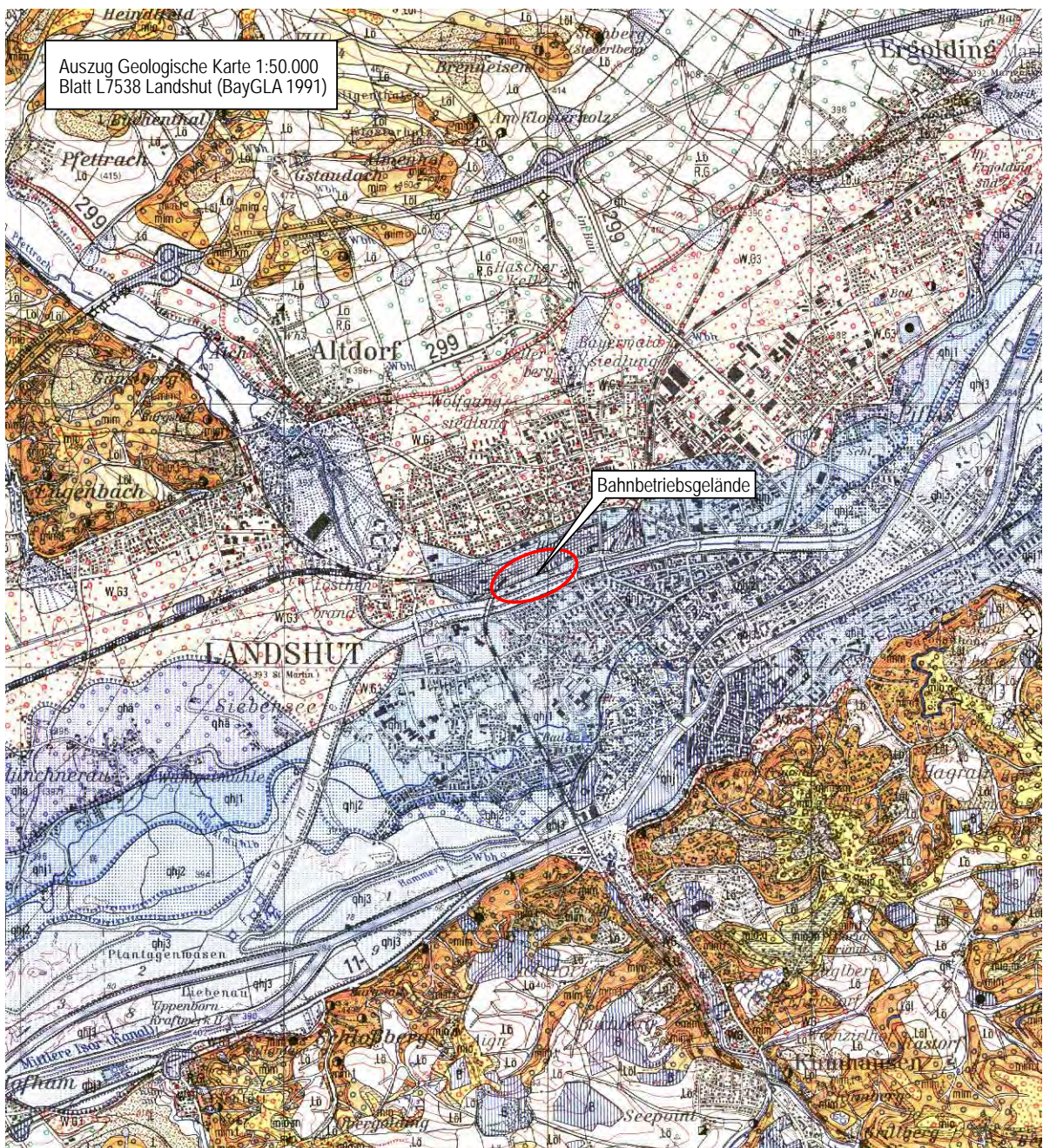


## **Anlage 1**

### **Lagepläne, Luftbilder**

(6 Seiten)

Auszug Geologische Karte 1:50.000  
Blatt L7538 Landshut (BayGLA 1991)



Legende (Auszug relevanter Bodenschichten im Untersuchungsgebiet)

|         |  |  |         |   |  |
|---------|--|--|---------|---|--|
| Quartär | Künstliche Aufschüttung  |  | Tertiär | Fein- bis Grobkies mit Mergellagen und Mergellinsen ("Nördlicher Vollschotter") |  |
|         | Schwemmfächer  |  |         |   |  |
|         | Auwald-Stufe<br>Feinsand, schluffig, meist über 0,5 m, über Kies   |  |         |   |  |
|         | Dichtl-Stufe<br>Feinsand, schluffig, bis Schluff, feinsandig<br>a) meist über 0,5 m, b) meist unter 0,5 m, über Kies                 |  |         |   |  |
|         | Lerchenfeld-Stufe<br>Feinsand, stark schluffig, bis Schluff, feinsandig<br>a) meist über 0,5 m, b) meist unter 0,5 m, über Kies      |  |         |   |  |
|         | Altstadt-Stufe<br>Schluff, feinsandig, lehmig, meist unter 0,5 m, über Kies.<br>z.T. anmoorig, stellenweise mit Schwemmlöß überdeckt |  |         |   |  |



## Stadt Landshut

Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung

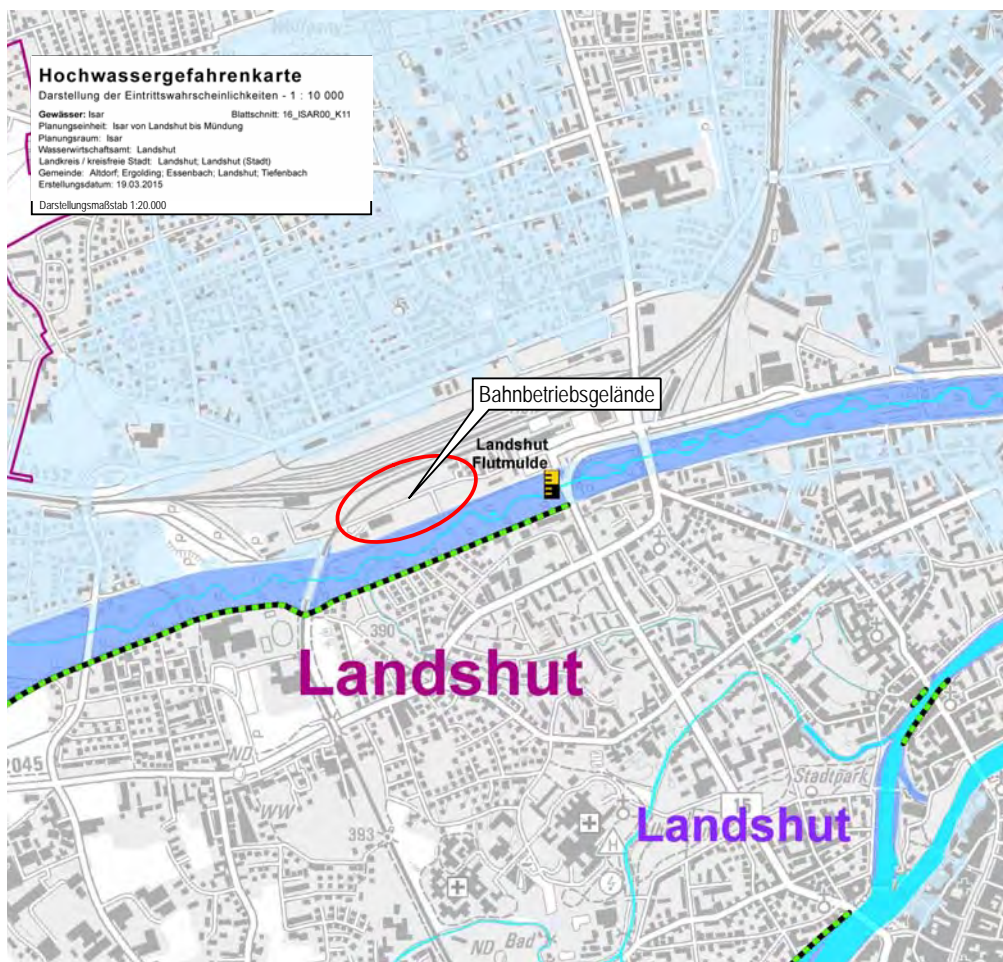
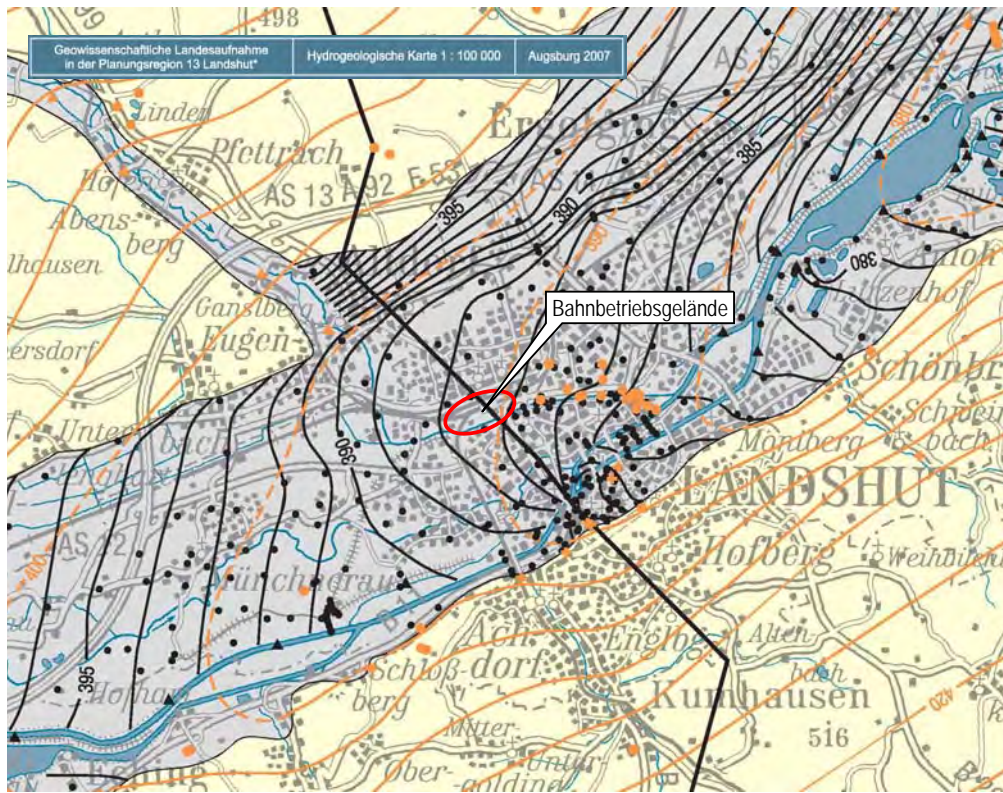


Projekt

### Wettbewerb "Bahnbetriebsgelände" Bahnhofstraße Landshut

Flächenrisikodetailuntersuchung  
Altlasten / Aushubentsorgung / Baugrundvoruntersuchung

|             |          |                |                        |            |                          |        |     |
|-------------|----------|----------------|------------------------|------------|--------------------------|--------|-----|
| Projekt-Nr. | 16/51    | Plan-Nr./Datum | 1651_E001 / 16.01.2017 | Planinhalt | Auszug Geologische Karte | Anlage | 1.1 |
| Maßstab     | 1:50.000 | Bearbeiter     | FG                     |            |                          |        |     |



# Stadt Landshut

Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung



Projekt

## Wettbewerb "Bahnbetriebsgelände" Bahnhofstraße Landshut

Flächenrisikodetailuntersuchung  
Altlasten / Aushubentsorgung / Baugrundvoruntersuchung

|             |                    |                |                        |
|-------------|--------------------|----------------|------------------------|
| Projekt-Nr. | 16/51              | Plan-Nr./Datum | 1651_E002 / 16.01.2017 |
| Maßstab     | 1:100.000 / 20.000 | Bearbeiter     | FG                     |

|            |   |        |     |
|------------|---|--------|-----|
| Planinhalt | Auszug Hydrogeologische Karte/Überschwemmungsgebiet | Anlage | 1.2 |
|------------|---|--------|-----|



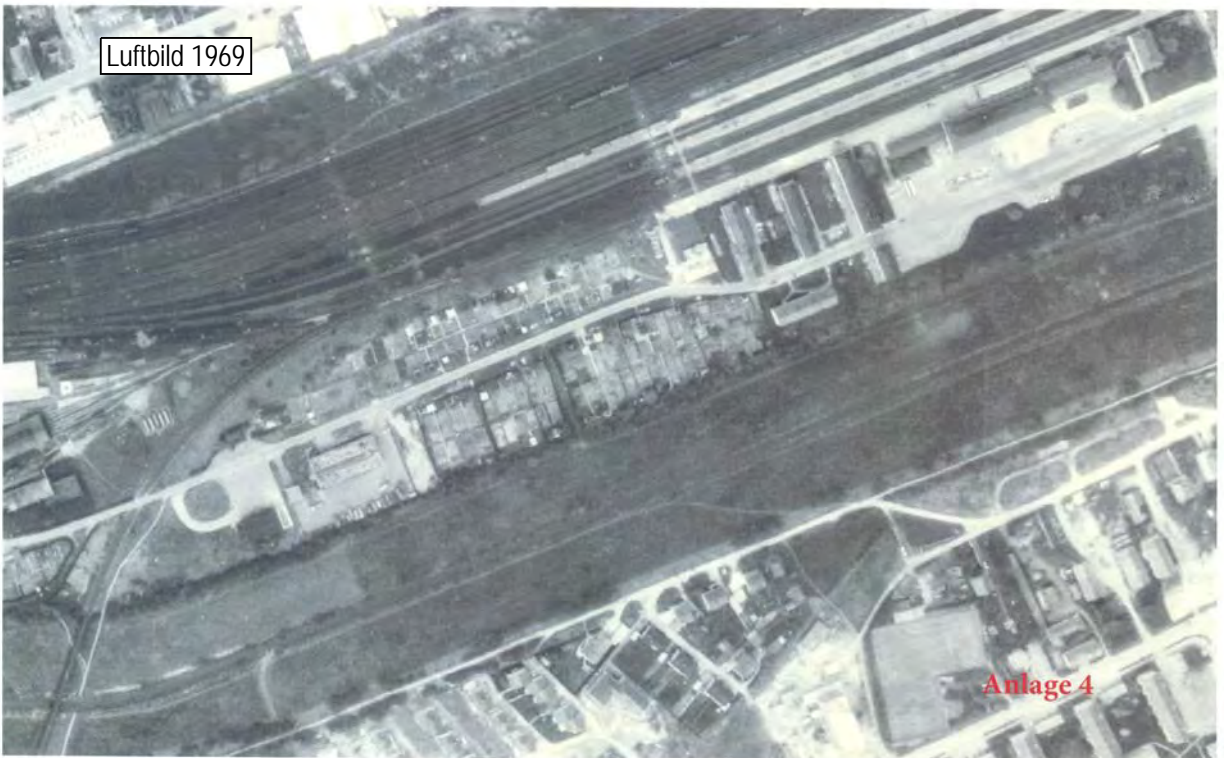
Quelle: Fachtechnische Stellungnahme des FB Umweltschutz vom 27.04.2016

**Stadt Landshut**  
 Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung



Projekt  
**Wettbewerb "Bahnbetriebsgelände"**  
**Bahnhofstraße Landshut**  
 Flächenrisikodetailuntersuchung  
 Altlasten / Aushubentsorgung / Baugrundvoruntersuchung

|             |       |                |                         |                                   |        |
|-------------|-------|----------------|-------------------------|-----------------------------------|--------|
| Projekt-Nr. | 16/51 | Plan-Nr./Datum | 1651_E003a / 02.02.2017 | Planinhalt                        | Anlage |
| Maßstab     | -     | Bearbeiter     | FG                      | Historische Luftbilder und Karten | 1.3    |



Quelle: Fachtechnische Stellungnahme des FB Umweltschutz vom 27.04.2016

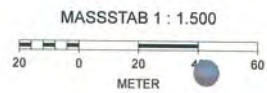
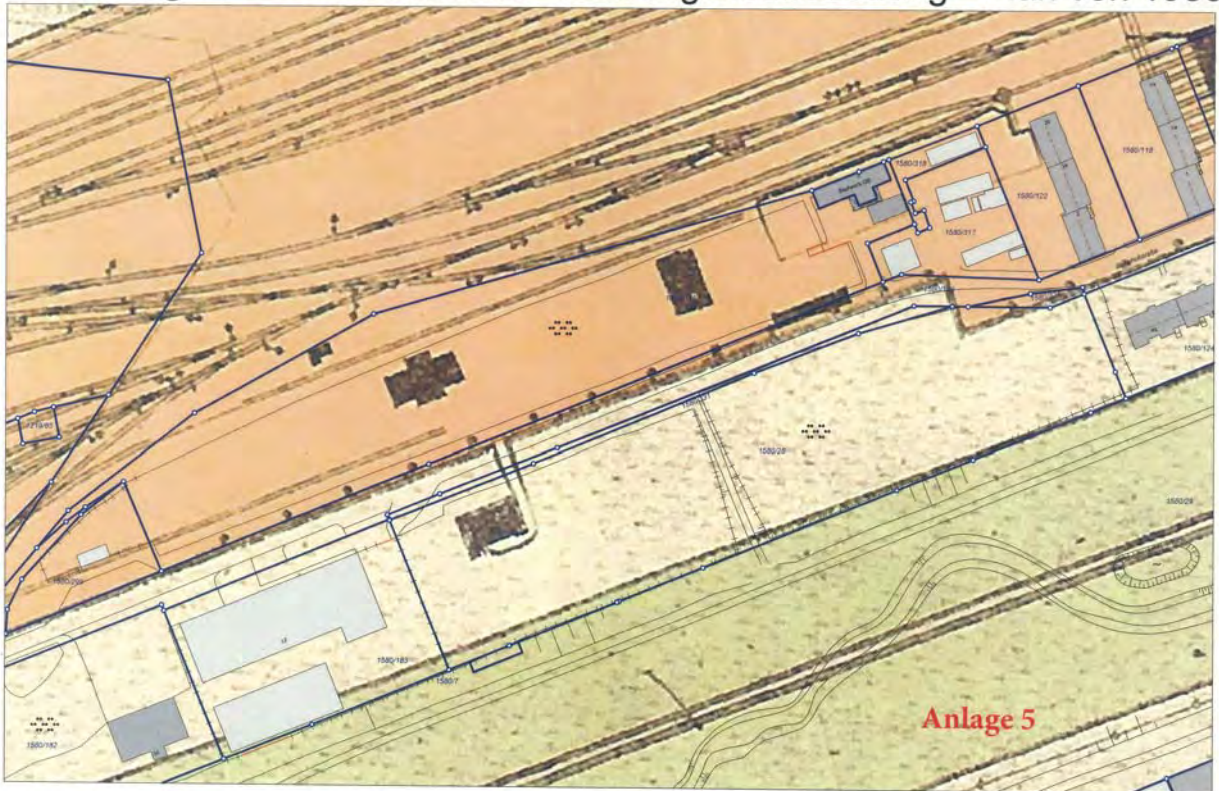
**Stadt Landshut**  
 Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung



Projekt  
**Wettbewerb "Bahnbetriebsgelände"**  
**Bahnhofstraße Landshut**  
 Flächenrisikodetailuntersuchung  
 Altlasten / Aushubentsorgung / Baugrundvoruntersuchung

|             |       |                |                         |                                   |        |
|-------------|-------|----------------|-------------------------|-----------------------------------|--------|
| Projekt-Nr. | 16/51 | Plan-Nr./Datum | 1651_E003b / 02.02.2017 | Planinhalt                        | Anlage |
| Maßstab     | -     | Bearbeiter     | FG                      | Historische Luftbilder und Karten | 1.4    |

# Schrebergärten Bahnhofstraße - Planung Neubebauung - Plan von 1930



Quelle: Fachtechnische Stellungnahme des FB Umweltschutz vom 27.04.2016

**Stadt Landshut**

Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung

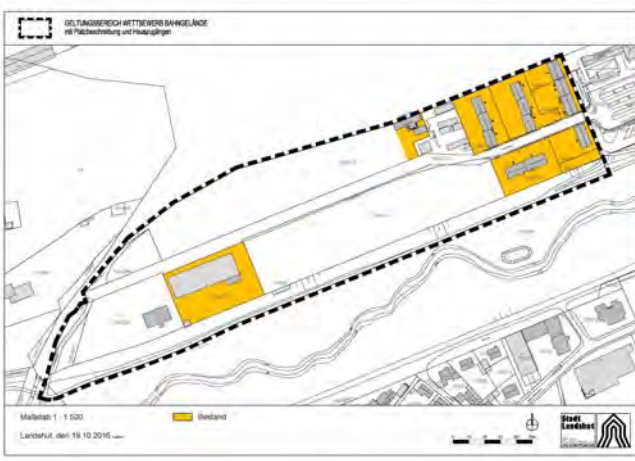


Projekt

**Wettbewerb "Bahnbetriebsgelände"**  
**Bahnhofstraße Landshut**

Flächenrisikodetailuntersuchung  
Altlasten / Aushubentsorgung / Baugrundvoruntersuchung

|             |       |                |                         |                                   |        |
|-------------|-------|----------------|-------------------------|-----------------------------------|--------|
| Projekt-Nr. | 16/51 | Plan-Nr./Datum | 1651_E003c / 02.02.2017 | Planinhalt                        | Anlage |
| Maßstab     | -     | Bearbeiter     | FG                      | Historische Luftbilder und Karten | 1.5    |



- Bohrsondierung (BS)
- Baggerschurf (S)
- Rammsondierung (RS)
- Bohrsondierung/  
Grundwassermessstelle  
Vorgutachten nachrichtlich aus [2]



Plangrundlage: Stadt Landshut  
 [1] Luftbild/Stadtgrundkarte 1:500 (21.12.2016)  
 [2] Lageplan geplante Untersuchungspunkte 1:2.000 (08.11.2016)



## Stadt Landshut

Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung



Projekt  
**Wettbewerb "Bahnbetriebsgelände"**  
**Bahnhofstraße Landshut**

Flächenrisikodetailuntersuchung  
 - Altlasten  
 - Aushubentsorgung  
 - Baugrundvoruntersuchung

|             |            |
|-------------|------------|
| Projekt-Nr. | 16/51      |
| Plan        | 1651_E004  |
| Datum       | 16.01.2017 |
| Maßstab     | 1:1.000    |
| Bearbeiter  | FG         |

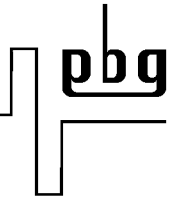
Planinhalt  
**Lageplan Aufschlußpunkte**

Anlage  
 1.6

**Geotechnisches Büro Geyer**  
 Wollwürgergasse 7 Tel: 0941 / 94 67 168 geyer@gbg-geotechnik.de  
 93047 Regensburg Fax: 0941 / 94 67 169 www.gbg-geotechnik.de



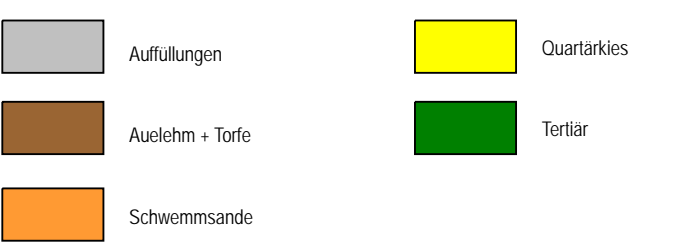
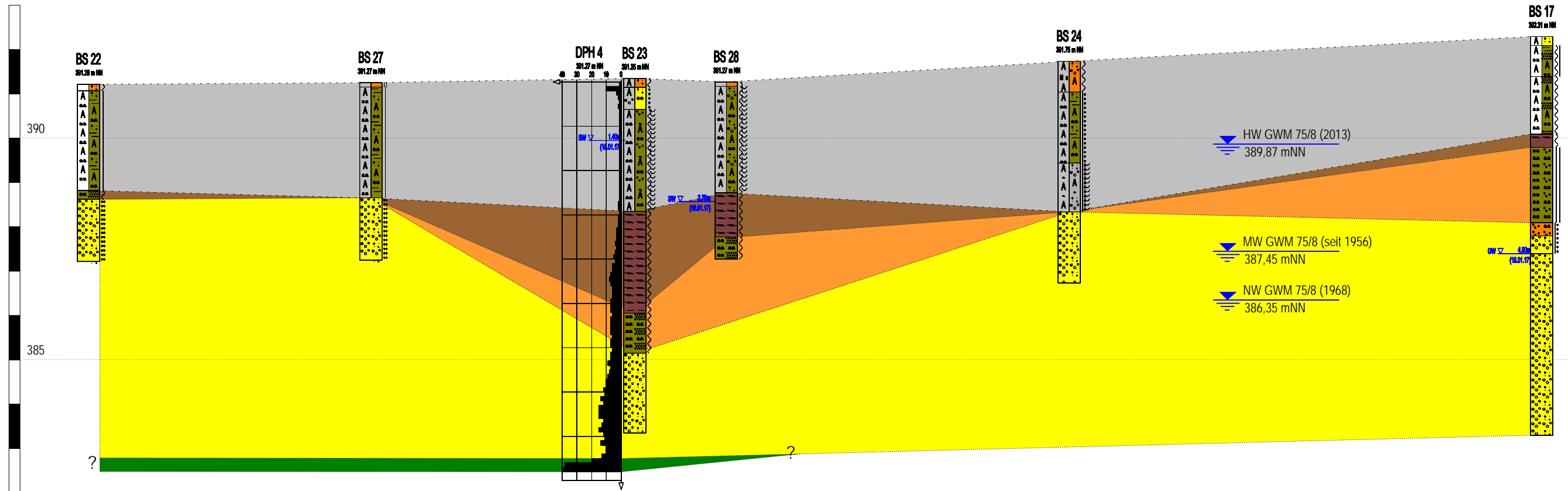
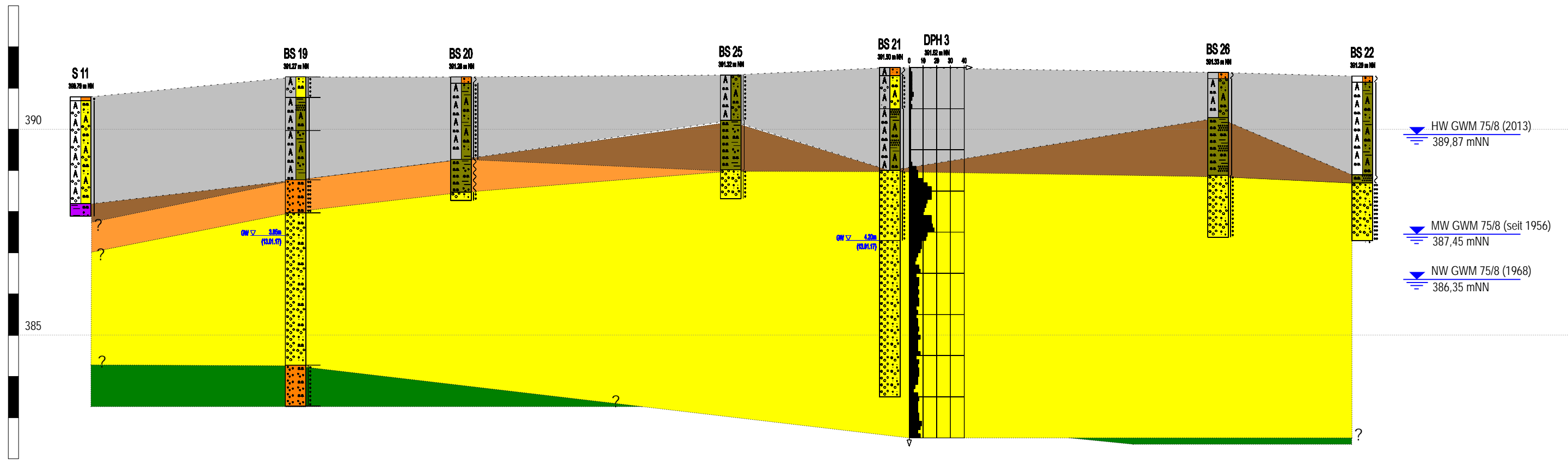




## **Anlage 2**

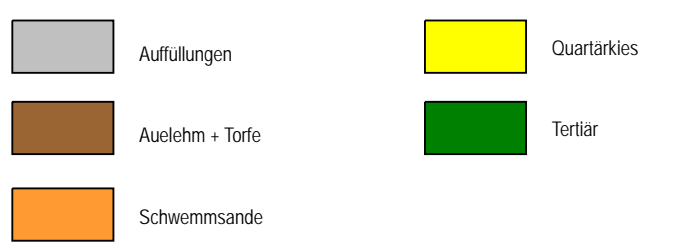
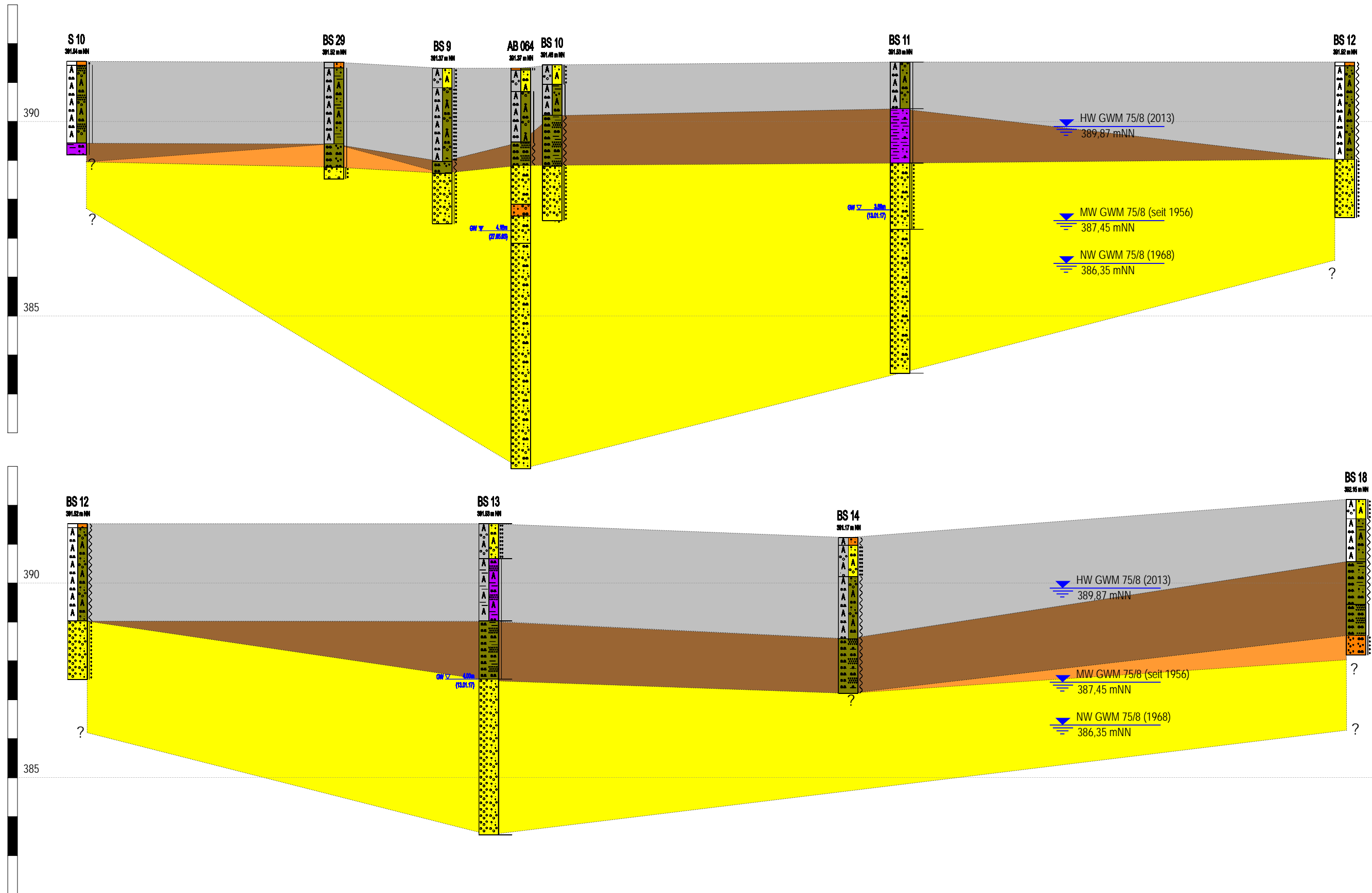
### **Schnitte**

(4 Seiten)



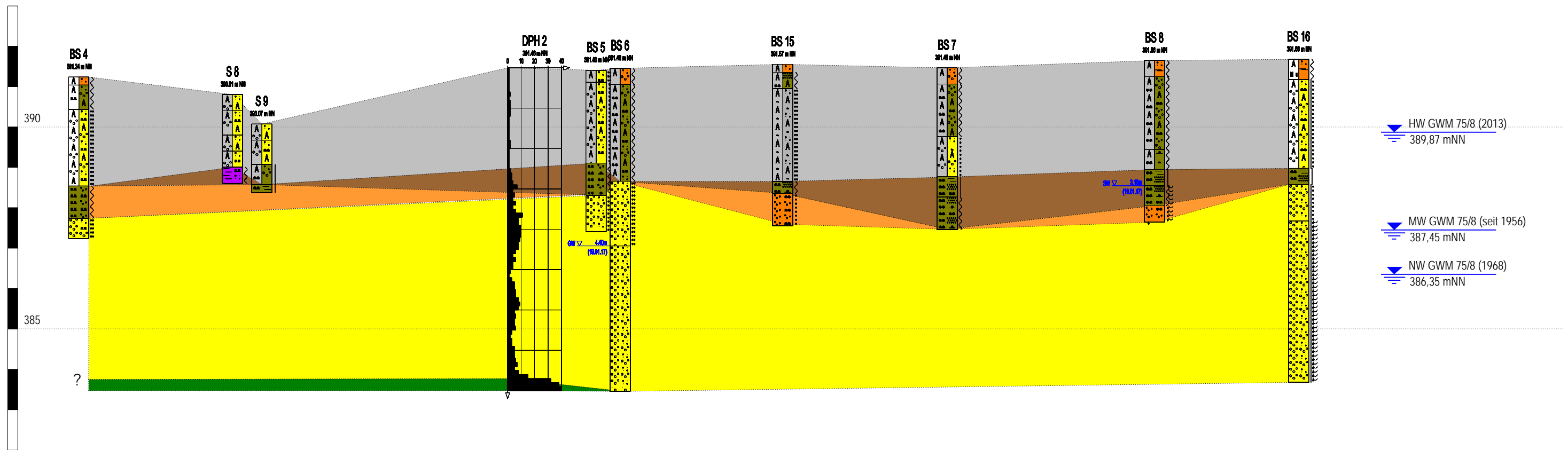
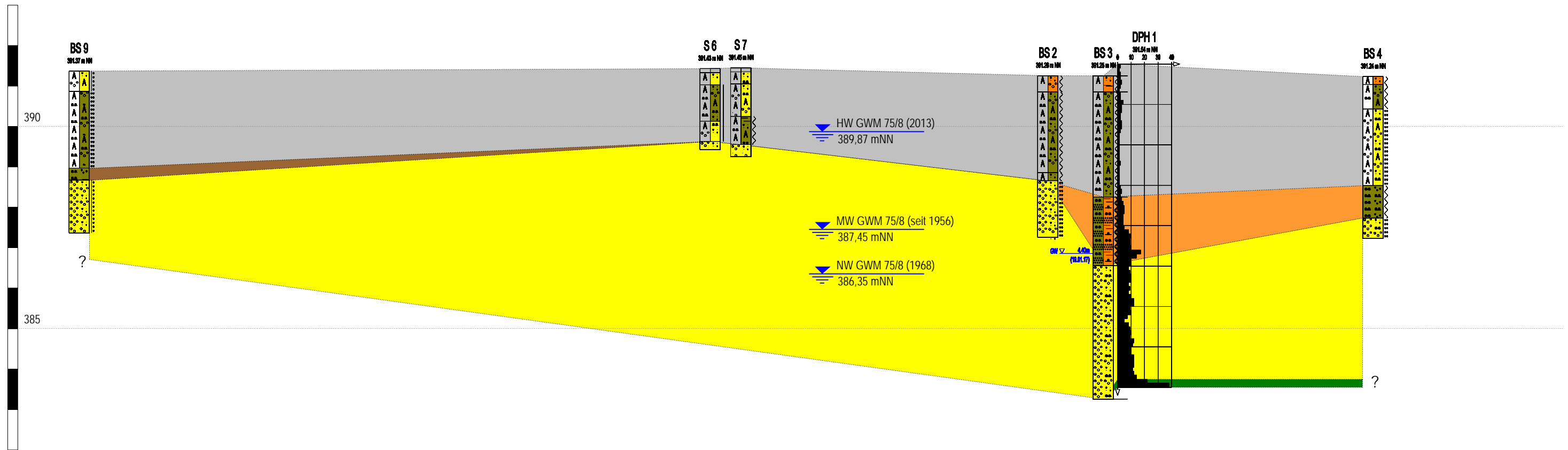
Legende Bohrprofile siehe Anlage 3  
 Aufschlussprofile auf Schnittlinie projiziert.  
 Die Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen wurden linear interpoliert und können vom dargestellten Verlauf abweichen.  
 Schnitte 5-fach überhöht: M 1:100 i.d.Höhe / 1:500 i.d. Breite






|  |             |   |                        |  |   |
|--|-------------|---|------------------------|--|---|
| <b>Stadt Landshut</b><br>Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung   |             |  |                        | Projekt<br><b>Wettbewerb "Bahnbetriebsgelände"</b><br><b>Bahnhofstraße Landshut</b><br>Flächenrisikodetailuntersuchung<br>Altlasten / Aushubentsorgung / Baugrundvoruntersuchung |   |
| Projekt-Nr.  | 16/51       | Plan-Nr./Datum  | 1651_E005 / 25.01.2017 | Planinhalt   | Anlage  |
| Maßstab  | 1:500 / 100 | Bearbeiter  | FG                     | Schnitt Gartenanlage Nord  | 2.1   |
| Geotechnisches Büro Geyer - Wollwirkergasse 7 - 93047 Regensburg - Tel: 0941 / 94 67 168 - geyer@gbg-geotechnik.de |             |   |                        |  |  |



Legende Bohrprofile siehe Anlage 3  
 Aufschlussprofile auf Schnittlinie projiziert.  
 Die Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen wurden linear interpoliert und können vom dargestellten Verlauf abweichen.  
 Schnitte 5-fach überhöht: M 1:100 i.d.Höhe / 1:500 i.d. Breite

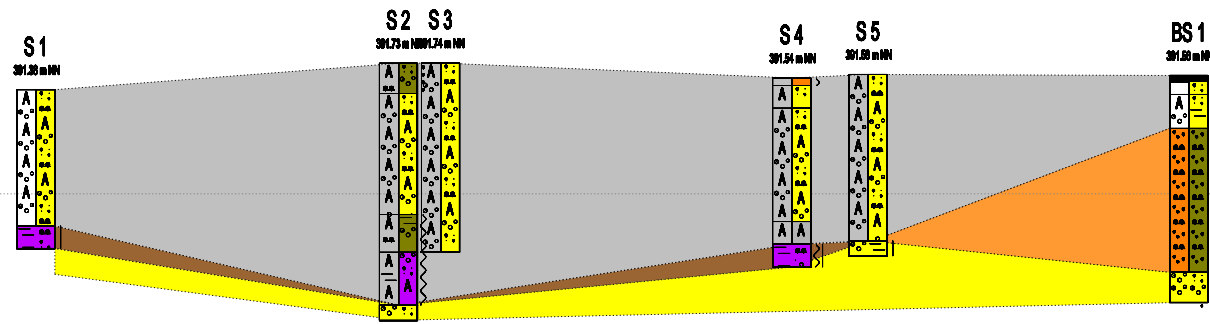
|  |             |   |                        |  |            |
|--|-------------|---|------------------------|--|------------|
| <b>Stadt Landshut</b><br>Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung   |             |  |                        | Projekt<br><b>Wettbewerb "Bahnbetriebsgelände" Bahnhofstraße Landshut</b><br>Flächenrisikodetailuntersuchung<br>Altlasten / Aushubentsorgung / Baugrundvoruntersuchung |            |
| Projekt-Nr.  | 16/51       | Plan-Nr./Datum  | 1651_E006 / 25.01.2017 | Planinhalt   | Anlage 2.2 |
| Maßstab  | 1:500 / 100 | Bearbeiter  | FG                     | Schnitt Bahnhofstraße  |            |
| Geotechnisches Büro Geyer - Wollwirkergasse 7 - 93047 Regensburg - Tel: 0941 / 94 67 168 - geyer@gbg-geotechnik.de |             |   |                        |  |            |



|   |                 |   |             |
|---|-----------------|---|-------------|
|  | Auffüllungen    |  | Quartärkies |
|  | Auelehm + Torfe |  | Tertiär     |
|  | Schwemmsande    |   |             |

Legende Bohrprofile siehe Anlage 3  
 Aufschlussprofile auf Schnittlinie projiziert.  
 Die Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen wurden linear interpoliert und können vom dargestellten Verlauf abweichen.  
 Schnitte 5-fach überhöht: M 1:100 i.d.Höhe / 1:500 i.d. Breite






|  |             |   |                        |  |        |
|--|-------------|---|------------------------|--|--------|
| <b>Stadt Landshut</b><br>Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung   |             |  |                        | Projekt<br><b>Wettbewerb "Bahnbetriebsgelände"</b><br><b>Bahnhofstraße Landshut</b><br>Flächenrisikodetailuntersuchung<br>Altlasten / Aushubentsorgung / Baugrundvoruntersuchung |        |
| Projekt-Nr.  | 16/51       | Plan-Nr./Datum  | 1651_E007 / 25.01.2017 | Planinhalt   | Anlage |
| Maßstab  | 1:500 / 100 | Bearbeiter  | FG                     | Schnitt Gartenanlage Süd   | 2.3    |
| Geotechnisches Büro Geyer - Wollwirkergasse 7 - 93047 Regensburg - Tel: 0941 / 94 67 168 - geyer@gbg-geotechnik.de |             |   |                        |  |        |



HW GWM 75/8 (2013)  
389,87 mNN

MW GWM 75/8 (seit 1956)  
387,45 mNN

NW GWM 75/8 (1968)  
386,35 mNN


|   |                 |   |             |
|---|-----------------|---|-------------|
|  | Auffüllungen    |  | Quartärkies |
|  | Auelehm + Torfe |  | Tertiär     |
|  | Schwemmsande    |   |             |

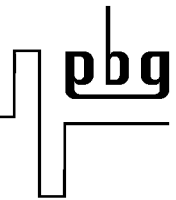
Legende Bohrprofile siehe Anlage 3  
Aufschlussprofile auf Schnittlinie projiziert.  
Die Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen wurden linear interpoliert und können vom dargestellten Verlauf abweichen.  
Schnitte 5-fach überhöht: M 1:100 i.d.Höhe / 1:500 i.d. Breite

**Stadt Landshut**  
Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung



Projekt  
**Wettbewerb "Bahnbetriebsgelände"**  
**Bahnhofstraße Landshut**  
Flächenrisikodetailuntersuchung  
Altlasten / Aushubentsorgung / Baugrundvoruntersuchung

|  |             |                |                        |                        |   |
|--|-------------|----------------|------------------------|------------------------|---|
| Projekt-Nr.  | 16/51       | Plan-Nr./Datum | 1651_E008 / 25.01.2017 | Planinhalt             | Anlage  |
| Maßstab  | 1:500 / 100 | Bearbeiter     | FG                     | Schnitt Fläche Südwest | 2.4   |
| Geotechnisches Büro Geyer - Wollwirkergasse 7 - 93047 Regensburg - Tel: 0941 / 94 67 168 - geyer@gbg-geotechnik.de |             |                |                        |                        |  |



## **Anlage 3**

### **Bohrprofile**

(32 Seiten)

Geotechnisches Büro Geyer  
Wollwirkergasse 7 - 93047 Regensburg  
Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169

**Kopfblatt nach DIN 4022** zum Schichtenverzeichnis  
für Bohrungen  
Baugrundbohrung

Archiv-Nr:  
Aktenzeichen:

Anlage: 3.0  
Bericht: 16/51

**1** Objekt Bahnbetriebsgelände  
Landshut

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: 32  
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

**2** Bohrung Nr. BS 1 - 29

Zweck: Altlastenuntersuchung / Baugrundvoruntersuchung

Ort: Bahnbetriebsgelände Landshut

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts: Hoch:

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN

m

Ansatzpunktes b) zu

m

gleich Gelände

**3** Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

**4** Auftraggeber: Stadt Landshut - Altstadt 315 - 84028 Landshut

Fachaufsicht: gbg - Herr Geyer / Umweltamt Landshut - Herr Ruf

**5** Bohrunternehmen: Block Umweltberatung, Rodauer Weg 1a, 93138 Lappersdorf

gebohrt von: 13.01.2017 bis: 19.01.2017

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr:

Geräteführer: Ingo Block

Qualifikation: VSU-Untersuchungsstelle

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

**6** Bohrgerät Typ: Makita Elektrohammer

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

**7** Messungen und Tests im Bohrloch:

**8** Probenübersicht:

|              | Art - Behälter    | Anzahl | Aufbewahrungsort                 |
|--------------|-------------------|--------|----------------------------------|
| Bohrproben   | Schraubglas 0,5 l | 53     | gbg / Wessling GmbH, Neuried     |
| Bohrproben   | Tüte 6 l          | 20     | gbg / Crystal Geotechnik, Utting |
| Bohrproben   |                   |        |                                  |
| Sonderproben |                   |        |                                  |
| Wasserproben |                   |        |                                  |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>9 Bohrtechnik</b>                                      | BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben | BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme |
| <b>9.1 Kurzzeichen</b>                                    |  | BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung          |
| <b>9.1.1 Bohrverfahren</b>                                | BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben              | BKF= BK mit fester Kernumhüllung               |
| <b>9.1.1.1 Art:</b>                                       | BS = Sondierbohrungen  | ... =  |
| BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben | ... =  |  |

|                       |                  |                    |
|-----------------------|------------------|--------------------|
| <b>9.1.1.2 Lösen:</b> | ram = rammend    | schlag = schlagend |
| rot = drehend         | druck = drückend | greif = greifend   |

|                           |                     |                    |       |
|---------------------------|---------------------|--------------------|-------|
| <b>9.1.2 Bohrwerkzeug</b> | HK = Hohlkrone      | Schn = Schnecke    | ... = |
| <b>9.1.2.1 Art:</b>       | VK = Vollkrone      | Spi = Spirale      | ... = |
| EK = Einfachkernrohr      | H = Hartmetallkrone | Kis = Kiespumpe    | ... = |
| DK = Doppelkernrohr       | D = Diamantkrone    | Ven = Ventilbohrer |       |
| TK = Dreifachkernrohr     | Gr = Greifer        | Mei = Meißel       |       |
| S = Seilkernrohr          | Schap = Schappe     | SN = Sonde         |       |

|                         |              |                |
|-------------------------|--------------|----------------|
| <b>9.1.2.2 Antrieb:</b> | HA = Hand    | DR = Druckluft |
| G = Gestänge            | F = Freifall | HY = Hydraulik |
| SE = Seil               | V = Vibro    |                |

|                           |                  |               |
|---------------------------|------------------|---------------|
| <b>9.1.2.3 Spülhilfe:</b> | SS = Sole        | d = direkt    |
| WS= Wasser                | DS = Dickspülung | id = indirekt |
| LS = Luft                 | Sch = Schaum     |               |

| 9.2 Bohrtechnische Tabellen         |     |               |       |              |      |         |                |               |               |            |             |
|-------------------------------------|-----|---------------|-------|--------------|------|---------|----------------|---------------|---------------|------------|-------------|
| Tiefe in m<br>Bohrlänge in m<br>von |     | Bohrverfahren |       | Bohrwerkzeug |      |         |                | Verrohrung    |               |            | Bemerkungen |
|                                     | bis | Art           | Lösen | Art          | ø mm | Antrieb | Spül-<br>hilfe | Außen<br>ø mm | Innen<br>ø mm | Tiefe<br>m |             |
| 0                                   | 1   | BS            | ram   | Schap        | 60   | V       | -              |               |               |            |             |
| 1                                   | ET  | BS            | ram   | Schap        | 50   | V       | -              |               |               |            |             |
|                                     |     |               |       |              |      |         |                |               |               |            |             |
|                                     |     |               |       |              |      |         |                |               |               |            |             |
|                                     |     |               |       |              |      |         |                |               |               |            |             |

| 9.3 Bohrkronen |     |                | 9.4 Geräteführer-Wechsel |                            |         |       |                             |        |       |
|----------------|-----|----------------|--------------------------|----------------------------|---------|-------|-----------------------------|--------|-------|
| Nr             | Nr: | ø Außen/Innen: | Nr                       | Datum<br>Tag/Monat<br>Jahr | Uhrzeit | Tiefe | Name<br>Geräteführer<br>für | Ersatz | Grund |
| 1              |     | /              | 1                        |                            |         |       |                             |        |       |
| 2              |     | /              | 2                        |                            |         |       |                             |        |       |
| 3              |     | /              | 3                        |                            |         |       |                             |        |       |
| 4              |     | /              | 4                        |                            |         |       |                             |        |       |
| 5              |     | /              |                          |                            |         |       |                             |        |       |
| 6              |     | /              |                          |                            |         |       |                             |        |       |

**10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau**

Wasser erstmals angetroffen bei \_\_\_\_\_ m, Anstieg bis \_\_\_\_\_ m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstandgleich Ansatzpunkt bei \_\_\_\_\_ m Bohrtiefe

Verfüllung: 0 \_\_\_\_\_ m bis 1 \_\_\_\_\_ m Art: Tonpellets von: 1 \_\_\_\_\_ m bis: ET \_\_\_\_\_ m Art: Bohrgut

| Nr | Filterrohr |       |         | Filterschüttung |       |       | Körnung<br>mm | Sperrschicht |       |     | OK Peilrohr<br>m über/unter<br>Ansatzpunkt |
|----|------------|-------|---------|-----------------|-------|-------|---------------|--------------|-------|-----|--|
|    | von m      | bis m | ø<br>mm | Art             | von m | bis m |               | von m        | bis m | Art |  |
|    |            |       |         |                 |       |       |               |              |       |     |  |
|    |            |       |         |                 |       |       |               |              |       |     |  |
|    |            |       |         |                 |       |       |               |              |       |     |  |

**11 Sonstige Angaben**

Datum: 25.01.2017      Firmenstempel: gbg      Unterschrift: \_\_\_\_\_

DC



## Legende

|  |   |
|--|---|
|  | Bd, Betondecke, Ads Asphaltdeckschicht  |
|  | Mu, Mutterboden   |
|  | H, Torf   |
|  | T,t,t',t̄, Ton, tonig, schwach tonig, stark tonig   |
|  | U,u,u',ū, Schluff, schluffig, schwach schluffig, stark schluffig                               |
|  | S,s,s',s̄, Sand, sandig, schwach sandig, stark sandig   |
|  | G,g,g',ḡ, Kies, kiesig, schwach kiesig, stark kiesig   |
|  | Gr, Kies, kantig  |
|  | f fein-, m mittel-, g grob- (körnig)  |
|  | X,Y, Steine, Blöcke   |
|  | Z, Fels   |
|  | Zv, Fels,verwittert   |
|  | Kst, Kalkstein  |
|  | Sst, Sandstein  |
|  | Tst, Tonstein   |
|  | Ust, Schluffstein   |
|  | Ma, Granit  |
|  | A, Auffüllung   |
|  | Zb, Ziegelbruch, Be, Betonreste, Sd, Schwarzdeckenreste, Sl, Schlacke, Sr, Schrott, Pl, Plastik |
|  | M, Müll / Abfall  |
|  | Konsistenz breiig   |
|  | Konsistenz weich  |
|  | Konsistenz steif  |
|  | Konsistenz halbfest   |
|  | Konsistenz fest   |
|  | Lagerungsdichte locker  |
|  | Lagerungsdichte mitteldicht   |
|  | Lagerungsdichte dicht   |
|  | klüftig   |
|  | nass  |
|  | Wasser ausgespiegelt  |
|  | Wasser angebohrt  |
|  | Bodenprobe gestört  |
|  | Bodenprobe ungestört  |
|  | Wasserprobe   |

GW ▼ 7.80m

GW ▽ 8.10m

□ 8.40m

■ 8.70m

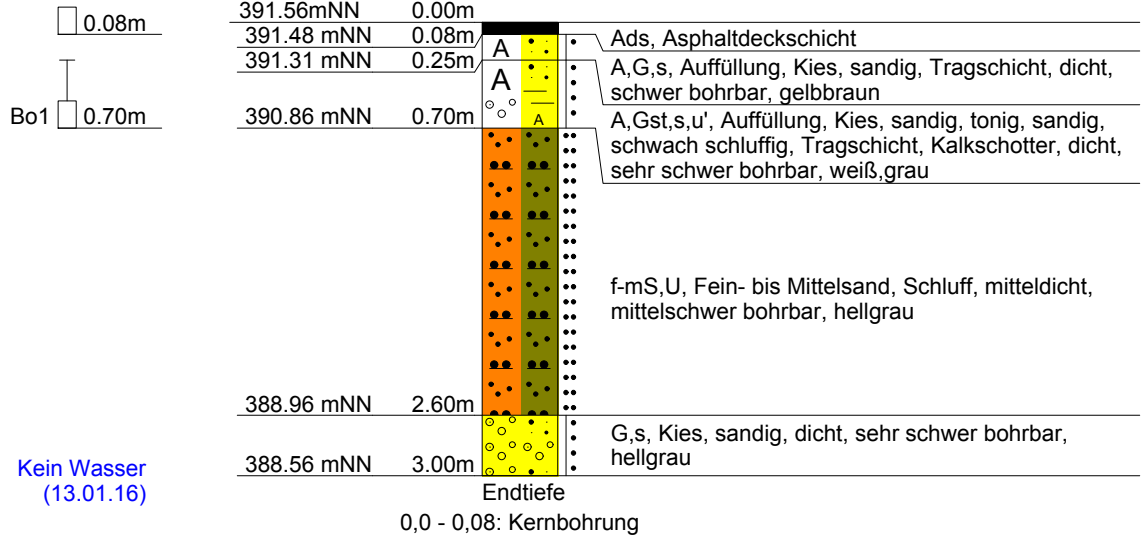
△ 8.90m

Bohrfortschritt: lbb = leicht bohrbar / mbb = mittelschwer bohrbar  
sbb = schwer bohrbar / ssbb = sehr schwer bohrbar / kBF = kein Bohrfortschritt

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Geotechnisches Büro Geyer</b>      | Projekt : <b>Bahnbetriebsgelände Landshut</b> |
| Wollwirnergasse 7 - 93047 Regensburg  | Projektnr.: <b>16/51</b> Datum : 13.01.2017   |
| Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169 | Maßstab : 1: 50 Anlage : 3.1                  |

# BS 1

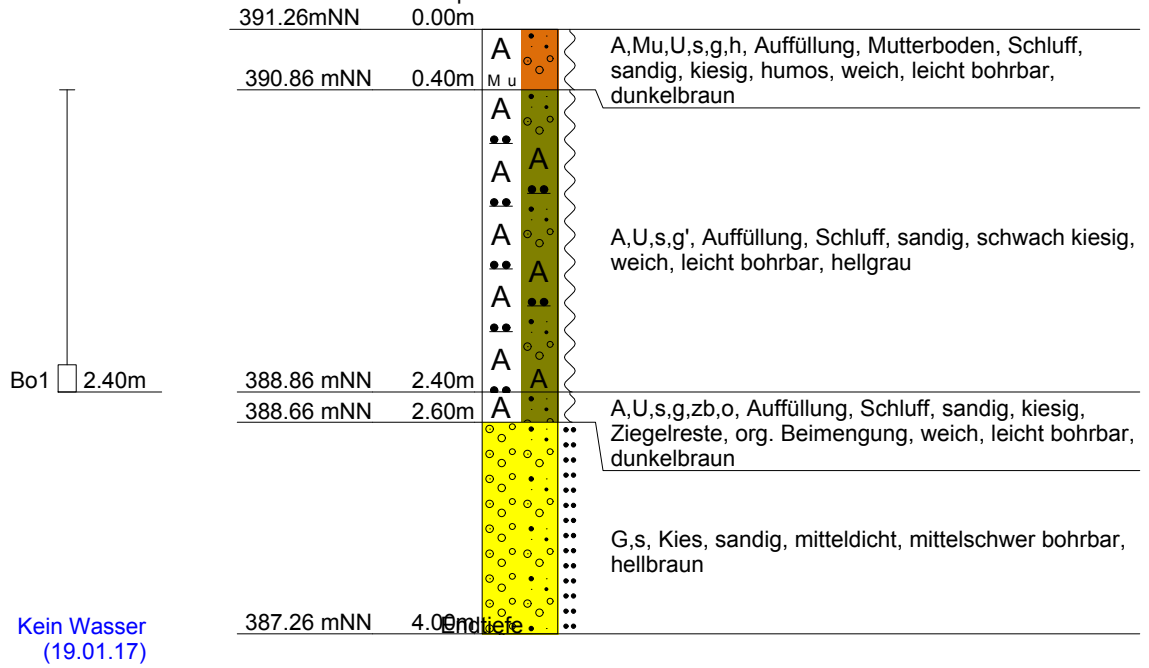
Ansatzpunkt: 391.56 mNN



|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Geotechnisches Büro Geyer</b>      | Projekt : <b>Bahnbetriebsgelände Landshut</b> |
| Wollwirkergrasse 7 - 93047 Regensburg | Projektnr.: <b>16/51</b> Datum : 19.01.2017   |
| Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169 | Maßstab : 1: 50 Anlage : 3.2                  |

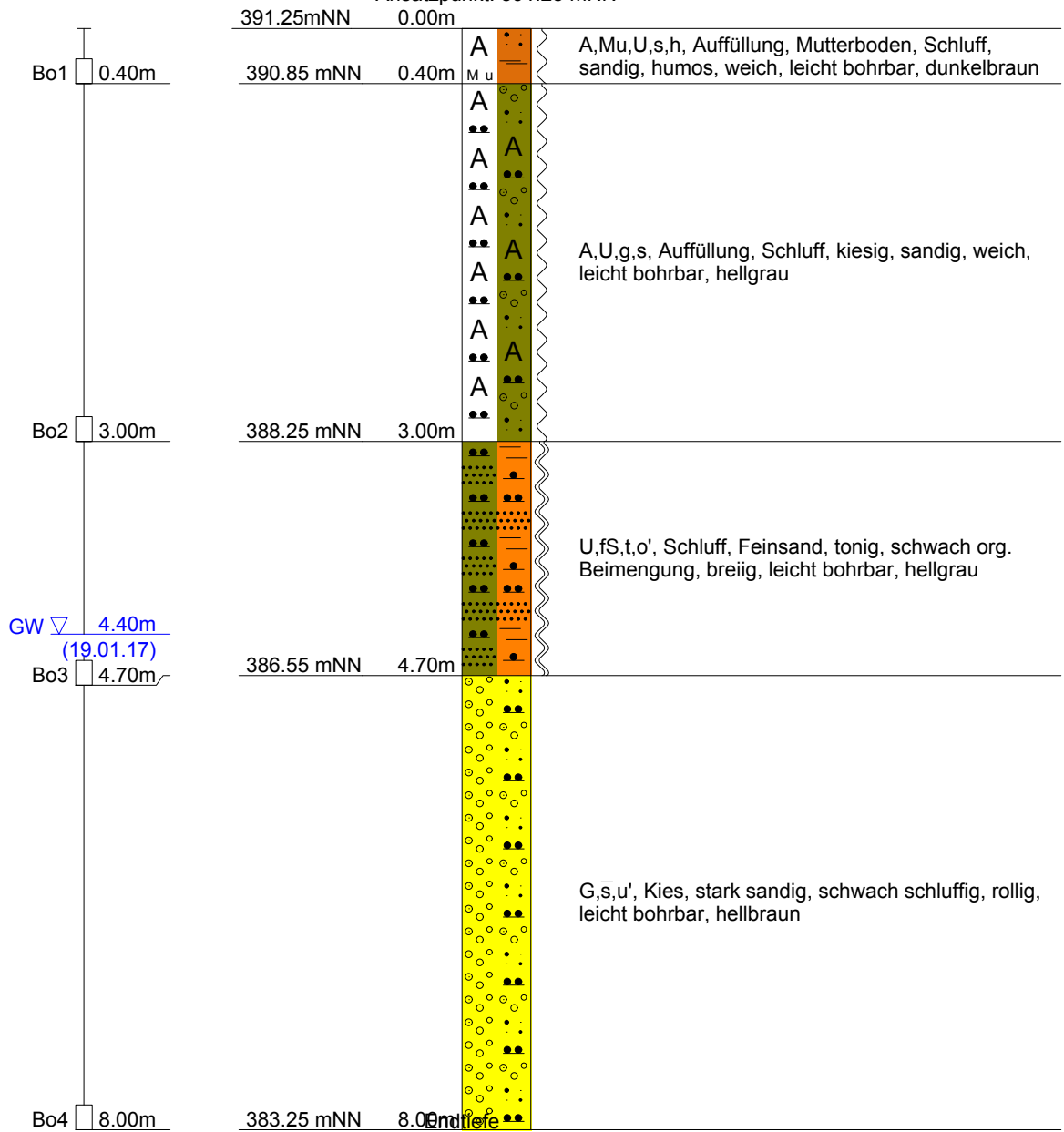
## BS 2

Ansatzpunkt: 391.26 mNN



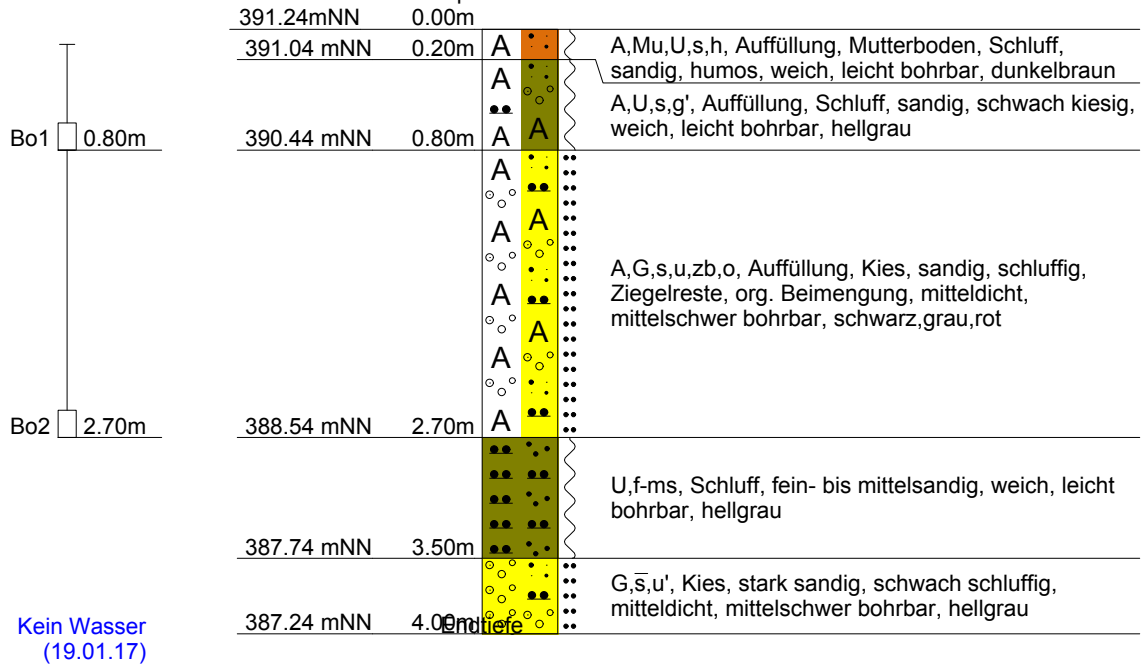
## BS 3

Ansatzpunkt: 391.25 mNN



## BS 4

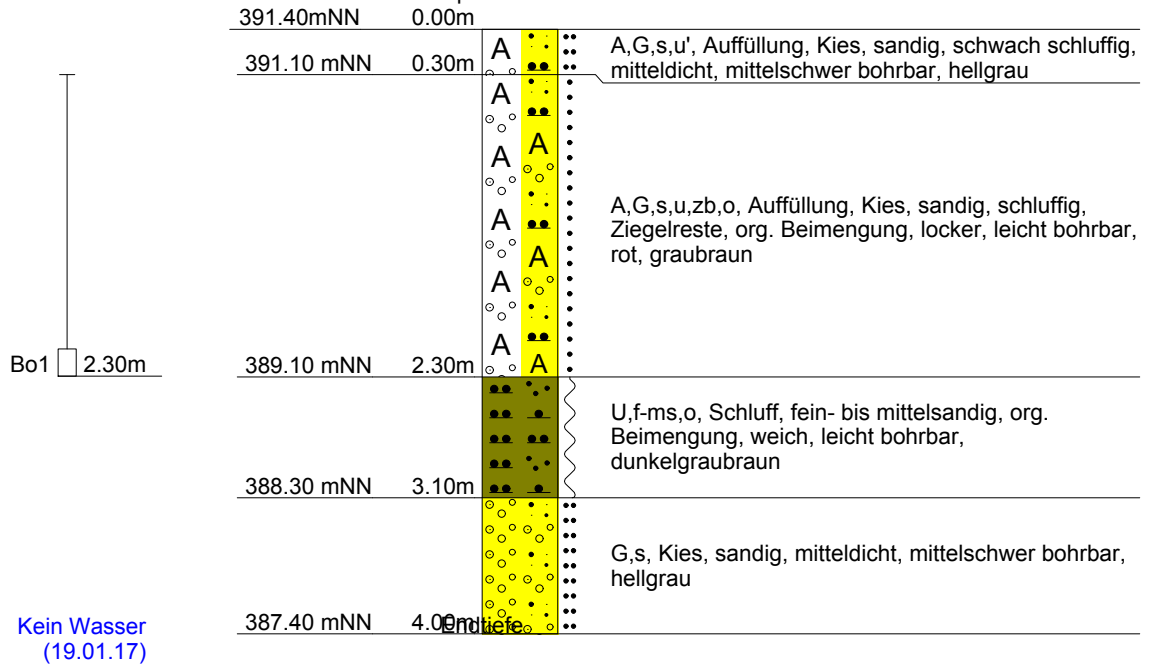
Ansatzpunkt: 391.24 mNN



|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Geotechnisches Büro Geyer</b>      | Projekt : <b>Bahnbetriebsgelände Landshut</b> |
| Wollwirker gasse 7 - 93047 Regensburg | Projektnr.: <b>16/51</b> Datum : 19.01.2017   |
| Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169 | Maßstab : 1: 50 Anlage : 3.5                  |

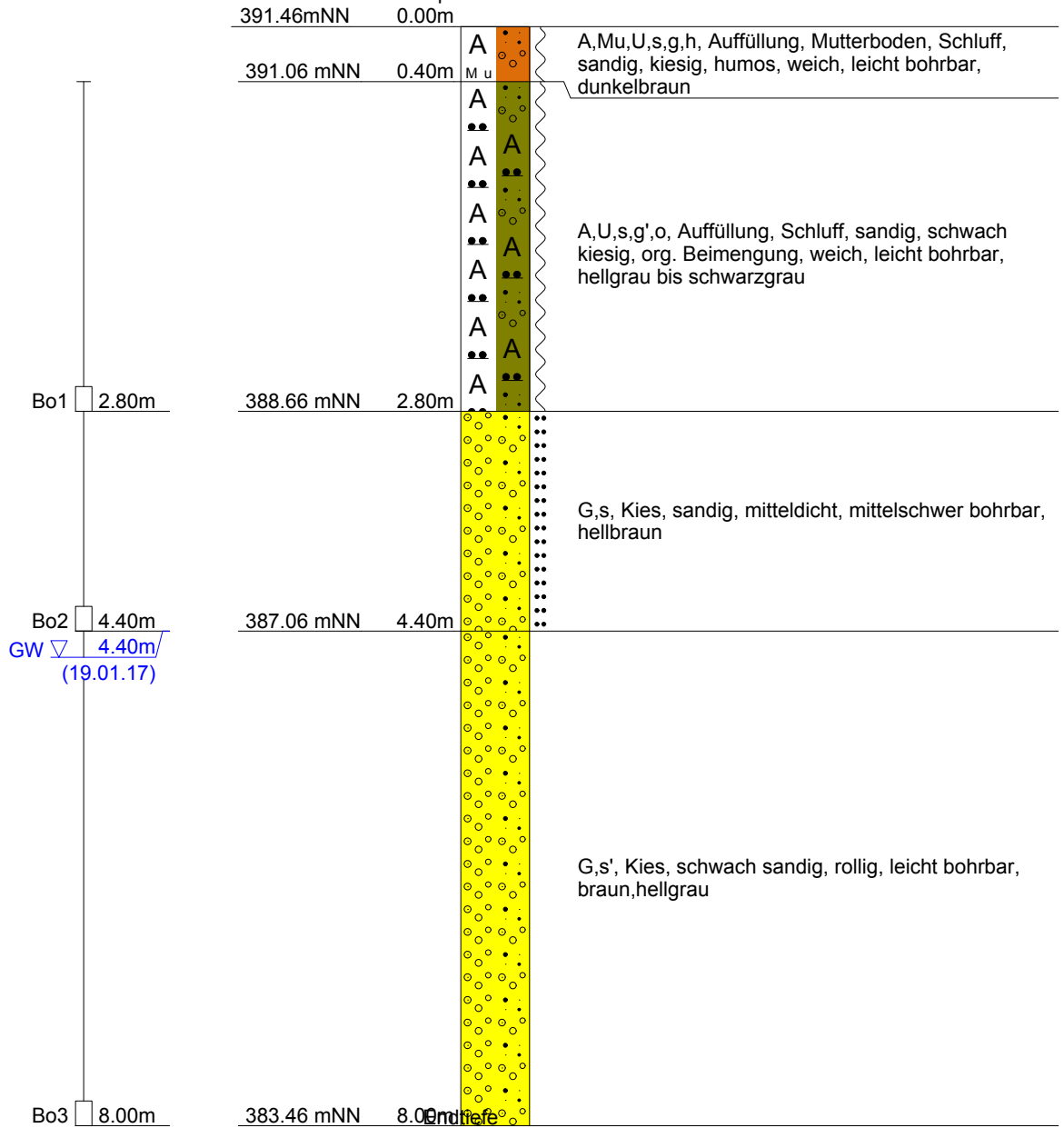
## BS 5

Ansatzpunkt: 391.40 mNN



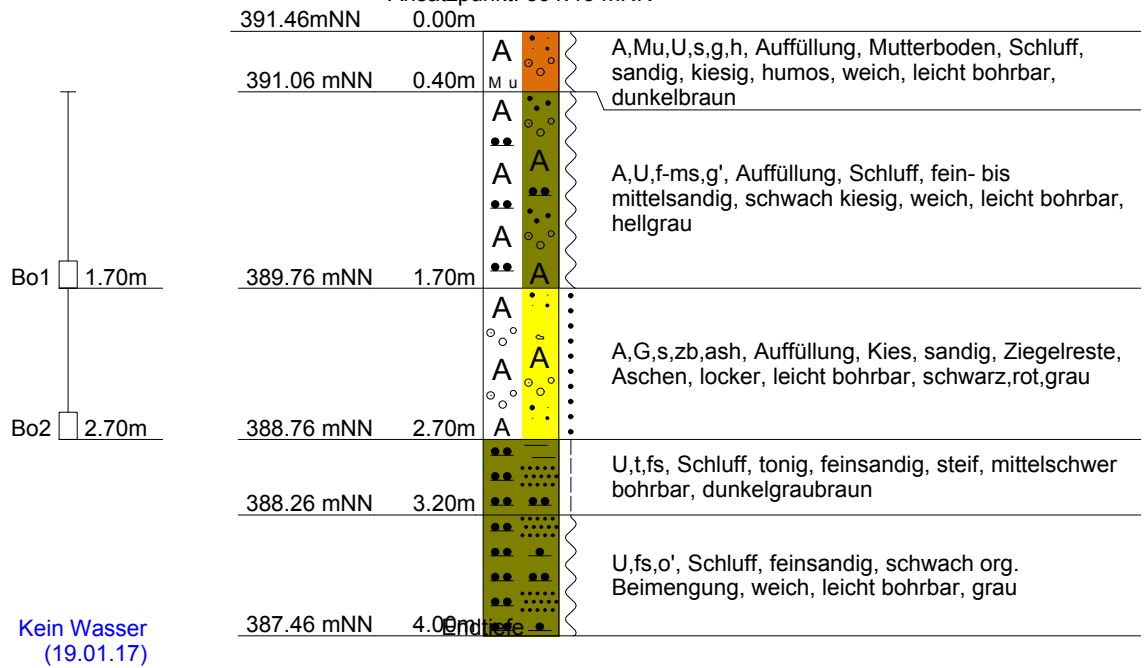
# BS 6

Ansatzpunkt: 391.46 mNN



## BS 7

Ansatzpunkt: 391.46 mNN

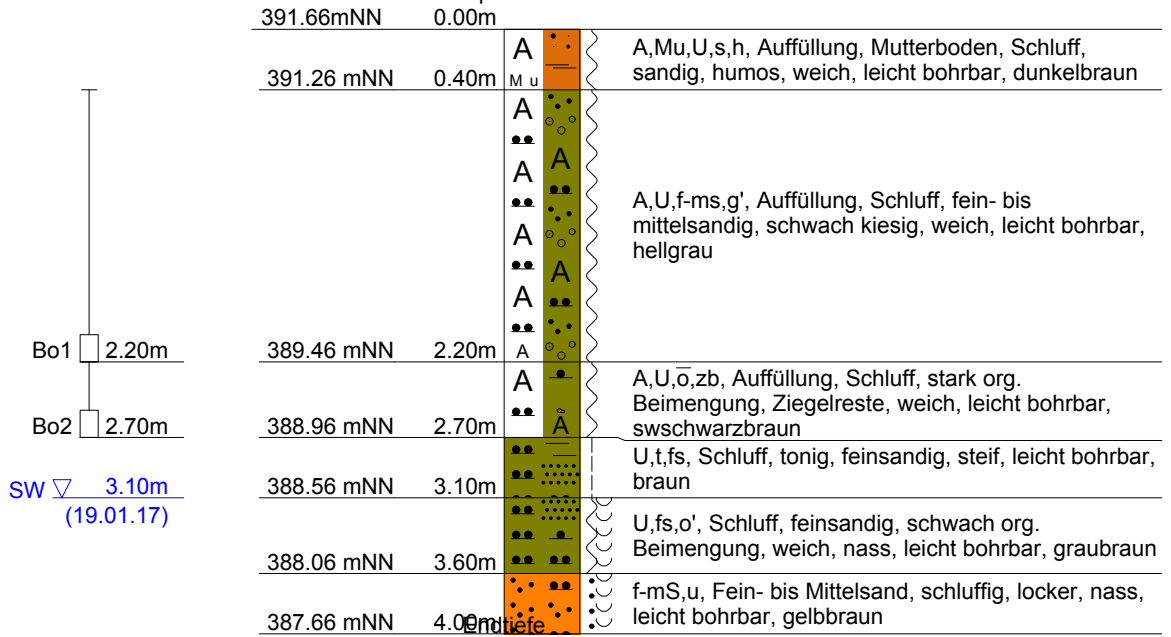




|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Geotechnisches Büro Geyer</b>      | Projekt : <b>Bahnbetriebsgelände Landshut</b> |
| Wollwirker gasse 7 - 93047 Regensburg | Projektnr.: <b>16/51</b> Datum : 19.01.2017   |
| Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169 | Maßstab : 1: 50 Anlage : 3.8                  |

## BS 8

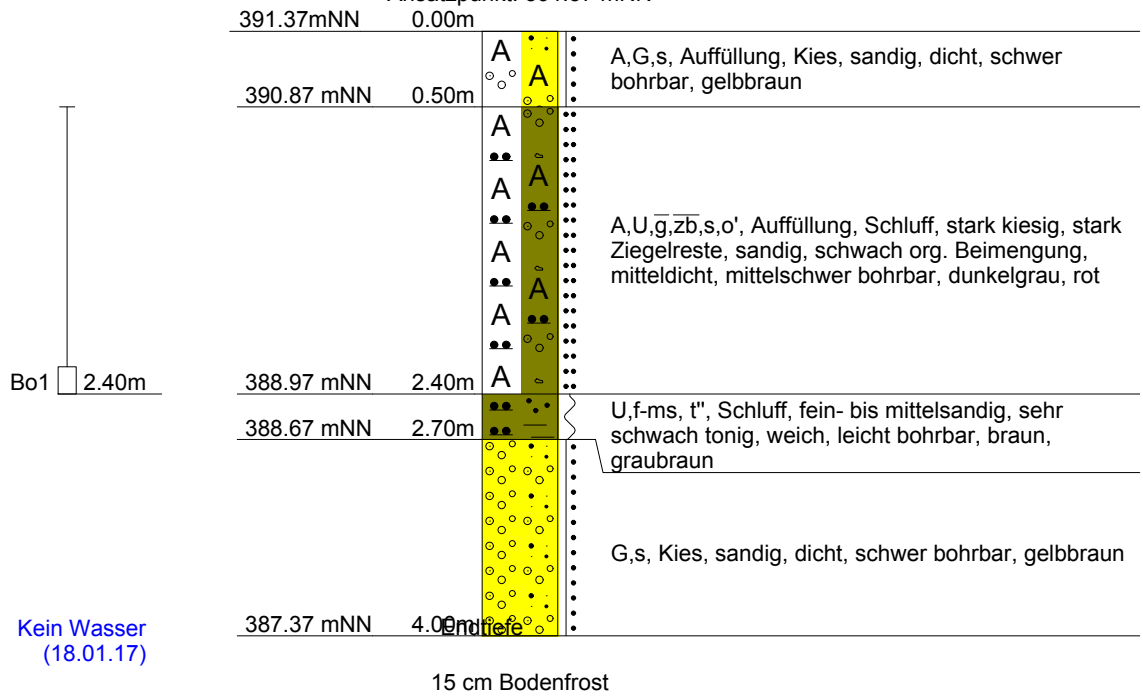
Ansatzpunkt: 391.66 mNN



|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Geotechnisches Büro Geyer</b>      | Projekt : <b>Bahnbetriebsgelände Landshut</b> |
| Wollwirker gasse 7 - 93047 Regensburg | Projektnr.: <b>16/51</b> Datum : 18.01.2017   |
| Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169 | Maßstab : 1: 50 Anlage : 3.9                  |

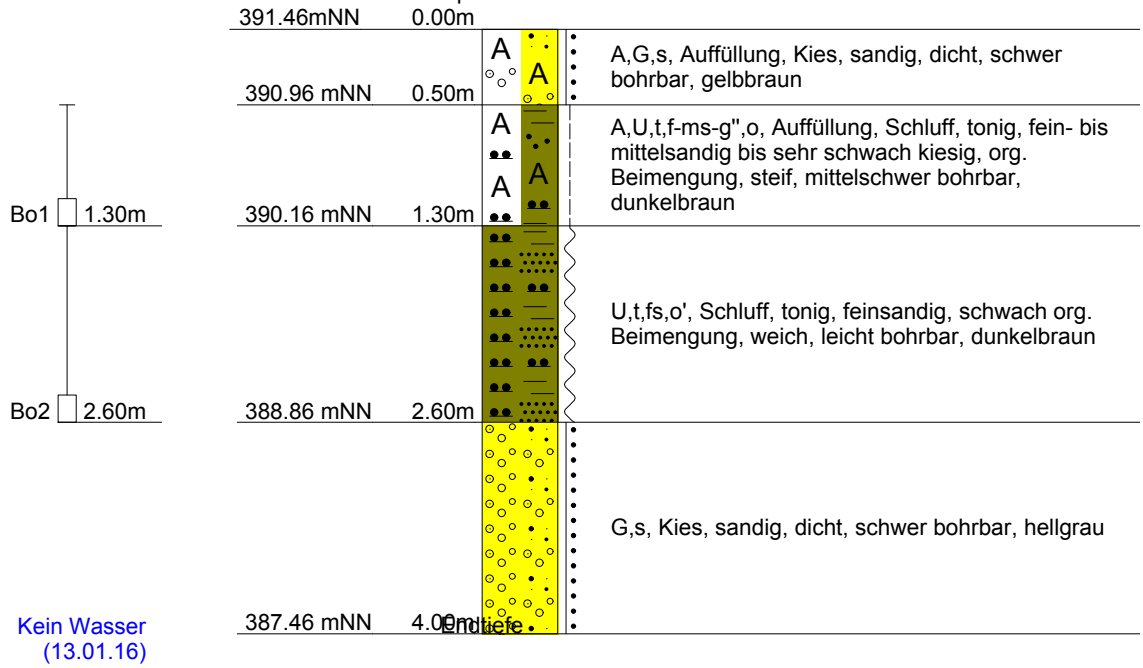
## BS 9

Ansatzpunkt: 391.37 mNN



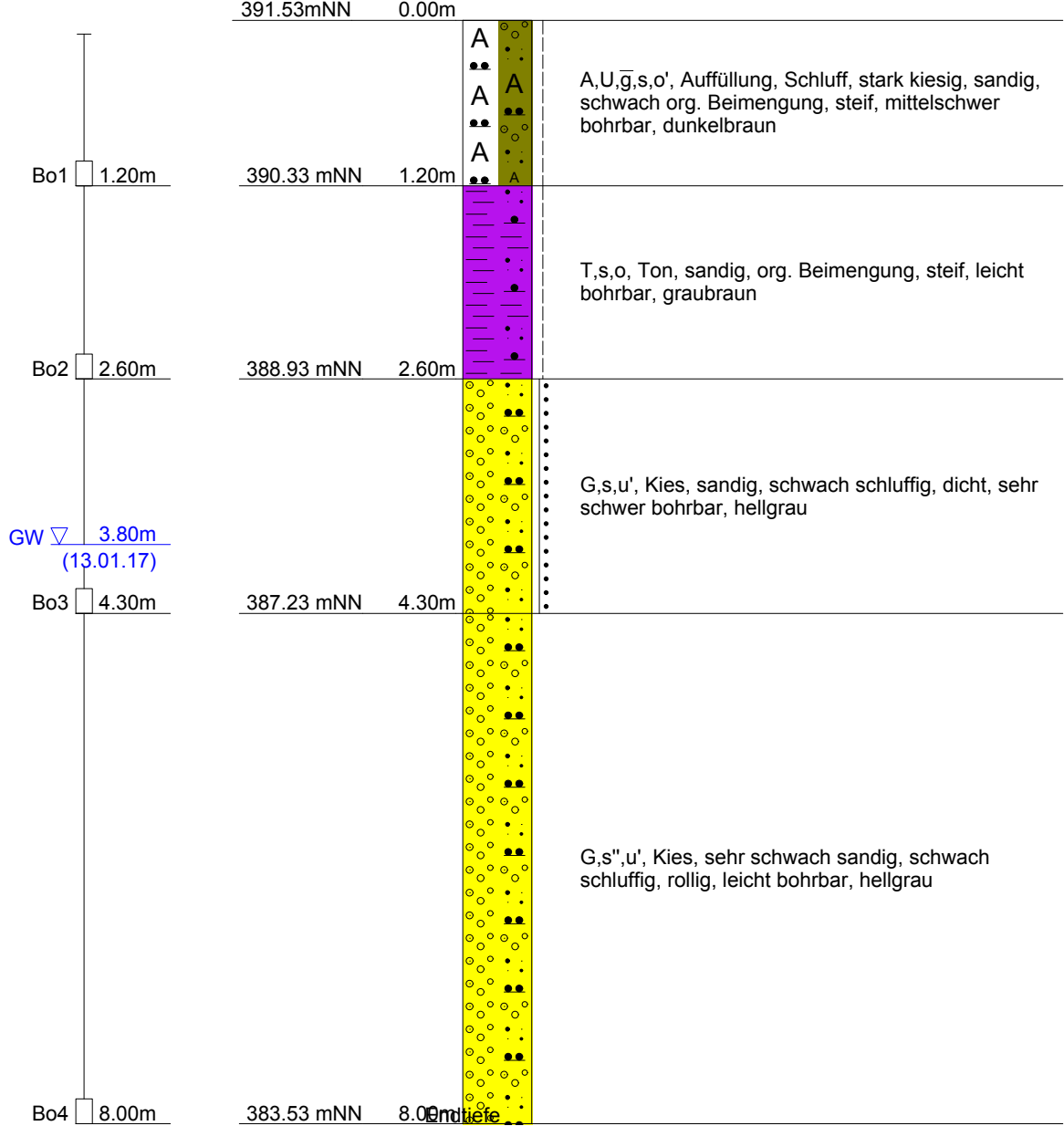
# BS 10

Ansatzpunkt: 391.46 mNN



# BS 11

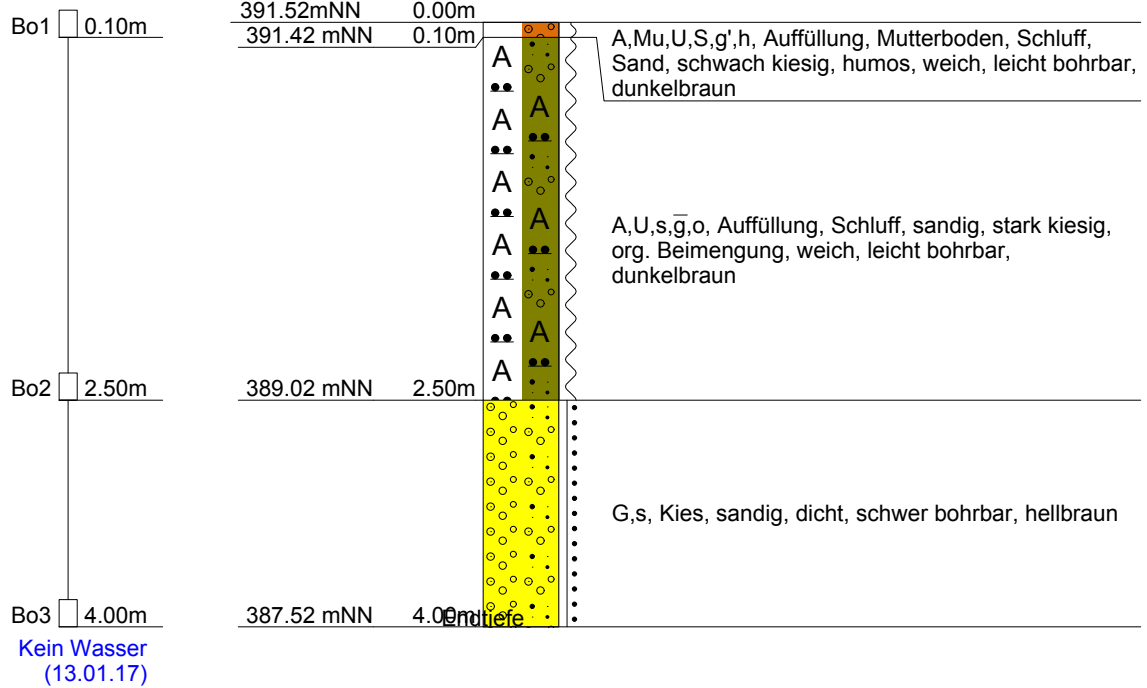
Ansatzpunkt: 391.53 mNN



|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Geotechnisches Büro Geyer</b>      | Projekt : <b>Bahnbetriebsgelände Landshut</b> |
| Wollwirker gasse 7 - 93047 Regensburg | Projektnr.: <b>16/51</b> Datum : 13.01.2017   |
| Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169 | Maßstab : 1: 50 Anlage : 3.12                 |

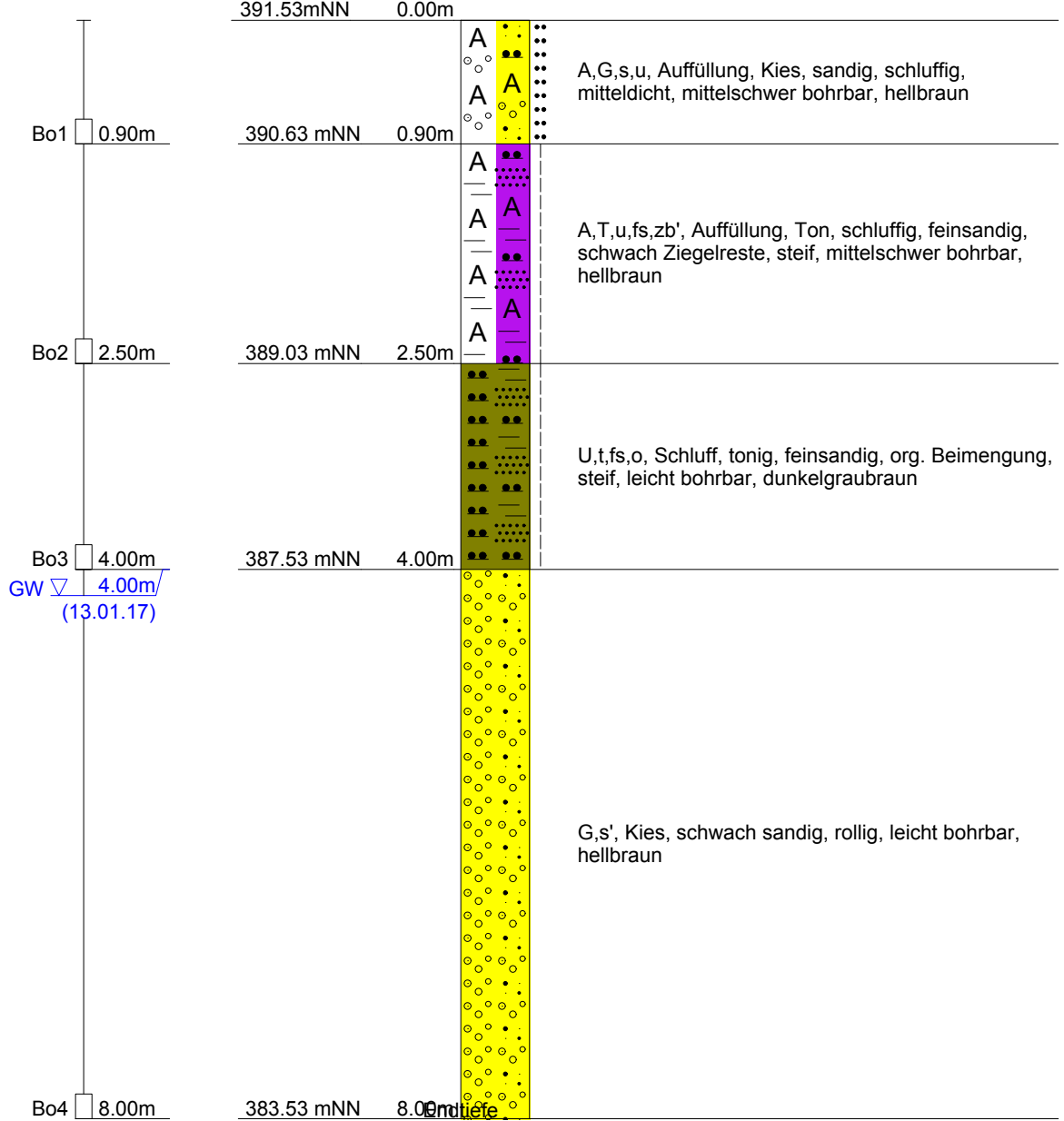
## BS 12

Ansatzpunkt: 391.52 mNN



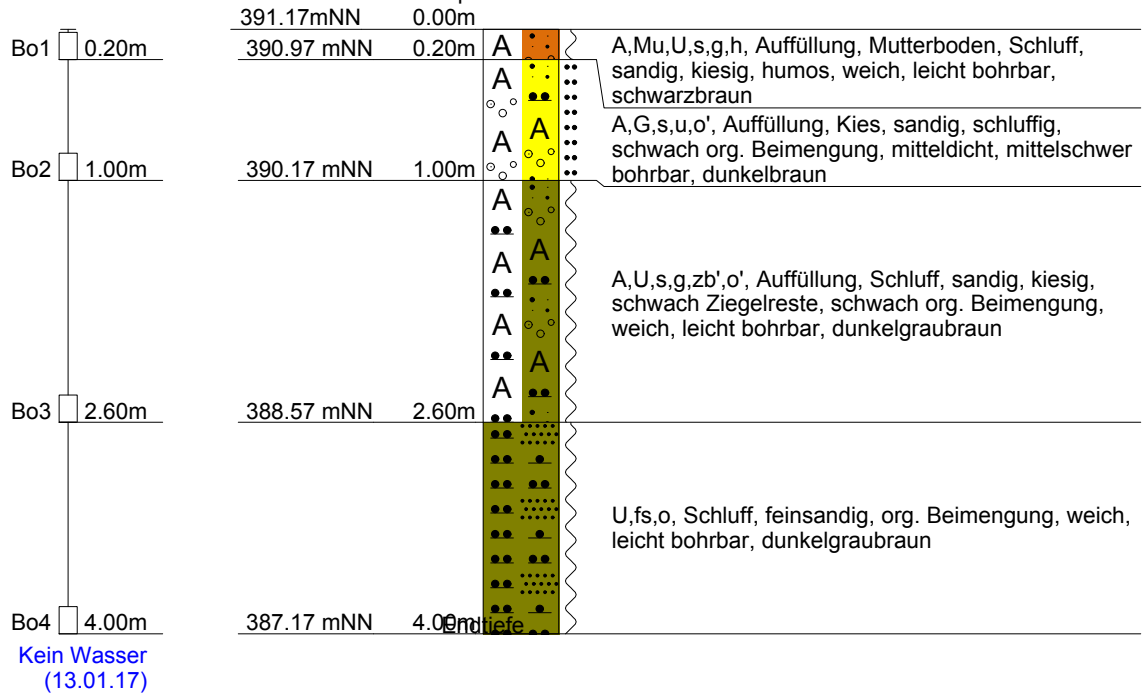
# BS 13

Ansatzpunkt: 391.53 mNN



## BS 14

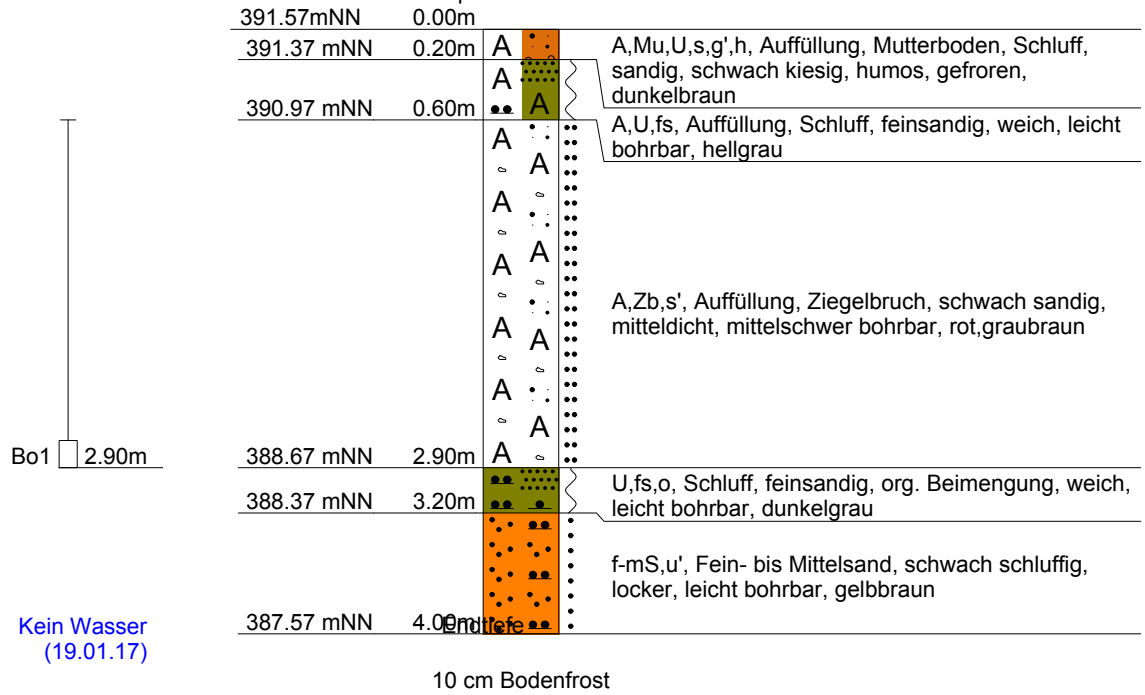
Ansatzpunkt: 391.17 mNN



|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Geotechnisches Büro Geyer</b>      | Projekt : <b>Bahnbetriebsgelände Landshut</b> |
| Wollwirker gasse 7 - 93047 Regensburg | Projektnr.: <b>16/51</b> Datum : 19.01.2017   |
| Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169 | Maßstab : 1: 50 Anlage : 3.15                 |

## BS 15

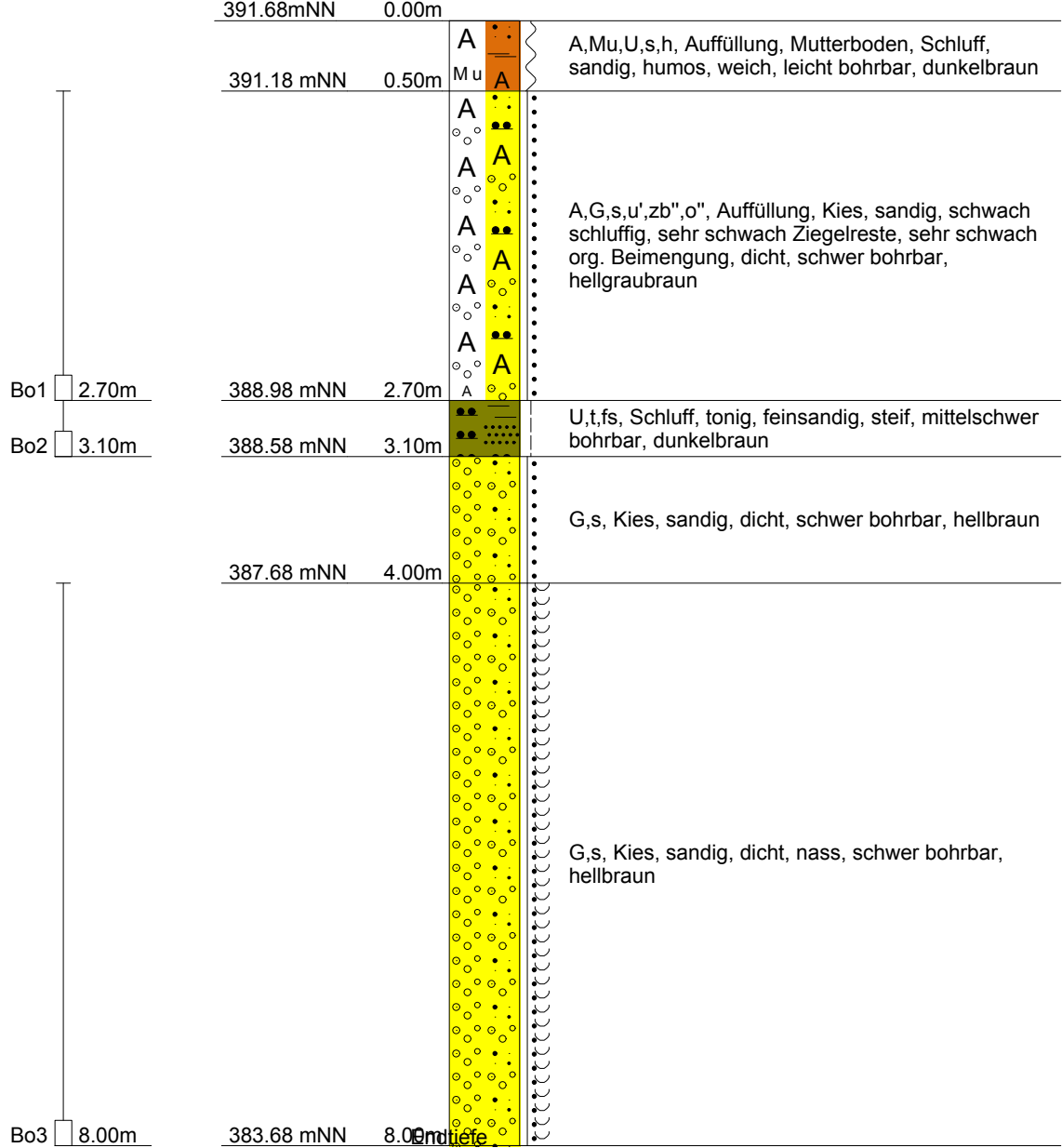
Ansatzpunkt: 391.57 mNN





## BS 16

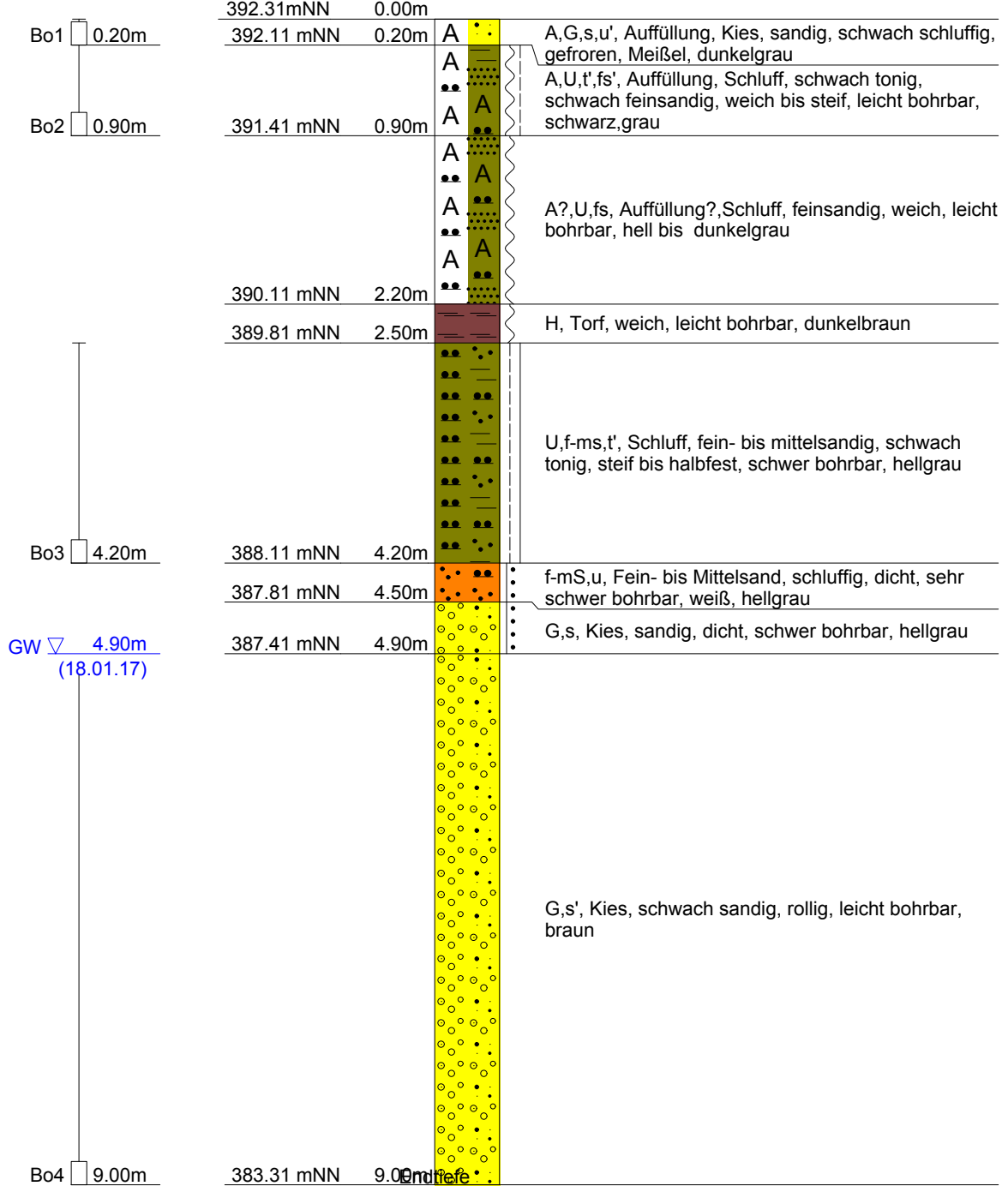
Ansatzpunkt: 391.68 mNN



Wasserstandsmessung nicht möglich

## BS 17

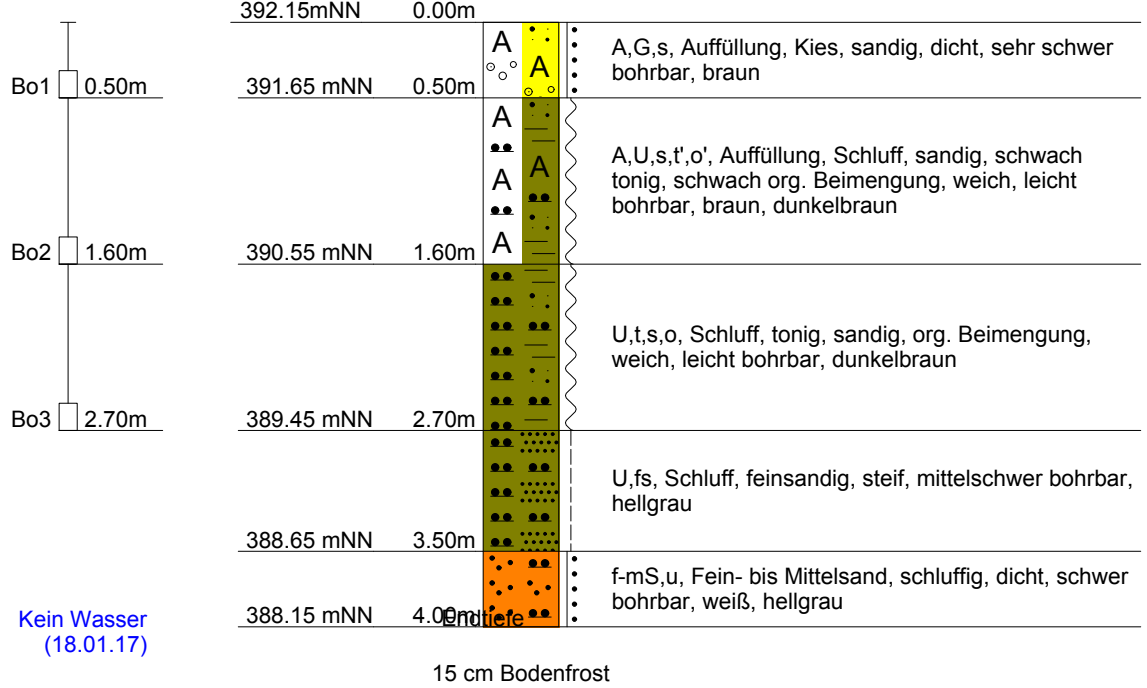
Ansatzpunkt: 392.31 mNN



15 cm Bodenfrost

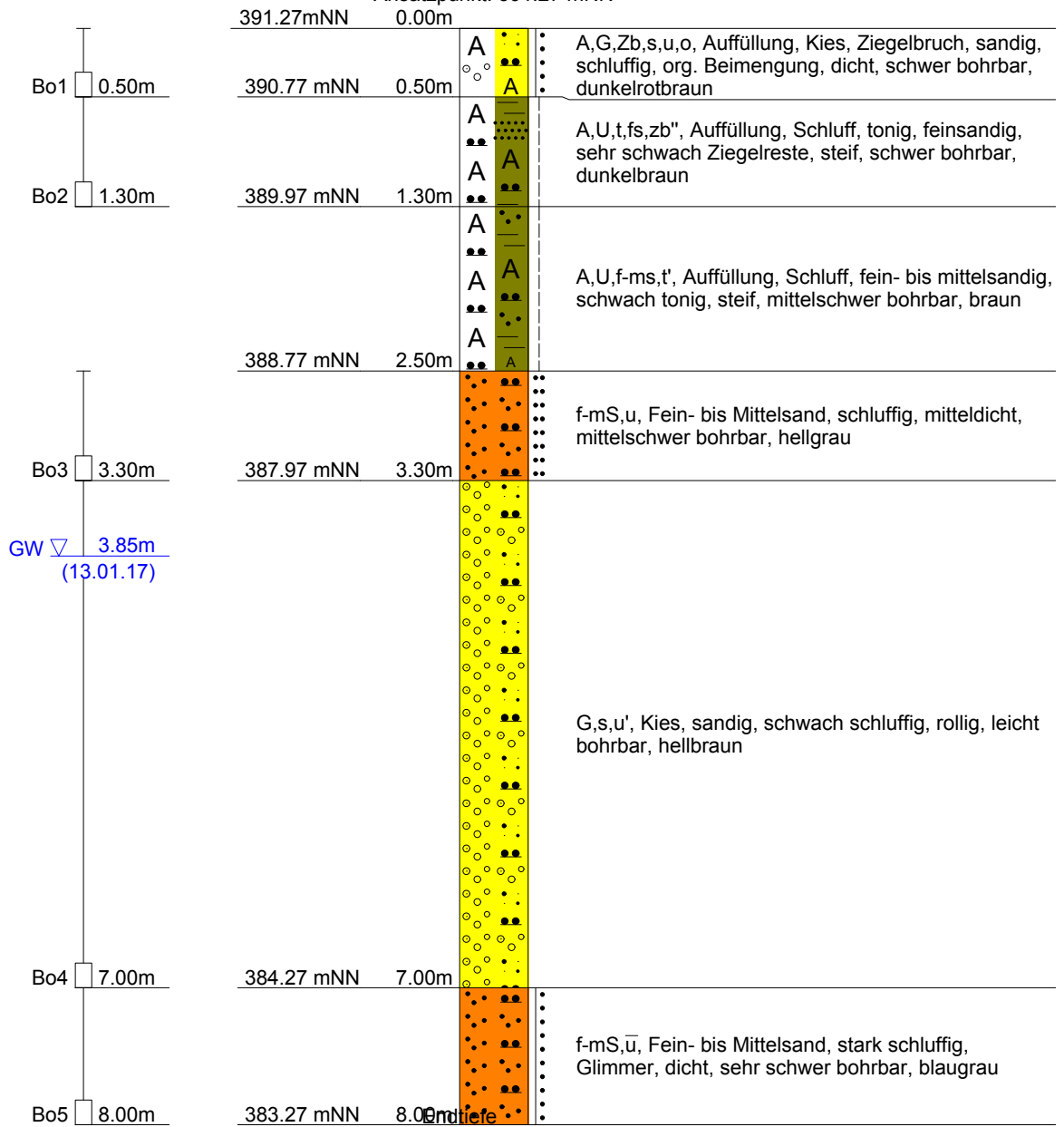
## BS 18

Ansatzpunkt: 392.15 mNN



## BS 19

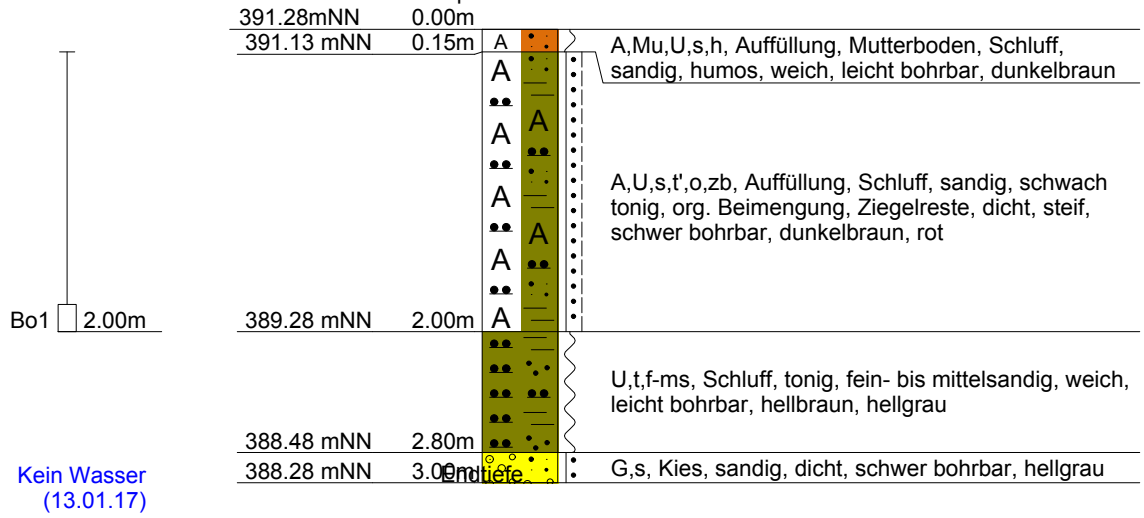
Ansatzpunkt: 391.27 mNN



|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Geotechnisches Büro Geyer</b>      | Projekt : <b>Bahnbetriebsgelände Landshut</b> |
| Wollwirker gasse 7 - 93047 Regensburg | Projektnr.: <b>16/51</b> Datum : 13.01.2017   |
| Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169 | Maßstab : 1: 50 Anlage : 3.20                 |

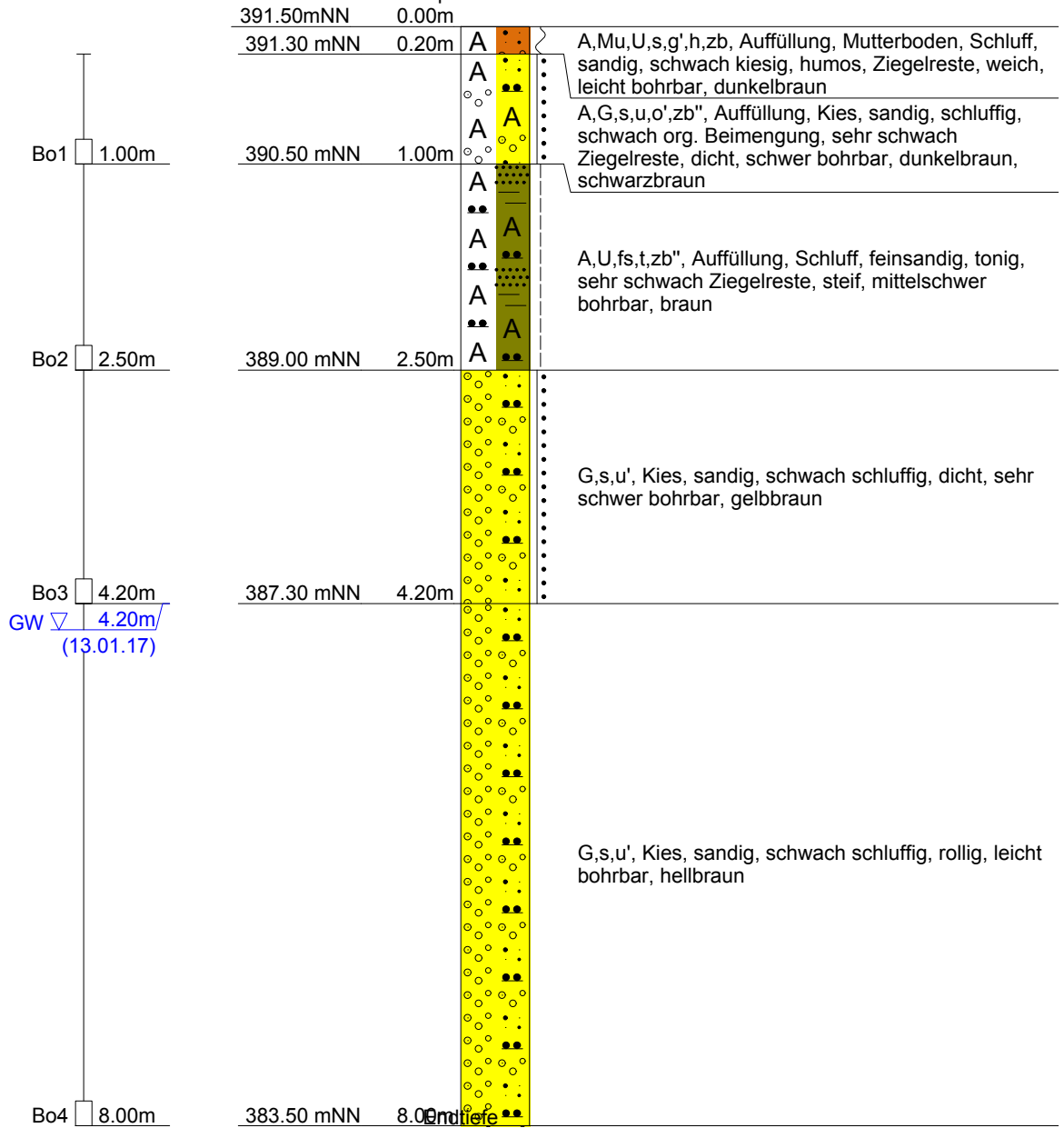
## BS 20

Ansatzpunkt: 391.28 mNN



# BS 21

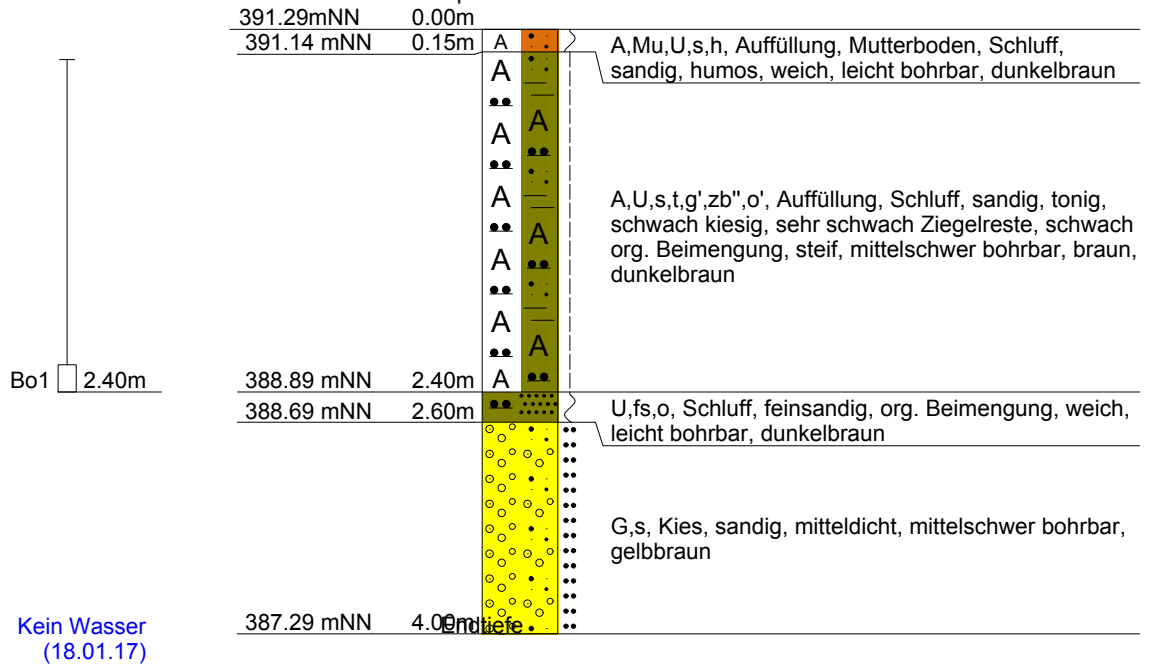
Ansatzpunkt: 391.50 mNN



|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Geotechnisches Büro Geyer</b>      | Projekt : <b>Bahnbetriebsgelände Landshut</b> |
| Wollwirkergrasse 7 - 93047 Regensburg | Projektnr.: <b>16/51</b> Datum : 18.01.2017   |
| Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169 | Maßstab : 1: 50 Anlage : 3.22                 |

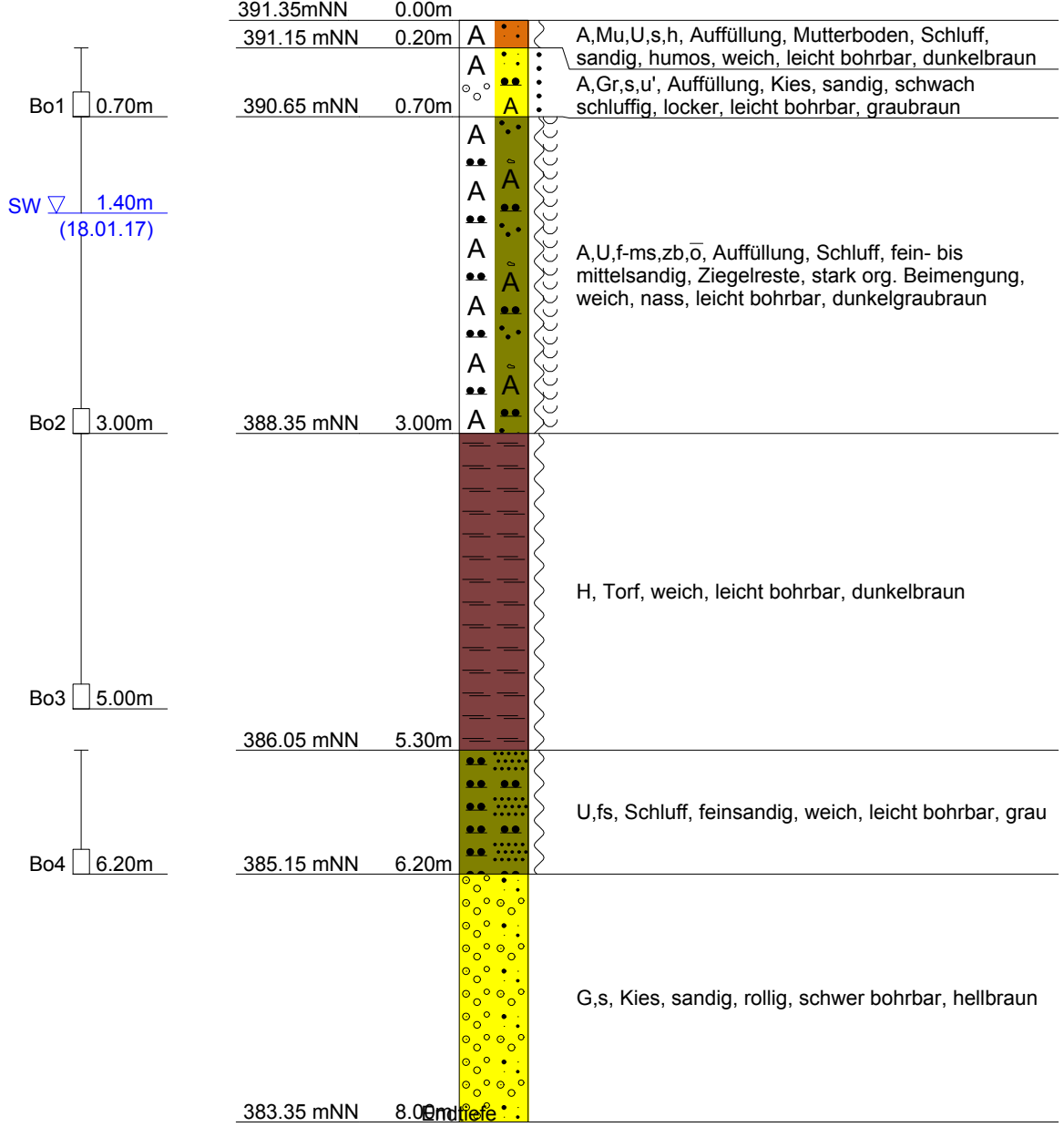
## BS 22

Ansatzpunkt: 391.29 mNN



# BS 23

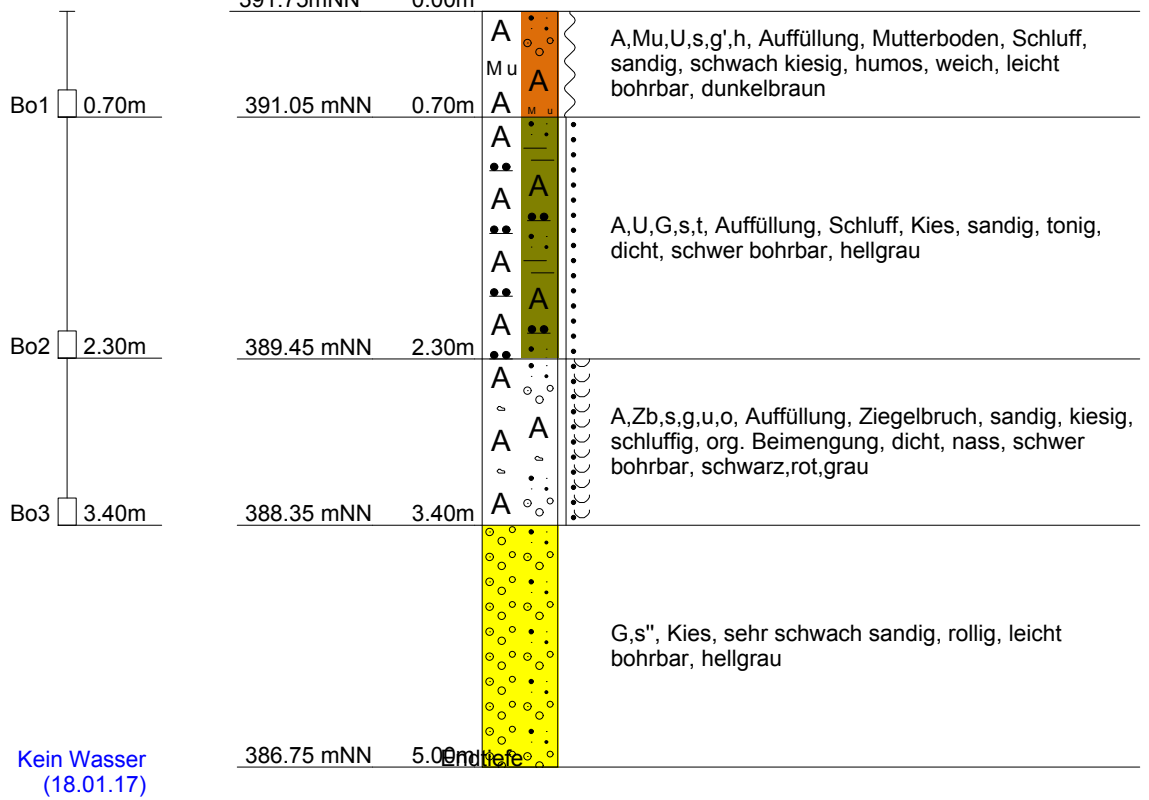
Ansatzpunkt: 391.35 mNN





# BS 24

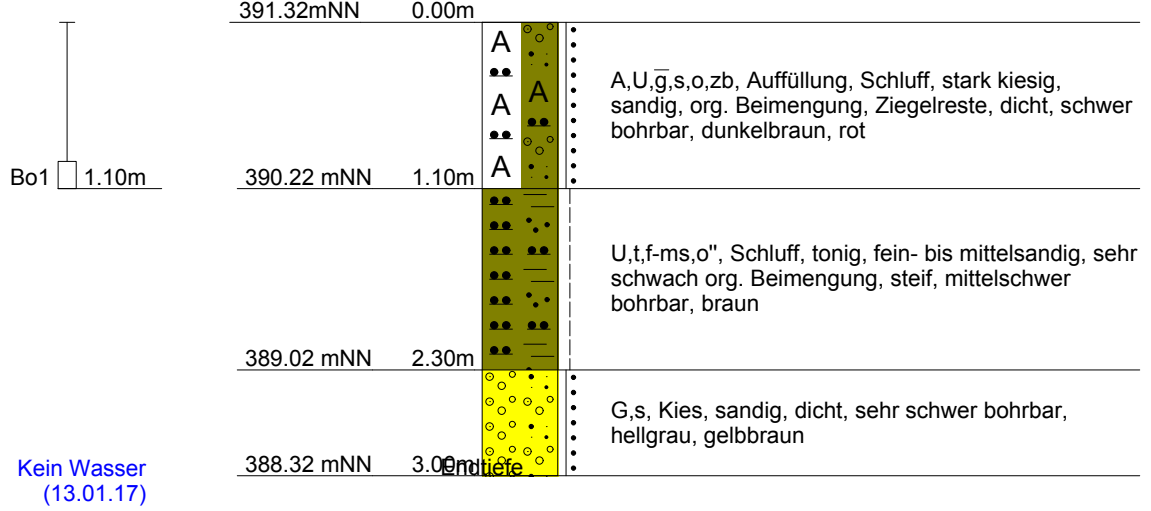
Ansatzpunkt: 391.75 mNN



|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Geotechnisches Büro Geyer</b>      | Projekt : <b>Bahnbetriebsgelände Landshut</b> |
| Wollwirnergasse 7 - 93047 Regensburg  | Projektnr.: <b>16/51</b> Datum : 13.01.2017   |
| Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169 | Maßstab : 1: 50 Anlage : 3.25                 |

## BS 25

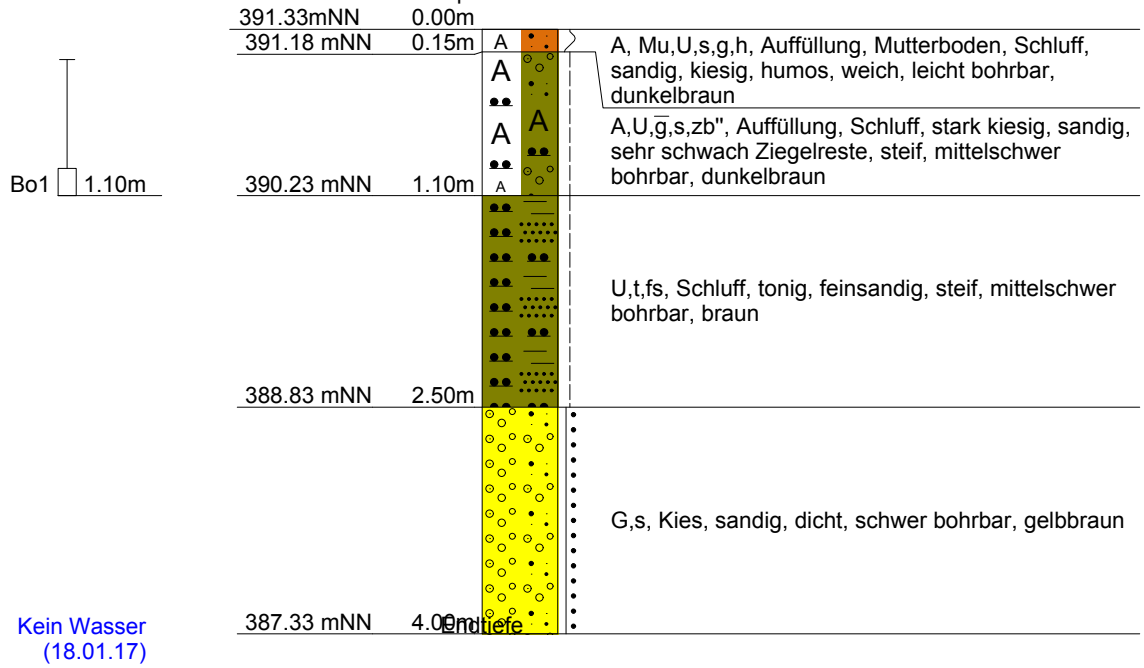
Ansatzpunkt: 391.32 mNN



|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Geotechnisches Büro Geyer</b>      | Projekt : <b>Bahnbetriebsgelände Landshut</b> |
| Wollwirker-gasse 7 - 93047 Regensburg | Projektnr.: <b>16/51</b> Datum : 18.01.2017   |
| Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169 | Maßstab : 1: 50 Anlage : 3.26                 |

## BS 26

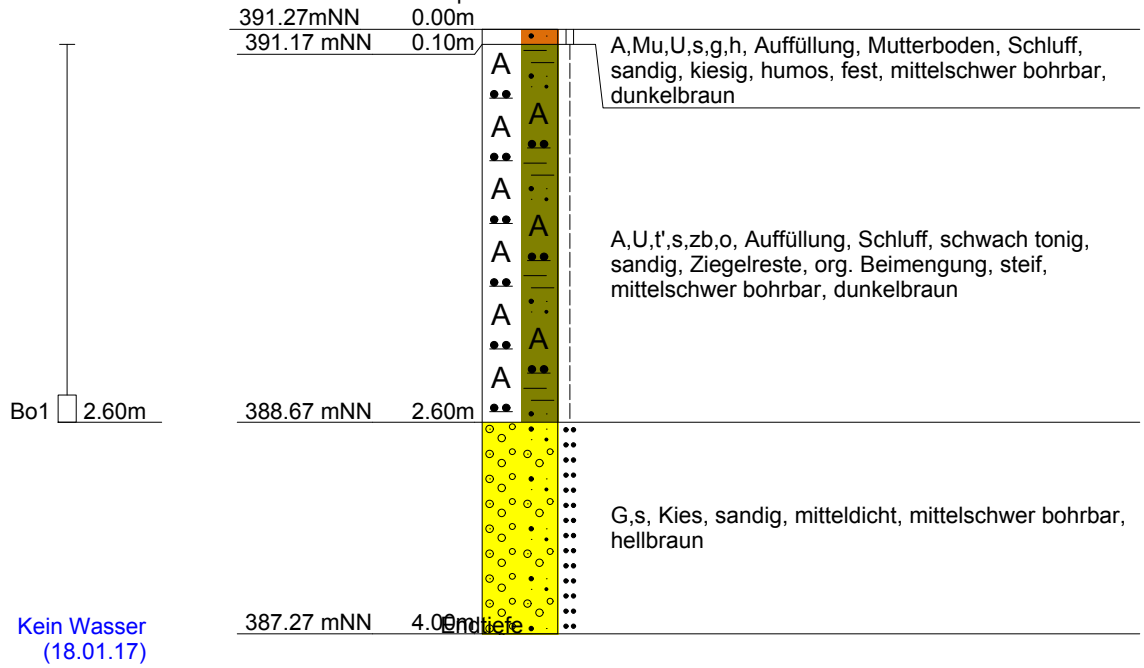
Ansatzpunkt: 391.33 mNN



|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Geotechnisches Büro Geyer</b>      | Projekt : <b>Bahnbetriebsgelände Landshut</b> |
| Wollwirker gasse 7 - 93047 Regensburg | Projektnr.: <b>16/51</b> Datum : 18.01.2017   |
| Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169 | Maßstab : 1: 50 Anlage : 3.27                 |

## BS 27

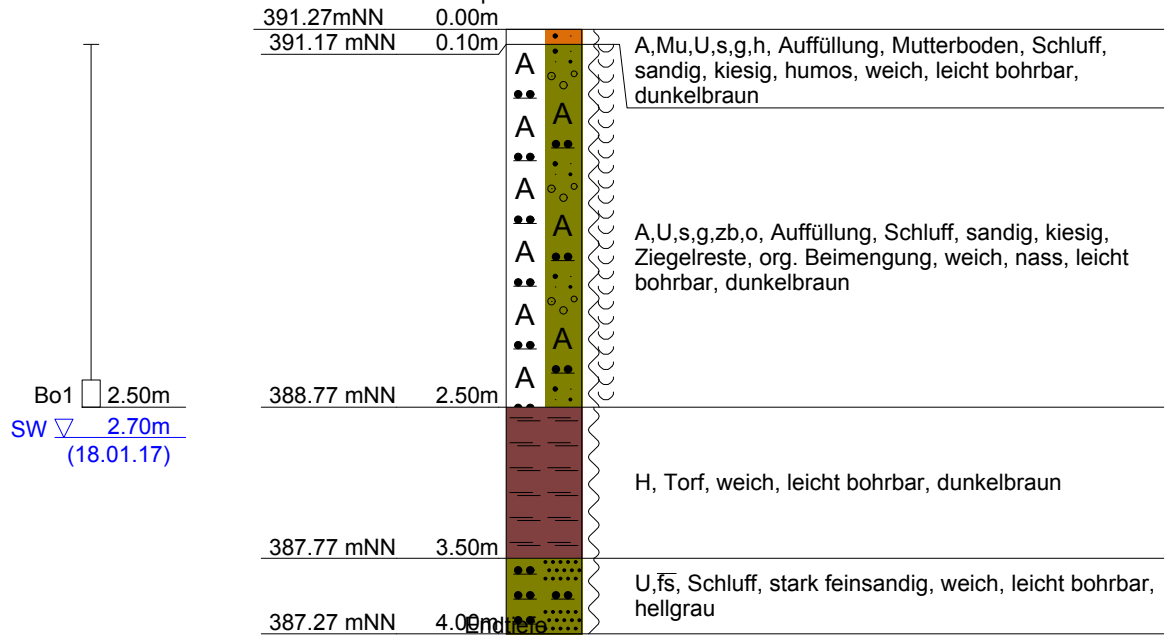
Ansatzpunkt: 391.27 mNN



|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Geotechnisches Büro Geyer</b>      | Projekt : <b>Bahnbetriebsgelände Landshut</b> |
| Wollwirker-gasse 7 - 93047 Regensburg | Projektnr.: <b>16/51</b> Datum : 18.01.2017   |
| Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169 | Maßstab : 1: 50 Anlage : 3.28                 |

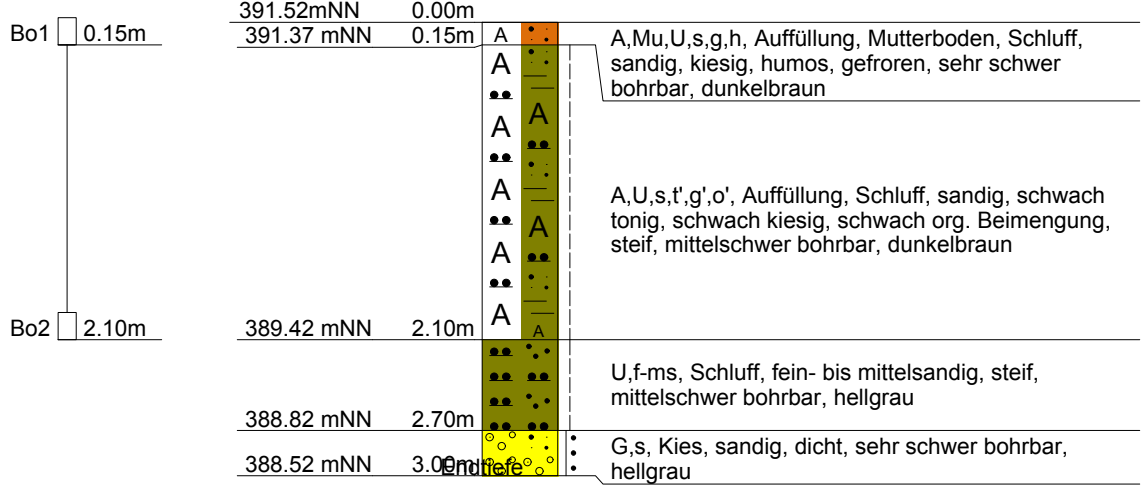
## BS 28

Ansatzpunkt: 391.27 mNN

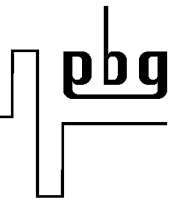


# BS 29

Ansatzpunkt: 391.52 mNN



10 cm Bodenfrost



## **Anlage 4**

### **Schurfprofile/Fotodokumentation**

(20 Seiten)

Geotechnisches Büro Geyer  
Wollwirkergasse 7 - 93047 Regensburg  
Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169

**Kopfblatt nach DIN 4022** zum Schichtenverzeichnis  
für Bohrungen  
Schurf

Archiv-Nr:  
Aktenzeichen:

Anlage: 4.0  
Bericht: 16/51

**1** Objekt Bahnbetriebsgelände  
Landshut

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: 14  
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

**2** Bohrung Nr. S 1 - 11

Zweck: Altlastenuntersuchung / Baugrundvoruntersuchung

Ort: Bahnbetriebsgelände Landshut

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts: Hoch:

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN

m

Ansatzpunktes b) zu

m

gleich Gelände

**3** Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

**4** Auftraggeber: Stadt Landshut - Altstadt 315 - 84028 Landshut

Fachaufsicht: gbg - Herr Geyer / Umweltamt Landshut - Herr Ruf

**5** Bohrunternehmen: Bagger: Th. Pöppel, Alberecht-Dürer-Str. 18 - 84032 Altdorf

gebohrt am: 13.01.2017

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr:

Geräteführer:Fritz Geyer

Qualifikation: Sachverständiger § 18 BBodSchG

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

**6** Bohrgerät Typ:

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

**7** Messungen und Tests im Bohrloch:

| <b>8</b> Probenübersicht: | Art - Behälter | Anzahl | Aufbewahrungsort             |
|---------------------------|----------------|--------|------------------------------|
| Bohrproben                | PE-Dose 0,5 l  | 22     | gbg / Wessling GmbH, Neuried |
| Bohrproben                | PE-Eimer 5 l   | 4      | gbg / Wessling GmbH, Neuried |
| Bohrproben                |                |        |                              |
| Sonderproben              |                |        |                              |
| Wasserproben              |                |        |                              |



|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>9 Bohrtechnik</b>                                      | BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben | BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme |
| <b>9.1 Kurzzeichen</b>                                    |  | BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung          |
| <b>9.1.1 Bohrverfahren</b>                                |  | BKF= BK mit fester Kernumhüllung               |
| <b>9.1.1.1 Art:</b>                                       | BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben              | ... =  |
| BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben | BS = Sondierbohrungen  |  |
| ... =   | ... =  |  |

|                       |                  |                    |
|-----------------------|------------------|--------------------|
| <b>9.1.1.2 Lösen:</b> | ram = rammend    | schlag = schlagend |
| rot = drehend         | druck = drückend | greif = greifend   |

|                           |                     |                    |       |
|---------------------------|---------------------|--------------------|-------|
| <b>9.1.2 Bohrwerkzeug</b> | HK = Hohlkrone      | Schn = Schnecke    | ... = |
| <b>9.1.2.1 Art:</b>       | VK = Vollkrone      | Spi = Spirale      | ... = |
| EK = Einfachkernrohr      | H = Hartmetallkrone | Kis = Kiespumpe    | ... = |
| DK = Doppelkernrohr       | D = Diamantkrone    | Ven = Ventilbohrer |       |
| TK = Dreifachkernrohr     | Gr = Greifer        | Mei = Meißel       |       |
| S = Seilkernrohr          | Schap = Schappe     | SN = Sonde         |       |

|                         |              |                |
|-------------------------|--------------|----------------|
| <b>9.1.2.2 Antrieb:</b> | HA = Hand    | DR = Druckluft |
| G = Gestänge            | F = Freifall | HY = Hydraulik |
| SE = Seil               | V = Vibro    |                |

|                           |                  |               |
|---------------------------|------------------|---------------|
| <b>9.1.2.3 Spülhilfe:</b> | SS = Sole        | d = direkt    |
| WS= Wasser                | DS = Dickspülung | id = indirekt |
| LS = Luft                 | Sch = Schaum     |               |

| 9.2 Bohrtechnische Tabellen         |   |                      |       |                     |  |  |  |                             |  |  |             |
|-------------------------------------|---|----------------------|-------|---------------------|--|--|--|-----------------------------|--|--|-------------|
| Tiefe in m<br>Bohrlänge in m<br>von |   | Bohrverfahren<br>Art |       | Bohrwerkzeug<br>Art |  |  |  | Verrohrung<br>Außen<br>ø mm |  |  | Bemerkungen |
| bis                                 |   | Lösen                |       | Antrieb             |  |  |  | Innen<br>ø mm               |  |  |             |
| 0                                   | 1 | Bagger               | greif |                     |  |  |  |                             |  |  |             |
|                                     |   |                      |       |                     |  |  |  |                             |  |  |             |
|                                     |   |                      |       |                     |  |  |  |                             |  |  |             |
|                                     |   |                      |       |                     |  |  |  |                             |  |  |             |
|                                     |   |                      |       |                     |  |  |  |                             |  |  |             |
|                                     |   |                      |       |                     |  |  |  |                             |  |  |             |

| 9.3 Bohrkronen |     |                | 9.4 Geräteführer-Wechsel |    |                            |         |       |                                    |  |       |
|----------------|-----|----------------|--------------------------|----|----------------------------|---------|-------|------------------------------------|--|-------|
| 1              | Nr: | ø Außen/Innen: | /                        | Nr | Datum<br>Tag/Monat<br>Jahr | Uhrzeit | Tiefe | Name<br>Geräteführer<br>für Ersatz |  | Grund |
| 2              | Nr: | ø Außen/Innen: | /                        | 1  |                            |         |       |                                    |  |       |
| 3              | Nr: | ø Außen/Innen: | /                        | 2  |                            |         |       |                                    |  |       |
| 4              | Nr: | ø Außen/Innen: | /                        | 3  |                            |         |       |                                    |  |       |
| 5              | Nr: | ø Außen/Innen: | /                        | 4  |                            |         |       |                                    |  |       |
| 6              | Nr: | ø Außen/Innen: | /                        |    |                            |         |       |                                    |  |       |

**10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau**

Wasser erstmals angetroffen bei \_\_\_\_\_ m, Anstieg bis \_\_\_\_\_ m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstandgleich Ansatzpunkt bei \_\_\_\_\_ m Bohrtiefe

Verfüllung: 0 \_\_\_\_\_ m bis ET \_\_\_\_\_ m Art: Baggergut von: \_\_\_\_\_ m bis: \_\_\_\_\_ m Art:

| Nr | Filterrohr |       |      | Filterschüttung |       |       |            | Sperrschicht |       |     | OK Peilrohr<br>m über/unter<br>Ansatzpunkt |
|----|------------|-------|------|-----------------|-------|-------|------------|--------------|-------|-----|--|
|    | von m      | bis m | ø mm | Art             | von m | bis m | Körnung mm | von m        | bis m | Art |  |
|    |            |       |      |                 |       |       |            |              |       |     |  |
|    |            |       |      |                 |       |       |            |              |       |     |  |
|    |            |       |      |                 |       |       |            |              |       |     |  |

**11 Sonstige Angaben**

Datum: 25.01.2017      Firmenstempel: gbg      Unterschrift: \_\_\_\_\_

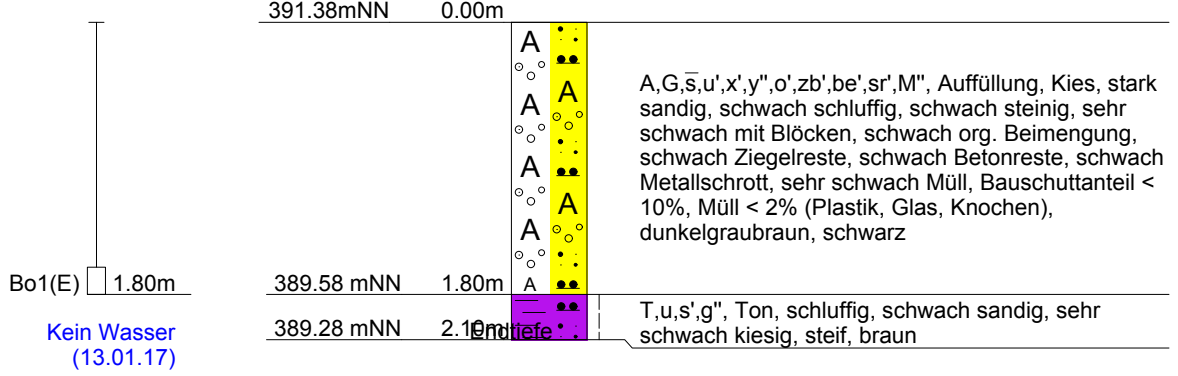
DC

Zeichenerklärung Bohrprofile siehe Anlage 3.0

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Geotechnisches Büro Geyer</b>      | Projekt : <b>Bahnbetriebsgelände Landshut</b> |
| Wollwirker gasse 7 - 93047 Regensburg | Projektnr.: <b>16/51</b> Datum : 13.01.2017   |
| Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169 | Maßstab : 1: 50 Anlage : 4.1                  |

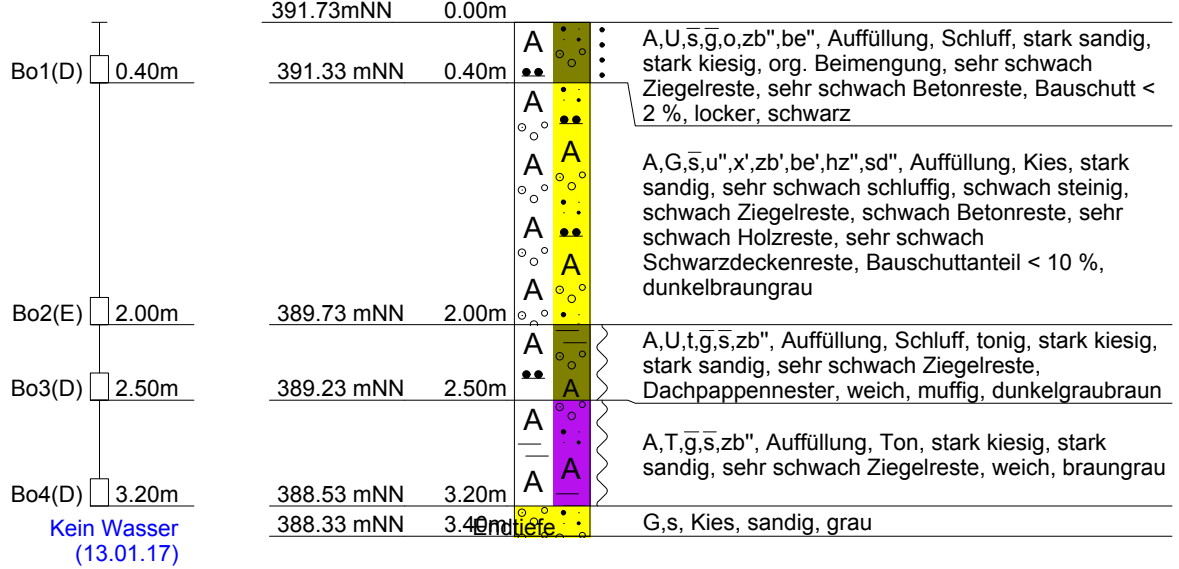
# S 1

Ansatzpunkt: 391.38 mNN



## S 2

Ansatzpunkt: 391.73 mNN

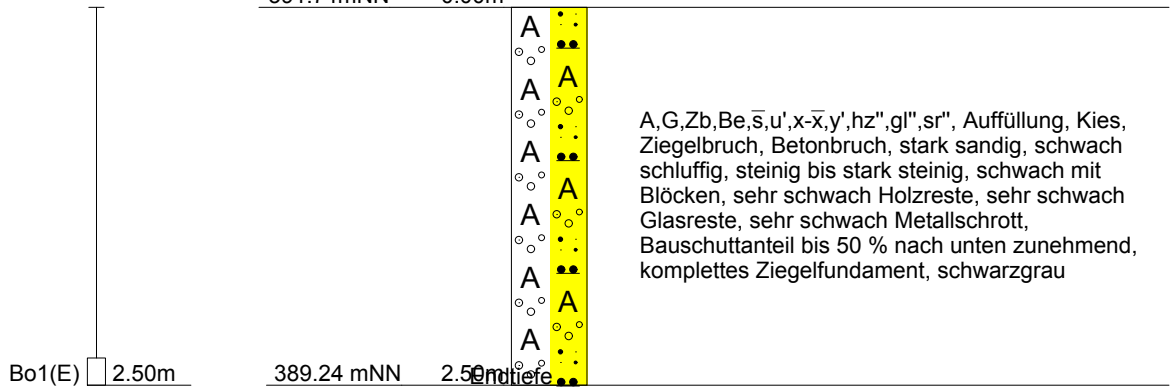


|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Geotechnisches Büro Geyer</b>      | Projekt : <b>Bahnbetriebsgelände Landshut</b> |
| Wollwirkergrasse 7 - 93047 Regensburg | Projektnr.: <b>16/51</b> Datum : 13.01.2017   |
| Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169 | Maßstab : 1: 50 Anlage : 4.3                  |

### S 3

Ansatzpunkt: 391.74 mNN

391.74mNN 0.00m



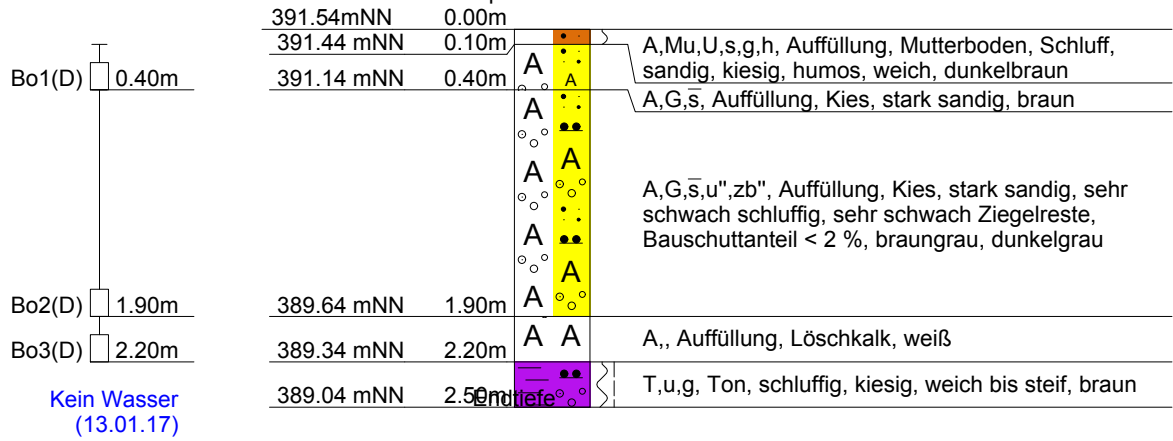
Kein Wasser  
(13.01.17)

Abbruch, kein Weiterkommen aufgrund Bauschuttblöcke  
Schurf stürzt ein

|   |   |
|---|---|
| <b>Geotechnisches Büro Geyer</b>        | Projekt : <b>Bahnbetriebsgelände Landshut</b> |
| Wollwirkergergasse 7 - 93047 Regensburg | Projektnr.: <b>16/51</b> Datum : 13.01.2017   |
| Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169   | Maßstab : 1: 50 Anlage : 4.4                  |

## S 4

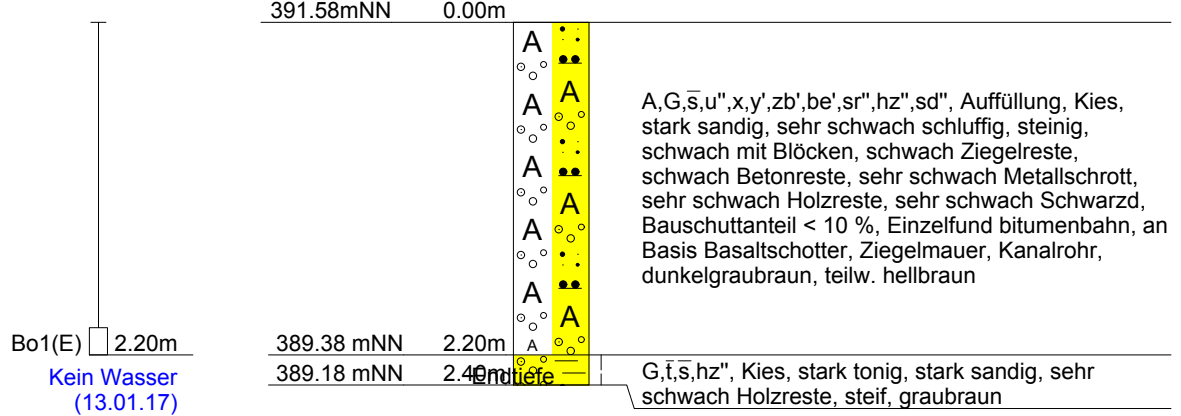
Ansatzpunkt: 391.54 mNN



|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Geotechnisches Büro Geyer</b>      | Projekt : <b>Bahnbetriebsgelände Landshut</b> |
| Wollwirkergrasse 7 - 93047 Regensburg | Projektnr.: <b>16/51</b> Datum : 13.01.2017   |
| Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169 | Maßstab : 1: 50 Anlage : 4.5                  |

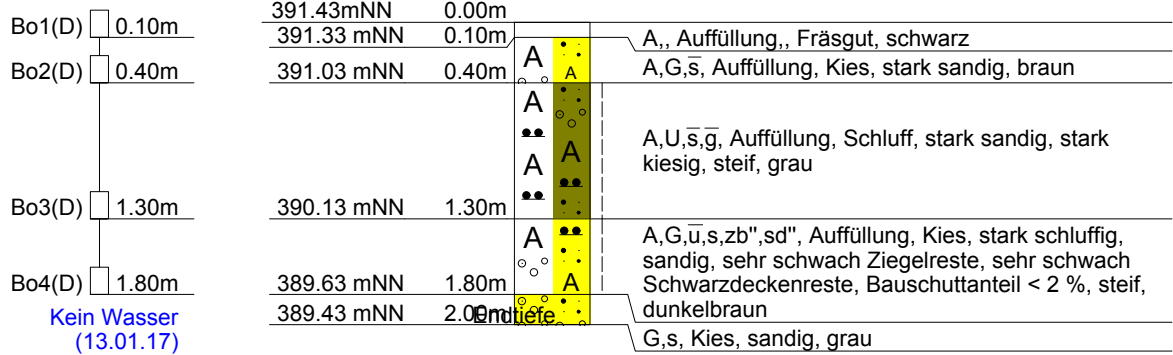
## S 5

Ansatzpunkt: 391.58 mNN



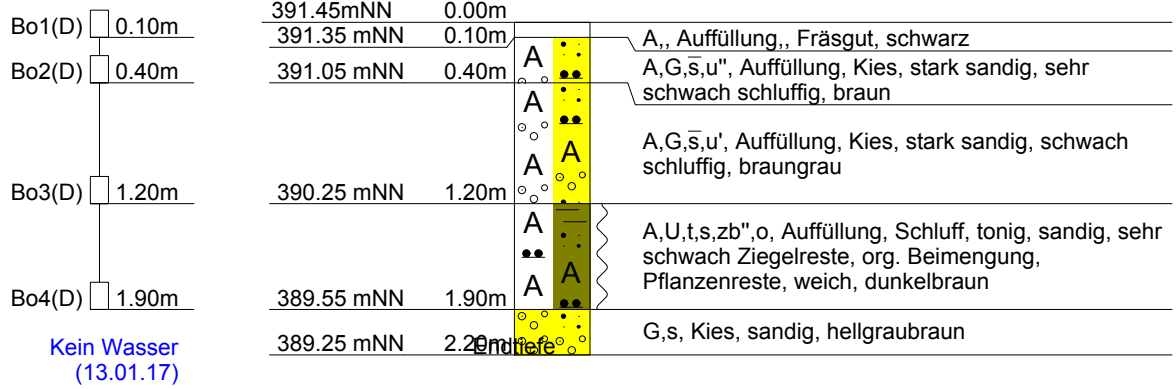
## S 6

Ansatzpunkt: 391.43 mNN



# S 7

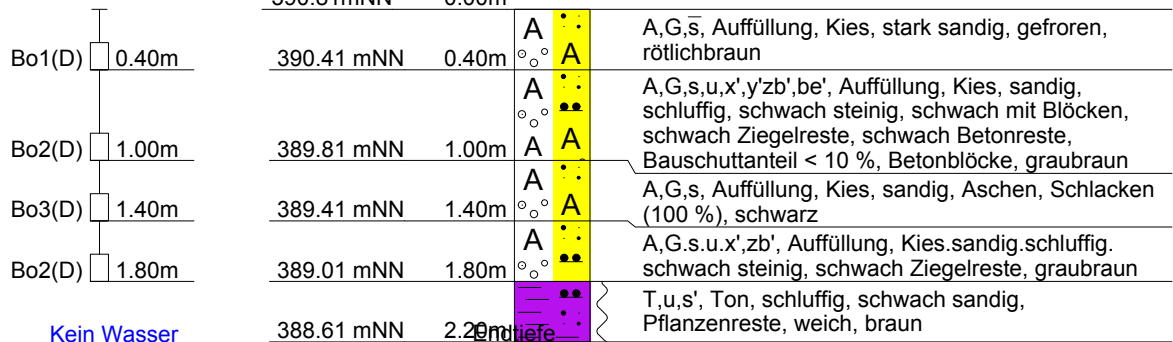
Ansatzpunkt: 391.45 mNN





## S 8

Ansatzpunkt: 390.81 mNN

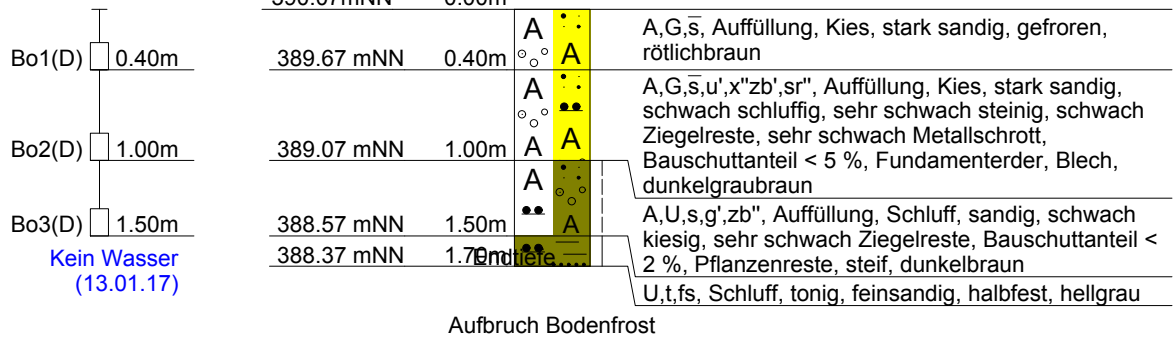


Aufbruch Bodenfrost

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Geotechnisches Büro Geyer</b>      | Projekt : <b>Bahnbetriebsgelände Landshut</b> |
| Wollwirnergasse 7 - 93047 Regensburg  | Projektnr.: <b>16/51</b> Datum : 13.01.2017   |
| Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169 | Maßstab : 1: 50 Anlage : 4.9                  |

## S 9

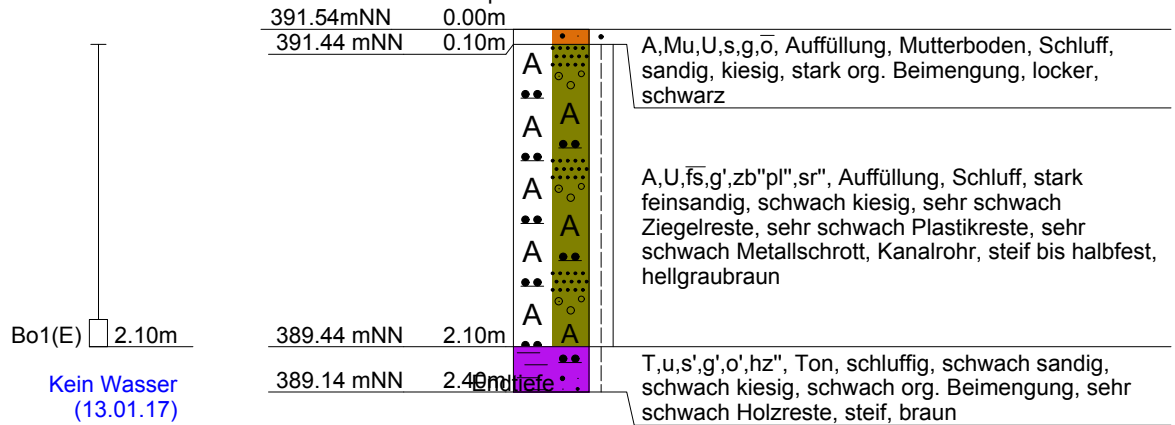
Ansatzpunkt: 390.07 mNN



|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Geotechnisches Büro Geyer</b>      | Projekt : <b>Bahnbetriebsgelände Landshut</b> |
| Wollwirkergrasse 7 - 93047 Regensburg | Projektnr.: <b>16/51</b> Datum : 13.01.2017   |
| Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169 | Maßstab : 1: 50 Anlage : 4.10                 |

# S 10

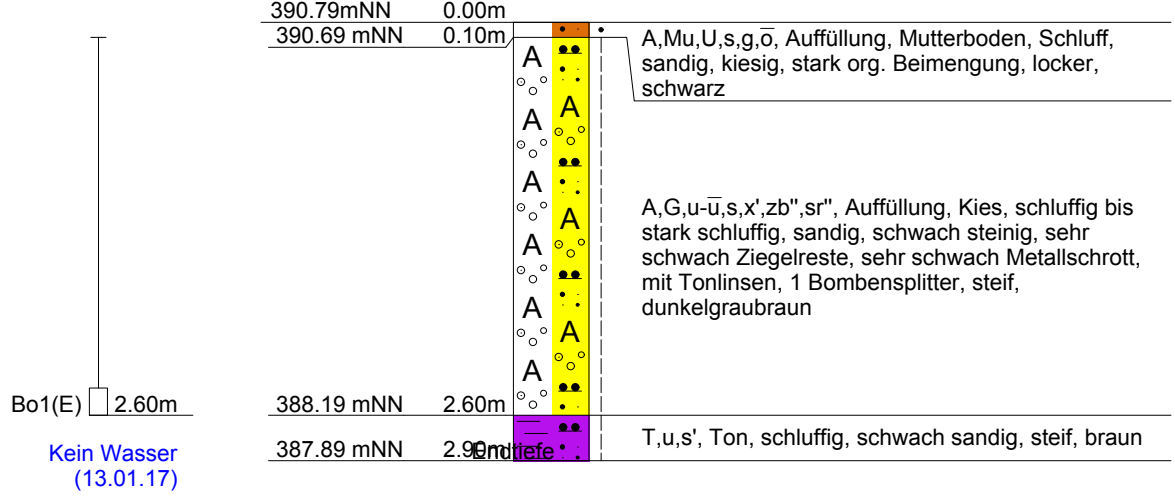
Ansatzpunkt: 391.54 mNN



|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Geotechnisches Büro Geyer</b>      | Projekt : <b>Bahnbetriebsgelände Landshut</b> |
| Wollwirker gasse 7 - 93047 Regensburg | Projektnr.: <b>16/51</b> Datum : 13.01.2017   |
| Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169 | Maßstab : 1: 50 Anlage : 4.11                 |

# S 11

Ansatzpunkt: 390.79 mNN



## Fotodokumentation Schürfe

### Schurf 1



## Fotodokumentation Schürfe

### Schurf 2



## Fotodokumentation Schürfe

### Schurf 3



## Fotodokumentation Schürfe

### Schurf 4



### Schurf 5





## Fotodokumentation Schürfe

### Schurf 6



### Schurf 7



## Fotodokumentation Schürfe

### Schurf 8



### Schurf 9



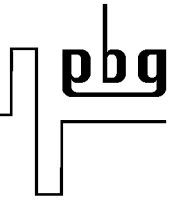
**Fotodokumentation Schürfe**

**Schurf 10**



**Schurf 11**



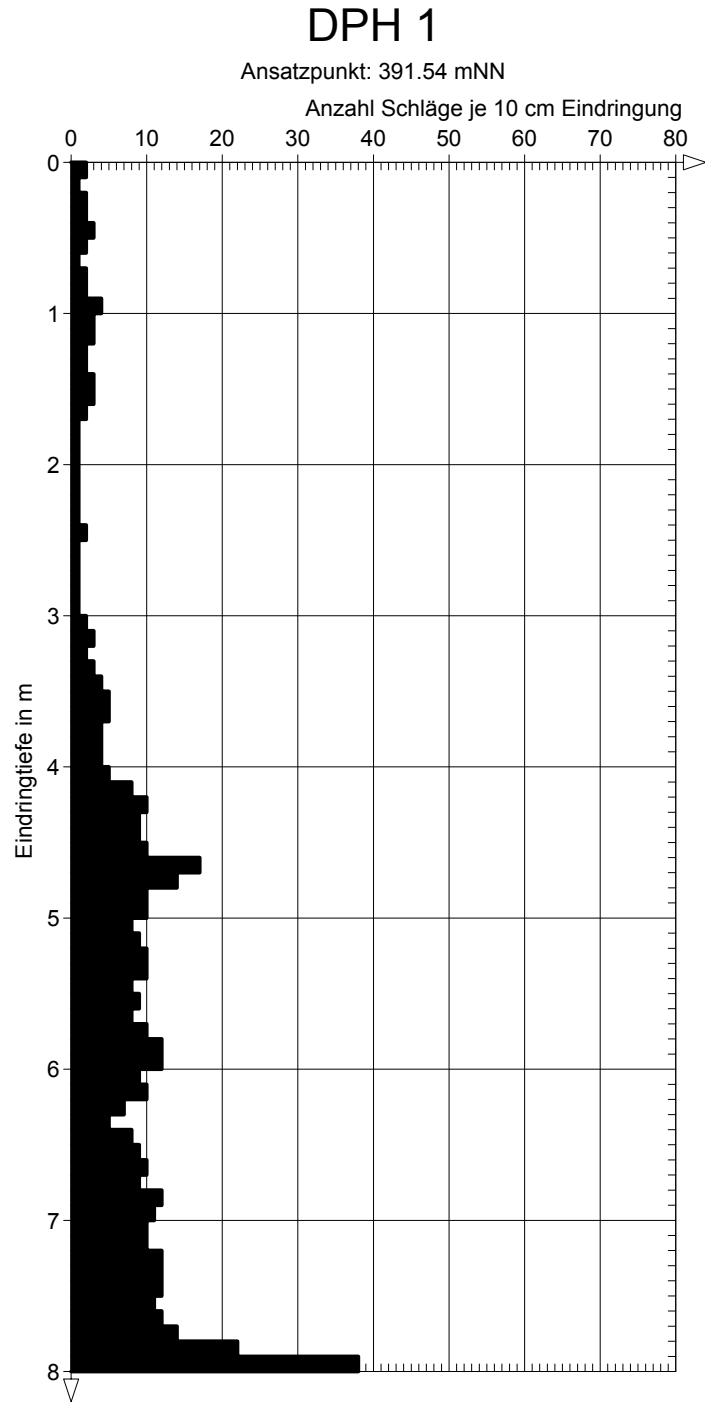


## **Anlage 5**

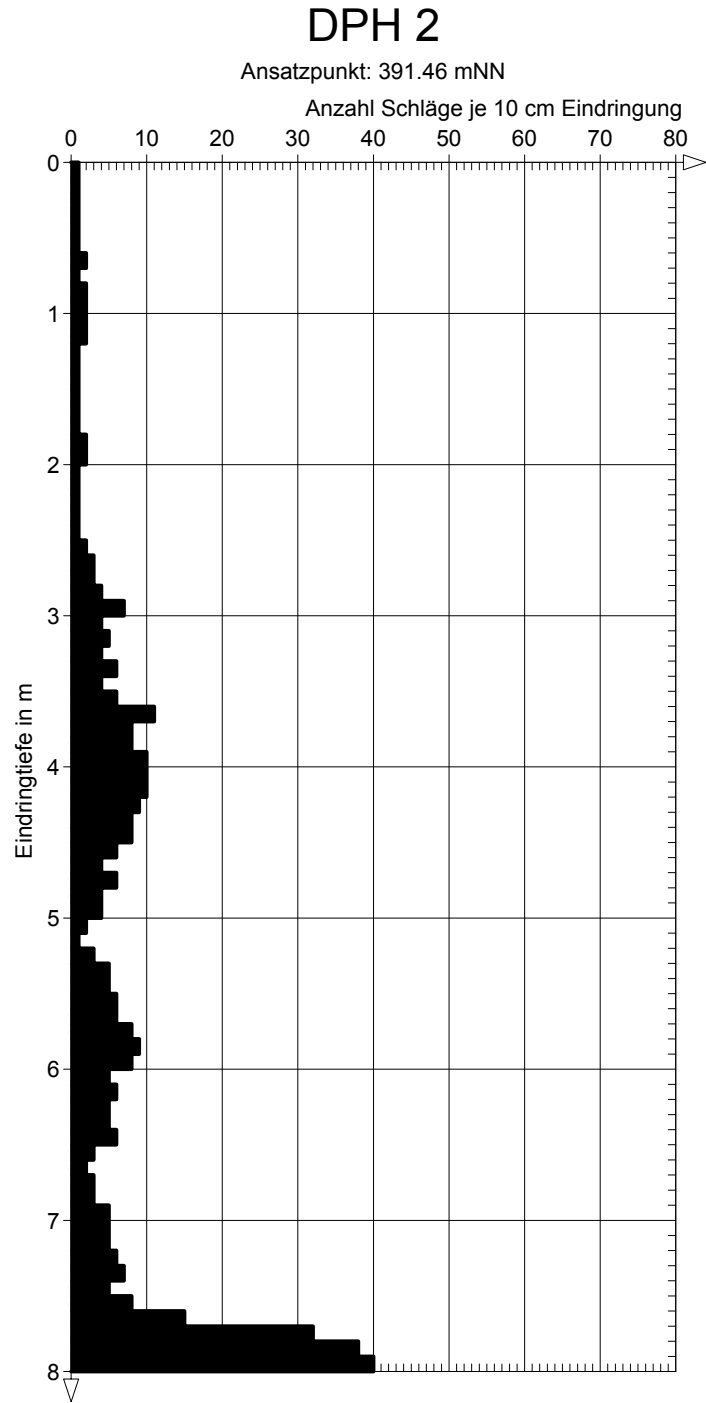
### **Rammdiagramme**

(4 Seiten)

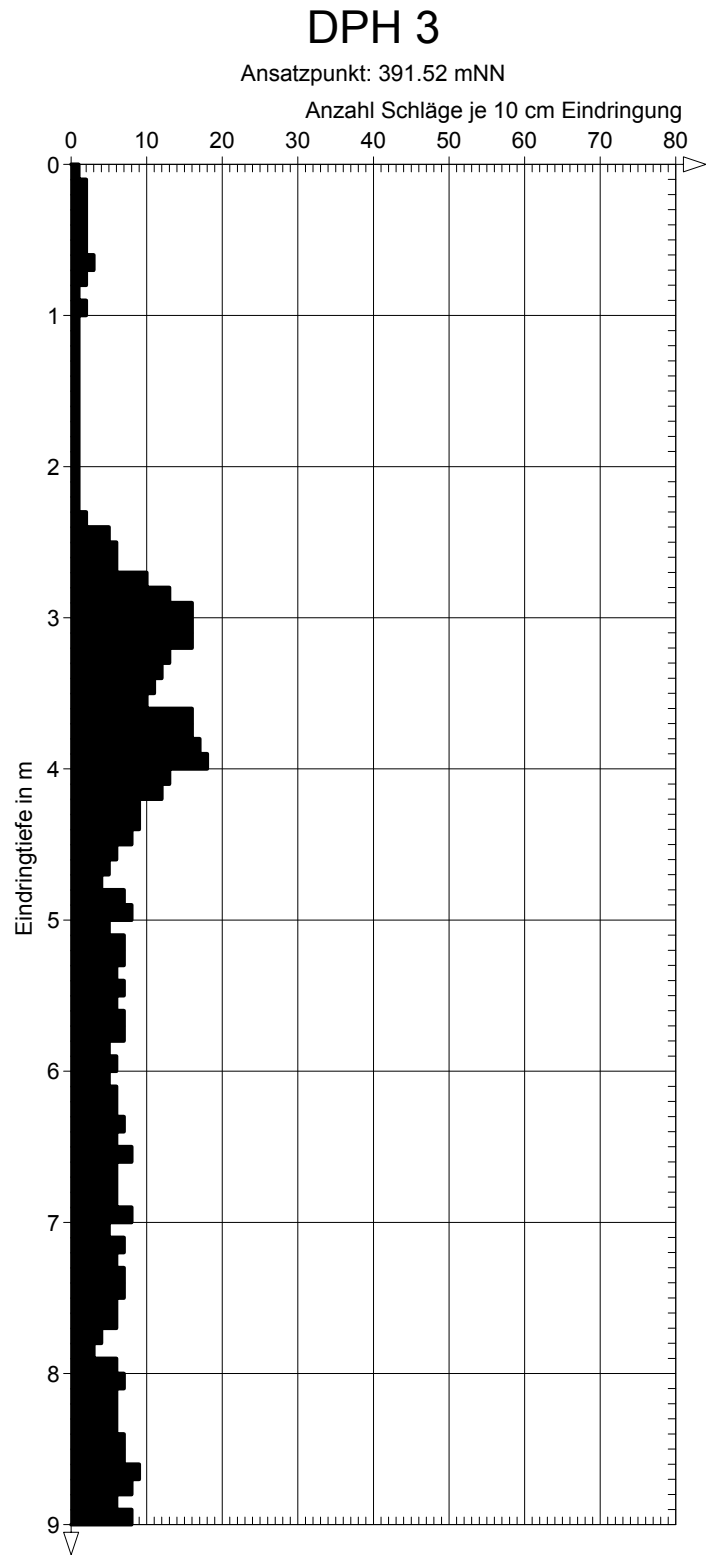
| Tiefe | N <sub>10</sub> | Tiefe | N <sub>10</sub> |
|-------|-----------------|-------|-----------------|
| 0.10  | 2               | 6.10  | 9               |
| 0.20  | 1               | 6.20  | 10              |
| 0.30  | 2               | 6.30  | 7               |
| 0.40  | 2               | 6.40  | 5               |
| 0.50  | 3               | 6.50  | 8               |
| 0.60  | 2               | 6.60  | 9               |
| 0.70  | 1               | 6.70  | 10              |
| 0.80  | 2               | 6.80  | 9               |
| 0.90  | 2               | 6.90  | 12              |
| 1.00  | 4               | 7.00  | 11              |
| 1.10  | 3               | 7.10  | 10              |
| 1.20  | 3               | 7.20  | 10              |
| 1.30  | 2               | 7.30  | 12              |
| 1.40  | 2               | 7.40  | 12              |
| 1.50  | 3               | 7.50  | 12              |
| 1.60  | 3               | 7.60  | 11              |
| 1.70  | 2               | 7.70  | 12              |
| 1.80  | 1               | 7.80  | 14              |
| 1.90  | 1               | 7.90  | 22              |
| 2.00  | 1               | 8.00  | 38              |
| 2.10  | 1               |       |                 |
| 2.20  | 1               |       |                 |
| 2.30  | 1               |       |                 |
| 2.40  | 1               |       |                 |
| 2.50  | 2               |       |                 |
| 2.60  | 1               |       |                 |
| 2.70  | 1               |       |                 |
| 2.80  | 1               |       |                 |
| 2.90  | 1               |       |                 |
| 3.00  | 1               |       |                 |
| 3.10  | 2               |       |                 |
| 3.20  | 3               |       |                 |
| 3.30  | 2               |       |                 |
| 3.40  | 3               |       |                 |
| 3.50  | 4               |       |                 |
| 3.60  | 5               |       |                 |
| 3.70  | 5               |       |                 |
| 3.80  | 4               |       |                 |
| 3.90  | 4               |       |                 |
| 4.00  | 4               |       |                 |
| 4.10  | 5               |       |                 |
| 4.20  | 8               |       |                 |
| 4.30  | 10              |       |                 |
| 4.40  | 9               |       |                 |
| 4.50  | 9               |       |                 |
| 4.60  | 10              |       |                 |
| 4.70  | 17              |       |                 |
| 4.80  | 14              |       |                 |
| 4.90  | 10              |       |                 |
| 5.00  | 10              |       |                 |
| 5.10  | 8               |       |                 |
| 5.20  | 9               |       |                 |
| 5.30  | 10              |       |                 |
| 5.40  | 10              |       |                 |
| 5.50  | 8               |       |                 |
| 5.60  | 9               |       |                 |
| 5.70  | 8               |       |                 |
| 5.80  | 10              |       |                 |
| 5.90  | 12              |       |                 |
| 6.00  | 12              |       |                 |



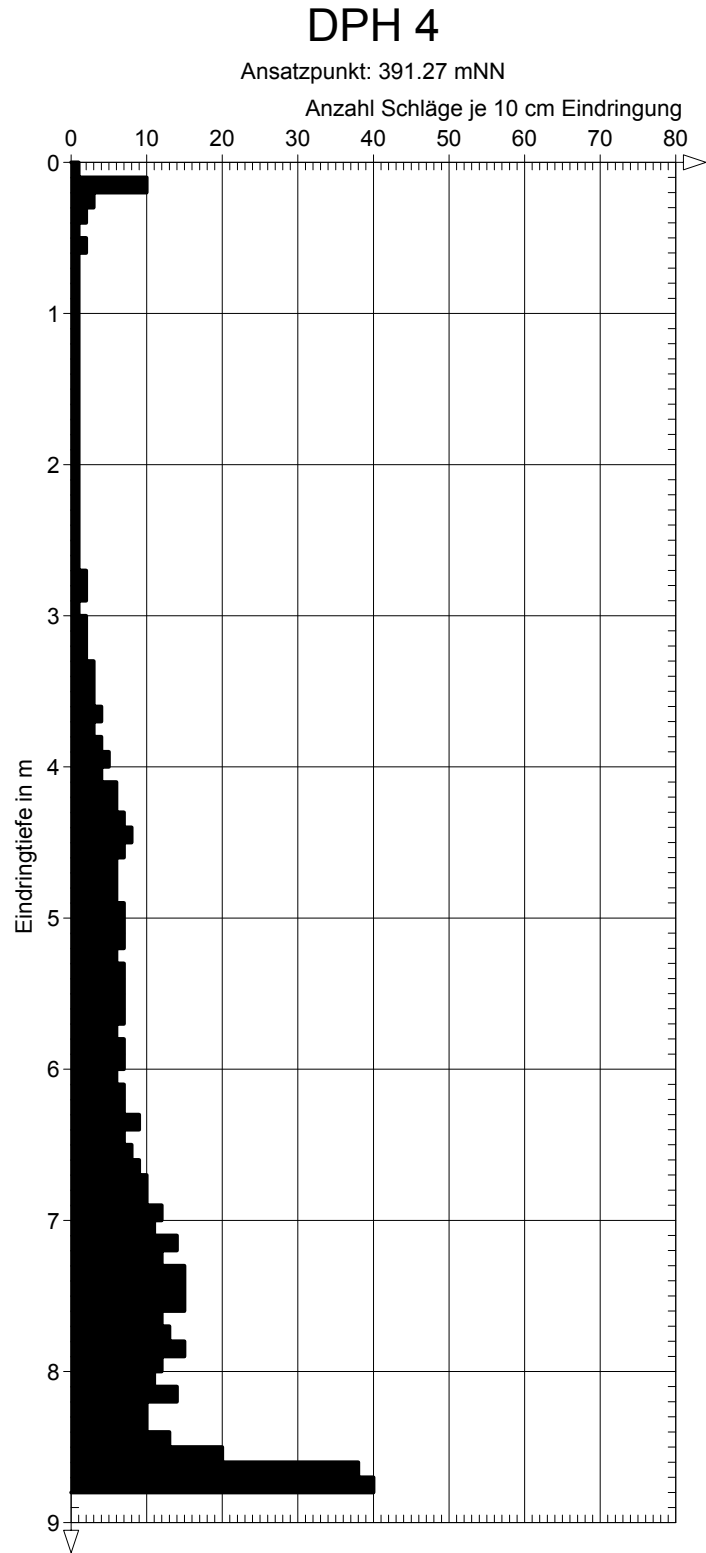
| Tiefe | N <sub>10</sub> | Tiefe | N <sub>10</sub> |
|-------|-----------------|-------|-----------------|
| 0.10  | 1               | 6.10  | 5               |
| 0.20  | 1               | 6.20  | 6               |
| 0.30  | 1               | 6.30  | 5               |
| 0.40  | 1               | 6.40  | 5               |
| 0.50  | 1               | 6.50  | 6               |
| 0.60  | 1               | 6.60  | 3               |
| 0.70  | 2               | 6.70  | 2               |
| 0.80  | 1               | 6.80  | 3               |
| 0.90  | 2               | 6.90  | 3               |
| 1.00  | 2               | 7.00  | 5               |
| 1.10  | 2               | 7.10  | 5               |
| 1.20  | 2               | 7.20  | 5               |
| 1.30  | 1               | 7.30  | 6               |
| 1.40  | 1               | 7.40  | 7               |
| 1.50  | 1               | 7.50  | 5               |
| 1.60  | 1               | 7.60  | 8               |
| 1.70  | 1               | 7.70  | 15              |
| 1.80  | 1               | 7.80  | 32              |
| 1.90  | 2               | 7.90  | 38              |
| 2.00  | 2               | 8.00  | 40              |
| 2.10  | 1               |       |                 |
| 2.20  | 1               |       |                 |
| 2.30  | 1               |       |                 |
| 2.40  | 1               |       |                 |
| 2.50  | 1               |       |                 |
| 2.60  | 2               |       |                 |
| 2.70  | 3               |       |                 |
| 2.80  | 3               |       |                 |
| 2.90  | 4               |       |                 |
| 3.00  | 7               |       |                 |
| 3.10  | 4               |       |                 |
| 3.20  | 5               |       |                 |
| 3.30  | 4               |       |                 |
| 3.40  | 6               |       |                 |
| 3.50  | 4               |       |                 |
| 3.60  | 6               |       |                 |
| 3.70  | 11              |       |                 |
| 3.80  | 8               |       |                 |
| 3.90  | 8               |       |                 |
| 4.00  | 10              |       |                 |
| 4.10  | 10              |       |                 |
| 4.20  | 10              |       |                 |
| 4.30  | 9               |       |                 |
| 4.40  | 8               |       |                 |
| 4.50  | 8               |       |                 |
| 4.60  | 6               |       |                 |
| 4.70  | 4               |       |                 |
| 4.80  | 6               |       |                 |
| 4.90  | 4               |       |                 |
| 5.00  | 4               |       |                 |
| 5.10  | 2               |       |                 |
| 5.20  | 1               |       |                 |
| 5.30  | 3               |       |                 |
| 5.40  | 5               |       |                 |
| 5.50  | 5               |       |                 |
| 5.60  | 6               |       |                 |
| 5.70  | 6               |       |                 |
| 5.80  | 8               |       |                 |
| 5.90  | 9               |       |                 |
| 6.00  | 8               |       |                 |



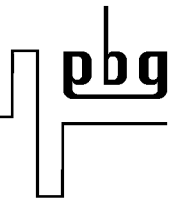
| Tiefe | N <sub>10</sub> | Tiefe | N <sub>10</sub> |
|-------|-----------------|-------|-----------------|
| 0.10  | 1               | 6.10  | 5               |
| 0.20  | 2               | 6.20  | 6               |
| 0.30  | 2               | 6.30  | 6               |
| 0.40  | 2               | 6.40  | 7               |
| 0.50  | 2               | 6.50  | 6               |
| 0.60  | 2               | 6.60  | 8               |
| 0.70  | 3               | 6.70  | 6               |
| 0.80  | 2               | 6.80  | 6               |
| 0.90  | 1               | 6.90  | 6               |
| 1.00  | 2               | 7.00  | 8               |
| 1.10  | 1               | 7.10  | 5               |
| 1.20  | 1               | 7.20  | 7               |
| 1.30  | 1               | 7.30  | 6               |
| 1.40  | 1               | 7.40  | 7               |
| 1.50  | 1               | 7.50  | 7               |
| 1.60  | 1               | 7.60  | 6               |
| 1.70  | 1               | 7.70  | 6               |
| 1.80  | 1               | 7.80  | 4               |
| 1.90  | 1               | 7.90  | 3               |
| 2.00  | 1               | 8.00  | 6               |
| 2.10  | 1               | 8.10  | 7               |
| 2.20  | 1               | 8.20  | 6               |
| 2.30  | 1               | 8.30  | 6               |
| 2.40  | 2               | 8.40  | 6               |
| 2.50  | 5               | 8.50  | 7               |
| 2.60  | 6               | 8.60  | 7               |
| 2.70  | 6               | 8.70  | 9               |
| 2.80  | 10              | 8.80  | 8               |
| 2.90  | 13              | 8.90  | 6               |
| 3.00  | 16              | 9.00  | 8               |
| 3.10  | 16              |       |                 |
| 3.20  | 16              |       |                 |
| 3.30  | 13              |       |                 |
| 3.40  | 12              |       |                 |
| 3.50  | 11              |       |                 |
| 3.60  | 10              |       |                 |
| 3.70  | 16              |       |                 |
| 3.80  | 16              |       |                 |
| 3.90  | 17              |       |                 |
| 4.00  | 18              |       |                 |
| 4.10  | 13              |       |                 |
| 4.20  | 12              |       |                 |
| 4.30  | 9               |       |                 |
| 4.40  | 9               |       |                 |
| 4.50  | 8               |       |                 |
| 4.60  | 6               |       |                 |
| 4.70  | 5               |       |                 |
| 4.80  | 4               |       |                 |
| 4.90  | 7               |       |                 |
| 5.00  | 8               |       |                 |
| 5.10  | 5               |       |                 |
| 5.20  | 7               |       |                 |
| 5.30  | 7               |       |                 |
| 5.40  | 6               |       |                 |
| 5.50  | 7               |       |                 |
| 5.60  | 6               |       |                 |
| 5.70  | 7               |       |                 |
| 5.80  | 7               |       |                 |
| 5.90  | 5               |       |                 |
| 6.00  | 6               |       |                 |



| Tiefe | N <sub>10</sub> | Tiefe | N <sub>10</sub> |
|-------|-----------------|-------|-----------------|
| 0.10  | 1               | 6.10  | 6               |
| 0.20  | 10              | 6.20  | 7               |
| 0.30  | 3               | 6.30  | 7               |
| 0.40  | 2               | 6.40  | 9               |
| 0.50  | 1               | 6.50  | 7               |
| 0.60  | 2               | 6.60  | 8               |
| 0.70  | 1               | 6.70  | 9               |
| 0.80  | 1               | 6.80  | 10              |
| 0.90  | 1               | 6.90  | 10              |
| 1.00  | 1               | 7.00  | 12              |
| 1.10  | 1               | 7.10  | 11              |
| 1.20  | 1               | 7.20  | 14              |
| 1.30  | 1               | 7.30  | 12              |
| 1.40  | 1               | 7.40  | 15              |
| 1.50  | 1               | 7.50  | 15              |
| 1.60  | 1               | 7.60  | 15              |
| 1.70  | 1               | 7.70  | 12              |
| 1.80  | 1               | 7.80  | 13              |
| 1.90  | 1               | 7.90  | 15              |
| 2.00  | 1               | 8.00  | 12              |
| 2.10  | 1               | 8.10  | 11              |
| 2.20  | 1               | 8.20  | 14              |
| 2.30  | 1               | 8.30  | 10              |
| 2.40  | 1               | 8.40  | 10              |
| 2.50  | 1               | 8.50  | 13              |
| 2.60  | 1               | 8.60  | 20              |
| 2.70  | 1               | 8.70  | 38              |
| 2.80  | 2               | 8.80  | 40              |
| 2.90  | 2               |       |                 |
| 3.00  | 1               |       |                 |
| 3.10  | 2               |       |                 |
| 3.20  | 2               |       |                 |
| 3.30  | 2               |       |                 |
| 3.40  | 3               |       |                 |
| 3.50  | 3               |       |                 |
| 3.60  | 3               |       |                 |
| 3.70  | 4               |       |                 |
| 3.80  | 3               |       |                 |
| 3.90  | 4               |       |                 |
| 4.00  | 5               |       |                 |
| 4.10  | 4               |       |                 |
| 4.20  | 6               |       |                 |
| 4.30  | 6               |       |                 |
| 4.40  | 7               |       |                 |
| 4.50  | 8               |       |                 |
| 4.60  | 7               |       |                 |
| 4.70  | 6               |       |                 |
| 4.80  | 6               |       |                 |
| 4.90  | 6               |       |                 |
| 5.00  | 7               |       |                 |
| 5.10  | 7               |       |                 |
| 5.20  | 7               |       |                 |
| 5.30  | 6               |       |                 |
| 5.40  | 7               |       |                 |
| 5.50  | 7               |       |                 |
| 5.60  | 7               |       |                 |
| 5.70  | 7               |       |                 |
| 5.80  | 6               |       |                 |
| 5.90  | 7               |       |                 |
| 6.00  | 7               |       |                 |







## **Anlage 6**

### **Bodenmechanische Laborversuche**

(14 Seiten)



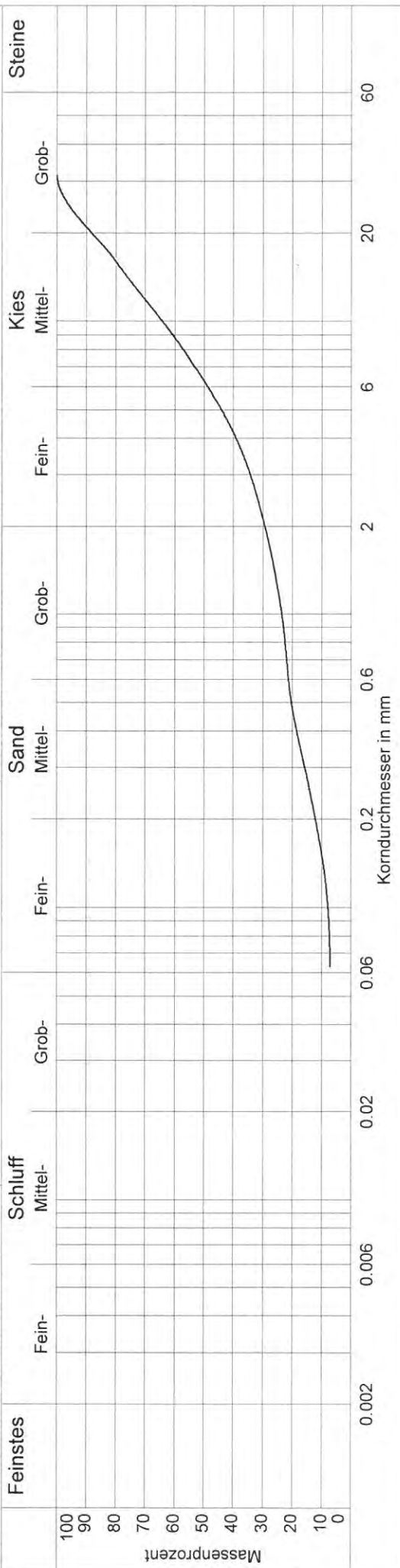


Crystal Geotechnik GmbH  
 Berat. Ingenieure und Geologen  
 Hofstattstr. 28 86919 Utting  
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44  
 Mail: utting@crystal-geotechnik.de

# Kornverteilung

DIN 18123:2011-5

Projekt : 16/51 Bahnbetriebsgelände Landshut  
 Projektnr. : L 171043  
 Datum: 24.01.2017  
 Anlage :  
 Auftraggeber : Geotechnisches Büro Geyer



|                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| Versuchsname                | BS 11 / 2,60 - 8,00 m |
| Entnahmestelle              | BS 11                 |
| Entnahmetiefe               | 2,60 - 8,00 m         |
| Bodenart                    | G, s, u'              |
| Bodengruppe                 | GU                    |
| Kornfraktionen T/U/S/G      | 0.0/7.2/22.1/70.7 %   |
| d25                         | 1.225 mm              |
| Anteil < 0.063 mm           | 7.2 %                 |
| kf nach Seiler              | 3.5E-003 m/s          |
| kf nach Kaubisch            | - (0.063 <= 10%)      |
| kf nach Beyer               | - (U > 30)            |
| kf nach Hazen               | - (U > 5)             |
| Frostempfindlichkeitsklasse | F2                    |
| d10 / d60                   | 0.153/8.795 mm        |
| Ungleichförmigkeitsgrad     | 57.6                  |
| Krümmungszahl               | 3.4                   |

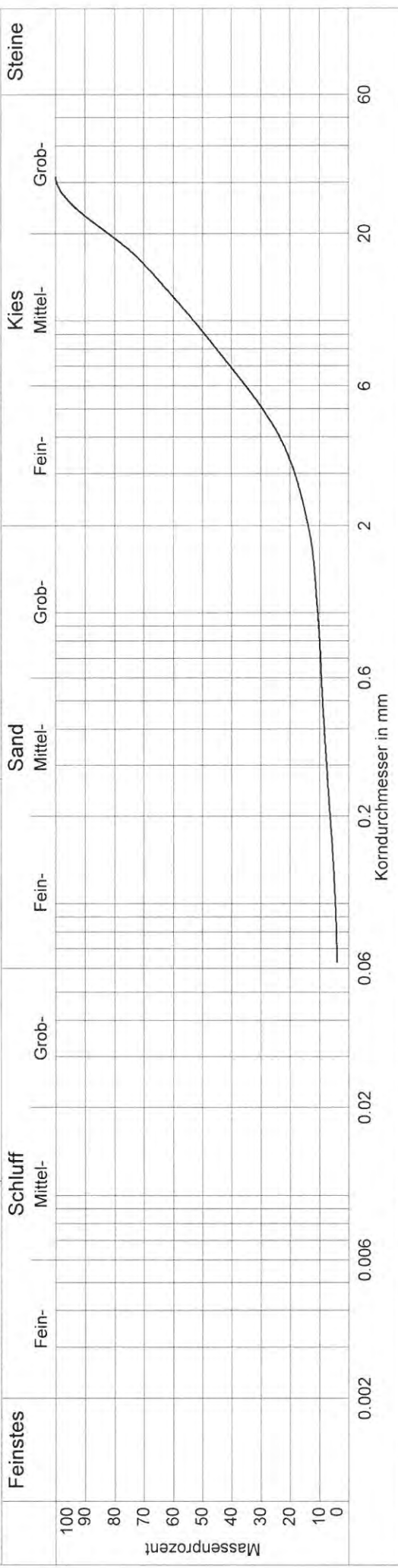
Crystal Geotechnik GmbH  
 Berat. Ingenieure und Geologen  
 Hofstattstr. 28 86919 Utting  
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44  
 Mail: utting@crystal-geotechnik.de

# Kornverteilung

DIN 18123:2011-5

Projekt : 16/51 Bahnbetriebsgelände Landshut  
 Projektnr. : L 171043  
 Datum: 24.01.2017  
 Anlage :

Auftraggeber : Geotechnisches Büro Geyer



|                                   |                       |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Versuchsname                      | BS 13 / 4,00 - 8,00 m |
| Entnahmestelle                    | BS 13                 |
| Entnahmetiefe                     | 4,00 - 8,00 m         |
| Bodenart                          | G, s'                 |
| Bodengruppe                       | GW                    |
| Kornfraktionen T/U/S/G            | 0.0/4.1/9.7/86.2 %    |
| d <sub>25</sub>                   | 4.269 mm              |
| Anteil < 0.063 mm                 | 4.1 %                 |
| k <sub>f</sub> nach Seiler        | 4.4E-003 m/s          |
| k <sub>f</sub> nach Kaubisch      | - (0.063 <= 10%)      |
| k <sub>f</sub> nach Beyer         | 6.5E-003 m/s          |
| k <sub>f</sub> nach Hazen         | - (U > 5)             |
| Frostempfindlichkeitsklasse       | F1                    |
| d <sub>10</sub> / d <sub>60</sub> | 0.809/12.122 mm       |
| Ungleichförmigkeitsgrad           | 15.0                  |
| Krümmungszahl                     | 2.7                   |

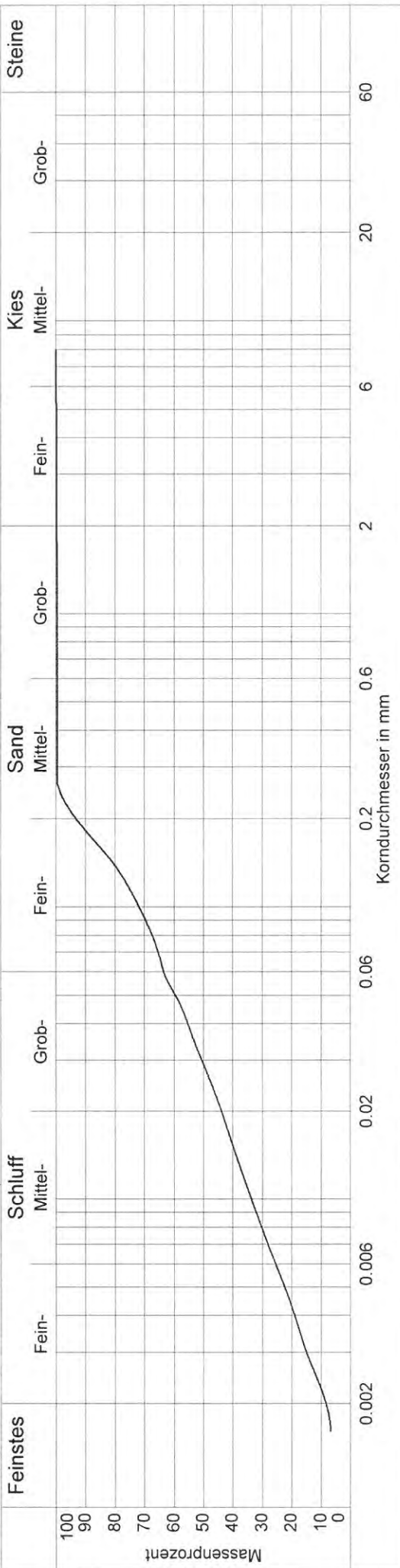
Crystal Geotechnik GmbH  
 Berat. Ingenieure und Geologen  
 Hofstattstr. 28 86919 Utting  
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44  
 Mail: utting@crystal-geotechnik.de

# Kornverteilung

DIN 18123:2011-5

Projekt : 16/51 Bahnbetriebsgelände Landshut  
 Projektnr. : L 171043  
 Datum: 24.01.2017  
 Anlage :

Auftraggeber : Geotechnisches Büro Geyer



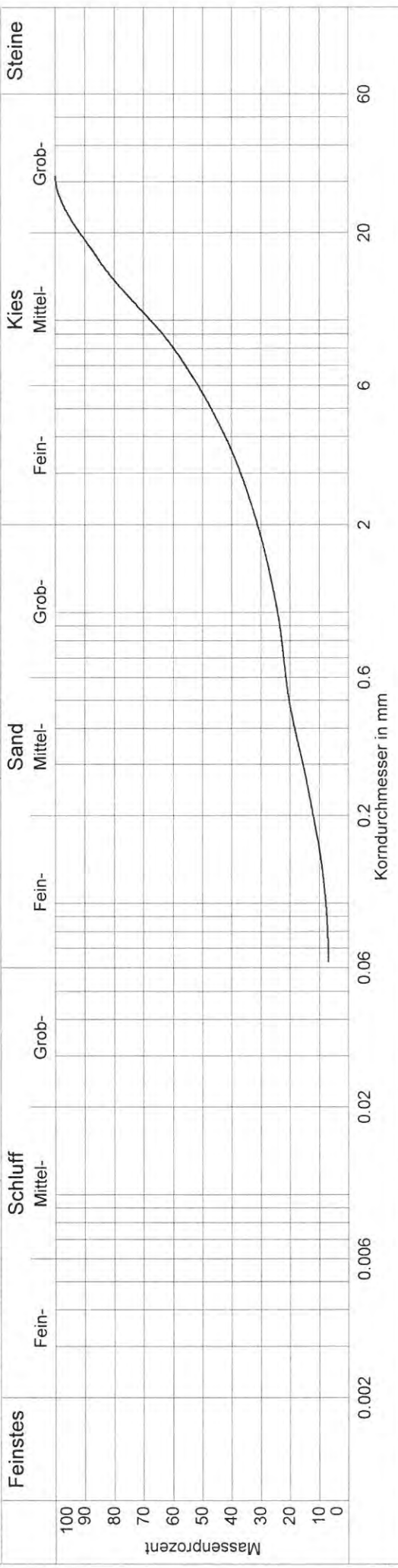
|                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| Versuchsname                | BS 17 / 2,50 - 4,20 m |
| Entnahmestelle              | BS 17                 |
| Entnahmetiefe               | 2,50 - 4,20 m         |
| Bodenart                    | U, s, t'              |
| Bodengruppe                 | U                     |
| Kornfraktionen T/U/S/G      | 8.3/55.7/35.7/0.3 %   |
| d25                         | 0.006 mm              |
| Anteil < 0.063 mm           | 64.0 %                |
| Kf nach Seiler              | -                     |
| Kf nach Kaubisch            | - (0.063 >= 60%)      |
| Kf nach Beyer               | 4.7E-008 m/s          |
| Kf nach Hazen               | - (U > 5)             |
| Frostempfindlichkeitsklasse | F3                    |
| d10 / d60                   | 0.002/0.051 mm        |
| Ungleichförmigkeitsgrad     | 22.6                  |
| Krümmungszahl               | 0.5                   |

Crystal Geotechnik GmbH  
 Berat. Ingenieure und Geologen  
 Hofstattstr. 28 86919 Utting  
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44  
 Mail: utting@crystal-geotechnik.de

# Kornverteilung

DIN 18123:2011-5

Projekt : 16/51 Bahnbetriebsgelände Landshut  
 Projektnr. : L 171043  
 Datum: 24.01.2017  
 Anlage :  
 Auftraggeber : Geotechnisches Büro Geyer



|                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| Versuchsname                | BS 19 / 3,30 - 7,00 m |
| Entnahmestelle              | BS 19                 |
| Entnahmetiefe               | 3,30 - 7,00 m         |
| Bodenart                    | G, s, u'              |
| Bodengruppe                 | GU                    |
| Kornfraktionen T/U/S/G      | 0.077.0/24.2/68.9 %   |
| d25                         | 1.097 mm              |
| Anteil < 0.063 mm           | 7.0 %                 |
| kf nach Seiler              | 2.4E-003 m/s          |
| kf nach Kaubisch            | - (0.063 <= 10%)      |
| kf nach Beyer               | - (U > 30)            |
| kf nach Hazen               | - (U > 5)             |
| Frostempfindlichkeitsklasse | F2                    |
| d10 / d60                   | 0.154/8.071 mm        |
| Ungleichförmigkeitsgrad     | 52.4                  |
| Krümmungszahl               | 2.7                   |

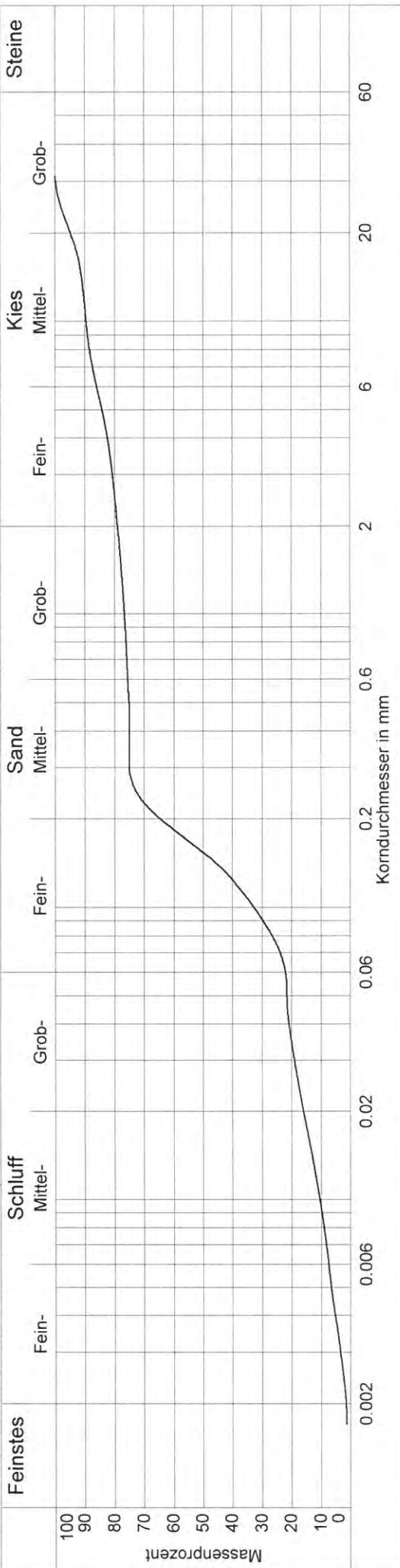
Crystal Geotechnik GmbH  
 Berat. Ingenieure und Geologen  
 Hofstattstr. 28 86919 Utting  
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44  
 Mail: utting@crystal-geotechnik.de

# Kornverteilung

DIN 18123:2011-5

Projekt : 16/51 Bahnbetriebsgelände Landshut  
 Projektnr. : L 171043  
 Datum: 24.01.2017  
 Anlage :

Auftraggeber : Geotechnisches Büro Geyer



|                                   |                        |
|-----------------------------------|------------------------|
| Versuchsname                      | BS 19 / 7,00 - 8,00 mm |
| Entnahmestelle                    | BS 19                  |
| Entnahmetiefe                     | 7,00 - 8,00 mm         |
| Bodenart                          | S, g, ũ                |
| Bodengruppe                       | SÜ                     |
| Kornfraktionen T/U/S/G            | 1.5/21.0/56.5/21.0 %   |
| d <sub>25</sub>                   | 0.074 mm               |
| Anteil < 0.063 mm                 | 22.5 %                 |
| Kf nach Seiler                    | 5.0E-006 m/s           |
| Kf nach Kaubisch                  | 9.1E-007 m/s           |
| Kf nach Beyer                     | 8.2E-007 m/s           |
| Kf nach Hazen                     | -(U > 5)               |
| Frostempfindlichkeitsklasse       | F3                     |
| d <sub>10</sub> / d <sub>60</sub> | 0.009/0.184 mm         |
| Ungleichförmigkeitsgrad           | 19.7                   |
| Krümmungszahl                     | 4.9                    |

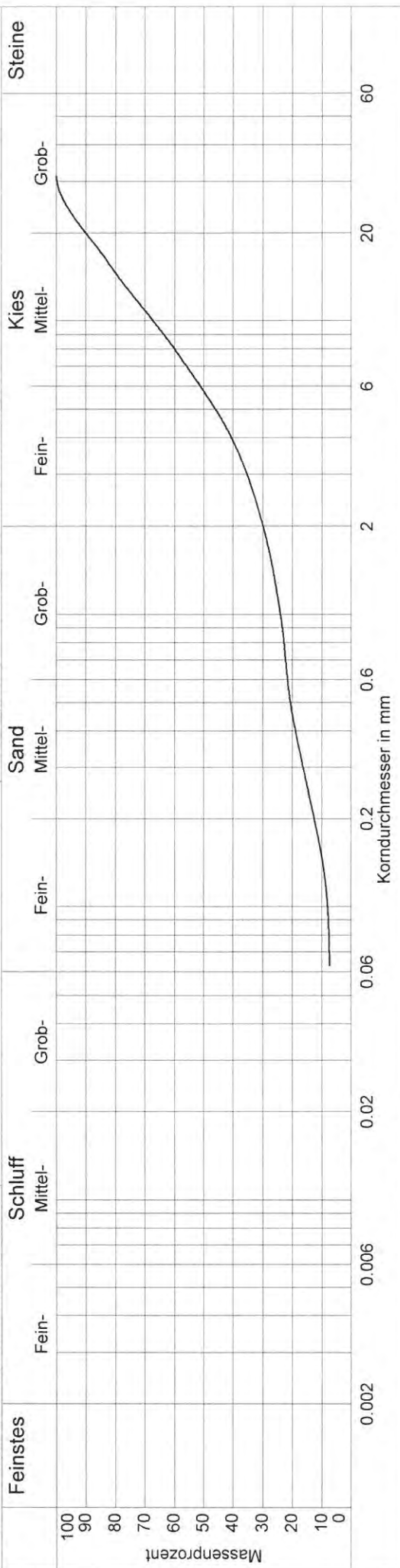


Crystal Geotechnik GmbH  
 Berat. Ingenieure und Geologen  
 Hofstattstr. 28 86919 Utting  
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44  
 Mail: utting@crystal-geotechnik.de

# Kornverteilung

DIN 18123:2011-5

Projekt : 16/51 Bahnbetriebsgelände Landshut  
 Projektnr. : L 171043  
 Datum: 24.01.2017  
 Anlage :  
 Auftraggeber : Geotechnisches Büro Geyer



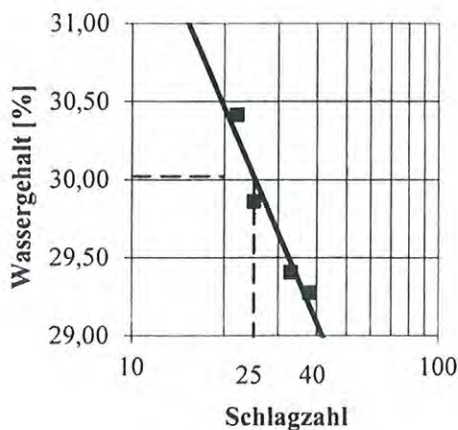
|                                   |                       |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Versuchsname                      | BS 21 / 2,50 - 8,00 m |
| Entnahmestelle                    | BS 21                 |
| Entnahmetiefe                     | 2,50 - 8,00 m         |
| Bodenart                          | G, s, u'              |
| Bodengruppe                       | GU                    |
| Kornfraktionen T/U/S/G            | 0.0/7.5/22.4/70.1 %   |
| d <sub>25</sub>                   | 1.153 mm              |
| Anteil < 0.063 mm                 | 7.5 %                 |
| Kf nach Seiler                    | 2.7E-003 m/s          |
| Kf nach Kaubisch                  | - (0.063 <= 10%)      |
| Kf nach Beyer                     | - (U > 30 )           |
| Kf nach Hazen                     | - (U > 5 )            |
| Frostempfindlichkeitsklasse       | F2                    |
| d <sub>10</sub> / d <sub>60</sub> | 0.148/8.018 mm        |
| Ungleichförmigkeitsgrad           | 54.2                  |
| Krümmungszahl                     | 3.4                   |

# Zustandsgrenzen nach DIN 18122, Teil 1

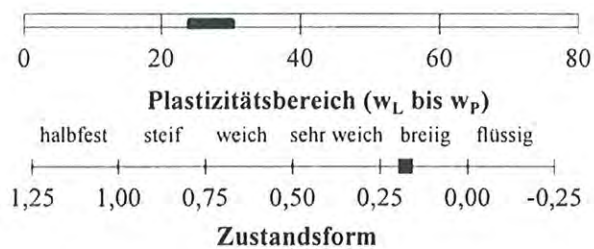
Versuch DIN 18122 - LM / - P

**Projekt:** 16/51 Bahnbetriebsgelände Landshut  
**Projektnummer:** L 171043 **Entnommen durch:** Geyer  
**Bodenart:** U+S,t,o' **Entnahme am:** 20.01.17  
**Entnahmestelle:** BS6-B03 **Probeneingang:** 24.01.17  
**Entnahmetiefe:** 3,00-4,70m **Ausgeführt durch:** KA  
**Auftraggeber:** Geotechnisches Büro Geyer **Ausgeführt am:** 01.02.17

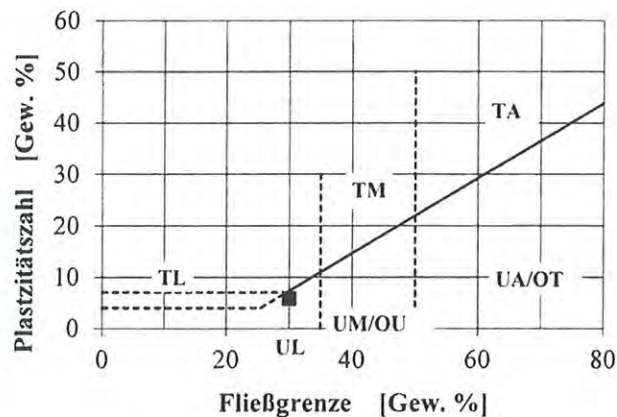
|                           | Fließgrenze |       |       |       | Ausrollgrenze |       |       |
|---------------------------|-------------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|
|                           | 323         | 212   | 17    | 102   | 68            | 319   | 12    |
| Behälter Nr.              | 323         | 212   | 17    | 102   | 68            | 319   | 12    |
| Zahl der Schläge [g]      | 38          | 33    | 25    | 22    |               |       |       |
| Feucht. Pr. + Behält. [g] | 26,44       | 26,92 | 27,77 | 22,87 | 12,20         | 11,76 | 15,32 |
| Trock. Pr.+Behält. [g]    | 21,32       | 21,58 | 22,18 | 18,46 | 10,53         | 10,14 | 13,01 |
| Behälter [g]              | 3,83        | 3,42  | 3,46  | 3,96  | 3,65          | 3,48  | 3,42  |
| Wasser [g]                | 5,12        | 5,34  | 5,59  | 4,41  | 1,67          | 1,62  | 2,31  |
| Trockene Probe [g]        | 17,49       | 18,16 | 18,72 | 14,50 | 6,88          | 6,66  | 9,59  |
| Wassergehalt [%]          | 29,27       | 29,41 | 29,86 | 30,41 | 24,27         | 24,32 | 24,09 |



Wassergehalt  $w$  29,0 %  
 Fließgrenze  $w_L$  30,0 %  
 Ausrollgrenze  $w_P$  24,2 %  
 Plastizitätszahl  $I_P$  5,8 %  
 Konsistenzzahl  $I_C$  0,18



Bemerkungen: UL



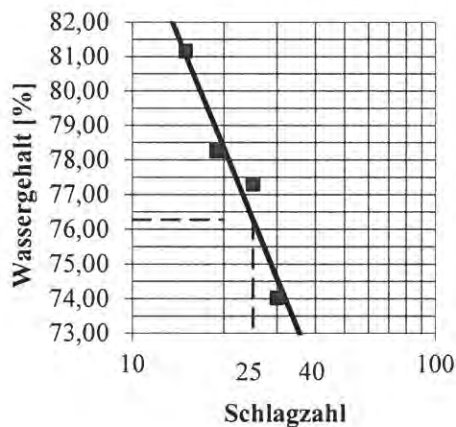
Projektleiter: Gerhard Gold

# Zustandsgrenzen nach DIN 18122, Teil 1

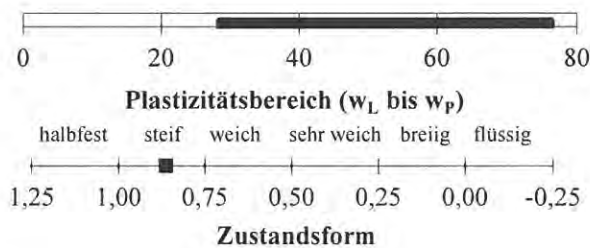
Versuch DIN 18122 - LM / - P

**Projekt:** 16/51 Bahnbetriebsgelände Landshut  
**Projektnummer:** L 171043 **Entnommen durch:** Geyer  
**Bodenart:** T,s,o **Entnahme am:** 20.01.17  
**Entnahmestelle:** BS11-Bo2 **Probeneingang:** 24.01.17  
**Entnahmetiefe:** 1,20-2,60 m **Ausgeführt durch:** BR  
**Auftraggeber:** Geotechnisches Büro Geyer **Ausgeführt am:** 01.02.17

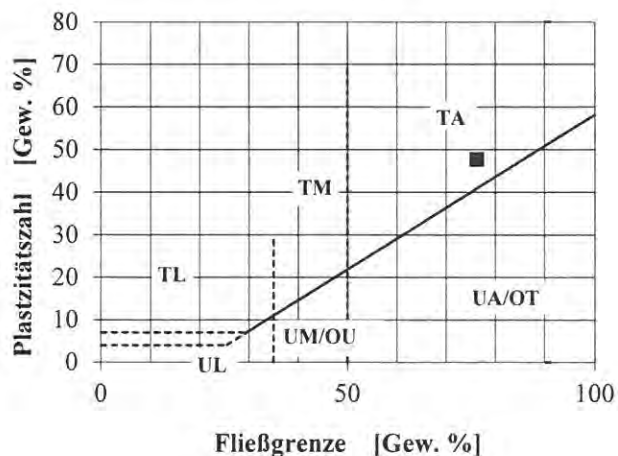
|                           | Fließgrenze |       |       |       | Ausrollgrenze |       |       |
|---------------------------|-------------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|
|                           | 21          | 201   | 313   | 339   | 140           | 76    | 82    |
| Behälter Nr.              | 21          | 201   | 313   | 339   | 140           | 76    | 82    |
| Zahl der Schläge [g]      | 30          | 25    | 19    | 15    |               |       |       |
| Feucht. Pr. + Behält. [g] | 26,09       | 24,42 | 23,56 | 28,83 | 9,62          | 11,29 | 10,63 |
| Trock. Pr.+Behält. [g]    | 16,66       | 15,50 | 14,85 | 17,72 | 8,35          | 9,51  | 9,05  |
| Behälter [g]              | 3,92        | 3,96  | 3,72  | 4,03  | 3,92          | 3,24  | 3,52  |
| Wasser [g]                | 9,43        | 8,92  | 8,71  | 11,11 | 1,27          | 1,78  | 1,58  |
| Trockene Probe [g]        | 12,74       | 11,54 | 11,13 | 13,69 | 4,43          | 6,27  | 5,53  |
| Wassergehalt [%]          | 74,02       | 77,30 | 78,26 | 81,15 | 28,67         | 28,39 | 28,57 |



Wassergehalt w 35,1 %  
 Fließgrenze  $w_L$  76,3 %  
 Ausrollgrenze  $w_P$  28,5 %  
 Plastizitätszahl  $I_P$  47,7 %  
 Konsistenzzahl  $I_C$  0,86



Bemerkungen: TA



Projektleiter: Gerhard Gold

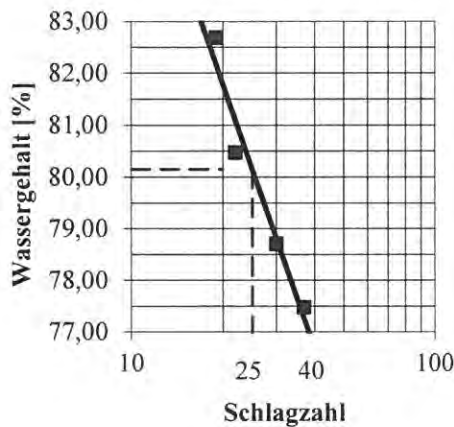
# Zustandsgrenzen nach DIN 18122, Teil 1

Versuch DIN 18122 - LM / - P

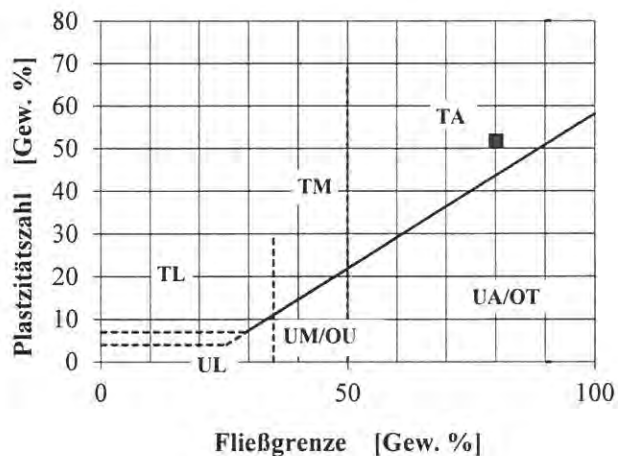
**Projekt:** 16/51 Bahnbetriebsgelände Landshut  
**Projektnummer:** L 171043 **Entnommen durch:** Geyer  
**Bodenart:** T<sub>0</sub> **Entnahme am:** 20.01.17  
**Entnahmestelle:** BS13-Bo3 **Probeneingang:** 24.01.17  
**Entnahmetiefe:** 2,50-4,00 m **Ausgeführt durch:** BR  
**Auftraggeber:** Geotechnisches Büro Geyer **Ausgeführt am:** 01.02.17

|                           | Fließgrenze |       |       |       | Ausrollgrenze |       |       |
|---------------------------|-------------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|
|                           | 12          | 75    | 213   | 30    | 81            | 218   | 53    |
| Behälter Nr.              | 12          | 75    | 213   | 30    | 81            | 218   | 53    |
| Zahl der Schläge [g]      | 37          | 30    | 22    | 19    |               |       |       |
| Feucht. Pr. + Behält. [g] | 25,39       | 20,18 | 24,19 | 26,27 | 8,93          | 11,18 | 12,67 |
| Trock. Pr.+Behält. [g]    | 16,07       | 13,27 | 15,00 | 16,10 | 7,82          | 9,50  | 10,87 |
| Behälter [g]              | 4,04        | 4,49  | 3,58  | 3,80  | 3,96          | 3,63  | 4,46  |
| Wasser [g]                | 9,32        | 6,91  | 9,19  | 10,17 | 1,11          | 1,68  | 1,80  |
| Trockene Probe [g]        | 12,03       | 8,78  | 11,42 | 12,30 | 3,86          | 5,87  | 6,41  |
| Wassergehalt [%]          | 77,47       | 78,70 | 80,47 | 82,68 | 28,76         | 28,62 | 28,08 |

Wassergehalt  $w$  40,5 %  
 Fließgrenze  $w_L$  80,1 %  
 Ausrollgrenze  $w_P$  28,5 %  
 Plastizitätszahl  $I_p$  51,7 %  
 Konsistenzzahl  $I_C$  0,77



Bemerkungen: TA



Projektleiter: Gerhard Gold

## Crystal Geotechnik

## Bestimmung des GLÜHVERLUSTES nach DIN 18128 - GL

|                        |   |                          |            |
|------------------------|---|--------------------------|------------|
| <b>Projekt:</b>        | 16/51 Bahnbetriebsgelände Landshut                            | <b>Entnommen durch:</b>  | Büro Geyer |
| <b>Projektnummer:</b>  | L 171043  | <b>Entnahme am:</b>      | 20.01.17   |
| <b>Bodenart:</b>       | T,s,o   | <b>Probeneingang:</b>    | 24.01.17   |
| <b>Bodengruppe:</b>    | TA  | <b>Ausgeführt durch:</b> | BR         |
| <b>Entnahmestelle:</b> | BS11-Bo2  | <b>Ausgeführt am:</b>    | 31.01.17   |
| <b>Entnahmetiefe:</b>  | 1,20 - 2,60 m   | <b>Wassergehalt:</b>     | 35,1       |
| <b>Auftraggeber:</b>   | Geotechnisches Büro Geyer                                     | <b>Glühzeit:</b>         | 6 Std.     |
| <b>Bemerkungen:</b>    | Austritt von Kristallwasser möglich (quellfähige Tonminerale) |                          |            |

| Behälter Nr.:                  |                      |     | 20    | 7     | 0     |
|--------------------------------|----------------------|-----|-------|-------|-------|
| Masse trocken + Masse Behälter | $m_1 = m_d + m_B$    | (g) | 35,11 | 44,24 | 34,32 |
| Masse Behälter                 | $m_B$                | (g) | 21,22 | 30,29 | 20,99 |
| Masse trocken                  | $m_d$                | (g) | 13,89 | 13,95 | 13,33 |
| Masse der geglühten Probe      | $m_2 = m_{gl} + m_B$ | (g) | 33,96 | 43,14 | 33,14 |
| Massenverlust                  | $m_3 = m_1 - m_2$    | (g) | 1,15  | 1,10  | 1,18  |
| Einwaage                       | $m_d$                | (g) | 13,89 | 13,95 | 13,33 |
| Glühverlust                    | $V_{gl} = m_3 / m_d$ | (%) | 8,3%  | 7,9%  | 8,9%  |
| Mittelwert                     | $V_{gl}$             | (%) | 8,3%  |       |       |

Projektleiter: Gerhard Gold

## Bestimmung des GLÜHVERLUSTES nach DIN 18128 - GL

|                        |  |                          |            |
|------------------------|--|--------------------------|------------|
| <b>Projekt:</b>        | 16/51 Bahnbetriebsgelände Landshut                                 | <b>Entnommen durch:</b>  | Büro Geyer |
| <b>Projektnummer</b>   | L 171043   | <b>Entnahme am:</b>      | 20.01.17   |
| <b>Bodenart:</b>       | T,o  | <b>Probeneingang:</b>    | 24.01.17   |
| <b>Bodengruppe:</b>    | TA   | <b>Ausgeführt durch:</b> | BR         |
| <b>Entnahmestelle:</b> | BS13-Bo3   | <b>Ausgeführt am:</b>    | 31.01.17   |
| <b>Entnahmetiefe:</b>  | 2,50 - 4,00 m  | <b>Wassergehalt:</b>     | 40,5       |
| <b>Auftraggeber:</b>   | Geotechnisches Büro Geyer  | <b>Glühzeit:</b>         | 6 Std.     |
| <b>Bemerkungen:</b>    | Austritt von Kristall-<br>wasser möglich (quellfähige Tonminerale) |                          |            |

| Behälter Nr.:                  |                      |     | 8     | 12    | 19    |
|--------------------------------|----------------------|-----|-------|-------|-------|
| Masse trocken + Masse Behälter | $m_1 = m_d + m_B$    | (g) | 35,23 | 41,14 | 41,24 |
| Masse Behälter                 | $m_B$                | (g) | 20,33 | 22,15 | 23,43 |
| Masse trocken                  | $m_d$                | (g) | 14,90 | 18,99 | 17,81 |
| Masse der geglühten Probe      | $m_2 = m_{gl} + m_B$ | (g) | 34,28 | 39,90 | 40,21 |
| Massenverlust                  | $m_3 = m_1 - m_2$    | (g) | 0,95  | 1,24  | 1,03  |
| Einwaage                       | $m_d$                | (g) | 14,90 | 18,99 | 17,81 |
| Glühverlust                    | $V_{gl} = m_3 / m_d$ | (%) | 6,4%  | 6,5%  | 5,8%  |
| Mittelwert                     | $V_{gl}$             | (%) | 6,2%  |       |       |

Projektleiter: Gerhard Gold

### Crystal Geotechnik

Beratende Ingenieure und Geologen GmbH  
Hofstattstr.28 86919 Utting  
Tel. 08806/95894-0, [www.crystal-geotechnik.de](http://www.crystal-geotechnik.de)

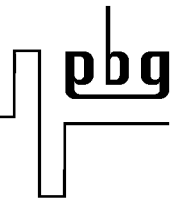


## Bestimmung des GLÜHVERLUSTES nach DIN 18128 - GL

|                        |                                    |                          |            |
|------------------------|------------------------------------|--------------------------|------------|
| <b>Projekt:</b>        | 16/51 Bahnbetriebsgelände Landshut | <b>Entnommen durch:</b>  | Büro Geyer |
| <b>Projektnummer</b>   | L 171043                           | <b>Entnahme am:</b>      | 20.01.17   |
| <b>Bodenart:</b>       | Torf                               | <b>Probeneingang:</b>    | 24.01.17   |
| <b>Bodengruppe:</b>    | HZ                                 | <b>Ausgeführt durch:</b> | BR         |
| <b>Entnahmestelle:</b> | BS23-Bo3                           | <b>Ausgeführt am:</b>    | 31.01.17   |
| <b>Entnahmetiefe:</b>  | 3,00 - 5,00 m                      | <b>Wassergehalt:</b>     | 117,0      |
| <b>Auftraggeber:</b>   | Geotechnisches Büro Geyer          | <b>Glühzeit:</b>         | 6 Std.     |
| <b>Bemerkungen:</b>    |                                    |                          |            |

| Behälter Nr.:                  |                      |     | 3     | 13    | 2     |
|--------------------------------|----------------------|-----|-------|-------|-------|
| Masse trocken + Masse Behälter | $m_1 = m_d + m_B$    | (g) | 36,97 | 34,47 | 40,66 |
| Masse Behälter                 | $m_B$                | (g) | 25,83 | 21,91 | 27,34 |
| Masse trocken                  | $m_d$                | (g) | 11,14 | 12,56 | 13,32 |
| Masse der geglühten Probe      | $m_2 = m_{gl} + m_B$ | (g) | 34,18 | 31,31 | 37,13 |
| Massenverlust                  | $m_3 = m_1 - m_2$    | (g) | 2,79  | 3,16  | 3,53  |
| Einwaage                       | $m_d$                | (g) | 11,14 | 12,56 | 13,32 |
| Glühverlust                    | $V_{gl} = m_3 / m_d$ | (%) | 25,0% | 25,2% | 26,5% |
| Mittelwert                     | $V_{gl}$             | (%) | 25,6% |       |       |

Projektleiter: Gerhard Gold

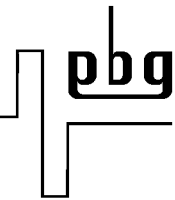


## **Anlage 7**

### **Nivellement/Koordinaten Aufschlusspunkte**

(2 Seiten)





## Nivellement / Koordinaten

Bezugspunkte Nivellement:

- Grundwassermessstelle AB 064                      Höhe POK                      = 392,045 mNN  
- Höhenfestpunkt 22-394 Bahnhofstraße 6        Höhe FP                        = 392,137 mNN

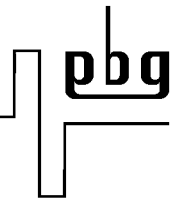
Gauß-Krüger-Koordinatenermittlung mittels Garmin GPS 60CSx (Genauigkeit ± 3 m gem. Geräteanzeige)

Ausführung: 26.01.2017

Messtrupp: Fritz Geyer, Ulrike Viertel

| Punkt | mNN    | Rechtswert | Hochwert |
|-------|--------|------------|----------|
| BS 1  | 391,56 | 4509682    | 5378585  |
| BS 2  | 391,26 | 4509812    | 5378643  |
| BS 3  | 391,25 | 4509821    | 5378614  |
| BS 4  | 391,24 | 4509863    | 5378646  |
| BS 5  | 391,4  | 4509916    | 5378687  |
| BS 6  | 391,46 | 4509927    | 5378660  |
| BS 7  | 391,46 | 4509958    | 5378683  |
| BS 8  | 391,66 | 4509986    | 5378693  |
| BS 9  | 391,37 | 4509707    | 5378616  |
| BS 10 | 391,46 | 4509719    | 5378635  |
| BS 11 | 391,53 | 4509759    | 5378650  |
| BS 12 | 391,52 | 4509815    | 5378674  |
| BS 13 | 391,53 | 4509861    | 5378692  |
| BS 14 | 391,17 | 4509906    | 5378709  |
| BS 15 | 391,57 | 4509943    | 5378711  |
| BS 16 | 391,68 | 4510003    | 5378713  |
| BS 17 | 392,31 | 4509956    | 5378757  |
| BS 18 | 392,15 | 4509960    | 5378741  |
| BS 19 | 391,27 | 4509684    | 5378641  |
| BS 20 | 391,28 | 4509702    | 5378659  |
| BS 21 | 391,5  | 4509750    | 5378672  |
| BS 22 | 391,29 | 4509809    | 5378697  |
| BS 23 | 391,35 | 4509863    | 5378718  |
| BS 24 | 391,75 | 4509911    | 5378741  |
| BS 25 | 391,32 | 4509736    | 5378659  |
| BS 26 | 391,33 | 4509790    | 5378680  |
| BS 27 | 391,27 | 4509831    | 5378698  |





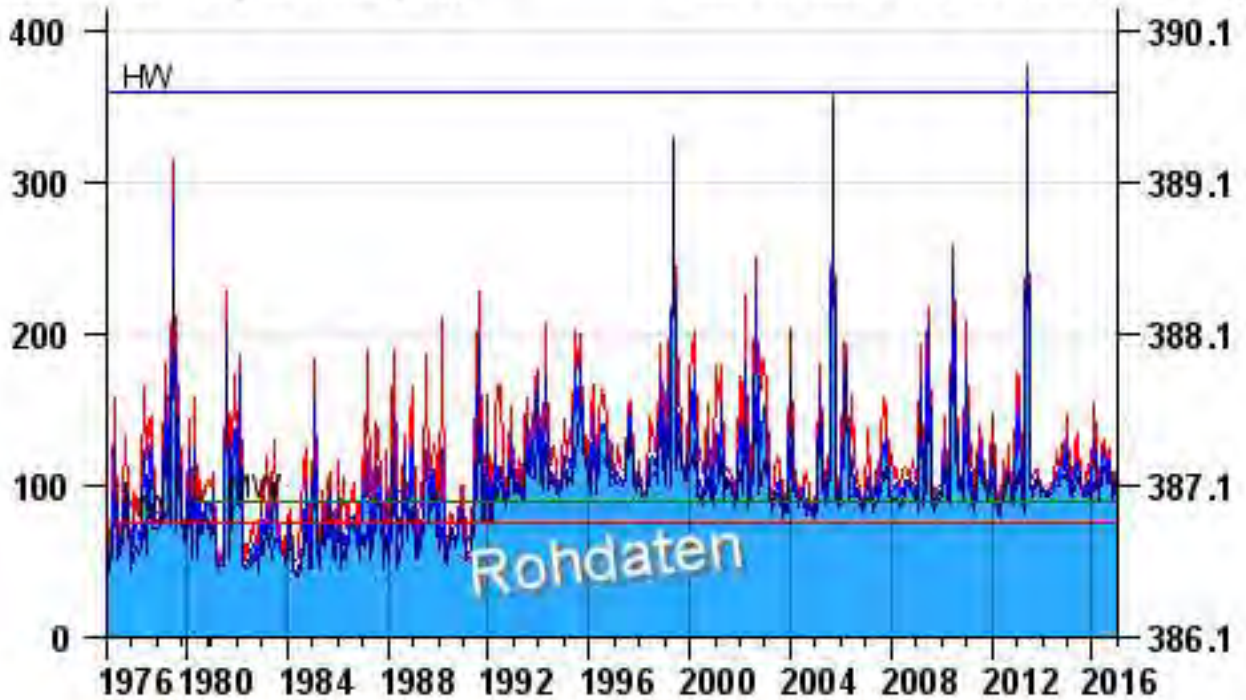
## **Anlage 8**

### **Ganglinien Flutmulde / Grundwassermessstellen**

(2 Seiten)

## Wasserstand Tageswerte [cm]

## Wasserstand Tageswerte [NN + m]



- Mittelwert
- Minimum
- Maximum

### Hauptwerte Pegel Landshut Flutmulde / Isar

Messstellen-Nr.: 16007106  
 Landkreis: Landshut  
 Betreiber: Wasserwirtschaftsamt Landshut

Gewässer: Isar  
 Einzugsgebiet: 142,20 km<sup>2</sup>  
 Flusskilometer: 2,44 km  
 Pegelnullpunktshöhe: 386,10 m ü. NN

| Wasserstand (1998 - 2007) |        |        |      |    |
|---------------------------|--------|--------|------|----|
|                           | Winter | Sommer | Jahr |    |
| NW                        | 76,0   | 76,0   | 76,0 | cm |
| MNW                       | 81,0   | 81,0   | 80,0 | cm |
| MW                        | 89,0   | 92,0   | 90,0 | cm |
| MHW                       | 182    | 194    | 225  | cm |
| HW                        | 226    | 359    | 359  | cm |

| Höchste Wasserstände |        |            |
|----------------------|--------|------------|
| 1.                   | 359 cm | 25.08.2005 |
| 2.                   | 330 cm | 25.05.1999 |
| 3.                   | 250 cm | 13.08.2002 |
| 4.                   | 226 cm | 21.03.2002 |
| 5.                   | 203 cm | 14.01.2004 |

Quelle: Gewässerkundlicher Dienst Bayern [www.gkd.bayern.de](http://www.gkd.bayern.de)

## Stadt Landshut

Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung



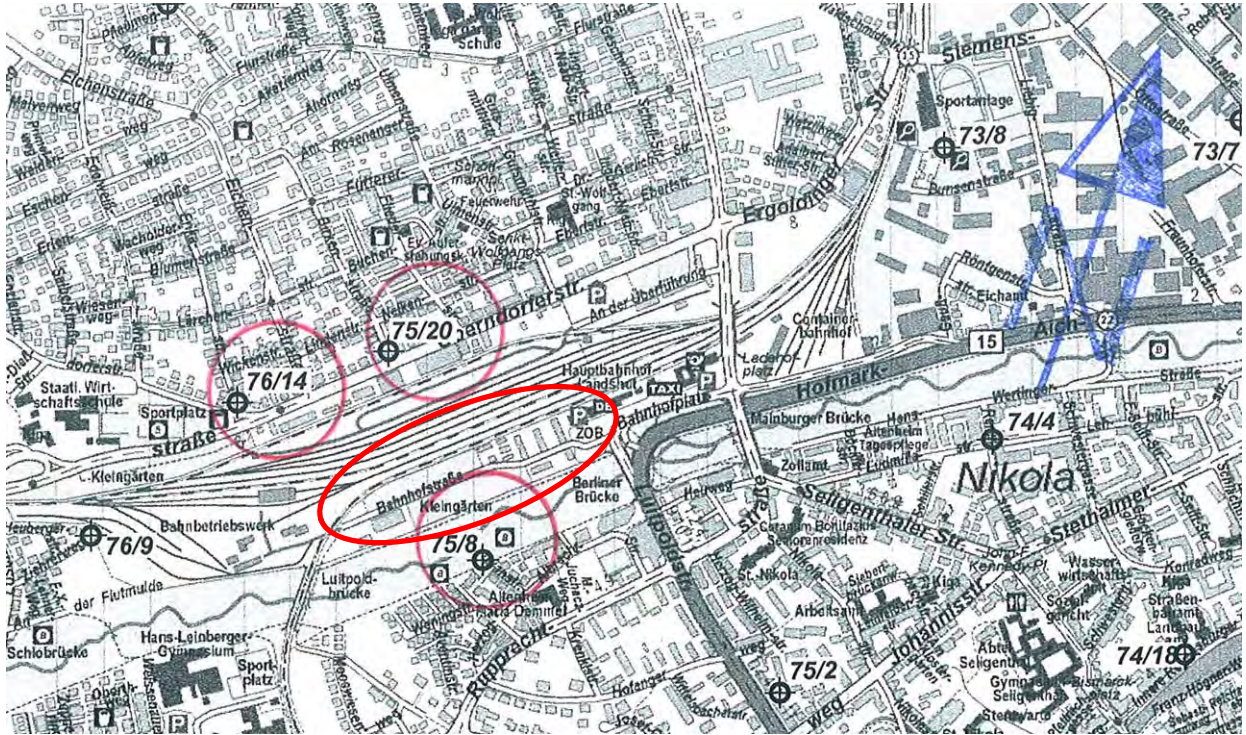
Projekt

### Wettbewerb "Bahnbetriebsgelände" Bahnhofstraße Landshut

Flächenrisikodetailuntersuchung  
 Altlasten / Aushubentsorgung / Baugrundvoruntersuchung

|   |       |                |                        |                       |        |
|---|-------|----------------|------------------------|-----------------------|--------|
| Projekt-Nr.   | 16/51 | Plan-Nr./Datum | 1651_E009 / 16.01.2017 | Planinhalt            | Anlage |
| Maßstab   | -     | Bearbeiter     | FG                     | Pegelstände Flutmulde | 8.1    |
| Geotechnisches Büro Geyer - Wollwürgergasse 7 - 93047 Regensburg - Tel: 0941 / 94 67 168 - <a href="mailto:geyer@gbg-geotechnik.de">geyer@gbg-geotechnik.de</a> |       |                |                        |                       |        |

Lage M 1:5.000



|   | müNN               | müNN               | müNN               | müNN |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|------|
| Pegel Nr.                                   | 76 / 14            | 75 / 20            | 75 / 8             |      |
| OK Gelände                                  | 391,33             | 390,94             | 391,76             |      |
| Höchster<br>Wasserspiegel<br>gemessen am:   | 388,99<br>25.05.99 | 389,02<br>04.06.13 | 389,87<br>04.06.13 |      |
| Mittlerer<br>Wasserspiegel                  | Ca.388,10          | Ca.387,77          | Ca.387,45          |      |
| Niedrigster<br>Wasserspiegel<br>gemessen am | 387,50<br>01.12.82 | 387,30<br>01.12.82 | 386,35<br>01.08.68 |      |
| gemessen seit:                              | 01.12.66           | 01.10.56           | 01.10.56           |      |

Quelle: Stadt Landshut - Tiefbauamt, Schreiben vom 19.01.2017

## Stadt Landshut

Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung

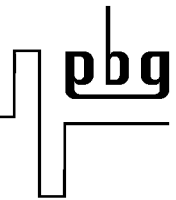


Projekt

### Wettbewerb "Bahnbetriebsgelände" Bahnhofstraße Landshut

Flächenrisikodetailuntersuchung  
Altlasten / Aushubentsorgung / Baugrundvoruntersuchung

|  |       |                |                        |            |  |               |
|--|-------|----------------|------------------------|------------|--|---------------|
| Projekt-Nr.  | 16/51 | Plan-Nr./Datum | 1651_E010 / 25.01.2017 | Planinhalt | Grundwassermessstellen Umfeld - Hauptwerte | Anlage<br>8.2 |
| Maßstab  | -     | Bearbeiter     | FG                     |            |  |               |
| Geotechnisches Büro Geyer - Wollwürgergasse 7 - 93047 Regensburg - Tel: 0941 / 94 67 168 - geyer@gbg-geotechnik.de |       |                |                        |            |  | <b>gbg</b>    |



## **Anlage 9**

### **Standortauskunft Geothermie**

(7 Seiten)

## Informationssystem Oberflächennahe Geothermie

### Standortauskunft Erdwärmesonden

#### Standort



Maßstab 1:20.000



#### Landshut

Koordinate (Gauß-Krüger):  
RW: 4509864 HW: 5378730  
Höhe ü. NN: 391,9 m

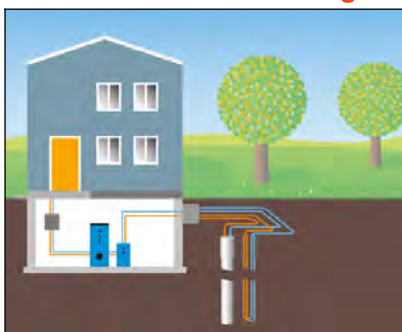


#### Ergebnis an Ihrem Standort

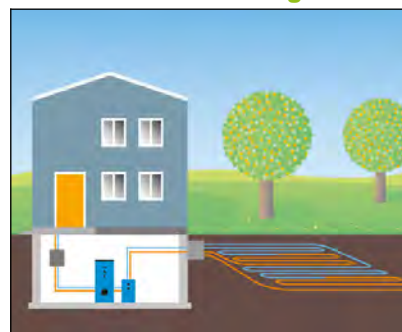
- ✘ Der Bau einer Erdwärmesondenanlage ist nach derzeitigem Kenntnisstand **nicht möglich** (**hydrogeologisch und geologisch oder wasserwirtschaftlich kritisch**).
- ✔ Die Erdwärmesondenanlage würde **außerhalb** eines Wasserschutzgebietes (WSG) liegen.
- ✘ Aus Gründen des Grundwasserschutzes ist eine Bohrung **nicht erlaubt**.
- ✔ Es sind **keine Bohrrisiken** bekannt.
- ✔ Im Umkreis von 50 m befindet sich **keine bekannte** geologische Störung.
- ✔ Bis 100 m Tiefe werden nach derzeitigem Kenntnisstand **Locker- und Festgesteinsabfolgen** durchbohrt.
- ✔ Im direkten Umfeld (ca. 500 m) wurden **29 Bohrungen** gefunden.  
([Hilfe zur Verwendung von Bohrungen im IOG](#))

#### Ersteinschätzung für oberflächennahe Entzugssysteme am Standort

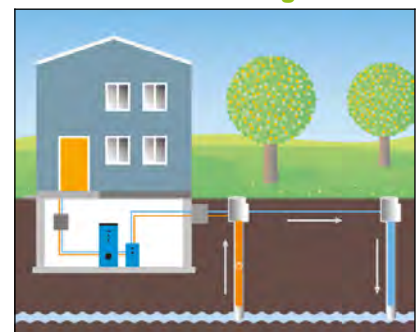
Erdwärmesonden: **nicht möglich**



Erdwärmekollektor: **möglich**

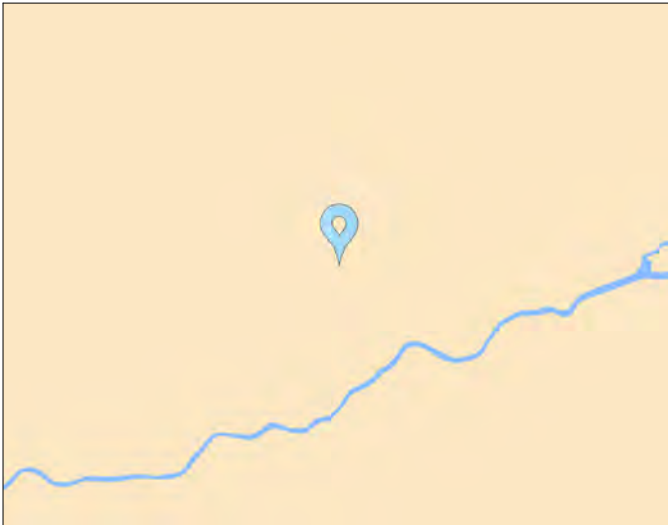


Grundwasser-WP: **möglich**



## Hydrogeologisch und geologisch kritische Gebiete

In Bayern wird die Erdwärmenutzung aus Gründen des Grundwasserschutzes sehr sensibel gehandhabt. Dies gilt insbesondere in den ausgewiesenen Wasserschutzgebieten sowie hydrogeologisch und geologisch kritischen Gebieten, in denen der Bau einer Erdwärmesondenanlage untersagt werden kann oder im Einzelfall unter Auflagen möglich ist. Der Kartenausschnitt zeigt die hydrogeologische und geologische Ersteinschätzung im Umkreis Ihres Standortes.



Maßstab 1:10.000

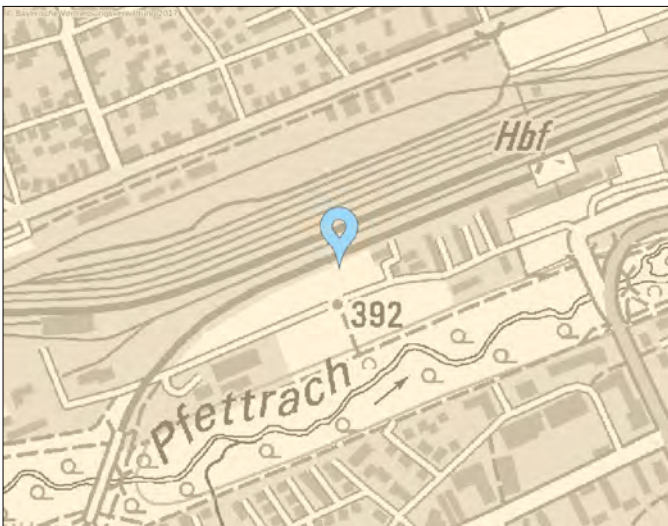
### Nutzungsmöglichkeiten der oberflächennahen Erdwärme mittels Erdwärmesonden

Der Bau einer Erdwärmesondenanlage ist

- möglich
- möglich (bedarf aber einer Einzelfallprüfung durch die Fachbehörde)
- nicht möglich (hydrogeologisch und geologisch oder wasserwirtschaftlich kritisch)
- nicht möglich (Wasserschutzgebiet)
- Gewässer

## Bohrrisiken bis 100 m Tiefe

Die Erdwärmenutzung in Bayern kann in Gebieten mit bekannten geologiebedingten Bohrrisiken wie z.B. Sulfatvorkommen, Karstgesteine oder aufgrund von artesisch gespannten Grundwasserverhältnissen nur eingeschränkt möglich sein. Der Kartenausschnitt zeigt die bekannten Bohrrisiken im Umfeld Ihres Standortes.



Maßstab 1:10.000

### Bohrrisiken

Gesteinsabfolgen mit bekannten Bohrrisiken

- keine bekannten Bohrrisiken
- Dolinenfeld
- Karstgesteine
- Karstgesteine, Sulfatgesteine und artesisch gespanntes Grundwasser
- Karstgesteine und Sulfatgesteine
- Karstgesteine und artesisch gespanntes Grundwasser
- Karstgesteine (Tiefenangabe)
- Sulfatgesteine
- Sulfatgesteine und artesisch gespanntes Grundwasser
- Sulfatgesteine (Tiefenangabe)
- Gesteine mit artesisch gespanntem Grundwasser



## Wärmeleitfähigkeit

Die Kenntnis der geologischen und hydrogeologischen Standortverhältnisse erlaubt eine optimierte Dimensionierung von Erdwärmesondenanlagen. Ein wichtiger Parameter ist hierbei die Wärmeleitfähigkeit in  $W/(m\cdot K)$ , welche maßgeblich in die Berechnung des geothermischen Potentials einfließt.

Die am Standort voraussichtlich zu erwartenden mittleren Wärmeleitfähigkeitswerte sind den Geothermischen Potentialkarten entnommen und für verschiedene Tiefen dargestellt. Der Wertebereich beginnt bei geringem Potential ( $< 1,0 W/m\cdot K$ ) und reicht bis zum höchsten Potential ( $> 3,5 W/m\cdot K$ ).

| Tiefenbereich<br>(von - bis) | mittlere Wärmeleitfähigkeit<br>in $W/(m\cdot K)$ |
|------------------------------|--|
| 0 - 20 m                     | $> 1,2 - 1,4$                                    |
| 0 - 40 m                     | $> 1,4 - 1,6$                                    |
| 0 - 60 m                     | $> 1,4 - 1,6$                                    |
| 0 - 80 m                     | $> 1,4 - 1,6$                                    |
| 0 - 100 m                    | $> 1,6 - 1,8$                                    |

Übersicht der am Standort voraussichtlich vorliegenden Wärmeleitfähigkeiten (ungesättigte Bedingungen)

## Zusammenfassung für Ihren Standort

| Wasserschutzgebiet | zulässige Bohrtiefe   | benachbarte Bohrungen | mittlere Jahreslufttemperatur | alternative Erdwärmesysteme               |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|---|
| außerhalb          | Bohrung nicht erlaubt | 29                    | 8 °C                          | Erdwärmekollektor, Grundwasser-Wärmepumpe |

## Allgemeine Hinweise zur Standortauskunft für Erdwärmesonden

Die Standortauskunft dient einer ersten Übersicht über die Bedingungen am gewählten Standort. Die Auskunft beruht auf den Kenntnissen und Erfahrungen des Bayerischen Landesamtes für Umwelt und gibt einen ersten orientierenden Überblick. **Sie ersetzt keine Detailuntersuchung und Planung durch ein Fachbüro.**

### Lassen Sie sich gut beraten!

Eine gute Planung vermeidet viele Unannehmlichkeiten und Überraschungen. Wir empfehlen daher, die Planung durch ein Fachbüro (z.B. Geologisches Ingenieurbüro) durchführen zu lassen.

Weitere Informationen zu Erdwärme in Bayern erhalten Sie unter:

[Informationssystem Oberflächennahe Geothermie \(IOG\)](#)  
(LfU-Kartendienst)

[Leitfaden Erdwärmesonden in Bayern](#) und [Oberflächennahe Geothermie](#)  
(Informationen zur Erdwärmenutzung in Bayern)

[Energieatlas in Bayern](#)  
(Informationen zum Thema Energie in Bayern)

## Die ersten Schritte - das Genehmigungsverfahren



## Wasser- und bergrechtliche Hinweise

Für den Bau und Betrieb von Erdwärmesondenanlagen sind die Bestimmungen des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) in Verbindung mit dem Bayerischen Wassergesetz (BayWG) und der hierzu ergangenen Verwaltungsvorschrift (VwVBayWG) maßgebend. Die zuständige Genehmigungsbehörde für Anlagen bis 50 kW ist die Wasserbehörde in der örtlichen Kreisverwaltungsbehörde (KVB). Die Erdwärmenutzung unterliegt grundsätzlich auch den Regelungen des Bundesberggesetzes (BBergG). In Bayern werden jedoch nur Erdwärmeanlagen mit Bohrungen von mehr als 100 m Tiefe und/oder einer thermischen Leistung von > 200 kW bergrechtlich behandelt. Unabhängig von den hier gemachten Angaben ist von der Wasserbehörde in der KVB die Zulässigkeit im Einzelfall zu prüfen. Das Ergebnis der Prüfung kann daher von der hier dargestellten Erstbewertung abweichen.

## Weitergabe der Bohrergebnisse

Laut Lagerstättengesetz sind dem Bayerischen Landesamt für Umwelt - Geologischer Dienst in angemessener Zeit (vier Wochen) nach Abschluss der Bohrarbeiten die Lage, Geländehöhe, Schichtenverzeichnisse, Ausbauezeichnungen, angetroffene Grundwasserverhältnisse und ggf. Ergebnisse der geophysikalischen Untersuchungen zu übersenden.

### Impressum:

#### Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)  
 Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
 86179 Augsburg

Telefon: 0821 9071-0  
 Telefax: 0821 9071-5556  
 E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)  
 Internet: [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de)

Postanschrift:  
 Bayerisches Landesamt für Umwelt  
 86177 Augsburg

#### Bearbeitung:

LfU, Ref. 104  
 Marcellus Schulze,  
 Nils Landmeyer

#### Bildnachweis:

LfU (oberflächgeothermie),  
 Bay. Vermessungsverwaltung  
 (Topogr. Karte)

#### Stand:

Juni 2015



Europäische Union  
 „Investition in Ihre Zukunft“  
 Europäischer Fonds für  
 regionale Entwicklung

## Informationssystem Oberflächennahe Geothermie

### Standortauskunft Erdwärmekollektoren

#### Standort



Maßstab 1:20.000



#### Landshut

Koordinate (Gauß-Krüger):  
RW: 4509864 HW: 5378730  
Höhe ü. NN: 391,9 m



#### Ergebnis an Ihrem Standort

- ✔ Der Bau einer Erdwärmekollektoranlage ist nach derzeitigem Kenntnisstand **möglich**.
- ✔ Die Erdwärmekollektoranlage würde **außerhalb** eines Wasserschutzgebietes (WSG) liegen.

#### Grabbarkeit

Die Karte liefert eine Aussage über die Durchführbarkeit von Erdarbeiten bis zu einer Tiefe von 1 m. Eine Detailuntersuchung vor Ort ist grundsätzlich zu empfehlen.

- ⓘ Bewertung der Grabbarkeit des Bodens: **eine Detailuntersuchung ist vor Ort erforderlich (Siedlungsgebiet)**

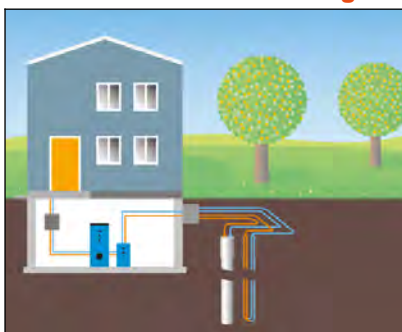
#### Bodentyp und Bodenart

Bodentyp am Standort: **Besiedelte Flächen mit anthropogen überprägten Bodenformen, bodenkundlich nicht differenziert (Versiegelungsgrad kleiner als 70%)**

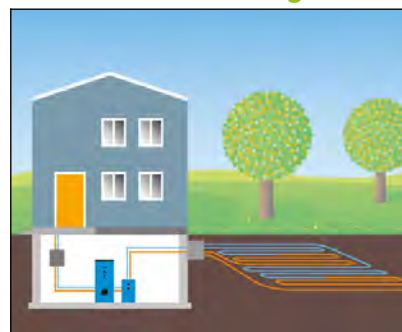
Bodenart am Standort: -

#### Ersteinschätzung für oberflächennahe Entzugssysteme am Standort

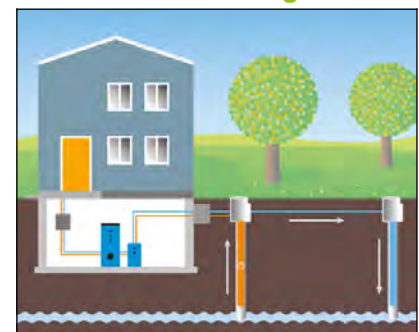
Erdwärmesonden: **nicht möglich**



Erdwärmekollektor: **möglich**



Grundwasser-WP: **möglich**



## Hangneigung und Exposition

Die Hangneigung gibt eine Einschätzung über das vorliegende Relief des Standortes ab. Die Exposition gibt die Lage eines Hanges bezüglich der Himmelsrichtung bzw. der Einfallrichtung der mittäglichen Sonnenstrahlen wieder.

Am Standort vorliegende Hangneigung:

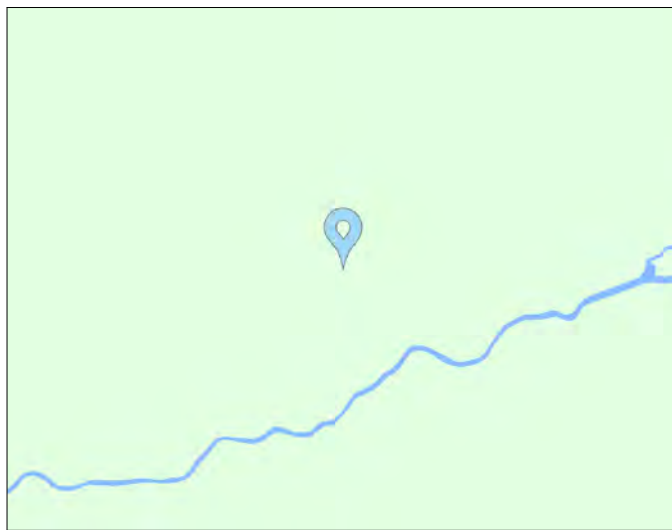
**0° - 5°**

Am Standort vorliegende Exposition:

**südlich exponiert**

## Karte zu den wasserwirtschaftlich sensiblen Gebieten

In Bayern wird die Erdwärmenutzung in den ausgewiesenen Wasserschutzgebieten aus Gründen des Grundwasserschutzes sehr sensibel gehandhabt. Der Kartenausschnitt zeigt die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse im Umkreis Ihres Standortes.



Maßstab 1:10.000

### Nutzungsmöglichkeiten der oberflächennahen Erdwärme mittels Erdwärmekollektoren

Der Bau einer Erdwärmekollektoranlage ist

- möglich
- nicht möglich (Wasserschutzgebiet)
- Gewässer

## Klimadaten

Die Wärmezufuhr von der Oberfläche und damit die Nutzbarkeit oberflächennaher Geothermie mittels Erdwärmekollektoren wird im wesentlichen Maße durch klimatologische Faktoren gesteuert.

### Niederschlags- und Temperaturdaten

Mittlere Niederschlagshöhe (in 2 m Höhe) und mittlere Lufttemperatur sowie die bayernweiten Durchschnittswerte an Ihrem Standort.

|   |                          |                    |
|---|--------------------------|--------------------|
| Mittlere Lufttemperatur (Sommerhalbjahr*):    | <b>&gt; 14 bis 15 °C</b> | <b>(Ø 13,4 °C)</b> |
| Mittlere Lufttemperatur (Winterhalbjahr*):    | <b>&gt; 1 bis 2 °C</b>   | <b>(Ø 2,1 °C)</b>  |
| Mittlere Niederschlagshöhe (Sommerhalbjahr*): | <b>Ø 433 mm</b>          | <b>(Ø 529 mm)</b>  |
| Mittlere Niederschlagshöhe (Winterhalbjahr*): | <b>Ø 282 mm</b>          | <b>(Ø 403 mm)</b>  |

\*Sommerhalbjahr: 20. März bis 22. September / Winterhalbjahr: 23. September bis 19. März

## Sickerwasserdaten

Sickerwasser ist eine wesentliche Größe für die Regeneration des Wärmehaushaltes eines Bodens und damit für die Leistungsfähigkeit einer Erdwärmekollektoranlage über die Zeit.

Mittlere jährliche Sickerwasserrate des Bodens am Standort: **Ø 0 mm** **(Ø 300 mm)**

## Boden-Parameter

Die genaue Kenntnis der bodenkundlichen Standortverhältnisse erlaubt eine optimierte Dimensionierung einer Erdwärmekollektoranlage. Ein wichtiger Parameter ist hierbei die Wärmeleitfähigkeit in  $W/(m \cdot K)$ , welche maßgeblich in die Berechnung des geothermischen Potentials einfließt.

| Boden-Parameter bis in 1,5 m Tiefe | Ergebnis am Standort    |
|------------------------------------|-------------------------|
| spez. Wärmeleitfähigkeit           | k.A. $W/(m \cdot K)$    |
| Trockenrohichte                    | 0 $g/m^3$               |
| Korngrößenverteilung               | 0/0/0 (% Sand/Silt/Ton) |
| Feldkapazität                      | 0 Vol.%                 |

Überblick über die Boden-Parameter am Standort

## Allgemeine Hinweise zur Standortauskunft für Erdwärmekollektoren

Die Standortauskunft dient einer ersten Übersicht über die Bedingungen am gewählten Standort. Die Auskunft beruht auf den Kenntnissen und Erfahrungen des Bayerischen Landesamtes für Umwelt und gibt einen ersten orientierenden Überblick. **Sie ersetzt keine Detailuntersuchung und Planung durch ein Fachbüro.**

### Lassen Sie sich gut beraten!

Eine gute Planung vermeidet viele Unannehmlichkeiten und Überraschungen. Wir empfehlen daher, die Planung durch ein Fachbüro (z.B. Geologisches Ingenieurbüro) durchführen zu lassen. Weitere Informationen zu Erdwärme in Bayern erhalten Sie unter:

[Informationssystem Oberflächennahe Geothermie \(IOG\)](#) (LfU-Kartendienst)

[Oberflächennahe Geothermie](#) (Informationen zur Erdwärmenutzung in Bayern)

[Energieatlas in Bayern](#) (Informationen zum Thema Energie in Bayern)

## Wasserrechtliche Grundlagen

**Erdwärmekollektoren sind in der Regel nicht genehmigungspflichtig.** Eine wasserrechtliche Erlaubnis ist aber erforderlich, wenn der Erdwärmekollektor:

- nicht mindestens 1 m über dem höchsten Grundwasserstand,
- innerhalb von Überschwemmungsgebieten, in Uferbereichen von Gewässern oder
- im Wasserschutzgebiet liegt.

Auskunft erhalten Sie hier:

### Stadt Landshut

Luitpoldstrasse 29a

84034 Landshut

Tel: 0871/88-1687

Fax: 0871/88-1782

E-Mail: [umweltschutz@landshut.de](mailto:umweltschutz@landshut.de)

Internet: [www.landshut.de](http://www.landshut.de)

## Impressum:

### Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg

Telefon: 0821 9071-0

Telefax: 0821 9071-5556

E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)

Internet: [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de)

Postanschrift:

Bayerisches Landesamt für Umwelt  
86177 Augsburg

### Bearbeitung:

LfU, Ref. 104  
Marcellus Schulze,  
Nils Landmeyer

### Bildnachweis:

LfU, Klimakarten sind ein Gemeinschaftsprodukt des Deutschen Wetterdienstes (Abteilung Agrarmeteorologie), Bayerischen Landesamtes für Wald und Forstwirtschaft und des LfU

Stand: Juni 2015



Europäische Union  
„Investition in Ihre Zukunft“  
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung