



Baugeologisches
Büro Bauer

An die
SSF Ingenieure AG
Herr Holger Knippschild
Domagkstraße 1a

80807 München

Baugeologisches Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1 a
D-80807 München

www.baugeologie.de

Bearbeiter: Klaus Keilig
Dr. Florian Rauh

Telefon: +49-89-36040-466

Fax: +49-89-36040-100

e-mail: Florian.Rauh@baugeologie.de

BV: Strecke 5420, ca. Strecken-km 1,1, Neubau Hasenweidweg – Straßenbau

Geologisch-geotechnischer Bericht

Projektnummer: 05778

Auftraggeber: SSF Ingenieure AG
Domagkstraße 1a
80807 München

Datum: 26. Februar 2020

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Grundlagen und Untersuchungen	4
1.1	Veranlassung und Aufgabenstellung.....	4
1.2	Bauvorhaben	4
1.3	Verwendete Unterlagen.....	4
1.4	Verwendete Normen	5
1.5	Verwendete Empfehlungen und Richtlinien	6
1.6	Durchgeführte Untersuchungen und Bestandsunterlagen	7
1.6.1	Bestandsunterlagen	7
1.6.2	Rammkernbohrungen	7
1.6.3	Schwere Rammsondierungen (DPH)	7
1.6.4	Kleinrammbohrungen (KRB).....	8
1.6.5	Probennahme und Laborversuche	8
1.6.6	Probennahme und Laborversuche (Altlastenproben).....	9
2	Auswertung der Untersuchungsergebnisse	10
2.1	Geographisch-geologischer Überblick.....	10
2.2	Schichtfolge.....	10
2.2.1	Schicht 0: Mutterboden	10
2.2.2	Schicht 1: Auffüllungen	10
2.2.3	Schicht 2: Deckschichten.....	11
2.2.4	Schicht 3: Moränenablagerungen	11
2.3	Hydrogeologische Verhältnisse	12
2.3.1	Oberflächengewässer.....	12
2.3.2	Niederschlagssituation.....	12
2.3.3	Wasserschutzgebiete/Überschwemmungsgebiete/wassersensible Bereiche.....	13
2.3.4	Grundwasserstände	13
2.3.5	Wasserdurchlässigkeit des Baugrundes	14
2.3.6	Betonaggressivität.....	15
2.4	Umweltgeotechnische Verhältnisse.....	15
3	Bewertung und Interpretation der Untersuchungsergebnisse	16
3.1	Geotechnische Kategorie	16
3.2	Erdbebenzone	16
3.3	Baugrundmodell.....	16
3.4	Charakteristische Bodenkennwerte	17
3.5	Einteilung in Homogenbereiche nach VOB ATV Teil C	17
4	Gründungskonzept zum Hasenweidweg	19
4.1	Gründung der Grundwasserwanne und der Straße	19
4.2	Baugruben und Verbaue	20
4.3	Empfehlungen und Hinweise	20
5	Schlussbemerkung.....	22

Tabellenverzeichnis	Seite
Tab. 1: Bestandsbohrungen im Bereich der LSW aus dem UmweltAtlas Bayern [U 5].	7
Tab. 2: Rammkernbohrungen im Bereich des Hasenweidwegs (Bohrprogramm 2019).	7
Tab. 3: Schwere Rammsondierungen (DPH) am Hasenweidweg (EKP 2019).	8
Tab. 4: Kleinrammbohrungen im Bereich des Hasenweidwegs (EKP 2019).	8
Tab. 5: Zusammenstellung der entnommenen Bodenproben und der durchgeführten bodenmechanischen Versuche im Bereich des Hasenweidwegs (EKP 2019).	9
Tab. 6: Zusammenstellung der entnommenen Umweltproben und der durchgeführten umwelttechnischen Versuche (EKP 2019).	9
Tab. 7: Zusammenstellung der dokumentierten Wasserstände.	13
Tab. 8: Zusammenstellung der charakteristischen geotechnischen Bodenparameter der Lockergesteine.	17
Tab. 9: Klassifizierung der Homogenbereiche nach VOB ATV Teil C.	18

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Geographischer Übersichtslageplan, M = 1 : 50.000
Anlage 2	Detaillageplan mit den Aufschlusspunkten, M = 1 : 1.000
Anlage 3	Geotechnischer Längsschnitt, M.d.H. = 1 : 150, M.d.L. unmaßstäblich
Anlage 4	Dokumentation der Aufschlüsse
Anlage 4.1	Rammkernbohrungen (Schichtenverzeichnisse, Bohrprofile, Kernfotos)
Anlage 4.2	Schwere Rammsondierungen (DPH)
Anlage 4.3	Kleinrammbohrungen (KRB)
Anlage 5	Laboruntersuchungen
Anlage 5.1	Bodenmechanische Versuche
Anlage 5.2	Umweltchemische Versuche

1 Grundlagen und Untersuchungen

1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung

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

1.2 Bauvorhaben

Der Hasenweidweg liegt bei Streckenkilometer 1,1 der Bahnstrecke 5420 im Stadtgebiet von Lindau. Im Bereich der Bahnquerung soll die Straße um etwa 5,5 m abgesenkt werden und zu beiden Seiten hin wieder bis auf das bisherige Niveau anzusteigen. Aufgrund der Grundwasser-Verhältnisse wird die Straße derzeit als wasserdichte Grundwasserwanne geplant.

1.3 Verwendete Unterlagen

Folgende Unterlagen fanden zur Erstellung dieses Berichtes vor allem Verwendung:

- [U 1] BGLA – Bayerisches Geologisches Landesamt (Hrsg.) (1996): Geologische Karte von Bayern, 1:500.000, mit Erläuterungen.– 4. Auflage; München.
- [U 2] BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.) (1991): Geologische Übersichtskarte 1:200.000, Blatt CC 8718 Konstanz.– Hannover.
- [U 3] BGLA – Bayerisches Geologisches Landesamt (Hrsg.) (1986): Geologische Karte von Bayern, 1:25.000, Blatt 8424 Lindau.– München.
- [U 4] LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2011): Karten zur Wasserwirtschaft: Mittlerer Jahresniederschlag / Mittlerer Jahresabfluss / Mittlere Jahresverdunstung in Bayern, Periode 1971-2000, 1:500.000.– Augsburg.
- [U 5] LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.): UmweltAtlas Bayern: Geologie, www.lfu.bayern.de, abgerufen am 26.09.2019.
- [U 6] Wagner Ingenieure (2019): Beseitigung des Bahnübergangs Hasenweidweg Bahn-km 1,1+47, Neubau Eisenbahnüberführung in Bahn-km 1,1+57,10 Lageplan Straßenbau, Variante 1, Gehweg barrierefrei, Maßstab 1 : 250, VORABZUG vom 10.10.2019.

1.4 Verwendete Normen

- DIN 1054:2010-12: Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN 1054/A1:2012-08: Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1; Änderung A1.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN 1054/A2:2015-11: Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1. Änderung 2.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN EN 1997-1:2014-03: Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN EN 1997-1/NA:2010-12: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN EN 1997-2:2010-10: Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN EN 1997-2/NA:2010-12: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN EN 1998-1/NA:2011-01: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN 4020:2010-12: Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN 4023:2006-02: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).

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

1.5 Verwendete Empfehlungen und Richtlinien

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

1.6 Durchgeführte Untersuchungen und Bestandsunterlagen

1.6.1 Bestandsunterlagen

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

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

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

1.6.2 Rammkernbohrungen

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

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

Tab. 2: Rammkernbohrungen im Bereich des Hasenweidwegs (Bohrprogramm 2019).

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

1.6.3 Schwere Rammsondierungen (DPH)

Um ein durchgehendes Profil der Lagerungsdichte über die oberen Bodenmeter zu erhalten, wurden insgesamt 4 schwere Rammsondierungen (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2:2012-03 durchgeführt. Die Sondiertiefen liegen zwischen 5,90 m und 11,00 m.

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

Tab. 3: Schwere Rammsondierungen (DPH) am Hasenweidweg (EKP 2019).

Aufschluss- bezeichnung	Ansatzhöhe GOK	Teufe	Endteufe	Koordinaten (Gauss-Krüger)	
	[m ü. NN]			Rechtswert	Hochwert
DPH 01/19	399,149	7,90	391,249	4.325.912,401	5.270.965,451
DPH 02/19	399,153	11,00	388,153	4.325.927,845	5.270.953,378
DPH 03/19	399,286	9,90	389,386	4.325.969,946	5.270.904,935
DPH 04/19	399,176	5,90	393,276	4.326.009,730	5.270.866,760

1.6.4 Kleinrammbohrungen (KRB)

Am 10. Juli 2019 wurden als ergänzende Maßnahme zur Baugrunduntersuchung 2 Kleinrammbohrung mit einem Durchmesser von 80/60 mm ausgeführt. Die Lage der Bohrungen ist in dem Detaillageplan (Anlage 2) dargestellt. Ansatzhöhe, Teufe und Koordinaten der Bohrungen sind der Tab. 4 zu entnehmen. Die detaillierten Bohrprofile und die Bohrkernfotos sind in der Anlage 4.3 zusammengestellt.

Tab. 4: Kleinrammbohrungen im Bereich des Hasenweidwegs (EKP 2019).

Aufschluss- bezeichnung	Ansatzhöhe GOK	Teufe	Endteufe	Koordinaten (Gauss-Krüger)	
	[m ü. NN]			Rechtswert	Hochwert
KRB 01/19	399,164	6,00	393,164	4.325.919,852	5.270.959,578
KRB 02/19	398,982	3,60	395,382	4.325.972,616	5.270.887,409

1.6.5 Probennahme und Laborversuche

Zur Ermittlung der bodenmechanischen Kennwerte wurden insgesamt 11 Bodenproben genommen und in ein bodenmechanisches Labor geliefert. Bei der Probennahme wurde Entnahmekategorie A nach DIN EN ISO 22475-1:2007-01 (Güteklasse 2 nach DIN EN 1997-2:2010-10) in bindigen Böden und die Entnahmekategorie B (Güteklasse 4) in nicht bindigen Böden eingehalten. Eine Zusammenstellung der Proben und der daran durchgeführten bodenmechanischen Untersuchungen zeigt die Tab. 5. Eine Gesamttabelle mit allen Versuchsergebnissen sowie die einzelnen Ergebnisblätter sind in der Anlage 5.1 zusammengestellt.

Tab. 5: Zusammenstellung der entnommenen Bodenproben und der durchgeführten bodenmechanischen Versuche im Bereich des Hasenweidwegs (EKP 2019).

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

1.6.6 Probennahme und Laborversuche (Altlastenproben)

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

Eine Zusammenstellung aller Umweltproben ist in der Tab. 6 vorgenommen worden. Eine Gesamttabelle mit allen Versuchsergebnissen sowie die einzelnen Ergebnisblätter sind in der Anlage 5.2 zusammengestellt.

Tab. 6: Zusammenstellung der entnommenen Umweltproben und der durchgeführten umwelttechnischen Versuche (EKP 2019).

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

2 Auswertung der Untersuchungsergebnisse

2.1 Geographisch-geologischer Überblick

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

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

2.2 Schichtfolge

2.2.1 Schicht 0: Mutterboden

Da die meisten Bohrungen von der bestehenden Asphaltdecke abgeteuft wurden, wurde meist kein Mutterboden erkundet. Abseits der asphaltierten Straßen steht an der Oberfläche allerdings eine Mutterbodenauflage an, wie sie auch in der Bohrung KRB 02/19 erkundet wurde. Üblicherweise besteht diese bodenmechanisch aus einem sandigen, schwach kiesigen Schluff. Der Mutterboden ist erfahrungsgemäß als weich bis steif zu beschreiben. Er ist humos, organisch und leicht durchwurzelt.

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

2.2.2 Schicht 1: Auffüllungen

Im Bereich der Bohrungen wurden unter der 0,05 m bis 0,1 m starken Asphaltdecke 0,4 m bis 2,3 m mächtige Auffüllungen durchteuft. Diese wurden vermutlich im Zuge des Straßen- und Gleisbaus aufgebracht. Bodenmechanisch sind die Auffüllungen zum einen als schwach schluffige bis schluffige, sandige bis stark sandige Kiese (**Schicht 1a: Auffüllungen, kiesig**) anzusprechen. Zum anderen sind sie als kiesige, stark sandige Schluffe (**Schicht 1b: Auffüllungen, bindig**) anzusprechen. In KRB 02/19 treten die Auffüllungen auch in Form einer 0,7 m mächtigen Lage kiesiger, stark schluffiger Sande auf, die zur Schicht 1a gezählt werden können. Die Auffüllungen können Grobkomponenten bis hin zur Steingröße enthalten. Die kiesigen Auffüllungen sind mit Schlagzahlen der schweren Rammsondierung von $N_{10} = 1 - 46$ als heterogen gelagert zu

charakterisieren. Die Lagerungsdichten schwanken zwischen locker und sehr dicht, wobei meist eine mindestens mitteldichte Lagerung auftritt. Die bindigen Auffüllungen sind nach der manuellen Ansprache des Bohrguts als steif zu charakterisieren. Die Auffüllungen zeigten keine organoleptischen Auffälligkeiten im Hinblick auf Geruch und Farbe. Der fachtechnische Wiederverwendungs- und Entsorgungsweg ist einzuhalten.

Die kiesigen Auffüllungen sind aufgrund ihrer meist mindestens mitteldichten Lagerungsdichte als gut tragfähig, die bindigen Auffüllungen aufgrund ihrer meist steifen Konsistenz als mäßig tragfähig zu beurteilen.

2.2.3 Schicht 2: Deckschichten

Im Bereich des Hasenweidwegs wurden unterhalb der Auffüllungen ca. 2,5 m bis 4,8 m mächtige Deckschichten angetroffen. Sie sind bodenmechanisch zum einen als teils schluffige, sandige, schwach kiesige bis kiesige Tone und schwach kiesige bis kiesige, sandige Schluffe (**Schicht 2a: Deckschichten, bindig**) anzusprechen. Nach der manuellen Ansprache des Bohrguts sind die bindigen Deckschichten als weich bis steif, in BK 02/19 auch als halbfest zu beschreiben. In einer Laborprobe wurde ebenfalls halbfeste Konsistenz festgestellt. Die schweren Rammsondierungen zeigen mit Schlagzahlen von $N_{10} = 1-3$ eine weiche Konsistenz an.

Zum anderen treten sie als teils schwach tonige, teils schwach kiesige, schwach schluffige bis stark schluffige (Fein-)Sande (**Schicht 2b: Deckschichten, feinsandig**) auf. In Bohrung KRB 02/19 treten sie in Form einer 0,4 m mächtigen Lage schwach schluffiger, sandiger Kiese auf, die zu Schicht 2b gezählt werden kann. In Bohrung BK 01/19 treten die feinsandigen Deckschichten auch als stark sandiges Schluff-Kies-Gemisch mit nahezu gleichen Anteilen an Schluff, Kies und Sand auf. Nach den Schlagzahlen der schweren Rammsondierung sind die feinsandigen Deckschichten mit Schlagzahlen von $N_{10} = 1-7$ überwiegend als locker, untergeordnet auch als mitteldicht gelagert zu charakterisieren. In DPH 04/19 treten Schlagzahlen von bis zu 40 auf, was einer sehr dichten Lagerung entspricht.

Die Deckschichten zeigten keine organoleptischen Auffälligkeiten im Hinblick auf Geruch und Farbe. Aus den bindigen Deckschichten wurden zwei Proben umwelttechnisch untersucht, wobei keine erhöhte Belastungen festgestellt wurden. Unabhängig davon ist der fachtechnische Wiederverwendungs- und Entsorgungsweg einzuhalten.

Sowohl die bindigen als auch die feinsandigen Deckschichten sind aufgrund ihrer häufig weichen bis steifen Konsistenz bzw. ihrer meist lockeren Lagerungsdichte als gering tragfähig zu charakterisieren.

2.2.4 Schicht 3: Moränenablagerungen

Ab einer Tiefe von ca. 3,0 m bis 5,6 m unter GOK liegen bindige Moränenablagerungen vor. Die bindigen Moränenablagerungen sind bodenmechanisch als teils schwach tonige, teils kiesige,

sandige bis stark sandige Schluffe bzw. schwach schluffige, sandige, kiesige Tone anzusprechen. Es treten auch sandige, kiesige Ton-Schluff-Gemische auf, die annähernd gleiche Anteile an Ton und Schluff enthalten. Die Moränenablagerungen enthalten teilweise Grobkomponenten bis hin zur Block- oder Steingröße. Eine Sondierung im Bereich der Lärmschutzwand (DPH 05/19 (1. Versuch)) wurde in einer Tiefe von 3,2 m u. GOK aufgrund eines angetroffenen Rammhindernisses abgebrochen. Nach der manuellen Ansprache des Bohrguts sind die bindigen Moränenablagerungen als zumeist steif bis halbfest zu beschreiben. Die schweren Rammsondierungen zeigen mit Schlagzahlen von $N_{10} = 6 \rightarrow 20$ ebenfalls eine steife bis halbfeste, teils auch feste Konsistenz an. In zwei Laborproben wurde ebenfalls eine feste Konsistenz festgestellt. Im Bereich der Bohrung KRB 01/19 treten sie am Top mit breiiger Konsistenz auf.

Der stetige Anstieg der Schlagzahlen mit zunehmender Tiefe ist jedoch auch teilweise auf die Mantelreibung der bindigen Moränenablagerungen zurückzuführen. In der Sondierung DPH 03/19 fallen die Schlagzahlen im Bereich von 4,4 m u. GOK bis 4,8 m u. GOK auf $N_{10} = 10$ ab, was auf einen aufgeweichten, möglicherweise wasserführenden Bereich hindeuten könnte.

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

2.3 Hydrogeologische Verhältnisse

2.3.1 Oberflächengewässer

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

2.3.2 Niederschlagsituation

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

2.3.3 Wasserschutzgebiete/Überschwemmungsgebiete/wassersensible Bereiche

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

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

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

2.3.4 Grundwasserstände

In der Rammkernbohrung BK02/19 wurde innerhalb der Moränenablagerungen Wasser in 6,1 m u. GOK angetroffen (Tab. 7). In einer der Bestandsbohrungen (8424BG015181) wurde ebenfalls innerhalb der Moränenablagerungen Wasser in 7,5 m u. GOK dokumentiert. Da in den gering durchlässigen Moränenablagerungen üblicherweise nicht mit Grundwasser zu rechnen ist, könnte es sich um gering ergiebiges lokales Schichtwasser oder um von oben nachgeflossenes Wasser handeln. Laut dem online verfügbaren UmweltAtlas Bayern wurden in zwei nahegelegenen Bohrungen sehr hoch anstehendes Grundwasser angetroffen, welches innerhalb der Deckschichten auftritt. In der KRB 01/19 wurde an der Grenze zwischen Auffüllungen und Moränenablagerungen in 1,5 m unter GOK Wasser angetroffen.

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

Tab. 7: Zusammenstellung der dokumentierten Wasserstände.

Aufschluss- bezeichnung	Datum	Ansatzhöhe [m ü. NN]	GW angebohrt [m u. GOK]	GW Ruhe [m u. GOK]	GW angebohrt [m ü. NN]	GW Ruhe [m ü. NN]
BK 02/19	18.02.19	399,153	-	6,10	-	393,053
KRB 01/19	10.07.19	399,164	-	1,50	-	397,654
8424BG000070	2002	399,270	-	2,32	-	396,950
8424BG000001	2002	399,440	-	1,12	-	398,320
8424BG015181	2014	399,260	-	7,50	-	391,760

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

Bemessungswasserstand wird vorgeschlagen, den höchsten dokumentierten Grundwasserstand um 0,3 m abzumindern.

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

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

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

2.3.5 Wasserdurchlässigkeit des Baugrundes

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

Die kiesigen Auffüllungen beinhalten meist nur geringe Feinkornanteile. Typisch für ihre Zusammensetzung weisen sie Durchlässigkeitsbeiwerte im Bereich von $k_f = 1 \cdot 10^{-2}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s auf. Demnach sind die kiesigen Auffüllungen als „sehr stark durchlässig“ bis „durchlässig“ zu klassifizieren.

Erfahrungsgemäß verfügen die Deckschichten über geringe Durchlässigkeiten mit k_f -Werten zwischen $1 \cdot 10^{-5}$ m/s und $1 \cdot 10^{-9}$ m/s. Die feinsandigen Deckschichten (Schicht 2b) sind dabei eher am oberen Ende und die bindigen Deckschichten (Schicht 2a) und die bindigen Auffüllungen (Schicht 1b) am unteren Ende des angegebenen Bereichs anzusiedeln. Bestätigt wird dies für die feinsandigen Deckschichten durch die aus einer Kornsummenkurve ermittelten k_f -Werte zwischen $1,82 \cdot 10^{-6}$ m/s und $4,68 \cdot 10^{-6}$ m/s. Demnach sind die bindigen Auffüllungen und die Deckschichten als „durchlässig“ bis „sehr schwach durchlässig“ zu klassifizieren.

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

2.3.6 Betonaggressivität

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

2.4 Umweltgeotechnische Verhältnisse

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

Die untersuchten Proben zeigte keine Auffälligkeiten und sind nach Eckpunktepapier der Zuordnungsklasse Z 0 zuzuweisen. Eine detaillierte Auswertungstabelle mit allen Analyseergebnissen sowie die einzelnen Ergebnisblätter sind in der Anlage 5.2 dargestellt.

3 Bewertung und Interpretation der Untersuchungsergebnisse

3.1 Geotechnische Kategorie

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

3.2 Erdbebenzone

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

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

3.3 Baugrundmodell

Der Baugrund im Bereich des Hasenweidwegs lässt sich nach Abtrag des Mutterbodens und der Asphaltdecke als ein 5-Schichten-Modell darstellen.

An oberster Stelle stehen Auffüllungen an, die sich unterhalb der Asphaltdecke stellenweise in kiesige Auffüllungen (Schicht 1a) und bindigen Auffüllungen (Schicht 1b) unterteilen lassen. Die kiesigen Auffüllungen sind als gut tragfähig, die bindigen Auffüllungen als gering tragfähig zu beurteilen. Darunter folgen Deckschichten, die sich in bindige Deckschichten am Top (Schicht 2a) und feinsandige Deckschichten darunter (Schicht 2b) unterteilen lassen. Im südöstlichen Teil fehlen die bindigen Deckschichten. Die Deckschichten sind als gering tragfähig zu beurteilen. Unter den Deckschichten folgen bindige Moränenablagerungen. Diese sind zumeist als mindestens steif zu beurteilen, wobei in den oberen Bereichen auch weiche Bereiche festgestellt wurden. Sie sind überwiegend als mäßig bis gut tragfähig, bei weicher Konsistenz als gering tragfähig zu beurteilen. Eine Korrelation der angetroffenen Schichten in den Aufschlüssen wurde im geologisch-geotechnischen Längsschnitt (Anlage 3) vorgenommen.

3.4 Charakteristische Bodenkennwerte

Auf Grundlage der bodenmechanischen Laborversuche (Anlage 5.1) sowie Erfahrungswerten ergeben sich für bodenmechanische Berechnungen folgende Spannweiten und charakteristische geotechnische Parameter der Lockergesteine (Tab. 8). Die dargestellten Kennwerte stellen gemäß DIN 1054:2010-12 vorsichtige Schätzungen der charakteristischen Werte (Mittelwert) dar.

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

Tab. 8: Zusammenstellung der charakteristischen geotechnischen Bodenparameter der Lockergesteine.

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

* Bei weicher Konsistenz

3.5 Einteilung in Homogenbereiche nach VOB ATV Teil C

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

Homogenbereich O1: Mutterboden (Schicht 0)

Homogenbereich B1: Auffüllungen, kiesig (Schicht 1a)

Homogenbereich B2: bindige Deckschichten und bindige Auffüllungen (Schicht 2a + Schicht 1b)

Homogenbereich B3: feinsandige Deckschichten (Schicht 2b)

Homogenbereich B4: Moränenablagerungen (Schicht 3)

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

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

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

Die im Bauareal angetroffenen Böden sind für erdbautechnische Zwecke wie folgt zu klassifizieren (Tab. 9):

Tab. 9: Klassifizierung der Homogenbereiche nach VOB ATV Teil C.

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

4 Gründungskonzept zum Hasenweidweg

4.1 Gründung der Grundwasserwanne und der Straße

Nach derzeitigem Planungsstand soll die Straße im Bereich von Bau-km 0+009,55 bis Bau-km 0+146,54 als wasserdichte Grundwasserwanne hergestellt werden. Im Bereich von Bau-km 0+000 bis 0+009,55 sowie von 0+146,54 bis 0+163,00 erfolgt der Straßenbau ohne Grundwasserwanne.

Die Unterkante der Grundwasserwanne kommt im zentralen und tiefsten Bereich der Straße voraussichtlich in den Moränenablagerungen zu liegen. Diese sind aufgrund ihrer steifen bis halbfesten Konsistenz als mäßig bis gut tragfähig zu beschreiben. Die Wannenelemente können vermutlich direkt auf den Moränenablagerungen bzw. einer Sauberkeitsschicht flach gegründet werden. Dies ist anhand der Bauwerkslasten zu überprüfen. Ein Aufweichen der Moränenablagerungen ist durch eine unverzügliche Versiegelung der Aushubsohle zu verhindern. Sollten beim Aushub aufgeweichte Moränenablagerungen angetroffen werden sind diese bis zu einer Mächtigkeit von 0,6 m zu entfernen und durch Magerbeton zu ersetzen. Auf eine frostsichere Gründung ist zu achten. Die Vorgaben der ZTV E-StB 17 sind einzuhalten.

Nach Nordwesten und Südosten hin steigt die Straße zunehmend an, so dass die Unterkante der Wanne innerhalb der bindigen und feinsandigen Deckschichten zu liegen kommt. Die Deckschichten sind aufgrund ihrer meist weichen Konsistenz bzw. lockeren Lagerung als gering tragfähig zu werden. Die Machbarkeit einer Flachgründung ist anhand der Bauwerkslasten zu prüfen. Im Bereich der Deckschichten ist unter den Wannenelementen der anstehende Boden bis zu einer Mächtigkeit von 0,6 m zu entfernen und durch ein verdichtungswilliges Kies-Sand-Gemisch mit einem maximalen Feinkornanteil von 5 % zu ersetzen (Bodenersatzkörper). Der Bodenersatzkörper (BEK) ist lagenweise ($d_{\max} = 0,3 \text{ m}$) und verdichtet ($D_{Pr} = 100 \%$) einzubauen. An der Basis des BEK ist ein Trennvlies (Robustkeitsklasse GRK 3) einzulegen. Auf eine frostsichere Gründung ist zu achten. Die Vorgaben der ZTV E-StB 17 sind einzuhalten.

Die kurzen Streckenbereiche außerhalb der Grundwasserwanne kommen vermutlich innerhalb der Deckschichten zu liegen. Im Bereich der Deckschichten ist unter den Wannenelementen der anstehende Boden ebenfalls bis zu einer Mächtigkeit von 0,6 m zu entfernen und durch ein verdichtungswilliges Kies-Sand-Gemisch mit einem maximalen Feinkornanteil von 5 % zu ersetzen (Bodenersatzkörper). Der Bodenersatzkörper (BEK) ist lagenweise ($d_{\max} = 0,3 \text{ m}$) und verdichtet ($D_{Pr} = 100 \%$) einzubauen. An der Basis des BEK ist ein Trennvlies (Robustkeitsklasse GRK 3) einzulegen. Auf eine frostsichere Gründung ist zu achten. Die Vorgaben der ZTV E-StB 17 sind einzuhalten.

4.2 Baugruben und Verbaue

Die für die Herstellung der Grundwasserwanne benötigten Baugruben können aufgrund der angetroffenen Grundwasserverhältnisse nicht frei geböscht werden. Es empfiehlt sich ein wasserdichter Verbau in Form eines Spundwandkastens. Dieser wird nach derzeitigem Planungsstand bereits im Bereich der Eisenbahnüberführung ausgeführt und kann somit nahtlos erweitert werden. Da wasserführende Kieslinsen mit gespanntem Grundwasser in den Moränenablagerungen nicht sicher ausgeschlossen werden können, sollten zur Sicherheit Entspannungsmaßnahmen getroffen werden, um einen hydraulischen Grundbruch zu vermeiden. Der Verbau ist statisch nachzuweisen. Die Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch innerhalb des Spundwandkastens ist nachzuweisen. Zur Dimensionierung des Verbaus bzw. zur Ermittlung der auf die Baugrubenwände wirkenden Erddrücke können die bodenmechanischen Kennwerte aus der Tab. 8 herangezogen werden. Es ist der erhöhte aktive Erddruck anzusetzen.

Nach Einbringung der Spundwände können die Baugruben ausgehoben und gelenzt werden. Dabei müssen die Schichten 1 (Auffüllungen) und 2 (Aueablagerungen) komplett und die Schicht 3 (Moränenablagerungen) teilweise entfernt werden. Die Baugrubensohle kommt je nach Tiefenlage innerhalb der Deckschichten bzw. in den Moränenablagerungen zu liegen. Undichtigkeiten in der Baugrubenumschließung können an Spundwandschlössern, in Spundwandzwickeln und an den Fugen zwischen Baugrubenumschließung und Baugrubensohle auftreten. Diese müssen zeitnah mit geeigneten Medien abgedichtet werden, um möglichen Feinteilaustrag und damit Setzungen jenseits des Verbaus zu verhindern.

Nach Herstellung der Wannenelemente können die Spundwände wieder gezogen werden.

Die Baugrubensohle kommt innerhalb der Deckschichten und der Moränenablagerungen zu liegen. Die Deckschichten sind als gering tragfähig zu bewerten. Die Moränenablagerungen sind als mäßig bis gut tragfähig, bei weicher Konsistenz ebenfalls als gering tragfähig zu bewerten.

Die Deckschichten und die Moränenablagerungen sind als witterungsempfindlich zu bewerten, so dass Maßnahmen gegen ein Aufweichen und ein Verschlammen der Baugrubensohle getroffen werden müssen.

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

4.3 Empfehlungen und Hinweise

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

Die Charakterisierung der Bodenschichten für bautechnische Zwecke kann anhand der Tab. 9 erfolgen.

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

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

5 Schlussbemerkung

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

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

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

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



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



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

BV Strecke 5420, Hasenweidweg – Straßenbau

Geologisch – geotechnischer Bericht

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Geographischer Übersichtslageplan, M = 1 : 50.000
Anlage 2	Detallageplan mit den Aufschlusspunkten, M = 1 : 1.000
Anlage 3	Geotechnischer Längsschnitt, M.d.H. = 1 : 150, M.d.L. unmaßstäblich
Anlage 4	Dokumentation der Aufschlüsse
Anlage 4.1	Rammkernbohrungen (Schichtenverzeichnisse, Bohrprofile, Kernfotos)
Anlage 4.2	Schwere Rammsondierungen (DPH)
Anlage 4.3	Kleinrammbohrungen (KRB)
Anlage 5	Laboruntersuchungen
Anlage 5.1	Bodenmechanische Versuche
Anlage 5.2	Umweltchemische Versuche

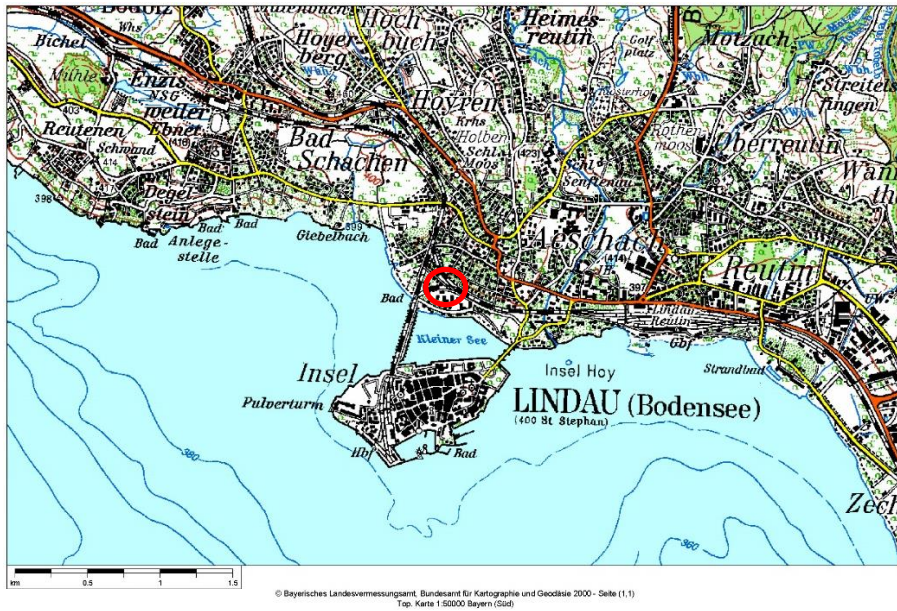
BV Strecke 5420, Hasenweidweg – Straßenbau

Geologisch – geotechnischer Bericht

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

Geographischer Übersichtslageplan

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



BV Strecke 5420, Hasenweidweg – Straßenbau

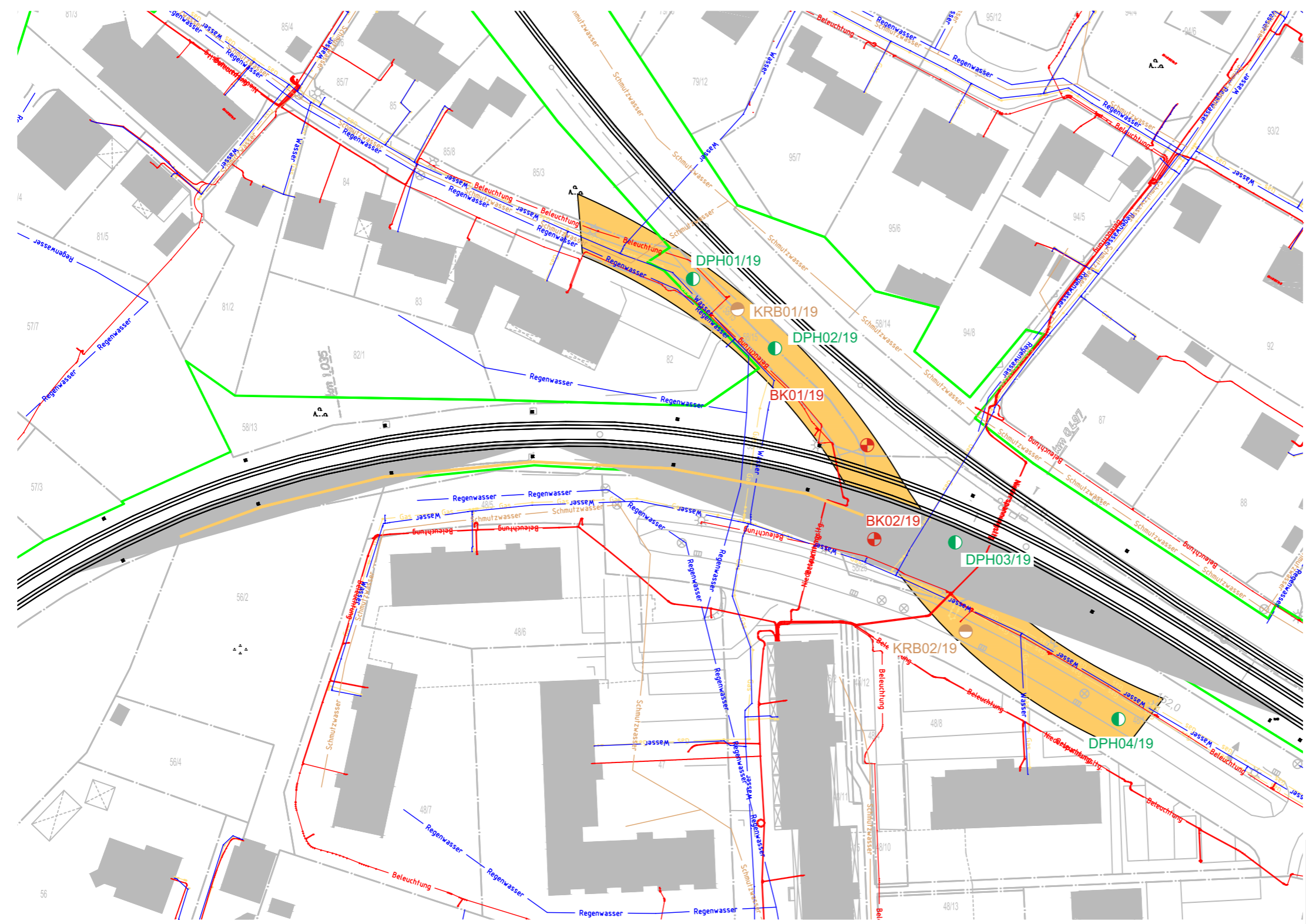
Geologisch – geotechnischer Bericht


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



Legende

- BK - Kernbohrung
- DPH - Schwere Rammsondierung
- KRB - Kleinrammbohrung



 Baueologisches Büro Bauer GmbH Domagkstr. 1a, 80807 München, Tel.: +49(0)89-36040465				
Projekt: BV: Strecke 5420, ca. Strecken-km 1,1, Neubau Hasenweidweg - Straßenbau				
Inhalt: Detaillageplan mit Aufschlusspunkten				
Blattgröße: DIN A3	geändert:	Name	Datum	Projekt-Nr.: 05778
		R. Schneider	05.04.2019	
Maßstab: 1 : 1.000	geprüft:	K. Keilig	08.10.2019	Anlage 2
		F. Rau	09.12.2019	
				Blatt 1 von 1

BV Strecke 5420, Hasenweidweg – Straßenbau

Geologisch – geotechnischer Bericht

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

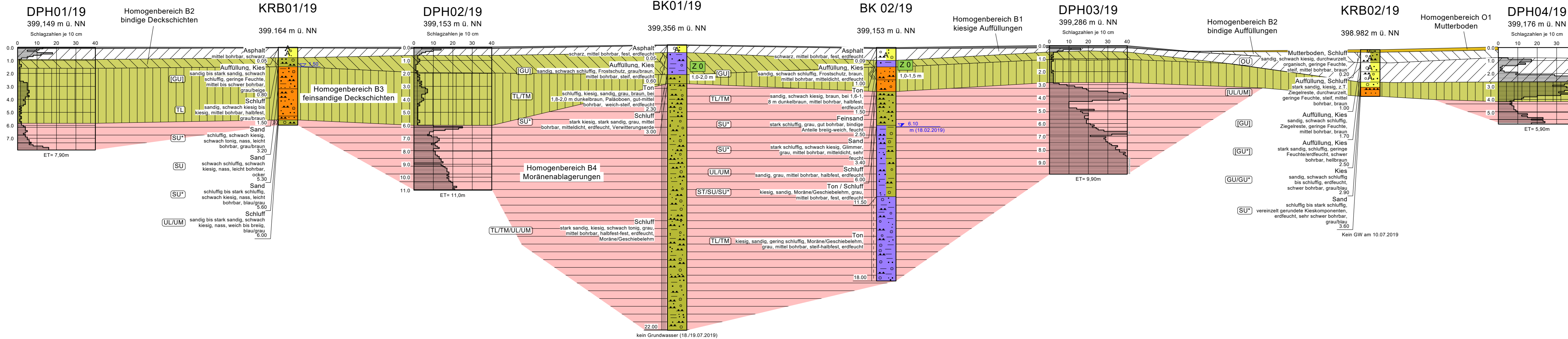
Geologisch-geotechnischer Längsschnitt

M.d.H 1:150, M.d.L unmaßstäblich

NW

SE

m ü. NN
405.00
404.00
403.00
402.00
401.00
400.00
399.00
398.00
397.00
396.00
395.00
394.00
393.00
392.00
391.00
390.00
389.00
388.00
387.00
386.00
385.00
384.00
383.00
382.00
381.00
380.00



Legende

- Mutterboden
- Kies
- Sand
- Schluff
- Ton

Zuordnungsklassen der entnommenen Bodenproben

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

Interpretation der geologisch-geotechnischen Schichten

- Asphalt
- Mutterboden
- Auffüllungen
- Deckschichten
- Moränenablagerungen

vorläufige Einteilung der Homogenbereiche nach VOB/C-ATV

geotechnische Einteilung umwelttechnische Einteilung

- Homogenbereich O1 — Zuordnungsklasse nach EPP unbekannt
- Homogenbereich B1 — Zuordnungsklasse nach EPP unbekannt
- Homogenbereich B2 — Homogenbereich B2.1: Zuordnungsklasse nach EPP unbekannt
Homogenbereich B2.2: Z 0 nach EPP
- Homogenbereich B3 — Zuordnungsklasse nach EPP unbekannt
- Homogenbereich B4 — Zuordnungsklasse nach EPP unbekannt

Übersignaturen

Projekt		BV Strecke 5420, Hasenweidweg	
Planinhalt			
geologisch-geotechnischer Längsschnitt			
Auftraggeber		Anlagenr. : 3	
SSF Ingenieure AG Domagkstr. 1a 80807 München		Blattnr. : 1 von 1	
Datum: Unterschrift:		Maßstab:	Blattformat:
		1 : 150, unmaßstäblich	297 x 1189
Auftragnehmer/Planverfasser		Index:	
Baugeologisches Büro Bauer GmbH Domagkstraße 1a, 80807 München		-	
Datum: Unterschrift:		Höhensystem: DHHN 12	
		Koordinatensystem: Gauß - Krüger	
		Projektnummer: 05778	
		Datum	Name
		26.09.2019	KK
		gepr.	FR
		09.12.2019	
Datum: Unterschrift:			

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

BV Strecke 5420, Hasenweidweg – Straßenbau

Geologisch – geotechnischer Bericht

Anlage 4 Dokumentation der Aufschlüsse

BV Strecke 5420, Hasenweidweg – Straßenbau

Geologisch – geotechnischer Bericht

Anlage 4.1 Rammkernbohrungen (Bohrprofile, Schichtenverzeichnisse, Kernfotos)

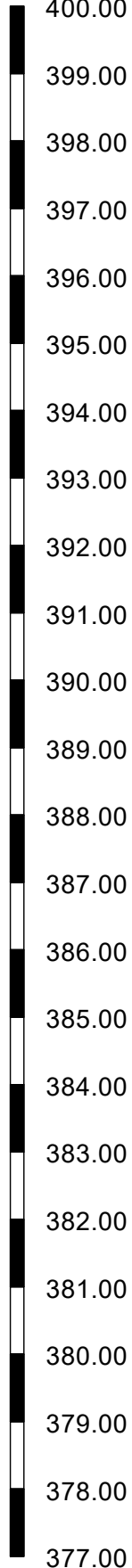


BK01/19

M 1:100

m ü. NN

399,356 m ü. NN

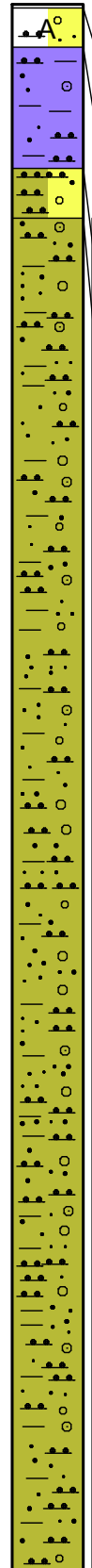


UPM-BK01-01 (1,0-2,0 m) □

EP-BK01-01 (2,4-3,0 m) □

EP-BK01-02 (5,0-6,0 m) □

EP-BK01-03 (6,0-6,4 m) □



Asphalt
schwarz, mittel bohrbar,
fest, erdfeucht

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

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

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

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

[GU]

TL/TM

SU*

TL/TM/UL/UM

kein Grundwasser (18./19.07.2019)

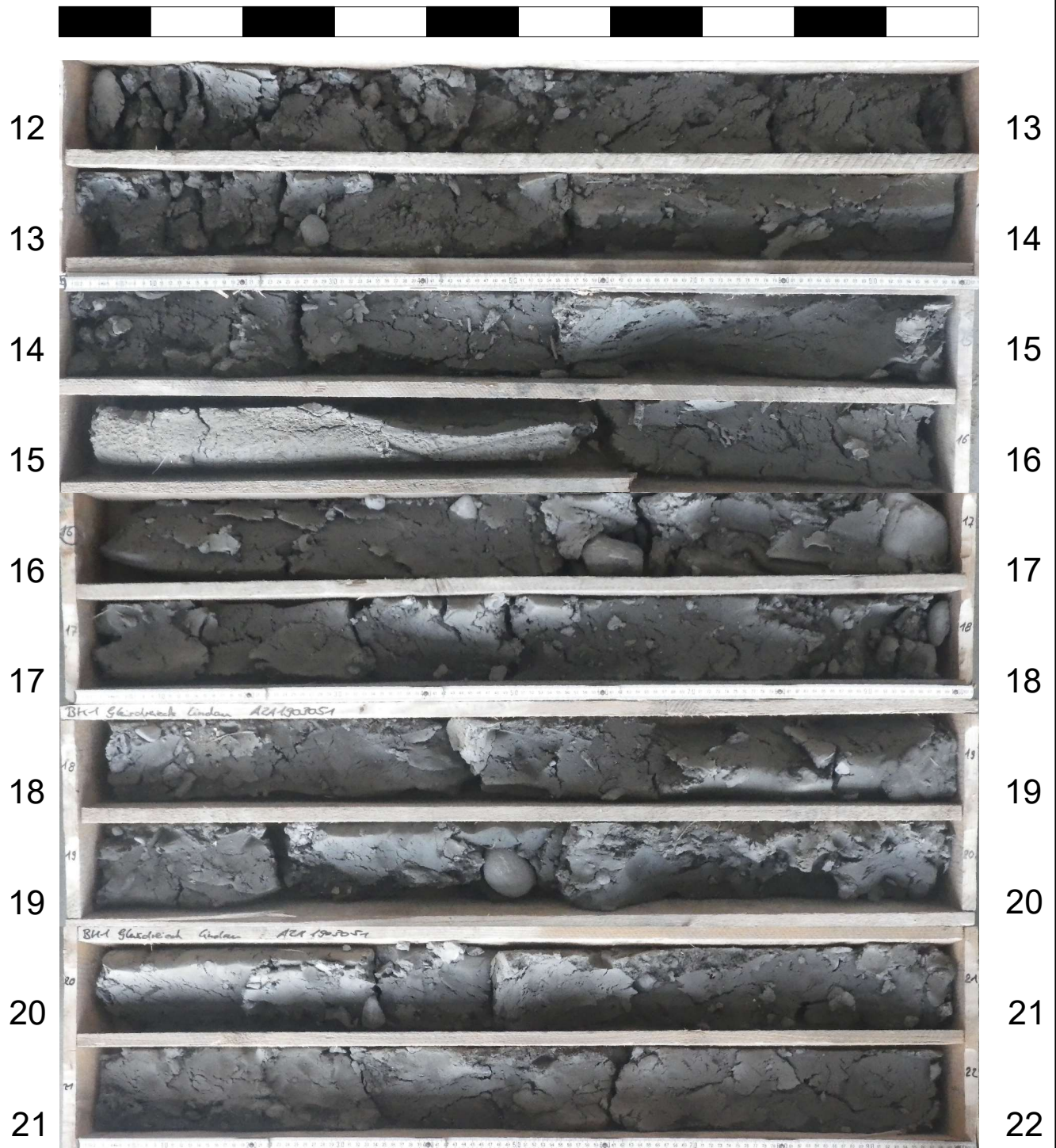
BK 01/19

ET.: 22,0 m



BK 01/19

ET.: 22,0 m



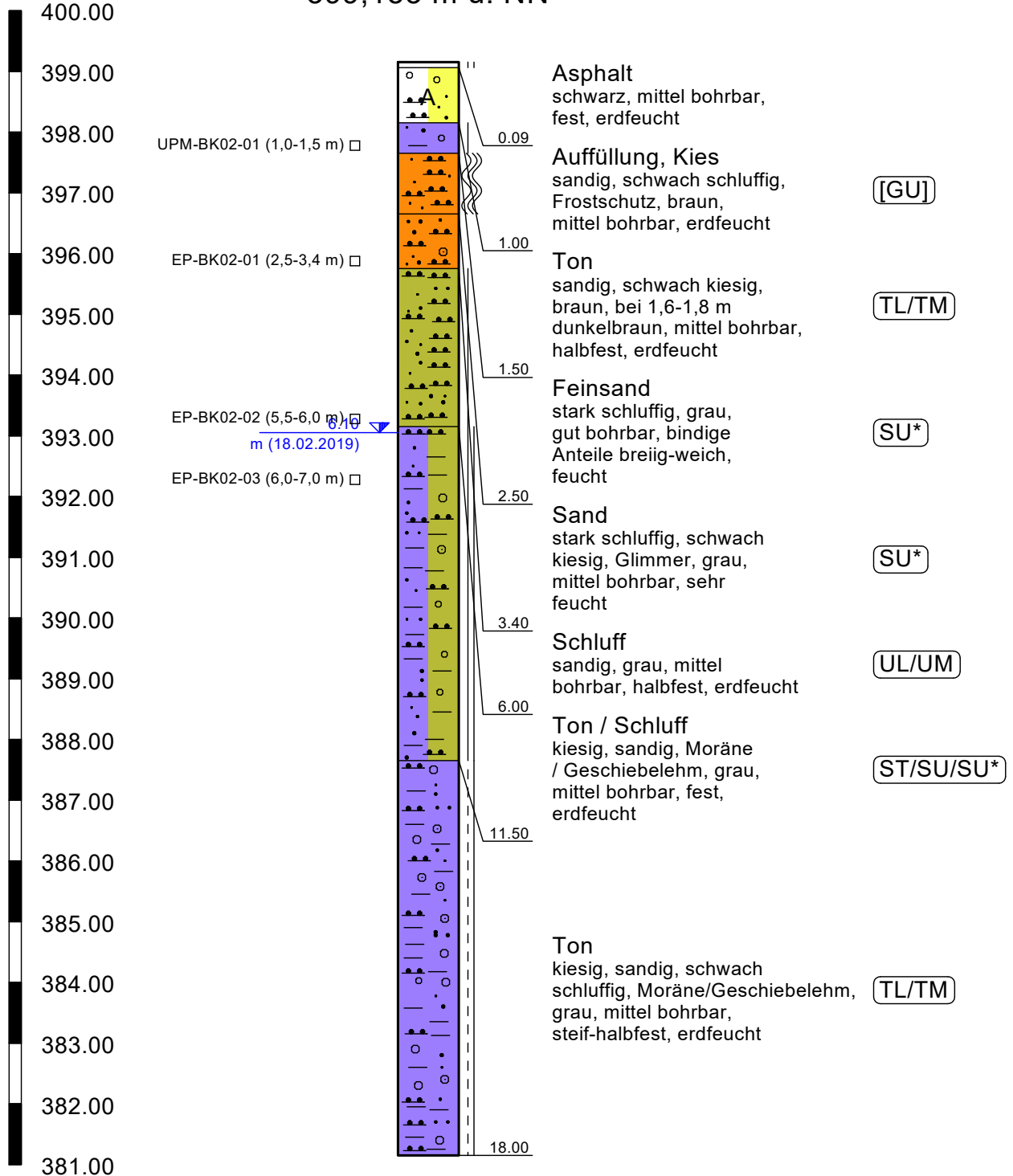


M 1:100

BK02/19

m ü. NN

399,153 m ü. NN



Projekt-Nr.: 05778
Strecke 5420, EÜ Hasenweidweg

Anlage 4.1

BK 02/19

ET.: 18,0 m



BK 02/19

ET.: 18,0 m



BV Strecke 5420, Hasenweidweg – Straßenbau

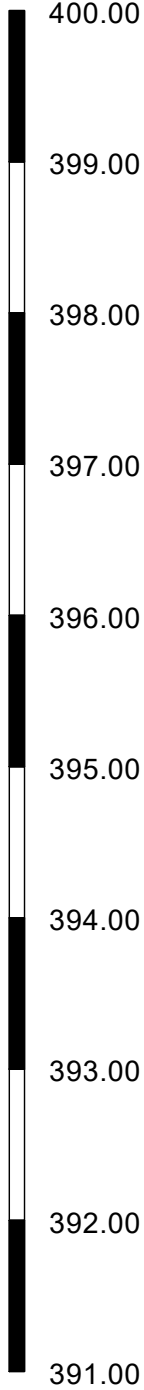
Geologisch – geotechnischer Bericht

Anlage 4.2 Schwere Rammsondierungen (DPH)



M 1:50

m ü. NN

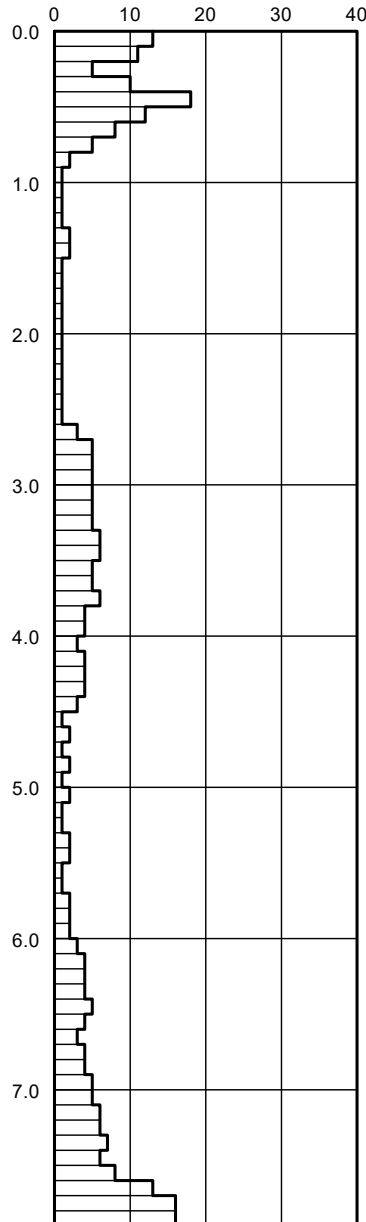


DPH01/19

399,149 m ü. NN

Schlagzahlen je 10 cm

0,05m Asphalt



ET= 7,90m

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

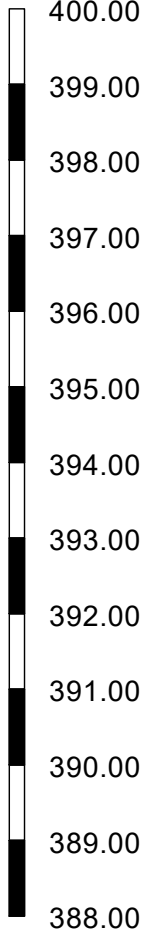


M 1:100

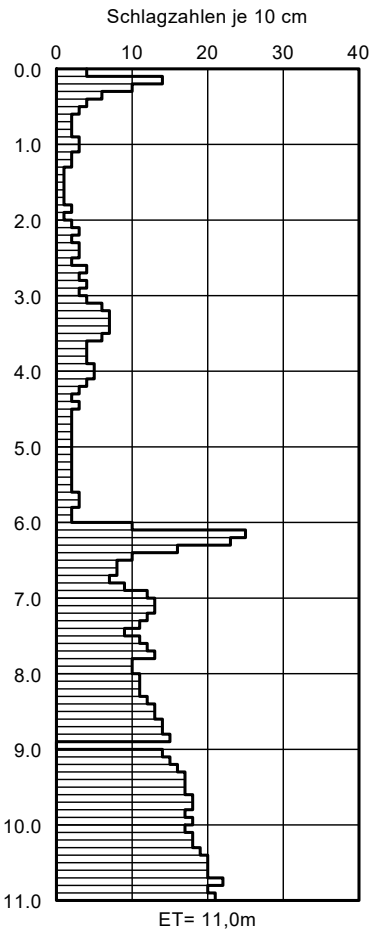
DPH02/19

399,153 m ü. NN

m ü. NN



0,05m Asphalt



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	4	5.10	2	10.10	17
0.20	14	5.20	2	10.20	18
0.30	10	5.30	2	10.30	18
0.40	6	5.40	2	10.40	19
0.50	4	5.50	2	10.50	20
0.60	3	5.60	2	10.60	20
0.70	2	5.70	3	10.70	20
0.80	2	5.80	3	10.80	22
0.90	2	5.90	2	10.90	20
1.00	3	6.00	2	11.00	21
1.10	3	6.10	10		
1.20	2	6.20	25		
1.30	2	6.30	23		
1.40	1	6.40	16		
1.50	1	6.50	10		
1.60	1	6.60	8		
1.70	1	6.70	8		
1.80	1	6.80	7		
1.90	2	6.90	9		
2.00	1	7.00	12		
2.10	2	7.10	13		
2.20	3	7.20	13		
2.30	2	7.30	12		
2.40	3	7.40	11		
2.50	3	7.50	9		
2.60	2	7.60	11		
2.70	4	7.70	12		
2.80	3	7.80	13		
2.90	4	7.90	10		
3.00	3	8.00	10		
3.10	4	8.10	11		
3.20	6	8.20	11		
3.30	7	8.30	11		
3.40	7	8.40	12		
3.50	7	8.50	13		
3.60	6	8.60	13		
3.70	4	8.70	14		
3.80	4	8.80	14		
3.90	4	8.90	15		
4.00	5	9.00	0		
4.10	5	9.10	14		
4.20	4	9.20	15		
4.30	3	9.30	16		
4.40	2	9.40	17		
4.50	3	9.50	17		
4.60	2	9.60	17		
4.70	2	9.70	18		
4.80	2	9.80	18		
4.90	2	9.90	17		
5.00	2	10.00	18		

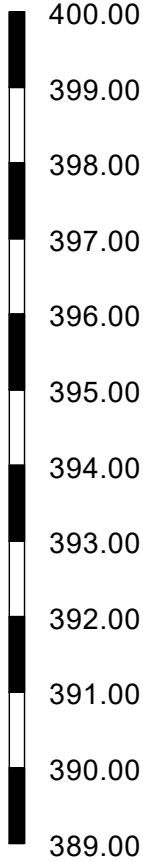


M 1:100

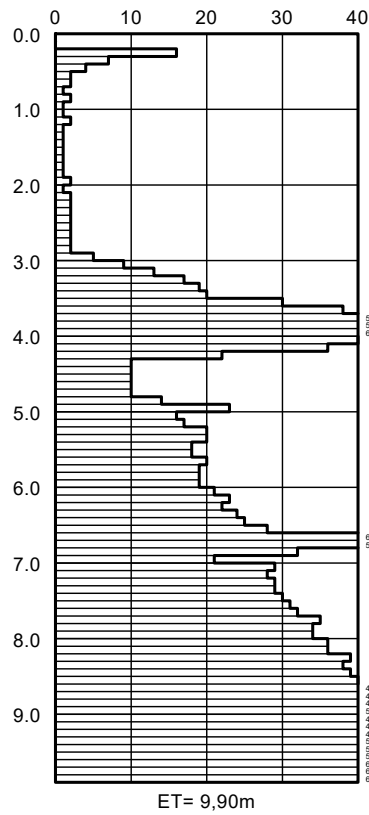
DPH03/19

399,286 m ü. NN

m ü. NN



Schlagzahlen je 10 cm



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



M 1:50

m ü. NN

400.00

399.00

398.00

397.00

396.00

395.00

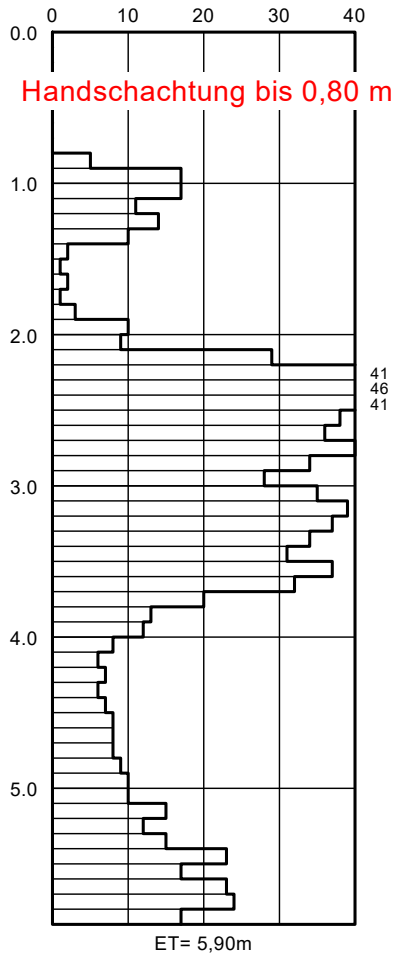
394.00

393.00

DPH04/19

399,176 m ü. NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	0	5.10	10
0.20	0	5.20	15
0.30	0	5.30	12
0.40	0	5.40	15
0.50	0	5.50	23
0.60	0	5.60	17
0.70	0	5.70	23
0.80	0	5.80	24
0.90	5	5.90	17
1.00	17		
1.10	17		
1.20	11		
1.30	14		
1.40	10		
1.50	2		
1.60	1		
1.70	2		
1.80	1		
1.90	3		
2.00	10		
2.10	9		
2.20	29		
2.30	41		
2.40	46		
2.50	41		
2.60	38		
2.70	36		
2.80	40		
2.90	34		
3.00	28		
3.10	35		
3.20	39		
3.30	37		
3.40	34		
3.50	31		
3.60	37		
3.70	32		
3.80	20		
3.90	13		
4.00	12		
4.10	8		
4.20	6		
4.30	7		
4.40	6		
4.50	7		
4.60	8		
4.70	8		
4.80	8		
4.90	9		
5.00	10		

41
46
41

ET= 5,90m

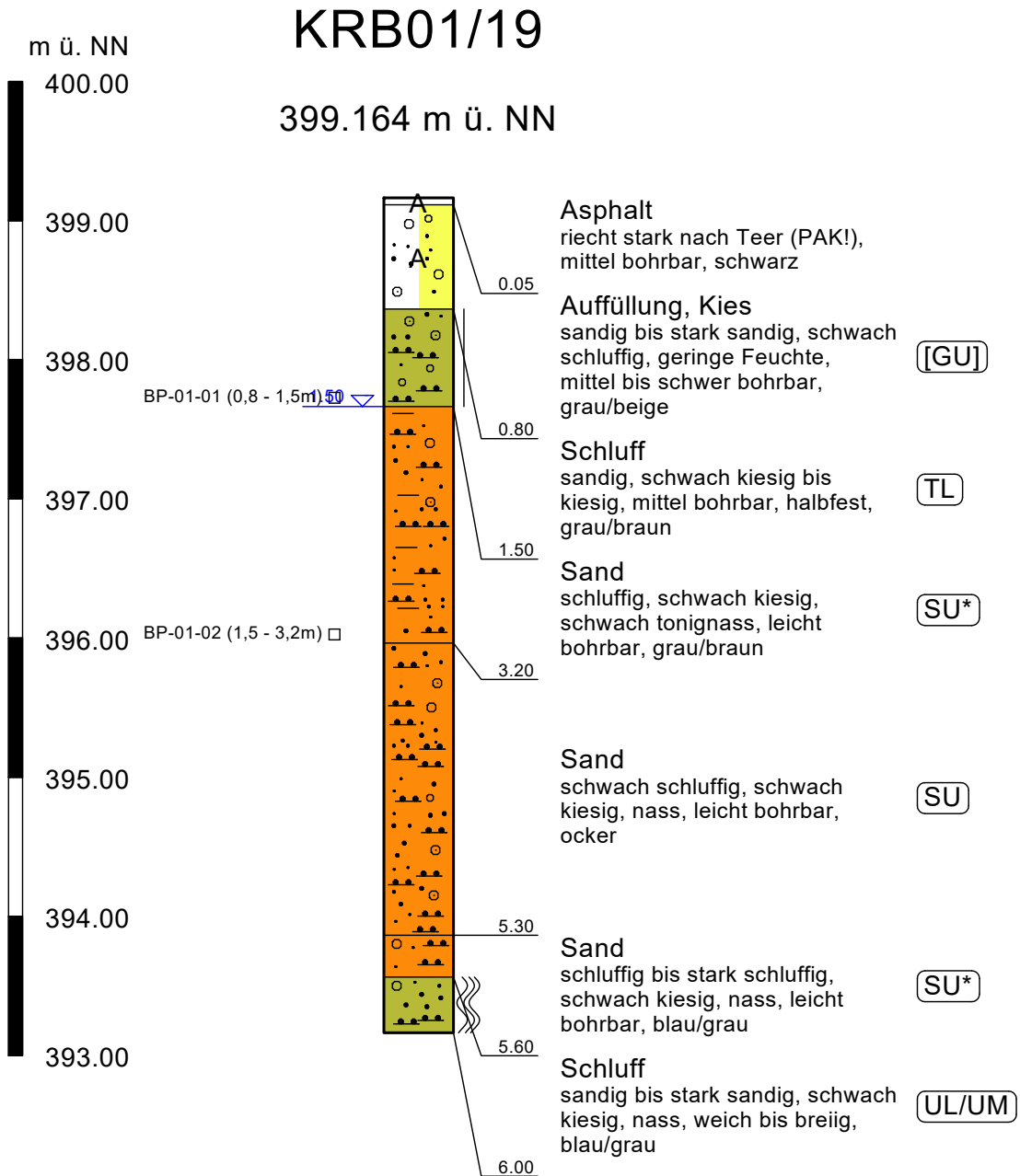
BV Strecke 5420, Hasenweidweg – Straßenbau

Geologisch – geotechnischer Bericht

Anlage 4.3 Kleinrammbohrungen (KRB)



M 1:50



KRB 01/19

ET.: 6,0 m

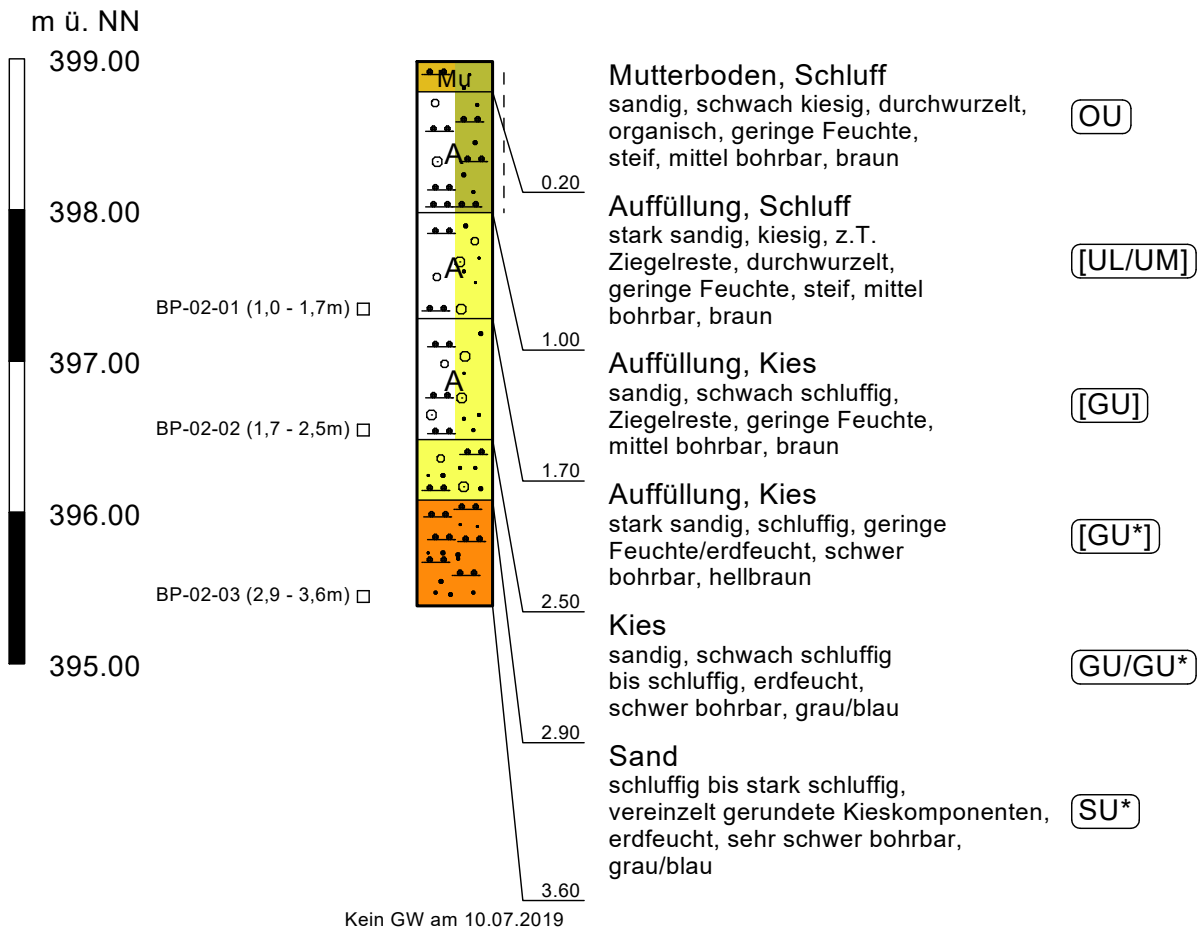




M 1:50

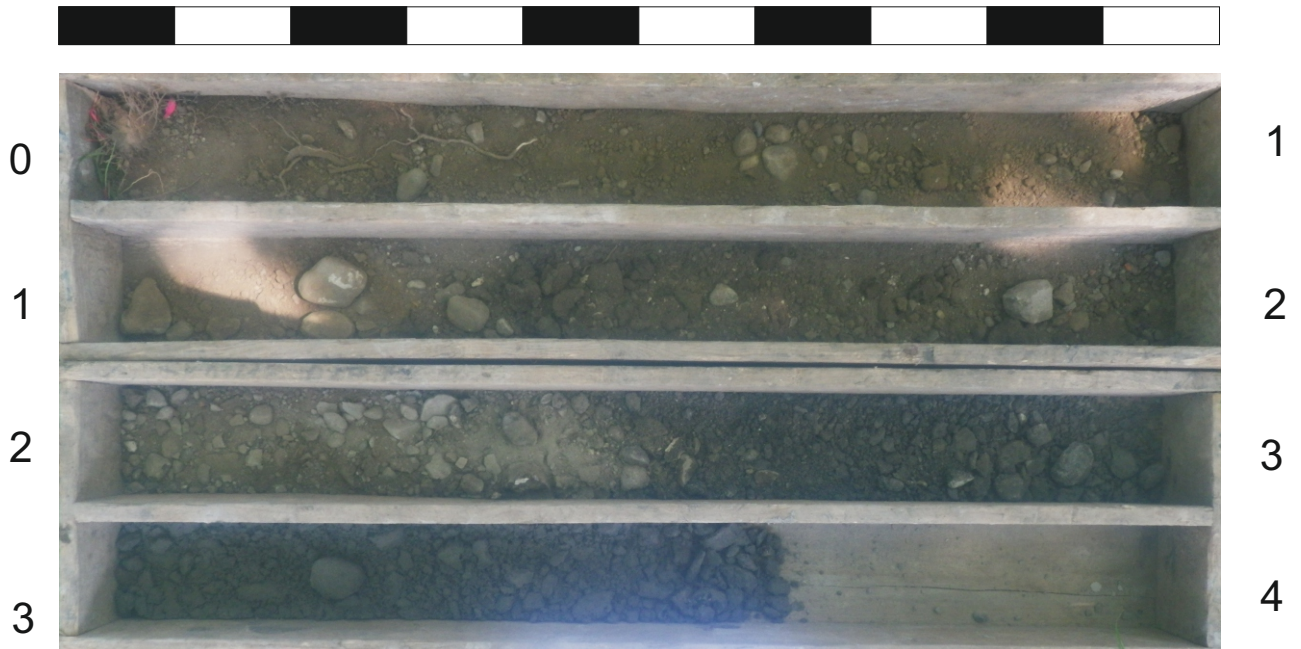
KRB02/19

398.982 m ü. NN



KRB 02/19

ET.: 3,6 m



BV Strecke 5420, Hasenweidweg – Straßenbau

Geologisch – geotechnischer Bericht

Anlage 5 Laboruntersuchungen

BV Strecke 5420, Hasenweidweg – Straßenbau

Geologisch – geotechnischer Bericht

Anlage 5.1 Bodenmechanische Versuche

Aufschlussart (BK, SCH, KRB, etc.)	Aufschlussnummer	Probenart	Rückstell = R Zusammengefasste = Z [R/Z]	Entnahmetiefe [m]	geologische Schicht	Bodenart nach Aufnahme DIN 4023	Bodenart Labor nach Kornverteilung DIN EN ISO 17892-4	Bodenart Labor nach Kornverteilung DIN EN 14688-1	Boden-gruppe nach DIN 18196	Korngrößen (DIN EN ISO 17892-4)						durchgeführte Versuchsart [S, Sch, K]	kf-Wert aus Siebkurve		Atterberg-Grenzen (DIN EN ISO 17892-12 & DIN 18122-2)					Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1) [%]	
										Ton < 0,002 mm [%]	Schluff < 0,063 mm [%]	Sand < 2,000 mm [%]	Kies < 63,00 mm [%]	Stein/Block > 63,00 mm [%]	nach		[m/s]	Fließgrenze w _L [%]	Ausrollgrenze w _P [%]	Schrumpfgrenze w _S [%]	Konsistenz-zahl I _C [-]	Konsistenz	nat. Wasser-gehalt [%]		
KRB	BP-01-01	BP		0,8-1,5m	Deckschichten, bindig	U, s, g'-g			TL									22,90	11,90		1,130	halbfest	10,430	10,43	
KRB	BP-01-02	BP		1,5-3,2m	Deckschichten, feinsandig	S, u, g'	S, u, g', t'	clgrsiSa	SU*	6,4	18,7	61,7	13,2		K	Kaubisch USBR	4,68*10 ⁻⁶ 1,82*10 ⁻⁶							19,88	
KRB	BP-02-01	BP		1,0-1,7m	Auffüllungen, kiesig	A(S, U*, g)	G, s, u'	sisGr	GU	3,0	11,9	15,8	69,3		K									4,73	
KRB	BP-02-02	BP		1,7-2,5m	Auffüllungen, kiesig	A(G, s, u'-u)	G, s*, u	sisGr	GU*		21,2	31,2	47,6		S									5,06	
KRB	BP-02-03	BP	R	2,9-3,6m		S, u-u*																			
BK	EP-BK01-01	EP		2,4-3,0m	Deckschichten, feinsandig	fS, u*	U, G, s*	sagrSi	SU*		34,9	30,5	34,6		S										4,24
BK	EP-BK01-02	EP		5,0-6,0m	Moränenablagerungen	T/U, fs, g'			TL									25,30	12,80		1,500	fest	6,500	6,50	
BK	BP-BK01-03	BP		6,0-6,4m	Moränenablagerungen	T/U, fs, g'	U, s*, g, t'	clgrsaSi	TL/TM/UL/UM	11,0	35,1	33,5	20,4		K	Kaubisch USBR Seiler	2,02*10 ⁻⁷ 3,36*10 ⁻⁸ 3,27*10 ⁻⁷							4,25	
BK	EP-BK02-01	EP		2,5-3,4m	Deckschichten, feinsandig	fS, u	S, u*, g'	grsiSa	SU*		34,8	54,0	11,2		S									11,59	
BK	BP-BK02-02	BP		5,5-6,0m	Moränenablagerungen	T/U, g, s	U, s	saSi	UL/UM	4,5	70,2	24,1	1,2		K	Kaubisch USBR Seiler	3,42*10 ⁻⁷ 1,82*10 ⁻⁷ 6,35*10 ⁻⁷							6,41	
BK	EP-BK02-03	EP		6,0-7,0m	Moränenablagerungen	T/U, g, s			ST/SU/SU*									21,50	16,20		2,230	fest	9,830	9,83	
Gesamtanzahl		11,00	1,00								0	4	3		7		3	3	3	0		3		10	



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Probennr.: BP-01-01

Entnahmedatum: 11.07.2019

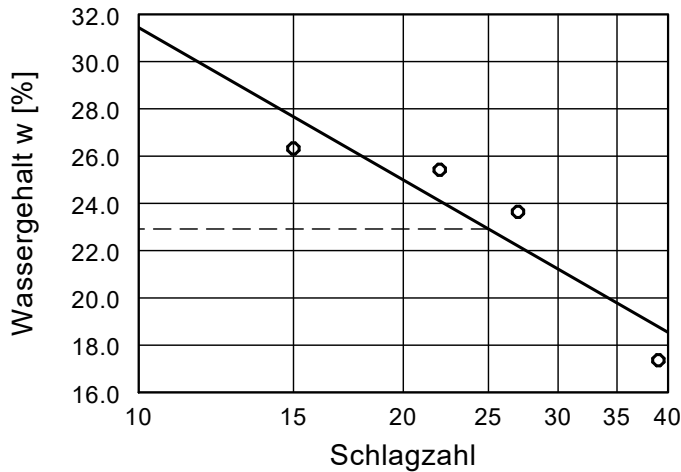
Entnahmetiefe: 0,8-1,5 m

Entnahme durch: Schneider

Bodenart: U, s, g'-g

Bearbeiter: Hubacek

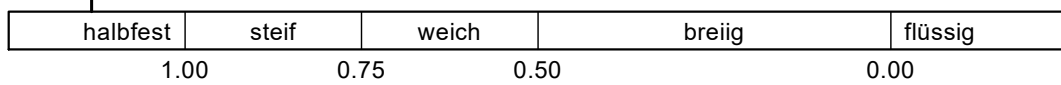
Datum: 27.01.2020



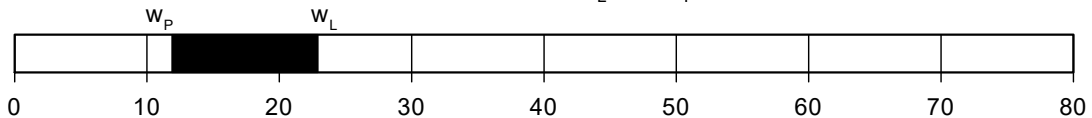
Wassergehalt w =	10.4 %
Fließgrenze w_L =	22.9 %
Ausrollgrenze w_p =	11.9 %
Plastizitätszahl I_p =	11.0 %
Konsistenzzahl I_c =	1.13

$I_c = 1.13$

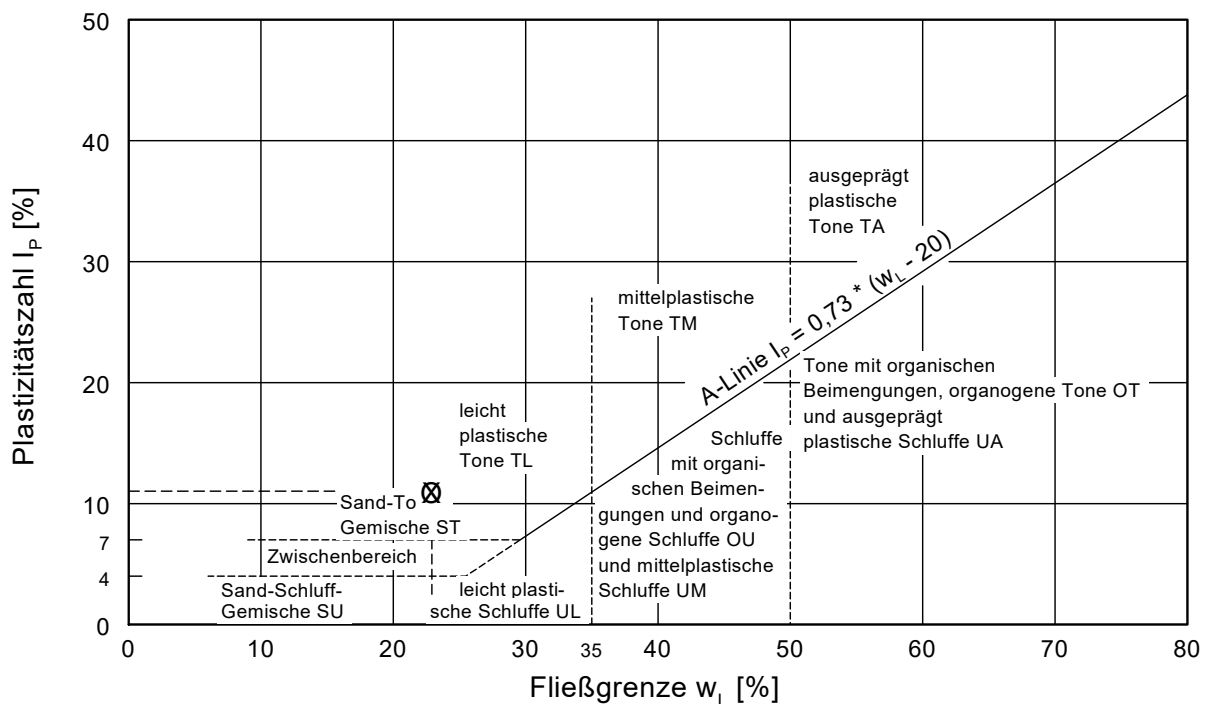
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm





Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Probennr.: BP-01-01
Entnahmedatum: 11.07.2019
Entnahmetiefe: 0,8-1,5 m
Entnahme durch: Schneider
Bodenart: U, s, g'-g

Bearbeiter: Lachermaier

Datum: 10.09.2019

Probenbezeichnung:	BP-01-01			
Feuchte Probe + Behälter [g]:	490.50			
Trockene Probe + Behälter [g]:	445.20			
Behälter [g]:	11.00			
Porenwasser [g]:	45.30			
Trockene Probe [g]:	434.20			
Wassergehalt [%]	10.43			

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

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

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



Baugeologisches
Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1a
80807 München

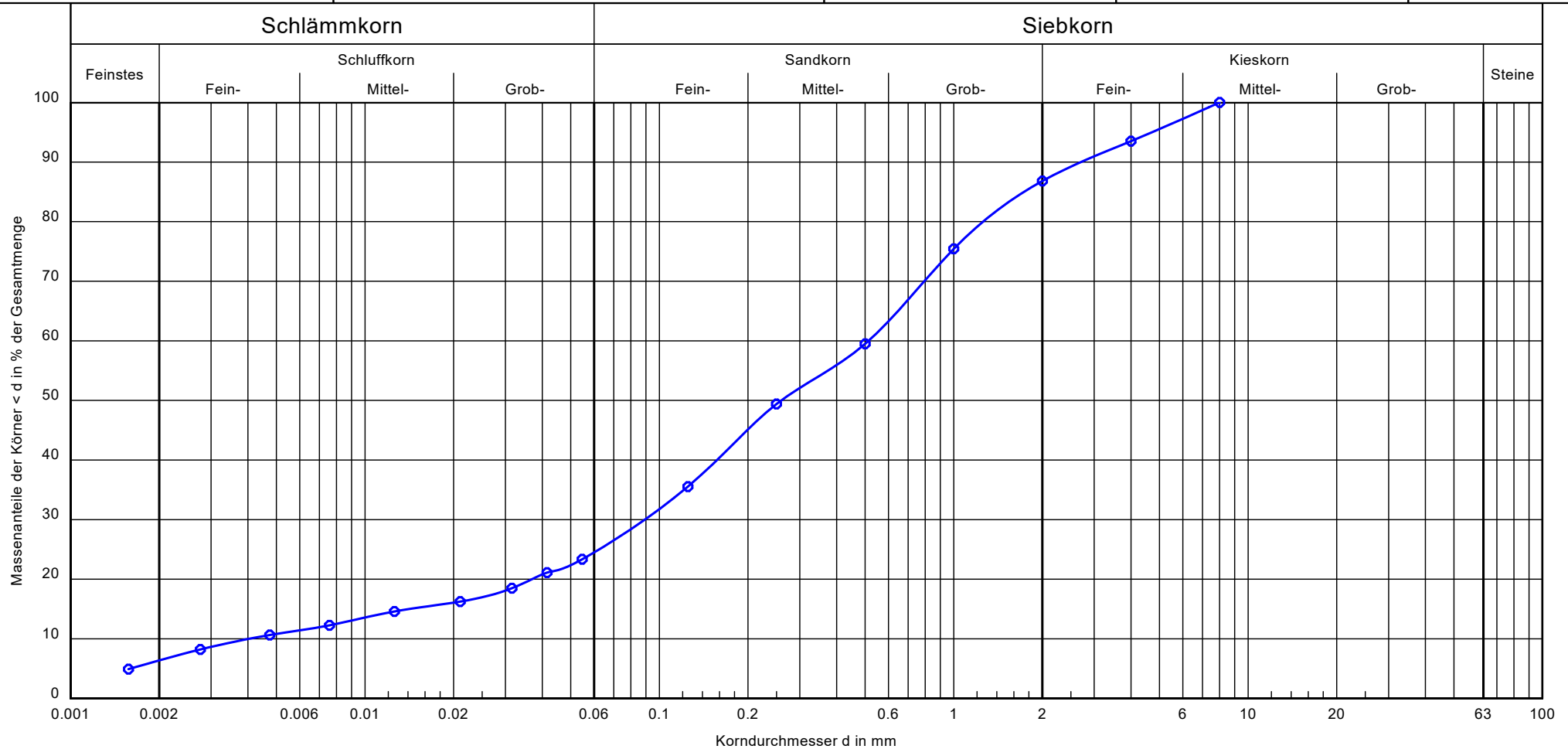
Kornverteilung

Kombinierte Sieb-/Schlamm-Analyse

Probennr.: BP-01-02
Entnahmedatum: 11.07.2019
Entnahmetiefe: 1,5-3,2 m
Entnahme durch: Schneider

Datum Versuch: 11.09.2019
Bearbeiter: Lachermaier

Projektnr.:
05778L



Probennr.:	BP-01-02	Bemerkungen:
Tiefe:	1,5-3,2 m	
Bodenart DIN 4023:	S, u, g', t'	
Bodenart DIN EN ISO 14688-1:	clgrsiSa	
Bodengruppe:	SU*	
Kornfraktion T/U/S/G [%]:	6.4/18.7/61.7/13.2	
Kornfraktion X [%]:		
Frostempfindlichkeitsklasse:	F3	
Cu/Cc:	127.3/3.8	



Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Probennr.: BP-01-02
Entnahmedatum: 11.07.2019
Entnahmetiefe: 1,5-3,2 m
Entnahme durch: Schneider
Bodenart: S, u, g', t'

Bearbeiter: Lachermaier

Datum: 10.09.2019

Probenbezeichnung:	BP-01-02			
Feuchte Probe + Behälter [g]:	881.10			
Trockene Probe + Behälter [g]:	758.00			
Behälter [g]:	138.90			
Porenwasser [g]:	123.10			
Trockene Probe [g]:	619.10			
Wassergehalt [%]	19.88			

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

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

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



Baugeologisches
Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1a
80807 München

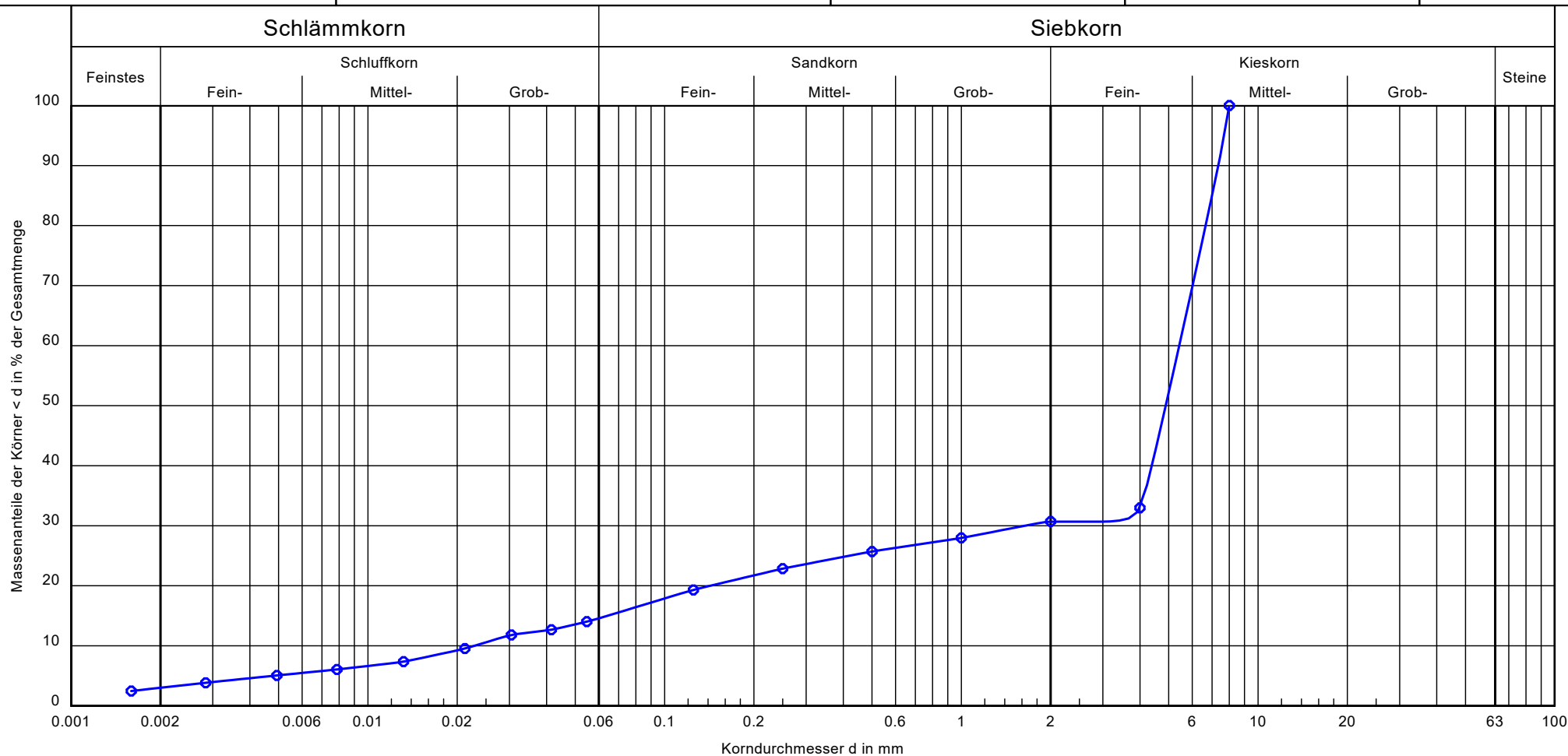
Kornverteilung

Kombinierte Sieb-/Schlamm-Analyse

Probenr.: BP-02-01
Entnahmedatum: 11.07.2019
Entnahmetiefe: 1,0-1,7 m
Entnahme durch: Schneider

Datum Versuch: 11.09.2019
Bearbeiter: Lachermaier

Projektnr.:
05778L



Probenr.:	BP-02-01	Bemerkungen:
Tiefe:	1,0-1,7 m	
Bodenart DIN 4023:	G, s', u'	
Bodenart DIN EN ISO 14688-1:	sisGr	
Bodengruppe:	GU	
Kornfraktion T/U/S/G [%]:	3.0/11.9/15.8/69.3	
Kornfraktion X [%]:		
Frostempfindlichkeitsklasse:	F2	
Cu/Cc:	237.6/21.7	



Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Probennr.: BP-02-01
Entnahmedatum: 11.07.2019
Entnahmetiefe: 1,0-1,7 m
Entnahme durch: Schneider
Bodenart: G, s', u'

Bearbeiter: Lachermaier

Datum: 10.09.2019

Probenbezeichnung:	BP-02-01			
Feuchte Probe + Behälter [g]:	639.30			
Trockene Probe + Behälter [g]:	616.80			
Behälter [g]:	141.20			
Porenwasser [g]:	22.50			
Trockene Probe [g]:	475.60			
Wassergehalt [%]	4.73			

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

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

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



Baugeologisches
Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1a
80807 München

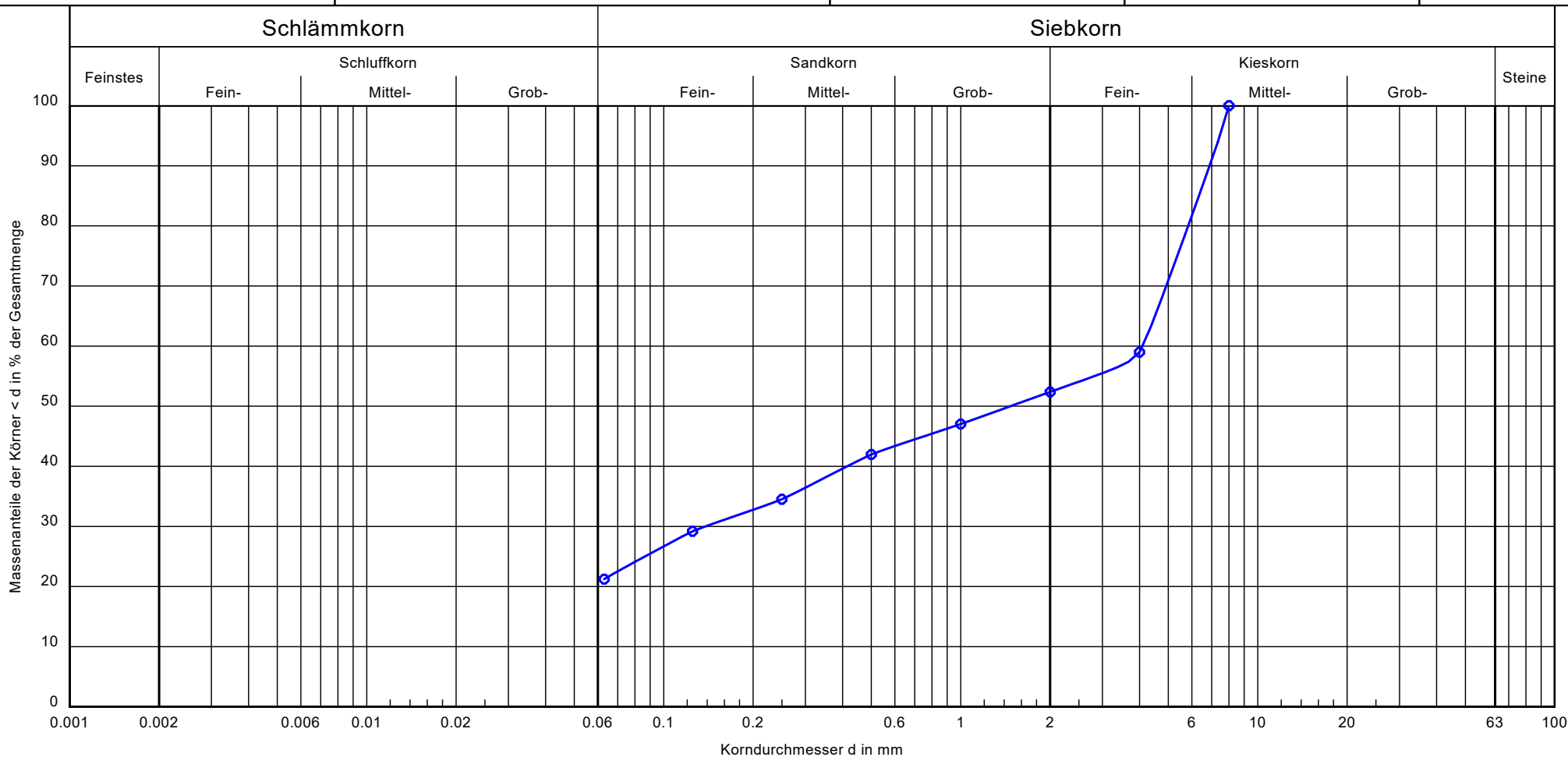
Kornverteilung

Siebanalyse

Probenr.: BP-02-02
Entnahmedatum: 11.07.2019
Entnahmetiefe: 1,7-2,5 m
Entnahme durch: Schneider

Datum Versuch: 11.09.2019
Bearbeiter: Lachermaier

Projektnr.:
05778L



Probenr.:	BP-02-02	Bemerkungen:
Tiefe:	1,7-2,5 m	
Bodenart DIN 4023:	G, s, u	
Bodenart DIN EN ISO 14688-1:	sisGr	
Bodengruppe:	GU*	
Kornfraktion T/U/S/G [%]:	-/21.2/31.2/47.6	
Kornfraktion X [%]:		
Frostempfindlichkeitsklasse:	F3	
Cu/Cc:	-/-	



Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Probennr.: BP-02-02
Entnahmedatum: 11.07.2019
Entnahmetiefe: 1,7-2,5 m
Entnahme durch: Schneider
Bodenart: G, s*, u

Bearbeiter: Lachermaier

Datum: 10.09.2019

Probenbezeichnung:	BP-02-02			
Feuchte Probe + Behälter [g]:	865.30			
Trockene Probe + Behälter [g]:	830.60			
Behälter [g]:	145.30			
Porenwasser [g]:	34.70			
Trockene Probe [g]:	685.30			
Wassergehalt [%]	5.06			

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

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

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



Baugeologisches
Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1a
80807 München

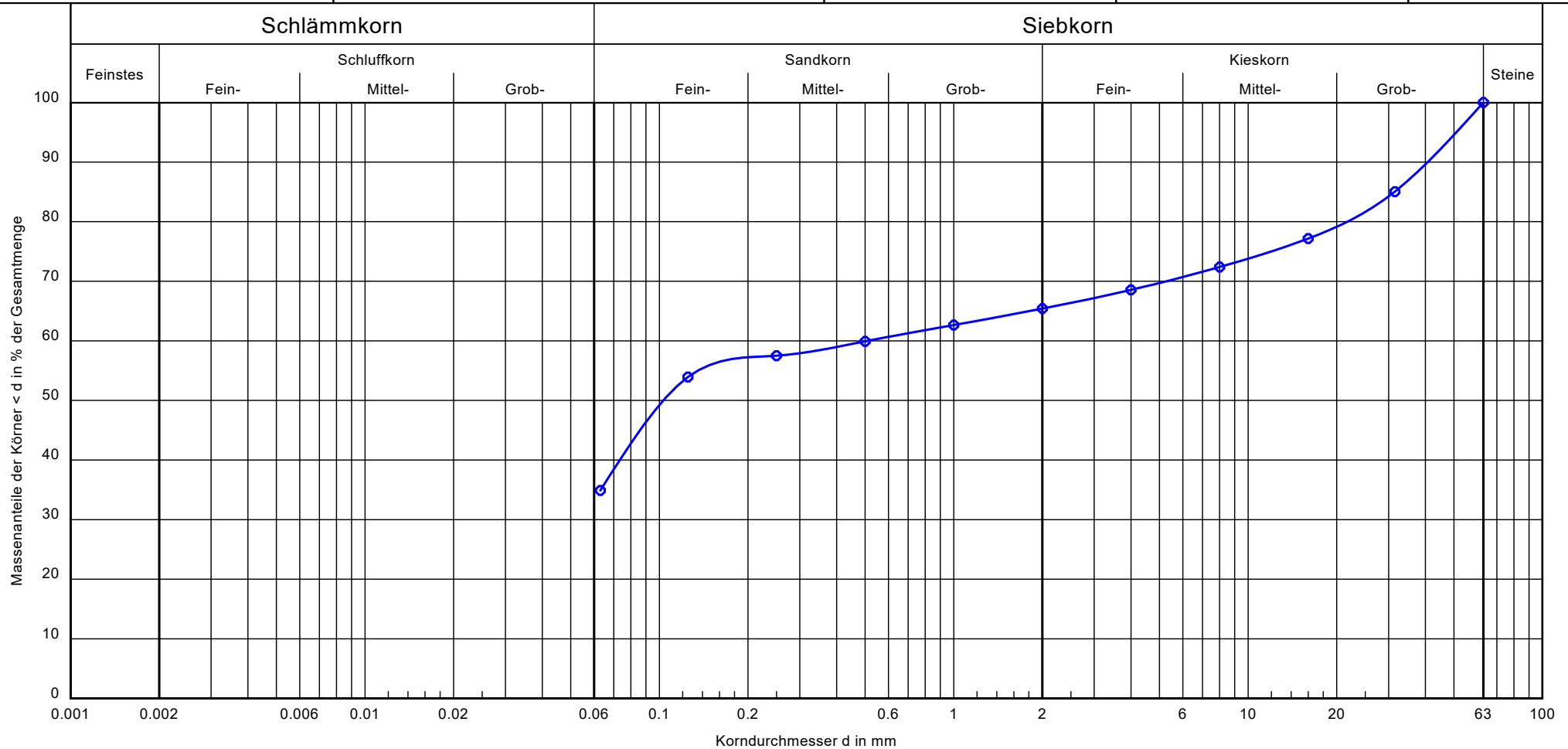
Kornverteilung

Siebanalyse

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

Datum Versuch: 11.09.2019
Bearbeiter: Lachermaier

Projektnr.:
05778L



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



Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

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

Bearbeiter: Lachermaier

Datum: 10.09.2019

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

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

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

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



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Probennr.: EP-BK01-02

Entnahmedatum: 22.07.2019

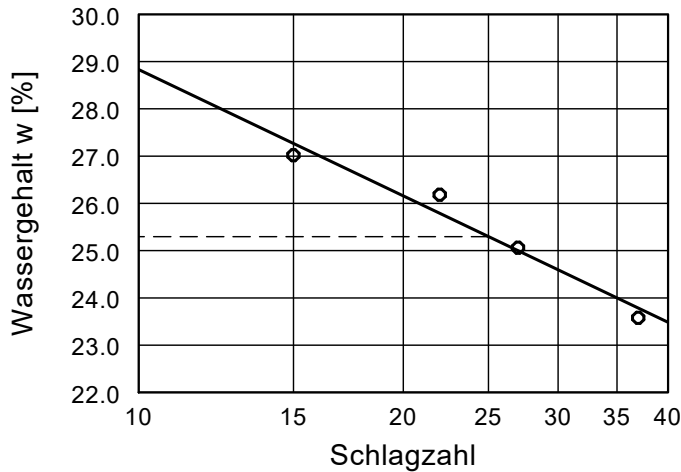
Entnahmetiefe: 5,0-6,0 m

Entnahme durch: Eidelsburger

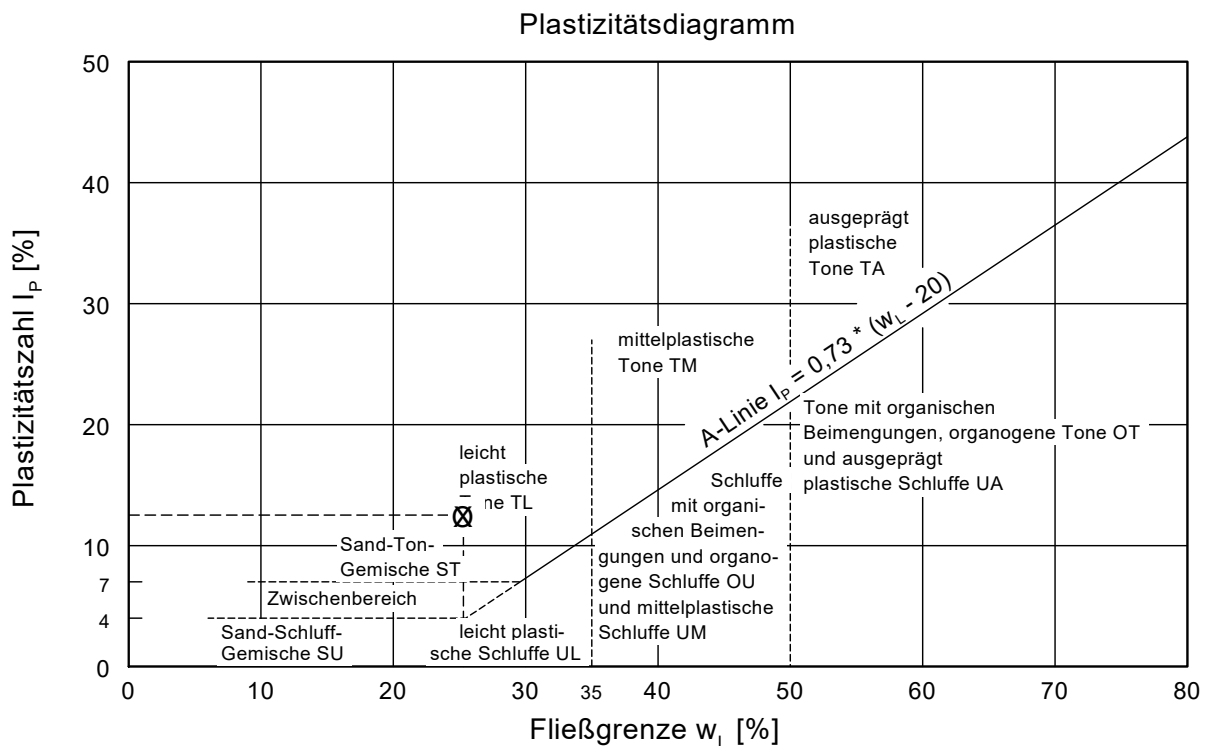
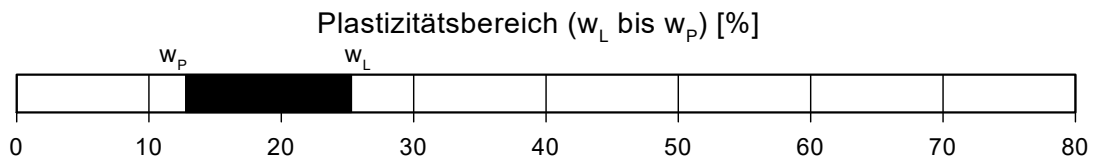
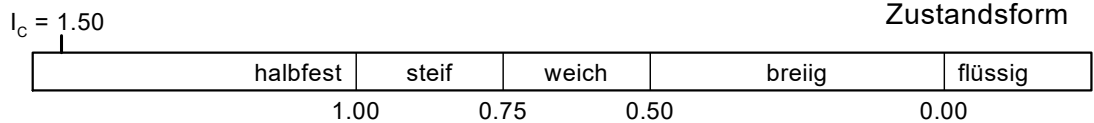
Bodenart: T/U, fs, g'

Bearbeiter: Hubacek

Datum: 27.01.2020



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





Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

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

Bearbeiter: Lachermaier

Datum: 10.09.2019

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

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

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

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



Baugeologisches
Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1a
80807 München

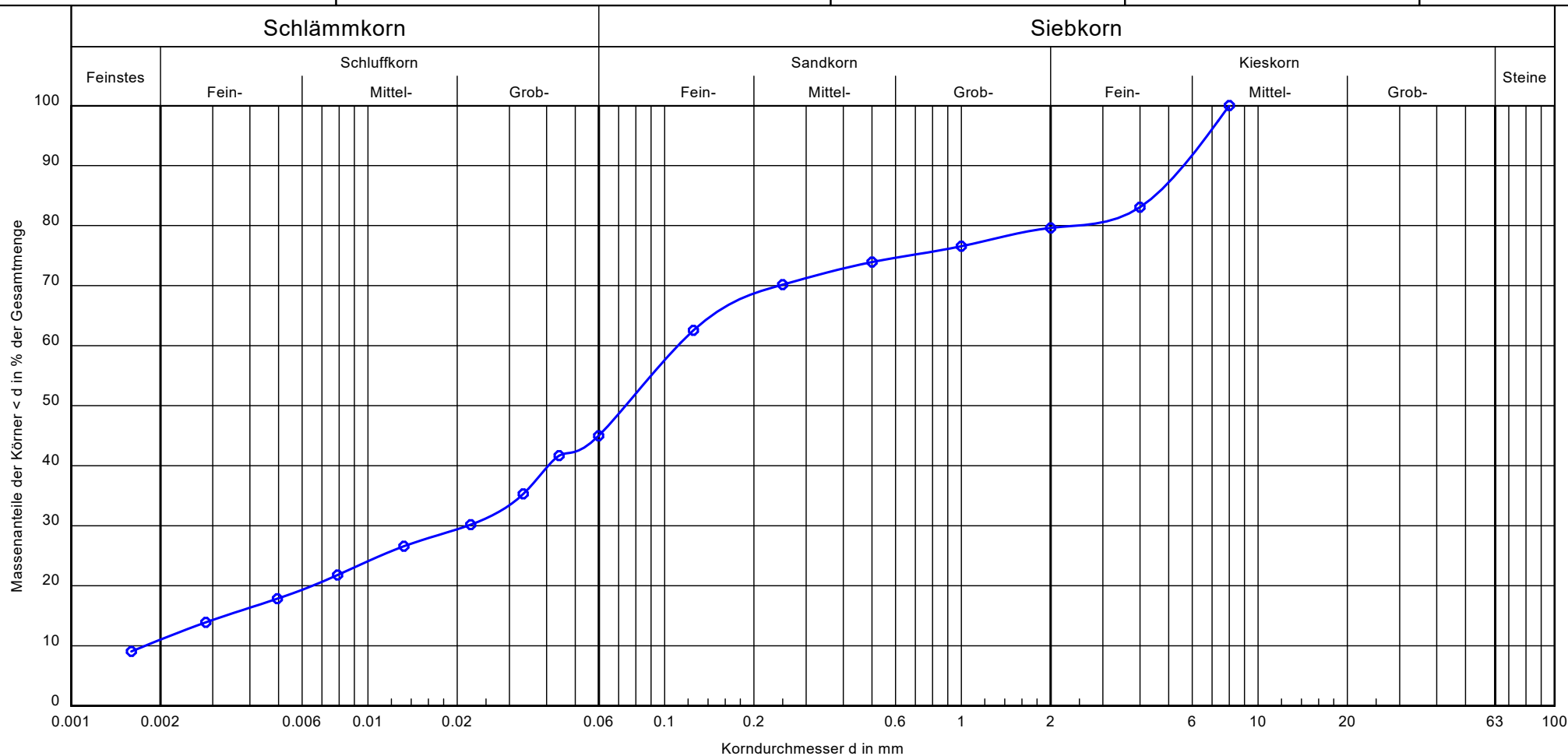
Kornverteilung

Kombinierte Sieb-/Schlämm-Analyse

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

Datum Versuch: 11.09.2019
Bearbeiter: Lachermaier

Projektnr.:
05778L



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



Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

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

Bearbeiter: Lachermaier

Datum: 10.09.2019

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

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

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

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



Baugeologisches
Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1a
80807 München

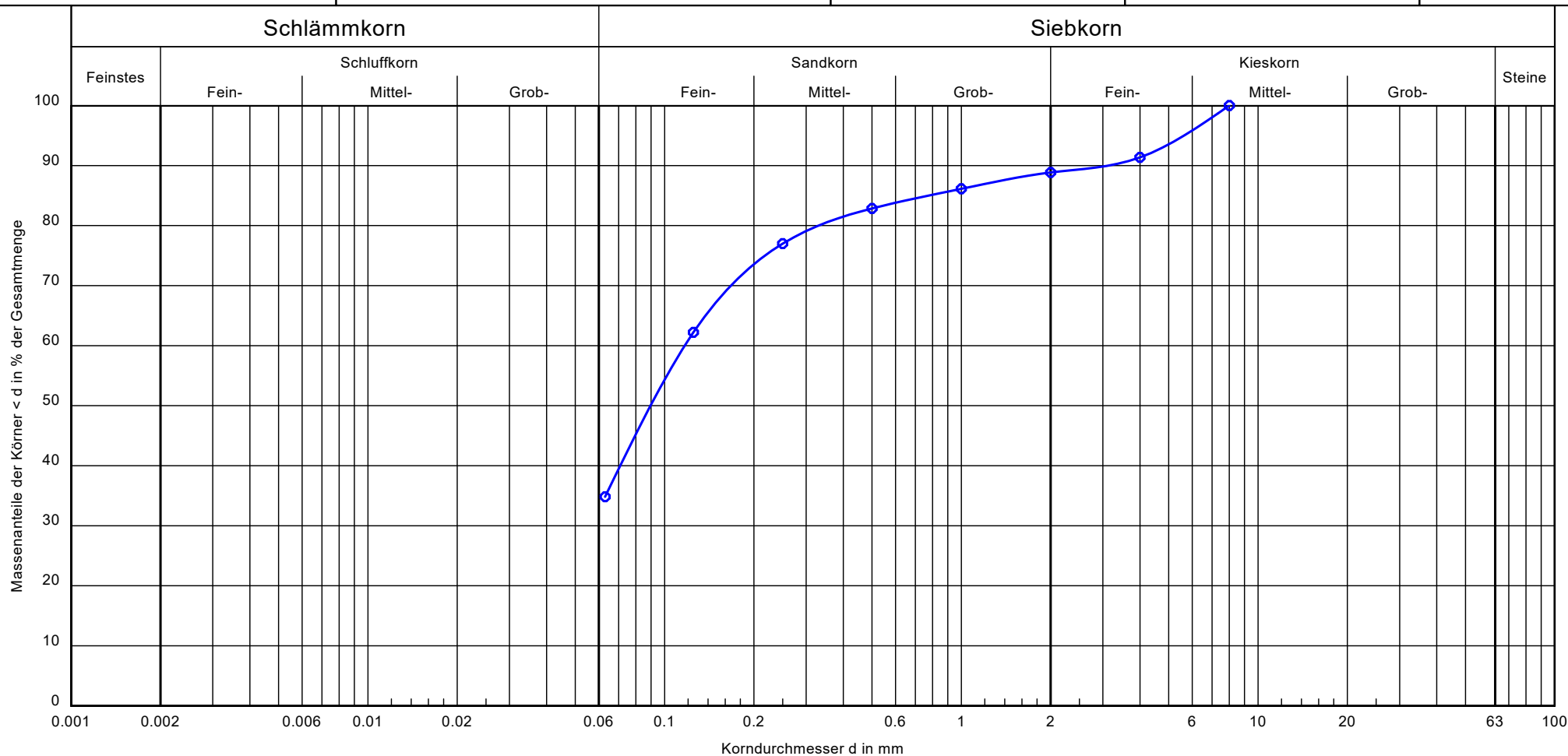
Kornverteilung

Siebanalyse

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

Datum Versuch: 12.09.2019
Bearbeiter: Lachermaier

Projektnr.:
05778L



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



Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

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

Bearbeiter: Lachermaier

Datum: 10.09.2019

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

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

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

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



Baugeologisches
Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1a
80807 München

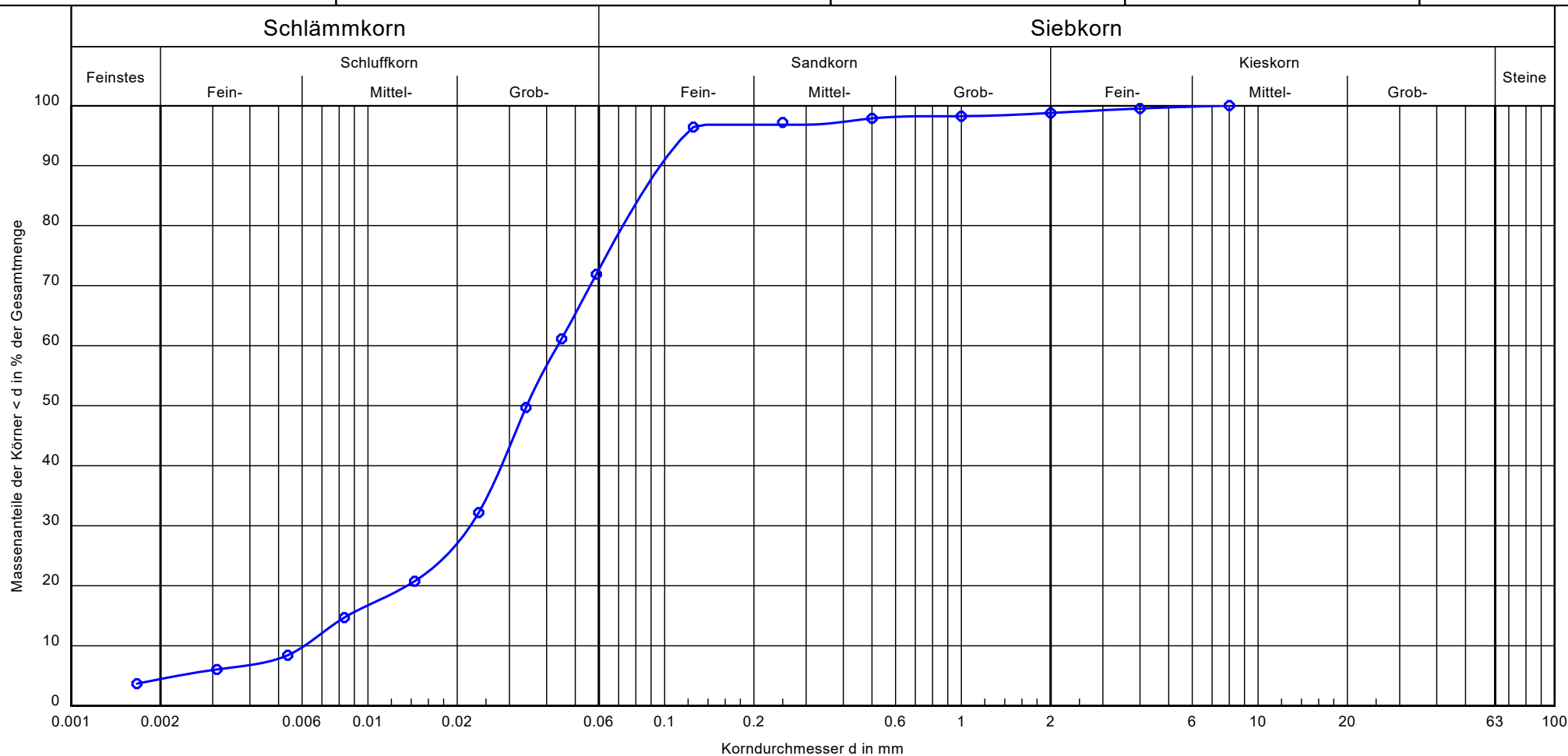
Kornverteilung

Kombinierte Sieb-/Schlamm-Analyse

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

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

Projektnr.:
05778L



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



Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

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

Bearbeiter: Lachermaier

Datum: 10.09.2019

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

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

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

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



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Probennr.: EP-BK02-03

Entnahmedatum: 22.07.2019

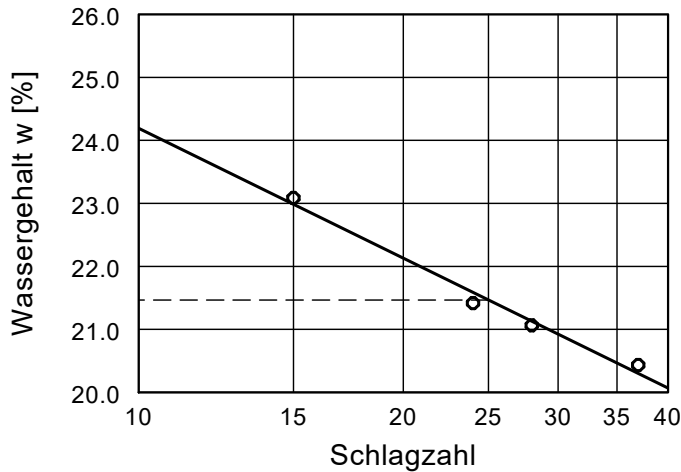
Entnahmetiefe: 6,0-7,0 m

Entnahme durch: Eidelsburger

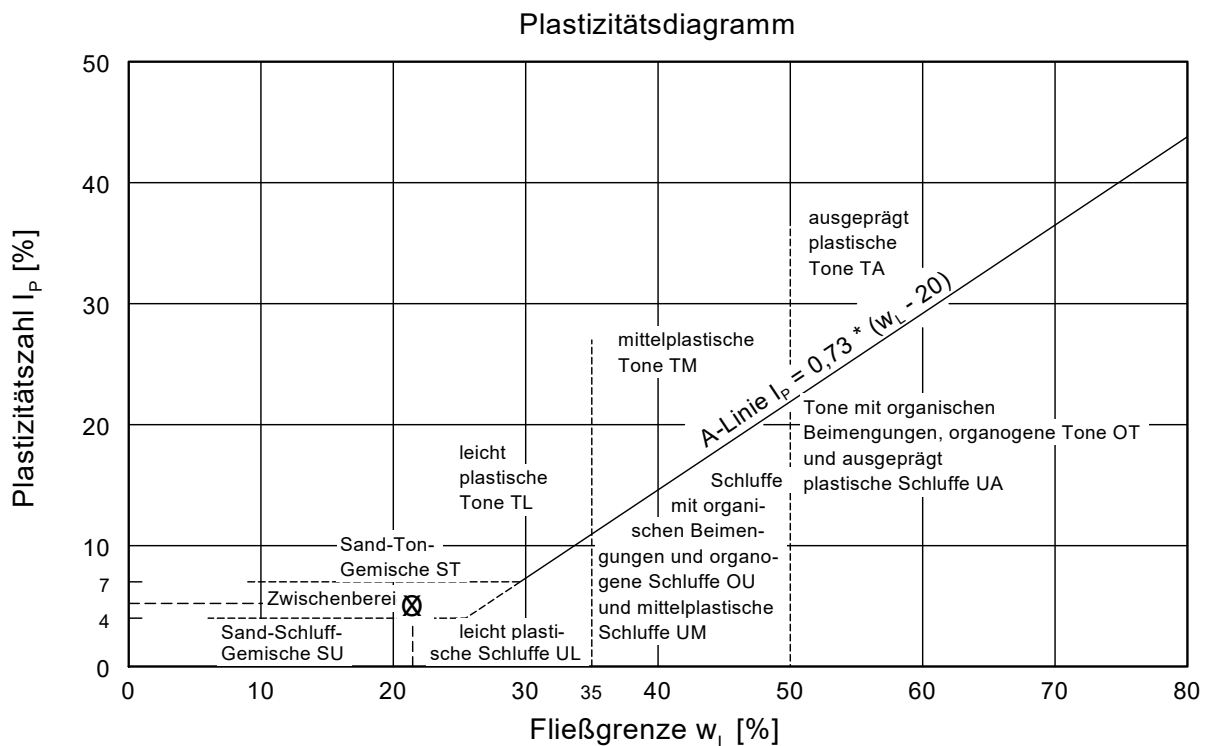
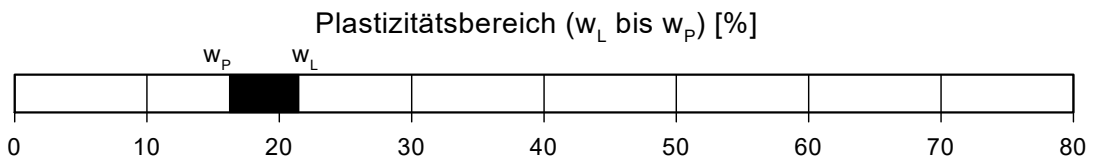
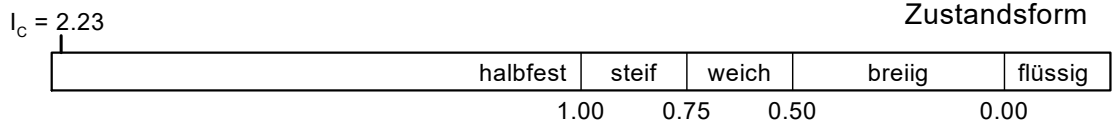
Bodenart: T/U, g, s

Bearbeiter: Sauer

Datum: 13.09.2019



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





Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

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

Bearbeiter: Lachermaier

Datum: 10.09.2019

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

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

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

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

BV Strecke 5420, Hasenweidweg – Straßenbau

Geologisch – geotechnischer Bericht

Anlage 5.2 Umweltchemische Versuche

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

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

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

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

³⁾ Einzelwert für Benzo-[a]-pyren kleiner 0,3

⁴⁾ Einzelwert für Benzo-[a]-pyren kleiner 1

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

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

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

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

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

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

Baugeologisches Büro Bauer
Domagkstraße 1a

München, 06.08.2019

80807 München

Prüfbericht 1949392

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

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

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

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

Prüfbericht:

1949392

06.08.2019

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

Prüfbericht: 1949392

06.08.2019

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



D. Kasper

Dr. D. Kasper, (stellv. Laborleitung)

Erläuterungen zu Abkürzungen:

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

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

Baugeologisches Büro Bauer
Domagkstraße 1a

München, 06.08.2019

80807 München

Prüfbericht 1949393

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

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

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

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

Prüfbericht:

1949393

06.08.2019

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

Prüfbericht: 1949393

06.08.2019

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



D. Kasper

Erläuterungen zu Abkürzungen:

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