

Geotechnischer Bericht
zum
Baugebiet „Hüttenberger Weg“
in 88214 Ravensburg

BV-Code: BV 000 35768

Aktenzeichen: AZ 20 10 019

Bauvorhaben: Baugebiet „Hüttenberger Weg“
88213 Ravensburg / OT Torkenweiler
- Baugrunderkundung -

Auftraggeber: Stadt Ravensburg
Salamanderweg 22
88212 Ravensburg

Bearbeitung: M.Sc.-Geol. Veronika Schmidt
M.Sc.-Geol. Rainer Schumacher

Datum: 22.02.2021

1	Vorgang	5
2	Geomorphologie des Untersuchungsgebietes	6
2.1	Morphologie des Untersuchungsareals	6
2.2	Allgemeine Baugrundbeschreibung.....	7
3	Geotechnisches Baugrundmodell	8
3.1	Bautechnische Beschreibung der Schichten	8
3.2	Bodenmechanische Laborversuche	11
3.2.1	Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17892-1:2015-03.....	11
3.2.2	Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12:2020-07	12
3.2.3	Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04	12
3.3	Bodenmechanische Feldversuche - Bestimmung der Durchlässigkeit im Baggerschurf.....	14
3.4	Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung	15
4	Georisiken	18
4.1	Seismische Aktivität	18
5	Hydrogeologie	18
5.1	Grundwasserverhältnisse	18
5.2	Versickerungsfähigkeit der Böden nach dem DWA-A 138 [5].....	18
6	Grundbautechnische Empfehlungen und baubegleitende Maßnahmen	19
6.1	Baumaßnahmen.....	19
6.2	Baugrundsituation	20
6.3	Wohnbebauung / Gründungsempfehlung.....	20
6.3.1	Wohnbebauung ohne Unterkellerung	20
6.3.2	Wohnbebauung mit Unterkellerung	23
6.4	Baugrube	24
6.5	Entwässerung / Trockenhaltung Gebäude.....	25
6.6	Kanalbau.....	25
6.7	Straßenbau	27
7	Abfallrechtliche Aushubvorbewertung	29
7.1	Probenahme	29
7.2	Analyseergebnis / Bewertung.....	29
8	Hinweise und Empfehlungen	31

Anlagenverzeichnis

- 1.1 Übersichtslageplan, unmaßstäblich
- 1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, Maßstab 1 : 1000 (DIN A2)
- 2.1-2 Geotechnische Baugrundschnitte, M.d.H. 1 : 50, M.d.L. unmaßstäblich
- 2.3 Geotechnisches Bohrprofil, M.d.H. 1 : 50, M.d.L. unmaßstäblich
- 3 Fotodokumentation der Bohrkern- und Baggerschürfe
- 4.1-8 Bodenmechanische Laborversuche
- 5.1-2 Bodenmechanische Feldversuche (Sickerversuch in Schürfgrube)
- 6.1-2 Grundbruch- und Setzungsberechnungen
- 7.1-3 Probenahme--Protokolle
- 8 Prüfbericht AGROLAB Labor GmbH

Verwendete Unterlagen und Literatur

- [1] MARSCHALL & KLINGENSTEIN Ingenieure GmbH, Eisenbahnstraße 3, 88069 Tettnang: Erschließung Baugebiet „Hüttenberger Weg“ - Straßenbau - Lageplan, Achse10, Variante V3, Vorplanung, Maßstab 1 : 250, gef. 11.11.2020
- [2] Geologische Karte von Baden-Württemberg 1 : 25 000, Blatt 8223 Ravensburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, Freiburg i. Br. 1998DIN EN 1997-1:2014-03, Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln
- [3.2] 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
- [3.3] DIN EN 1997-2:2010-10, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
- [3.4] 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
- [4] DIN 1054:2012-12, Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- [5] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.: Arbeitsblatt DWA-A 138 - Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser - April 2005
- [6] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (Hrsg.): Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben" (EAB), 5. Auflage

AZ 20 10 019, BG "Hüttenberger Weg" in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung -

- [7] Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden – Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14. März 2007- AZ .: 25-8980.08M20 Land/3
- [8] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz - BBodSchG), Bundesministerium für Justiz und den Verbraucherschutz; 17.03.1998, Zuletzt geändert durch Art. 101 V 31.8.2015 I 1474
- [9] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, Ausfertigungsdatum 12.07.1999

1 Vorgang

Die Stadt Ravensburg beabsichtigt die Erschließung des Baugebiets „Hüttenberger Weg“ im Ortsteil Torkenweiler der Großen Kreisstadt Ravensburg.

Im Rahmen der geplanten Baugebietserschließung wurde die Fa. BauGrund Süd beauftragt, die geologische und hydrogeologische Situation des Untergrundes im Projektareal zu erkunden und die Ergebnisse, gemäß Eurocode 7 (EC 7), in einem geotechnischen Bericht nach DIN EN 1997-1 [3.1] bzw. DIN EN 1997-2 [3.3] zusammenfassend darzustellen und aus gründungstechnischer Sicht zu bewerten.

Zur Erfassung bzw. Beurteilung der geologischen Schichtenabfolge im geplanten Baugebiet kamen im Zeitraum vom 26.11.2020 bis 30.11.2020 sechs großkalibrige Rammkernbohrungen BK 1-6/20 nach DIN EN ISO 22475-1:2007-01 mit durchgehendem Gewinn gekernter Bodenproben bis in eine Tiefe von max. 7,00 m unter der Geländeoberkante (u. GOK) zur Ausführung.

Ergänzend zu den Rammkernbohrungen wurden am 26.11.2020 und 27.11.2020 zwei Baggerschürfe SG 1-2/20 angelegt, um die Durchlässigkeit der anstehenden Bodenschichten mittels Sickersversuchen näher zu bestimmen. Die Schürfruben endeten mit der gerätetechnischen Auslastung des vor Ort eingesetzten Baggers in einer Tiefe von 3,00 m (SG 1/20) bzw. 2,30 m u. GOK (SG 2/20).

Ferner wurden zur Ermittlung der Festigkeit des Untergrunds sowie zur weiteren Abgrenzung des geologischen Aufbaus am 24.11.2020 und 25.11.2020 vier schwere Rammsondierungen DPH 1-4/20 (Dynamic Probing Heavy) nach DIN EN ISO 22476-2:2012-03 bis in Tiefen zwischen 5,00 m und 7,00 m u. GOK niedergebracht.

Der Standort des Untersuchungsgebiets kann auf dem Übersichtslageplan in der Anlage 1.1 eingesehen werden. Die Einmessung der Ansatzpunkte der Aufschlüsse nach Lage und Höhe erfolgte mittels GPS durch Mitarbeiter der Fa. BauGrund Süd. Die entsprechenden Gauß-Krüger-Koordinaten (Rechts- und Hochwerte) sowie die Absoluthöhen (nach DHHN 2016) sind dem Lageplan in der Anlage 1.2 zu entnehmen.

Die erkundeten Bodenschichten wurden gemäß DIN EN ISO 14688-1:2013-12, DIN 18196:2011-05, DIN 18300:2019-09 und DIN 18301:2019-09 ingenieurgeologisch aufgenommen, wobei eine Zusammenfassung stratigraphisch gleicher Schichten stattfand. Daher können diese von der genormten Farbgebung für Lockergesteine teilweise abweichen. Anschließend erfolgte aus den Bodenprofilen der Rammkernbohrungen und der Schürfruben sowie den Diagrammen der Rammsondierungen die Ausarbeitung eines geologischen Baugrundmodells, welches als geotechnische Baugrundschnitte in den Anlagen 2.1-2 und als geotechnisches Bohrprofil in der Anlage 2.3 wiedergegeben wird.

Die mit den Aufschlüssen zu Tage geförderten und in Kernkisten ausgelegten Böden sowie die freigelegten Bodenprofile der Schürfruben SG 1-2/20 sind in der Fotodokumentation in der Anlage 3 abgebildet.

AZ 20 10 019, BG "Hüttenberger Weg" in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung -

Aus den gewonnenen Bohrkernen wurden gestörte Bodenproben entnommen und im Erdbaulabor der Fa. BauGrund Süd bodenmechanisch untersucht. Die Ergebnisse der durchgeführten Laborversuche sind im Detail in den Anlagen 4.1-8 dokumentiert.

Zur Ermittlung der Durchlässigkeit bzw. Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden nach dem DWA-A 138 [5] wurden in der Schürfgruben SG 1-2/20 Absinkversuche ausgeführt. Die Auswertung der Feldversuche ist in den Anlagen 5.1-2 beigefügt.

In den Anlagen 6.1-2 sind für das Bauvorhaben exemplarische Grundbruch- und Setzungsdiagramme hinterlegt, anhand derer der Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes für Einzel- und Streifenfundamente ermittelt werden kann.

Um eventuelle Schadstoffgehalte des als Aushub anfallenden Bodens festzustellen und um eine abfallrechtliche und bodenschutzrechtliche Ersteinschätzung abgeben zu können, wurden die aufgeschlossenen Bodenschichten stichpunktartig beprobt. Die Untersuchung der Proben erfolgte im Labor der Agrolab Labor GmbH in Bruckberg. Die vollständigen Analyseergebnisse der Agrolab GmbH sowie die Probenahme-Protokolle sind in den Anlagen 7.1-3 und 8 enthalten.

2 Geomorphologie des Untersuchungsgebietes

2.1 Morphologie des Untersuchungsareals

Das geplante Baugebiet befindet sich im Ortsteil Torkenweiler der Großen Kreisstadt Ravensburg auf der Gemarkung der Ortschaft Eschach, knapp 3,8 km in südsüdwestlicher Richtung von der Ravensburger Stadtmitte entfernt. In nördlicher Richtung wird das Baugebiet durch den namensgebenden Hüttenberger Weg begrenzt. In östliche Richtung wird das Areal von Waldflächen flankiert, durch die in unmittelbarer Nähe und parallel zur Erschließungsgrenze ein Waldweg verläuft. Die westliche Begrenzung der Baugebietsfläche wird durch die Wohnbebauung der Haldeneschstraße mit umliegenden Gärten gebildet. In südlicher Richtung schließt sich eine Grünfläche an.

Auf dem Projektgelände selbst wurde zum Zeitpunkt der Untersuchungen Grünlandwirtschaft betrieben. Rd. 140 m nördlich des Hüttenberger Wegs fließt der „Nördliche Hüttenbergbach“, 50 m südlich des Erschließungsgebiets der „Südliche Hüttenbergbach“, jeweils von Osten nach Westen. Vereint als Furtwiesenbach münden beide Bäche ca. 1,4 km westlich des Untersuchungsgebiets in die Schussen.

Die Höhendifferenz zwischen den Ansatzpunkten der Aufschlüsse beträgt max. 10,18 m, bezogen auf eine Distanz von knapp 109 m zwischen der BK 4/20 und der SG 1/20. Allgemein fällt die Geländeoberfläche in westliche bis nordwestliche Richtung mäßig bis stark ab.



Abbildung 1: Blick von der südwestlichen Ecke des Untersuchungsgebiets in nordöstliche Richtung



Abbildung 2: Blick von östlich des Zentrums des Untersuchungsgebiets in südwestliche Richtung

Geologisch betrachtet ist das Projektgelände Teil der Jungmoränenlandschaft des Alpenvorlandes. Während des Pleistozäns tieften sich die vorstoßenden Gletscher, wie der Rheingletscher, in die Sedimente der Oberen Süßwassermolasse ein und führte zur Ausbildung sog. Zungenbecken. Mit dem Rückzug der Gletscher am Ende der letzten Eiszeit (Würmeiszeit) wurden diese Zungenbecken mit Schmelzwassersedimenten verfüllt. Vor allem im heutigen Schussenbecken prägen feinkörnige Beckensedimente, die auf einen ehemaligen dem Gletscher vorgelagerten See hindeuten, den tieferen Untergrund. Die Hangflanken des Schussentales werden hingegen von sog. Drumlins geprägt, die sich aus Moränensedimenten zusammensetzen, Die Moränensedimente wurden dabei vorwiegend in Form einer feinkornreichen, gemischtkörnigen Grundmoräne aufgeschlossen.

Die würmzeitlichen, glazialen Sedimente waren im Verlauf des Holozäns chemischen und physikalischen Verwitterungsprozessen ausgesetzt, so dass sich in den oberflächennahen Horizonten eine Verwitterungsdecke ausbildete.

Nach oben hin wird die Schichtenabfolge von einem Mutter- bzw. Oberboden abgeschlossen.

2.2 Allgemeine Baugrundbeschreibung

Mit den abgeteuften Aufschlüssen kann für das projektierte Areal folgende generalisierte Schichtenabfolge zugrunde gelegt werden.

Mutterboden	(rezent)
Verwitterungsdecke (Verwitterungslehm, -kies)	(Pleistozän - Holozän)
Moränensedimente (Grundmoräne, Moränensand)	(Pleistozän, Würm)

Im Einzelnen wurden die erkundeten Schichten mit den abgeteuften Bohrungen und Sondierungen in folgenden Schichttiefen festgestellt.

Tabelle 1: Schichtglieder und -tiefen Rammkernbohrungen und Baggerschürfe (bis m u. GOK)

Aufschluss	Mutterboden	Verwitterungsdecke	Moränensedimente (Grundmoräne)	
			weich bis steif	min. steif bis halbfest
BK 1/20	0,00 - 0,20	0,20 - 1,80	-	1,80 - 6,00*
BK 2/20	0,00 - 0,20	0,20 - 2,10	2,10 - 2,80	2,80 - 7,00*
BK 3/20	0,00 - 0,20	0,20 - 1,20	1,20 - 2,50	2,50 - 6,00*
BK 4/20	0,00 - 0,30	0,30 - 0,90	0,90 - 2,40	2,40 - 6,00*
BK 5/20	0,00 - 0,25	0,25 - 0,90	0,90 - 2,20	2,20 - 7,00*
BK 6/20	0,00 - 0,30	0,30 - 2,00	2,00 - 4,50	4,50 - 6,00*
SG 1/20	0,00 - 0,30	0,30 - 1,00	-	1,00 - 3,00*
SG 2/20	0,00 - 0,20	0,20 - 1,00	1,00 - 2,30*	-

* Endtiefe Rammkernbohrung

Tabelle 2: Schichtglieder und -tiefen Rammsondierungen (bis m u. GOK)

Aufschluss**	Mutterboden	Verwitterungsdecke	Moränensedimente (Grundmoräne)	
			weich bis steif	min. steif bis halbfest
DPH 1/20	0,00 - 0,20	0,20 - 1,60	1,60 - 2,50	2,50 - 7,00*
DPH 2/20	0,00 - 0,20	0,20 - 1,50	1,50 - 3,20	3,20 - 5,00*
DPH 3/20	0,00 - 0,10	0,10 - 1,70	1,70 - 2,20	2,20 - 5,60*
DPH 4/20	0,00 - 0,20	0,20 - 1,50	1,50 - 2,80	2,80 - 6,00*

* Endtiefe Rammsondierung

** Da es sich bei Rammsondierungen um ein indirektes Aufschlussverfahren handelt (keine Bodenförderung), sind die Schichtgrenzen als Interpolation zu betrachten.

3 Geotechnisches Baugrundmodell

3.1 Bautechnische Beschreibung der Schichten

Durch Interpolation der punktuellen Aufschlüsse wurde unter Berücksichtigung der geologischen Zusammenhänge ein räumliches Baugrundmodell entwickelt. Der Aufbau, die Zusammensetzung sowie die bautechnischen Eigenschaften des Untergrundes werden nachfolgend beschrieben. Das für das Bauvorhaben zugrunde gelegte Baugrundmodell ist dabei zusammenfassend in den Anlagen 2.1-3 dargestellt.

Mutterboden

Das zu erkundende Areal wurde zuletzt landwirtschaftlich als Grünland genutzt, so dass der oberste Bodenhorizont von einem Mutterboden eingenommen wird. Bei dem Mutterboden handelt es sich aus bodenmechanischer Sicht um einen schwach organischen bis organischen, schwach tonigen, (fein-)sandigen bis stark (fein-)sandigen Schluff von dunkelbrauner bis brauner Färbung. Verbreitet treten auch geringe Beimengungen von Kies auf. Die Durchwurzelung des Mutterbodens ist gering, meist als Grasnarbe vorhanden.

Die Konsistenz des Mutterbodens ist gemäß den Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen sowie der manuellen Bodenansprache des Bohr- und Schürfgutes mit Werten von $N_{10} = 1 - 2$ (N_{10} = Anzahl der Schläge pro 10 cm Eindringung des Sondiergestänges in den Boden) mit weich anzugeben.

Der Mutterboden stellt einen Untergrund dar, welcher für eine Aufnahme von Bauwerkslasten nicht geeignet und daher im Vorfeld der Bautätigkeiten flächig abzutragen ist.

Im Zuge der Erdbauarbeiten sind für den Umgang mit dem Mutterboden die Vorgaben der Vollzugshilfe zu § 12 der BBodSchV [9] sowie der DIN 19731:1998-05 zu beachten. Eine möglichst hochwertige Verwertung des obersten Bodenhorizontes ist hierbei anzustreben.

Verwitterungsdecke

An den Mutterboden schließt sich eine rd. 0,6 m bis 2,1 m mächtige Verwitterungsdecke an. Mit Ausnahme der Bohrung BK 6/20 ist die Verwitterungsdecke lehmig als sog. Verwitterungslehm ausgebildet. Im Fall der Bohrung BK 6/20 wurden die Verwitterungssedimente als Verwitterungskies aufgeschlossen.

Der **Verwitterungslehm** ist als ein schwach kiesiger bis kiesiger, schwach sandiger bis sandiger, schwach toniger bis toniger Schluff mit einer braunen bis dunkelbraunen, gelegentlich auch hell- bis rotbraunen Färbung zu beschreiben.

Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen deuten mit Werten von $N_{10} = 1 - 5$ eine weiche bis steife Konsistenz des Lehms an und bestätigen den manuellen Befund am Bohr- und Schürfgut.

Die lehmige Verwitterungsdecke ist in der aufgeschlossenen weichen bis steifen Zustandsform als ein gering tragfähiger Boden zu bezeichnen. Von einem Aufbringen punktueller Lasten wird daher abgeraten. Dies gilt umso mehr dann, wenn das Bodensubstrat organische Beimengungen enthält, wie sie lokal oberflächennah auftreten.

Zudem stellen die Verwitterungslehme in ihrer feinkornreichen Zusammensetzung einen stark frost- und witterungsempfindlichen Boden dar, der in Kontakt mit Wasser rasch zum Aufweichen und damit zu einer weiteren Herabsetzung der Zustandsform sowie der Tragfähigkeit neigt.

AZ 20 10 019, BG "Hüttenberger Weg" in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung -

Anhand der manuellen Prüfung lässt sich für den **Verwitterungskies** eine Zusammensetzung aus einem hellbraunen, stark sandigen, stark schluffigen Fein- bis Grobkies angeben. Die unterschiedlichen Kornfraktionen liegen zum Teil in einem „verbackenen“ Zustand vor.

Aus den Aufzeichnungen des Bohrgeräteführers lässt sich eine mitteldichte Lagerung des Kiesel ableiten. Die Konsistenz der Matrix wurde bei der Bohrkernansprache als steif bestimmt.

Angesichts der steifen Matrix, die die bodenmechanischen Eigenschaften maßgeblich bestimmt, ist der aufgeschlossene Verwitterungskies als ein nur ein mäßig tragfähiger Boden anzusehen. Zudem führt die feinkornreiche Matrix der Kiese zu einer deutlichen Frost- und Witterungsempfindlichkeit des Bodens, so dass die Böden in Kontakt mit Wasser zum Aufweichen neigen.

Moränensedimente (Grundmoräne)

Im Liegenden der Verwitterungsdecke bestimmen bis zur jeweiligen Endteufe der Aufschlüsse würmzeitliche Moränensedimente mit einer beigen bis hellbraunen zu braunen bzw. grauen bis olivgrauen Färbung die tieferreichende Baugrundabfolge.

Die Moränensedimente wurden überwiegend als eine gemischtkörnige **Grundmoräne** aufgeschlossen, die sich aus einem schwach tonigen bis tonigen Schluff mit wechselnden Kies- und Sandanteilen sowie vereinzelt Steinen, zusammensetzt. Bereichsweise, wie bei der Bohrung BK 4/20, dominieren die sandigen Bodenbestandteile, so dass ein **Moränensand** vorliegt, welcher sich aus einem schwach tonigen, schluffigen Fein- bis Grobsand zusammensetzt.

Innerhalb der Grundmoräne können neben den sandigen Lagen bzw. Linsen auch Komponenten bis hin zur Blockgröße (Findlinge) auftreten.

Anhand der manuellen Bodenansprache des Bohr- und Schürfgutes ist die Grundmoräne am Top, im Übergangsbereich zur Verwitterungsdecke, eine zunächst nur weiche bis steife Konsistenz zuzuweisen. Die weiche bis steife Konsistenz spiegelt sich in den nur geringen Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen mit Werten von $N_{10} = 1 - 5$ wider.

Ab einer Tiefe zwischen 1,00 m bis 4,50 m u. GOK steigen die Schlagzahlen auf Werte von $N_{10} = 5 - > 50$ an und belegen eine mind. steife bis halbfeste Konsistenz des Sediments. Unstetigkeiten im Schlagzahlenbild können bei erhöhten Werten auf den Widerstand durch Grobkomponenten (Steine und Blöcke) bzw. bei verringerten Werten auf sandige Linsen zurückgeführt werden.

Im Fall einer nur weichen bis steifen Konsistenz ist die Grundmoräne als ein nur gering bis mäßig tragfähiger Untergrund anzusehen. Eine Lastaufbringung (Flächenlast) auf der weichen bis steifen Grundmoräne ist in Abhängigkeit der aufzubringenden Bauwerkslasten sowie der Setzungsempfindlichkeit der Bauwerke zu sehen.

AZ 20 10 019, BG "Hüttenberger Weg" in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung -

Im Fall einer mind. steifen bis halbfesten Zustandsform kann die Grundmoräne als gut tragfähig bezeichnet werden und ist grundsätzlich für eine Aufnahme auch von punktuellen Bauwerkslasten geeignet.

Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass die Grundmoräne, wie bereits die Verwitterungsdecke, aufgrund der hohen Feinkornanteile ein frost- und witterungsempfindlicher Boden ist, der in Kontakt mit Wasser zum oberflächlichen Aufweichen und einer Herabsetzung der Konsistenz bzw. der Tragfähigkeit neigt.

Darüber hinaus können sandige Linsen innerhalb der Grundmoräne schichtwasserführend sein, mit dem Resultat, dass sie im Anschnitt zum Ausfließen neigen und eine Instabilität der Böschungen begünstigen.

3.2 Bodenmechanische Laborversuche

Zusätzlich zu der manuellen Ansprache des Bohrgutes wurden bodenmechanische Laborversuche an ausgewählten Bodenproben durchgeführt. Die einzelnen Ergebnisse werden in den folgenden Ausführungen beschrieben.

3.2.1 Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17892-1:2015-03

Der Wassergehalt einer Bodenprobe ist das Verhältnis des Gewichtes des Porenwassers zum Gewicht der trockenen Probe. Der natürliche Wassergehalt ist bei einem bindigen Boden ein entscheidender Faktor zur Bestimmung des Bodenzustandes bzw. der Konsistenz.

Die Ergebnisse der durchgeführten Wassergehaltsbestimmungen sind in der Anlage 4.1 dargestellt. Es wurde an insgesamt drei Bodenproben der natürliche Wassergehalt ermittelt und die Ergebnisse lassen sich wie in der Tabelle 3 folgt zusammenstellen.

Tabelle 3: Übersicht der bestimmten Wassergehalte

Aufschluss	Tiefe [m u. GOK]	Geologische Einheit	w _n [%]
BK 5/20	2,0	Grundmoräne	13,27
	4,0		10,75
	6,0		9,70

Für die untersuchte Grundmoräne aus der Bohrung BK 5/20 liegen die Wassergehalte zwischen w_n = 9,70 % und w_n = 13,27 %, im Mittel bei w_n = 11,24 %. Generell lässt sich dabei in den Wassergehalten eine Abnahme mit der Tiefe erkennen, wobei die Wassergehalte grundsätzlich als gering anzusehen sind und die sandreiche Zusammensetzung sowie die mind. steife bis halbfeste Konsistenz der Grundmoräne unterstreichen.

AZ 20 10 019, BG "Hüttenberger Weg" in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung -

3.2.2 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12:2020-07

Nach Atterberg wird der Übergang von der flüssigen zur bildsamen (knetbaren) Zustandsform als Fließgrenze (w_L), der von der knetbaren zur halbfesten als Ausrollgrenze (w_P) und der von der halbfesten zur festen Zustandsform als Schrumpfgrenze (w_S) bezeichnet.

Die Fließ- und Ausrollgrenzen dienen in Verbindung mit dem natürlichen Wassergehalt w_n dazu, die Konsistenzzahl (I_c) und damit die Zustandsform eines bindigen Erdstoffes (Korngröße $\leq 0,063$ mm) zu bestimmen. Die Plastizitätszahl I_P gibt an, wie sich die Eigenschaften eines Erdstoffes bei Wasseraufnahme ändern.

Die Tabelle 4 gibt eine Übersicht der wichtigsten Kenngrößen der Atterberg-Auswertung wieder. Die Auswertung zur Bestimmung der Zustandsgrenze ist detailliert in den Anlagen 4.2-4 hinterlegt.

Tabelle 4: Übersicht der bestimmten Zustandsgrenzen

Aufschluss	Tiefe [m u. GOK]	Konsistenzzahl I_c [-]	w_n [%]	Zustandsform	Bodengruppe	Geologische Einheit
BK 1/20	2,0	0,73	18,1 (korr.)	weich	TL	Grundmoräne
BK 2/20	4,0	0,93	13,5 (korr.)	steif	TL	
BK 5/20	3,0	0,90	12,4 (korr.)	steif	TL	

Anhand der Auswertung der Atterberg-Versuche wurden für die Grundmoräne Konsistenzzahlen von $I_c = 0,73$ bis $I_c = 0,93$ und somit eine am Top weiche mit zunehmender Tiefe vorwiegend steife Konsistenz der Grundmoräne nachgewiesen.

Der Wassergehalt der weichen Grundmoräne im Bohrgut der BK 1/20 liegt bei 18,1 % und verringert sich im Fall der steifen Zustandsform in den Bohrungen BK 2/20 und BK 5/20 auf $w_n = 13,5$ % und $w_n = 12,4$ %.

Die Überkornanteile zwischen 20,4 % bis 28,5 % deuten auf nicht unerhebliche Sand- und Kiesanteile in der Grundmoräne und auf die typisch gemischtkörnige Zusammensetzung dieser hin.

Nach der Lage im Plastizitätsdiagramm von Casagrande ist die Grundmoräne der **Bodengruppe TL** (leicht plastische Tone) zuzuordnen.

3.2.3 Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Eine Korngrößenverteilung liefert eine erste Beurteilung des Baugrunds hinsichtlich der Durchlässigkeit, Frostempfindlichkeit, Scherfestigkeit und Eignung als Filtermaterial. Zur Ermittlung der Kornverteilung werden die Korngrößen getrennt, und zwar für die Korngrößen $d > 0,063$ mm durch Sieben und für $d < 0,063$ mm durch Sedimentation („Schlämmanalyse“). Bei gemischtkörnigen Böden mit größeren Anteilen größer bzw. kleiner als $d = 0,063$ mm wird eine kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse durchgeführt.

AZ 20 10 019, BG "Hüttenberger Weg" in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung -

Eine Zusammenstellung der Laborbefunde zeigt die Tabelle 5. Die detaillierte Auswertung ist den Anlagen 4.5-8 zu entnehmen.

Tabelle 5: Übersicht zur Bestimmung der Korngrößenverteilung

Aufschluss	Tiefe [m u. GOK]	Kiesanteil [%]	Sandanteil [%]	Schluff-/Tonanteil [%]	Bodenart	Geologische Einheit	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]
BK 1/20	2,00 - 4,00	23,5	30,7	36,7/9,2	Schluff, stark sandig, kiesig, schwach tonig	Grundmoräne	$7,8 \times 10^{-8*}$ [$1,6 \times 10^{-8}$]**
BK 3/20	3,00 - 4,00	25,2	19,7	45,6/9,4	Schluff, kiesig, sandig, schwach tonig		$3,9 \times 10^{-8*}$ [$7,8 \times 10^{-9}$]**
BK 4/20	2,40 - 4,70	12,8	24,2	44,1/18,9	Schluff, sandig, tonig, schwach kiesig		$2,8 \times 10^{-9*}$ [$5,6 \times 10^{-10}$]**
BK 6/20	0,55 - 2,00	32,4	32,0	31,7/3,9	Fein- bis Grobkies, stark sandig, stark schluffig	Verwitterungskies	$4,4 \times 10^{-7*}$ [$8,8 \times 10^{-8}$]**

* Durchlässigkeitsbeiwert ermittelt nach USBR ** korrigierter Durchlässigkeitsbeiwert nach dem DWA-A 138 [5]

Die kombinierte Sieb-„Schlamm“-Analysen ergab für die Bodenproben aus der **Grundmoräne** eine mittlere Zusammensetzung aus einem schwach kiesigen bis kiesigen, schwach tonigen bis tonigen, sandigen bis stark sandigen Schluff und somit den typisch weitgestuften Verlauf der Kornverteilungskurve einer gemischtkörnigen Grundmoräne.

Der **Verwitterungskies** aus dem Bohrgut der Bohrung BK 6/20 setzt sich aus einem stark schluffigen, stark sandigen Fein- bis Grobkies zusammen.

Sowohl die untersuchten Moränensedimente als auch der Verwitterungskies sind aufgrund des hohen Feinkornanteils gemäß den Angaben in der ZTV E-StB 19 der **Frostempfindlichkeitsklasse F 3** zuzuordnen.

Aus der Sieblinienanalyse lassen sich nach USBR für die Grundmoräne Durchlässigkeitsbeiwerte im Bereich zwischen $k_f = 2,8 \times 10^{-9}$ m/s bis $k_f = 7,8 \times 10^{-8}$ m/s und für den Verwitterungskies von $k_f = 4,4 \times 10^{-7}$ m/s ableiten. Somit ist gemäß DIN 18130 die untersuchte Grundmoräne als ein **sehr schwach bis schwach durchlässiger** Boden und der Verwitterungskies als **schwach durchlässiger** Boden anzusprechen.

AZ 20 10 019, BG "Hüttenberger Weg" in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung -

Nach dem DWA-A 138 Merkblatt, Anhang B „Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit“ [5] sind die mittels Laborversuche (Kornverteilung) ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte für die Bemessung von Sickeranlagen mit einem Korrekturfaktor von 0,2 zu multiplizieren. Demnach ergeben sich für die Grundmoräne korrigierte Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen $k_f = 5,6 \times 10^{-10}$ m/s bis $k_f = 7,8 \times 10^{-9}$ m/s und für den Verwitterungskies von $k_f = 8,8 \times 10^{-8}$ m/s.

3.3 Bodenmechanische Feldversuche - Bestimmung der Durchlässigkeit im Baggerschurf

Zur Bestimmung der Versickerungsfähigkeit der anstehenden Bodenschichten wurde in der Schürfrube SG 1/20 in einer Tiefe von 1,50 m sowie in der SG 2/20 in einer Tiefe von 2,30 m u. GOK ein Sicker Versuch ausgeführt. Details zu den Versuchen finden sich in den Anlagen 5.1-2.

Nach einer Sättigungsphase von je rd. einer halben Stunde wurde der Versuch bei einem Wasserstand von 0,42 m (SG 1/20) bzw. 0,56 m (SG 2/20) über der freigelegten Grubensohle, gestartet. Die Versuchsergebnisse sind in der folgenden Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6: Ergebnisse der Absinkversuche in den Schürfruben

Aufschluss	Versuchstiefe [m u. GOK]	Mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	Schichtbezeichnung (Zusammensetzung)
SG 1/20	1,50	$8,1 \times 10^{-7}$ * [$1,6 \times 10^{-6}$]**	<u>Grundmoräne</u> Schluff, stark kiesig, tonig, sandig
SG 2/20	2,30	keine Absenkung beobachtet	<u>Grundmoräne</u> Schluff, stark kiesig, sandig, schwach tonig

* Durchlässigkeitsbeiwert ermittelt nach Prinz / ** Bemessungs- k_f -Wert nach dem DWA-A 138 [5]

In der SG 1/20 konnte bei einer Versuchsdauer von einer Stunde eine geringe Absenkung um 0,01 m beobachtet werden. Für die in diesem Baggerschurf anstehende Grundmoräne lässt sich nach Prinz daher ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 8,1 \times 10^{-7}$ m/s errechnen. Damit ist der Grundmoräne nach DIN 18130 eine **schwache Durchlässigkeit bzw. Sickerfähigkeit** zu attestieren, die im Einklang mit den Laborergebnissen aus der Tabelle 5 steht.

Durch Korrektur des Beiwertes nach dem DWA-A 138 [5] mit einem Korrekturfaktor von 2,0 für Feldversuche erhöht sich der Wert auf $k_f = 1,6 \times 10^{-6}$ m/s.

Bei der SG 2/20 konnte auch eine halbe Stunde nach Versuchsbeginn keine Absenkung des zu versickernden Wassers verzeichnet werden. Somit ist der Boden dort auf Sohlniveau als **quasi undurchlässig bzw. nicht sickerfähig** anzusehen.

3.4 Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung

Aus erd- und grundbautechnischer Sicht sind für die im Untersuchungsgebiet aufgeschlossenen Böden folgende Bodenkennwerte aus der Tabelle 7 zugrunde zu legen.

Tabelle 7: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte)

Schichten	Wichte (feucht) γ [kN/m ³]	Wichte (u. Auftrieb) γ' [kN/m ³]	Reib.-winkel dräniert ϕ_k [°]	Kohäsion dräniert c'_k [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
Mutterboden	15 - 17	5 - 7	17,5 - 22,5	0 - 1	0,5 - 1
Verwitterungslehm	17 - 19	7 - 9	22,5 - 25,0	2 - 4	3 - 5
Verwitterungskies	18 - 20	8 - 10	30,0 - 32,5	0 - 1*	5 - 15
Moränensedimente (weich bis steif)	17 - 19	7 - 9	22,5 - 25,0	3 - 5	4 - 8
Moränensedimente (mind. steif bis halbfest)	19 - 21	9 - 11	25,0 - 27,5	5 - 10	30 - 50

*scheinbare Kohäsion

Entsprechend der derzeit gültigen Normen ist ein Homogenbereich ein begrenzter Bereich aus einer oder mehreren Boden- und Felsschichten nach DIN 4020:2010-12 und DIN EN 1997-2:2010-10, dessen bautechnische Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und sich von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche abheben.

Der Mutter- bzw. Oberboden wird in der nachfolgenden Unterteilung der Homogenbereiche nicht erfasst bzw. berücksichtigt. Zwar wird der Oberboden in der DIN 18320:2019-09 als eigenständiger Homogenbereich bezeichnet, aber in den folgenden Ausführungen nicht mit aufgenommen, da der vorliegende geotechnische Bericht sich auf die geotechnischen und nicht bodenkundlichen Fragestellungen zum Bauvorhaben bezieht.

Eine Bewertung bzw. Einstufung des Oberbodens selbst erfolgt neben der DIN 18320:2019-09 (Landschaftsbauarbeiten) unter Berücksichtigung bodenkundlicher Aspekte auch nach DIN 18915:2018-06 (Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten) und DIN 19639:2019-09 (Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben).

Auf der Basis der vorliegenden Baugrundaufschlussergebnisse, den zum Baugrund vorliegenden Erfahrungswerten sowie aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften der anstehenden Baugrundsichten wird vorgeschlagen, die anstehenden Böden in die **Homogenbereiche** gemäß der Tabelle 8 zu unterteilen.

AZ 20 10 019, BG "Hüttenberger Weg" in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung -

Tabelle 8: Einteilung der Baugrundabfolge in Homogenbereiche

Homogenbereich	Baugrundsichten
A 1	Verwitterungslehm (VL)
A 2	Verwitterungskies (VG)
B 1	Moränensand (MS)
B 2	Grundmoräne, weich bis steif (GMO, weich bis steif)
B 3	Grundmoräne, mind. steif bis halbfest (GMO, min. steif bis halbfest)

Gemäß DIN 18300:2019-09 können für die o.a. Homogenbereiche die Eigenschaften und Kennwerte gemäß der Tabelle 9 zugrunde gelegt werden, wobei entsprechend der geplanten Tiefgaragen die **Geotechnische Kategorie 2** (GK 2) angenommen wird.

Tabelle 9: Kennwerte / Eigenschaften der Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09 für Bauwerke der GK 2

Kennwert/ Eigenschaft		Homogenbereich				
		A 1	A 2	B 1	B 2	B 3
Kornverteilung [%]	T	5 - 30	0 - 5	5 - 15	5 - 30	5 - 30
	U	40 - 70	20 - 40	15 - 30	40 - 60	40 - 60
	S	5 - 45	20 - 40	35 - 50	10 - 35	10 - 35
	G	0 - 30	30 - 60	0 - 10	10 - 30	10 - 30
Massenanteil Steine [%]		0 - 3	0 - 5	0 - 3	0 - 30	0 - 15
Massenanteil Blöcke [%]		-	-	-	0 - 3	0 - 5
Massenanteil große Blöcke [%]		-	-	-	0 - 1	0 - 3
Lagerungsdichte		-	mitteldicht	locker	-	-
Konsistenz		weich bis steif	Matrix: steif	Matrix: weich bis steif	weich bis steif	mind. steif bis halbfest
Konsistenzzahl I_c		0,50 - 0,75	Matrix: 0,75 - 1,00	Matrix: 0,50 - 0,75	0,60 - 0,80	0,80 - 1,10
Plastizitätszahl I_P [%]		5 - 30	5 - 20	Matrix: 5 - 30	5 - 30	5 - 20
Wichte (feucht) γ [kN/m ³]		17 - 19	18 - 20	18 - 20	17 - 19	19 - 21
Undrained Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]		20 - 60	-	-	20 - 60	70 - 150
Wassergehalt w_n [%]		15 - 25	-	-	15 - 25	9 - 14
Organischer Anteil [%]		1 - 3	< 1	< 1	< 1	< 1
Bodengruppe nach DIN 18196:2011-05		TL/TM, TM, UL/TL, UL/SU*, UL/ST	GU*	SU*/UL	TL/TM, UL/TL, TL/ST*	UL/TL, TL/ST*, UL/GU*, UL/SU*, UL/ST
Frostempfindlichkeit [ZTV E-StB 17; Tab. 1]		F 3	F 3	F 2 - 3	F 3	F 3
Ortsübliche Bezeichnung		VL	VG	MS	GMO, weich bis steif	GMO, min. steif bis halbfest

4 Georisiken

4.1 Seismische Aktivität

Entsprechend der Erdbebenzonenkarte für Deutschland (Quelle: DIN EN 1998-1/NA:2011 01, ehemals DIN 4149:2005-04) befindet sich das Untersuchungsgebiet in der **Erdbebenzone 1**, in dem gemäß dem zugrunde gelegten Gefährdungsniveau rechnerisch die Intensität 6,5 bis < 7,0 erreicht werden kann. Der zugehörige Bemessungswert der Bodenbeschleunigung a_g beträgt in dieser Erdbebenzone 0,4 m/s². Das Untersuchungsgebiet liegt in der **Untergrundklasse S** (Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung).

Für eine Gründung in der Grundmoräne in mindestens steifer Konsistenz ist nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 die **Baugrundklasse C** (feinkörnige (bindige) Lockergesteine in mindestens steifer Konsistenz) zugrunde zu legen.

5 Hydrogeologie

5.1 Grundwasserverhältnisse

In den vom 24.11.2020 bis 30.11.2020 niedergebrachten Aufschlüssen konnte kein Zutritt von Schicht- oder Grundwasser verzeichnet werden. Eine Messung des Wasserspiegels war in den Rammsondierungen verfahrensbedingt nicht möglich.

Die im Untersuchungsareal dominierende Grundmoräne stellt in ihrer feinkornreichen Zusammensetzung und der damit verbundenen nur schwachen Durchlässigkeit keinen Porengrundwasserleiter dar. Jedoch ist erfahrungsgemäß innerhalb der Grundmoräne vor allem innerhalb kies- und sandreicher Zwischenlagen zu niederschlagsintensiven Zeiten mit einem Auftreten von Hangzug- und Schichtenwasser stets zu rechnen.

Entsprechend der Angaben in der Hochwassergefahrenkarte bzw. -risikokarte der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg tangieren die Überflutungsflächen des Nördlichen und Südlichen Hüttenbergbachs das geplante Baugebiet nicht.

Hierbei ist jedoch zu beachten, dass nicht für alle Gewässer und Gewässerabschnitte hydraulische Berechnungen vorliegen und grundsätzlich Überflutungsereignisse bei Starkregen nicht auszuschließen sind, auch wenn diese im Kartendienst nicht abgebildet sind. Eine vollständige Beurteilung der Hochwassersituation ist bei der zuständigen Wasserbehörde anzufragen.

5.2 Versickerungsfähigkeit der Böden nach dem DWA-A 138 [5]

Die Versickerung von Niederschlagswasser setzt einen durchlässigen Untergrund und einen ausreichenden Abstand zur Grundwasseroberfläche voraus. Der Untergrund muss im Stande sein, die anfallenden Sickerwassermengen aufnehmen zu können. Die Versickerung des Niederschlags kann entweder direkt erfolgen oder über eine ausreichend dimensionierte Sickeranlage, die dem Untergrund durch verzögerte Versickerung die Niederschlagsmengen in Trockenperioden zuführt.

AZ 20 10 019, BG "Hüttenberger Weg" in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung -

Nach dem DWA-A 138 [5] sind Böden zur Versickerung geeignet, deren Wasserdurchlässigkeit zwischen $k_f = 1,0 \times 10^{-3}$ m/s und $k_f = 1,0 \times 10^{-6}$ m/s liegt. Die Mächtigkeit des Sickerraumes sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand, rd. 1,0 m betragen, um eine ausreichende Filterstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Bei Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f \ll 1,0 \times 10^{-6}$ m/s ist eine Regenwasserbeseitigung über eine Versickerung nicht mehr gewährleistet, so dass die anfallenden Wassermengen über ein Retentionsbecken abgeleitet werden müssen.

Die im Untersuchungsareal angetroffenen Böden in Form der Verwitterungsdecke sowie der Moränensedimente weisen erfahrungsgemäß einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f \ll 10^{-6}$ m/s auf und sind für eine Versickerung von Niederschlagswasser nicht geeignet. Dies wird durch die mittels der Kornverteilungen aus dem Kapitel 3.2.3 für die Grundmoräne und den Verwitterungskies bestimmten Bemessungs- k_f -Werten von $k_f = 5,6 \times 10^{-10}$ m/s bis $k_f = 8,8 \times 10^{-8}$ m/s bestätigt.

Die im Absinkversuch in der Schürfgrube SG 1/20 anstehende Grundmoräne erfüllt mit einem korrigierten Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1,6 \times 10^{-6}$ m/s knapp das Durchlässigkeitskriterium nach dem DWA-A 138 [5]. Aufgrund der feinkornreichen Zusammensetzung ist langfristig von einer „Zuschlammung“ der Porenräume und Reduzierung der Sickerfähigkeit auszugehen, so dass auch bei einer kies- und sandreichen Zusammensetzung der Grundmoräne von einer Versickerung abgeraten wird.

Es wird empfohlen, anfallendes Niederschlagswasser gedrosselt über ein Retentionsbecken einem Vorfluter (Nördlicher und Südlicher Hüttenbergbach) zuzuführen.

6 Grundbautechnische Empfehlungen und baubegleitende Maßnahmen

6.1 Baumaßnahmen

Die Stadt Ravensburg beabsichtigt die Erschließung des Baugebiets „Hüttenberger Weg“ im Ortsteil Torkenweiler der Großen Kreisstadt Ravensburg.

Genaue Angaben zur geplanten Bauausführung (unterkellert/nicht unterkellert) der einzelnen Wohnbebauung als auch zu den aus den Bauwerken auf den Untergrund einwirkenden Bauwerklasten lagen zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden geotechnischen Berichts nicht vor.

In den folgenden Erläuterungen wird daher allgemein auf die Bebaubarkeit des Baugebietes eingegangen. Des Weiteren wird ebenfalls auf die für die Erschließung notwendige Anlegung der Ver- und Entsorgungseinrichtungen (Kanal, Wasser, usw.) und Zufahrtsstraßen Bezug genommen.

AZ 20 10 019, BG "Hüttenberger Weg" in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung -

Grundlage der Baugrundbeurteilung sind die beschriebenen geotechnischen Aufschlussresultate. Aufgrund der punktuellen Aufschlüsse im Verhältnis zur Baugebietsfläche wird empfohlen, ergänzende standort- und objektspezifische Baugrunduntersuchungen an den einzelnen Bauplätzen durchzuführen, um jeweils ein auf das jeweilige Bauvorhaben abgestimmtes Gründungskonzept auszuarbeiten.

6.2 Baugrundsituation

Wie das zum Bauvorhaben entwickelte Baugrundmodell in den Anlagen 2.1-3 zeigt, dominieren im geplanten Baugebiet würmzeitliche Moränensedimente. Die Moränensedimente wurden überwiegend als gemischtkörnige Grundmoräne aufgeschlossen, die am Top in einer aufgeweichten Zustandsform und somit nur geringen Tragfähigkeit vorliegt. Mit zunehmender Tiefe gehen die Moränensedimente in eine mind. steife bis halbfeste Konsistenz über und stellen einen gut tragfähigen Untergrund dar. Untergeordnet können in der Grundmoräne sandige Zwischenlagen, erfahrungsgemäß auch Kieslagen und Blöcke eingeschaltet sein.

Überdeckt werden die Moränensedimente von einer Verwitterungsdecke, die sich angesichts der nur weichen bis steifen Konsistenz nur bedingt für eine Aufnahme von Bauwerkslasten eignet. Der Schichtenabschluss wird von einer Oberbodenauflage gebildet, welche im Vorfeld auf den jeweiligen Baufeldern flächig abzutragen ist.

Generell ist die vorliegende Baugrundabfolge im Hinblick auf die zu erwartenden Bauwerke als gründungstechnisch machbar und unproblematisch anzusehen.

6.3 Wohnbebauung / Gründungsempfehlung

Aufgrund fehlender, konkreter Gebäudepläne wird im Folgenden allgemein auf die möglichen Ausführungsvarianten der Wohngebäude (mit und ohne Unterkellerung) eingegangen.

6.3.1 Wohnbebauung ohne Unterkellerung

Sofern die Wohnbebauungen ohne Untergeschoss errichtet werden, kommt der Gründungshorizont nach Abtrag des humosen Oberbodens bzw. der Ackerkrume auf der Verwitterungsdecke zu liegen.

Angesichts der nur weichen bis steifen Konsistenz der oberflächennah anstehenden Bodenschichten und der damit verbundenen nur geringen bis mäßigen Tragfähigkeit sind diese lediglich bei geringen Bauwerkslasten (Einfamilienhaus) für eine Bauwerksgründung heranzuziehen. Da in den setzungsempfindlichen Böden von punktuellen Lasteinbringungen abzusehen ist, ist daher eine Flächengründung der Einfamilienhäuser auf einer **elastisch gebetteten Bodenplatte** vorzusehen

Unterhalb der Bodenplatte ist ein Bodenersatzkörper mit einer Mächtigkeit von $d \geq 1,00$ m anzuordnen. Organisches Bodenmaterial ist gänzlich auszukoffern. Als Bodenersatzkörper ist ein kornabgestuftes, gut verdichtbares Kies (z.B. FSK 0/45 bzw. GW/GI - Material) mit einem Feinkornanteil < 5 % einzubringen.

AZ 20 10 019, BG "Hüttenberger Weg" in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung -

Das lastverteilende Polster ist dabei am Plattenrand so breit auszubilden, dass sich dort ein Lastausbreitungswinkel von 45° einstellen kann. Das mit einem Trennvlies (GRK 4) zu unterlegende Gründungspolster ist lagenweise einzubauen ($d_{\max} \leq 0,3$ m) und auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Sofern nicht bereits durch den Bodenersatzkörper eine frostsichere Gründung gegeben ist, ist ein entsprechender Frostriegel mit einer Tiefe von mind. 1,0 m um das Gebäude vorzusehen.

Der Nachweis des fachgerechten Einbaus des Bodenersatzkörpers ist anhand von statischen Lastplattendruckversuchen nach DIN 18 134 nachzuweisen (Anforderung: $E_{v2} \geq 100$ MN/m², Verhältniswert $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$ bzw. über dynamische Plattendruckversuche: $E_{vd} \geq 50$ MN/m²). Diese Leistung kann von der Fa. BauGrund Süd erbracht werden.

Sollten auf Höhe des Aushubplanums stark aufgeweichte Böden anstehen, kann es erforderlich sein, vor Einbau des Bodenersatzkörpers eine rd. 0,1 m bis 0,2 m starke Grobkornlage (z.B. Bruchkorn 60/80 oder 80/120 Körnung) zur Schaffung eines tragfähigen Auflagers statisch einzuwalken. Die Notwendigkeit einer Grobkornlage ist im Zuge der Baugrubensohlabnahme seitens des Gutachters festzulegen.

Zur Vermeidung von oberflächlichen Aufweichungen der Aushubsohle durch Niederschlagswasser ist ein leichtes Längs- und Quergefälle auf Höhe der Baugrubensohle vorzusehen und anfallendes Niederschlagswasser in einem Graben zu sammeln sowie kontrolliert abzuleiten.

Zur Vorbemessung einer elastisch gebetteten Bodenplatte, die wie oben beschrieben gegründet wird, kann ein Bettungsmodul in der Größenordnung von

$$k_s = 3 - 5 \text{ MN/m}^3$$

abgeschätzt werden.

Da der Bettungsmodul keine Bodenkonstante ist, sondern von den Belastungsverhältnissen, der Geometrie und den Baugrundverformungen abhängt, wird empfohlen, den tatsächlichen Bettungsmodulverlauf der o.g. Bodenplatte nach Vorlage von Lastenplänen und Ausführungsplänen anhand einer detaillierten Setzungsberechnung ermitteln zu lassen. Ebenso ist für eine detaillierte Setzungsberechnung die tatsächliche Baugrundabfolge (Detailerkundung) am geplanten Baugrundstück zu verifizieren. Die Berechnung des Bettungsmoduls kann auf Wunsch seitens der Fa. BauGrund Süd übernommen werden.

Alternativ kann die Gründung der nicht unterkellerten Wohnhäuser bei höheren Bauwerklasten sowie setzungsempfindlichen Gebäuden über **Einzel- und Streifenfundamente** erfolgen. In diesem Zuge sind die nur gering bis mäßig tragfähigen Verwitterungssedimente als auch die aufgeweichten Moränensedimente zu durchstoßen und **mittels Magerbetonvertiefungen** einheitlich bis auf die **mind. steife bis halbfeste** Grundmoräne tiefer zu führen.

AZ 20 10 019, BG "Hüttenberger Weg" in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung -

Nach derzeitigem Kenntnisstand ist davon auszugehen, dass die im Baufeld anstehenden Sedimente kurzfristig unter 90° standfest bleiben (vgl. angelegte Schürfgrube).

Zur Vorbemessung der Einzel- und Streifenfundamente, die einheitlich in den mind. steifen bis halbfesten Moränensedimenten abgesetzt werden, kann der Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes $\sigma_{R,d}$ aus den Anlagen 6.1-2 entnommen werden. Dort sind für mittige Belastungen in Abhängigkeit der Fundamentgeometrie sowie in Abhängigkeit der Schichtenabfolge Grundbruch- und Setzungsberechnungen ausgeführt.

Berechnungsgrundlage hierfür ist der EC 7 bzw. im Detail die DIN EN 1997-1:2009-09, die DIN EN 1997-1/NA und die DIN 1054:2010-12, sowie die DIN 4017:2006-03.

Es liegt die Bemessungssituation BS-P (ständige Situationen / persistent situations) sowie die Schichtenabfolge der Schürfgrube BK 1/20 zugrunde. Die Mindesteinbindetiefe liegt unter Einbeziehung der Frostzone bei 1,0 m.

Das Verhältnis von veränderlichen zu Gesamtlasten wird mit 0,5 vorausgesetzt. Bei einem Ausnutzungsgrad von $\mu \leq 1,0$ und Begrenzung der rechnerischen Setzung auf z. B. $s \leq 1,5$ cm ist je nach gewählter Fundamentgeometrie der im Diagramm benannte Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ anzusetzen.

Die Tabelle 10 und die Tabelle 11 enthalten einen exemplarischen Auszug aus den Anlagen 6.1-2.

Tabelle 10: Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes in Abhängigkeit der Fundamentgeometrie (Einzelfundament in mind. steifer bis halbfester Grundmoräne, Anl. 6.1)

Einzelfundament a x b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN]	zugh.S [cm]
1,0 x 1,0	~ 650	~ 650	0,82
2,0 x 2,0	~ 412	~ 1648	≤ 1,0

Tabelle 11: Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes in Abhängigkeit der Fundamentgeometrie (Streifenfundament in mind. steifer bis halbfester Grundmoräne, Anl. 6.2)

Streifenfundament a x b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	zugh.S [cm]
10,0 x 0,8	~ 454	~ 363	≤ 1,0
10,0 x 1,0	~ 390	~ 390	≤ 1,0

In den Anlagen 6.1-2 ist je nach gewählter Fundamentgeometrie entweder die Grundbruchsicherheit (rote Linie) oder die Begrenzung der Setzungen auf z.B. 1,0 cm (blaue Linien) maßgebend für den Bemessungswert des Sohldruckwiderstands. **Die Größe der zulässigen Setzungen für das Bauwerk ist vom zuständigen Planer festzulegen.**

AZ 20 10 019, BG "Hüttenberger Weg" in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung -

Bei den aufgeführten Tragfähigkeitswerten ist die gegenseitige Beeinflussung von benachbarten Fundamenten nicht berücksichtigt. Es wird vorgeschlagen, die Gründungsvorbemessung nach den Fundamentdiagrammen in der Anlagen 6.1-2 vorzunehmen.

Nach Vorlage der aktuellen Bauwerkslasten sind bei setzungsempfindlichen Tragkonstruktionen die gegenseitigen Beeinflussungen der Fundamente und die Verträglichkeit der Setzungsdifferenzen bzw. Fundamentverdrehungen mit einer Setzungsberechnung zu überprüfen. Diese Leistung kann auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd erbracht werden.

Werden gewisse Setzungen toleriert, kann die Bodenplatte frei **schwimmend** zwischen den Fundamenten auf einer 0,50 m starken, vliesunterlegten Ausgleichsschicht aus einem hochverdichtbaren Kies-Sand-Gemisch (z.B. FSK 0/45) abgesetzt werden. Diese ist lagenweise auf mind. 98 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Der fachgerechte Einbau der Ausgleichsschicht ist anhand von statischen Lastplattendruckversuchen (Anforderung: $E_{v2} > 80 \text{ MN/m}^2$; $E_{v2}/E_{v1} < 2,5$) zu überprüfen.

Für eine **setzungsarme Gründung** ist die Bodenplatte alternativ **deckenartig** auszubilden

6.3.2 Wohnbebauung mit Unterkellerung

Bei einer Wohnbebauung mit Unterkellerung wird derzeit davon ausgegangen, dass die Unterkante der Bodenplatte ca. 3,0 m unterhalb der momentanen Geländeoberkante zu liegen kommen wird.

Angesichts der wasserstauenden Eigenschaften der auf Gründungsniveau anstehenden Böden und der damit verbundenen notwendigen Abdichtung der Bauwerke, wird im Fall einer Unterkellerung eine Gründung auf einer **elastisch gebetteten Bodenplatte** empfohlen.

Den Aufschlussergebnissen nach liegt das Gründungsniveau bereits innerhalb der gemischtkörnigen Grundmoräne mit einer mind. steifen bis halbfesten Konsistenz, so dass die Bodenplatte direkt auf den Moränensedimenten abgesetzt werden kann. Die Grundmoräne ist zum Schutz vor oberflächlichen Aufweichungen mit einer Magerbetonschicht zu versiegeln. Sollte die Zustandsform der Grundmoräne in der entsprechenden Tiefenlage als weich bis steif zu bezeichnen sein, so ist wie bei nicht unterkellerten Bauwerken ein Bodenersatzkörper mit einer Mächtigkeit von 0,60 m vorzusehen bzw. die Magerbetonschicht bis zur Grundmoräne in einer min. steifen bis halbfesten Konsistenz zu verstärken. .

Der Bodenersatzkörper ist dabei, wie oben für nicht unterkellerte Bauwerke beschrieben, aufzubauen. Der fachgerechte Einbau des Bodenersatzkörpers ist mittels statischen Lastplattendruckversuchen zu überprüfen. Dabei ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ und ein Verhältniswert von $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,5$ zu fordern. Die geotechnischen Kontrollprüfungen können auf Wunsch durch die Fa. BauGrund Süd durchgeführt werden.

AZ 20 10 019, BG "Hüttenberger Weg" in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung -

Zur Vorbemessung der Bodenplatte für unterkellerte Bauwerke kann in Abhängigkeit des Gründungssubstrates ein Bettungsmodul in der Größenordnung von

$k_s = 3 - 6 \text{ MN/m}^3$ (Grundmoräne, weich)

$k_s = 8 - 12 \text{ MN/m}^3$ (Grundmoräne, mind. steif bis halbfest)

abgeschätzt werden.

Da der Bettungsmodul keine Bodenkonstante ist, sondern von den Belastungsverhältnissen der Geometrie und den Baugrundverformungen abhängt, wird empfohlen, den tatsächlichen Bettungsmodulverlauf der o.g. Bodenplatten nach Vorlage von Lastenplänen und Ausführungsplänen und aktueller Baugrundabfolge anhand einer detaillierten Setzungsberechnung ermitteln zu lassen. Diese Leistung kann auf Wunsch von der Firma BauGrund Süd ausgeführt werden.

6.4 Baugrube

Es ist davon auszugehen, dass lediglich für die Errichtung unterkellerten Wohnhäuser Baugruben mit einer Tiefe von bis zu > 3 m notwendig sind.

Lassen die Platzverhältnisse eine freie Böschung zu, kann diese in den anstehenden Verwitterungslehmen sowie Moränensedimenten mit einer nur weichen Konsistenz unter 1:1 (45°) frei geböscht werden. Im Fall einer mind. steifen Konsistenz der feinkornreichen Böden darf der Böschungswinkel auf 60° erhöht werden.

Sollte sich im Zuge der Aushubarbeiten ein Zulauf von Schichtenwasser zeigen, so ist dieses mittels Stützscheiben aus Einkornbeton zu fassen und kontrolliert abzuleiten. Je nach Intensität der anfallenden Wassermenge muss ggf. zusätzlich eine vorausseilende Wasserhaltung vorgesehen werden.

Ist ein Geländeeinschnitt von > 3,00 m erforderlich wird empfohlen, nach 3,00 m Höhe eine Berme von 1,50 m Breite anzuordnen. Geböschte Baugruben bzw. Hangeinschnitte mit mehr als 5,00 m Tiefe müssen in ihrer Standsicherheit dagegen rechnerisch nachgewiesen werden. Dies gilt auch für den Fall, wenn die Böschung steiler als angegeben ausgeführt wird.

Die Böschungen sind umgehend nach Freilegung mit Baufolien, die windfest angebracht werden müssen, abzudecken. An den Böschungsschultern ist ein lastfreier Schutzstreifen von mindestens 1,50 m Breite vorzusehen.

Sollten die Platzverhältnisse eine frei geböschte Baugrube nicht gestatten, ist diese im Schutze eines Verbausystems auszuheben. Hierfür ist beispielsweise ein Trägerbohlwandverbau (Berliner Verbau) denkbar, wobei bei einer halbfesten Konsistenz der Grundmoräne Austauschbohrungen zum Einbringen der Bohlträger vorzusehen sind. Die Ausfachung zwischen den Trägern kann über Spritzbeton, Stahlplatten oder Holzbohlen erfolgen.

Im Falle einer Spritzbetonausfachung sind Drainageöffnungen vorzusehen. Die Ausfachung ist dabei so einzubringen, dass ein möglichst gleichmäßiges Anliegen am Erdreich sichergestellt ist. Dabei darf der Bodenaushub nicht im unzulässigen Maß vorausseilen (Abschlagstiefe ist anhand der tatsächlichen Baugrundbeschaffenheit zu wählen).

Der Verbau ist generell statisch nachzuweisen. Für alle Verbau-Maßnahmen ist die DIN 4124 zu beachten. Die Verbaustatik kann auf Wunsch durch Baugrund Süd durchgeführt werden.

Freigelegte Sohlflächen sind unmittelbar nach Erreichen des Aushubsohlniveaus zum Schutz gegen Witterungseinflüsse abzudecken bzw. mit einer Planumsschutzschicht zu belegen (z.B. als Sauberkeitsschicht aus Magerbeton).

6.5 Entwässerung / Trockenhaltung Gebäude

Erdberührte Bauteile sind im Hinblick auf die im Untergrund anstehenden nur sehr schwach durchlässigen Sedimenten gemäß der **DIN 18533 nach der Klasse W2-E** (Abdichtung gegen drückendes Wasser) abzudichten.

Alternativ kann auch eine Ausführung nach der „WU-Richtlinie“ (Prinzip „Weiße Wanne“) erfolgen.

6.6 Kanalbau

Die Sohle der Kanalgräben wird im Folgenden mit einer Verlegetiefe von 2,50 m u. GOK bis 3,5 m angenommen. Somit kommt die Rohrbettung innerhalb der feinkornreichen Moränensedimente zu liegen.

Beim vorzunehmenden Grabenaushub sind die Ausführungen der DIN 4124 (Baugruben und Gräben) bzw. die Angaben im Kapitel 6.4 einzuhalten.

Alternativ zur freien Böschung der Baugruben kann die Verlegung der Kanalrohre im Schutze eines Grabenverbau (z.B. Verbauplatten) vorgenommen werden. Es ist davon auszugehen, dass der anstehende Boden vorübergehend standfest ist, um einen Grabenverbau im Voraushub einzubringen

Bei einer Gründung des Kanalsystems wird durchgehend das Einbringen einer rd. 0,3 m mächtigen Ausgleichs- oder Sauberkeitsschicht unterhalb der Rohrbettung aus hochverdichtbarem, kornabgestuftem Material (V1) empfohlen. Liegen die Böden auf Höhe der Kanalsohle in einer steifen bis halbfesten Konsistenz vor, wird eine Sauberkeitsschicht aus Magerbeton mit einer Mächtigkeit von 0,1 m für ausreichend befunden.

Zu beachten ist, dass die bindigen Böden (Grundmoräne) witterungsempfindlich reagieren und bei Niederschlag in eine ungünstige Konsistenz übergehen können. Vor diesem Hintergrund sollten entsprechende Kanalsohlen, wenn möglich nur bei Trockenwetter freigelegt und kurzfristig wieder überdeckt werden.

AZ 20 10 019, BG "Hüttenberger Weg" in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung -

Je nach Fortschritt der Arbeiten ist eine Schutzschicht vor dem endgültigen Sohlaushub zu belassen. Ggf. ist die Mächtigkeit der Ausgleichschicht zu erhöhen.

Wenn nicht gewünscht wird, dass sich Schichtenwasser innerhalb der kiesigen, durchlässigen Grabenverfüllung bzw. der Grabensohle der neuen Kanaltrasse ungehindert verteilt und abläuft, wird empfohlen, im Bereich der Grundmoräne abschnittsweise sogenannte „Lehmschläge“ vorzusehen bzw. die Grabensohle mit Magerbeton zu versiegeln, um eine „Drainagewirkung“ der Kanaltrasse und Aufweichungsprozesse der Grabensohle zu vermeiden.

Unter Berücksichtigung der Aushubentlastung ergeben sich aus den Kanalbauwerkslasten keine nennenswerten, setzungsrelevanten Zusatzlasten.

Die Ausführung des Rohrauflegers kann aus einem kornabgestuften Sand-Kiesgemisch oder Sand-Splitt-Gemisch hergestellt werden. Die Stärke (S) des Auflegers richtet sich nach dem vorgesehenen Kanalrohrdurchmesser ($S = 100 \text{ mm} + 1/10 \times \text{Nennweite des Kanalrohres}$). Im Bereich der Leitungszone ist generell ein gut verdichtbares Ersatzmaterial (V1) zu schütten und auf 97 % D_{Pr} (Proctordichte) zu verdichten. In der Hauptverfüllzone ist je nach Verfüllmaterial eine Verdichtung zwischen 95 % und 98 % D_{Pr} herzustellen. Die Verdichtung ist im Zuge der Bauausführung zu prüfen und nachzuweisen (dynamische und statische Plattendruckversuche / Rammsondierungen / Dichtebestimmung im Feld). Für die Gründung der Schachtbauwerke ist entsprechend zu verfahren.

Bindiges Aushubmaterial (Verwitterungslehm und Grundmoräne) ist i. d. R. nicht ausreichend verdichtbar (V3) und für den Wiedereinbau in den Kanalgraben und die Verfüllung der Rohrgräben nicht geeignet.

Alternativ kann bei diesen bindigen Böden eine Bodenverbesserung mittels Kalk-Zement-Stabilisierung in Betracht gezogen werden, um diese zum Wiedereinbau nutzen zu können. Dazu ist am anstehenden Boden vorab im Labor eine Eignungsprüfung bzw. in-situ anhand von Probefeldern das erforderliche Bindemittel und dessen Zugabemenge festzulegen. Vorbehaltlich ergänzender bodenmechanischer Untersuchungen kann im Rahmen einer ersten Kostenschätzung von einem Misch-Bindemittel z.B. Dorosol C30), mit einer Zugabemenge von 3 - 6 % Gew.-% ausgegangen werden. Es ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, dass der Ausgangswassergehalt durch Niederschlagseinflüsse sich merklich erhöhen kann, mit der Folge, dass entweder die Zugabemenge oder auch das Additiv entsprechend erhöht werden muss.

Ebenso ist zu beachten, dass die Leitungen bei späteren Revisionsarbeiten im Falle einer Kalk-Zement-Stabilisierung nur mit erhöhtem technischem Aufwand (meißeln) wieder erreicht werden können.

Alternativ kann als Ersatz- und Verfüllmaterial auch jedes verdichtbare, inerte Mineralgemisch wie z.B. Sand-Kies oder Sand-Splitt-Schotter-Gemisch eingebaut werden.

AZ 20 10 019, BG "Hüttenberger Weg" in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung -

Aufgrund der anstehenden Schichtenabfolge ist in den anstehenden Sedimenten nur mit geringen Schicht- und Hangwasserzutritten zu rechnen, so dass zur Trockenhaltung des Rohrgrabens eine offene Wasserhaltung als ausreichend befunden wird.

6.7 Straßenbau

Angaben zur Gradienten der geplanten Straßen lagen nicht vor, so dass davon ausgegangen wird, dass sich die Erschließungsstraßen auf etwa der Höhe der derzeitigen Geländeoberkante befinden.

Für die Herstellung des Straßenaufbaues wird die RStO 12 zu Grunde gelegt.

Gemäß der RStO 12 (2012) wird die geplante Verkehrsfläche der Belastungsklasse Bk1,0 zugeordnet. Die oberflächennah anstehenden Böden in Form der Verwitterungslehme sind der Frostempfindlichkeitsklasse F3 einzustufen, sodass der frostsichere Oberbau ohne Zu- und Abschläge mindestens 0,60 m betragen muss (RStO 12 (2012), Tabelle 6).

Nach Bild 6 der RStO 12 (2012) ist der zu bewertende Standort der Frosteinwirkzone II zuzuordnen. Daher wird für die Mächtigkeit des Oberbaus ein Aufschlag von 0,05 m fällig (RStO 12 (2012), Tabelle 7). Demnach ist für die geplanten Verkehrsflächen ein frostsicherer Oberbau von **mindestens 0,65 m** Dicke vorzusehen.

Nach den getroffenen Annahmen in Bezug auf das Niveau der Verkehrsoberfläche kommt das Erdplanum nach Abtrag des Oberbodens in der aufgeweichten Grundmoräne (Frostempfindlichkeitsklasse F3) zu liegen. Da der für das Erdplanum in feinkornreichen Böden geforderte Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erfahrungsgemäß nicht erreicht wird, ist eine Bodenverbesserung mittels einem **Bodenaustausch** durchzuführen.

Die Mächtigkeit des Bodenaustausches ist mit rd. 0,40 m zu veranschlagen. Es wird empfohlen den Kieskörper (Kies-Sand-Gemisch mit max. 5 % Schluffanteil) mit einem Vlies (GRK 3) vom anstehenden Untergrund zu trennen, um Setzungen zu vermeiden. Stehen im Erdplanum vor Einbau des Kieskörpers stark aufgeweichte Böden an, ist vor dem Einbau des Bodenersatzkörpers eine Grobkornlage (z.B. 60/80 oder 80/120 Körnung) zur Schaffung eines tragfähigen Auflagers statisch einzuwalken.

Der fachgerechte Einbau des Bodenersatzkörpers ist mittels statischen Lastplattendruckversuchen zu überprüfen und zu dokumentieren.

Sollte der Planumswert unterhalb des frostsicheren Aufbaus niedriger liegen, ist der Bodengutachter zur Festlegung weiterer Maßnahmen hinzuzuziehen. Die Tragschichtausbildung ist gem. ZTV T - Stb auszuführen. Die erforderlichen geotechnischen Verdichtungs- und Kontrollprüfungen können durch die Fa. BauGrund Süd erbracht werden.

Auf dem so verbesserten Erdplanum (Bodenersatzkörper) kann dann im Anschluss der eigentliche frostsichere Straßenaufbau gemäß der RStO 12 erfolgen.

AZ 20 10 019, BG "Hüttenberger Weg" in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung -

Alternativ zu einem Bodenaustausch kann auch eine **Stabilisierung** bzw. Konditionierung der Moränensedimente mittels Kalk-Zement in Betracht gezogen werden, wobei eine Frästiefe von $t = 0,4$ m nicht unterschritten werden darf.

Vorbehaltlich ergänzender bodenmechanischer Untersuchungen kann im Rahmen einer ersten Kostenschätzung von einem Misch-Bindemittel (z.B. Dorosol C30 oder glw.) mit einer Zugabemenge von 3 - 6 Gew.-% ausgegangen werden.

Es ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, dass eine Konditionierung mittels Kalk-Zement nur in frostfreien Perioden auszuführen ist.

Darüber hinaus kann sich der Ausgangswassergehalt des zu verbessernden Substrates durch Niederschlagsereignisse deutlich erhöhen, mit der Folge, dass entweder die Zugabemenge erhöht oder das Additiv gewechselt werden muss.

Es ist darauf hinzuweisen, dass beim Einfräsen des o.g. Additivs mit einer Staubeentwicklung zu rechnen ist. Daher ist ggf. ein staubarmes Bindemittel zu wählen.

Bei Ausführung einer qualifizierten Bodenverbesserung (Kalk-Zement-Stabilisierung) ist gemäß ZTV-E Stb 17 anzumerken, dass der Prüfwert an deren Oberkante (OK Planum Bodenverbesserung) bei $E_{v2} \geq 70$ MN/m² liegt.

Durch eine qualifizierte Bodenverbesserung mit einer Mindestschichtdicke von 0,25 m kann der Untergrund in die Frostempfindlichkeitsklasse F2 eingestuft werden, was zu o.g. Reduzierung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus auf bspw. 0,55 m führt (Punkt 3.2 der RStO12).

Wie bereits erwähnt, ist bei einer Kalk-Zement-Stabilisierung zu beachten, dass unter der Straße verlegte Leitungen bei späteren Revisionsarbeiten nur mit erhöhtem technischem Aufwand wieder erreicht werden können.

7 Abfallrechtliche Aushubvorbereitung

Zur Feststellung eventueller Schadstoffgehalte der anstehenden Böden und der Abklärung der einzuhaltenden Entsorgungs-/Verwertungswege der bei den Erdbauarbeiten anfallenden Aushubmassen, wurde auftragsgemäß eine stichpunktartige Beprobung und Analytik der erkundeten Bodenschichten durchgeführt.

7.1 Probenahme

Die Beprobung erfolgte manuell an dem gewonnenen Bodenmaterial der abgeteuften Rammkernbohrungen BK 1-6/20.

Die Probenbezeichnung sowie die Herkunft und Entnahmetiefe der Probe ist in der Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 12: Probenbezeichnung, Entnahmestelle und / -tiefe der Probe

Probenbezeichnung	Entnahmestelle	Entnahmetiefe	Materialansprache
MP 1	BK 1/20 BK 2/20 BK 3/30 BK 4/20 BK 5/20	0,00 - 0,30 m 0,00 - 0,20 m 0,00 - 0,20 m 0,00 - 0,30 m 0,00 - 0,25 m	<u>Oberboden:</u> Schluff, sandig, schwach tonig, organisch
MP 2	BK 1/20 BK 5/20	0,20 - 1,80 0,25 - 0,90	<u>Verwitterungslehm:</u> Schluff, schwach tonig bis tonig, schwach sandig, schwach kiesig
BK 2 (0,2 - 1,55 m)	BK 2/20	0,20 - 1,55	<u>Verwitterungslehm:</u> Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig

Die Probenahme-Protokolle zu den entsprechenden Laborproben sind in den Anlagen 7.1-3 enthalten.

7.2 Analyseergebnis / Bewertung

Die in der Tabelle 12 aufgeführten Probe wurden an das chemische Labor der Agrolab Labor GmbH in Bruckberg zur Untersuchung übergeben.

Die entnommene Mischprobe des Oberbodenhorizontes (MP 1) wurde auf die Vorsorgewerte der BBodSchV [9] zzgl. dem Parameter Arsen im Feststoff an der Fraktion < 2 mm untersucht. Die Untersuchung der Mischproben MP 2, welche Stichproben der Verwitterungsdecke umfasst sowie der Probe BK 2 (0,2 - 1,55 m) erfolgte gemäß dem Parameterumfang der VwV B.W. [7] im Feststoff an der Fraktion < 2 mm sowie im Eluat.

AZ 20 10 019, BG "Hüttenberger Weg" in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung -

Die Bewertung der Bodenproben richtet sich nach den Vorgaben der BBodSchV [9] sowie der Grenzwerte der VwV B.W.[7], wobei die Einstufung des Oberbodens nach der VwV B.W. [7] lediglich als grobe Orientierung zu sehen ist, da eine Verwertung von belasteten Oberboden als Geländeangleichung als auch in technischen Bauwerken in der Regel nicht möglich ist.

In der Tabelle 13 sind die Ergebnisse tabellarisch zusammengefasst.

Tabelle 13: Analyseergebnisse der Bodenproben

Probenbezeichnung	Bodenart	Materialansprache	Verwertungskategorie nach VwV-Boden [7]	BBodSchV [9] Vorsorgewerte
MP 1	Lehm/Schluff	<u>Oberboden:</u> Schluff, sandig, schwach tonig, organisch	(Z 2)	nicht eingehalten Cu = 360 mg/kg
MP 2	Lehm/Schluff	<u>Verwitterungslehm:</u> Schluff, schwach tonig bis tonig, schwach sandig, schwach kiesig	Z 0	eingehalten
BK 2 (0,2 - 1,55 m)	Lehm/Schluff	<u>Verwitterungslehm:</u> Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig	Z 0	eingehalten

Wie der Zusammenfassung der Analyseergebnisse in der Tabelle 13 sowie dem vollständigen Laboranalysenbericht in der Anlage 8 zu entnehmen ist, werden in der Mischproben MP 1 die Vorsorgewerte der BBodSchV [9] nicht eingehalten. Der Parameter Kupfer überschreitet mit einer Konzentration von 360 mg/kg deutlich die Vorsorgewerte der BBodSchV [9].

Für die Stichproben aus der Verwitterungsdecke werden die Vorsorgewerte der BBodSchV [9] bzw. die Grenzwerte für eine Einstufung in die Verwertungskategorie Z 0 nach der VwV B.W. [7] eingehalten, so dass eine uneingeschränkte Verwertung gemäß den Vorgaben für Z 0 - Material möglich ist.

Zur weiteren Abgrenzung bzw. Verifizierung belasteter Oberbodenschichten erfolgt in Rücksprache mit dem Auftraggeber sowie dem LRA Ravensburg eine weiterreichende Beprobung des Baugebietes gemäß den Vorgaben der BBodSchV [9] für den Pfad Boden-Mensch sowie Boden-Nutzpflanze. Die Ergebnisse dieser Beprobung werden in einem separaten Prüfbericht bzw. einer Stellungnahme nachgereicht.

8 Hinweise und Empfehlungen

Die im Bericht enthaltenen Angaben beziehen sich auf die oben genannten Untersuchungsstellen. Abweichungen von gemachten Angaben (Schichttiefen, Bodenzusammensetzung etc.) können aufgrund der Heterogenität des Untergrundes nicht ausgeschlossen werden. Die in den Rammsondierungen dargestellten Schichtgrenzen sind als Interpretation zu sehen. Es ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen erforderlich.

Es wird deshalb empfohlen, zur Abnahme der Gründungssohlen den Unterzeichner des Berichtes heranzuziehen.

Evtl. erforderliche Kontrollprüfungen für den Nachweis der fachgerechten Herstellung der Bodenersatzkörper bzw. der Bettungsschicht sowie des frostsicheren Straßenoberbaus können durch den Unterzeichner vorgenommen werden.

Zudem wird geraten, eine objektspezifische und ergänzende Baugrunderkundung bei Bebauung der einzelnen Flurstücke durchzuführen, um die gründungstechnischen Empfehlungen bauplatzbezogen festzulegen bzw. den baulichen Gegebenheiten entsprechend anzupassen.

Der vorliegende geotechnische Bericht bezieht sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichtes vorliegenden Planungsstand. Weitere Ausführungen der Planung sind ggf. mit dem Gutachter abzustimmen. Gegebenenfalls sind weitere Aufschlüsse bzw. Berechnungen erforderlich, um die bisherigen geotechnischen Angaben und Empfehlungen dem aktuellen Planungsstand bzw. der Ausführungsplanung gegenüber bestätigen zu können.

Für ergänzende Erläuterungen sowie zur Klärung der im Verlauf der weiteren Planung und Ausführung noch offenen Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.



Rainer Schumacher
M.Sc.-Geol.



Geschäftsführer
Alois Jäger



M.Sc.-Geol.
Veronika Schmidt

baugrund süd

weishaupt gruppe

BG "Hüttenberger Weg"
in 88214 Ravensburg

AZ 20 10 019

Anlage 1.1: Übersichtslageplan, unmaßstäblich

Ravensburg-



Google Earth

Untereschach

Oberhofen



Untersuchungsgebiet

© 2020 Google
© 2020 GeoBasis-DE/BKG
© 2020 Google



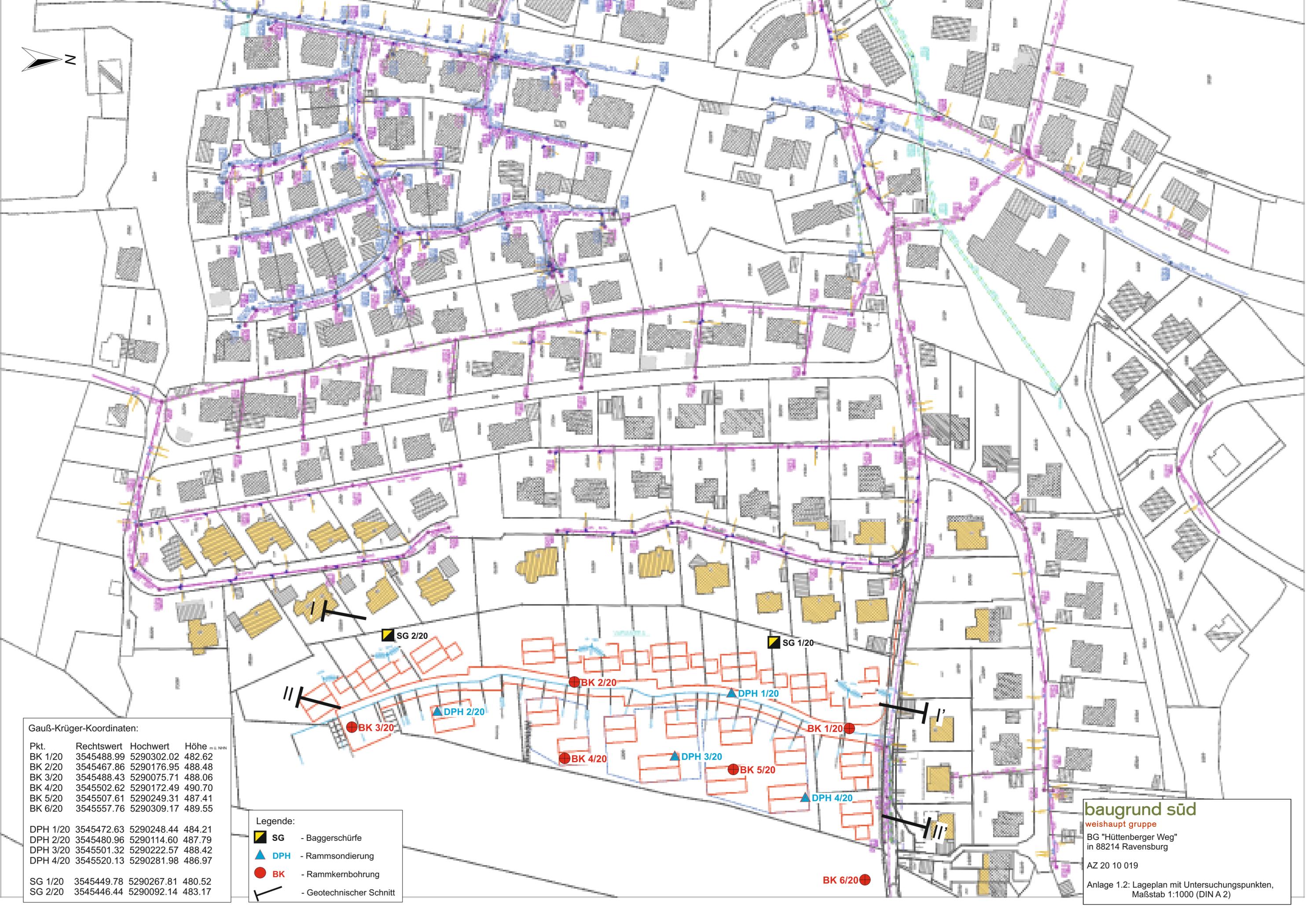
Gauß-Krüger-Koordinaten:

Pkt.	Rechtswert	Hochwert	Höhe _{m ü. NNH}
BK 1/20	3545488.99	5290302.02	482.62
BK 2/20	3545467.86	5290176.95	488.48
BK 3/20	3545488.43	5290075.71	488.06
BK 4/20	3545502.62	5290172.49	490.70
BK 5/20	3545507.61	5290249.31	487.41
BK 6/20	3545557.76	5290309.17	489.55
DPH 1/20	3545472.63	5290248.44	484.21
DPH 2/20	3545480.96	5290114.60	487.79
DPH 3/20	3545501.32	5290222.57	488.42
DPH 4/20	3545520.13	5290281.98	486.97
SG 1/20	3545449.78	5290267.81	480.52
SG 2/20	3545446.44	5290092.14	483.17

Legende:

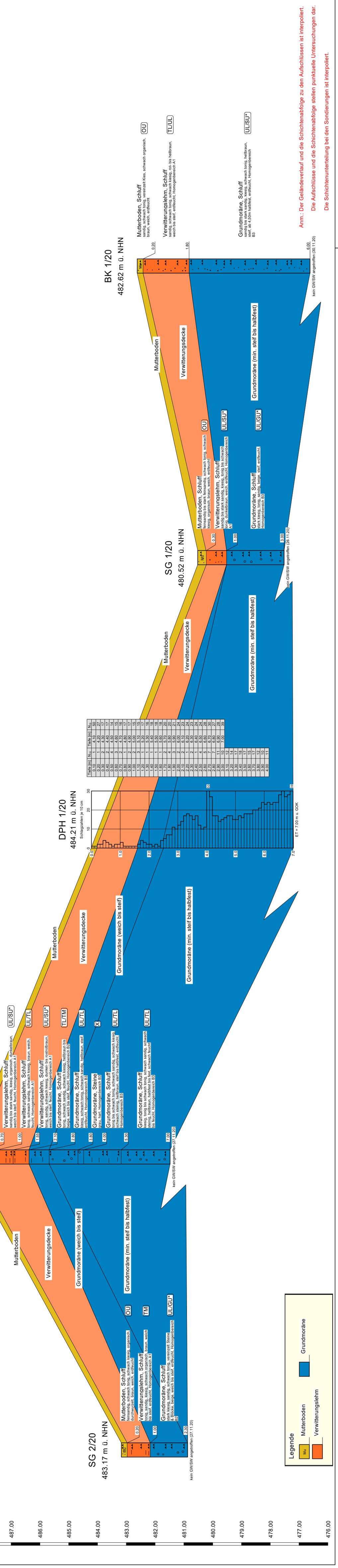
	SG	- Baggerschürfe
	DPH	- Rammsondierung
	BK	- Rammkernbohrung
		- Geotechnischer Schnitt

baugrund süd
 weishaupt gruppe
 BG "Hüttenberger Weg"
 in 88214 Ravensburg
 AZ 20 10 019
 Anlage 1.2: Lageplan mit Untersuchungspunkten,
 Maßstab 1:1000 (DIN A 2)



Geotechnischer Baugrundschnitt I - I'

Maßstab d.H. 1:50, Maßstab d. L. unmaßstäblich



Anm.: Der Geländeverlauf und die Schichtenabfolge zu den Aufschlüssen ist interpoliert.
 Die Aufschlüsse und die Schichtenabfolge stellen punktuelle Untersuchungen dar.
 Die Schichtenunterteilung bei den Sondierungen ist interpoliert.

Geotechnisches Bohrprofil Retentionsbecken (geplant)

Maßstab d.H. 1:50, Maßstab d. L. unmaßstäblich

BK 6/20

489.55 m ü. NHN

m ü. NHN

490.00

489.00

488.00

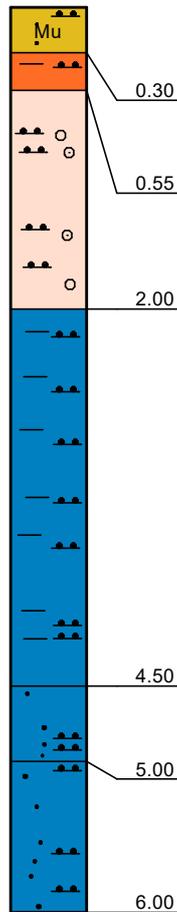
487.00

486.00

485.00

484.00

483.00



Mutterboden, Schluff

sandig bis stark sandig, schwach tonig, organisch, dunkelbraun, weich bis steif, erdfeucht

OU

Verwitterungslehm, Schluff

tonig, schwach sandig, schwach kiesig, rotbraun, steif, erdfeucht, Homogenbereich A1

TL/TM

Verwitterungskies, Fein- bis Grobkies

stark sandig, stark schluffig, hellbraun, verbacken, mitteldicht, Matrix: steif, erdfeucht, Homogenbereich A2

GU*

Grundmoräne, Schluff

tonig, sandig, schwach kiesig, hellbraun, weich bis steif, feucht, Homogenbereich B2

TL/TM

Grundmoräne, Schluff

sandig, schwach tonig, schwach kiesig, hellbraun, steif bis halbfest, erdfeucht, Homogenbereich B3

UL/TL

Grundmoräne, Schluff

sandig bis stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig, grau, halbfest bis fest, erdfeucht, Homogenbereich B3

TL/ST*

kein GW/SW angetroffen (30.11.20)

Legende



Mutterboden



Verwitterungskies



Verwitterungslehm



Grundmoräne

Anm.: Die Aufschlüsse und die Schichtenabfolge stellen punktuelle Untersuchungen dar.

BK 1/20: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



BK 1/20: 4,0 bis 6,0 m u. GOK



BK 2/20: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



BK 2/20: 4,0 bis 7,0 m u. GOK



BK 3/20: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



BK 3/20: 4,0 bis 6,0 m u. GOK



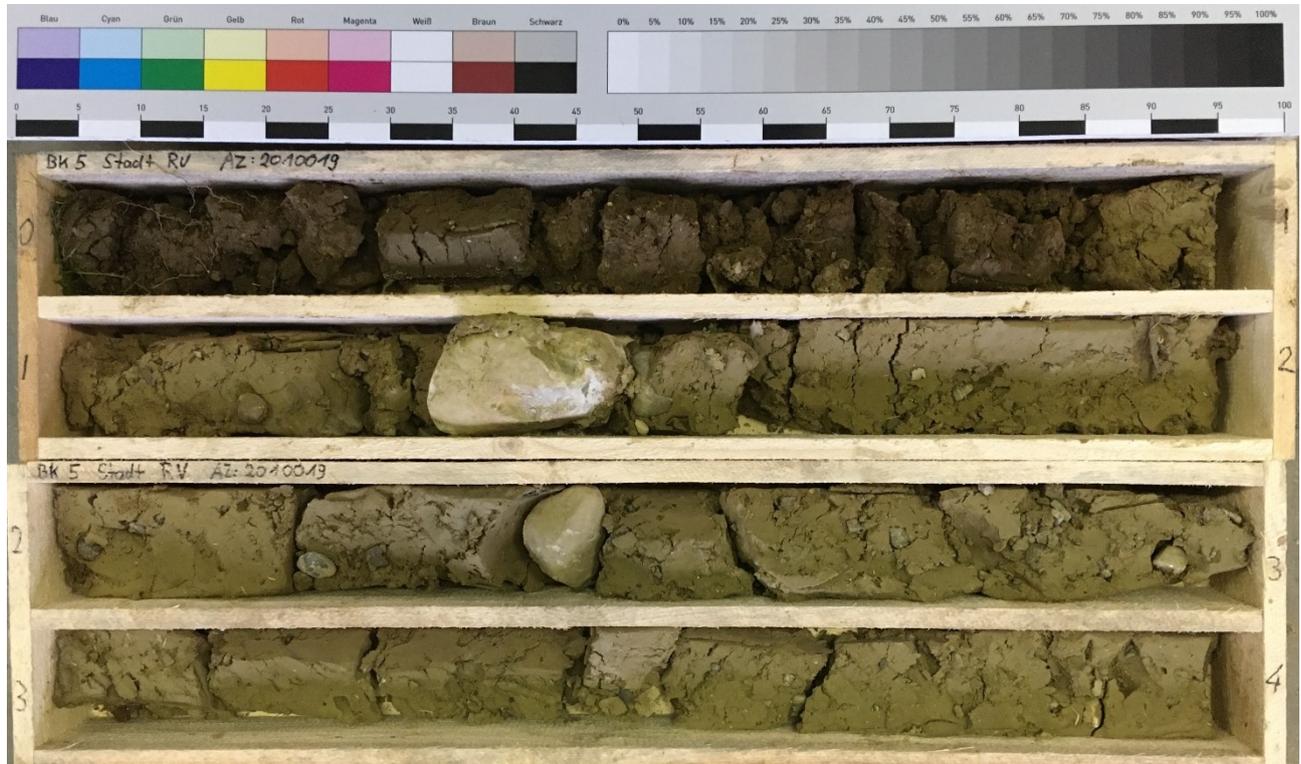
BK 4/20: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



BK 4/20: 4,0 bis 6,0 m u. GOK



BK 5/20: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



BK 5/20: 4,0 bis 7,0 m u. GOK



BK 6/20: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



BK 6/20: 4,0 bis 6,0 m u. GOK



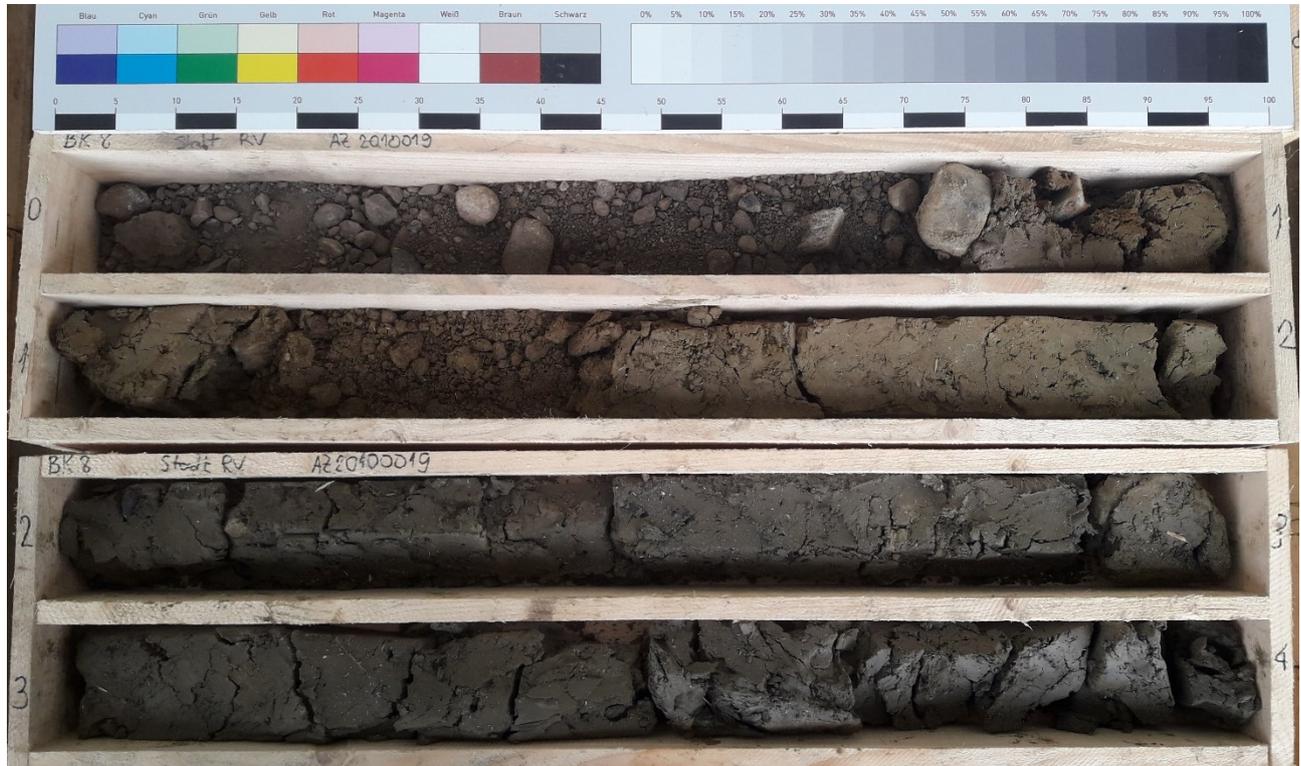
BK 7/20: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



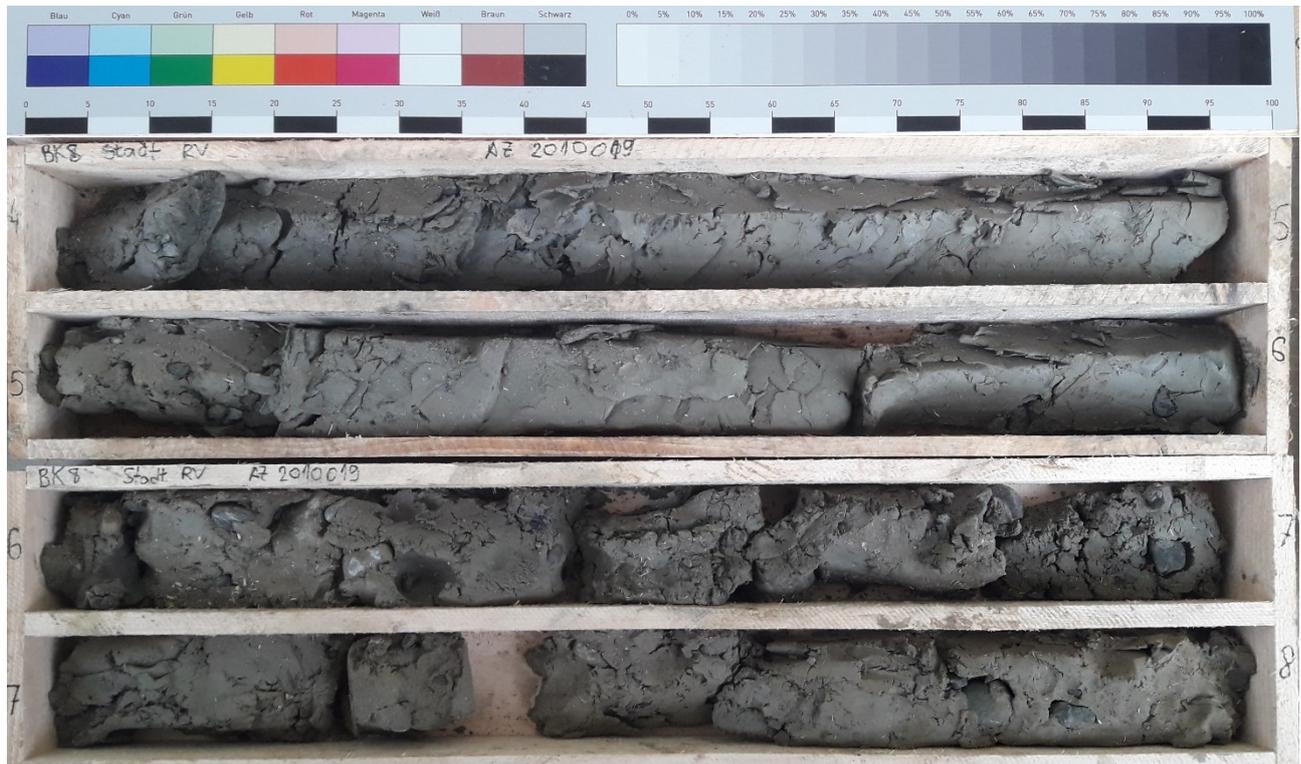
BK 7/20: 4,0 bis 6,0 m u. GOK



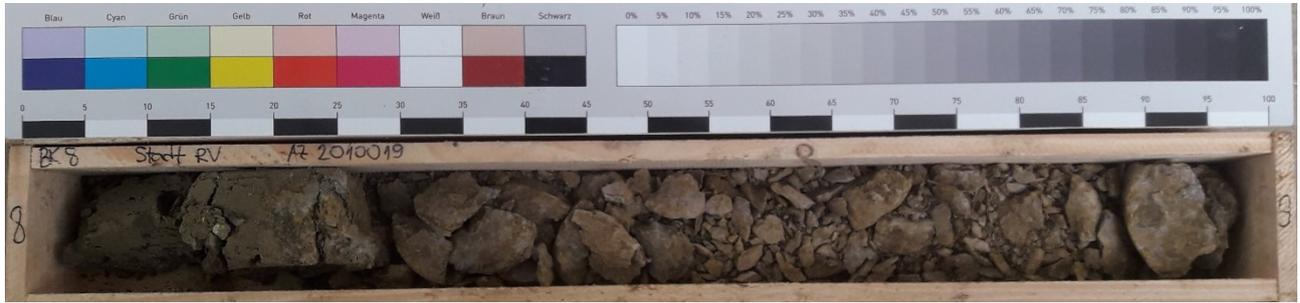
BK 8/20: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



BK 8/20: 4,0 bis 8,0 m u. GOK



BK 8/20: 8,0 bis 9,0 m u. GOK



SG 1/20: 0,0 bis 3,0 m u. GOK



SG 2/20: 0,0 bis 2,30 m u. GOK



Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17892-1:2015-03

BG "Hüttenberger Weg"

in 88214 Ravensburg

AZ 20 10 019

Probe entnommen am: 30.11.2020

Bearbeiter: DSv

Entnahmestelle	BK 5/20		
	1	2	3
Prüfungsnummer			
Entnahmetiefe [m]	2.0	4.0	6.0
Behälter Gewicht [g]	112.75	112.90	113.12
Probe feucht + Behälter [g]	929.16	967.18	679.07
Probe trocken + Behälter [g]	833.53	884.28	629.03
Wassergehalt w [%]	13.27	10.75	9.70

Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

BG "Hüttenberger Weg"
 in 88214 Ravensburg

Bearbeiter: DSv

Datum: 22.12.2020

Prüfungsnummer: 1

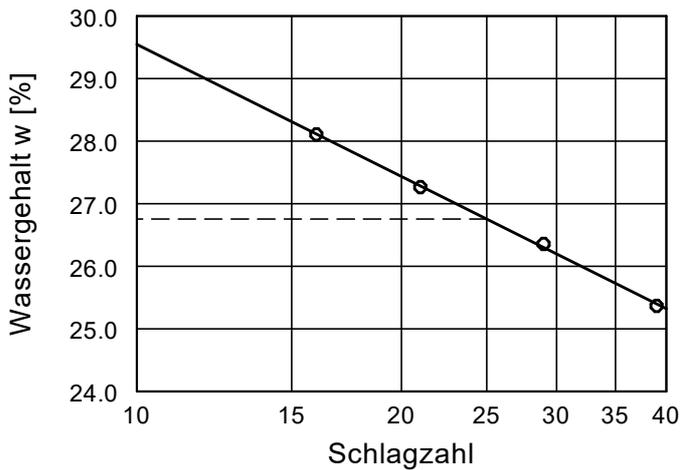
Entnahmestelle: BK 1/20

Tiefe: 2,0 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TL

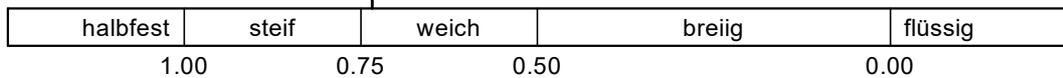
Probe entnommen am: 30.11.2020



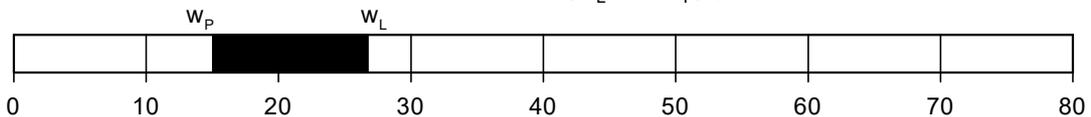
Wassergehalt w =	14.7 %
Fließgrenze w_L =	26.8 %
Ausrollgrenze w_P =	15.0 %
Plastizitätszahl I_P =	11.8 %
Konsistenzzahl I_C =	0.73
Anteil Überkorn \ddot{u} =	21.3 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	2.0 %
Korr. Wassergehalt =	18.1 %

Zustandsform

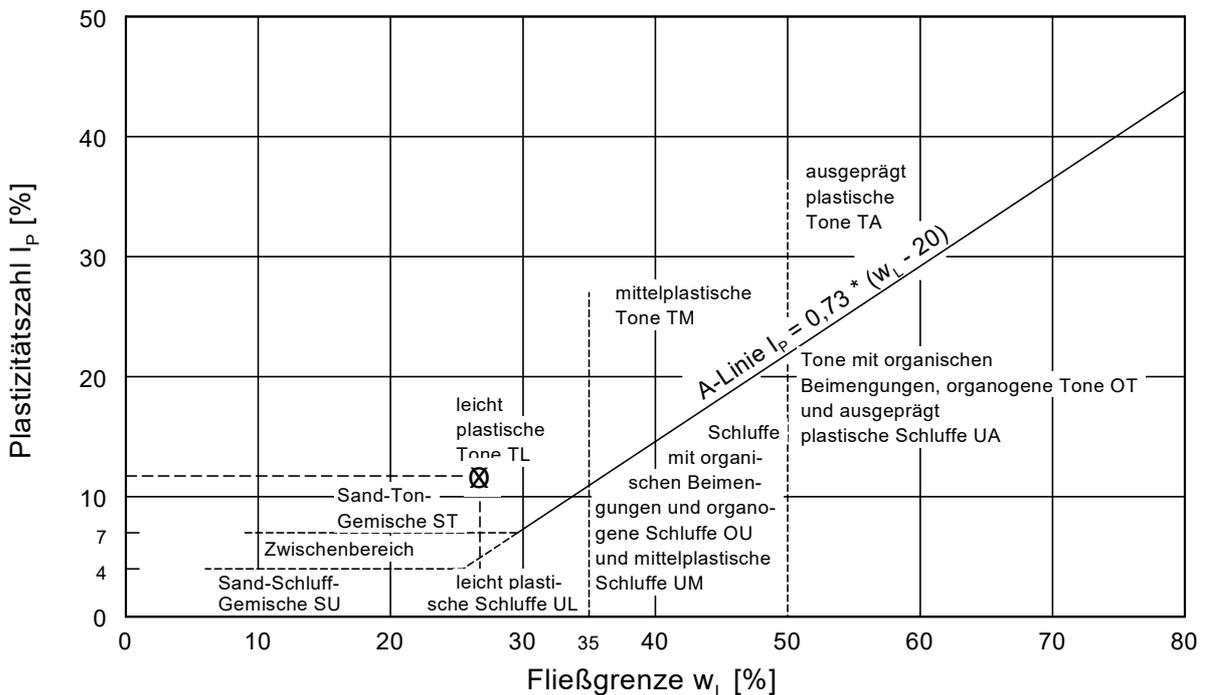
$I_C = 0.73$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

BG "Hüttenberger Weg" in 88214 Ravensburg

Bearbeiter: DSv

Datum: 22.12.2020

Prüfungsnummer: 2

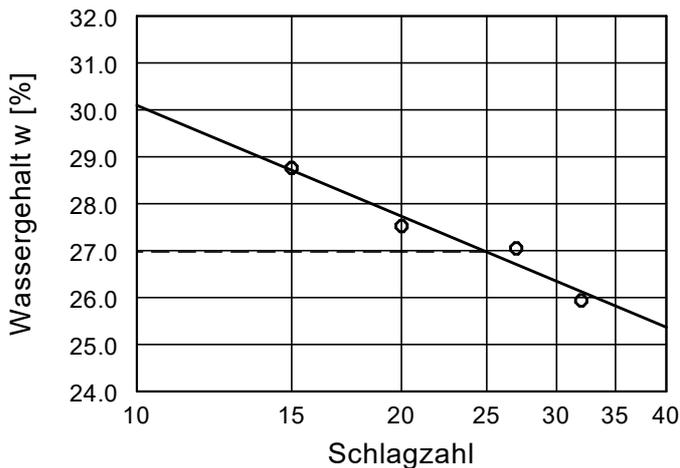
Entnahmestelle: BK 2/20

Tiefe: 4,0 m

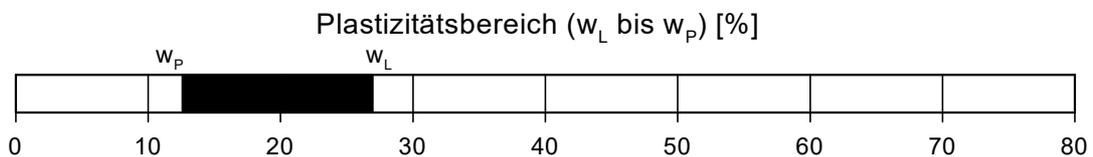
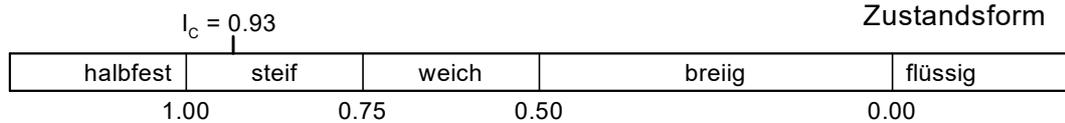
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TL

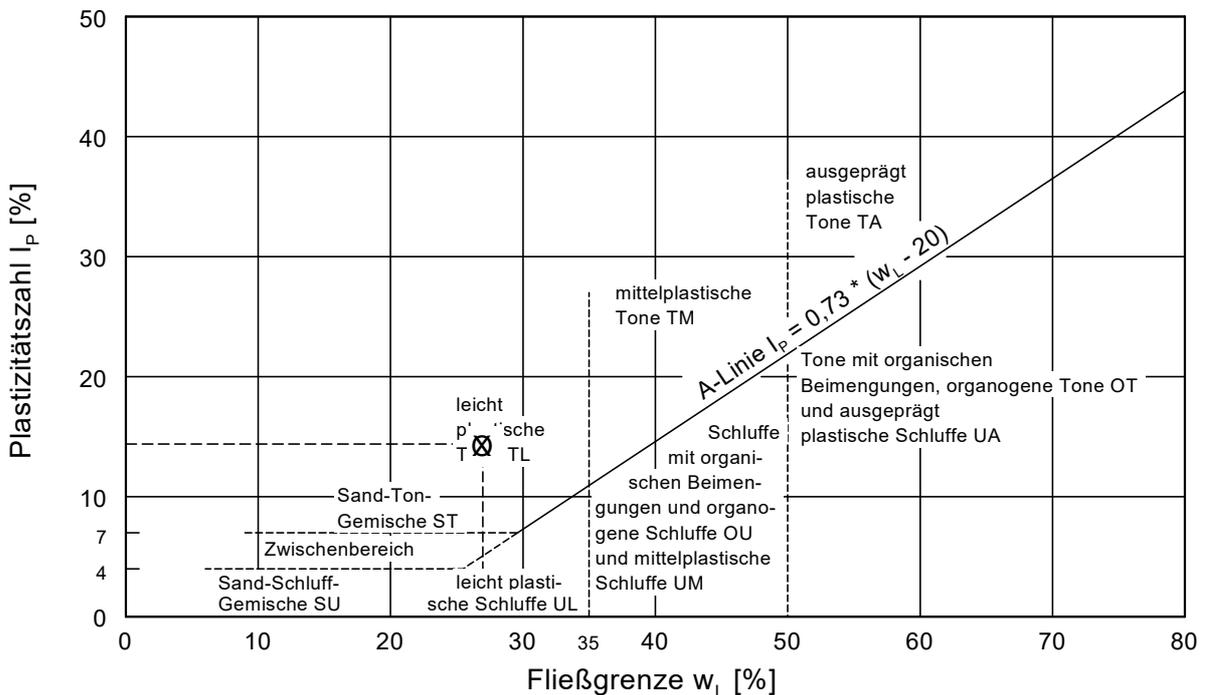
Probe entnommen am: 30.11.2020



Wassergehalt w =	10.3 %
Fließgrenze w_L =	27.0 %
Ausrollgrenze w_P =	12.6 %
Plastizitätszahl I_P =	14.4 %
Konsistenzzahl I_C =	0.93
Anteil Überkorn \ddot{u} =	28.5 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	2.0 %
Korr. Wassergehalt =	13.5 %



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

BG "Hüttenberger Weg"

in 88214 Ravensburg

Bearbeiter: DSV

Datum: 22.12.2020

Prüfungsnummer: 3

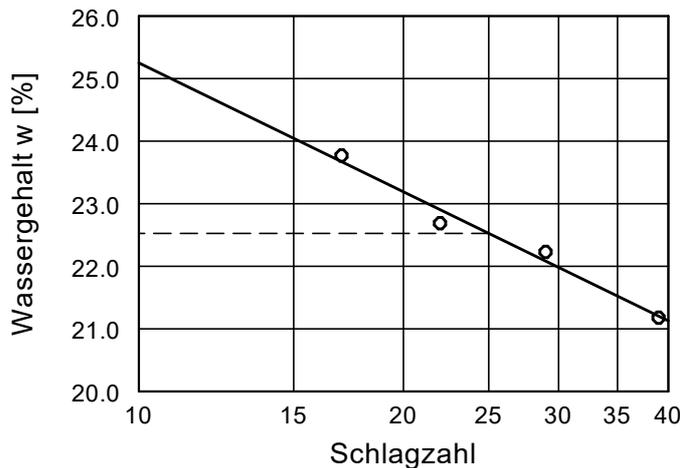
Entnahmestelle: BK 5/20

Tiefe: 3,0 m

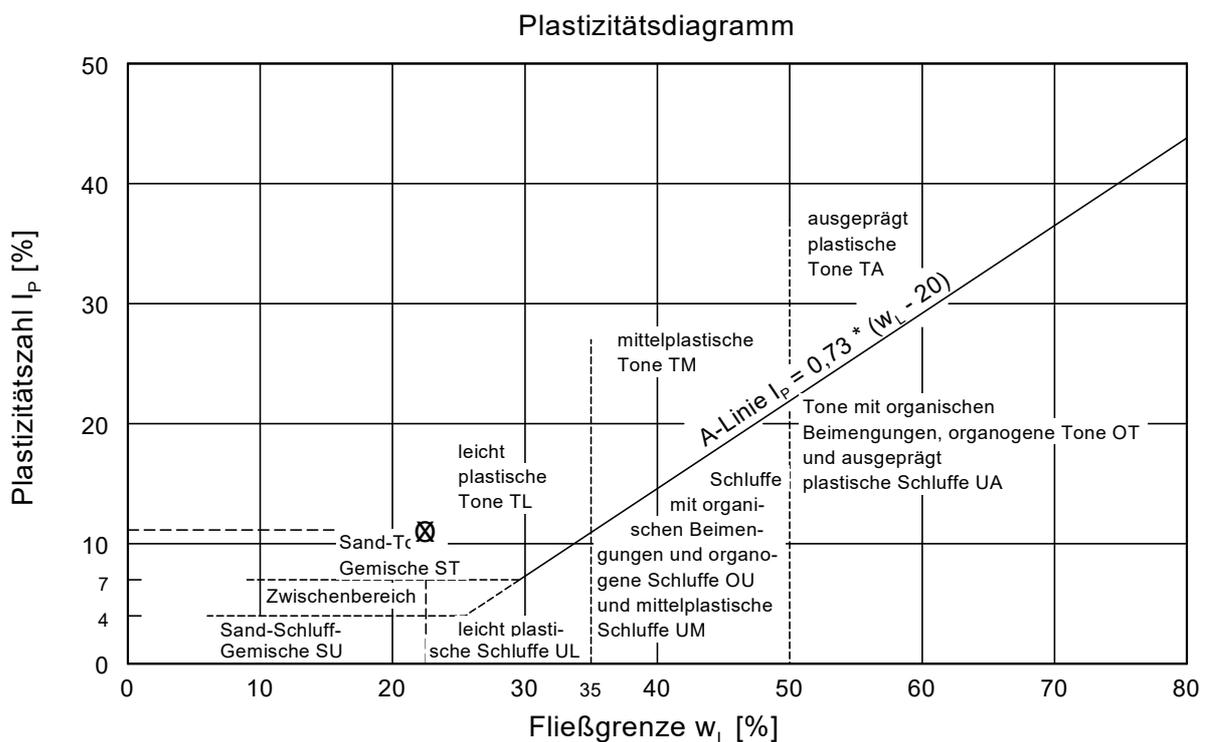
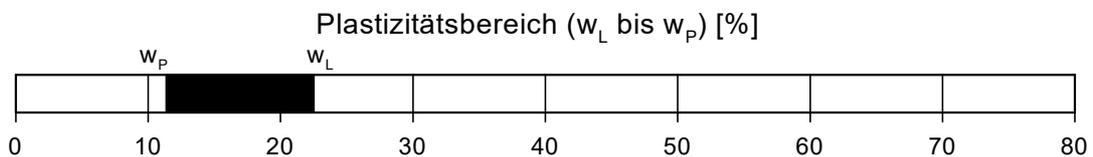
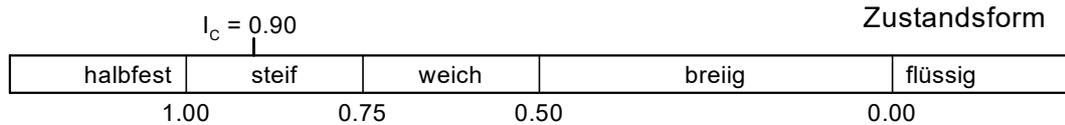
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TL

Probe entnommen am: 30.11.2020



Wassergehalt w =	10.3 %
Fließgrenze w_L =	22.5 %
Ausrollgrenze w_p =	11.4 %
Plastizitätszahl I_p =	11.1 %
Konsistenzzahl I_C =	0.90
Anteil Überkorn \ddot{u} =	20.4 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	2.0 %
Korr. Wassergehalt =	12.4 %



BauGrund Süd
 Gesellschaft für Bohr-und Geotechnik mbH
 Zeppelinstraße 10
 88410 Bad Wurzach

Bearbeiter: DSv

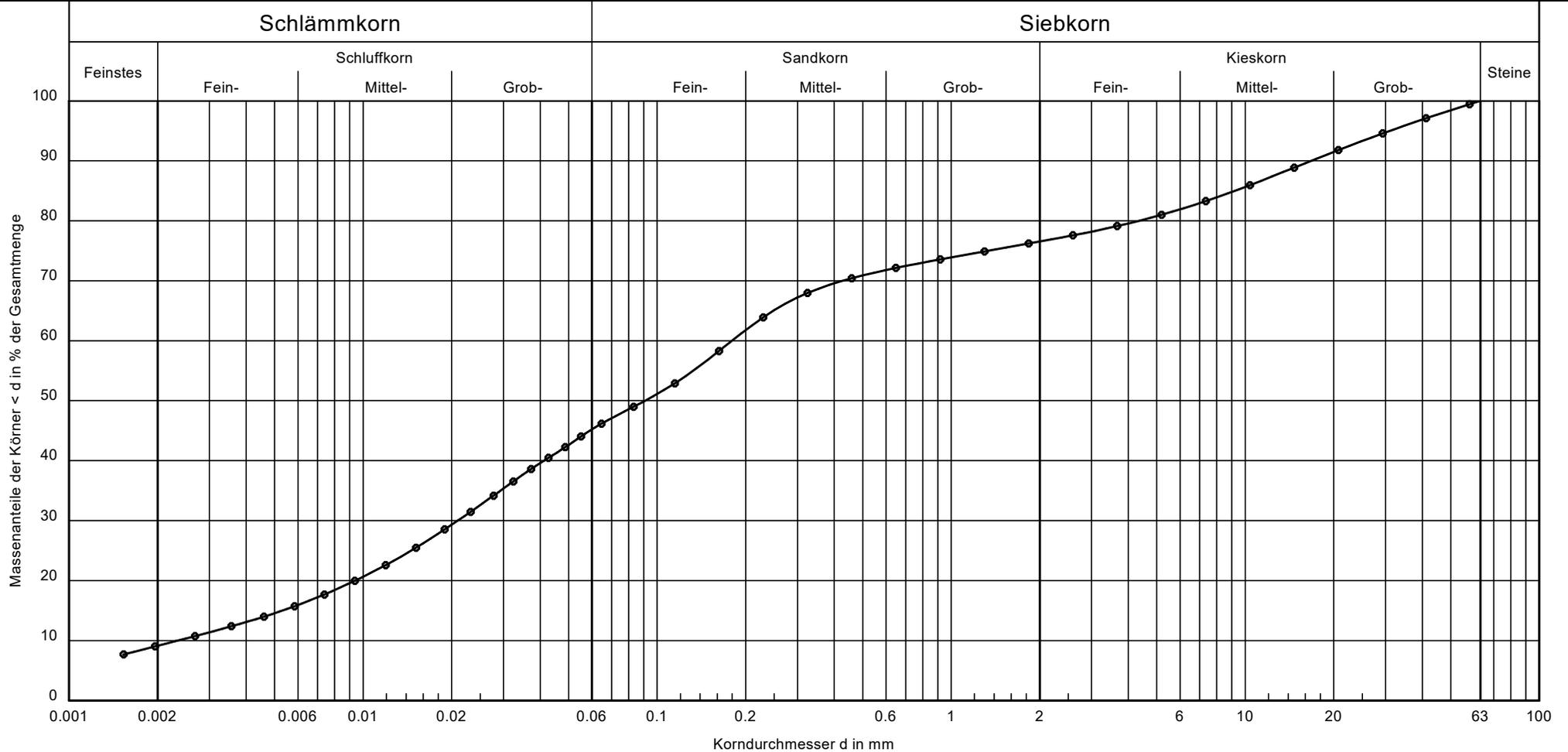
Datum: 22.12.2020

Körnungslinie

BG "Hüttenberger Weg"

in 88214 Ravensburg

Prüfungsnummer: 1
 Probe entnommen am: 30.11.2020
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Siebung und Schlämmlung



Bezeichnung:		Nach DIN 4022: Schluff, stark sandig (U, s*, g, t') kiesig, schwach tonig	Bericht: AZ 20 10 019 Anlage: 4.5
Bodenart:	U, fs, t', ms', fg', mg', gg'		
Entnahmestelle:	BK 1/20		
Tiefe:	2,0 - 4,0 m		
U/Cc:	77.1/1.0		
k [m/s][USBR]:	$7.8 \cdot 10^{-8}$		
T/U/S/G [%]:	9.2/36.7/30.7/23.5		

BauGrund Süd
Gesellschaft für Bohr-und Geotechnik mbH
Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

Bearbeiter: DSv

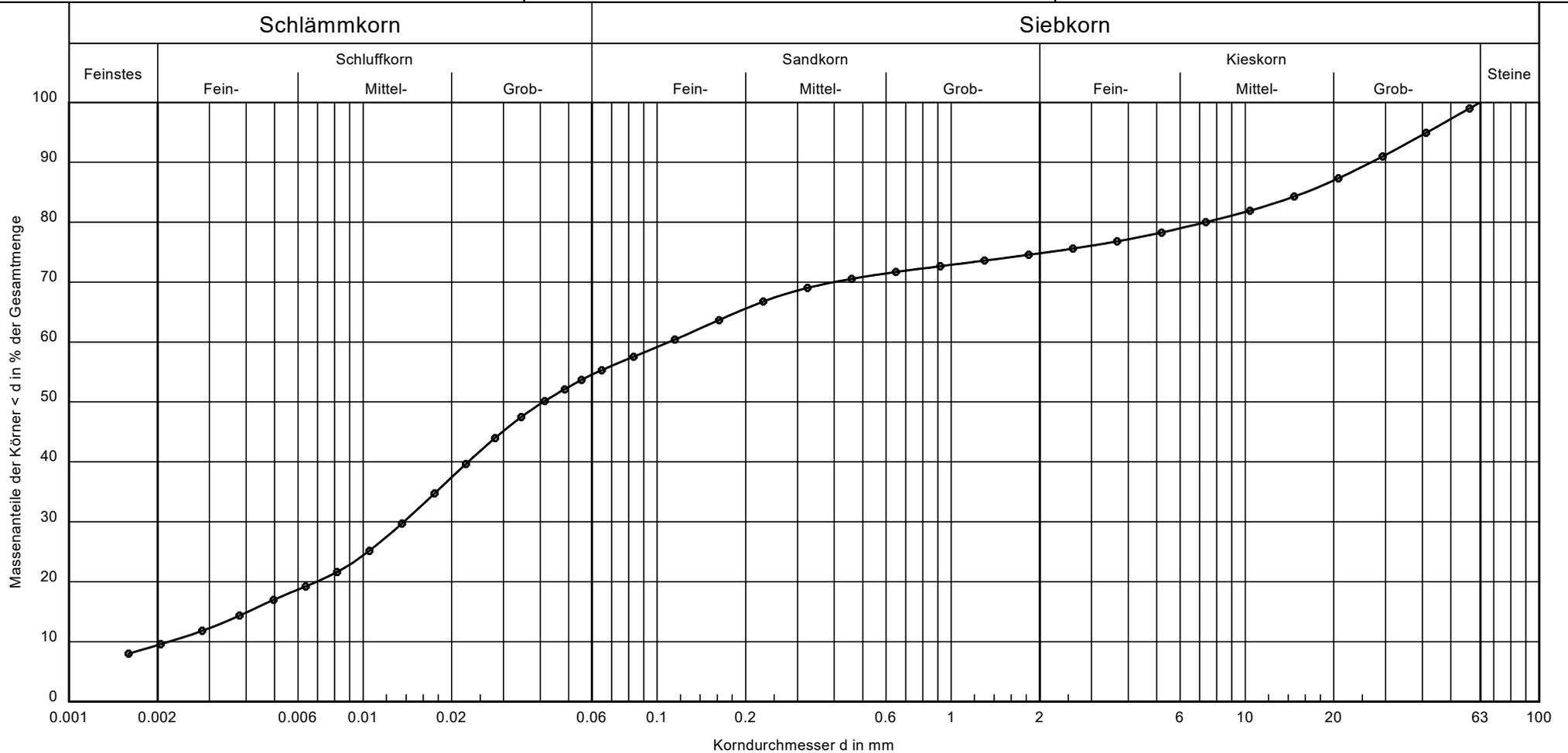
Datum: 22.12.2020

Körnungslinie

BG "Hüttenberger Weg"

in 88214 Ravensburg

Prüfungsnummer: 2
Probe entnommen am: 30.11.2020
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Siebung und Schlämmlung



Bezeichnung:		Nach DIN 4022: Schluff, kiesig (U, g, s, t') sandig, schwach tonig	Bericht: AZ 20 10 019 Anlage: 4.6
Bodenart:	U, t, fs', ms', mg', gg'		
Entnahmestelle:	BK 3/20		
Tiefe:	3,0 - 4,0 m		
U/Cc:	50.3/0.8		
k [m/s][USBR]:	$3.9 \cdot 10^{-8}$		
T/U/S/G [%]:	9.4/45.6/19.7/25.2		

BauGrund Süd
 Gesellschaft für Bohr-und Geotechnik mbH
 Zeppelinstraße 10
 88410 Bad Wurzach

Bearbeiter: DSv

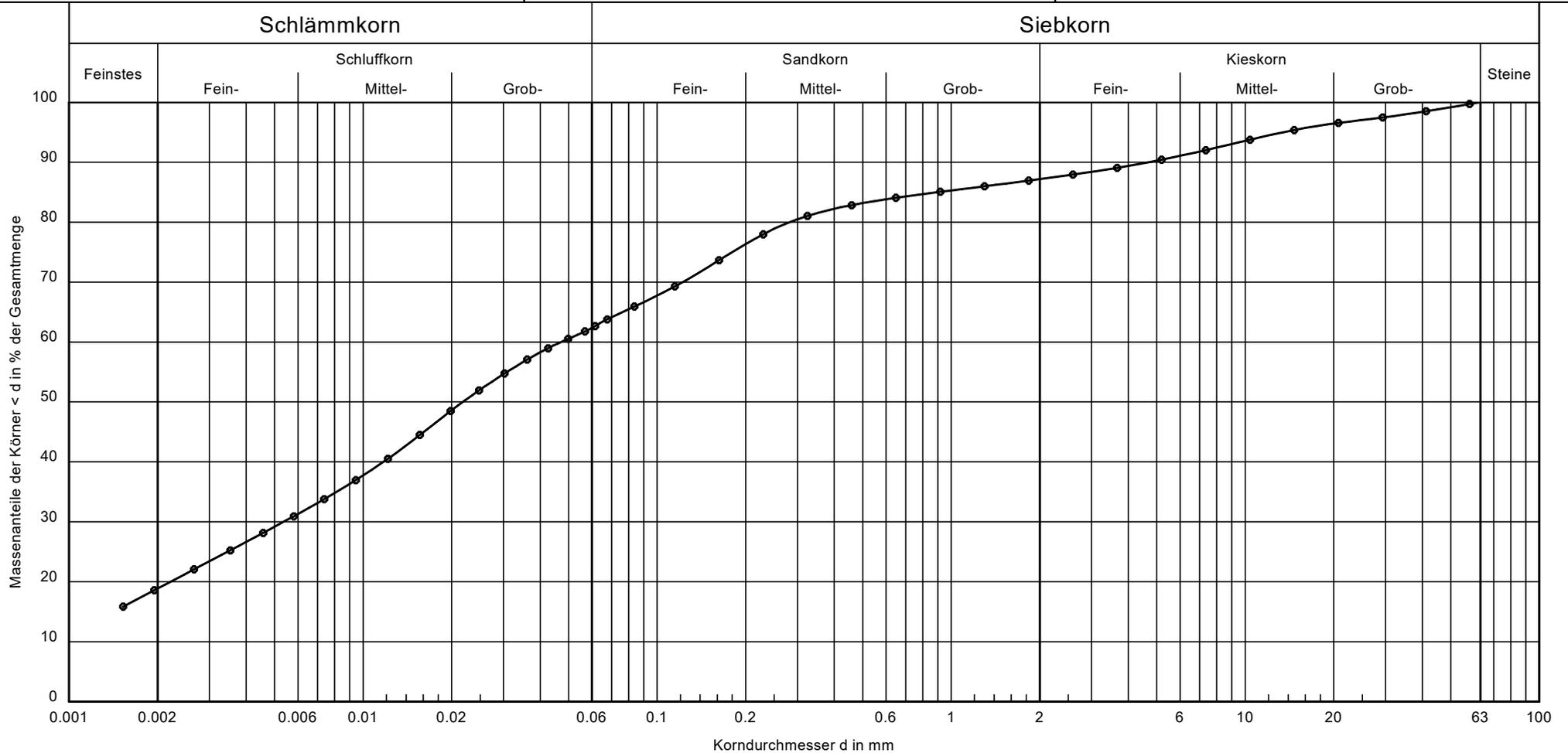
Datum: 22.12.2020

Körnungslinie

BG "Hüttenberger Weg"

in 88214 Ravensburg

Prüfungsnummer: 3
 Probe entnommen am: 30.11.2020
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Siebung und Schlämmung



Bezeichnung:		Nach DIN 4022: Schluff, sandig (U, s, t, g') tonig, schwach kiesig	Bericht: AZ 20 10 019 Anlage: 4.7
Bodenart:	U, t, fs', ms', mg'		
Entnahmestelle:	BK 4/20		
Tiefe:	2,4 - 4,7 m		
U/Cc:	-/-		
k [m/s][USBR]:	$2.8 \cdot 10^{-9}$		
T/U/S/G [%]:	18.9/44.1/24.2/12.8		

BauGrund Süd
 Gesellschaft für Bohr-und Geotechnik mbH
 Zeppelinstraße 10
 88410 Bad Wurzach

Bearbeiter: DSv

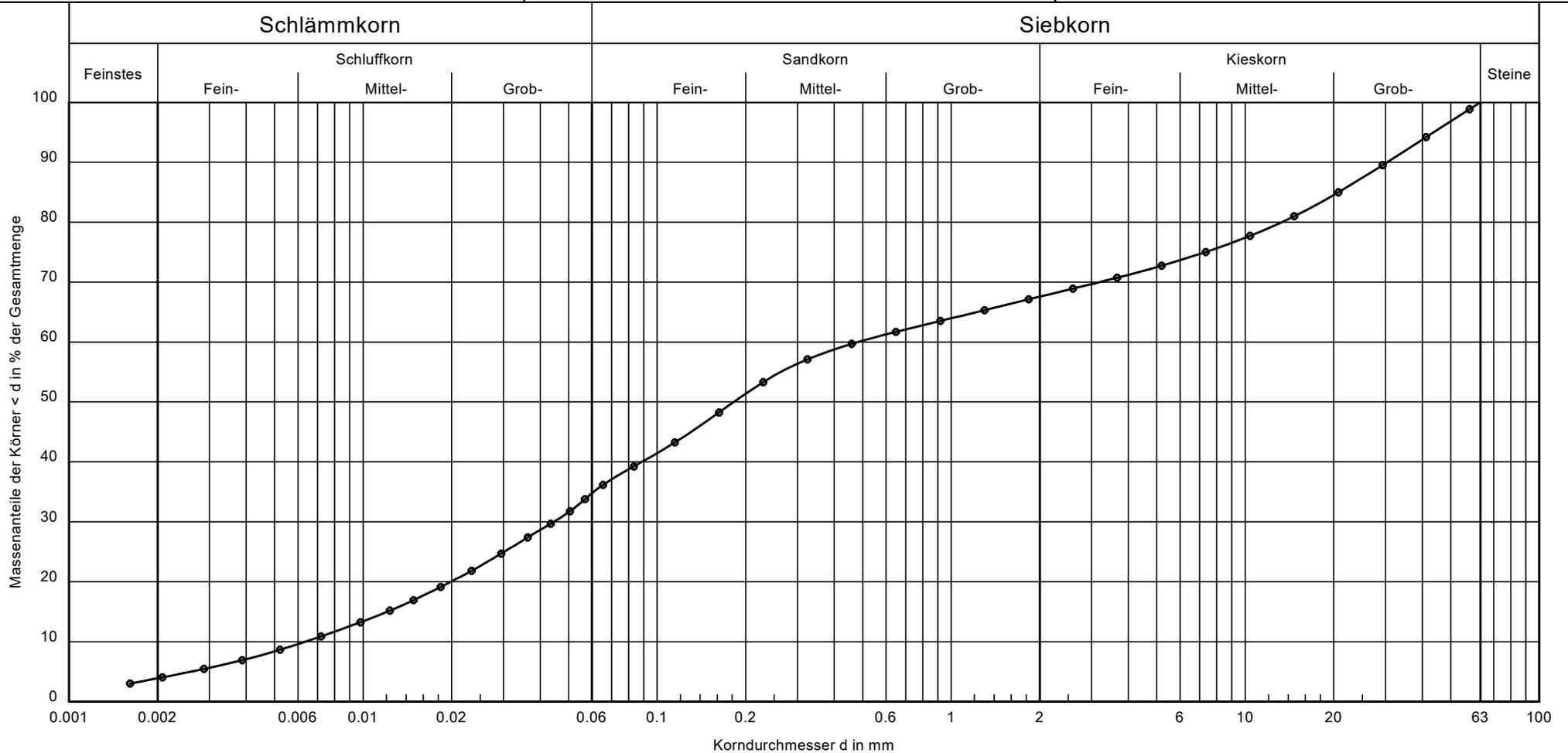
Datum: 22.12.2020

Körnungslinie

BG "Hüttenberger Weg"

in 88214 Ravensburg

Prüfungsnummer: 4
 Probe entnommen am: 30.11.2020
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Siebung und Schlämmlung



Bezeichnung:		Nach DIN 4022: Kies, stark sandig (G, s*, u*) stark schluffig	Bericht: AZ 20 10 019 Anlage: 4.8
Bodenart:	G, \bar{u} , fs, ms', gs'		
Entnahmestelle:	BK 6/20		
Tiefe:	0,55 - 2,00 m		
U/Cc:	76.2/0.6		
k [m/s][USBR]:	$4.4 \cdot 10^{-7}$		
T/U/S/G [%]:	3.9/31.7/32.0/32.4		

Nachweis des Grenzzustandes GEO-2 - Grundbruch- und Setzungsberechnung

Einzelfundament auf mind. steifer bis halbfester Grundmoräne, BS-P (nicht unterkellert)

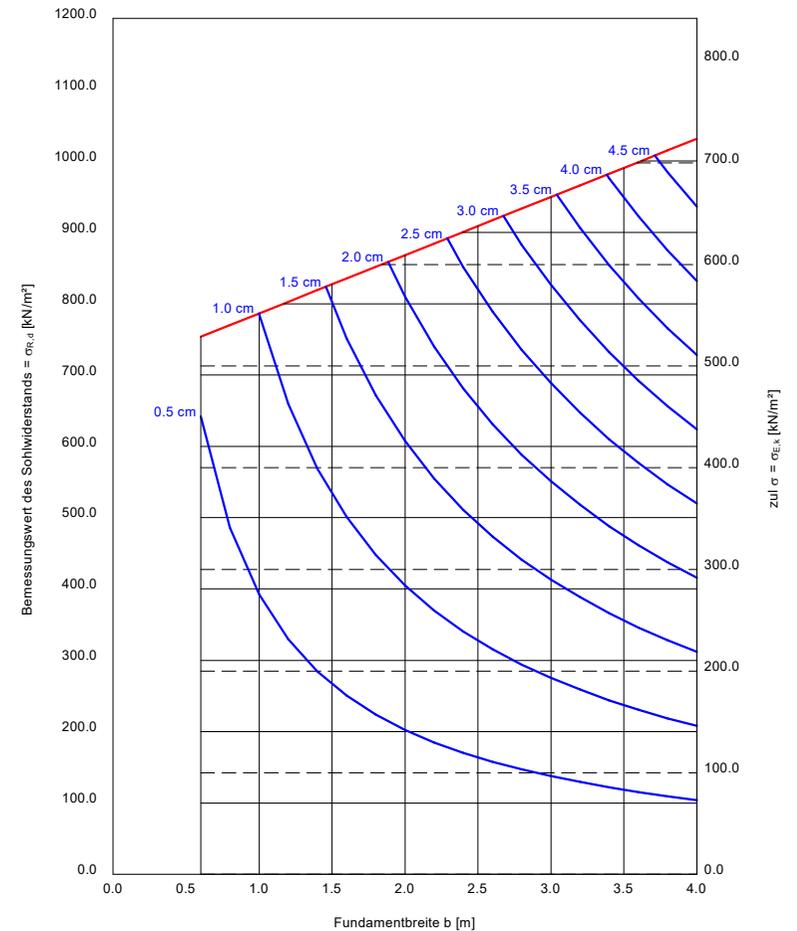
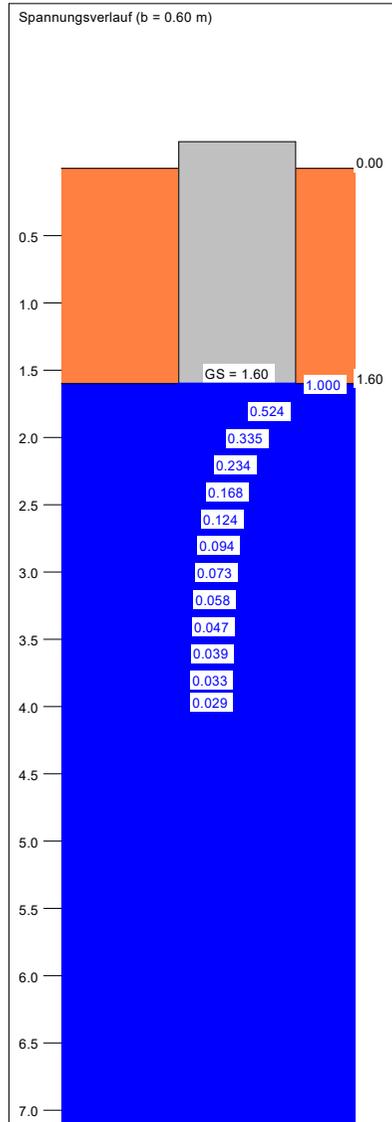
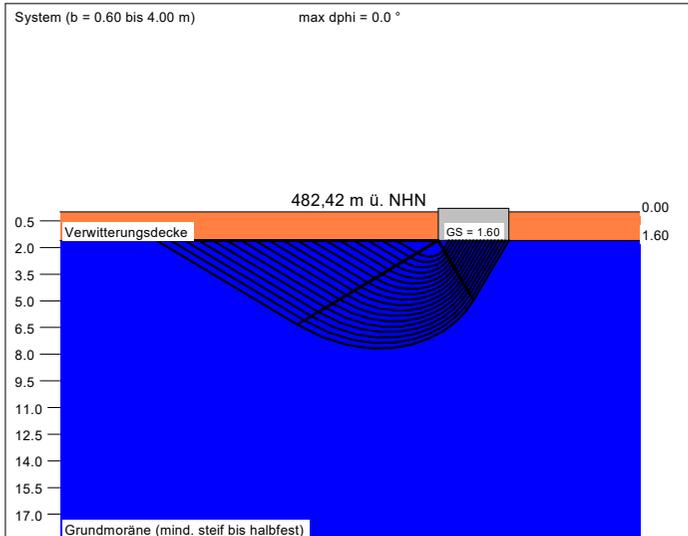
baugrund süd
weishaupt gruppe
Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

BG "Hüttenberger Weg"
in 88214 Ravensburg

AZ 20 10 019
Anlage 6.1

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
Verwitterungsdecke	1.60	18.0	8.0	23.3	3.0	4.0	0.00	Verwitterungsdecke
Grundmoräne (mind. steif bis halbfest)	>1.60	20.0	10.0	28.7	7.5	40.0	0.00	Grundmoräne (mind. steif bis halbfest)

Berechnungsgrundlagen:
Schichtenabfolge BK 1/20
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Gründungssohle = 1.60 m
Grundwasser = 10.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
— Sohldruck
— Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN]	zul σ/σ_{EK} [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{G,Q}$ [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]
0.60	0.60	753.8	271.4	529.0	0.59	28.7	7.50	20.00	28.80	3.96	2.51
0.80	0.80	770.1	492.9	540.4	0.79	28.7	7.50	20.00	28.80	4.55	2.81
1.00	1.00	786.4	786.4	551.9	1.00	28.7	7.50	20.00	28.80	5.10	3.12
1.20	1.20	802.7	1155.9	563.3	1.22	28.7	7.50	20.00	28.80	5.62	3.42
1.40	1.40	819.0	1605.3	574.8	1.44	28.7	7.50	20.00	28.80	6.12	3.72
1.60	1.60	835.4	2138.5	586.2	1.67	28.7	7.50	20.00	28.80	6.60	4.02
1.80	1.80	851.7	2759.5	597.7	1.90	28.7	7.50	20.00	28.80	7.07	4.33
2.00	2.00	868.0	3472.0	609.1	2.14	28.7	7.50	20.00	28.80	7.53	4.63
2.20	2.20	884.3	4280.1	620.6	2.39	28.7	7.50	20.00	28.80	7.97	4.93
2.40	2.40	900.6	5187.7	632.0	2.64	28.7	7.50	20.00	28.80	8.41	5.24
2.60	2.60	917.0	6198.6	643.5	2.91	28.7	7.50	20.00	28.80	8.84	5.54
2.80	2.80	933.3	7316.9	654.9	3.17	28.7	7.50	20.00	28.80	9.27	5.84
3.00	3.00	949.6	8546.3	666.4	3.45	28.7	7.50	20.00	28.80	9.68	6.15
3.20	3.20	965.9	9890.9	677.8	3.73	28.7	7.50	20.00	28.80	10.12	6.45
3.40	3.40	982.2	11354.6	689.3	4.03	28.7	7.50	20.00	28.80	10.61	6.75
3.60	3.60	998.5	12941.2	700.7	4.33	28.7	7.50	20.00	28.80	11.10	7.05
3.80	3.80	1014.9	14654.7	712.2	4.64	28.7	7.50	20.00	28.80	11.59	7.36
4.00	4.00	1031.2	16499.0	723.6	4.96	28.7	7.50	20.00	28.80	12.07	7.66

zul $\sigma = \sigma_{EK} = \sigma_{Rk} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{Rk} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{Rk} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Nachweis des Grenzzustandes GEO-2 - Grundbruch- und Setzungsberechnung

Streifenfundament auf mind. steifer bis halbfester Grundmoräne, BS-P (nicht unterkellert)

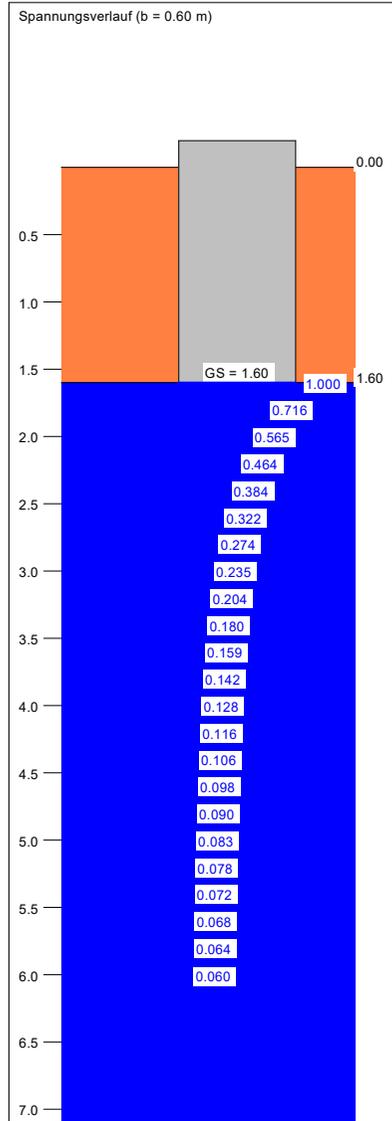
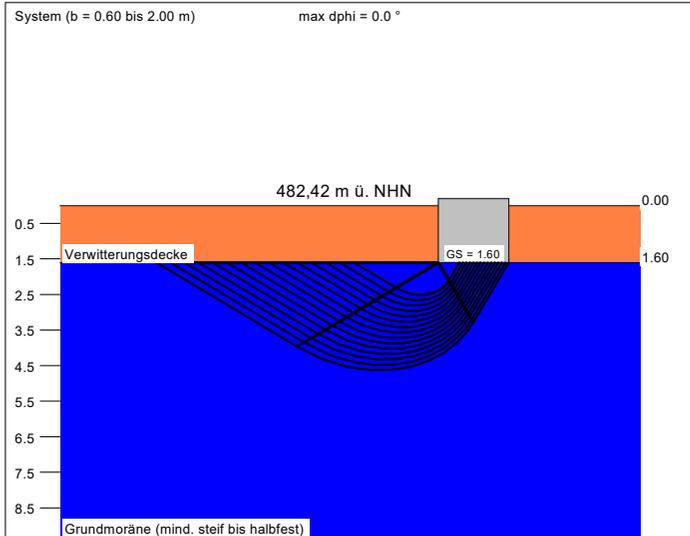
baugrund süd
weishaupt gruppe
Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

BG "Hüttenberger Weg"
in 88214 Ravensburg

AZ 20 10 019
Anlage 6.2

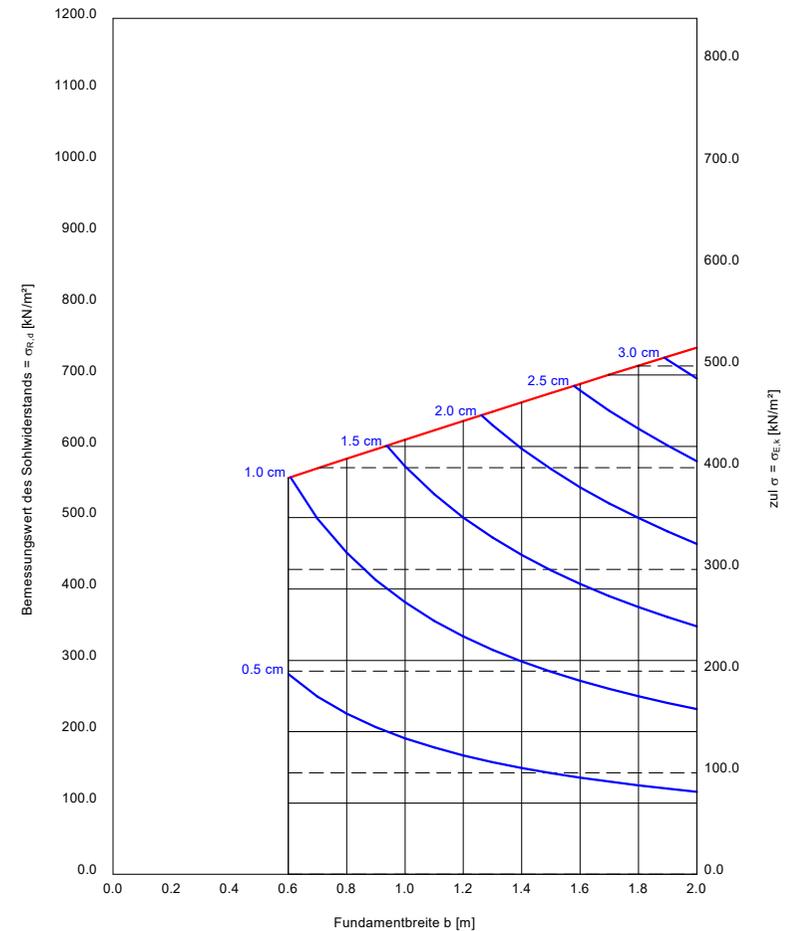
Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	1.60	18.0	8.0	23.3	3.0	4.0	0.00	Verwitterungsdecke
	>1.60	20.0	10.0	28.7	7.5	40.0	0.00	Grundmoräne (mind. steif bis halbfest)

Berechnungsgrundlagen:
Schichtenabfolge BK 1/20
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Gründungssohle = 1.60 m
Grundwasser = 10.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
— Sohldruck
— Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	zul σ/σ_{EK} [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{G,Q}$ [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]
10.00	0.60	555.6	333.3	389.9	0.99	28.7	7.50	20.00	28.80	6.01	2.51
10.00	0.70	569.1	398.4	399.4	1.14	28.7	7.50	20.00	28.80	6.40	2.66
10.00	0.80	582.5	466.0	408.8	1.29	28.7	7.50	20.00	28.80	6.77	2.81
10.00	0.90	595.9	536.3	418.2	1.44	28.7	7.50	20.00	28.80	7.13	2.96
10.00	1.00	609.2	609.2	427.5	1.60	28.7	7.50	20.00	28.80	7.47	3.12
10.00	1.10	622.5	684.7	436.8	1.75	28.7	7.50	20.00	28.80	7.79	3.27
10.00	1.20	635.6	762.8	446.1	1.91	28.7	7.50	20.00	28.80	8.11	3.42
10.00	1.30	648.7	843.4	455.3	2.06	28.7	7.50	20.00	28.80	8.41	3.57
10.00	1.40	661.8	926.5	464.4	2.22	28.7	7.50	20.00	28.80	8.71	3.72
10.00	1.50	674.7	1012.1	473.5	2.38	28.7	7.50	20.00	28.80	9.00	3.87
10.00	1.60	687.6	1100.2	482.5	2.53	28.7	7.50	20.00	28.80	9.27	4.02
10.00	1.70	700.4	1190.7	491.5	2.69	28.7	7.50	20.00	28.80	9.55	4.18
10.00	1.80	713.2	1283.7	500.5	2.86	28.7	7.50	20.00	28.80	9.81	4.33
10.00	1.90	725.9	1379.2	509.4	3.02	28.7	7.50	20.00	28.80	10.09	4.48
10.00	2.00	738.5	1477.0	518.2	3.19	28.7	7.50	20.00	28.80	10.40	4.63

zul $\sigma = \sigma_{EK} = \sigma_{GR} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{GR} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{GR} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50



Probenahme-Protokoll

Projekt-Nr. AZ 20 10 019
 Projekt: BG "Hüttenberger Weg
 in 88213 Ravensburg - OT Torkenweiler

A. Allgemeine Angaben

Auftraggeber: Stadt Ravensburg, Tiefbauamt Stadtentwässerung
 Straße/Postfach: Salamanderweg 22
 PLZ, Ort: 88212 Ravensburg

Baustelle / Ort der Probenahme: Kernlager BGS

Zweck der Probenahme/Untersuchung: Abfallrechtliche Vorbewertung
 Analysenumfang: BBodSchV Vorsorgewerte + Arsen
 Probenehmende Stelle: Baugrund Süd 88410 Bad Wurzach, Zeppelinstraße 10
 Probenehmer: M.Sc. Geol. Veronika Schmidt
 Probenahmedatum: 01.12.2020

B. Vor-Ort-Gegebenheiten/Materialbeschreibung

Probenbezeichnung	MP 1	
Tiefenintervall [m]:	BK 1 (0,0-0,30) & BK 2 (0,0 - 0,20) & BK 3 (0,0 - 0,20) BK 4 (0,0 - 0,30) & BK 5 (0,0 - 0,25)	
Materialart / Beimengungen:	Oberboden: Schluff, sandig, schwach tonig, organisch	
Farbe / Geruch:	dunkelbraun/-	
Lagerung:	-	
vermutete Schadstoffe	-	
Witterung	-	
Probenahme		
Entnahmeverfahren:	Anlehnung an PN 98	
Entnahmegesetz:	Edelstahlschaufel	
Anzahl Einzelproben:	5	
Volumen Einzelproben:	0,5 l	
Misch-/Sammelprobe:	ja	
Homogenisierung:	ja	
Teilung:	-	
Menge Laborprobe:	ca. 2,5 l	
Probengefäß:	PP Eimer	
Rückstellprobe:	ja	
Untersuchungsstelle	Agrolab Labor GmbH, 84079 Bruckberg	
Probentransfer	NightStar	
Versanddatum:	01.12.20	
Kühlung/Lagerung:	-	
Unterschrift / Probenehmer:		

Probenahme-Protokoll

Projekt-Nr. AZ 20 10 019
 Projekt: BG "Hüttenberger Weg"
 in 88213 Ravensburg - OT Schmalegg

A. Allgemeine Angaben

Auftraggeber: Stadt Ravensburg, Tiefbauamt Stadtentwässerung
 Straße/Postfach: Salamanderweg 22
 PLZ, Ort: 88212 Ravensburg

Baustelle / Ort der Probenahme: Kernlager BGS

Zweck der Probenahme/Untersuchung: Abfallrechtliche Vorbewertung
 Analysenumfang: VwV B.W. Feststoff < 2 mm & Eluat
 Probenehmende Stelle: Baugrund Süd 88410 Bad Wurzach, Zeppelinstraße 10
 Probenehmer: M.Sc. Geol. Veronika Schmidt
 Probenahmedatum: 01.12.2020

B. Vor-Ort-Gegebenheiten/Materialbeschreibung

Probenbezeichnung	MP 2	
Tiefenintervall [m]:	BK 1 (0,20-1,80) & BK 5 (0,25-0,90)	
Materialart / Beimengungen:	Verwitterungslehm: Schluff, schwach tonig bis tonig, schwach sandig, schwach kiesig	
Farbe / Geruch:	braun bis rotbraun/-	
Lagerung:	-	
vermutete Schadstoffe	-	
Witterung	-	
Probenahme		
Entnahmeverfahren:	Anlehnung an PN 98	
Entnahmegesetz:	Edelstahlschaufel	
Anzahl Einzelproben:	4	
Volumen Einzelproben:	1 l	
Misch-/Sammelprobe:	ja	
Homogenisierung:	ja	
Teilung:	-	
Menge Laborprobe:	ca. 4 l	
Probengefäß:	PP Eimer	
Rückstellprobe:	ja	
Untersuchungsstelle	Agrolab Labor GmbH, 84079 Bruckberg	
Probentransfer	NightStar	
Versanddatum:	01.12.20	
Kühlung/Lagerung:	-	
Unterschrift / Probenehmer:		

Probenahme-Protokoll

Projekt-Nr. AZ 20 10 019
 Projekt: BG "Hüttenberger Weg"
 in 88213 Ravensburg - OT Schmalegg

A. Allgemeine Angaben

Auftraggeber: Stadt Ravensburg, Tiefbauamt Stadtentwässerung
 Straße/Postfach: Salamanderweg 22
 PLZ, Ort: 88212 Ravensburg

Baustelle / Ort der Probenahme: Kernlager BGS

Zweck der Probenahme/Untersuchung: Abfallrechtliche Vorbewertung
 Analysenumfang: VwV B.W. Feststoff < 2 mm & Eluat
 Probenehmende Stelle: Baugrund Süd 88410 Bad Wurzach, Zeppelinstraße 10
 Probenehmer: M.Sc. Geol. Veronika Schmidt
 Probenahmedatum: 01.12.2020

B. Vor-Ort-Gegebenheiten/Materialbeschreibung

Probenbezeichnung	BK 2 (0,2 - 1,55 m)	
Tiefenintervall [m]:	0,20 - 1,55	
Materialart / Beimengungen:	Verwitterungslehm: Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig	
Farbe / Geruch:	braun bis rotbraun/-	
Lagerung:	-	
vermutete Schadstoffe	-	
Witterung	-	
Probenahme		
Entnahmeverfahren:	Anlehnung an PN 98	
Entnahmegesetz:	Edelstahlschaufel	
Anzahl Einzelproben:	2	
Volumen Einzelproben:	1 l	
Misch-/Sammelprobe:	ja	
Homogenisierung:	ja	
Teilung:	-	
Menge Laborprobe:	ca. 2 l	
Probengefäß:	PP Eimer	
Rückstellprobe:	ja	
Untersuchungsstelle	Agrolab Labor GmbH, 84079 Bruckberg	
Probentransfer	NightStar	
Versanddatum:	01.12.20	
Kühlung/Lagerung:	-	
Unterschrift / Probenehmer:		

AGROLAB Labor GmbH

 Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
 Fax: +49 (08765) 93996-28
 www.agrolab.de

AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

 BauGrundSüd - Gesellschaft für Bohr und Geotechnik mbH
 Zeppelinstr. 10
 88410 Bad Wurzach

Datum 07.12.2020

Kundennr. 27054892

PRÜFBERICHT 3088582 - 551572

 Auftrag **3088582 AZ2010019 - Baugebiet Hüttenberger Weg**
 Analysennr. **551572**
 Probeneingang **02.12.2020**
 Probenahme **01.12.2020 18:01**
 Probenehmer **Auftraggeber**
 Kunden-Probenbezeichnung **MP 1 - Mu**

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Messunsicherheit %	Methode
---------	----------	-----------	--------------------	---------

Feststoff

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Messunsicherheit %	Methode		
Analyse in der Fraktion < 2mm						
Trockensubstanz	%	°	84,9	0,1	+/- 3	DIN 19747 : 2009-07 DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
pH-Wert (CaCl2)			5,7	0	+/- 11	DIN ISO 10390 : 2005-12
Fraktion < 2 mm (Wägung)	%		36,4	0,1	+/- 20	DIN 19747 : 2009-07
Bodenart	u)	°	uL			VDLUFA I, D 2.1 : 1997(KO)
Humusgehalt	%		2	0,1	+/- 12	DIN ISO 10694 : 1996-08
Königswasseraufschluß						DIN EN 13657 : 2003-01
Blei (Pb)	mg/kg		19	4	+/- 53	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Cadmium (Cd)	mg/kg		<0,2	0,2		DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Chrom (Cr)	mg/kg		43	1	+/- 47	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Kupfer (Cu)	mg/kg		360	2	+/- 33	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Nickel (Ni)	mg/kg		27	1	+/- 33	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Quecksilber (Hg)	mg/kg		0,10	0,05	+/- 30	DIN EN ISO 12846 : 2012-08 (mod.)
Zink (Zn)	mg/kg		75,0	2	+/- 40	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Naphthalin	mg/kg		<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Acenaphthylen	mg/kg		<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Acenaphthen	mg/kg		<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Fluoren	mg/kg		<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Phenanthren	mg/kg		<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Anthracen	mg/kg		<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Fluoranthren	mg/kg		<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Pyren	mg/kg		<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(a)anthracen	mg/kg		<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Chrysen	mg/kg		<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg		<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg		<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(a)pyren	mg/kg		<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg		<0,10 ^{m)}	0,1		DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(ghi)perylene	mg/kg		<0,20 ^{m)}	0,2		DIN 38414-23 : 2002-02
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg		<0,20 ^{m)}	0,2		DIN 38414-23 : 2002-02
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg		n.b.			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB (28)	mg/kg		<0,01	0,01		DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (52)	mg/kg		<0,01	0,01		DIN EN 15308 : 2016-12

Seite 1 von 2

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
 Fax: +49 (0)8765) 93996-28
 www.agrolab.de

Datum 07.12.2020
 Kundennr. 27054892

PRÜFBERICHT 3088582 - 551572

Kunden-Probenbezeichnung **MP 1 - Mu**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Messunsicherheit %	Methode
PCB (101)	mg/kg	<0,01	0,01		DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (138)	mg/kg	<0,01	0,01		DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (153)	mg/kg	<0,01	0,01		DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (180)	mg/kg	<0,01	0,01		DIN EN 15308 : 2016-12
PCB-Summe	mg/kg	n.b.			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

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

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

Die Berechnung der im vorliegenden Prüfbericht angegebenen kombinierten und erweiterten Messunsicherheit basiert auf dem GUM (Guide to the expression of uncertainty in measurement, BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP und OIML, 2008) und dem Nordtest Report (Handbook for calculation of measurement uncertainty in environmental laboratories (TR 537 (ed. 4) 2017). Der verwendete Erweiterungsfaktor beträgt 2 für ein 95%iges Wahrscheinlichkeitsniveau (Konfidenzintervall).

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

u) externe Dienstleistung eines AGROLAB GROUP Labors

Agrolab-Gruppen-Labore**Untersuchung durch**

(KO) AGROLAB Standort Sarstedt, Breslauer Str. 60, 31157 Sarstedt, für die zitierte Methode akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Akkreditierungsverfahren: D-PL-14047_01_00

Methoden

VDLUFA I, D 2.1 : 1997

Beginn der Prüfungen: 02.12.2020

Ende der Prüfungen: 04.12.2020

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der ISO/IEC 17025:2005, Abs. 5.10.1 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Manfred Kanzler, Tel. 08765/93996-700

serviceteam4.bruckberg@agrolab.de

Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter/Ergebnisse sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
 Fax: +49 (08765) 93996-28
 www.agrolab.de

AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

BauGrundSüd - Gesellschaft für Bohr und Geotechnik mbH
 Zeppelinstr. 10
 88410 Bad Wurzach

Datum 07.12.2020

Kundennr. 27054892

PRÜFBERICHT 3094796 - 551573

Auftrag **3094796 AZ2010019 - Baugebiet Hüttenberger Weg**
 Analysennr. **551573**
 Probeneingang **02.12.2020**
 Probenahme **01.12.2020 18:01**
 Probenehmer **Auftraggeber**
 Kunden-Probenbezeichnung **MP 2**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Analyse in der Fraktion < 2mm				DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	6,00	0,001	DIN EN 12457-4 : 2003-01
Trockensubstanz	%	93,5	0,1	DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
pH-Wert (CaCl ₂)		7,7	0	DIN ISO 10390 : 2005-12
Fraktion < 2 mm (Wägung)	%	13,4	0,1	DIN 19747 : 2009-07
Cyanide ges.	mg/kg	0,4	0,3	DIN EN ISO 17380 : 2013-10
EOX	mg/kg	<1,0	1	DIN 38414-17 : 2017-01
Königswasseraufschluß				DIN EN 13657 : 2003-01
Arsen (As)	mg/kg	7,2	2	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Blei (Pb)	mg/kg	12	4	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Cadmium (Cd)	mg/kg	<0,2	0,2	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Chrom (Cr)	mg/kg	30	1	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Kupfer (Cu)	mg/kg	17	2	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Nickel (Ni)	mg/kg	30	1	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Quecksilber (Hg)	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 12846 : 2012-08 (mod.)
Thallium (Tl)	mg/kg	0,2	0,1	DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Zink (Zn)	mg/kg	43,2	2	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg	<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg	<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Naphthalin	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthylen	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthen	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoren	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Phenanthren	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Anthracen	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Pyren	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)anthracen	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Chrysen	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05

Seite 1 von 3

AGROLAB Labor GmbH

 Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
 Fax: +49 (08765) 93996-28
 www.agrolab.de

 Datum 07.12.2020
 Kundennr. 27054892

PRÜFBERICHT 3094796 - 551573

 Kunden-Probenbezeichnung **MP 2**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
<i>Indeno(1,2,3-cd)pyren</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<i>Dichlormethan</i>	mg/kg	<0,2	0,2	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>cis-1,2-Dichlorethen</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>trans-1,2-Dichlorethen</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Trichlormethan</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>1,1,1-Trichlorethan</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Trichlorethen</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Tetrachlormethan</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Tetrachlorethen</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
LHKW - Summe	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<i>Benzol</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Toluol</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Ethylbenzol</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>m,p-Xylol</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>o-Xylol</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Cumol</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Styrol</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
Summe BTX	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<i>PCB (28)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (52)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (101)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (118)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (138)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (153)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (180)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB-Summe	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB-Summe (6 Kongenere)	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Eluat

Eluaterstellung				DIN EN 12457-4 : 2003-01
Temperatur Eluat	°C	21,4	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert		8,9	0	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	34	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Chlorid (Cl)	mg/l	<2,0	2	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Sulfat (SO ₄)	mg/l	<2,0	2	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Phenolindex	µg/l	<10	10	DIN EN ISO 14402 : 1999-12
Cyanide ges.	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10
Arsen (As)	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb)	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,5	0,5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu)	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni)	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	µg/l	<0,2	0,2	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	µg/l	<0,5	0,5	DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Zink (Zn)	µg/l	<50	50	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter/Ergebnisse sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
 Fax: +49 (08765) 93996-28
 www.agrolab.de

Datum 07.12.2020
 Kundennr. 27054892

PRÜFBERICHT 3094796 - 551573

Kunden-Probenbezeichnung **MP 2**

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

Die parameterspezifischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen.

Die Einwaage zur Untersuchung auf leichtflüchtige organische Substanzen erfolgte im Labor aus der angelieferten Originalprobe. Dieses Vorgehen könnte einen Einfluss auf die Messergebnisse haben.

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

Beginn der Prüfungen: 02.12.2020

Ende der Prüfungen: 07.12.2020

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der ISO/IEC 17025:2005, Abs. 5.10.1 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Manfred Kanzler, Tel. 08765/93996-700
serviceteam4.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter/Ergebnisse sind mit dem Symbol "°" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
 Fax: +49 (08765) 93996-28
 www.agrolab.de

AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

BauGrundSüd - Gesellschaft für Bohr und Geotechnik mbH
 Zeppelinstr. 10
 88410 Bad Wurzach

Datum 07.12.2020

Kundennr. 27054892

PRÜFBERICHT 3094796 - 551575

Auftrag **3094796 AZ2010019 - Baugebiet Hüttenberger Weg**
 Analysennr. **551575**
 Probeneingang **02.12.2020**
 Probenahme **01.12.2020 18:02**
 Probenehmer **Auftraggeber**
 Kunden-Probenbezeichnung **BK 2 (0,2 - 1,55 m)**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Analyse in der Fraktion < 2mm				DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	° 5,20	0,001	DIN EN 12457-4 : 2003-01
Trockensubstanz	%	° 84,4	0,1	DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
pH-Wert (CaCl ₂)		5,4	0	DIN ISO 10390 : 2005-12
Fraktion < 2 mm (Wägung)	%	31,9	0,1	DIN 19747 : 2009-07
Cyanide ges.	mg/kg	<0,3	0,3	DIN EN ISO 17380 : 2013-10
EOX	mg/kg	<1,0	1	DIN 38414-17 : 2017-01
Königswasseraufschluß				DIN EN 13657 : 2003-01
Arsen (As)	mg/kg	10	2	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Blei (Pb)	mg/kg	13	4	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Cadmium (Cd)	mg/kg	<0,2	0,2	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Chrom (Cr)	mg/kg	36	1	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Kupfer (Cu)	mg/kg	19	2	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Nickel (Ni)	mg/kg	34	1	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Quecksilber (Hg)	mg/kg	0,05	0,05	DIN EN ISO 12846 : 2012-08 (mod.)
Thallium (Tl)	mg/kg	0,1	0,1	DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Zink (Zn)	mg/kg	47,2	2	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg	<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg	<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Naphthalin	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthylen	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthen	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoren	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Phenanthren	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Anthracen	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Pyren	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)anthracen	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Chrysen	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05

Seite 1 von 3

AGROLAB Labor GmbH

 Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
 Fax: +49 (0)8765 93996-28
 www.agrolab.de

 Datum 07.12.2020
 Kundennr. 27054892

PRÜFBERICHT 3094796 - 551575

 Kunden-Probenbezeichnung **BK 2 (0,2 - 1,55 m)**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
<i>Indeno(1,2,3-cd)pyren</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<i>Dichlormethan</i>	mg/kg	<0,2	0,2	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>cis-1,2-Dichlorethen</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>trans-1,2-Dichlorethen</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Trichlormethan</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>1,1,1-Trichlorethan</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Trichlorethen</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Tetrachlormethan</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Tetrachlorethen</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
LHKW - Summe	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<i>Benzol</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Toluol</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Ethylbenzol</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>m,p-Xylol</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>o-Xylol</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Cumol</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Styrol</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
Summe BTX	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<i>PCB (28)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (52)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (101)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (118)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (138)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (153)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (180)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB-Summe	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB-Summe (6 Kongenere)	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Eluat

Eluaterstellung				DIN EN 12457-4 : 2003-01
Temperatur Eluat	°C	19,3	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert		6,8	0	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	<10	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Chlorid (Cl)	mg/l	<2,0	2	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Sulfat (SO ₄)	mg/l	<2,0	2	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Phenolindex	µg/l	<10	10	DIN EN ISO 14402 : 1999-12
Cyanide ges.	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10
Arsen (As)	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb)	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,5	0,5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu)	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni)	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	µg/l	<0,2	0,2	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	µg/l	<0,5	0,5	DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Zink (Zn)	µg/l	<50	50	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter/Ergebnisse sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
 Fax: +49 (08765) 93996-28
 www.agrolab.de

Datum 07.12.2020
 Kundennr. 27054892

PRÜFBERICHT 3094796 - 551575

Kunden-Probenbezeichnung **BK 2 (0,2 - 1,55 m)**

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

Die parameterspezifischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen.

Die Einwaage zur Untersuchung auf leichtflüchtige organische Substanzen erfolgte im Labor aus der angelieferten Originalprobe. Dieses Vorgehen könnte einen Einfluss auf die Messergebnisse haben.

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

Beginn der Prüfungen: 02.12.2020

Ende der Prüfungen: 07.12.2020

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der ISO/IEC 17025:2005, Abs. 5.10.1 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Manfred Kanzler, Tel. 08765/93996-700
serviceteam4.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter/Ergebnisse sind mit dem Symbol "°" gekennzeichnet.