



Geotechnischer Bericht

Erschließung Neubaugebiet „Grubäcker II“ in 73275 Ohmden

Auftraggeber: Gemeinde Ohmden
73275 Ohmden, Hauptstraße 18

Planung: SI Beratende Ingenieure GmbH & Co. KG
73235 Weilheim/Teck, Bahnhofstraße 4

Projekt-Nr.: 2-19-081

Gutachten-Nr.: 2-19-081-01hö

_. Ausfertigung

09.10.2019



Dr. Joachim Hönig
von der Industrie- und Handelskammer Stuttgart
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
für Erdbau, Grundbau, Bodenmechanik

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| 1 Vorbemerkungen..... | 4 |
| 2 Untersuchungsumfang..... | 5 |
| 2.1 Geländearbeiten..... | 5 |
| 2.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen..... | 5 |
| 2.3 Chemische Laboruntersuchungen..... | 5 |
| 3 Baugrund..... | 6 |
| 4 Grundwasser..... | 7 |
| 5 Homogenbereiche, Boden-/Frostempfindlichkeitsklassen..... | 8 |
| 6 Bodenkennwerte..... | 10 |
| 7 Korrosionsverhalten von Böden..... | 10 |
| 8 Betonaggressivität (DIN 4030) der Böden..... | 11 |
| 9 Chemische Untersuchungsergebnisse..... | 11 |
| 10 Erschließung und Bebauung..... | 12 |
| 10.1 Kanal- und Leitungsbau..... | 12 |
| 10.1.1 Herstellung von Kanal- und Leitungsgräben..... | 12 |
| 10.1.2 Leitungszone..... | 15 |
| 10.2 Verkehrsflächen..... | 19 |
| 10.3 Bebauung..... | 26 |
| 10.3.1 Baugruben..... | 26 |
| 10.3.2 Hinweise zur Gründung und Bauausführung..... | 27 |
| 10.3.3 Bauwerksabdichtung und Entwässerung..... | 28 |
| 10.3.3.1 Allgemeines..... | 28 |
| 10.3.3.2 Bauwerksabdichtung über dem Bemessungsgrund- wasserspiegel..... | 29 |
| 10.3.3.3 Abdichtung von Bauvorhaben unterhalb des Bemessungswasser- spiegels..... | 30 |
| 10.4 Versickerung von Oberflächenwasser..... | 32 |
| 10.5 Wasserrechtliche Hinweise..... | 33 |
| 11 Zusammenfassung und Schlussbemerkungen..... | 33 |

Verzeichnis des Anhangs

Anhang 1: Richtlinien, Vertrags- und Lieferbedingungen, Arbeitsblätter, Rechtsgrundlagen, Normen und sonstige Unterlagen nach dem aktuellen Stand der Geotechnik

Verzeichnis der Anlagen

| | | |
|------------------|---|--|
| Anlage 1: | Lagepläne | M 1 : 25.000/M 1: 2.500 |
| Anlage 2: | Schichtenverzeichnisse und Schichtprofile | M 1 : 50 |
| Anlage 3: | Geologische Schnitte | M 1 : 200/100, M 1: 300/100 M 1 : 1.000/100 |
| Anlage 4: | Versuchsprotokolle bodenmechanische Versuche | |
| Anlage 5: | Homogenbereiche nach DIN 18 300: 2016-09 | |
| Anlage 6: | Analysenprotokolle chemisches Institut BVU (Markt Rettenbach) | |

1 Vorbemerkungen

Die Gemeinde Ohmden plant die Erschließung des Neubaugebiets „Grubäcker II“. Um Kenntnis über die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse zu erhalten, wurde unser Haus von der Gemeinde Ohmden mit Schreiben vom 14.08.2019 beauftragt, das Neubaugebiet auf seine Baugrund- und Grundwasserverhältnisse zu untersuchen, bodenkundliche Untersuchungen durchzuführen und einen Geotechnischen Bericht auszuarbeiten.

Grundlage des Auftrags war unser Angebot Nr. B 2-19-001b vom 05.08.2019. Allerdings sollte zunächst auf die bodenkundliche Auswertung verzichtet werden.

Zur Ausarbeitung des Gutachtens wurde uns zwei Bebauungsplanvorentwürfe des Büros Baldauf (Stuttgart) übersandt.

Bei den jeweiligen Versorgungsträgern wurden aktuelle Kabel- und Leitungspläne für die im Untersuchungsgebiet vorhandenen Sparten erhoben.

Weiterhin wurden die Topographische und die Geologische Karte M 1 : 25 000, Blatt 7323 Weilheim an der Teck, die Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg, M 1 : 350 000 und der Online-Kartenservice der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) mit herangezogen.

Der Baugrunderkundung und Ausarbeitung des geotechnischen Berichts liegen außerdem, soweit zutreffend, die in Anhang genannten Richtlinien, Vertrags- und Lieferbedingungen, Arbeitsblätter, Rechtsgrundlagen, Normen und sonstige Unterlagen in der Geotechnik und im Abfallrecht zugrunde. Im nachfolgenden Text benutzte Kürzel werden dort erläutert.

Geotechnische Kategorie

Leitungsgräben können frei geböscht oder mit Grabenverbaugeräten oder einem Normverbau nach DIN 4124 gesichert werden. Nach den Ergebnissen der durchgeführten Baugrunderkundung liegt schwach geneigtes Gelände vor. Die Baumaßnahmen im Zuge der Erschließung sind in die Geotechnische Kategorie GK 2 nach DIN 4020 einzustufen.

2 Untersuchungsumfang

2.1 Geländearbeiten

Zur Erkundung der anstehenden Bodenschichten wurden am 23. und 29.08.2019 fünfzehn Kleinbohrungen (\varnothing 60 mm) abgeteuft, die erbohrten Bodenschichten aufgenommen und dokumentiert.

Die Schichtenfolge in den Bohrungen wurde nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien aufgenommen (Benennung und Beschreibung nach DIN EN ISO 14688/14689, wobei die bisher gebräuchlichen Bezeichnungen der zurückgezogenen DIN 4022 beibehalten wurden) und nach DIN 18 196 und DIN 18 300 klassifiziert. Weiterhin wurden Wasserzutritte/-anstiege dokumentiert und das Bohrgut organoleptisch auf mögliche Verunreinigungen geprüft.

Die Untersuchungspunkte wurden vom Büro Wieninger (Weilheim/Teck) nach Lage und Meereshöhe eingemessen und in einen Lageplan eingetragen.

2.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Aus den Bohrungen wurden insgesamt sieben Bodenproben entnommen. Im hauseigenen Baugrundlabor wurden deren natürlicher Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1) und davon an vier Proben deren Konsistenzgrenzen (DIN 18 122-1) ermittelt. Mit den Laborversuchen war eine Einstufung der Bodenschichten in Bodengruppen nach DIN 18 196 möglich, was für die Bestimmung von Bodenkennwerten und für die Festlegung der Homogenbereiche von Bedeutung ist.

2.3 Chemische Laboruntersuchungen

Aus dem Bohrgut der Kleinbohrungen BS 1 – BS 4, BS 5 – BS 10 sowie BS 11 – BS 15 wurde aus dem Unterboden und den darunter folgenden Verwitterungstonen jeweils eine Mischprobe (Probenbezeichnungen: „MP VwV BS 1-4“, MP VwV BS5-10 und MP VwV BS 11-15“ zusammengestellt. Diese Mischproben wurden gekühlt und abgedunkelt gelagert und in geschlossener Kühlkette dem Labor der BVU Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH (*akkreditiert unter D-PL-14583-01-00*) in Markt Rettenbach angeliefert, wo sie auf den Parameterumfang der Tabelle 6-1 der Verwaltungsvorschrift (VwV) „Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ des Umweltministeriums Baden-Württemberg vom 14.03.2007, kurz „VwV Boden“, unter-

sucht wurden, um Hinweise auf eine mögliche Entsorgungsrelevanz des bei den Baumaßnahmen anfallenden Aushubs zu erhalten.

Untersuchungen im Hinblick auf mögliche Betonaggressivität des Untergrundes erfolgten anhand von Proben aus den Bohrungen BS 2 (Probe BS 2 / 2,20-3,20 m), BS 6 (Probe „BS 6 2,40 – 2,60 m), BS 7 (Probe BS 7 / 2,70-3,20 m) und BS 12 (Probe BS 12 / 1,00 – 1,40 m). Diese Proben wurden im HCl-sauren Heißwasseraufschluss auf Sulfat in der Festsubstanz und zusätzlich auch im Eluat im Labor BVU untersucht.

Hinsichtlich der Verwertungsmöglichkeiten des bei den Erschließungsarbeiten anfallenden Oberbodens wurde aus dem Oberboden der Messpunkte BS 1 – BS 4 die Mischprobe „MP BBodSchV BS 1-4“, aus den Messpunkten BS 5 bis BS 7 die Mischprobe „MP BBodSchV BS 5-7“ sowie aus den Bohrungen BS 8-10 und BS 15 die Mischprobe „MP BBodSchV BS 8-10 + 15“ hergestellt und auf die Parameter der Ziffer 4 des Anhangs 2 der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) im Labor BVU untersucht.

3 Baugrund

Außer bei BS 11 und BS 12 bis BS 14 wurde in den Bohrungen zuoberst 5 - 60 cm mächtiger, dunkelbrauner, gut durchwurzelter Oberboden aus humosem Schluff angetroffen. Oberboden ist in die Bodengruppe OU nach DIN 18 196 und in den Homogenbereich E 1 (früher Bodenklasse 1) einzustufen.

Die Bohrungen BS 11 und BS 13 lagen auf einem asphaltierten, BS 12 und BS 14 auf mit Schotter befestigten Fahrweg.

Unter dem humosen Oberboden bzw. den Fahrwegen wurde bis in Tiefen zwischen 0,50 m und 2,90 m lehmige Auffüllungen vermischt mit Tonstein- und Schieferstücken, rotgrauem Kies (BS 6), lehmigem Kies und vereinzelt mit Ziegelstücken. Die Auffüllungen werden zum Homogenbereich E 2 zusammengefasst.

Die geringsten Mächtigkeiten von unter 1 m lagen bei den Bohrpunkten BS 4 und BS 10 bis BS 15. Im Bereich der größeren Auffüllmächtigkeiten ist davon auszugehen, dass dort alte kleinere Schieferbrücke lagen, die nach deren Auflassung verfüllt wurden.

Unter den Auffüllungen wurden außer bei BS 13 bis BS 15 Schiefer des Schwarzen Jura epsilon (Posidonienschiefer) und bei BS 13 bis BS 15 verwitterte Mergel vermutlich des Schwarzen Jura zeta (Jurensismergel) aufgeschlossen, die in BS 11 sowie BS 13 bis BS 15 noch von Verwitterungston oder einem Ton-Tonstein-Gemisch überlagert wurden.

Verwitterungston und stark verwitterter Tonstein sind zum Homogenbereich E 3, fester Tonstein bzw. Schiefer zum Homogenbereich E 4 zusammengefasst.

Die in den Bohrungen angetroffenen Bodenschichten sind in Form von Schichtenverzeichnissen und Schichtprofilen in der Anlage 2 beigefügt. Die Anlage 3 enthält vier geologische Schnitte, die das Baugrundmodell darstellen.

4 Grundwasser

Die Bohrungen BS 3, BS 6, BS 9, BS 13 bis BS 15 waren bis zum Bohrende trocken. In BS 12 wurde bei 2,20 m bis 2,30 m eine Vernässung festgestellt. In den übrigen Bohrungen wurde Grundwasser angetroffen bzw. Wasserstände gemessen. Wo jeweils der Zutritt erfolgte, war in den Bohrungen nicht erkennbar. Vermutlich erfolgt der Wasserzutritt im klüftigen Tonstein/Schiefer. In die Kleinbohrungen BS 2, BS 7 und BS 10 wurden PVC-Röhrchen eingestellt, um Ruhewasserstände messen zu können. Die Bohrungen BS 1 und BS 5 wurden zu Grundwassermessstellen (\varnothing 1,25“), überflur mit verschließbaren Abschlusskappen ausgebaut.

Mit einem starken Wasserandrang wird nicht gerechnet. Bei Starkregenereignissen kann ein Oberflächen- bzw. Zwischenschichtabfluss (Interflow) an der Grenze zwischen Oberboden und lehmigen Auffüllungen erfolgen.

Folgende Wasserstände wurden nach Bohrende (23.08.19) bzw. am 19.09.2019 gemessen:

| | 23./29.08.2019 (Wsp. nach Bohrende) | 19.09.2019 (Ruhewasserstand) |
|--------------|--|---|
| BS 1 | 2,61 m = 374,60 mNN | 2,83 m = 374,38 mNN |
| BS 2 | 1,92 m = 374,67 mNN | 1,94 m = 374,65 mNN |
| BS 4 | 2,39 m = 373,43 mNN | --- |
| BS 5 | 3,03 m = 372,96 mNN | 2,96 m = 373,03 mNN |
| BS 7 | 2,26 m = 373,48 mNN | 2,28 m = 373,46 mNN |
| BS 8 | 2,85 m = 372,14 mNN | --- |
| BS 10 | 2,60 m = 372,45 mNN | 1,94 m = 373,11 mNN |
| BS 11 | 1,95 m = 371,74 mNN | --- |

5 Homogenbereiche, Boden-/Frostempfindlichkeitsklassen

Die DIN 18 300 Ausgabe 2012 fasste Boden- und Felsarten nach dem Schwierigkeitsgrad beim Bearbeiten (Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten) in sieben Klassen zusammen.

Im September 2016 wurde die Neufassung der DIN 18 300 eingeführt, nach der Boden- und Felsarten in Homogenbereiche einzuteilen sind. Die bisherigen Bodenklassen entfallen.

Ein Homogenbereich umfasst einen begrenzten Bereich mit einer oder mehreren Boden- und/oder Felsarten, die entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweisen. Umweltrelevante Inhaltsstoffe sind bei der Einteilung in Homogenbereiche ggf. zu berücksichtigen.

Die aktuelle DIN 18 300 fordert die Angabe bestimmter Eigenschaften und Kennwerte sowie deren ermittelte Bandbreite. Um diese Anforderungen zu erfüllen, ist die Durchführung eines umfangreicheren bodenmechanischen Versuchsprogramms nötig, als dies nach der alten Norm erforderlich, von uns angeboten und beauftragt war. Das tatsächlich durchgeführte Untersuchungsprogramm genügt nicht in allen Punkten den aktuellen normativen Anforderungen.

Nachfolgend werden die geforderten Eigenschaften und Kennwerte als Schätzwerte angegeben, soweit dies auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen möglich ist. Eine Überprüfung der Eigenschaften und Kennwerte, insbesondere deren Bandbreite, wie dies in der aktuel-

len DIN 18 300 enthalten ist, konnte nicht in vollem Umfang erfolgen. Falls dies für die Ausschreibung der Erdarbeiten erforderlich ist, sind weitere Erkundungsmaßnahmen durchzuführen.

Die Einstufung von Böden in Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB 17 erfolgt auf Grundlage ihrer Zusammensetzung (Feinkornanteil, Kornverteilung, Mineralart) und der Einteilung in Bodengruppen nach DIN 18 196.

Die Zuordnung der angetroffenen Bodenarten Boden- und Felsarten zu Homogenbereichen nach den Richtlinien der DIN 18 300 ist in Anlage 5 mit deren Eigenschaften und der geschätzten Bandbreite der geotechnischen Kennwerte tabellarisch aufgelistet. Die Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB sowie die bisherigen Bodenklassen nach DIN 18 300 Ausgabe 2012 (zurückgezogen) sind zum Vergleich ebenfalls mit angegeben.

Die in Anlage 5 angegebenen Kennwerte sind nur für den Baubetrieb bzw. zur Beurteilung der erforderlichen Erdbauleistung maßgeblich und dürfen nicht für geotechnische/erdstatische Berechnungen herangezogen werden. Es handelt sich um geschätzte obere und untere Grenzwerte und nicht um charakteristische Werte im Sinne der DIN EN 1997 (EC 7) bzw. DIN 4020.

| Bodenschicht (Bodengruppe) | Homogenbereich nach DIN 18 300:2015-08 | Boden- bzw. Fels- klasse nach DIN 18 300:2012-09 | Frostempfindlichkeitsklasse ZTV E-StB 17 |
|--|---|---|---|
| Oberboden (OU) | E 1 | 1 | F 2 |
| Auffüllungen | E 2 | 4 | F 2, F 3 |
| Verwitterungston, verwitterte Juraschichten | E 3 | 4, 5 | F 2, F 3 |
| Tonstein, Schiefer, fest | E 4 | 6 | F 2 |

Sollte es zu Unstimmigkeiten bezüglich der Einteilung der anstehenden Boden- und Felsarten kommen, so kann der Baugrundgutachter beim Baugrubenaushub hinzugezogen werden.

6 Bodenkennwerte

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche können Anlage 4 entnommen werden. Die im Folgenden für die an den Untersuchungspunkten aufgeschlossenen Bodenschichten angegebenen charakteristischen Boden- bzw. Berechnungskennwerte wurden nicht direkt durch bodenmechanische Laborversuche bestimmt. Sie wurden unter Berücksichtigung der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche und dem Geländebefund in Anlehnung an DIN 1055 und weiteren Literaturangaben eingeschätzt. In Klammern ist die geschätzte Schwankungsbreite angegeben, die bei Grenzwertbetrachtungen ggf. anzusetzen ist.

| Bodenschichten | Boden- gruppe nach DIN 18 196 | Wichte | | Reibungs- winkel | Kohäsion | Steife- ziffer |
|--|--|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------|-------------------|
| | | über Wasser | unter Auftrieb | | | |
| | | γ_k [kN/m ³] | γ_k' [kN/m ³] | | | |
| Verwitterungston | TM, TA | 19,5 (19 -20) | 9,5 (9-10) | 22 (20-25) | 10 (5-20) | 6 (4-8) |
| verwitterte Juraschichten, halbfest oder halbfest bis fest | Z | 21 (20-22) | 11 (10-12) | 30 (27-32) | 30 (20-40) | 20 (15-25) |
| Tonstein, Schiefer, fest | Z | 24 (23-25) | 14 (13-15) | 35 (30-40) | 60 (40-80) | 70 (40-100) |

Werden Schichten in offenen Baugruben/Kanalgräben längere Zeit der Witterung ausgesetzt, können sich die Kennwerte rapide verschlechtern. Dies gilt auch für Profilabschnitte, in denen Schichtwasser austritt und zu einem Aufweichen der Bodenschicht führt.

7 Korrosionsverhalten von Böden

Die im Baugebiet anstehenden Bodenschichten wurden hinsichtlich ihres Korrosionsverhaltens auf erdverlegte Rohrleitungen aus unlegierten oder niedriglegierten Eisenwerkstoffen beurteilt. Grundlage hierfür war das DVGW-Arbeitsblatt GW 9.

Die in diesem Arbeitsblatt beschriebenen chemischen und physikalischen Untersuchungen wurden im vorliegenden Fall nicht durchgeführt. Aufgrund der übrigen Beurteilungskriterien ist jedoch bei Grabenverfüllungen aus

- trockenem oder erdfeuchtem Schotter oder vergleichbarem und über dem Grundwasser nicht mit korrosiver Wirkung zu rechnen.
- bindigen Erdstoffen von geringer (Bodenklasse Ib) bis mittlerer Korrosionswahrscheinlichkeit (Bodenklasse II) auszugehen.
- bei Grabenverfüllungen aus Schiefer (Posidonienschiefer) ist von hoher Korrosionswahrscheinlichkeit auszugehen.

8 Betonaggressivität (DIN 4030) der Böden

Sowohl die Schiefer des Schwarzen Jura epsilon (Posidonienschiefer) wie auch der Tonstein des Schwarzen Jura zeta (Jurensismergel) enthalten nach den chemischen Analysen von Bodenproben **erhöhte Sulfatgehalte** :

| | |
|--------------|---|
| Probe BS 2: | 3 442 mg/kg Sulfat in der Festsubstanz, 170 mg/l im Eluat |
| Probe BS 6: | 4 450 mg/kg Sulfat in der Festsubstanz, 144 mg/l im Eluat |
| Probe BS 7: | 3 560 mg/kg Sulfat in der Festsubstanz, 141 mg/l im Eluat |
| Probe BS 12: | 1 096 mg/kg Sulfat in der Festsubstanz, 10 mg/l im Eluat |

Nach den ermittelten Sulfatgehalten ist der Schiefer nach DIN 4030 betonangreifend (Expositionsklasse XA 2).

9 Chemische Untersuchungsergebnisse

Bei den nachfolgend beschriebenen Untersuchungsergebnissen handelt es sich um stichprobenartige, punktuelle Untersuchungen. Die Untersuchungsergebnisse gelten nur für die jeweiligen Bodenproben und vermitteln einen Eindruck, ob und mit welchen Größenordnungen von Schadstoffbelastungen ggf. zu rechnen ist.

Die aus dem Unterboden und den Verwitterungstonen gezogene, tonige Mischprobe "MP VwV BS 1-4" weist mit 74 mg/kg leicht erhöhte Kupferkonzentrationen und mit 140 bzw. 180 mg/kg erhöhte Gehalte an Mineralölkohlenwasserstoffen auf (MKW (C10-C22) bzw. MKW (C10-C40)).

Mit 98 mg/l enthält die Probe einen etwas erhöhten Gehalt an Sulfat. Die Probe ist aufgrund dieser Befunde gemäß VwV Boden der Qualitätsstufe Z1.2 zuzuordnen.

Die Probe „MP VwV BS 5 – 10“ enthält mit 65 mg/kg ebenfalls leicht erhöhte Kupferkonzentrationen und mit 200 bzw. 260 mg/kg erhöhte Gehalte an Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW (C10-C22) bzw. MKW (C10-C40) und mit 125 mg/l deutlich erhöhte Sulfatgehalte. Somit ist diese Probe der Qualitätsstufe Z2 zuzuordnen.

Die Probe „MP VwV BS 11-15“ weist mit 79 mg/kg leicht erhöhte Nickel- und mit 66 mg/l leicht erhöhte Sulfatgehalte nach. Somit ist diese Probe der Qualitätsstufe Z1.2 zuzuordnen.

Den Untersuchungsergebnissen des Labors zufolge überschreitet der beprobte Oberboden bei den Schwermetallen Kupfer und Nickel mit Werten von bis zu 84 mg/kg bzw. 76 mg/kg in den Mischproben die Vorsorgewerte der BBodSchV für die Bodenart Ton. Die erhöhten Gehalte an den genannten Schwermetallen ist auf geogene Belastungen und nicht auf anthropogene Schadstoffeinträge zurückzuführen. Eine Verwertung des Oberbodens zur Herstellung durchwurzelbarer Bodenschichten bzw. zum Auftrag auf landwirtschaftlich genutzte Flächen ist dennoch unter der Einschränkung möglich, dass der Auftrag nur auf Flächen erfolgt, die unter gleichen oder zumindest ähnlichen geologischen Rahmenbedingungen ebenfalls bereits geogen erhöhte Schwermetallgehalte aufweisen. Eine Verwertung des Oberbodens außerhalb solcher Gebiete darf nicht für die Herstellung von bzw. für den Auftrag auf durchwurzelbaren Bodenhorizonten erfolgen. Eine Verwertung außerhalb durchwurzelbarer Bodenschichten könnte jedoch unter Umständen unter den in der VwV Boden genannten Kriterien für die Einbaukonfiguration Z0* möglich sein. Dazu müsste der Oberboden allerdings noch auf die fehlenden Parameter der VwV Boden untersucht werden.

10 Erschließung und Bebauung

10.1 Kanal- und Leitungsbau

10.1.1 Herstellung von Kanal- und Leitungsgräben

Bei der Herstellung von Kanal- und Leitungsgräben sind die Richtlinien der DIN 4124, DIN EN 1610 (Abwasserleitungen und -kanäle) und DIN EN 805 (Trinkwasserleitungen) zu beachten.

Gräben über 1,25 m sind zu böschen oder zu verbauen. Sollte frei geböscht werden, sind nach DIN 4124, Abschnitt 4.2.4 bei Böschungen bis 5 m Höhe folgende Böschungswinkel β ohne rechnerischen Standsicherheitsnachweis maximal zulässig:

- | | |
|--|-----------------------|
| a) nichtbindige oder weiche, bindige Böden | $\beta \leq 45^\circ$ |
| b) steife bis halbfeste bindige Böden | $\beta \leq 60^\circ$ |
| c) fester Tonstein, Kalkstein, Schiefer | $\beta \leq 80^\circ$ |

Bis zum festen Tonstein und Schiefer ist vorwiegend mit steifem oder halbstem, bindigem Boden zu rechnen, so dass unter $\beta \leq 60^\circ$ geböscht und ein maßhaltiger Aushub ohne besondere Erschwernisse erwartet werden kann. Im Bereich von möglicherweise lockeren bzw. weichen Auffüllungen ist der Böschungswinkel auf $\beta \leq 45^\circ$ zu reduzieren. Im festen Gestein kann der Böschungswinkel auf $\beta \leq 80^\circ$ erhöht werden.

Bei Herstellung freier Böschungen wird empfohlen, auf halber Höhe Bermen (Breite $\geq 1,50$ m) zum Auffangen eventuell abrutschenden Erdmaterials vorzusehen.

Um die Massen für Aushub und Verfüllung möglichst gering zu halten, werden Kanal- und Leitungsgräben meist mit senkrechten Wänden hergestellt und mit einem Verbau gesichert. Dies ist bei Gräben über 2 m Tiefe generell zu empfehlen. Dabei gelten ebenfalls die Vorgaben der DIN 4124, DIN EN 1610 und DIN EN 805.

Verbausysteme, bei denen die Verbauelemente kontinuierlich mit dem Aushub abgesenkt werden, sind zu bevorzugen. Einfache Verbaukörbe, die nach dem Aushub in die Gräben eingestellt werden, können nur bei ausreichend standfesten Grabenwänden eingesetzt werden, wenn nicht mit Nachbrüchen zu rechnen ist. Die Wahl des Verbausystems ist daher den Baugrundverhältnissen anzupassen. Sie fällt im Einzelnen in den Verantwortungsbereich der beauftragten Tiefbauunternehmung.

Es ist zu beachten, dass ein Verbau mit vorauseilendem Erdaushub und anschließender Sicherung des Grabens mit einem nichtkraftschlüssigen Verbau (z. B. durch Verbauplatten) Spannungsumlagerungen im benachbarten Untergrund bewirkt, welche Setzungen oder Sackungen bis hin zur Geländeoberkante verursachen können. Es muss daher sichergestellt sein, dass bereits bestehende Bauteile (z. B. Wasserleitungen, Strom- oder Telefonkabel) insbesondere in den Anschlussbereichen zu den bestehenden Kanälen nicht setzungsempfindlich sind bzw. keine unzulässigen Verformungen erfahren.

Beim Aushub ist mit zunehmender Aushubtiefe bzw. unter den Auffüllungen mit Erschwernissen zu rechnen. Wir empfehlen daher, für erforderlichen Felsaushub (alte Bodenklasse 6 + 7) in der Ausschreibung ausreichende Massenansätze zu wählen. Für eine zuverlässige Massenermittlung der einzelnen Boden- und Felsklassen ist ein sorgfältiges Aufmaß während des Aushubes erforderlich.

Zum Lösen von festem Tonstein oder Schiefer im beengten Leitungsgraben werden voraussichtlich besondere Maßnahmen erforderlich. Der Einsatz von Hydraulikmeißeln ist allerdings mit Erschütterungen verbunden.

Weiterhin ist zu beachten, dass im Bereich von flächenhaft zusammenhängendem Fels ein maßhaltiger Aushub des Leitungsgrabens unter Umständen nicht möglich sein wird, da sich das Gestein nur an vorgegebenen Trennflächen (Klüften und Schichtfugen) lösen lässt. Insbesondere in Fels der alten Klassen 6 und 7 lassen sich vielfach keine ebenflächigen Aushubsohlen und Grabenwände herstellen. Mehraushub an der Sohle muss mit Bettungsmaterial ausgeglichen werden. Dies ist bei der Ausschreibung und Massenabschätzung der Arbeiten zu berücksichtigen. Weiterhin ist zu beobachten, dass beim Lösen von Steinen oder Kluftkörpern aus dem Verband Auflockerungen an den Grabenwänden auftreten können.

Sofern z.B. aufgrund begrenzter Reichweite von Hebefahrzeugen oder aufrecht zu erhaltendem Verkehr keine ausreichenden Abstände eingehalten werden können, müssen die Verkehrslasten bei der statischen Bemessung des Verbaus berücksichtigt werden.

Bei nicht auszuschließenden Zutritten von Grund- und/oder Schichtwasser dürfte nur mit geringen Wassermengen zu rechnen sein ($Q \leq 0,5 \text{ l/s/lfm}$), die mit einer offenen Wasserhaltung problemlos beherrscht werden können. Werden hierzu Dränleitungen verlegt, so sind diese im Endzustand zu unterbrechen, um ein ständiges Ableiten von Grundwasser zu verhindern.

Sollte eine Grundwasserableitung/-absenkung erforderlich werden, so ist zu Beginn eine Grundwasserproben zu entnehmen und nach den in Abschnitt (Wasserrechtlicher Hinweis) genannten Vorgaben zu untersuchen. Zum Ende der Wasserhaltung vor der Grabenverfüllung wird die Entnahme und Untersuchung einer weiteren Grundwasserprobe gefordert.

Im vorliegenden Fall erfolgt bei einer eventuellen Wasserhaltung keine Absenkung unter einen mittleren oder tiefen Grundwasserstand, sondern es wird ein Anstieg des Grundwasserstands in ein ungewöhnlich hohes Niveau verhindert. Insofern liegt auch der abgesenkte Grundwasser-

stand im Bereich der natürlichen Schwankungsbreite des Grundwasserstands. Suffosion oder Subrosion sind bei den geringen zu erwartenden Grundwassermengen nicht zu erwarten.

Bei einer zeitweiligen Grundwasserabsenkung bzw. -ableitung während der Bauzeit sind keine schädlichen Auswirkungen auf die Nachbargrundstücke bzw. die Nachbarbebauung zu erwarten.

Bei der Einleitung von Grundwasser in die Kanalisation oder in ein Gewässer wären nach unserer Kenntnis i.d.R. folgende Grenzwerte einzuhalten:

| Parameter | Kanalisation | Gewässer |
|---|--------------|-----------|
| pH-Wert | 6,5 – 10,0 | 6,5 – 8,5 |
| absetzbare Stoffe nach ½ Std. | 1,0 ml/l | 0,3 ml/l |
| abfiltrierbare Stoffe nach DIN EN 872 | --- | 100 mg/l |
| Kohlenwasserstoffe ges. nach DEV V H53 | 20 mg/l | 5,0 mg/l |
| chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW) | 0,05 mg/l | 0,01 mg/l |

*Vorgaben der örtlichen Entwässerungssatzung bleiben hiervon unberührt

Zur Einhaltung der Grenzwerte ist gegebenenfalls die Zwischenschaltung eines Absetzbeckens und bei Ableitung von durch Beton verdrängtem oder mit frischem Beton in Berührung gekommenem Wasser einer Neutralisation erforderlich.

Wenn durch Baumaßnahmen ein Eingriff ins Grundwasser bzw. den Grundwasser-Schwankungsbereich ($\hat{=}$ Bemessungswasserstand) erfolgt, ist dies ein wasserrechtlicher Tatbestand gemäß §49 WHG (Wasserhaushaltsgesetz der Bundesrepublik Deutschland), der anzeige- und genehmigungspflichtig ist.

10.1.2 Leitungszone

Die Leitungszone (Bettung, Seitenverfüllung und Rohrabdeckung) ist gemäß DIN EN 1610 auszuführen.

Den Untersuchungsergebnissen zufolge kann im natürlich anstehenden Untergrund (Ton, Tonstein, Schiefer) von guter bis sehr guter Tragfähigkeit im Auflagerbereich ausgegangen werden.

In Auffüllungen ist je nach Tiefe der Leitungszone und Art der Auffüllungen ein Bodenaustausch oder eine Nachverdichtung erforderlich.

Bei wechselnden Schichten (Auffüllungen, Ton, Tonstein, Schiefer) und damit verbundenen Tragfähigkeitsänderungen der Grabensohle sind an den Übergangsstellen ggf. entsprechende Schutzmaßnahmen notwendig, um überlagerte Beanspruchungen zu vermeiden. Die Aushubsohle ist von eventuell vorhandenen gelockerten Steinen/Blöcken zu räumen. Größere Unebenheiten sind durch den Einbau von Bettungsmaterial oder Magerbeton auszugleichen.

Um Linien- und Punktlagerungen in Fels, in steinigen oder festgelagerten Böden zu vermeiden, ist die Dicke der unteren Bettungsschicht von Abwasserkanälen bei derartigem Untergrund auf $100 \text{ mm} + 1/5 \text{ DN in mm}$, mindestens jedoch 150 mm zu erhöhen. Das Material für die Bettungsschicht muss die Anforderungen nach Abschnitt 5.3 der DIN EN 1610 erfüllen. Wir empfehlen, als Bettungsmaterial Fremdmaterial zu verwenden (z. B. Schotter-Splitt-Gemisch 0/32).

Die Aushubsohlen/Auflagerflächen sind zu verdichten, um eventuelle Auflockerungen durch den vorangegangenen Aushub rückzustellen. Die Grabensohle und die untere Bettungsschicht dürfen jedoch nicht stärker verdichtet werden als die obere Bettungsschicht, um eine gleichmäßige Spannungsverteilung im Bettungsbereich zu gewährleisten.

In der Leitungszone ist Material nach den Anforderungen der DIN EN 1610 bzw. DIN EN 805 und der einschlägigen DVGW-Arbeitsblätter bzw. Herstelleranforderungen einzubauen. Schüttmaterial, Schütthöhe und Verdichtungsgerät müssen aufeinander abgestimmt sein. In der Leitungszone darf nur mit leichten Verdichtungsgeräten verdichtet werden. Der Einbau ist in Lagen von maximal 0,2 m - 0,3 m auszuführen. Die Anforderung an das 10%Mindestquantil des Verdichtungsgrads D_{Pr} beträgt 97%.

Die Dicke der Abdeckung über der Rohrleitung sollte i.d.R. 300 mm betragen. Eine Mindestdicke von 150 mm über dem Rohrschaft und 100 mm über der Rohrverbindung darf nicht unterschritten werden.

Wegen der Grundwasserverhältnisse (möglicher Anstieg des Grundwasserstands bis in die Leitungszone) ist darauf zu achten, dass kein suffosions- oder erosionsgefährdetes Bettungsmaterial zum Einsatz kommt (z.B. Sand), um einen Volumenverlust in Folge Ausspülen der Feinpartikel und dadurch bedingte Sackungen/Setzungen zu vermeiden.

Hauptverfüllung von Kanal- und Leitungsgräben

Die Hauptverfüllung ist gemäß den Planungsanforderungen auszuführen und lagenweise verdichtet einzubauen. Über den Rohren darf eine mechanische Verdichtung erst ab einer Schichtdicke von ≥ 300 mm erfolgen. Mittlere und schwere Verdichtungsgeräte dürfen erst ab einer Überdeckungshöhe von 1,00 m zum Einsatz kommen.

Bei der Wiederverfüllung und Verdichtung von Leitungsgräben sind die Richtlinien der ZTV E-StB 17 und der ZTV A-StB 12 sowie DIN EN 1610 einzuhalten. In den (zurückgezogenen) ZTV A-StB 97/06 sind die für die Verfüllzone geeigneten Bodenarten in Verdichtbarkeitsklassen eingeteilt.

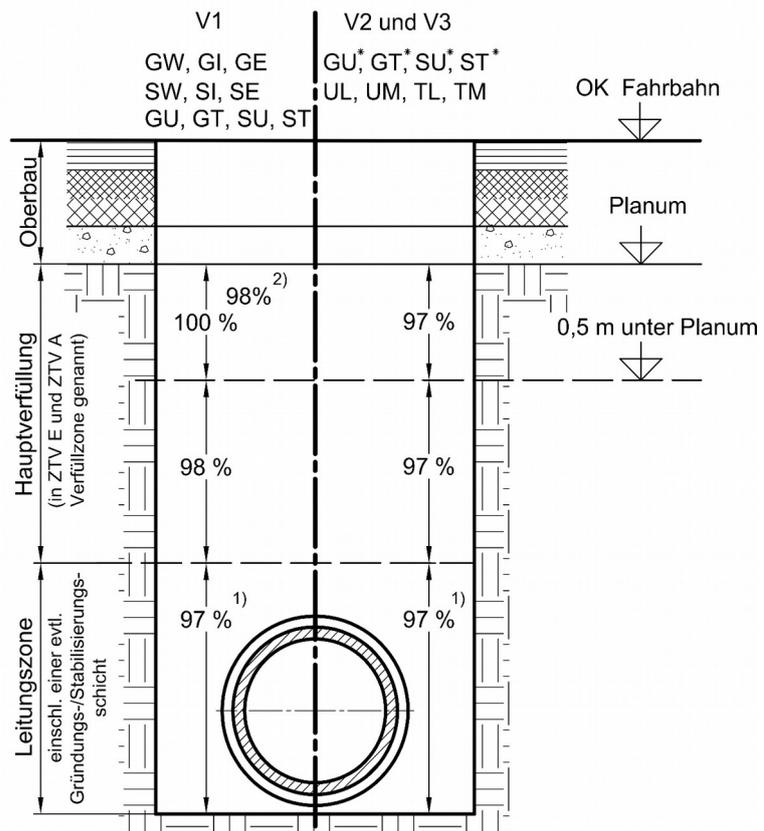
Wir empfehlen, trotz der in den aktuell gültigen ZTV A-StB nicht mehr enthaltenen Regelungen, für die Verfüllzone Böden der Verdichtbarkeitsklasse V 1 zu verwenden, da sie wegen ihrer geringeren Wasser- und damit Witterungsempfindlichkeit in der Regel leichter zu verdichten sind als Böden der Klassen V 2 und V 3. Werden Böden der Klassen V 2 und V 3 verwendet, so muss der Wassergehalt dem optimalen Wassergehalt beim Proctorversuch entsprechen.

Gemäß ZTV E-StB 17 und ZTV A-StB 12 sind folgende Verdichtungsanforderungen einzuhalten:

Verdichtbarkeitsklasse nach DWA-A 139
und ZTV A-StB 97
Bodengruppen nach DIN 18196

1) Böden GU, GT, SU, ST sowie Böden der Verdichtbarkeitsklassen V2 und V3 sind im Regelblatt 15 für die Leitungszone nicht zugelassen.

2) In Geh- und Radwegen



Bei Baugruben und Gräben außerhalb von Verkehrsflächen ist mindestens die Lagerungsdichte des umgebenden Bodens einzuhalten, gemäß ZTV E-StB 17 jedoch mindestens 97% D_{Pr} .

Die nachfolgenden Bewertungen und Hinweise beziehen sich ausschließlich auf die geotechnische Eignung von Böden. Böden, die den o.g. abfallrechtlichen Anforderungen nicht genügen, dürfen auch bei geotechnischer Eignung nur im oberen Teil von Graben- und Baugrubenverfüllungen eingebaut werden.

Die anstehenden und beim Aushub anfallenden Auffüllungen und Tonböden sind den Verdichtbarkeitsklasse V 2 und V 3 (Bodengruppen TM und TA) zuzuordnen.

Bindiges Aushubmaterial der Verdichtbarkeitsklasse V 3 in steifer Konsistenz ist unter geotechnischen Aspekten (Verdichtbarkeit beim Einbau, Tragfähigkeit) nach den o.g. Kriterien zum Wiedereinbau nur bedingt geeignet (evtl. nach Bodenverbesserung/Bindemittelbehandlung). Hinweise zu Bodenverbesserungsmaßnahmen können Abschnitt entnommen werden.

Bindiges Aushubmaterial in annähernd halbfester Konsistenz könnte eventuell wiederverwendet werden, wenn eine witterungsgeschützte Zwischenlagerung möglich ist. Zum Schutz vor Durchfeuchtung kann eine Mierte mit geneigter (Quergefälle $\geq 5\%$) und glatt abgewalzter Oberfläche hergestellt oder eine Abdeckung mit sturmsicher angebrachter Folie vorgenommen werden.

Von der Verwendung Schiefer wird wegen des hohen Sulfatgehaltes abgeraten.

Gut für Verfüllzwecke geeignet sind Tragschichtmaterial nach ZTV SoB-StB 04 oder gleichwertige Schotter-Splitt-Gemische. Bei nicht güteüberwachtem Material ist dessen Eignung vor dem Einbau ggf. nachzuweisen, sofern nicht örtliche Erfahrungen hinsichtlich der Eignung vorliegen.

Bei Grabenverfüllungen mit unverändertem, ursprünglich vorhandenem Bodenmaterial muss auch bei sorgfältiger Verdichtung mit späteren Setzungen gerechnet werden. Daher sollte von dessen Verwendung im Fahrbahnbereich abgesehen werden. Hier sollte z.B. Betonrecycling (Zulassung nach TL Gestein-StB 04 bzw. TL G SoB-StB 04 und UVM-Erlass), Schotter oder gleichwertiges verwendet werden.

Das Verfüllgut ist lagenweise einzubauen und optimal zu verdichten. Die Mächtigkeit der einzelnen Lagen sollte 30-40 cm nicht überschreiten. Die Anforderung an das 10%-Mindestquantil des Verdichtungsgrades D_{Pr} in der Verfüllzone beträgt in Abhängigkeit vom eingebauten Erdstoff

zwischen $\geq 97\%$ und $\geq 100\%$. Im Übrigen wird auf die Vorgaben der ZTV E-StB 17 und ZTV A-StB 12 für die Verfüllung in Straßenbereichen verwiesen.

Die Verdichtung der Grabenverfüllung ist im geforderten Umfang gemäß ZTV E-StB 17, Abschnitt 14 je nach gewählter Prüfmethode im Zuge der Eigenüberwachung durch den Auftragnehmer nachzuweisen. Unabhängige Kontrollprüfungen durch den Auftraggeber werden empfohlen.

Unverändertes Aushubmaterial kann eventuell in nicht setzungsempfindlichen Bereichen (z.B. unter Grünflächen, zur Geländemodellierung) wieder eingebaut werden, wo keine besonderen Anforderungen hinsichtlich optimaler Verdichtbarkeit zu stellen sind und im Lauf der Zeit auftretende Konsolidationssetzungen der Grabenverfüllung ggf. im Zuge der gärtnerischen Pflege ausgeglichen werden können.

Der Rückbau eines Grabenverbaus muss unter abwechselndem schrittweisem Ziehen und unmittelbar anschließendem Nachverdichten erfolgen. Es muss eine kraftschlüssige und vollflächige Verbindung des Verfüllmaterials mit dem gewachsenen Boden der Grabenwand entstehen. Ist ein Rückbau erst nach dem Verfüllen möglich, so ist dies in der Rohrstatik zu berücksichtigen. In besonderen Fällen ist der Verbau im Untergrund zu belassen.

Im Gründungsbereich der Schachtbauwerke kann - außer in Auffüllungen - mit gut tragfähigem Baugrund gerechnet werden.

10.2 Verkehrsflächen

Bei der Bemessung und Ausführung von Verkehrsflächen empfehlen wir, die Richtlinien der RStO 12, der ZTV E-StB 17 und der ZTV T-StB 95 bzw. ZTV SoB-StB 04 und ZTV Beton-StB 07 zu beachten.

Bei der Erschließung von Baugebieten ist nach RStO12 in der Regel ein stufenweiser Ausbau der Fahrbahnbefestigung vorzusehen, dessen erste Ausbaustufe den zu erwartenden Baustellenverkehr aufnehmen muss. Soll nach weitgehender Fertigstellung der angrenzenden Bebauung der vollständige Aufbau hergestellt werden, ist der Zustand der verbleibenden Teilbefestigung gemäß RStO 12, Abschnitt 4, zu berücksichtigen. Bei der Ermittlung der Belastungsklasse ist der Baustellenverkehr zu berücksichtigen.

Gemäß RStO 12 sind die Wohnstraßen unter Berücksichtigung des Baustellenverkehrs wahrscheinlich der Belastungsklasse Bk1,0 oder Bk 3,2 zuzuordnen. Eine diesbezüglich verbindliche Festlegung kann jedoch nicht durch unser Haus erfolgen.

Auf dem Erdplanum frostempfindlicher Böden wird bei Regelbauweisen nach RStO 12 ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ verlangt. An der Oberkante des Oberbaus (ungebundene Tragschicht) werden in Abhängigkeit von der Bauweise bestimmte 10%-Quantile des E_{v2} -Werts gefordert. Die Anforderungen bei Wegen betragen $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ bzw. $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ (bei einer Decke ohne Bindemittel) und bei Straßen je nach Bauweise $E_{v2} \geq 120\text{-}150 \text{ MN/m}^2$ (Belastungsklassen Bk100 - Bk1,0) bzw. $E_{v2} \geq 100\text{-}120 \text{ MN/m}^2$ (Belastungsklasse Bk0,3). Die auf dem Erdplanum und der Tragschicht geforderten Verformungsmoduln sind durch Plattendruckversuche nach DIN 18 134 nachzuweisen.

Die im Bereich des voraussichtlichen Erdplanums aufgefüllten und natürlich anstehenden Bodenschichten sind den Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich) nach ZTV E-StB 17 zuzuordnen. Da eine genauere Abgrenzung unterschiedlich frostempfindlicher Bereiche nicht möglich und eher ein größerer Anteil von sehr frostempfindlichen Flächen zu erwarten ist, empfehlen wir, sämtliche Verkehrsflächen für sehr frostempfindlichen Untergrund (F 3) zu dimensionieren.

Demnach sind nach RStO 12 dimensionierte Frostschutz- und Tragschichten aufzubringen. Sofern nicht örtliche Erfahrungen oder spezielle Untersuchungen zur Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus vorliegen, kann diese Dicke unter Berücksichtigung der Frostempfindlichkeit des Bodens aus den „Ausgangswerten für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus“ in cm (RStO 12, Abschnitt 3.2.2, Tabelle 6) und den „Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse“ (RStO 12, Abschnitt 3.2.3, Tabelle 7) errechnet werden.

Ohmden bzw. das geplante Baugebiet liegt nach RStO 12, Bild 6 in der Frosteinwirkungszone II.

Gemäß RStO 12, Abschnitt 3.2 ist unter Berücksichtigung der entsprechenden Zu- und Abschläge eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 0,65 m (Belastungsklassen Bk3,2 - Bk1,0) bzw. 0,55 m (Belastungsklasse Bk0,3) erforderlich.

Die angegebene Mindestdicke ist auf einem Untergrund mit einem Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ vorgesehen. Wird dieser Wert nach Verdichtung des Planums nicht erreicht (im vorliegenden Fall sehr wahrscheinlich), so sind besondere Maßnahmen vorzusehen. Hierzu gehören z.B. Maßnahmen zur Bodenverbesserung (z.B. Bindemittelzugabe oder Bodenaustausch) oder Bodenverfestigung gemäß ZTV E-StB 17 bzw. ZTV Beton-StB 07 oder eine Erhöhung der Tragschichtdicke. Außerdem kann die Tragschicht durch Einbau von geeigneten Geogittern als Bewehrung oder durch Zugabe von Tragschichtbinder verbessert werden.

Die bei **Bodenverbesserungsmaßnahmen** erreichbare Qualität ist stark von der möglichst homogenen Einmischung des hydraulischen Bindemittels in den Boden abhängig. Optimale Ergebnisse werden mit Bodenfräsen erzielt. Bei Einsatz von Raupen mit Reißzähnen o.ä. wird oft nicht die erwartete Verbesserung erreicht.

Die angetroffenen Böden der Bodengruppen TA und TM liegen im Eignungsbereich für Feinkalk oder Kalkhydrat. Neben einer Kalkstabilisierung kommen auch Kalk-Zement-Gemische (z.B. Dorosol) zur Bodenverbesserung bzw. -verfestigung in Frage. Überschlägig kann von einer Verringerung des Wassergehalts von 1-2 % bei Zugabe von 1 M-% Bindemittel ausgegangen werden.

Durch Zugabe von Bindemittel verändern sich neben dem Wassergehalt auch die plastischen Eigenschaften, die Konsistenz sowie die Verdichtungseigenschaften. Die tatsächlich erforderliche Bindemittelmenge ist u.a. auch witterungsabhängig und kann daher nicht zuverlässig vom aktuellen Wassergehalt der zu bearbeitenden Böden abgeleitet werden. Bei anhaltend niederschlagsreicher Witterung muss mit starker Behinderung oder sogar vollständiger Einstellung der Erdarbeiten gerechnet werden.

Die Wassergehalte der anstehenden und beprobten Tonböden lagen bei ca. 25 - 28 % (siehe Anlage 4.1) , so dass meist eine Bindemittelzugabe erforderlich werden wird. Im Mittel wird eine Bindemittelmenge von schätzungsweise 3 - 4% (50-65 kg/m³) wahrscheinlich ausreichend sein.

Wenn trockenere Böden in annähernd halbfester Konsistenz bei trockener Witterung bearbeitet werden können, so ist ein ausreichender Verdichtungsgrad voraussichtlich auch ohne Bindemittelzugabe erreichbar.

Ein ausreichender Verformungsmodul ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) kann beim Einbau der örtlich anstehenden Böden ohne Bindemittelzugabe nicht erwartet werden. Bei Böden mit einer Konsistenz schlechter als halbfest und bei niederschlagsreicher Witterung wird eine Bindemittelzugabe immer notwendig werden.

Im Bedarfsfall sind Testfelder zur Ermittlung der optimalen Bindemittelzugabemenge und Dicke der Bodenverbesserung anzulegen oder Eignungsprüfungen durchzuführen (v.a. bei Boden- gruppe TA, die im Grenzbereich der Anwendbarkeit von Bodenverbesserungsmaßnahmen liegt). Die Bodenverbesserung ist so zu dimensionieren, dass auf dem Planum der geforderte Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreicht wird und darauf ein Regelaufbau nach RStO 12 hergestellt werden kann.

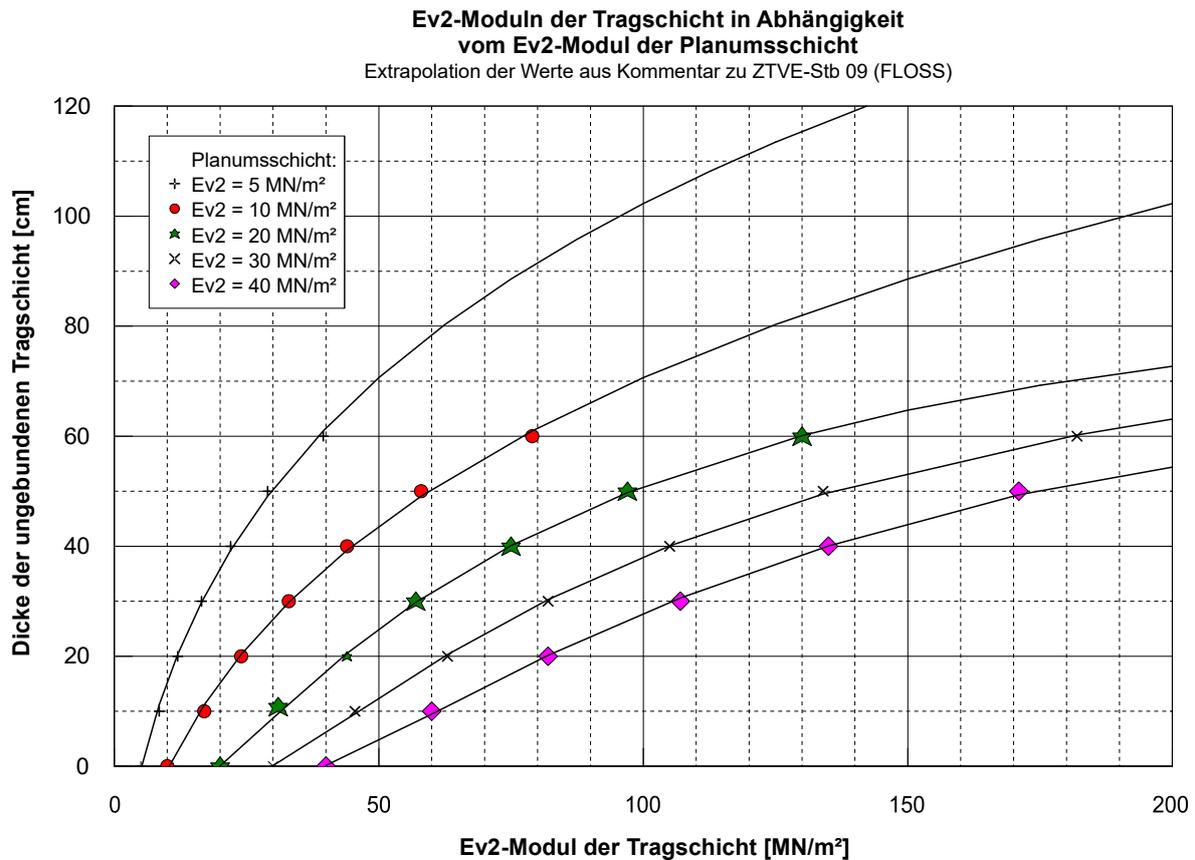
Im Fall eines **Bodenaustauschs** werden nicht ausreichend tragfähige Schichten unterhalb des Erdplanums ausgeräumt und durch gut verdichtbares, lagenweise bei optimaler Verdichtung eingebautes, körniges Fremdmaterial ersetzt. Die Mächtigkeit des Bodenaustauschs richtet sich nach dem Verformungsmodul des Untergrunds und den Verdichtungseigenschaften des Austauschmaterials und sollte auf Testfeldern bestimmt werden. Der Bodenaustausch ist so zu bemessen, dass an dessen Oberkante ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreicht wird und darauf ein Regelaufbau nach RStO 12 hergestellt werden kann.

Der auf einem verdichteten Erdplanum aus Verwitterungston bei guter Witterung erreichbare Verformungsmodul wird auf ca. $E_{v2} \approx 10\text{-}15 \text{ MN/m}^2$, in Auffüllungen teilweise auf unter 10 MN/m^2 geschätzt. Bei einem Bodenaustausch auf derartigem Untergrund wäre bei Schotter STS/FSS 0/45 eine Austauschdicke von 30 – 50 cm absehbar, um ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem Erdplanum zu erreichen.

Die Erhöhung der Mächtigkeit der ungebundenen Tragschicht ist als Variante des Bodenaustausches zu betrachten. Hierbei wird die Tragschichtmächtigkeit soweit erhöht, dass der an Oberkante Tragschicht geforderte Verformungsmodul trotz zu geringem Verformungsmodul auf dem Erdplanum erreicht werden kann.

Ein Bodenaustausch mit körnigem, nichtbindigem Fremdmaterial oder eine Erhöhung der Tragschichtmächtigkeit kann auch bei niederschlagsreicher Witterung ausgeführt werden. Gegebenenfalls kann auf dem Erdplanum als unterste Lage der Einbau einer Lage Grobschotter („Schroppen“, z.B. 0/100 oder 0/150, $D \approx 15 - 20 \text{ cm}$) oder eines zug- und reißfesten Geotextils mindestens der Georobustheitsklasse GRK 4 erwogen werden, um ein Einarbeiten des Austausch- bzw. Tragschichtmaterials in den Untergrund zu verhindern.

Folgendes Diagramm, angelehnt an den Kommentar zu den ZTV E-StB 09, Abschnitt 4.5, gibt den Zusammenhang zwischen der Dicke des Oberbaus (ungebundene Tragschicht) und dem E_{v2} -Modul des Planums (OK Tragschicht) für verschiedene E_{v2} -Moduln des Rohplanums wieder:



Mit den oben genannten, auf dem verdichteten Erdplanum geschätzten Verformungsmoduln lassen sich etwa folgende Dicken der Schottertragschicht (ggf. einschl. Frostschuttschicht) abschätzen, um ohne Bodenverbesserung/Bodenaustausch einen den Anforderungen der RStO 12 je nach Bauweise genügenden Verformungsmodul an deren Oberkante zu erreichen:

Anforderung: erf. Dicke der Schottertragschicht

- Ev₂ ≥ 100 MN/m²: D ≈ 60 - 70 cm
- Ev₂ ≥ 120 MN/m²: D ≈ 65 - 80 cm
- Ev₂ ≥ 150 MN/m²: D ≈ 75 - 90 cm

Vor der Herstellung des Oberbaus empfehlen wir jedoch, die tatsächliche Festigkeit des verdichteten Planums mittels Plattendruckversuchen nach DIN 18 134 zu überprüfen (können ggf. durch unser Haus durchgeführt werden), um eine Tragschichtdimensionierung anhand tatsächlich gemessener Werte zu ermöglichen.

Das obige Diagramm liefert nur für die auf Tragschichten bis 0,60 m Dicke erreichbaren Verformungsmoduln abgesicherte Angaben. Da im vorliegenden Fall voraussichtlich eine größere Tragschichtdicke erforderlich wird, stellen die obigen Angaben nur eine Schätzung auf Grundlage einer Extrapolation dar und es ist die Anlage von Testfeldern zur Überprüfung des tatsächlich erreichbaren Verformungsmoduls auf der vorgeschlagenen Tragschicht erforderlich.

Insbesondere bei wasserdurchlässigen Belägen ist das Erdplanum bereits mit ausreichendem Gefälle herzustellen, um einen Wasserabfluss zu ermöglichen und es sind Dränschichten und Dränagen an der Basis der Tragschicht vorzusehen. Weitere Hinweise hierzu können dem „Merkblatt für versickerungsfähige Verkehrsflächen“ (MW) entnommen werden. Bei der Ausführung wasserdurchlässiger Pflasterbeläge auf gering durchlässigem Untergrund sind weitere Anforderungen zu beachten¹.

Bei bindigen und gemischtkörnigen Böden spielt der aktuelle Wassergehalt eine große Rolle. Sollte es während der Erdarbeiten zu Niederschlägen kommen, darf das ungeschützte Erdplanum nicht befahren werden, um Aufweichungen durch Walkbeanspruchung zu vermeiden. Während der Bauarbeiten ist das Erdplanum wasserfrei zu halten. Hierzu ist ein ausreichendes Quergefälle zur Ableitung von Niederschlagswasser während der Bauphase bzw. von Sickerwasser nach Fertigstellung des Oberbaus vorzusehen.

Das erforderliche Querneigungsgefälle ist u.a. von der Ausführung der Randbereiche abhängig, muss bei bindemittelstabilisiertem Erdplanum jedoch mindestens 2,5% und bei nicht bindemittelstabilisiertem Erdplanum mindestens 4% betragen.

Insbesondere bei für längere Zeit unmittelbar befahrenen Flächen und bei Winterbaustellen sind besondere Maßnahmen zur Sicherung der Planumsflächen vorzusehen. Ein Einbau auf gefrorener Unterlage ist nicht zulässig.

Für den Wiedereinbau bestimmte Massen sind witterungsgeschützt zwischenzulagern (Mieten mit glatt abgewalzter Oberfläche und Quergefälle oder sturmsicher angebrachte Folienabdeckung), um die Einbaufähigkeit zu erhalten (Wassergehalt!). Aufgeweichtes bindiges Aushubmaterial lässt sich beim Einbau nicht ausreichend verdichten.

1 Siehe z.B. Hanes, U., Wolf, G, Hofmann, T.: Wasserdurchlässiges Pflaster auf gering durchlässigem Untergrund, Tiefbau Ingenieurbau Straßenbau, April 1999, Heft 4, S. 61-69.

Der Einbau von Massen ist lagenweise (0,2 bis 0,4 m Lagenstärke) mit geeigneten Verdichtungsgeräten vorzunehmen. Der Verdichtungserfolg ist durch Eigenüberwachungsprüfungen des Auftragnehmers sowie durch Kontrollprüfungen des Auftraggebers nachzuweisen (können ggf. durch unser Haus ausgeführt werden).

Nach der Herstellung des Rohplanums kann der Einbau einer Lage aus Grobschotter als Basis empfohlen werden, wenn keine Bodenverbesserung durchgeführt wird. Alternativ oder zusätzlich zur Grobschotterlage kann auch ein Geotextil mindestens der Georobustheitsklasse GRK 3 nach TL Geok E-StB 05 und/oder ein Geogitter verlegt werden, falls schlechte Befahrbarkeit und/oder Bearbeitbarkeit des Untergrunds dies erforderlich macht. Im Bereich von Baustraßen ist wegen der erhöhten Walkbeanspruchung durch den Baustellenverkehr mindestens GRK 4 zu verwenden. Dies sollte als Bedarfsposition in die Ausschreibung der Erdarbeiten aufgenommen werden.

Darüber kann kornabgestuftes, gebrochenes, gut verdichtbares Material lagenweise bei optimaler Verdichtung eingebaut werden.

Sämtliche Böden und Baustoffgemische für Tragschichten sollen die Anforderungen der TL SoB-StB 04 erfüllen und nach TL G SoB-StB 04 güteüberwacht sein. Baustoffe aus industriell hergestellten Gesteinskörnungen und RC-Baustoffe sind zudem auf Eignung und Reinheit gemäß TL Gestein-StB 04 bzw. TL G SoB-StB 04 und UVM-Erlass zu prüfen. Weiterhin sind ggf. die Regelwerke RuA-StB 01, RuVA-StB und RiStWag zu beachten.

Insbesondere bei wasserdurchlässigen Belägen und Bauweisen mit Pflasterdecken ist darauf zu achten, dass das Tragschichtmaterial dauerhaft wasserdurchlässig ($k_f \geq 2 \cdot 10^{-4}$ m/s), dauerhaft frostsicher (Korngrößenverteilung) und dauerhaft frostbeständig (Materialeigenschaften) ist. Der Schlagzertrümmerungswert ist auf SZ(8/12) <18 M-% zu begrenzen, um eine eventuelle Nachverdichtung wegen Kornzertrümmerung zu minimieren.

Wir empfehlen, Tragschichtmaterial der Körnung 0/45 mit Feinkornanteil <0,063 mm unter 3% oder der Körnung 2/45 zu verwenden².

Gemische mit Größtkorn ≥ 56 mm sind wegen deren Entmischungsneigung nicht zu empfehlen.

2 Bei Verwendung von Material mit Nullkorn sollte sich die Sieblinie im unteren zulässigen Bereich der ZTV SoB-StB 04 bewegen. Neben dem Schlammkorn sollte auch der Sand- und Größtkorngehalt in der Ausschreibung definiert werden, um in der Kontrollprüfung die Eignung der Gemische kontrollieren zu können.

Bei Bauweisen mit Pflasterdecken empfehlen wir, als Verlegebett keinen Muschelkalk- oder Juraspplitt zu verwenden. Nach unseren Erfahrungen neigt Kalksteinmaterial zur Verwitterung zu Feinkorn, welches sowohl das Verlegebett als auch die Tragschicht verschlämmt und wasserundurchlässig macht. Infolgedessen kann es, wenn Wasser durch die Fugen des Pflasterbelags eindringt, durch auf dem Verlegebett stehendes Wasser im Winter zu Frosthebungen und ganzjährig zu Hebungen und Senkungen infolge Durchfeuchtung/Trocknung kommen.

Das verwendete Bettungsmaterial muss daher hochfest (Schlagzertrümmerungswert SZ(8/12) <18 M-%) und von gedrungener Kornform sein, um Zerreibung und Kornzerkleinerung zu vermeiden. Die dauerhafte Wasserdurchlässigkeit des Bettungsmaterials ist bereits bei der Sieblinie zu berücksichtigen (Fülleranteil <0,063 mm ≤ 5M%). Nach unserer Einschätzung wäre beispielsweise ein Gemisch³ aus Edelbrechsand 0/2 (30%) und Edelsplitt 2/5 (70%) oder kalkarmer Moränesplitt der Körnung 2/5 als Verlegebett gut geeignet. Vor allem bei Ausführung von Tragschichten ohne Feinkorn (z.B. 2/45 oder 2/56) ist auf die Verwendung weitgestufter Korngemische ($U \geq 13$) und auf ausreichende Filterstabilität⁴ zwischen Bettungsmaterial und Tragschichtmaterial zu achten, damit kein Bettungsmaterial in die Tragschicht einwandern kann. Alternativ könnte die Verlegung eines Geotextils als Trennschicht zwischen Tragschicht und Verlegebett erwogen werden.

10.3 Bebauung

10.3.1 Baugruben

Bei der Herstellung von Baugruben und Gräben sind die Vorgaben der DIN 4124 einzuhalten. Wenn das anschließende Gelände höchstens flach geneigt ist, darf bei bindigem Baugrund von mindestens steifer Konsistenz bis zu einer Höhe von 1,25 m senkrecht abgegraben werden bzw. bis zu 1,75 m, wenn der oberste halbe Meter unter 45° abgeböscht wird.

3 Dieses Gemisch kann bei ausreichender Fugenbreite ggf. auch für die erste Fugenverfüllung verwendet werden. Abschließend muss die Fuge allerdings mit feinen Materialien wie z.B. Edelbrechsand 0/2 oder Brechsand-Splitt-Gemisch 0/5 eingeschlämmt werden.

4 $D_{15}/d_{85} \leq 5$ und $D_{50}/d_{50} \leq 25$
Korndurchmesser der Tragschicht (D) bzw. Bettung (d) bei 15%, 50% bzw. 85% Siebdurchgang.

Tiefere Baugruben und Gräben sind zu böschen oder zu verbauen. Der zulässige Böschungswinkel ist u.a. abhängig von den bodenmechanischen Eigenschaften des Baugrunds. Nach DIN 4124, Abschnitt 4.2.4 sind für Böschungen bis 5 m Höhe folgende Böschungswinkel β ohne rechnerischen Standsicherheitsnachweis maximal zulässig:

- | | | |
|----|---|-----------------------|
| a) | nichtbindige oder weiche, bindige Böden oder Auffüllungen | $\beta \leq 45^\circ$ |
| b) | steife bis halbfeste bindige Böden | $\beta \leq 60^\circ$ |
| c) | Fels | $\beta \leq 80^\circ$ |

Bei Böschungshöhen über 5 m ist der rechnerische Nachweis der Standsicherheit zu erbringen oder ein Verbau vorzusehen.

Bei tieferen Baugruben und/oder Grundwasserandrang sowie beim Auftreten von Bodenschichten mit einer Konsistenz schlechter als steif können besondere Anforderungen an die Baugrubengestaltung (flachere Böschung, Bermen, Verbau) erforderlich werden.

10.3.2 Hinweise zur Gründung und Bauausführung

Je nach Festlegung der Erdgeschosshöhen und in Abhängigkeit davon, ob ein Gebäude unterkellert wird oder nicht, sind verschiedene Gründungsebenen möglich. Grundsätzlich ist anzustreben, auf natürlich, nicht aufgefüllten Schichten gleicher Festigkeit zu gründen, um ein zu unterschiedliches Setzungsverhalten des Gebäudes zu vermeiden.

Bei Gründung im **Verwitterungston** ist bei mindestens steifer Festigkeit je nach Art und Tiefenlage der Fundamente ein **Bemessungswert des Sohlwiderstands** $\sigma_{R,d}$ zwischen

$$\sigma_{R,d} = 170 \text{ und } 280 \text{ kN/m}^2$$

denkbar, was einem **aufnehmbaren Sohldruck** $\sigma_{E,k}$ zwischen etwa 120 und 200 kN/m² entspricht.

Bei Gründung in den **Schwarzjuraschichten** ist ein **Bemessungswert des Sohlwiderstands** $\sigma_{R,d}$ zwischen 420 und 980 kN/m² denkbar (aufnehmbarer Sohldruck $\sigma_{E,k}$ 300 – 700 kN/m²) denkbar.

Es wird grundsätzlich empfohlen, oberflächennahe Außenfundamente in natürlichen Tonböden zum Schutz gegen Austrocknung mindestens 1,80 m tief unter das endgültige Gelände einzubinden. Von einer gebäudenahen, stark wasserziehenden Bepflanzung wird abgeraten.

Auffüllungen sind grundsätzlich zu durchgründen.

Hinweis:

Entsprechend den Vorgaben des ab 01.07.2012 bauaufsichtlich eingeführten und verbindlichen Eurocode 7 (EC 7) sind Gründungen von Bauwerken in den Geotechnischen Kategorien GK 2 und 3 grundsätzlich von einem Sachverständigen von Geotechnik festzulegen bzw. es ist ein projektbezogener geotechnischer Bericht nach DIN 4020 zu erstellen.

Erdbebengefährdung

Nach der Karte der Erdbebenzone für Baden-Württemberg bzw. nach DIN 4129: 2005-04 liegt Ohmden in der **Zone 0**. Es werden daher keine Erdbebenvorkehrungen gefordert.

10.3.3 Bauwerksabdichtung und Entwässerung

10.3.3.1 Allgemeines

Erdeinbindende Baukörper sind gegen Durchfeuchtung aus dem Untergrund zu schützen. Neben immer vorhandenem, kapillar gebundenem Wasser (Erdfeuchtigkeit) und der Schwerkraft folgend zur Tiefe hin fließendem Sickerwasser nach Niederschlägen (nicht stauendes Sickerwasser) kann sich bei gering wasserdurchlässigem Untergrund in die Arbeitsräume eindringendes Niederschlags-, Schicht- und Sickerwasser an der Baugrubensohle aufstauen, wenn es nicht ausreichend schnell zur Tiefe in versickern kann. Um eine Beanspruchung erdeinbindender Baukörper durch drückendes Wasser zu verhindern, stellt eine Dränanlage in Verbindung mit einer Abdichtung gegen Erdfeuchtigkeit und nicht stauendes Sickerwasser in derartigen Fällen die angemessene und i.d.R. kostengünstigste technische Lösung dar.

Eine Dränanlage, bestehend aus einer Dränschicht und Dränleitungen, dient zur Entwässerung des Bodens. Für die Planung, Bemessung und Ausführung von Dränmaßnahmen gilt die DIN 4095. Dränanlagen können Abdichtungen niemals ersetzen, sondern müssen stets in Verbindung mit Abdichtungen nach DIN 18 533 geplant und ausgeführt werden.

Falls eine Dränanlage nach DIN 4095 nicht möglich oder zulässig ist, oder wenn Grundwasser oberhalb der tiefsten Abdichtungsebene ansteht bzw. der Bemessungswasserstand oberhalb dieser liegt, ist eine Abdichtung erdeinbindender Baukörper gegen drückendes Wasser erforderlich.

Wassereinwirkungsklasse

Zur Festlegung der erdseitigen Wassereinwirkung auf die Abdichtungsschicht gelten folgende Wassereinwirkungsklassen:

| Wassereinwirkungsklasse | Art der Einwirkung | Abdichtung nach Abschnitt |
|-------------------------|---|---------------------------|
| W1-E | Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser | 8.5 |
| W1.1-E | Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden | 8.5.1 |
| W1.2-E | Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung | 8.5.1 |
| W2-E | Drückendes Wasser | 8.6 |
| W2.1-E | Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe | 8.6.1 |
| W2.2-E | Hohe Einwirkung von drückendem Wasser >3 m Eintauchtiefe | 8.6.2 |
| W3-E | Nicht drückendes Wasser auf erdüberschütteten Decken | 8.7 |
| W4-E | Spritzwasser und Bodenfeuchte am Wandsockel sowie Kapillarwasser in und unter Wänden | 8.8 |

10.3.3.2 Bauwerksabdichtung über dem Bemessungswasserspiegel

Der Untergrund ist gering wasserdurchlässig im Sinne der DIN 18 130 ($k_f \leq 10^{-4}$ m/s).

Falls eine Dränanlage nach DIN 4095 möglich und zulässig ist, liegt die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E vor. Wenn eine Dränanlage nicht hergestellt werden kann oder darf, gilt bis zu Eintauchtiefen (= Tiefenlage der tiefsten Abdichtungsebene unter der Geländeoberfläche) von ≤ 3 m die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E und bei Eintauchtiefen >3 m die Wassereinwirkungsklasse W2.2-E.

Bei gering wasserdurchlässigem Untergrund ($k_f \leq 10^{-4}$ m/s) sind erdberührte Bauteile durch eine Dränanlage nach DIN 4095 vor drückendem Wasser zu schützen (Wassereinwirkungsklasse W1.2-E) und mit einer Abdichtung nach DIN 18 533, Abschnitt 8.5 gegen Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser zu versehen. Bei Anwendung der WU-Richtlinie ist die Beanspruchungsklasse 2 nach Abschnitt 5.2 (3) sowie bei hochwertiger Nutzung die Nutzungsklasse A nach Abschnitt 5.3 (2) anzusetzen.

Falls das Einleiten von Dränagewasser in die öffentliche Kanalisation nicht zulässig ist und auch keine andere Möglichkeit zur rückstaufreien Ableitung von Dränagewasser besteht, liegt die Wassereinwirkungsklasse W2-E vor und erdberührte Bauteile (Wände und Fußböden) sind gegen drückendes Wasser nach DIN 18533, Abschnitt 8.6 oder gemäß WU-Richtlinie abzudichten. Bei Vorliegen der Wassereinwirkungsgrenze W2-E ist für das abzudichtende Bauwerk ein statischer Nachweis gegen Auftrieb und Wasserdruck erforderlich.

10.3.3.3 Abdichtung von Bauvorhaben unterhalb des Bemessungswasserspiegels

Bauteile im Grundwasser, d.h. unterhalb des Bemessungswasserstands, sind gegen mäßige Einwirkung von drückendem Wasser (Wassereinwirkungsklasse W2.1-E, ≤ 3 m Eintauchtiefe) nach DIN 18 533, Abschnitt 8.6.1 abzudichten und auftriebssicher auszuführen. Die Abdichtung ist mindestens 0,30 m über den Bemessungswasserstand zu führen. Bei Anwendung der WU-Richtlinie ist die Beanspruchungsklasse 1 nach Abschnitt 5.2 (2) sowie bei hochwertiger Nutzung die Nutzungsklasse A nach Abschnitt 5.3 (2) anzusetzen.

Zur Gewährleistung der Grundwasserumläufigkeit nach Erstellung des Bauwerks sind die Arbeitsräume mit gut wasserdurchlässigem Material bis auf Höhe des Bemessungswasserspiegels zu verfüllen.

In Streifenfundamenten sind Durchflussöffnungen (DN 100, Abstand 2 - 3 m) mit Sohle auf Höhe des Erdplanums und Gefälle nach außen vorzusehen⁵.

Bei allen Baumaßnahmen im Grundwasser ist beim zuständigen Landratsamt Esslingen gemäß Wassergesetz Baden-Württemberg und Wasserhaushaltsgesetz der Bundesrepublik Deutschland im Wasserrechtsverfahren einzuleiten.

Merkblatt

Grundwasserabsenkung

I Antragsunterlagen

- Antrag auf vorübergehende Absenkung und Entnahme von Grundwasser während der Bauzeit und auf Grundwasserumleitung nach Erstellung des Bauwerks
- Erläuterungsbericht (s. II)
- Lageplan M 1 : 500 (1 : 2 500)
- Schnitte mit Darstellung des Wasserspiegels und den vorgesehenen Maßnahmen zur Gewährleistung der GW-Umläufigkeit
- Angaben über die zu erwartende Wassermenge (l/s), die Durchlässigkeit (kf-Wert) des Untergrundes, Reichweite der Absenkung und die eventuellen Auswirkungen bezüglich Setzungen (Baugrundgutachten bzw. hydrogeologisches Gutachten eines Sachverständigen).
- Ergebnisse der Baugrundaufschlussbohrungen
- Erlaubnis des Betreibers des Kanalnetzes zur Abführung des Grundwassers in die öffentliche Kanalisation

II Beschreibung des Bauvorhabens

- Erfordernis der Grundwasserabsenkung
- Baubeginn
- Absenkungsbeginn
- Absenkdauer
- Absenkziel bzw. Eintauchtiefe ins Grundwasser
- abzuführende Wassermenge in l/s
- Grundwasseranalyse (s.u.)
- Ableitung des Grundwassers während der Bauzeit
- Gründung (Flachgründung, Streifenfundamente, Einzelfundamente)
- Maßnahmen zur Gewährleistung der Grundwasserumläufigkeit nach Erstellung des Bauwerkes
- Verbaumaßnahmen
- Auswirkungen auf die Nachbarbebauung

⁵ Gilt auch für innenliegende, allseitig von Streifenfundamenten umschlossene Bodenfelder

Parameter für die Grundwasseranalyse:

Vor Beginn und nach Beendigung der Grundwasserabsenkung ist eine Grundwasserprobe zu entnehmen, deren Analyse dem Landratsamt umgehend vorzulegen ist:

Folgende Parameter sind zu untersuchen: Temperatur, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, CKW, BTX-Aromaten, PAK, Kohlenwasserstoffe, Phenol, Ammonium

10.4 Versickerung von Oberflächenwasser

Zur Versickerung von Oberflächenwasser stehen prinzipiell folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Flächenversickerung
- Muldenversickerung
- Rigolen- und Rohrversickerung
- Schachtversickerung

sowie Kombinationen dieser Varianten.

Die Bemessung und Herstellung von Versickerungsanlagen ist im Arbeitsblatt DWA-A 138 beschrieben.

Gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 sind für Versickerungen generell Locker- und Festgesteine mit Durchlässigkeitsbeiwerten besser als $k_f \sim 10^{-6}$ geeignet. In den angetroffenen Lehmböden ist in ungestörtem Zustand nach DIN 18130 mit einem Durchlässigkeitsbereich von 10^{-6} bis 10^{-9} m/sec. zu rechnen. Aufgrund des zu erwartenden hohen Grundwasserstands sind nur Flächen- und Muldenversickerungen denkbar.

Für anfallende Dach- und Oberflächenwässer ist bei Gebäuden eine Versickerung innerhalb des Grundstücks wegen der dafür zu geringen Wasserdurchlässigkeit und der Grundwasserverhältnisse nicht zu empfehlen. Hier muss auch berücksichtigt werden, dass bei starken Niederschlägen kurzzeitig große Wassermengen anfallen können.

Allgemein sind Versickerungsanlagen so zu planen, dass eine belebte Bodenzone durchströmt wird. Hierdurch erfolgt eine biologische und physikalisch-chemische Reinigung des Sickerwassers. Die Ausführung von derartigen Versickerungsanlagen ist vermutlich im vorliegenden Fall aufgrund zu geringer Durchlässigkeit nicht möglich. Es sind daher ggf. Maßnahmen zur Abflussdämpfung, Retention und Verdunstung des Niederschlagswasser (z. B. Dachbegrünung, Rückhaltebecken, wasserdurchlässige Befestigung von Verkehrsflächen) empfehlenswert. Überschüssiges Wasser ist (möglichst im Trennsystem) abzuleiten.

Neben den Hinweisen und Empfehlungen im DWA-Arbeitsblatt A 138 ist zu beachten:

- Es darf nur unbelastetes Wasser versickert werden, da keine belebte Bodenzone durchströmt wird
- Der Sickerschacht ist mit einem Notüberlauf auszuführen.

10.5 Wasserrechtliche Hinweise

Wir empfehlen, wasserrechtlich relevante Maßnahmen wie Regenwasserbewirtschaftung, Erdwärmennutzung, eventuell erforderliche Wasserhaltungsmaßnahmen sowie Abdichtung und Entwässerung von Gebäuden frühzeitig mit der Wasserrechtsbehörde abzustimmen, damit eventuelle Auflagen bei der Planung berücksichtigt werden können. Die Wasserrechtsbehörde kann Auflagen erteilen, die von den hier gegebenen Empfehlungen abweichen oder darüber hinausgehen.

11 Zusammenfassung und Schlussbemerkungen

Die Gemeinde Ohmden beabsichtigt die Erschließung des Neubaugebiets „Grubäcker II“. Um Aussagen über die Beschaffenheit des Baugrundes und die Grundwasserverhältnisse zu erhalten, wurde unser Haus mit der Baugrunderkundung und der Erstellung eines geotechnischen Berichts beauftragt.

Das Neubaugebiet liegt in der Erdbebenzone 0 und außerhalb von Wasserschutzgebieten.

Zur Baugrunderkundung wurden fünfzehn Kleinbohrungen abgeteuft, bodenmechanische, bodenkundliche und chemischen Laboruntersuchungen durchgeführt.

Den Erkundungsergebnissen zufolge liegt zuoberst bis zu 5 - 60 cm mächtiger humoser Oberboden vor. Der darunter anstehende Untergrund besteht bis zu den Bohrendtiefen aus Auffüllungen, Verwitterungston, anfangs verwitterten, dann festen Juraschichten (Posidonienschiefer und Jurensismergel).

Der Oberboden des Baugebietes enthält geogen erhöhte Gehalte an den Schwermetallen Nickel und Kupfer, die die Vorsorgewerte der Ziffer 4.1 des Anhangs 2 der BBodSchV überschreiten. Eine Verwertung von Oberboden für die Herstellung von bzw. für den Auftrag auf durchwurzelbaren Bodenhorizonten ist nur unter der Einschränkung möglich, dass die Verwertung nur auf Flächen mit vergleichbaren geologischen Rahmenbedingungen bzw. geogen bedingt erhöhten Schwermetallgehalten erfolgt.

Der Unterboden sowie die darunter folgenden Horizonte weisen deutlich erhöhte, vermutlich ebenfalls geogen bedingte, Sulfatgehalte auf, die gemäß VwV Boden der Einbaukonfiguration Z1.2, teilweise sogar der Einbaukonfiguration Z2 zuzuordnen sind und somit eine Verwertung nur unter den in der VwV Boden genannten einschränkenden Kriterien zulässig ist. Auf die Öffnungsklausel in Nr. 6.3 der VwV wird hingewiesen, die eine (uneingeschränkte) Verwertung in Gebieten zulässt, wenn deren Böden naturbedingt vergleichbare Eluatkonzentrationen für Sulfat aufweisen.

In acht der fünfzehn Aufschlüsse wurden schwache Grundwasserzutritte beobachtet.

Das geotechnische Baugrundmodell wird in Schichtenbeschreibungen, Schichtenprofilen und geologischen Schnitten dargestellt.

Es wird darauf hingewiesen, dass der angebotene und beauftragte Erkundungsumfang nicht in allen Punkten den Anforderungen der im September 2016 erschienenen Neufassung der DIN 18 300 genügt. Falls die Anforderungen der aktuellen DIN 18 300 eingehalten werden sollen, sind weitere Erkundungsmaßnahmen erforderlich.

Beim Kanal- und Leitungsbau kann in den Auffüllungen und im Verwitterungston ein weitgehend maßhaltiger Aushub und eine kurzfristig gute Standsicherheit von Grabenwänden erwartet werden. Die Tragfähigkeit der Grabensohle wird in natürlichem Untergrund gut sein.

In Auffüllungen kann die Tragfähigkeit u. U. nicht ausreichen und ein Bodenaustausch erforderlich werden.

Je nach Witterungs- und Grundwasserverhältnissen vor und während der Bauausführung kann es zu Grundwasserzutritten in Gräben und Baugruben und der Erfordernis einer bauzeitlichen Wasserhaltung kommen, die in Form einer offenen Wasserhaltung möglich sein wird.

Das voraussichtliche Erdplanum von Verkehrsflächen wird in frostempfindlichem und für Standardbauweisen nicht ausreichend tragfähigem Untergrund liegen und sind entsprechend zu bemessen. Die Erfordernis besonderer Maßnahmen (Bodenverbesserung, Bodenaustausch, erhöhte Tragschichtdicke) ist absehbar.

Bei ausreichenden Platzverhältnissen können Graben- und Baugrubenwände je nach Bodenart frei unter einem Winkel von $\leq 45^\circ$, $\leq 60^\circ$ oder $\leq 80^\circ$ geböschet werden. In weichen Schichtabschnitten und/oder bei Grundwasserzutritten können besondere Maßnahmen erforderlich werden.

Von einer Versickerung von Niederschlagswasser wird aufgrund der dafür zu geringen Wasserdurchlässigkeit der Bodenschichten und den Grundwasserverhältnissen abgeraten.

Da Grundwasser zumindest teilweise über der Aushubsohle von Kanal- und Leitungsgräben bzw. Baugruben liegen könnte, ist ein Wasserrechtsverfahren für die Tiefbaumaßnahmen im Zuge der Erschließung und für unterkellerte Gebäude im Zuge der Bebauung durchzuführen.

Die Ergebnisse der Feld- und Laboruntersuchungen sowie die daraus resultierenden Angaben im Geotechnischen Bericht gelten nur für die Untersuchungsstellen und den Zeitpunkt der Untersuchungen. Abweichungen hiervon können nicht ausgeschlossen werden, so dass eine sorgfältige und laufende Überprüfung der angetroffenen Verhältnisse im Vergleich zu den Erkundungsergebnissen und Folgerungen im Gutachten erforderlich ist.

Der vorliegende Geotechnische Bericht beschreibt die Untergrundverhältnisse im geplanten Neubaugebiet „Grubäcker II“ und die aus der Baugrunderkundung resultierenden baulich notwendigen Maßnahmen im Zuge der Erschließung, soweit sie aus dem derzeitigen und uns bekannten Planungsstand absehbar sind, und gibt Hinweise zur späteren Bebauung. Der Gutachter muss über den Beginn und die Durchführung von Aushub- sowie Erschließungsarbeiten rechtzeitig verständigt und beigezogen werden, ferner bei Abschluss und/oder Änderung der Planung, um gegebenenfalls erforderliche Änderungen und Ergänzungen angeben zu können. Sollten bei der Baumaßnahme unvorhergesehene Schwierigkeiten oder Unklarheiten hinsichtlich der Angaben im Geotechnischen Bericht auftreten, so ist der Gutachter ebenfalls unverzüglich zu benachrichtigen.

Die Angabe der zu erwartenden Homogenbereiche und Bodenklassen und die in den Schnitten (Anlage) eingetragenen Schichtgrenzen können nicht als Grundlage für verbindliche Massenermittlungen dienen und können ein örtliches Aufmaß nicht ersetzen.

Die geologischen Ergebnisse der Baugrunderkundung (Lageplan und Bohrprofile/Schichtenbeschreibungen) wurden mit Fertigstellung des Gutachtens gemäß Verordnung des Innenministeriums über die Überwachung von Erdaufschlüssen i. V. mit §43 Wassergesetz dem Landratsamt Esslingen und gemäß §3 Lagerstättengesetz dem Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg übersandt.

Das Erschließungsgutachten ersetzt kein projektbezogenes Baugrundgutachten einzelner Baumaßnahmen. Hierzu sind die Richtlinien des EC 7 bzw. der DIN 4020 zu beachten



ANHANG 1

**Richtlinien, Vertrags- und Lieferbedingungen, Arbeitsblätter,
Rechtsgrundlagen, Normen und sonstige Unterlagen
nach dem aktuellen Stand der Geotechnik**

Straßen- und Tiefbau:

- ZTV E-StB 17: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau. Ausgabe 2017. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGVS), Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau. Köln.
- Floss Kommentar ZTV E-StB: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, ZTV E-StB 09, Kommentar und Leitlinien mit Kompendium Erd- und Felsbau. 4. Auflage, 723 S.; Bonn (Kirschbaum).
- ZTV A-StB 12: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen. Ausgabe 2012. FGVS, Kommission kommunale Straßen, Köln.
- ZTV SoB-StB 04: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau. Ausgabe 2004/Fassung 2007. FGVS, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln.
- ZTV T-StB 95: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau. Ausgabe 1995/Fassung 2002. FGVS, Arbeitsgruppe Sonderaufgaben, Köln.
- ZTV Beton-StB 07: Teilweise ersetzt durch ZTV SoB-StB 04, TL SoB-StB 04 und ZTV Beton-StB 07!
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton. Ausgabe 2007. FGVS, Arbeitsgruppe Betonbauweisen, Köln.
- ZTV Lsw 06: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen. Ausgabe 2006. FGVS, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, Köln.
- ZTV Lsw 88: Ergänzungen: Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen für Bohrpfahlgründungen und Stahlpfosten von Lärmschutzwänden an Straßen. Ausgabe 1997. FGVS, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Köln.
- ETV-StB-BW: Ergänzungen zu den Technischen Vertragsbedingungen im Straßenbau - Baden-Württemberg, Teil 1, Ausgabe 2010. Innenministerium Baden-Württemberg.
- TL Gestein-StB 04: Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau. Ausgabe 2004. FGVS, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln.
- TL SoB-StB 04: Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau. Ausgabe 2004/Fassung 2007. FGVS, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln.
- TL G SoB-StB 04: Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau. Teil: Güteüberwachung. Ausgabe 2004/Fassung 2007. FGVS, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln.
- TL Geok E-StB 05: Technische Lieferbedingungen für Geokunststoffe im Erdbau des Straßenbaus. Ausgabe 2005. FGVS, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau. Köln.
- RStO 12: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen. Ausgabe 2012. FGVS, Arbeitsgruppe Fahrzeug und Fahrbahn, Köln.
- RiStWag: Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten. Ausgabe 2002. FGVS, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Köln.
- RuA-StB 01: Richtlinien für die umweltverträgliche Anwendung von industriellen Nebenprodukten und Recycling-Baustoffen im Straßenbau. Ausgabe 2001. FGVS, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln.
- RuVA-StB 01: Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau mit den Erläuterungen zu den Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung. Ausgabe 2001/Fassung 2005. FGVS, Arbeitsgruppe Asphaltstraßen, Köln.
- RAS-Ew: Richtlinien für die Anlage von Straßen - Teil: Entwässerung. Ausgabe 2005. FGVS, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau. Köln.
- RAS-Q: Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Querschnitte (RAS-Q). Ausgabe 1996, FGVS, Arbeitsgruppe Verkehrsplanung, Köln.
- RAS-LG3: Richtlinien für die Anlage von Straßen, Abschnitt 3:- Landschaftsgestaltung, Lebendverbau. Ausgabe 1983, FGVS, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, Köln.
- M GUB: Merkblatt über geotechnische Untersuchungen und Berechnungen im Straßenbau. Ausgabe 2004. Und M GUB UA: Ergänzungen für den Um- und Ausbau von Straßen. Ausgabe 2013. FGVS, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau. Köln.
- MVV: Merkblatt für versickerungsfähige Verkehrsflächen. Ausgabe 2013. FGVS, Kommission kommunale Straßen. Köln.
- DVGW-Arbeitsblatt GW 9: Beurteilung von Böden hinsichtlich ihres Korrosionsverhaltens auf erdverlegte Rohrleitungen und Behälter aus unlegierten oder niedriglegierten Eisenwerkstoffen. - Technische Regel Arbeitsblatt GW 9. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Eschborn, März 1986.
- DVGW-Arbeitsblatt G 459: Gas-Hausanschlüsse für Betriebsdrücke bis 4 bar.
- DVGW-Arbeitsblatt G 462: Errichtung von Gasleitungen aus Stahlrohren.
- DVGW-Arbeitsblatt G 472: Gasleitungen bis 10 bar Betriebsdruck aus Polyethylen (PE 80, PE 100 und PE-Xa)

Versickerung:

- DWA-Arbeitsblatt A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser (April 2005). DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef.

Abfallrecht:

| | |
|------------------|--|
| VwV: | Verwaltungsvorschrift des Umweltministerium Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14.03.2007. |
| DepV: | Deponieverordnung vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), zuletzt geändert durch Artikel 7 der Verordnung vom 2. Mai 2013 (BGBl. I Nr. 21, S. 973). |
| UVM-Erlass: | Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Recyclingmaterial. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, 13.04.2004 und ergänzender Erlass vom 10.08.2004 sowie Verlängerungserlass zuletzt vom 12.10.2015. |
| KrWG: | Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) vom 24.02.2012, zuletzt geändert durch Artikel 15 G vom 27.6.2017 I 1966 |
| Handlungshilfe: | Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Stand Mai 2012 (Handlungshilfe organische Schadstoffe auf Deponien). |
| BBodSchV: | BBodSchV: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), zuletzt geändert durch Artikel 3 Absatz 4 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I Nr. 65, S. 3465), in Kraft getreten am 3. Oktober 2017 |
| Spiegeleinträge: | Zuordnung von Abfällen zu Abfallarten aus Spiegeleinträgen. Vorläufige Vollzugshinweise des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg auf der Grundlage des Entwurfs einer Handlungshilfe des Abfalltechnikausschusses der LAGA. Reihe Abfall, Heft 69, 28.10.2002, aktualisiert Februar 2006. |

Normen (jeweils gültig in der aktuellsten Fassung):

| | |
|---------------|---|
| DIN 1054: | Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1. |
| DIN 1055-2: | Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2: Bodenkenngößen. |
| DIN 4019: | Baugrund - Setzungsberechnungen. |
| DIN 4020: | Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2. |
| DIN 4095: | Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung. |
| DIN 4030: | Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase - Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte. |
| DIN 4084: | Baugrund - Geländebruchberechnungen |
| DIN 4123: | Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude. |
| DIN 4124: | Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten. |
| DIN 14 199: | Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Mikropfähle; Deutsche Fassung EN 14199:2015. |
| DIN 18 122: | Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) - Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze. - Teil 2: Bestimmung der Schrumpfgrenze. |
| DIN 18 125-2: | Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Dichte des Bodens - Teil 2: Feldversuche. |
| DIN 18 127: | Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Proctorversuch. |
| DIN 18 128: | Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Glühverlustes |
| DIN 18 130: | Baugrund - Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Teil 1: Laborversuche. - Teil 2: Feldversuche. |
| DIN 18 134: | Baugrund - Versuche und Versuchsgeräte - Plattendruckversuch. |
| DIN 18 136: | Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Einaxialer Druckversuch |
| DIN 18 195-1: | Bauwerksabdichtungen - Teil 1: Grundsätze, Definitionen, Zuordnung der Abdichtungsarten. |
| DIN 18 196: | Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke. |
| DIN 18 300: | VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten. |
| DIN 18 301: | VOB - Teil C - Bohrarbeiten. |
| DIN 18 319: | VOB - Teil C - Rohrvortriebsarbeiten. |
| DIN 18 324: | VOB - Teil C - Horizontalspülbohrarbeiten |
| DIN 18 533: | Abdichtung von erdberührten Bauteilen. |
| DIN 18 915: | Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten. |
| DIN 18 916: | Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Pflanzen und Pflanzarbeiten. |
| DIN 18 917: | Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Rasen und Saatarbeiten |
| DIN 18 918: | Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Ingenieurbiologische Sicherungsbauweisen - Sicherungen durch Ansaaten, Bepflanzungen, Bauweisen mit lebenden und nicht lebenden Stoffen und Bauteilen, kombinierte Bauweisen. |
| DIN 18 919: | Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Entwicklungs- und Unterhaltungspflege von Grünflächen |
| DIN 19 731: | Bodenbeschaffenheit - Verwerten von Bodenmaterial |
| DIN EN 805: | Wasserversorgung, Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden |
| DIN EN 1536: | Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Bohrpfähle; Deutsche Fassung EN 1536:2010+A1:2015 |
| DIN EN 1537: | Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Verpressanker; Deutsche Fassung EN 1537:2013 |
| DIN EN 1610: | Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen; Deutsche Fassung EN 1610:2015 |
| DIN EN 1997: | Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009 + A1:2013 + NA:2010. - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds; Dt. Fassung EN 1997-2:2007+ AC:2010 + NA:2010. |

- DIN EN 1998: Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben
- Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten; Deutsche Fassung EN 1998-1:2004 + AC:2009 + A1:2013.
- Teil 2: Brücken; Deutsche Fassung EN 1998-2:2005 + A1:2009 + A2:2011 + AC:2010. + NA:2011.
- Teil 3: Beurteilung und Ertüchtigung von Gebäuden; Deutsche Fassung EN 1998-3:2005+AC:2010+Ber1:2013.
- Teil 4: Silos, Tankbauwerke und Rohrleitungen; Deutsche Fassung EN 1998-4:2006.
- Teil 5: Gründungen, Stützbauwerke und geotechnische Aspekte; Deutsche Fassung EN 1998-5:2004+NA:2011.
- Teil 6: Türme, Maste und Schornsteine; Deutsche Fassung EN 1998-6:2005.
- DIN EN ISO 14 688: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden
- Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1:2002 + Amd 1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 14688-1:2002 + A1:2013.
- Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen (ISO 14688-2:2004 + Amd 1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 14688-2:2004 + A1:2013.
- DIN EN ISO 14 689: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels - Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14689-1:2003); Deutsche Fassung EN ISO 14689-1:2003.
- DIN EN ISO 17 892: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben
- Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts (ISO 17892-1:2014); Deutsche Fassung EN ISO 17892-1:2014.
- Teil 2: Bestimmung der Dichte des Bodens (ISO 17892-2:2014); Deutsche Fassung EN ISO 17892-2:2014.
- Teil 3: Bestimmung der Korndichte (ISO 17892-3:2015); Deutsche Fassung EN ISO 17892-3:2015.
- Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung (ISO 17892-4:2016); Deutsche Fassung EN ISO 17892-4:2016.
- Teil 5: Ödometerversuch mit stufenweiser Belastung (ISO 17892-5:2017); Deutsche Fassung EN ISO 17892-5:2017.
- Teil 6: Fallkegelversuch (ISO 17892-6:2017); Deutsche Fassung EN ISO 17892-6:2017
- DIN ISO/TS 17 892: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben
- Teil 7 (Vornorm): Einaxialer Druckversuch an feinkörnigen Böden (ISO/TS 17892-7:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-7:2004.
- Teil 8 (Vornorm): Unkonsolidierter undrännierter Triaxialversuch (ISO/TS 17892-8:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-8:2004.
- Teil 9 (Vornorm): Konsolidierte triaxiale Kompressionsversuche an wassergesättigten Böden (ISO/TS 17892-9:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-9:2004.
- Teil 10 (Vornorm): Direkte Scherversuche (ISO/TS 17892-10:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-10:2004.
- Teil 11 (Vornorm): Bestimmung der Durchlässigkeit mit konstanter und fallender Druckhöhe (ISO/TS 17892-11:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-11:2004.
- Teil 12 (Vornorm): Bestimmung der Zustandsgrenzen (ISO/TS 17892-12:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-12:2004.
- DIN EN ISO 22 475: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - - Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung (ISO 22475-1:2006); Deutsche Fassung EN ISO 22475-1:2006.
- DIN EN ISO 22 476: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen
- Teil 1: Drucksondierungen mit elektrischen Messwertaufnehmern und Messeinrichtungen für den Porenwasserdruck (ISO 22476-1:2012+Cor. 1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 22476-1:2012+AC:2013.
- Teil 2: Rammsondierungen (ISO 22476-2:2005+Amd 1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 22476-2:2005+A1:2011.
- Teil 3: Standard Penetration Test (ISO 22476-3:2005+Amd 1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 22476-3:2005+A1:2011.
- Teil 9: Flügelscherversuch (ISO/DIS 22476-9:2014); Deutsche Fassung prEN ISO 22476-9:2014

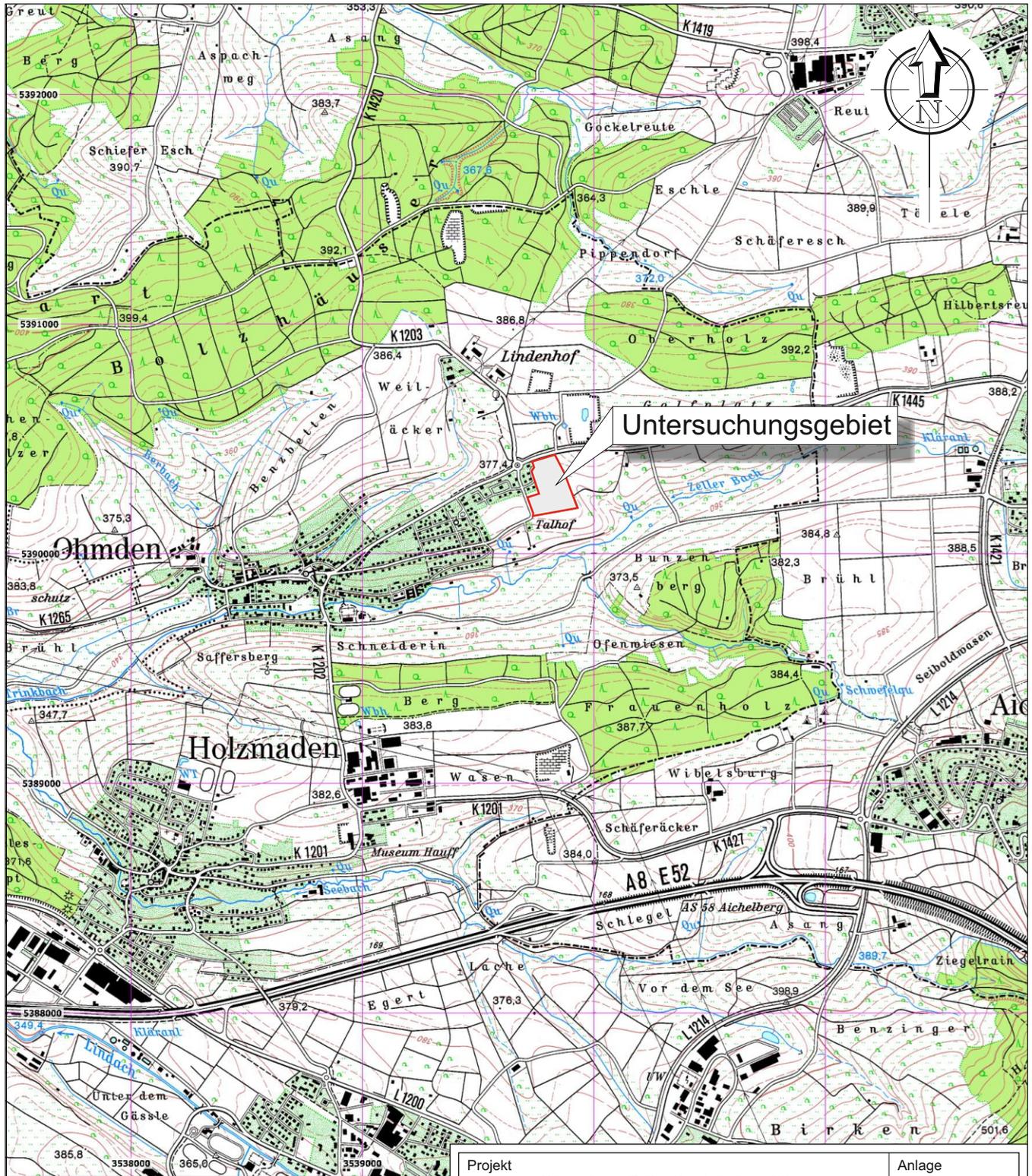
Weitere Unterlagen:

- EAB: Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“. Hrsg. Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. 5., vollst. überarb. Auflage. Berlin: Ernst & Sohn, September 2012
- EA-Pfähle: Empfehlungen des Arbeitskreises "Pfähle". Hrsg. Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., 2., erg. und erw. Auflage. Berlin: Ernst & Sohn, Januar 2012.
- EAU: Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Uferneinbauten" Häfen und Wasserstraßen. Hrsg. Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., 11., vollst. überarb. Auflage. Berlin: Ernst & Sohn, November 2012
- Lohmeyer, G., Ebeling, K. (2008): Betonböden für Produktions- und Lagerhallen. Planung, Bemessung, Ausführung. 2. überarb. Aufl., Düsseldorf: Verlag Bau+Technik GmbH, 2008.
- Schwarz, J./Grünthal, G. (2005): Bauten in deutschen Erdbebengebieten - zur Einführung der DIN 4149:2005 in Bautechnik 82 (2005), Heft 8, S. 486-499, Verlag Ernst & Sohn, Berlin
- Ostermayer, H (2009): Verpressanker. In: Witt, K. J. (Hrsg): Grundbau-Taschenbuch, Teil 2 - Geotechnische Verfahren. 7., überarbeitete und aktualisierte Auflage 2009, Ernst und Sohn, Berlin.
- WU-Richtlinie: DafStB-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)" (2003-11) und Berichtigung zur WU-Richtlinie (2006-03). Deutscher Ausschuss für Stahlbeton im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- DGEG: Empfehlungen für den Bau und die Sicherung von Böschungen. Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau. Die Bautechnik 39 (12): 404, 1962

ANLAGE 1

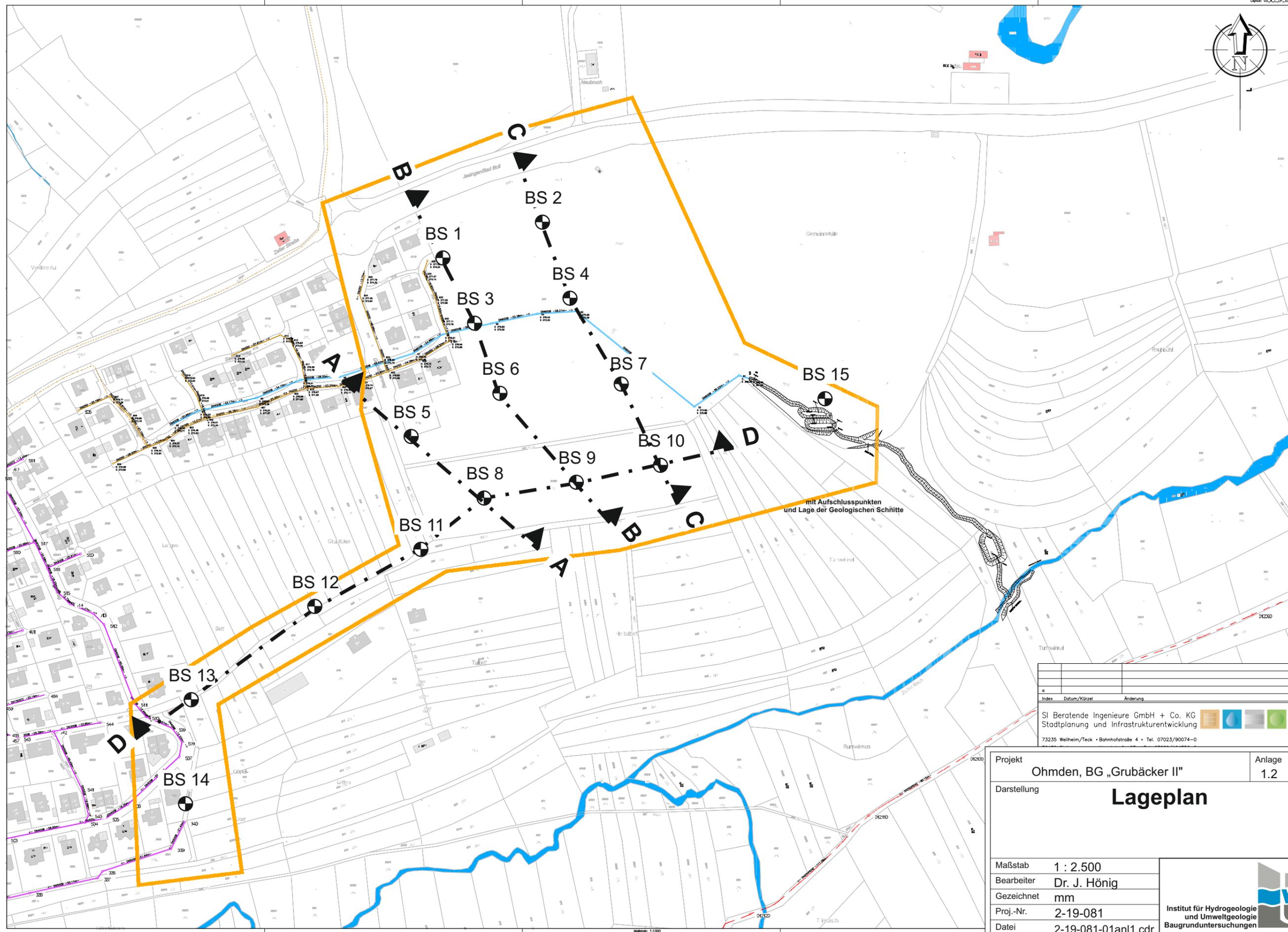
Lagepläne

| | |
|------------------------|--------------|
| 1.1 Übersichtslageplan | M 1 : 25 000 |
| 1.2 Detaillageplan | M 1 : 2.500 |



Veröffentlichung genehmigt vom Landesvermessungsamt unter Az. 2851.2 - D/2423 thematisch ergänzt durch BWU

| | | | |
|-------------|--|--|-----|
| Projekt | Ohmden, BG „Grubäcker II“ | Anlage | 1.1 |
| Darstellung | <h2>Übersichtslageplan</h2> <h3>Ausschnitt aus der TK 25</h3> <h3>Blatt 7323 Weilheim an der Teck</h3> | | |
| Maßstab | 1 : 25 000 | | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | mm | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | 2-19-081-01an1.cdr | | |
| Datum | 19.09.2019 | | |
| | |  | |
| | | Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 73230 Kirchheim/Teck Telefon: 0 70 21/98 40-0 Telefax: 0 70 21/98 40-60 | |



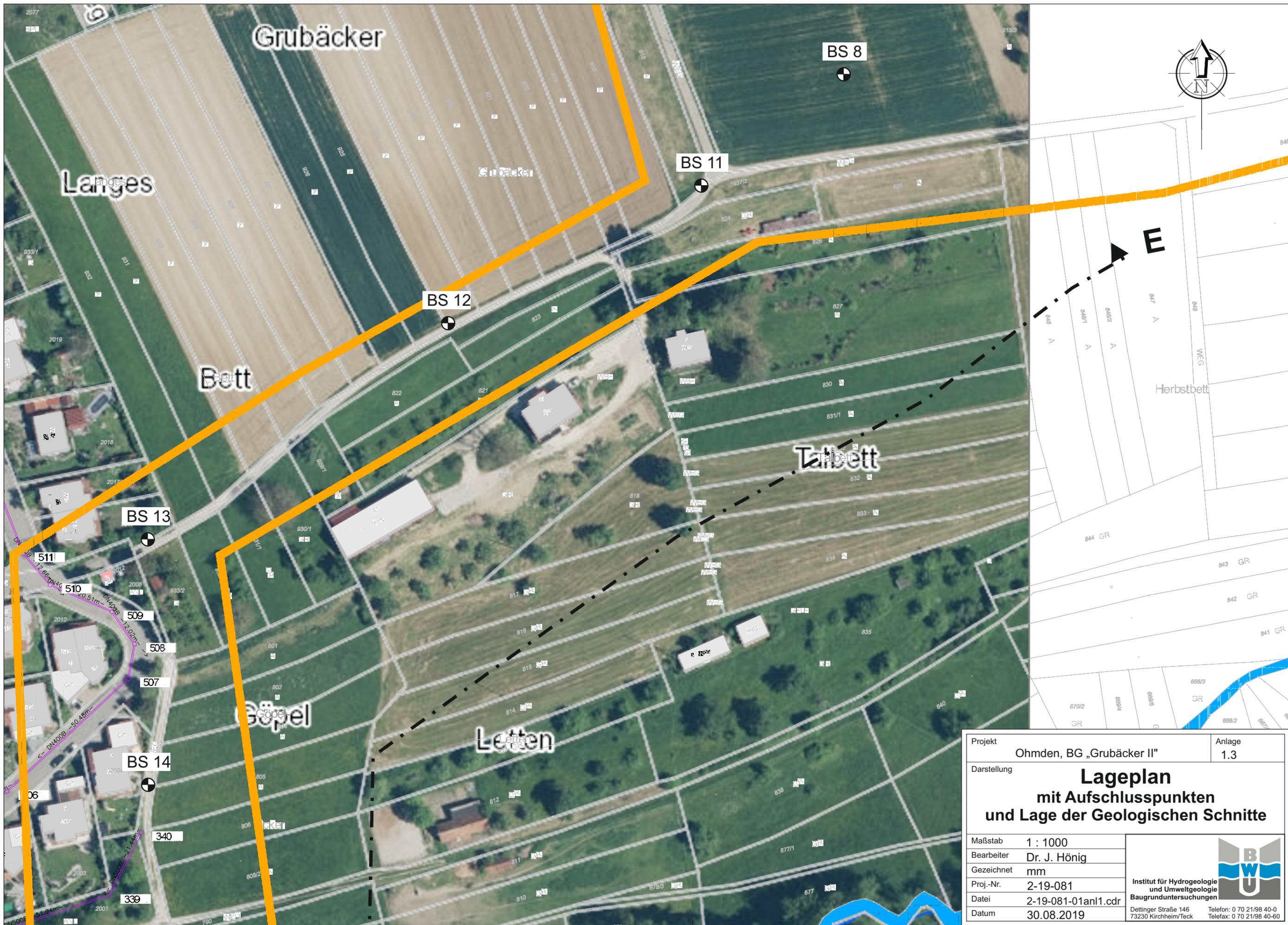
| Index | Datum/Kürzel | Änderung |
|-------|--------------|----------|
| | | |
| | | |

SI Beratende Ingenieure GmbH + Co. KG
 Stadtplanung und Infrastrukturentwicklung
 73235 Weilheim/Teck • Bahnhofstraße 4 • Tel. 07023/90074-0

| | | | |
|-------------|---------------------------|--------|-----|
| Projekt | Ohmden, BG „Grubäcker II“ | Anlage | 1.2 |
| Darstellung | Lageplan | | |
| Maßstab | 1 : 2.500 | | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | mm | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | 2-19-081-01an1.cdr | | |
| Datum | 19.09.2019 | | |

Institut für Hydrogeologie
 und Umweltgeologie
 Baugrunduntersuchungen
 Dettinger Straße 146
 73230 Kirchheim/Teck

Telefon: 0 70 21/98 40-0
 Telefax: 0 70 21/98 40-60



| | | | |
|-------------|--|---|-----|
| Projekt | Ohmden, BG „Grubäcker II“ | Anlage | 1.3 |
| Darstellung | Lageplan mit Aufschlusspunkten und Lage der Geologischen Schnitte | | |
| Maßstab | 1 : 1000 | | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | mm | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | 2-19-081-01an1.cdr | | |
| Datum | 30.08.2019 | | |
| | | | |
| | | Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60 | |

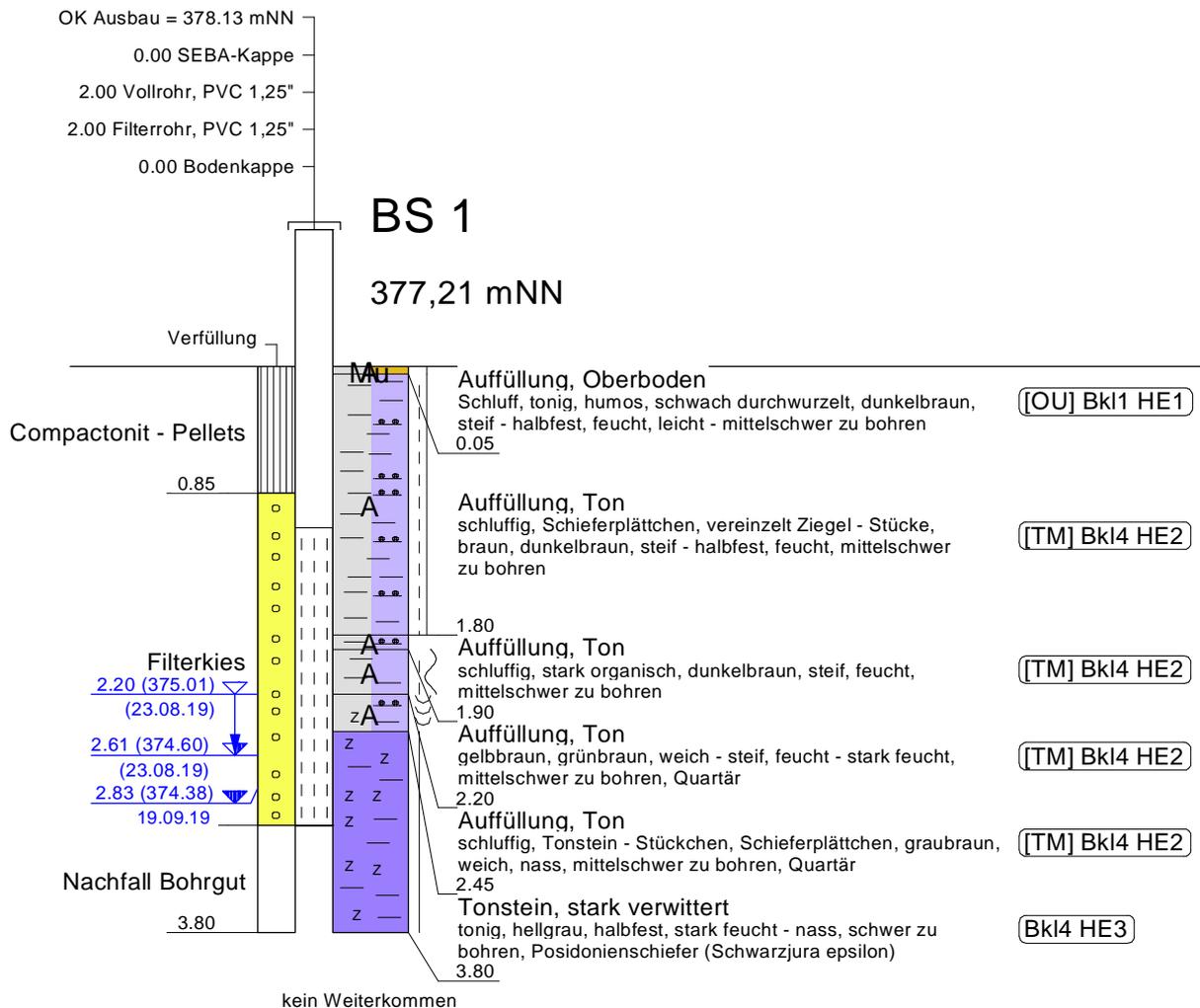
ANLAGE 2

Dokumentation der Aufschlussarbeiten
Schichtenbeschreibungen und Schichtprofile M 1 : 50

| | | | | | |
|------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|--------|---------------|
| Aufschlussart | Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1) | Nutzung | Acker/Feldweg | Lage | s. Lageplan |
| Bohrdurchmesser | 60/50 mm | Versiegelung | nein | rechts | nicht bekannt |
| Methode | Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät | Reliefformtyp | Hang | hoch | nicht bekannt |
| Zeitraum | 23.08.2019 | Neigung | N 2 | Bem.: | |
| Bohrkernaufnahme | M. Munz | PID [ppm] | - | | |

Probenart:
 B = Boden
 BI = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2016-09



| | | | |
|-------------|---|--|-----|
| Projekt | Ohmden, BG "Grubäcker II" | Anlage | 2.1 |
| Darstellung | Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 1 | | |
| Maßstab | 1 : 50 |  Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60 | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | C. Feicke | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | 2-19-081-01an12.1.bop | | |
| Datum | 19.09.2019 | | |

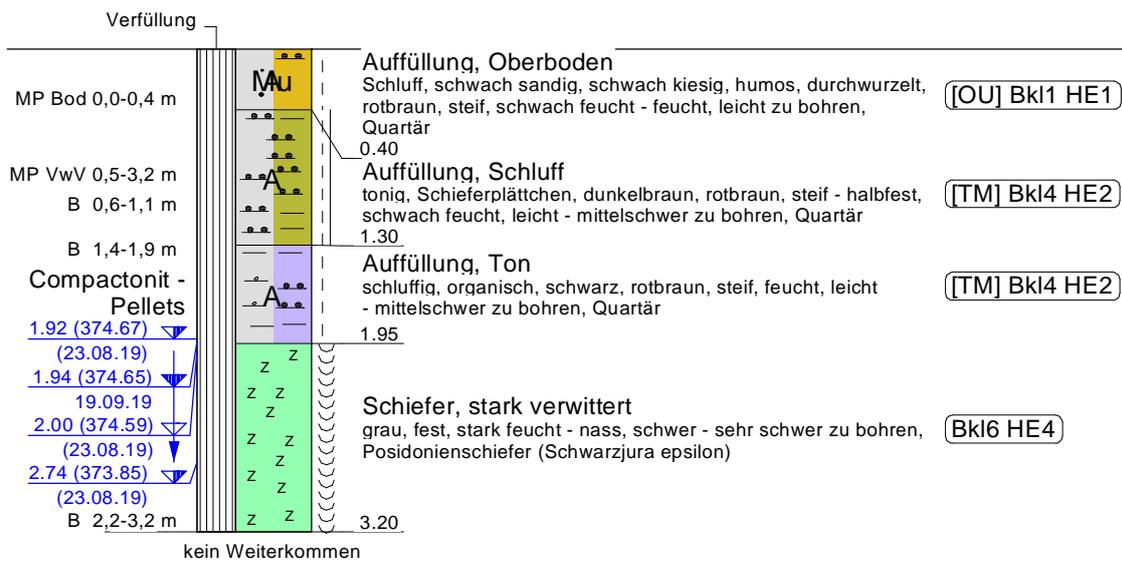
| | | | | | |
|------------------|-------------------------------------|---------------|-------|--------|---------------|
| Aufschlussart | Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1) | Nutzung | Acker | Lage | s. Lageplan |
| Bohrdurchmesser | 60/50 mm | Versiegelung | nein | rechts | nicht bekannt |
| Methode | Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät | Reliefformtyp | Hang | hoch | nicht bekannt |
| Zeitraum | 23.08.2019 | Neigung | N 2 | Bem.: | |
| Bohrkernaufnahme | M. Munz | PID [ppm] | - | | |

Probenart:
 B = Boden
 BI = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2016-09

BS 2

376,59 mNN



| | | | |
|-------------|---|--|-----|
| Projekt | Ohmden, BG "Grubäcker II" | Anlage | 2.2 |
| Darstellung | Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 2 | | |
| Maßstab | 1 : 50 |  Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60 | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | C. Feicke | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | 2-19-081-01an12.2.bop | | |
| Datum | 19.09.2019 | | |

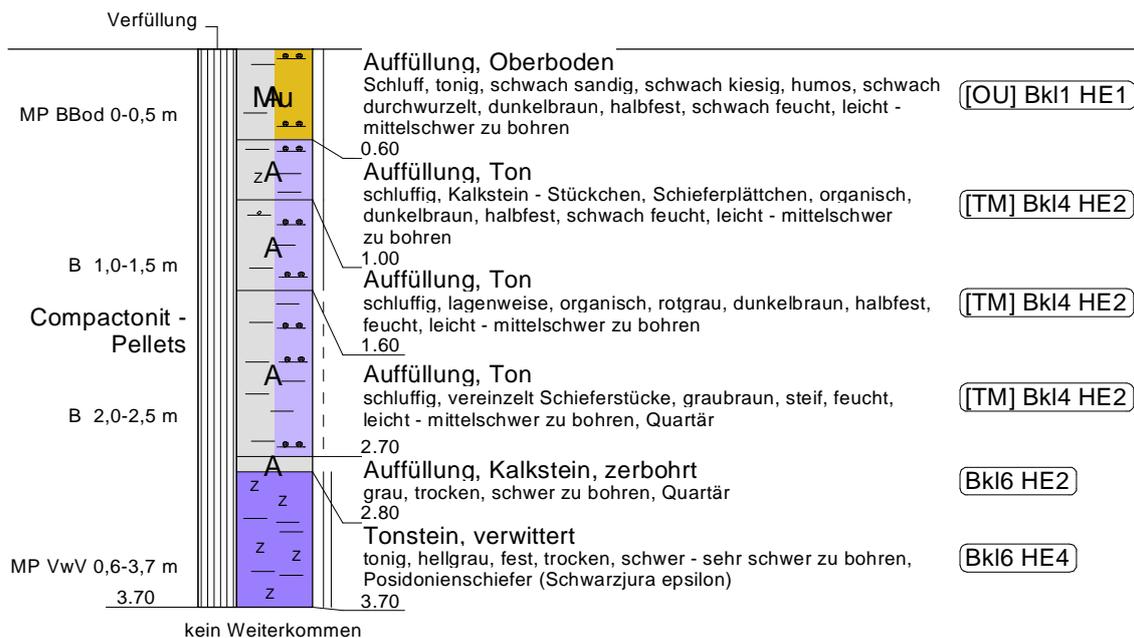
| | | | | | |
|------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|--------|---------------|
| Aufschlussart | Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1) | Nutzung | Acker/Feldweg | Lage | s. Lageplan |
| Bohrdurchmesser | 60/50 mm | Versiegelung | nein | rechts | nicht bekannt |
| Methode | Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät | Reliefformtyp | Hang | hoch | nicht bekannt |
| Zeitraum | 23.08.2019 | Neigung | N 2 | Bem.: | |
| Bohrkernaufnahme | M. Munz | PID [ppm] | - | | |

Probenart:
 B = Boden
 Bl = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2016-09

BS 3

376,87 mNN



| | | | |
|-------------|---|--|-----|
| Projekt | Ohmden, BG "Grubäcker II" | Anlage | 2.3 |
| Darstellung | Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 3 | | |
| Maßstab | 1 : 50 |  Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60 | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | C. Feicke | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | 2-19-081-01an12.3.bop | | |
| Datum | 04.09.2019 | | |

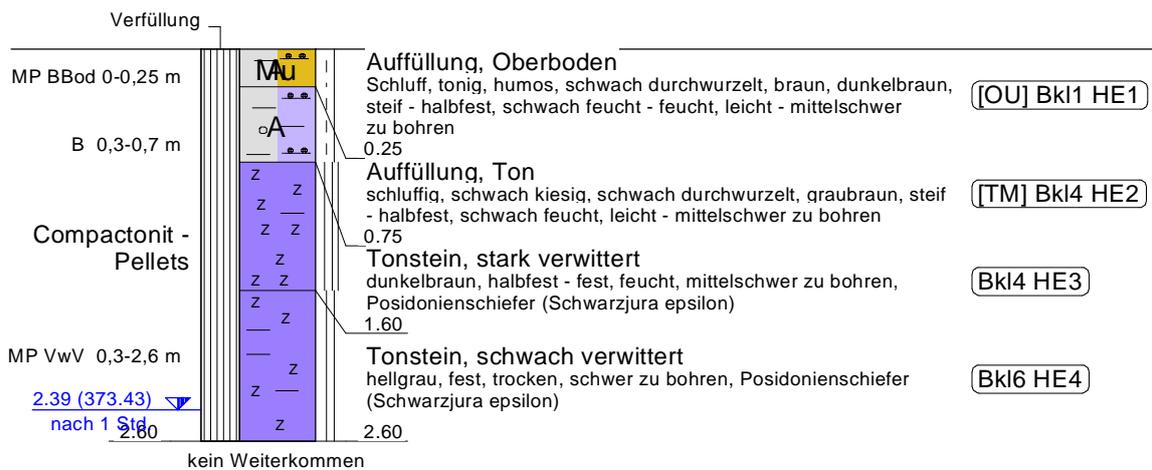
| | | | | | |
|------------------|-------------------------------------|---------------|-------|--------|---------------|
| Aufschlussart | Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1) | Nutzung | Acker | Lage | s. Lageplan |
| Bohrdurchmesser | 60/50 mm | Versiegelung | nein | rechts | nicht bekannt |
| Methode | Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät | Reliefformtyp | Hang | hoch | nicht bekannt |
| Zeitraum | 23.08.2019 | Neigung | N 2 | Bem.: | |
| Bohrkernaufnahme | M. Munz | PID [ppm] | - | | |

Probenart:
 B = Boden
 Bl = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2016-09

BS 4

375,82 mNN

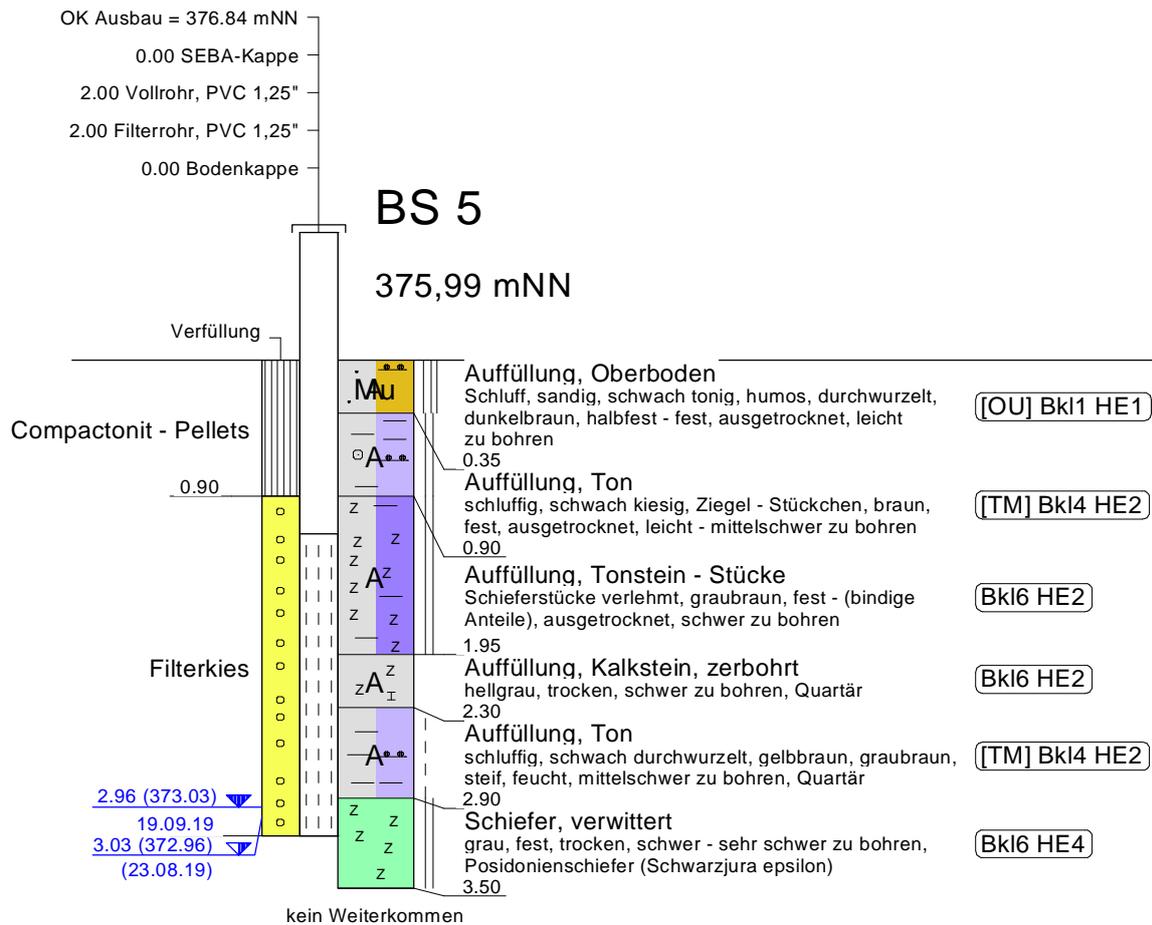


| | | | |
|-------------|---|--|-----|
| Projekt | Ohmden, BG "Grubäcker II" | Anlage | 2.4 |
| Darstellung | Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 4 | | |
| Maßstab | 1 : 50 |  Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60 | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | C. Feicke | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | 2-19-081-01an12.4.bop | | |
| Datum | 04.09.2019 | | |

| | | | | | |
|------------------|-------------------------------------|---------------|-------|--------|---------------|
| Aufschlussart | Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1) | Nutzung | Acker | Lage | s. Lageplan |
| Bohrdurchmesser | 60/50 mm | Versiegelung | nein | rechts | nicht bekannt |
| Methode | Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät | Reliefformtyp | Hang | hoch | nicht bekannt |
| Zeitraum | 23.08.2019 | Neigung | N 2 | Bem.: | |
| Bohrkernaufnahme | M. Munz | PID [ppm] | - | | |

Probenart:
 B = Boden
 BI = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2016-09



| | | | |
|-------------|---|--|-----|
| Projekt | Ohmden, BG "Grubäcker II" | Anlage | 2.5 |
| Darstellung | Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 5 | | |
| Maßstab | 1 : 50 |  Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60 | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | C. Feicke | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | 2-19-081-01an12.5.bop | | |
| Datum | 19.09.2019 | | |

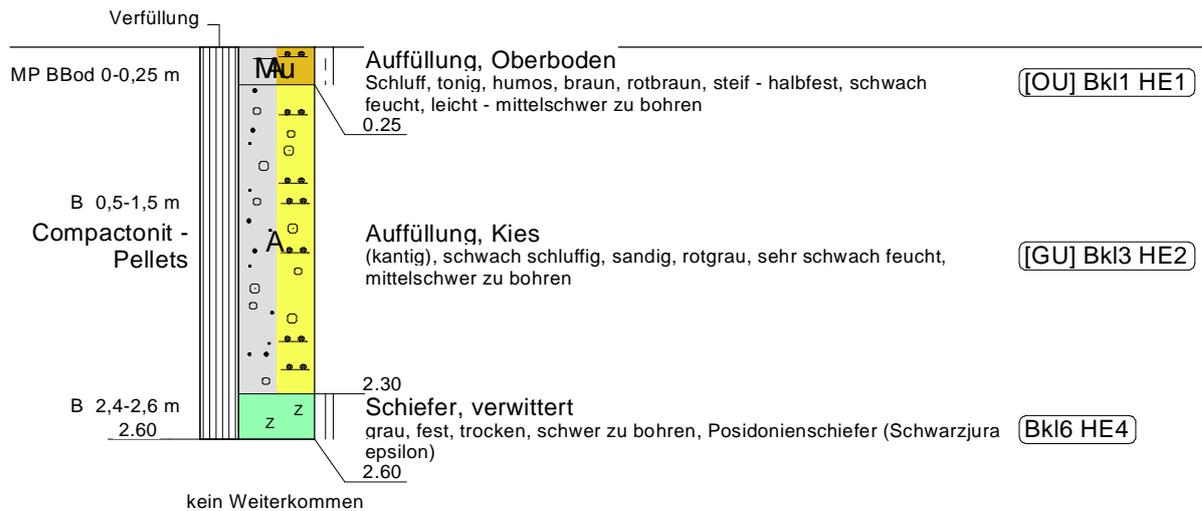
| | | | | | |
|------------------|-------------------------------------|---------------|-------|--------|---------------|
| Aufschlussart | Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1) | Nutzung | Acker | Lage | s. Lageplan |
| Bohrdurchmesser | 60/50 mm | Versiegelung | nein | rechts | nicht bekannt |
| Methode | Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät | Reliefformtyp | Hang | hoch | nicht bekannt |
| Zeitraum | 23.08.2019 | Neigung | N 2 | Bem.: | |
| Bohrkernaufnahme | M. Munz | PID [ppm] | - | | |

Probenart:
 B = Boden
 Bl = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2016-09

BS 6

376,36 mNN



| | | | |
|-------------|---|--|-----|
| Projekt | Ohmden, BG "Grubäcker II" | Anlage | 2.6 |
| Darstellung | Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 6 | | |
| Maßstab | 1 : 50 |  Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60 | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | C. Feicke | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | 2-19-081-01anl2.6.bop | | |
| Datum | 04.09.2019 | | |

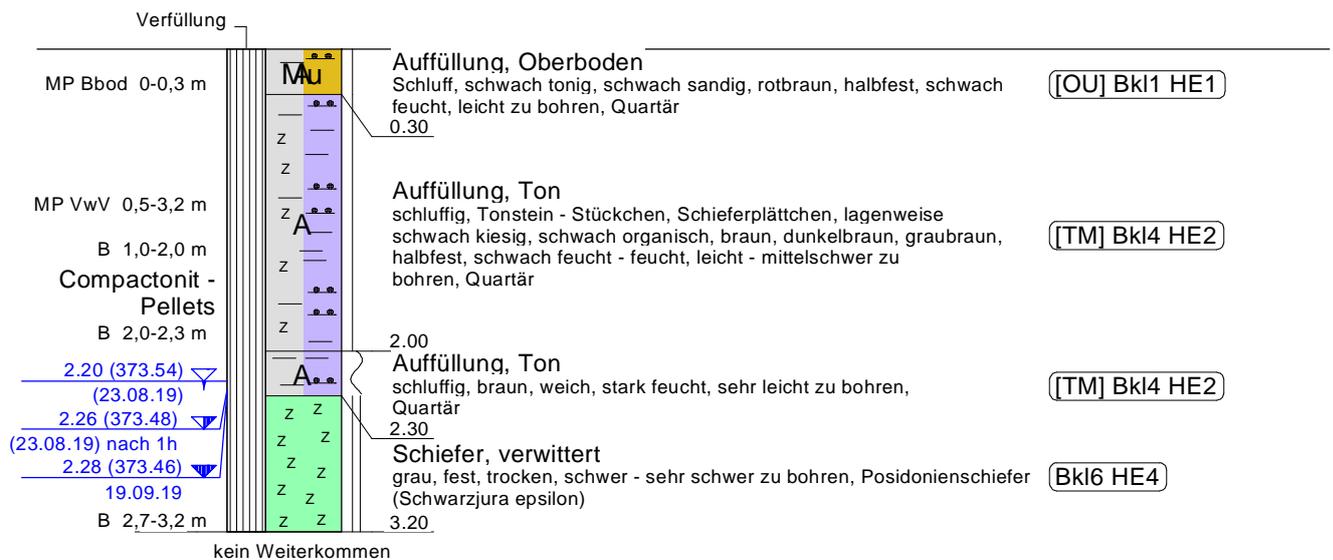
| | | | | | |
|------------------|-------------------------------------|---------------|-------|--------|---------------|
| Aufschlussart | Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1) | Nutzung | Acker | Lage | s. Lageplan |
| Bohrdurchmesser | 60/50 mm | Versiegelung | nein | rechts | nicht bekannt |
| Methode | Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät | Reliefformtyp | Hang | hoch | nicht bekannt |
| Zeitraum | 23.08.2019 | Neigung | N 2 | Bem.: | |
| Bohrkernaufnahme | M. Munz | PID [ppm] | - | | |

Probenart:
 B = Boden
 Bl = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2016-09

BS 7

375,74 mNN



| | | | |
|-------------|---|--|-----|
| Projekt | Ohmden, BG "Grubäcker II" | Anlage | 2.7 |
| Darstellung | Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 7 | | |
| Maßstab | 1 : 50 |  Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60 | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | C. Feicke | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | 2-19-081-01an12.7.bop | | |
| Datum | 19.09.2019 | | |

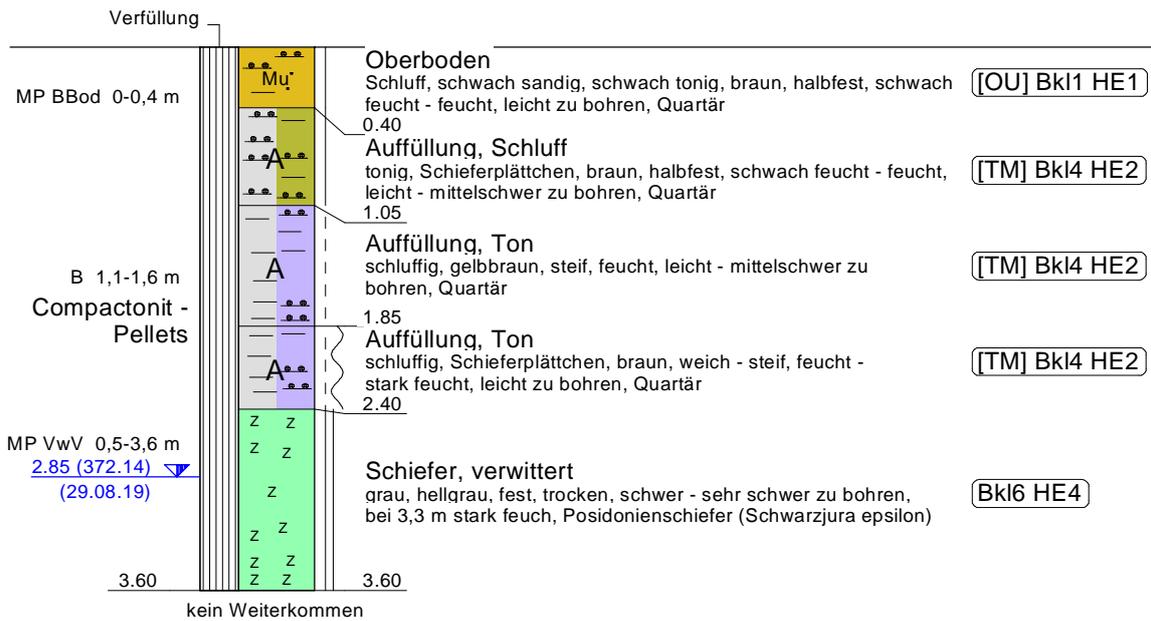
| | | | | | |
|------------------|-------------------------------------|---------------|-------|--------|---------------|
| Aufschlussart | Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1) | Nutzung | Acker | Lage | s. Lageplan |
| Bohrdurchmesser | 60/50 mm | Versiegelung | nein | rechts | nicht bekannt |
| Methode | Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät | Reliefformtyp | Hang | hoch | nicht bekannt |
| Zeitraum | 29.08.2019 | Neigung | N 2 | Bem.: | |
| Bohrkernaufnahme | M. Munz | PID [ppm] | - | | |

Probenart:
 B = Boden
 BI = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2016-09

BS 8

374,99 mNN



| | | | |
|-------------|---|--|-----|
| Projekt | Ohmden, BG "Grubäcker II" | Anlage | 2.8 |
| Darstellung | Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 8 | | |
| Maßstab | 1 : 50 |  Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60 | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | C. Feicke | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | 2-19-081-01anl2.8.bop | | |
| Datum | 06.09.2019 | | |

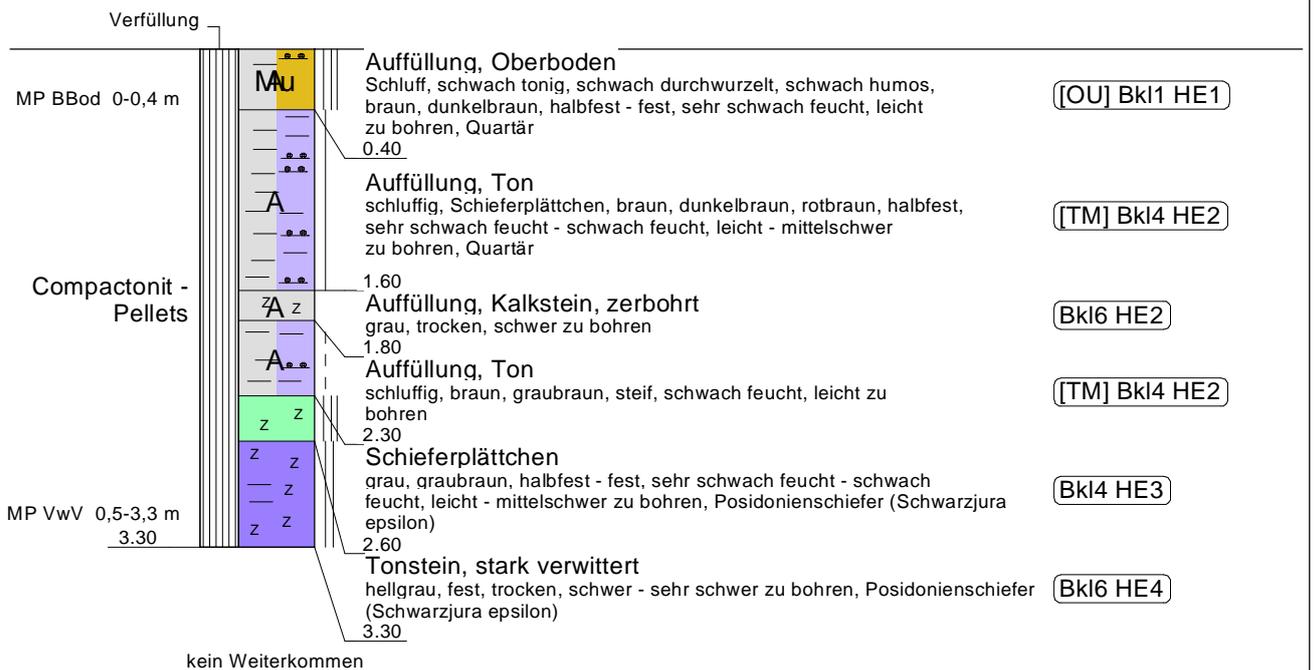
| | | | | | |
|------------------|-------------------------------------|---------------|-------|--------|---------------|
| Aufschlussart | Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1) | Nutzung | Acker | Lage | s. Lageplan |
| Bohrdurchmesser | 60/50 mm | Versiegelung | nein | rechts | nicht bekannt |
| Methode | Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät | Reliefformtyp | Hang | hoch | nicht bekannt |
| Zeitraum | 29.08.2019 | Neigung | N 2 | Bem.: | |
| Bohrkernaufnahme | M. Munz | PID [ppm] | - | | |

Probenart:
 B = Boden
 BI = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2016-09

BS 9

375,39 mNN



| | | | |
|-------------|---|---|-----|
| Projekt | Ohmden, BG "Grubäcker II" | Anlage | 2.9 |
| Darstellung | Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 9 | | |
| Maßstab | 1 : 50 |  Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | C. Feicke | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | 2-19-081-01an12.9.bop | | |
| Datum | 06.09.2019 | Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60 | |

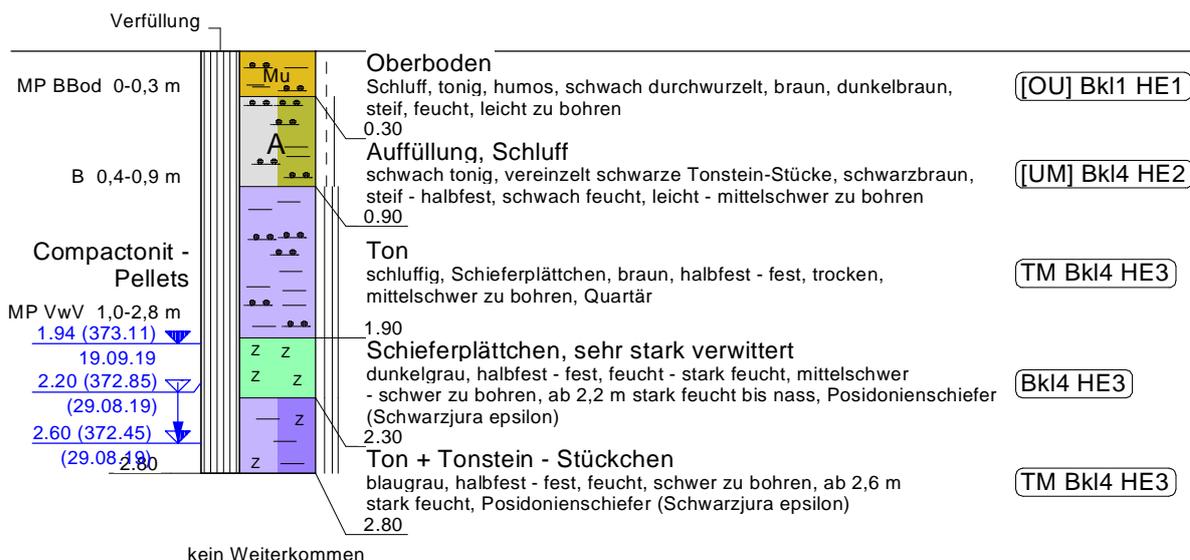
| | | | | | |
|------------------|-------------------------------------|---------------|-------|--------|---------------|
| Aufschlussart | Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1) | Nutzung | Acker | Lage | s. Lageplan |
| Bohrdurchmesser | 60/50 mm | Versiegelung | nein | rechts | nicht bekannt |
| Methode | Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät | Reliefformtyp | Hang | hoch | nicht bekannt |
| Zeitraum | 29.08.2019 | Neigung | N 2 | Bem.: | |
| Bohrkernaufnahme | M. Munz | PID [ppm] | - | | |

Probenart:
 B = Boden
 Bl = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2016-09

BS 10

375,05 mNN



| | | | |
|-------------|--|--|------|
| Projekt | Ohmden, BG "Grubäcker II" | Anlage | 2.10 |
| Darstellung | Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 10 | | |
| Maßstab | 1 : 50 |  Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60 | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | C. Feicke | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | 2-19-081-01an12.10.bop | | |
| Datum | 19.09.2019 | | |

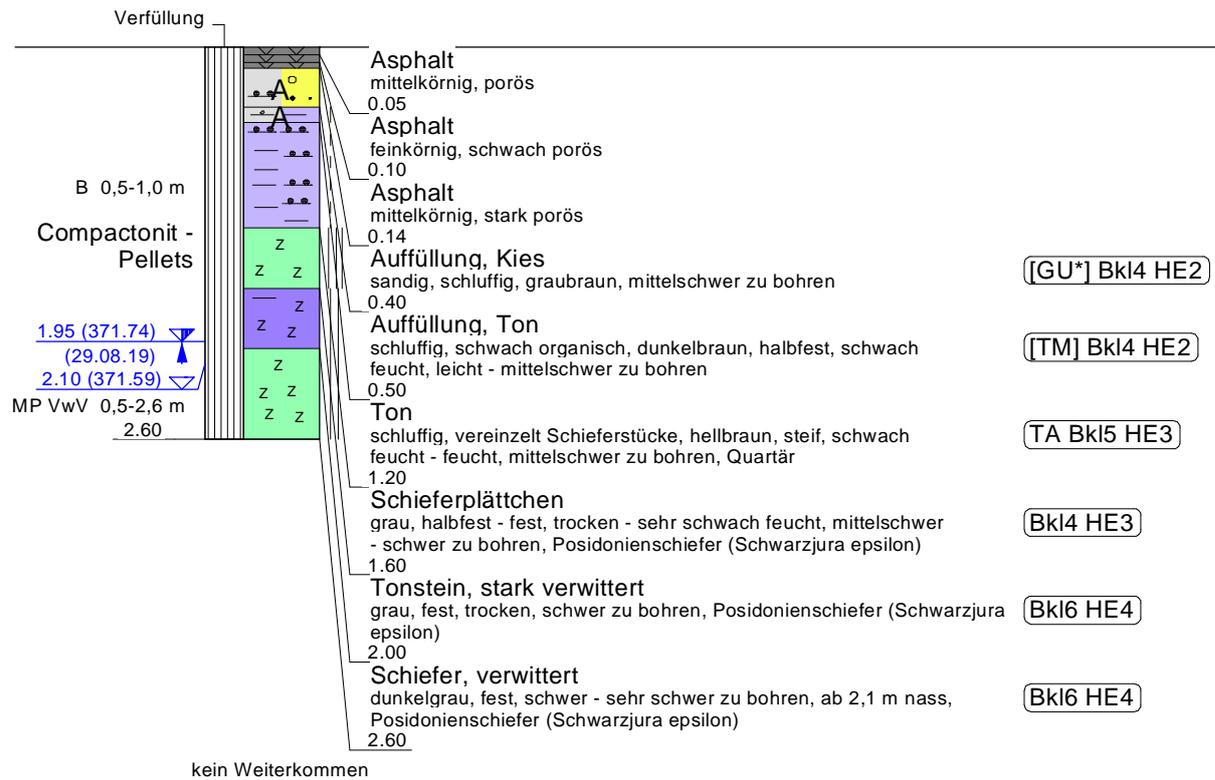
| | | | | | |
|------------------|-------------------------------------|---------------|---------|--------|---------------|
| Aufschlussart | Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1) | Nutzung | Feldweg | Lage | s. Lageplan |
| Bohrdurchmesser | 60/50 mm | Versiegelung | ja | rechts | nicht bekannt |
| Methode | Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät | Reliefformtyp | Hang | hoch | nicht bekannt |
| Zeitraum | 29.08.2019 | Neigung | N 2 | Bem.: | |
| Bohrkernaufnahme | M. Munz | PID [ppm] | - | | |

Probenart:
 B = Boden
 BI = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2016-09

BS 11

373,69 mNN



| | | | |
|-------------|--|---|------|
| Projekt | Ohmden, BG "Grubäcker II" | Anlage | 2.11 |
| Darstellung | Schichtenprofil und Schichten- beschreibung BS 11 | | |
| Maßstab | 1 : 50 |  Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | C. Feicke | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | 2-19-081-01anl2.11.bop | | |
| Datum | 06.09.2019 | Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60 | |

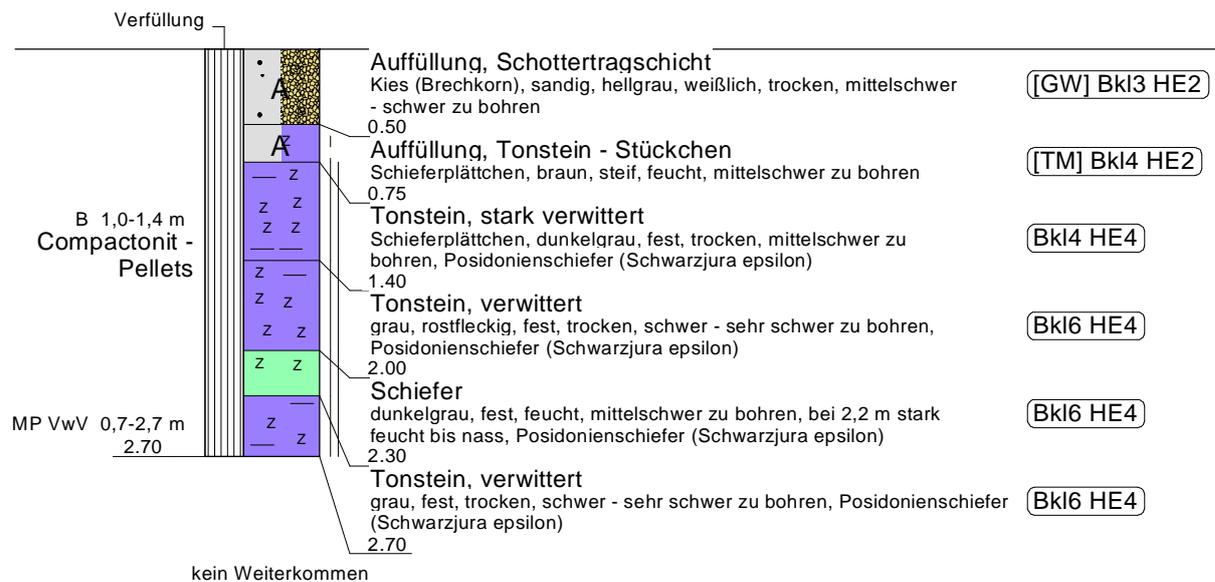
| | | | | | |
|------------------|-------------------------------------|---------------|---------|--------|---------------|
| Aufschlussart | Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1) | Nutzung | Feldweg | Lage | s. Lageplan |
| Bohrdurchmesser | 60/50 mm | Versiegelung | nein | rechts | nicht bekannt |
| Methode | Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät | Reliefformtyp | Hang | hoch | nicht bekannt |
| Zeitraum | 29.08.2019 | Neigung | N 2 | Bem.: | |
| Bohrkernaufnahme | M. Munz | PID [ppm] | - | | |

Probenart:
 B = Boden
 BI = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2016-09

BS 12

372,89 mNN



| | | | |
|-------------|--|--|------|
| Projekt | Ohmden, BG "Grubäcker II" | Anlage | 2.12 |
| Darstellung | Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 12 | | |
| Maßstab | 1 : 50 |  Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60 | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | C. Feicke | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | 2-19-081-01an12.12.bop | | |
| Datum | 06.09.2019 | | |

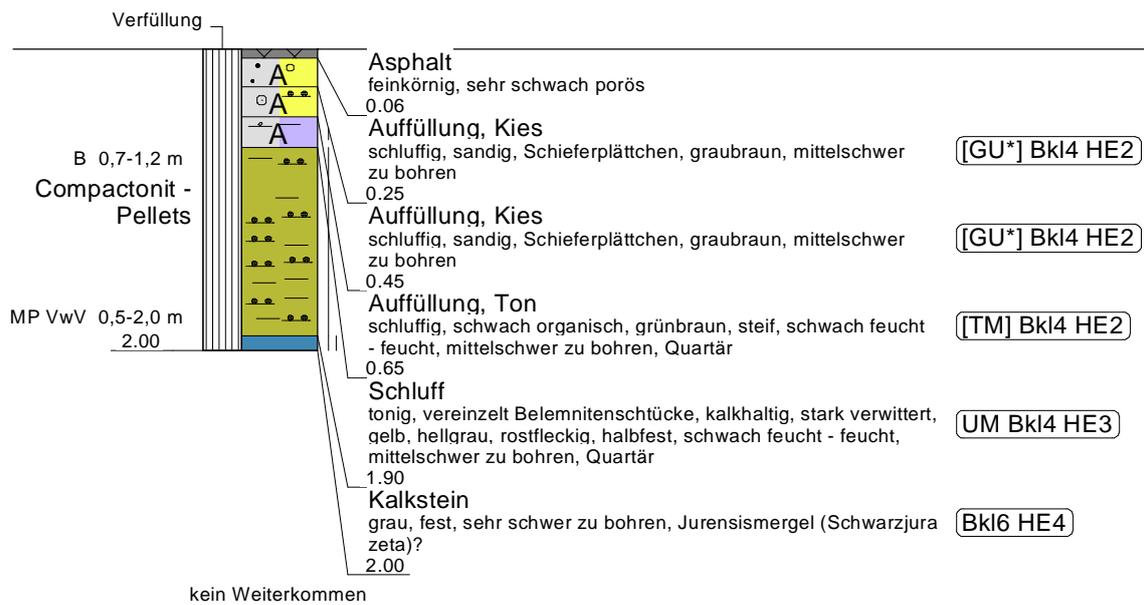
| | | | | | |
|------------------|-------------------------------------|---------------|---------|--------|---------------|
| Aufschlussart | Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1) | Nutzung | Feldweg | Lage | s. Lageplan |
| Bohrdurchmesser | 60/50 mm | Versiegelung | ja | rechts | nicht bekannt |
| Methode | Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät | Reliefformtyp | Hang | hoch | nicht bekannt |
| Zeitraum | 29.08.2019 | Neigung | N 2 | Bem.: | |
| Bohrkernaufnahme | M. Munz | PID [ppm] | - | | |

Probenart:
 B = Boden
 Bl = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2016-09

BS 13

371,31 mNN



| | | | |
|-------------|--|--|------|
| Projekt | Ohmden, BG "Grubäcker II" | Anlage | 2.13 |
| Darstellung | Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 13 | | |
| Maßstab | 1 : 50 |  Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60 | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | C. Feicke | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | 2-19-081-01an12.13.bop | | |
| Datum | 06.09.2019 | | |

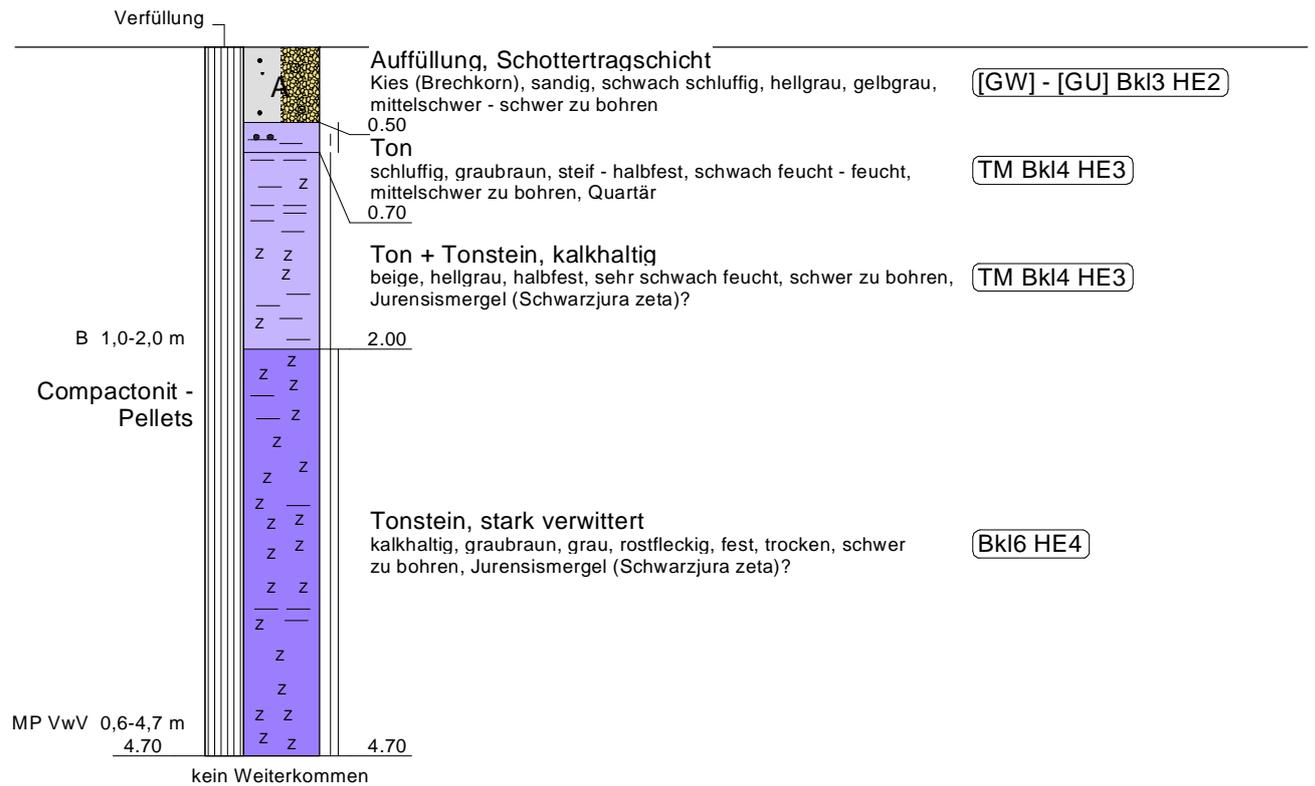
| | | | | | |
|------------------|-------------------------------------|---------------|---------|--------|---------------|
| Aufschlussart | Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1) | Nutzung | Feldweg | Lage | s. Lageplan |
| Bohrdurchmesser | 60/50 mm | Versiegelung | nein | rechts | nicht bekannt |
| Methode | Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät | Reliefformtyp | Hang | hoch | nicht bekannt |
| Zeitraum | 29.08.2019 | Neigung | N 3 | Bem.: | |
| Bohrkernaufnahme | M. Munz | PID [ppm] | - | | |

Probenart:
 B = Boden
 BI = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2016-09

BS 14

359,06 mNN



| | | | |
|--|---------------------------|--|------|
| Projekt | Ohmden, BG "Grubäcker II" | Anlage | 2.14 |
| Darstellung | | | |
| Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 14 | | | |
| Maßstab | 1 : 50 |  Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60 | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | C. Feicke | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | I9-081-01an12.14.bop | | |
| Datum | 06.09.2019 | | |

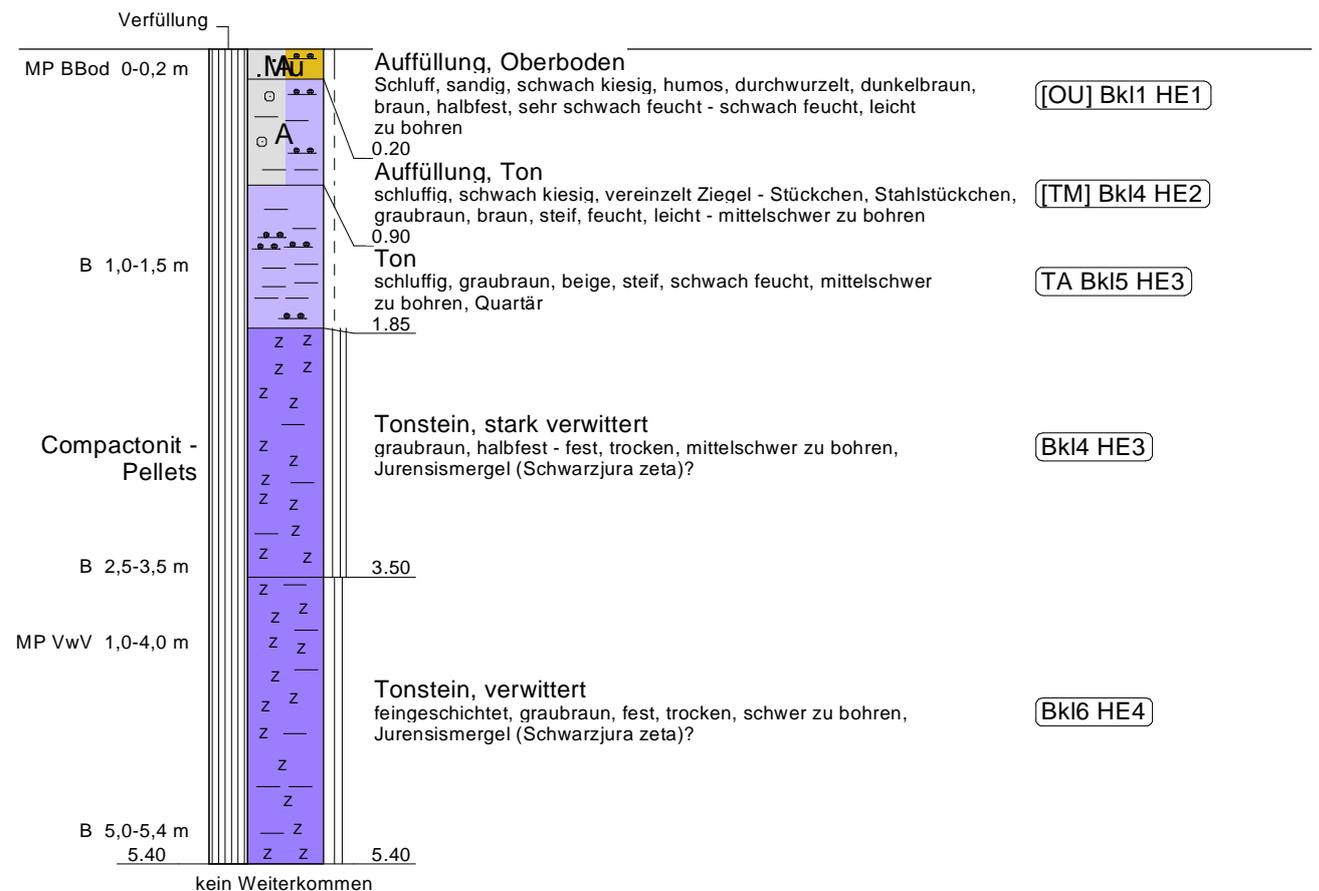
| | | | | | |
|------------------|-------------------------------------|---------------|---------|--------|---------------|
| Aufschlussart | Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1) | Nutzung | Feldweg | Lage | s. Lageplan |
| Bohrdurchmesser | 60/50 mm | Versiegelung | nein | rechts | nicht bekannt |
| Methode | Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät | Reliefformtyp | Hang | hoch | nicht bekannt |
| Zeitraum | 29.08.2019 | Neigung | N 2 | Bem.: | |
| Bohrkernaufnahme | M. Munz | PID [ppm] | - | | |

Probenart:
 B = Boden
 BI = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2016-09

BS 15

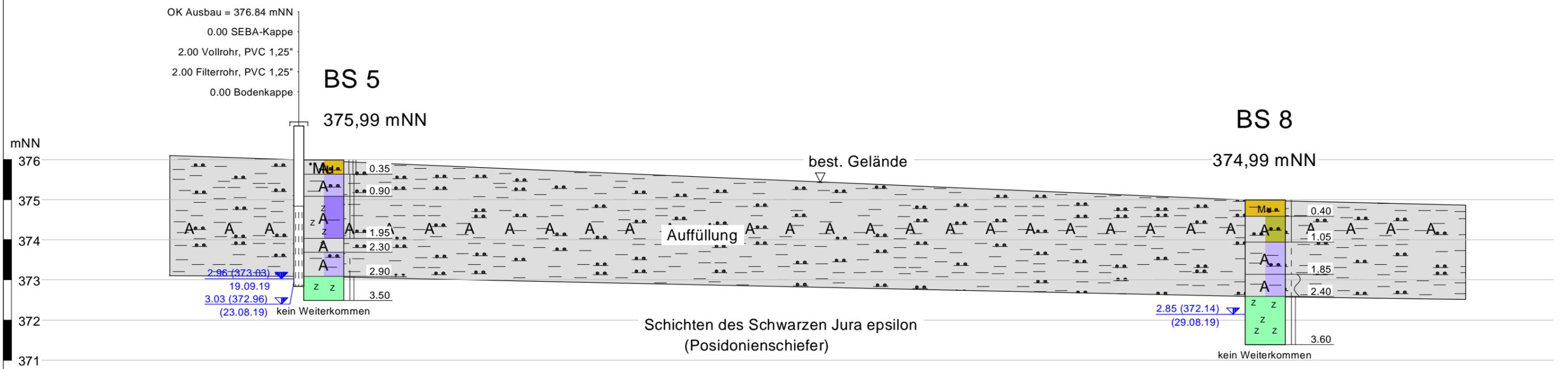
368,00 mNN



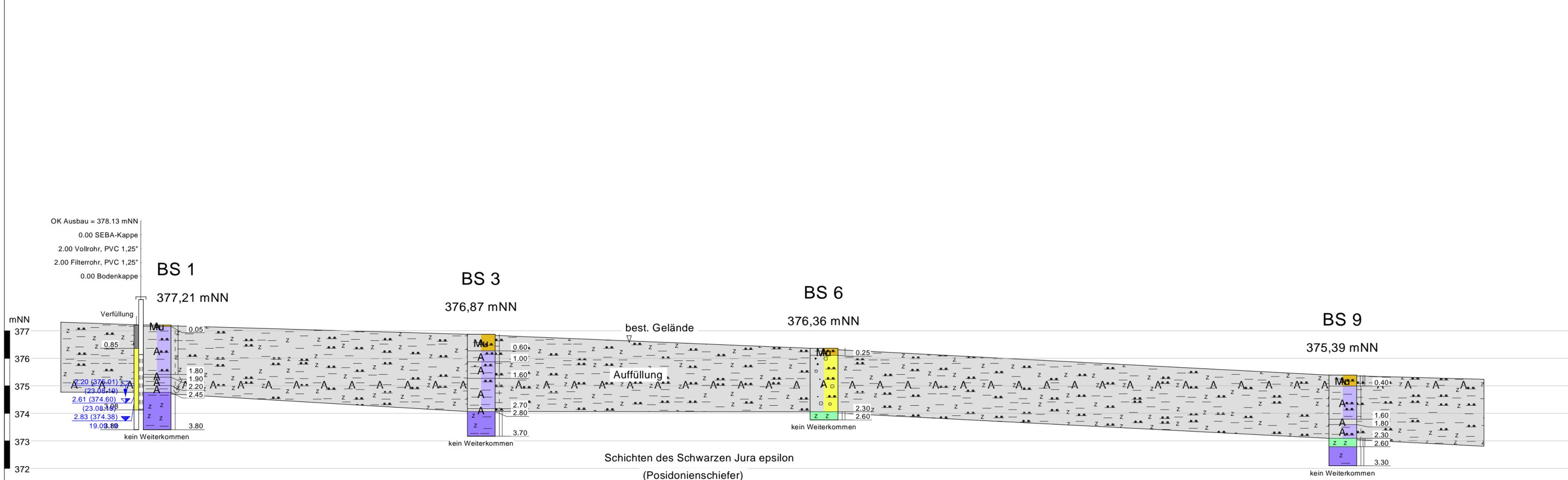
| | | | |
|--|---------------------------|---|------|
| Projekt | Ohmden, BG "Grubäcker II" | Anlage | 2.15 |
| Darstellung | | | |
| Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 15 | | | |
| Maßstab | 1 : 50 |  Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | C. Feicke | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | 2-19-081-01anI2.15.bog | | |
| Datum | 06.09.2019 | | |
| Dettinger Straße 146 73230 Kirchheim/Teck | | Telefon: 0 70 21/98 40-0 Telefax: 0 70 21/98 40-60 | |

ANLAGE 3

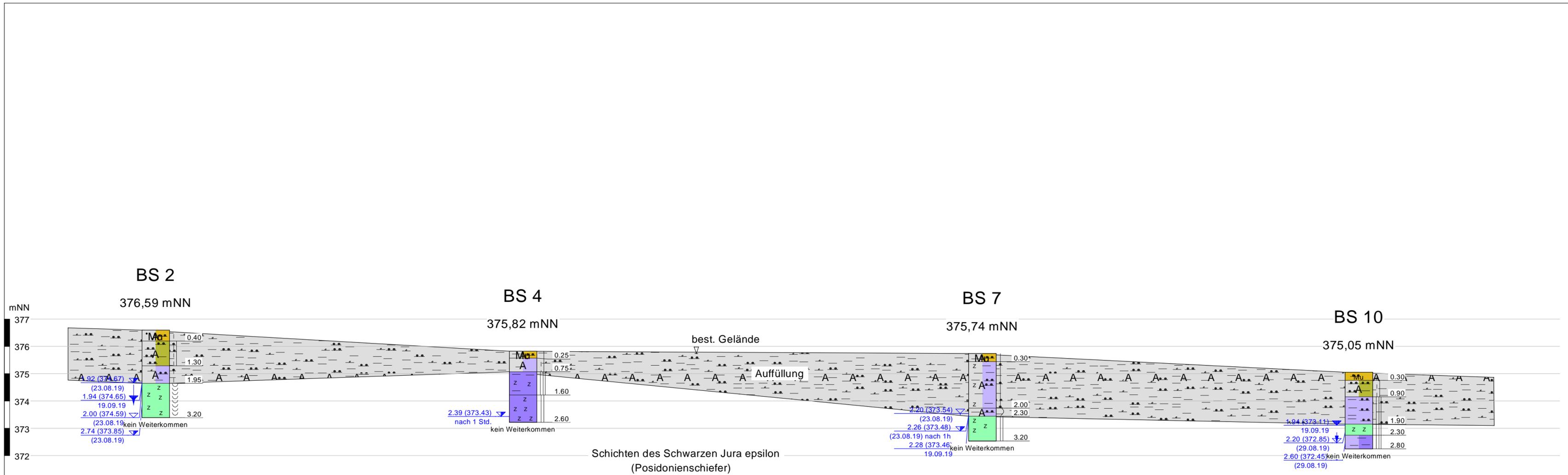
Geologische Schnitte
M 1 : 200/100, 1 : 300/100 und 1 : 1.000



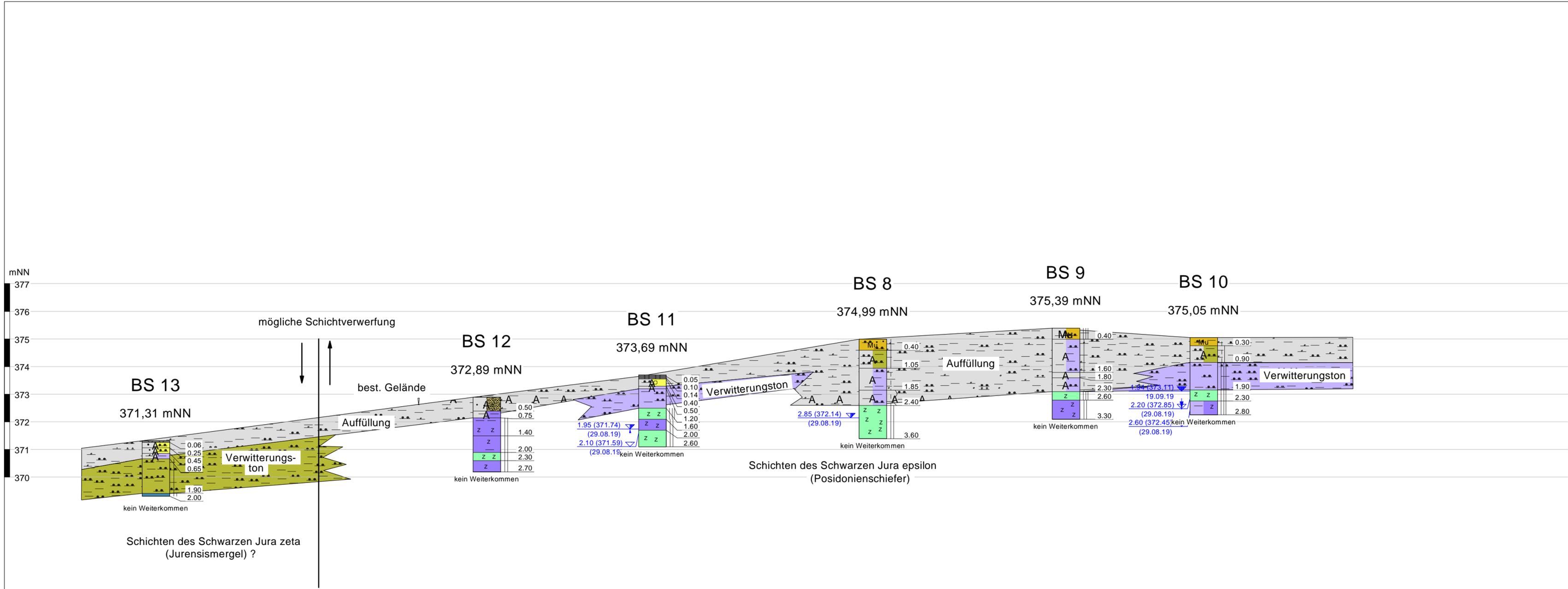
| | | | |
|-------------|--|---|---|
| Projekt | Ohmden, BG "Grubäckerl" | Anlage | 3.1 |
| Darstellung | Geologischer Schnitt A 2-fach überhöht | | |
| Maßstab | 1 : 200/100 |  Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | C. Feicke | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | 2-19-081-01anl3.1.bop | | |
| Datum | 24.09.2019 | Dettinger Straße 146 73230 Kirchheim/Teck | Telefon: 0 70 21/98 40-0 Telefax: 0 70 21/98 40-60 |



| | | | |
|-------------|--|---|-----|
| Projekt | Ohmden, BG "Grubäcker II" | Anlage | 3.2 |
| Darstellung | Geologischer Schnitt B 3-fach überhöht | | |
| Maßstab | 1 : 300/100 |  Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen <small>Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60</small> | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | C. Feicke | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | 2-19-081-01anl3.2.bop | | |
| Datum | 24.09.2019 | | |



| | | | |
|-------------|--|---|-----|
| Projekt | Ohmden, BG "Grubäcker II" | Anlage | 3.3 |
| Darstellung | Geologischer Schnitt C 3-fach überhöht | | |
| Maßstab | 1 : 300/100 |  Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | C. Feicke | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | 2-19-081-01anl3.3.bop | | |
| Datum | 24.09.2019 | Dettinger Straße 146 73230 Kirchheim/Teck Telefon: 0 70 21/98 40-0 Telefax: 0 70 21/98 40-60 | |



| | | | |
|-------------|---|--|-----|
| Projekt | Ohmden, BG "Grubäcker II" | Anlage | 3.4 |
| Darstellung | Geologischer Schnitt D 10-fach überhöht | | |
| Maßstab | 1 : 1.000/100 |  Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60 | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | C. Feicke | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | 2-19-081-01anl3.4.bop | | |
| Datum | 24.09.2019 | | |

ANLAGE 4

Versuchsprotokolle bodenmechanischer Laborversuche

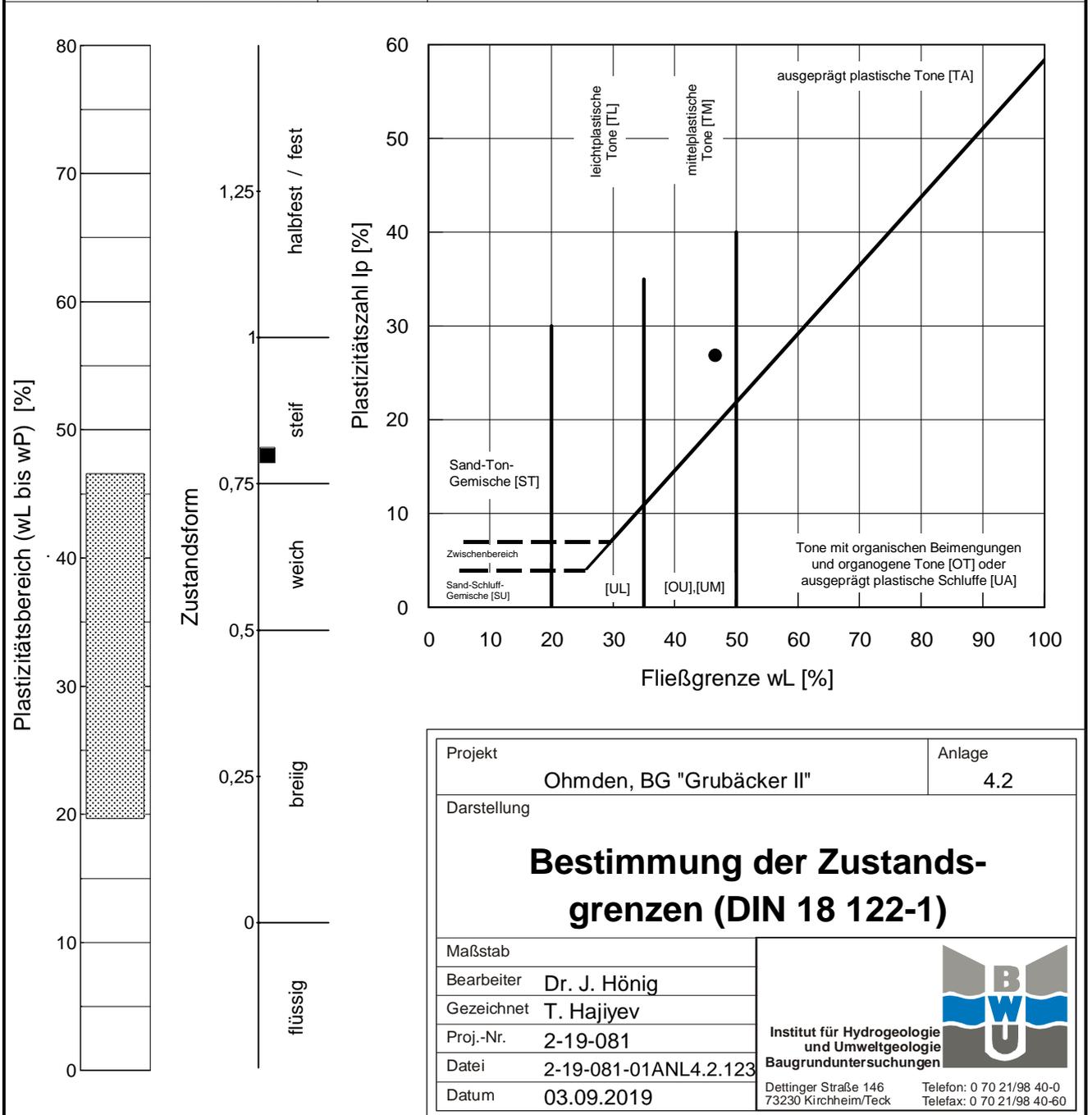
| | | | | | | | |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Entnahmestelle: | BS 8 | BS 11 | BS 13 | BS 14 | BS 15 | BS 15 | BS 15 |
| Tiefe [m]: | 1,1 - 1,6 | 0,5 - 1,0 | 0,7 - 1,2 | 1,0 - 2,0 | 1,0 - 1,5 | 2,5 - 2,5 | 5,0 - 5,4 |
| Bodenart: | T, u | T, u | T, u | T+Tst | T, u | Tst, vv*, t | Tst, vv |
| Entnahme am: | 29. 08. 19 | 29. 08. 19 | 29. 08. 19 | 29. 08. 19 | 29. 08. 19 | 29. 08. 19 | 29. 08. 19 |
| durch: | ma |
| Ausgeführt am: | 02. 09. 19 | 02. 09. 19 | 02. 09. 19 | 02. 09. 19 | 02. 09. 19 | 02. 09. 19 | 02. 09. 19 |
| durch: | th |
| Behälter-Nr.: | 801 | 802 | 803 | 804 | 805 | 806 | 807 |
| Feuchte Probe+Behälter mF+mB [g]: | 112,64 | 108,85 | 110,24 | 112,64 | 110,44 | 107,92 | 110,22 |
| Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]: | 102,59 | 97,85 | 99,01 | 104,16 | 100,31 | 101,43 | 104,54 |
| Behälter mB [g]: | 62,50 | 58,70 | 60,11 | 62,52 | 60,30 | 57,84 | 60,09 |
| Wasser mW=mF-mD [g]: | 10,05 | 11,00 | 11,23 | 8,48 | 10,13 | 6,49 | 5,68 |
| Trockene Probe mD [g]: | 40,09 | 39,15 | 38,90 | 41,64 | 40,01 | 43,59 | 44,45 |
| Wassergehalt w=mW/mD [%]: | 25,07% | 28,10% | 28,87% | 20,37% | 25,32% | 14,89% | 12,78% |

| | | | | | | | |
|------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| Entnahmestelle: | | | | | | | |
| Tiefe [m]: | | | | | | | |
| Bodenart: | | | | | | | |
| Entnahme am: | | | | | | | |
| durch: | | | | | | | |
| Ausgeführt am: | | | | | | | |
| durch: | | | | | | | |
| Behälter-Nr.: | | | | | | | |
| Feuchte Probe+Behälter mF+mB [g]: | | | | | | | |
| Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]: | | | | | | | |
| Behälter mB [g]: | | | | | | | |
| Wasser mW=mF-mD [g]: | | | | | | | |
| Trockene Probe mD [g]: | | | | | | | |
| Wassergehalt w=mW/mD [%]: | | | | | | | |

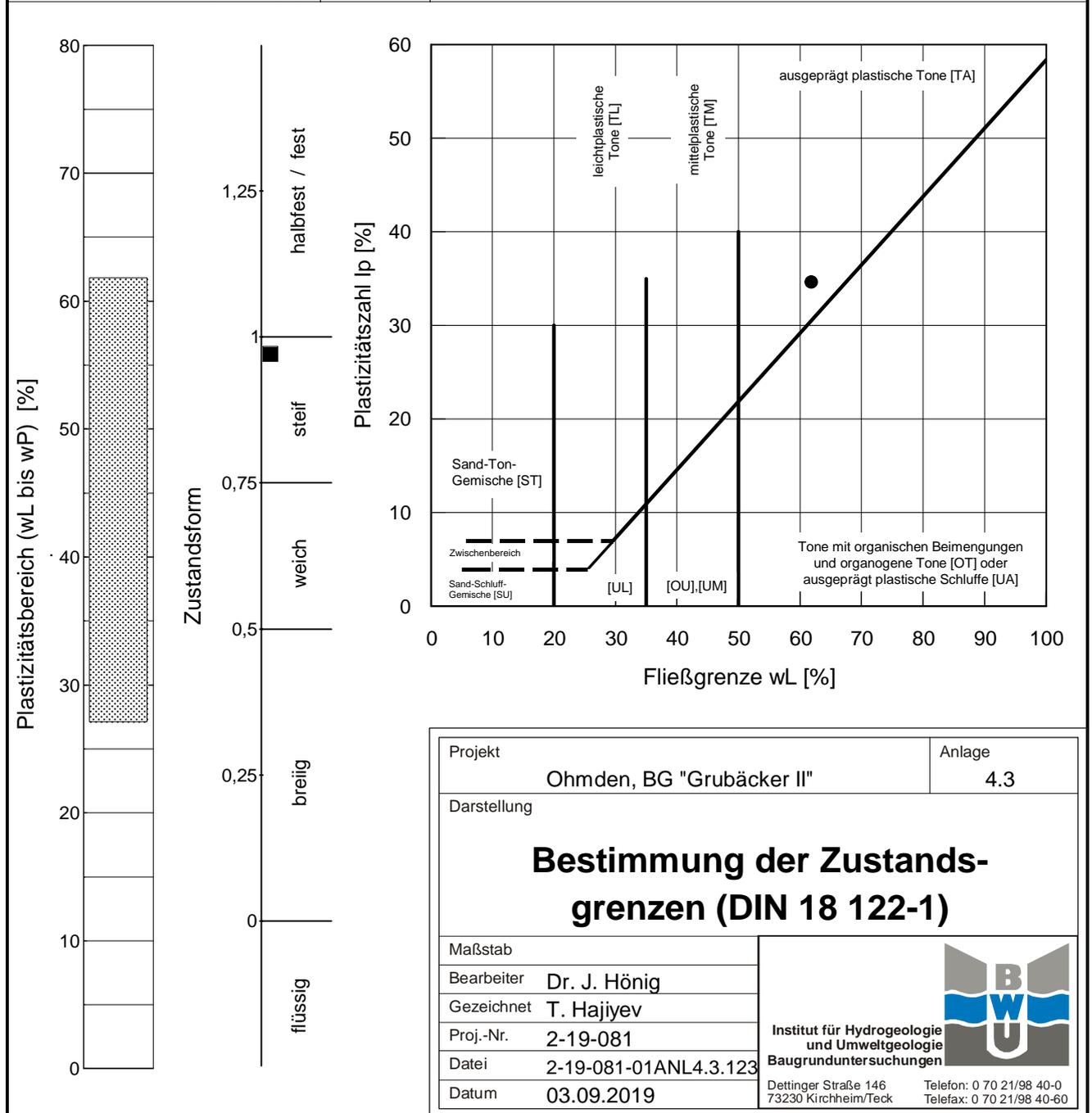
| | | | | | | | |
|------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| Entnahmestelle: | | | | | | | |
| Tiefe [m]: | | | | | | | |
| Bodenart: | | | | | | | |
| Entnahme am: | | | | | | | |
| durch: | | | | | | | |
| Ausgeführt am: | | | | | | | |
| durch: | | | | | | | |
| Behälter-Nr.: | | | | | | | |
| Feuchte Probe+Behälter mF+mB [g]: | | | | | | | |
| Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]: | | | | | | | |
| Behälter mB [g]: | | | | | | | |
| Wasser mW=mF-mD [g]: | | | | | | | |
| Trockene Probe mD [g]: | | | | | | | |
| Wassergehalt w=mW/mD [%]: | | | | | | | |

| | |
|---|--|
| Projekt | Anlage |
| Ohmden, BG "Grubäcker II" | 4.1 |
| Darstellung | |
| Bestimmung des natürlichen Wassergehalts (DIN EN ISO 17 892-1) | |
| Maßstab |  Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Deltlinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60 |
| Bearbeiter | |
| Gezeichnet | |
| Proj.-Nr. | |
| Datei | |
| Datum | |

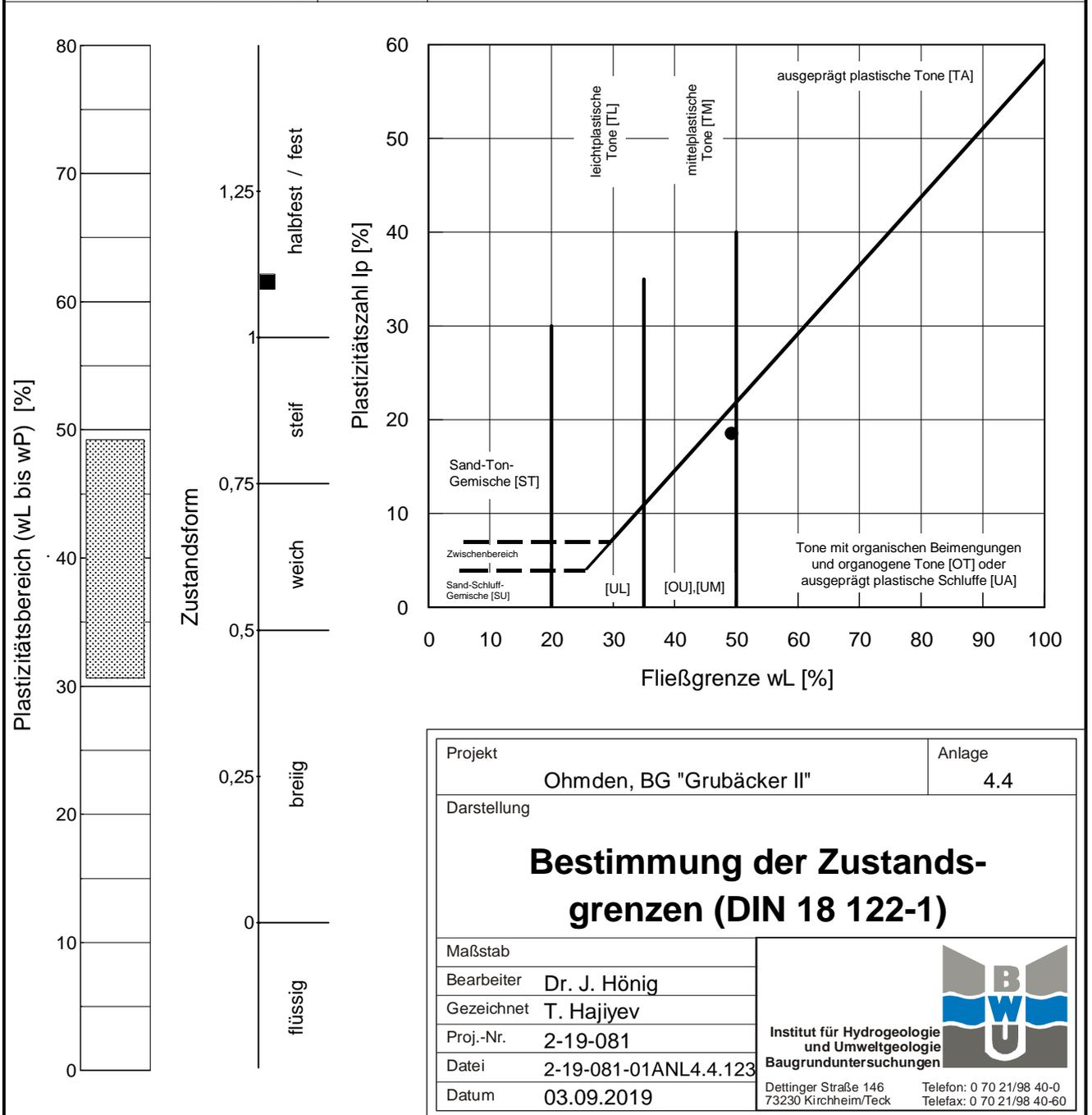
| | | | | | | |
|-------------------------------------|---------------|--|----------------|---------------|--------|--------|
| Entnahmestelle: | BS 8 | | Entnommen am: | 29. 08. 19 | durch: | ma |
| Tiefe [m]: | 1,1 - 1,6 | | Ausgeführt am: | 02. 09. 19 | durch: | th |
| Bodenart: | T, u | | | | | |
| | Fließgrenze | | | Ausrollgrenze | | |
| Behälter-Nr.: | 116 | | | 108 | 110 | 112 |
| Schlagzahl: | 26 | | | | | |
| Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]: | 34,49 | | | 19,31 | 19,57 | 19,78 |
| Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]: | 27,95 | | | 18,44 | 18,61 | 18,93 |
| Behälter mB [g]: | 13,84 | | | 14,06 | 13,77 | 14,54 |
| Wasser mW=mF-mD [g]: | 6,54 | | | 0,87 | 0,96 | 0,85 |
| Trockene Probe mD [g]: | 14,11 | | | 4,38 | 4,84 | 4,39 |
| Wassergehalt w=mW/mD [%]: | 46,35% | | | 19,86% | 19,83% | 19,36% |
| Nat. Wassergehalt wN [%]: | 25,07% | | | | | |
| Fließgrenze wL [%]: | 46,57% | | | | | |
| Ausrollgrenze wP [%]: | 19,69% | | | | | |
| Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]: | 26,88% | | | | | |
| Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip: | 0,80 | | | | | |



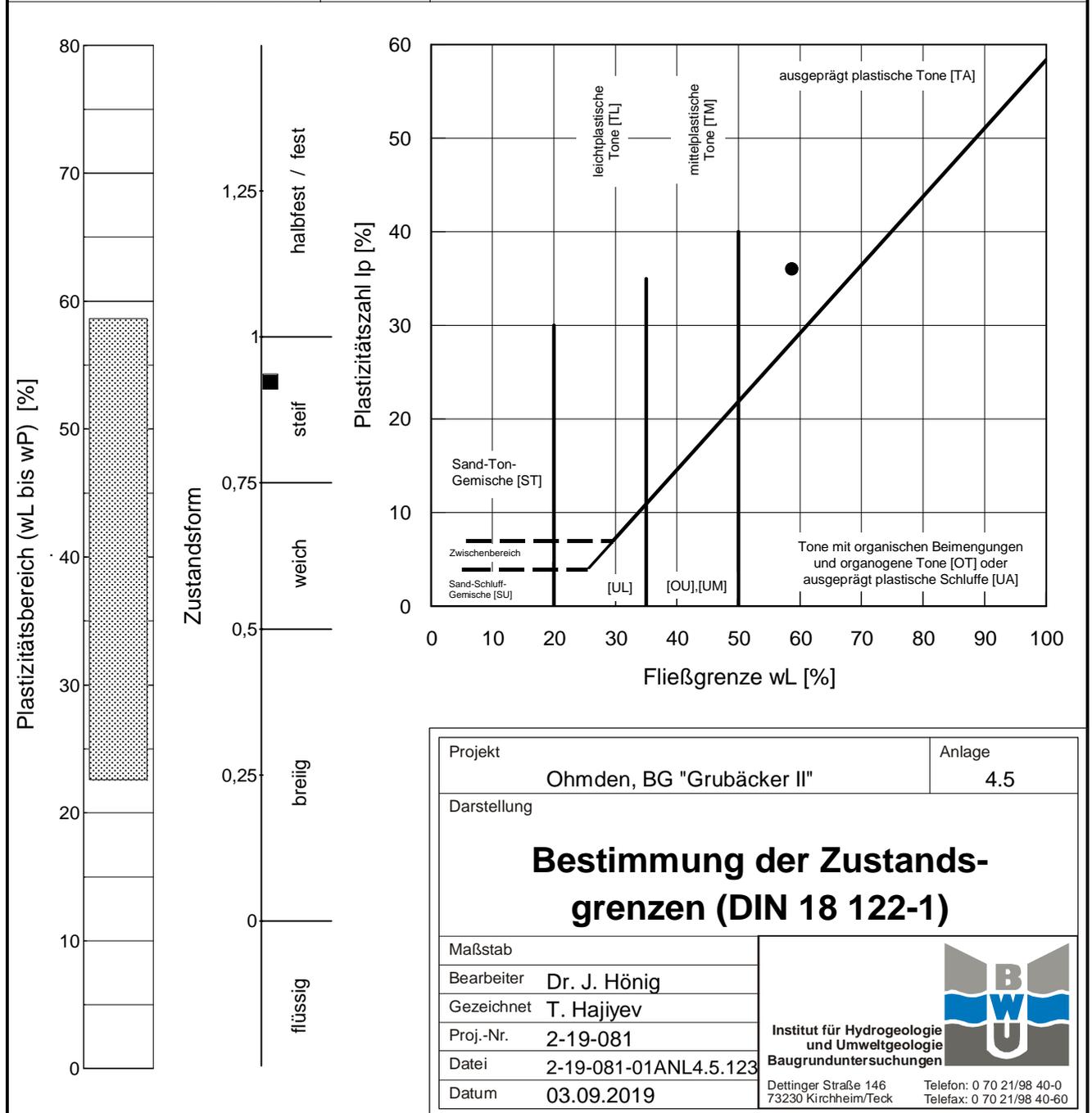
| | | | | | | |
|-------------------------------------|---------------|--|----------------|---------------|--------|--------|
| Entnahmestelle: | BS 11 | | Entnommen am: | 29. 08. 19 | durch: | ma |
| Tiefe [m]: | 0,5 - 1,0 | | Ausgeführt am: | 02. 09. 19 | durch: | th |
| Bodenart: | T, u | | | | | |
| | Fließgrenze | | | Ausrollgrenze | | |
| Behälter-Nr.: | 118 | | | 113 | 114 | 115 |
| Schlagzahl: | 27 | | | | | |
| Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]: | 34,02 | | | 19,24 | 19,55 | 19,85 |
| Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]: | 26,72 | | | 18,08 | 18,32 | 18,54 |
| Behälter mB [g]: | 14,82 | | | 13,75 | 13,75 | 13,81 |
| Wasser mW=mF-mD [g]: | 7,30 | | | 1,16 | 1,23 | 1,31 |
| Trockene Probe mD [g]: | 11,90 | | | 4,33 | 4,57 | 4,73 |
| Wassergehalt w=mW/mD [%]: | 61,34% | | | 26,79% | 26,91% | 27,70% |
| Nat. Wassergehalt wN [%]: | 28,10% | | | | | |
| Fließgrenze wL [%]: | 61,82% | | | | | |
| Ausrollgrenze wP [%]: | 27,13% | | | | | |
| Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]: | 34,69% | | | | | |
| Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip: | 0,97 | | | | | |



| | | | | | | |
|-------------------------------------|---------------|--|----------------|---------------|--------|--------|
| Entnahmestelle: | BS 13 | | Entnommen am: | 29. 08. 19 | durch: | ma |
| Tiefe [m]: | 0,7 - 1,2 | | Ausgeführt am: | 02. 09. 19 | durch: | th |
| Bodenart: | T, u | | | | | |
| | Fließgrenze | | | Ausrollgrenze | | |
| Behälter-Nr.: | 119 | | | 121 | 122 | 123 |
| Schlagzahl: | 21 | | | | | |
| Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]: | 38,42 | | | 19,22 | 19,58 | 19,80 |
| Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]: | 30,55 | | | 17,95 | 18,35 | 18,41 |
| Behälter mB [g]: | 14,90 | | | 13,73 | 14,44 | 13,84 |
| Wasser mW=mF-mD [g]: | 7,87 | | | 1,27 | 1,23 | 1,39 |
| Trockene Probe mD [g]: | 15,65 | | | 4,22 | 3,91 | 4,57 |
| Wassergehalt w=mW/mD [%]: | 50,29% | | | 30,09% | 31,46% | 30,42% |
| Nat. Wassergehalt wN [%]: | 28,87% | | | | | |
| Fließgrenze wL [%]: | 49,24% | | | | | |
| Ausrollgrenze wP [%]: | 30,66% | | | | | |
| Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]: | 18,58% | | | | | |
| Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip: | 1,10 | | | | | |



| | | | | | | |
|-------------------------------------|---------------|--|----------------|---------------|--------|--------|
| Entnahmestelle: | BS 15 | | Entnommen am: | 29. 08. 19 | durch: | ma |
| Tiefe [m]: | 1,0 - 1,5 | | Ausgeführt am: | 02. 09. 19 | durch: | th |
| Bodenart: | T, u | | | | | |
| | Fließgrenze | | | Ausrollgrenze | | |
| Behälter-Nr.: | 303 | | | 302 | 304 | 307 |
| Schlagzahl: | 25 | | | | | |
| Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]: | 33,65 | | | 19,32 | 19,63 | 19,87 |
| Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]: | 26,40 | | | 18,28 | 18,55 | 18,75 |
| Behälter mB [g]: | 14,04 | | | 13,74 | 13,73 | 13,77 |
| Wasser mW=mF-mD [g]: | 7,25 | | | 1,04 | 1,08 | 1,12 |
| Trockene Probe mD [g]: | 12,36 | | | 4,54 | 4,82 | 4,98 |
| Wassergehalt w=mW/mD [%]: | 58,66% | | | 22,91% | 22,41% | 22,49% |
| Nat. Wassergehalt wN [%]: | 25,32% | | | | | |
| Fließgrenze wL [%]: | 58,66% | | | | | |
| Ausrollgrenze wP [%]: | 22,60% | | | | | |
| Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]: | 36,06% | | | | | |
| Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip: | 0,92 | | | | | |



| | | | |
|-------------|--|--|-----|
| Projekt | Ohmden, BG "Grubäcker II" | Anlage | 4.5 |
| Darstellung | Bestimmung der Zustandsgrenzen (DIN 18 122-1) | | |
| Maßstab | | | |
| Bearbeiter | Dr. J. Hönig | | |
| Gezeichnet | T. Hajiyev | | |
| Proj.-Nr. | 2-19-081 | | |
| Datei | 2-19-081-01ANL4.5.123 | | |
| Datum | 03.09.2019 | | |
| | |  Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen | |
| | | Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60 | |

ANLAGE 5

Homogenbereiche nach DIN 18 300:2016-09

| Homogenbereich für Erdarbeiten nach DIN 18 300:2016-09 | | | | E1 | E2 | E3 | E4 | |
|--|--|----------------------|--|--|--------------|----------------------------|-------------------------------------|---|
| | Kurzzeichen | Einheit | Ortsübliche Bezeichnung | Oberboden, außer BS 11 bis BS 14 | Auffüllungen | Ton, Tonstein (verwittert) | Kalkstein, Schiefer, Tonstein, fest | |
| | | | Bestimmungsmethode | | | | | |
| Obere Schichtgrenze | [m u. GOK] | | | 0 | 0 | 0,50 – 2,90 | 1,40 – 2,90 | |
| Untere Schichtgrenze | [m u. GOK] | | | 0,05 – 0,60 | 0,50 – 2,90 | 1,40 – 2,90 | Bohrende | |
| Umweltrelevante Einstufung | | | | unauffällig | unauffällig | unauffällig | unauffällig | |
| Bodengruppe(n) | | | DIN 18 196 | OU | TM, GU* | TM, TA, Z | Z | |
| Bodenklasse(n) | | | DIN 18 300:2012-09 (zurückgezogen) | 1 | 4 | 4, 5 | 6 | |
| Anmerkungen | | | | F3 | F2, F3 | F2, F3 | F1, F2 | |
| Boden | | | | Benennung und Beschreibung nach DIN EN ISO 14 688-1 | | | | |
| Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke | | [M-%] | Aussortieren, Vermessen bzw. Sieben, Wiegen, auf Aushubmasse bezogen | Steine (Co) | | | | |
| | | | | Blöcke (Bo) | | | | |
| | | | | gr. Blöcke (LBo) | | | | |
| | | | | Schätzung nach Feldansprache | Steine (Co) | 0 | 0 – 10 | 0 |
| | | | | Blöcke (Bo) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | gr. Blöcke (LBo) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Korngrößenverteilung | | [mm] | Korngrößenanalyse nach DIN 18 123 | | | | | |
| | | | Schätzung nach Feldansprache | 0 – 20 | 0 – 63 | 0 – 0,063 | 0 – 0,063 | |
| Lagerungsdichte | ID | [-] | Lockerste und dichteste Lagerung nach DIN 18 126 | | | | | |
| | | | Sondierungen nach DIN EN ISO 22 476 | | | | | |
| | | | Schätzung nach Feldansprache | nz | nz | nz | nz | |
| Wassergehalt | w _n | [M-%] | Wassergehalt nach DIN EN ISO 17 892-1 | | | 20,37 – 28,81 | 12,78 – 14,89 | |
| | | | Schätzung nach Feldansprache | | | | | |
| Plastizitätszahl | I _p | [%] | Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122-1 | | | 18,58 – 36,06 | | |
| | | | Schätzung nach Feldansprache | 5,30 | | | | |
| Konsistenzzahl | I _c | [-] | Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122-1 | | | | | |
| | | | Schätzung nach Feldansprache | 1,0 – 1,5 | | 0,80 – 1,10 | >1,25 | |
| Undränierete Scherfestigkeit | c _u | [kN/m ²] | Flügelscherversuch nach DIN 4094-4 | | | | | |
| | | | Einaxialer Druckversuch nach DIN 18 136 | | | | | |
| | | | Triaxialversuch nach DIN 18 137-2 | | | | | |
| | | | Taschenpenetrometer | | | | | |
| | | | Schätzung nach Feldansprache | | | 150 – 400 | >400 | |
| Organischer Anteil | V _{gl} | [M-%] | Glühverlust nach DIN 18 128 | | | | | |
| | | | Schätzung nach Feldansprache | <5 | <5 | <5 | 0 | |
| Dichte | ρ | [g/cm ³] | Dichtebestimmung nach DIN EN ISO 17 892-2 oder DIN 18 125-2 | | | | | |
| | | | Schätzung nach Feldansprache | 1,6 – 1,8 | 1,8 – 2,0 | 1,9 – 2,3 | 2,3 – 2,5 | |
| Anmerkungen | nz: nicht zutreffend nb: nicht bestimmbar (a): nichtbindige Anteile (b): bindige Anteile | | | | | | | |
| Projekt | Ohmden, BG „Grubäcker II“ | | | | | | | |
| Datei | 2-19-081-01anI5 | | | | | | | |

ANLAGE 6

**Analysenprotokolle chemisches Institut BVU
(Markt Rettenbach)**

BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund
Dettinger Str. 146
73230 Kirchheim / Teck

| | | | |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Analysenbericht Nr. | 275/4016 | Datum: | 06.09.2019 |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund
 Projekt : BG Grubäcker, Ohmden
 Projekt-Nr. : 2-19-081-01
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : Mischprobe
 Art der Probe : Boden Probenehmer : Herr Dr. Schünke, BWU
 Entnahmedatum : 26.08.2019 Probeneingang : 03.09.2019
 Originalbezeich. : MP VwV BS 1-4 Probenbezeich. : 275/4016
 Untersuch.-zeitraum : 03.09.2019 – 06.09.2019

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV BW)

1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

| Parameter | Einheit | Messwert | Methode |
|--|------------|----------|---------------------------|
| Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe | | | DIN 19747:2009-07 |
| Trockensubstanz | [%] | 83,0 | DIN EN 14346 : 2007-03 |
| TOC | [% TS] | 1,45 | DIN EN 13137 :2001-12 |
| Humusgehalt (H) | [% TS] | 2,49 | berechnet |
| Arsen | [mg/kg TS] | 14 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Blei | [mg/kg TS] | 35 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Cadmium | [mg/kg TS] | 1,4 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Chrom (gesamt) | [mg/kg TS] | 34 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Kupfer | [mg/kg TS] | 74 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Nickel | [mg/kg TS] | 68 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Quecksilber | [mg/kg TS] | 0,1 | DIN EN ISO 12846 :2012-08 |
| Thallium | [mg/kg TS] | < 0,4 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Zink | [mg/kg TS] | 113 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Aufschluß mit Königswasser | | | EN 13657 :2003-01 |

1.2 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

| Parameter | Einheit | Messwert | | Methode |
|---------------------------|------------|-------------|--|---------------------------|
| EOX | [mg/kg TS] | < 0,5 | | DIN 38 409 -17 :1984-09 |
| MKW (C10 – C22) | [mg/kg TS] | 140 | | DIN EN 14039 :2005-01 |
| MKW (C10 – C40) | [mg/kg TS] | 180 | | DIN EN 14039 :2005-01 |
| Cyanid (gesamt) | [mg/kg TS] | < 0,25 | | DIN EN ISO 17380 :2013-10 |
| PCB 28 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| PCB 52 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| PCB 101 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| PCB 138 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| PCB 153 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| PCB 180 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| Σ PCB (6): | [mg/kg TS] | n.n. | | DIN EN 15308 :2016-12 |
| Benzol | [mg/kg TS] | < 0,1 | | |
| Toluol | [mg/kg TS] | < 0,1 | | |
| Ethylbenzol | [mg/kg TS] | < 0,1 | | |
| m,p-Xylol | [mg/kg TS] | < 0,1 | | |
| o-Xylol | [mg/kg TS] | < 0,1 | | |
| Σ BTXE: | [mg/kg TS] | n.n. | | HLUG, HB. AL B7,4 : 2000 |
| Vinylchlorid | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| Dichlormethan | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| 1-2-Dichlorethan | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| cis 1,2 Dichlorethen | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| trans-Dichlorethen | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| Chloroform | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| 1.1.1- Trichlorethan | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| Tetrachlormethan | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| Trichlorethen | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| Tetrachlorethen | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| Σ LHKW: | [mg/kg TS] | n.n. | | HLUG, HB. AL B7,4 : 2000 |
| Naphthalin | [mg/kg TS] | 0,19 | | |
| Acenaphthen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Acenaphthylen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Fluoren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Phenanthren | [mg/kg TS] | 0,19 | | |
| Anthracen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Fluoranthren | [mg/kg TS] | 0,15 | | |
| Pyren | [mg/kg TS] | 0,14 | | |
| Benzo(a)anthracen | [mg/kg TS] | 0,08 | | |
| Chrysen | [mg/kg TS] | 0,13 | | |
| Benzo(b)fluoranthren | [mg/kg TS] | 0,08 | | |
| Benzo(k)fluoranthren | [mg/kg TS] | 0,04 | | |
| Benzo(a)pyren | [mg/kg TS] | 0,09 | | |
| Dibenz(a,h)anthracen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Benzo(g,h,i)perylene | [mg/kg TS] | 0,06 | | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | [mg/kg TS] | 0,05 | | |
| Σ PAK (EPA Liste): | [mg/kg TS] | 1,2 | | DIN ISO 18287 :2006-05 |

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

| Parameter | Einheit | Messwert | | Methode |
|-----------------------|---------------|----------|--|-----------------------------|
| Eluatherstellung | | | | DIN EN 12457-4 : 2003-01 |
| pH-Wert | [-] | 8,16 | | DIN 38 404 - C5 :2009-07 |
| elektr. Leitfähigkeit | [μ S/cm] | 405 | | DIN EN 27 888 : 1993 |
| Arsen | [μ g/l] | < 3 | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Blei | [μ g/l] | < 5 | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Cadmium | [μ g/l] | < 0,2 | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Chrom (gesamt) | [μ g/l] | < 5 | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Kupfer | [μ g/l] | < 5 | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Nickel | [μ g/l] | < 5 | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Quecksilber | [μ g/l] | < 0,15 | | DIN EN ISO 12846 :2012-08 |
| Zink | [μ g/l] | < 10 | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Phenolindex | [μ g/l] | < 10 | | DIN EN ISO 14402:1999-12 |
| Cyanid (gesamt) | [μ g/l] | < 5 | | EN ISO 14403 :2012-10 |
| Chlorid | [mg/l] | < 2 | | EN ISO 10304: 2009-07 |
| Sulfat | [mg/l] | 98 | | EN ISO 10304 :2009-07 |

Markt Rettenbach, den 06.09.2019

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund
Dettinger Str. 146
73230 Kirchheim / Teck

| | | | |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Analysenbericht Nr. | 275/4017 | Datum: | 06.09.2019 |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund
 Projekt : BG Grubäcker, Ohmden
 Projekt-Nr. : 2-19-081-01
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : Mischprobe
 Art der Probe : Boden Probenehmer : Herr Dr. Schünke, BWU
 Entnahmedatum : 26.08.2019 Probeneingang : 03.09.2019
 Originalbezeich. : MP VwV BS 5-10 Probenbezeich. : 275/4017
 Untersuch.-zeitraum : 03.09.2019 – 06.09.2019

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV BW)

1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

| Parameter | Einheit | Messwert | Methode |
|--|------------|----------|---------------------------|
| Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe | | | DIN 19747:2009-07 |
| Trockensubstanz | [%] | 88,1 | DIN EN 14346 : 2007-03 |
| TOC | [% TS] | 1,37 | DIN EN 13137 :2001-12 |
| Humusgehalt (H) | [% TS] | 2,35 | berechnet |
| Arsen | [mg/kg TS] | 14 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Blei | [mg/kg TS] | 30 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Cadmium | [mg/kg TS] | 0,77 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Chrom (gesamt) | [mg/kg TS] | 30 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Kupfer | [mg/kg TS] | 65 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Nickel | [mg/kg TS] | 61 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Quecksilber | [mg/kg TS] | 0,1 | DIN EN ISO 12846 :2012-08 |
| Thallium | [mg/kg TS] | < 0,4 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Zink | [mg/kg TS] | 96 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Aufschluß mit Königswasser | | | EN 13657 :2003-01 |

1.2 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

| Parameter | Einheit | Messwert | | Methode |
|---------------------------|-------------------|-------------|--|---------------------------|
| EOX | [mg/kg TS] | < 0,5 | | DIN 38 409 -17 :1984-09 |
| MKW (C10 – C22) | [mg/kg TS] | 200 | | DIN EN 14039 :2005-01 |
| MKW (C10 – C40) | [mg/kg TS] | 260 | | DIN EN 14039 :2005-01 |
| Cyanid (gesamt) | [mg/kg TS] | < 0,25 | | DIN EN ISO 17380 :2013-10 |
| PCB 28 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| PCB 52 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| PCB 101 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| PCB 138 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| PCB 153 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| PCB 180 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| Σ PCB (6): | [mg/kg TS] | n.n. | | DIN EN 15308 :2016-12 |
| Benzol | [mg/kg TS] | < 0,1 | | |
| Toluol | [mg/kg TS] | < 0,1 | | |
| Ethylbenzol | [mg/kg TS] | < 0,1 | | |
| m,p-Xylol | [mg/kg TS] | 0,12 | | |
| o-Xylol | [mg/kg TS] | < 0,1 | | |
| Σ BTXE: | [mg/kg TS] | 0,12 | | HLUG, HB. AL B7,4 : 2000 |
| Vinylchlorid | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| Dichlormethan | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| 1-2-Dichlorethan | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| cis 1,2 Dichlorethen | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| trans-Dichlorethen | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| Chloroform | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| 1.1.1- Trichlorethan | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| Tetrachlormethan | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| Trichlorethen | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| Tetrachlorethen | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| Σ LHKW: | [mg/kg TS] | n.n. | | HLUG, HB. AL B7,4 : 2000 |
| Naphthalin | [mg/kg TS] | 0,16 | | |
| Acenaphthen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Acenaphthylen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Fluoren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Phenanthren | [mg/kg TS] | 0,18 | | |
| Anthracen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Fluoranthren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Pyren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Benzo(a)anthracen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Chrysen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Benzo(b)fluoranthren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Benzo(k)fluoranthren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Benzo(a)pyren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Dibenz(a,h)anthracen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Benzo(g,h,i)perylene | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Σ PAK (EPA Liste): | [mg/kg TS] | 0,34 | | DIN ISO 18287 :2006-05 |

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

| Parameter | Einheit | Messwert | | Methode |
|-----------------------|---------|----------|--|-----------------------------|
| Eluatherstellung | | | | DIN EN 12457-4 : 2003-01 |
| pH-Wert | [-] | 8,02 | | DIN 38 404 - C5 :2009-07 |
| elektr. Leitfähigkeit | [µS/cm] | 440 | | DIN EN 27 888 : 1993 |
| Arsen | [µg/l] | < 3 | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Blei | [µg/l] | < 5 | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Cadmium | [µg/l] | < 0,2 | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Chrom (gesamt) | [µg/l] | < 5 | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Kupfer | [µg/l] | < 5 | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Nickel | [µg/l] | < 5 | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Quecksilber | [µg/l] | < 0,15 | | DIN EN ISO 12846 :2012-08 |
| Zink | [µg/l] | < 10 | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Phenolindex | [µg/l] | < 10 | | DIN EN ISO 14402:1999-12 |
| Cyanid (gesamt) | [µg/l] | < 5 | | EN ISO 14403 :2012-10 |
| Chlorid | [mg/l] | < 2 | | EN ISO 10304: 2009-07 |
| Sulfat | [mg/l] | 125 | | EN ISO 10304 :2009-07 |

Markt Rettenbach, den 06.09.2019

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund
 Dettinger Str. 146
 73230 Kirchheim / Teck

| | | | |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Analysenbericht Nr. | 275/4018 | Datum: | 06.09.2019 |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|

Allgemeine Angaben

| | | | |
|------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------------|
| Auftraggeber | : BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund | Art der Probenahme | : Mischprobe |
| Projekt | : BG Grubäcker, Ohmden | Probenehmer | : Herr Dr. Schünke, BWU |
| Projekt-Nr. | : 2-19-081-01 | Probeneingang | : 03.09.2019 |
| Entnahmestelle | : | Probenbezeich. | : 275/4018 |
| Art der Probe | : Boden | Untersuch.-zeitraum | : 03.09.2019 – 06.09.2019 |
| Entnahmedatum | : 26.08.2019 | | |
| Originalbezeich. | : MP VwV BS 11-15 | | |

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV BW)

1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

| Parameter | Einheit | Messwert | Methode |
|--|------------|----------|---------------------------|
| Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe | | | DIN 19747:2009-07 |
| Trockensubstanz | [%] | 87,2 | DIN EN 14346 : 2007-03 |
| TOC | [% TS] | 1,22 | DIN EN 13137 :2001-12 |
| Humusgehalt (H) | [% TS] | 2,09 | berechnet |
| Arsen | [mg/kg TS] | 11 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Blei | [mg/kg TS] | 23 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Cadmium | [mg/kg TS] | 0,35 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Chrom (gesamt) | [mg/kg TS] | 38 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Kupfer | [mg/kg TS] | 44 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Nickel | [mg/kg TS] | 79 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Quecksilber | [mg/kg TS] | 0,1 | DIN EN ISO 12846 :2012-08 |
| Thallium | [mg/kg TS] | < 0,4 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Zink | [mg/kg TS] | 141 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Aufschluß mit Königswasser | | | EN 13657 :2003-01 |

1.2 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

| Parameter | Einheit | Messwert | | Methode |
|---------------------------|-------------------|-------------|--|---------------------------|
| EOX | [mg/kg TS] | < 0,5 | | DIN 38 409 -17 :1984-09 |
| MKW (C10 – C22) | [mg/kg TS] | 70 | | DIN EN 14039 :2005-01 |
| MKW (C10 – C40) | [mg/kg TS] | 90 | | DIN EN 14039 :2005-01 |
| Cyanid (gesamt) | [mg/kg TS] | < 0,25 | | DIN EN ISO 17380 :2013-10 |
| PCB 28 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| PCB 52 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| PCB 101 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| PCB 138 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| PCB 153 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| PCB 180 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| Σ PCB (6): | [mg/kg TS] | n.n. | | DIN EN 15308 :2016-12 |
| Benzol | [mg/kg TS] | < 0,1 | | |
| Toluol | [mg/kg TS] | < 0,1 | | |
| Ethylbenzol | [mg/kg TS] | < 0,1 | | |
| m,p-Xylol | [mg/kg TS] | 0,14 | | |
| o-Xylol | [mg/kg TS] | < 0,1 | | |
| Σ BTXE: | [mg/kg TS] | 0,14 | | HLUG, HB. AL B7,4 : 2000 |
| Vinylchlorid | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| Dichlormethan | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| 1-2-Dichlorethan | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| cis 1,2 Dichlorethen | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| trans-Dichlorethen | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| Chloroform | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| 1.1.1- Trichlorethan | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| Tetrachlormethan | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| Trichlorethen | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| Tetrachlorethen | [mg/kg TS] | < 0,01 | | |
| Σ LHKW: | [mg/kg TS] | n.n. | | HLUG, HB. AL B7,4 : 2000 |
| Naphthalin | [mg/kg TS] | 0,14 | | |
| Acenaphthen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Acenaphthylen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Fluoren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Phenanthren | [mg/kg TS] | 0,08 | | |
| Anthracen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Fluoranthren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Pyren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Benzo(a)anthracen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Chrysen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Benzo(b)fluoranthren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Benzo(k)fluoranthren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Benzo(a)pyren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Dibenz(a,h)anthracen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Benzo(g,h,i)perylene | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | |
| Σ PAK (EPA Liste): | [mg/kg TS] | 0,22 | | DIN ISO 18287 :2006-05 |

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

| Parameter | Einheit | Messwert | | Methode |
|-----------------------|---------------|----------|--|-----------------------------|
| Eluatherstellung | | | | DIN EN 12457-4 : 2003-01 |
| pH-Wert | [-] | 8,07 | | DIN 38 404 - C5 :2009-07 |
| elektr. Leitfähigkeit | [μ S/cm] | 289 | | DIN EN 27 888 : 1993 |
| Arsen | [μ g/l] | < 3 | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Blei | [μ g/l] | < 5 | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Cadmium | [μ g/l] | < 0,2 | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Chrom (gesamt) | [μ g/l] | < 5 | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Kupfer | [μ g/l] | < 5 | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Nickel | [μ g/l] | < 5 | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Quecksilber | [μ g/l] | < 0,15 | | DIN EN ISO 12846 :2012-08 |
| Zink | [μ g/l] | < 10 | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Phenolindex | [μ g/l] | < 10 | | DIN EN ISO 14402:1999-12 |
| Cyanid (gesamt) | [μ g/l] | < 5 | | EN ISO 14403 :2012-10 |
| Chlorid | [mg/l] | < 2 | | EN ISO 10304: 2009-07 |
| Sulfat | [mg/l] | 66 | | EN ISO 10304 :2009-07 |

Markt Rettenbach, den 06.09.2019

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

4 Polychlorierte Biphenyle (PCB), PAK

| Parameter | Einheit | Messwert | | H > 8% | H < 8% | | Methode |
|---------------------------|-------------------|-------------|--|-----------|-----------|--|------------------------|
| PCB 28 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 52 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 101 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 138 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 153 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 180 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB Gesamt (DIN): | [mg/kg TS] | n.n. | | 0,05 | 0,1 | | DIN EN 15308 :2016-12 |
| Naphthalin | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Acenaphthen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Acenaphthylen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Fluoren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Phenanthren | [mg/kg TS] | 0,05 | | | | | |
| Anthracen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Fluoranthren | [mg/kg TS] | 0,16 | | | | | |
| Pyren | [mg/kg TS] | 0,14 | | | | | |
| Benzo(a)anthracen | [mg/kg TS] | 0,07 | | | | | |
| Chrysen | [mg/kg TS] | 0,12 | | | | | |
| Benzo(b)fluoranthren | [mg/kg TS] | 0,09 | | | | | |
| Benzo(k)fluoranthren | [mg/kg TS] | 0,05 | | | | | |
| Benzo(a)pyren | [mg/kg TS] | 0,08 | | 0,3 | 1,0 | | |
| Dibenz(a,h)anthracen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(g,h,i)perylen | [mg/kg TS] | 0,06 | | | | | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | [mg/kg TS] | 0,06 | | | | | |
| Σ PAK (EPA Liste): | [mg/kg TS] | 0,88 | | 3 | 10 | | DIN ISO 18287 :2006-05 |

Markt Rettenbach, den 06.09.2019

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund
Dettinger Str. 146
73230 Kirchheim / Teck

| | | | |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Analysenbericht Nr. | 275/4020 | Datum: | 06.09.2019 |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund
 Projekt : BG Grubäcker, Ohmden
 Projekt-Nr. : 2-19-081-01 Entnahmestelle :
 Art der Probenahme : Mischprobe Art der Probe : Boden
 Probenehmer : Herr Dr. Schünke, BWU Entnahmedatum : 26.08.2019
 Probeneingang : 03.09.2019 Originalbezeich. : MP BBodeSchV BS 5-7
 Probenbezeich. : 275/4020 Untersuch.-zeitraum : 03.09.2019 – 06.09.2019

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

| Parameter | Einheit | Messwert | | | | | Methode |
|--|---------|----------|--|---|---|---|------------------------|
| Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe | | | | | | | DIN 19747:2009-07 |
| Trockensubstanz | [%] | 77,7 | | - | - | - | DIN EN 14346 : 2017-09 |
| Glühverlust | [% TS] | 14,36 | | | | | DIN EN 15169 :2007-05 |
| TOC | [% TS] | 4,70 | | - | - | - | DIN EN 13137 :2001-12 |
| Humusgehalt (H) | [% TS] | 8,08 | | - | - | - | berechnet |

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

| Parameter | Einheit | Messwert | | Sand | Lehm | Ton | Methode |
|--|------------|----------|--|------|------|-----|---------------------------|
| Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe | | | | | | | DIN 19747:2009-07 |
| pH-Wert | [-] | 0,0 | | | | | DIN ISO 10390 |
| Arsen | [mg/kg TS] | 18 | | | | | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Blei | [mg/kg TS] | 35 | | 40 | 70 | 100 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Cadmium | [mg/kg TS] | 1,2 | | 0,4 | 1 | 1,5 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Chrom (gesamt) | [mg/kg TS] | 43 | | 30 | 60 | 100 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Kupfer | [mg/kg TS] | 82 | | 20 | 40 | 60 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Nickel | [mg/kg TS] | 74 | | 15 | 50 | 70 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Quecksilber | [mg/kg TS] | 0,15 | | 0,1 | 0,5 | 1,0 | DIN EN ISO 12846 :2012-08 |
| Zink | [mg/kg TS] | 140 | | 60 | 150 | 200 | EN ISO 11885 :2009-09 |
| Aufschluß mit Königswasser | | | | | | | EN 13657 :2003-01 |

4 Polychlorierte Biphenyle (PCB), PAK

| Parameter | Einheit | Messwert | | H > 8% | H < 8% | | Methode |
|---------------------------|-------------------|-------------|--|-----------|-----------|--|------------------------|
| PCB 28 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 52 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 101 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 138 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 153 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 180 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB Gesamt (DIN): | [mg/kg TS] | n.n. | | 0,05 | 0,1 | | DIN EN 15308 :2016-12 |
| Naphthalin | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Acenaphthen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Acenaphthylen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Fluoren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Phenanthren | [mg/kg TS] | 0,04 | | | | | |
| Anthracen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Fluoranthren | [mg/kg TS] | 0,12 | | | | | |
| Pyren | [mg/kg TS] | 0,1 | | | | | |
| Benzo(a)anthracen | [mg/kg TS] | 0,06 | | | | | |
| Chrysen | [mg/kg TS] | 0,1 | | | | | |
| Benzo(b)fluoranthren | [mg/kg TS] | 0,09 | | | | | |
| Benzo(k)fluoranthren | [mg/kg TS] | 0,04 | | | | | |
| Benzo(a)pyren | [mg/kg TS] | 0,07 | | 0,3 | 1,0 | | |
| Dibenz(a,h)anthracen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(g,h,i)perylen | [mg/kg TS] | 0,06 | | | | | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | [mg/kg TS] | 0,05 | | | | | |
| Σ PAK (EPA Liste): | [mg/kg TS] | 0,73 | | 3 | 10 | | DIN ISO 18287 :2006-05 |

Markt Rettenbach, den 06.09.2019

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

4 Polychlorierte Biphenyle (PCB), PAK

| Parameter | Einheit | Messwert | | H > 8% | H < 8% | | Methode |
|---------------------------|-------------------|-------------|--|-----------|-----------|--|------------------------|
| PCB 28 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 52 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 101 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 138 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 153 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 180 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB Gesamt (DIN): | [mg/kg TS] | n.n. | | 0,05 | 0,1 | | DIN EN 15308 :2016-12 |
| Naphthalin | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Acenaphthen | [mg/kg TS] | 0,06 | | | | | |
| Acenaphthylen | [mg/kg TS] | 0,04 | | | | | |
| Fluoren | [mg/kg TS] | 0,04 | | | | | |
| Phenanthren | [mg/kg TS] | 0,69 | | | | | |
| Anthracen | [mg/kg TS] | 0,17 | | | | | |
| Fluoranthren | [mg/kg TS] | 1,2 | | | | | |
| Pyren | [mg/kg TS] | 1,1 | | | | | |
| Benzo(a)anthracen | [mg/kg TS] | 0,53 | | | | | |
| Chrysen | [mg/kg TS] | 0,67 | | | | | |
| Benzo(b)fluoranthren | [mg/kg TS] | 0,52 | | | | | |
| Benzo(k)fluoranthren | [mg/kg TS] | 0,3 | | | | | |
| Benzo(a)pyren | [mg/kg TS] | 0,56 | | 0,3 | 1,0 | | |
| Dibenz(a,h)anthracen | [mg/kg TS] | 0,08 | | | | | |
| Benzo(g,h,i)perylen | [mg/kg TS] | 0,38 | | | | | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | [mg/kg TS] | 0,4 | | | | | |
| Σ PAK (EPA Liste): | [mg/kg TS] | 6,7 | | 3 | 10 | | DIN ISO 18287 :2006-05 |

Markt Rettenbach, den 06.09.2019

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund
Dettinger Str. 146
73230 Kirchheim / Teck

| | | | |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Analysenbericht Nr. | 275/4022 | Datum: | 06.09.2019 |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund
 Projekt : BG Grubäcker, Ohmden
 Entnahmestelle :
 Art der Probenahme : Bohrung Art der Probe : Boden
 Probenehmer : Herr Dr. Schünke, BWU
 Entnahmedatum : 26.08.2019 Probeneingang : 03.09.2019
 Originalbezeich. : BS 2 Probenbezeich. : 275/4022
 Untersuch.-zeitraum : 03.09.2019 – 06.09.2019

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

| Parameter | Einheit | Messwert | Methode |
|--|------------|----------|-------------------|
| Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe | | | DIN 19747:2009-07 |
| Trockensubstanz | [%] | 91,4 | DIN ISO 11465 |
| Sulfat | [mg/kg TS] | 3442 | EN ISO 11885 |
| HCl-saurer Heißwasseraufschluss | | | DIN 4030-2 |

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

| Parameter | Einheit | Messwert | Methode |
|------------------------------------|---------|----------|-----------------|
| Eluatherstellung aus Fraktion < 12 | | | DIN 38 414 S4 |
| pH-Wert | [-] | 8,22 | DIN 38 404 - C5 |
| elektr. Leitfähigkeit | [µS/cm] | 523 | EN 27 888 |
| Sulfat | [mg/l] | 170 | EN ISO 10304-1 |

Markt Rettenbach, den 06.09.2019

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

BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund
 Dettinger Str. 146
 73230 Kirchheim / Teck

| | | | |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Analysenbericht Nr. | 275/4023 | Datum: | 06.09.2019 |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund
 Projekt : BG Grubäcker, Ohmden
 Entnahmestelle :
 Art der Probenahme : Bohrung Art der Probe : Boden
 Probenehmer : Herr Dr. Schünke, BWU
 Entnahmedatum : 26.08.2019 Probeneingang : 03.09.2019
 Originalbezeich. : BS 6 Probenbezeich. : 275/4023
 Untersuch.-zeitraum : 03.09.2019 – 06.09.2019

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

| Parameter | Einheit | Messwert | Methode |
|--|------------|----------|-------------------|
| Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe | | | DIN 19747:2009-07 |
| Trockensubstanz | [%] | 94,0 | DIN ISO 11465 |
| Sulfat | [mg/kg TS] | 4450 | EN ISO 11885 |
| HCl-saurer Heißwasseraufschluss | | | DIN 4030-2 |

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

| Parameter | Einheit | Messwert | Methode |
|------------------------------------|---------|----------|-----------------|
| Eluatherstellung aus Fraktion < 12 | | | DIN 38 414 S4 |
| pH-Wert | [-] | 8,15 | DIN 38 404 - C5 |
| elektr. Leitfähigkeit | [µS/cm] | 467 | EN 27 888 |
| Sulfat | [mg/l] | 144 | EN ISO 10304-1 |

Markt Rettenbach, den 06.09.2019

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

BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund
Dettinger Str. 146
73230 Kirchheim / Teck

| | | | |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Analysenbericht Nr. | 275/4024 | Datum: | 06.09.2019 |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund
 Projekt : BG Grubäcker, Ohmden
 Entnahmestelle :
 Art der Probenahme : Bohrung Art der Probe : Boden
 Probenehmer : Herr Dr. Schünke, BWU
 Entnahmedatum : 26.08.2019 Probeneingang : 03.09.2019
 Originalbezeich. : BS 7 Probenbezeich. : 275/4024
 Untersuch.-zeitraum : 03.09.2019 – 06.09.2019

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

| Parameter | Einheit | Messwert | Methode |
|--|------------|----------|-------------------|
| Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe | | | DIN 19747:2009-07 |
| Trockensubstanz | [%] | 92,6 | DIN ISO 11465 |
| Sulfat | [mg/kg TS] | 3560 | EN ISO 11885 |
| HCl-saurer Heißwasseraufschluss | | | DIN 4030-2 |

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

| Parameter | Einheit | Messwert | Methode |
|------------------------------------|---------|----------|-----------------|
| Eluatherstellung aus Fraktion < 12 | | | DIN 38 414 S4 |
| pH-Wert | [-] | 8,15 | DIN 38 404 - C5 |
| elektr. Leitfähigkeit | [µS/cm] | 516 | EN 27 888 |
| Sulfat | [mg/l] | 141 | EN ISO 10304-1 |

Markt Rettenbach, den 06.09.2019

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

BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund
Dettinger Str. 146
73230 Kirchheim / Teck

| | | | |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Analysenbericht Nr. | 275/4025 | Datum: | 06.09.2019 |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund
 Projekt : BG Grubäcker, Ohmden
 Entnahmestelle :
 Art der Probenahme : Bohrung Art der Probe : Boden
 Probenehmer : Herr Dr. Schünke, BWU
 Entnahmedatum : 26.08.2019 Probeneingang : 03.09.2019
 Originalbezeich. : BS 12 Probenbezeich. : 275/4025
 Untersuch.-zeitraum : 03.09.2019 – 06.09.2019

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

| Parameter | Einheit | Messwert | Methode |
|--|------------|----------|-------------------|
| Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe | | | DIN 19747:2009-07 |
| Trockensubstanz | [%] | 85,8 | DIN ISO 11465 |
| Sulfat | [mg/kg TS] | 1096 | EN ISO 11885 |
| HCl-saurer Heißwasseraufschluss | | | DIN 4030-2 |

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

| Parameter | Einheit | Messwert | Methode |
|------------------------------------|---------|----------|-----------------|
| Eluatherstellung aus Fraktion < 12 | | | DIN 38 414 S4 |
| pH-Wert | [-] | 8,36 | DIN 38 404 - C5 |
| elektr. Leitfähigkeit | [µS/cm] | 110 | EN 27 888 |
| Sulfat | [mg/l] | 10 | EN ISO 10304-1 |

Markt Rettenbach, den 06.09.2019

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