

## BAUGRUNDERKUNDUNG / BAUGRUNDGUTACHTEN

### Erschließung des Baugebiets an der Predazzoallee Gemeinde Hallbergmoos



Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17020:2012  
akkreditierte Inspektionsstelle Typ C und nach DIN EN  
ISO/IEC 17025:2005 akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für den in den Urkunden  
aufgeführten Akkreditierungsumfang.

BAUVORHABEN: Erschließung des Baugebiets  
an der Predazzoallee  
Gemeinde Hallbergmoos


BAUHERR: Gemeinde Hallbergmoos  
Rathausplatz 1  
85399 Hallbergmoos

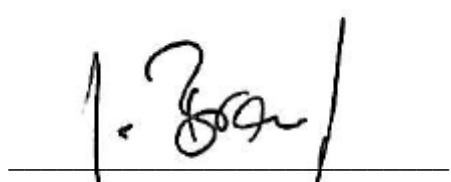
PLANUNG: Ingenieurbüro Josef Nusko  
Am Mitterfeld 5  
81829 München

GEFERTIGT VON: Crystal Geotechnik GmbH  
Dr. rer. nat. Juliane Braunschweig

DATUM: 19. Juli 2019

PROJEKT-NR.: B 181778

  
Dipl.-Ing. Raphael Schneider

  
Dr. rer. nat. Juliane Braunschweig

#### TÄTIGKEITSFELDER

Geotechnik  
Hydrogeologie  
Grundbaustatik  
Altlasten  
Qualitätssicherung  
Deponie- und Erdbauplanung

Prüfsachverständige  
für Erd- und Grundbau  
Sachverständige  
§ 18 BBodSchG, SG 2  
Private Sachverständige  
in der Wasserwirtschaft

#### POSTANSCHRIFT

Crystal Geotechnik GmbH  
Hofstattstraße 28  
86919 Utting am Ammersee

#### TELEFON / FAX

08806-95894-0 / -44

#### INTERNET / E-MAIL

[www.crystal-geotechnik.de](http://www.crystal-geotechnik.de)  
[utting@crystal-geotechnik.de](mailto:utting@crystal-geotechnik.de)

#### BANKVERBINDUNG

VR-Bank Landsberg-Ammersee eG  
IBAN: DE56 7009 1600 0000 2098 48  
BIC: GENODEF1DSS

AG AUGSBURG HRB 9698

#### GESCHÄFTSFÜHRUNG

Dr.-Ing. Gerhard Gold  
Dipl.-Ing. Raphael Schneider

#### NIEDERLASSUNG WASSERBURG

Crystal Geotechnik GmbH  
Schustergasse 14  
83512 Wasserburg am Inn  
Telefon / Fax: 08071-92278-0 / -22  
E-Mail: [wbg@crystal-geotechnik.de](mailto:wbg@crystal-geotechnik.de)

**INHALTSVERZEICHNIS**

1	BAUVORHABEN / VORGANG .....	4
1.1	Allgemeines .....	4
1.2	Arbeitsunterlagen .....	5
2	FELD- UND LABORARBEITEN.....	6
2.1	Bohrungen und Kleinbohrungen .....	6
2.2	Schwere Rammsondierungen.....	7
2.3	Bodenmechanische Laborversuche.....	7
2.4	Chemisch-technische Grundwasseranalyse .....	8
3	BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE.....	9
3.1	Geologischer Überblick.....	9
3.2	Beschreibung der anstehenden Böden.....	10
3.3	Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden.....	11
3.4	Grundwasserverhältnisse .....	11
4	BODENKLASSIFIZIERUNG UND BODENPARAMETER .....	13
4.1	Bodenklassifizierung.....	13
4.2	Bodenparameter.....	14
4.3	Aufnehmbarer Sohldruck / Bettungsmodule.....	15
5	BAUAUSFÜHRUNG / GRÜNDUNG .....	17
5.1	Allgemeines .....	17
5.2	Straßenbau.....	17
5.2.1	Allgemeines .....	17
5.2.2	Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus.....	17
5.2.3	Tragfähigkeitsanforderungen an das Planum und die Tragschicht des Oberbaus.....	19
5.2.4	Verdichtungsanforderungen an die Frostschutzschicht .....	19
5.3	Wohnbebauung .....	19
5.3.1	Allgemeines.....	19
5.3.2	Gründung von Wohnhäusern.....	20
5.3.3	Baugrubenverbau .....	20
5.3.4	Wasserhaltung.....	21
5.3.5	Bauwerkstrockenhaltung / Auftriebssicherheit.....	22
5.3.6	Arbeitsraumverfüllung .....	22
5.3.7	Radonsicheres Bauen.....	23
5.4	Versickerungsfähigkeit der Schotter / Versickerung von Oberflächenwässern .....	23

5.5 Eignung des Standortes zum Betrieb einer Grundwasserwärmepumpe.....	24
5.5.1 Allgemeines .....	24
5.5.2 Grundwassersituation / Kurzpumpversuch.....	25
5.5.3 Chemisch-Technische Grundwasseranalyse .....	26
6 SCHLUSSBEMERKUNGEN.....	27

## TABELLEN

Tabelle (1) Kennzeichnende Daten der Aufschlüsse.....	6
Tabelle (2) Laborversuche .....	8
Tabelle (3) Bodenmechanische Laborversuchsergebnisse .....	8
Tabelle (4) Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden .....	11
Tabelle (5) Bodenklassifizierung .....	13
Tabelle (6) Charakteristische Bodenparameter .....	14
Tabelle (7) Aufnehmbarer Sohldruck für Fundamentgründungen in den anstehenden Kiesen $\geq$ mitteldichter bis dichter Lagerung.....	15
Tabelle (8) Bettungsmodule für Plattengründungen in den Kiesen.....	16
Tabelle (9) Wasserdurchlässigkeit aus Kornverteilung.....	23

## ANLAGEN

- (1) Lageplan mit Aufschlüssen, M 1 : 500
- (2) Geologischer Schnitt mit Untergrundsituation, M 1 : 200 / 100
- (3) Profile der Bohrungen, Kleinbohrungen und schweren Rammsondierungen, M 1 : 50
- (4) Schichtenverzeichnisse der Bohrungen und Kleinbohrungen
- (5) Bodenmechanische Laborversuchsergebnisse
- (6) Prüfbericht und Bewertung der chemisch-technischen Wasseranalyse
- (7) Auswertung des Kurzpumpversuchs
- (8) Zusammenstellung der Homogenbereiche

## **1 BAUVORHABEN / VORGANG**

### **1.1 Allgemeines**

Die Gemeinde Hallbergmoos plant die Erschließung des Baugebiets an der Predazzoallee im Westen des Ortsgebietes. Das Baugebiet ist momentan eine landwirtschaftlich genutzte Grünfläche. Mit der Erschließungsplanung dieser Baumaßnahme ist das Ingenieurbüro Josef Nusko, München, befasst.

Crystal Geotechnik wurde mit Datum vom 11.01.2019 von der Gemeinde Hallbergmoos auf Grundlage unseres Angebotes vom 17.12.2018 beauftragt, im Bereich des Baugebiets in Hallbergmoos Baugrundaufschlüsse zu veranlassen, bodenmechanische Laborarbeiten sowie Untersuchungen in Bezug auf den Betrieb einer Grundwasserwärmepumpe durchzuführen und ein Baugrundgutachten zu erstellen.

Im vorliegenden Gutachten werden die zur Baugrunderkundung durchgeführten Feld- und Laborarbeiten dokumentiert und bewertet. Die erkundeten Untergrundverhältnisse werden beschrieben und beurteilt. Die Böden werden klassifiziert und in Homogenbereiche eingeteilt und es werden Bodenparameter sowie Bettungsziffern angegeben. Insbesondere erfolgen vorliegend Angaben zum Straßen- bzw. Verkehrsflächenbau und in allgemeiner Form erste Angaben zur Wohnbebauung aus geotechnischer und hydrogeologischer Sicht. Weiterhin wird auf die Möglichkeiten zum Betrieb einer Grundwasserwärmepumpe sowie auf die Versickerungsfähigkeit des anstehenden Untergrundes eingegangen.

Vorliegend handelt es sich um eine rein geotechnische Erkundung. Chemische Untersuchungen der anstehenden Böden wurden auftragsgemäß nicht vorgenommen.

## **1.2 Arbeitsunterlagen**

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Gutachtens standen uns die nachfolgend genannten Arbeitsunterlagen und Informationen zur geplanten Maßnahme zur Verfügung:

- [U1] Lageplan „Hallbergmoos Kochstr. Fl. Nr.: 228, 228/13, 228/14, 228/16, 228/17, 228/18“, M 1 : 250, Stand: 02.08.2017; Ingenieurbüro Josef Nusko, München
  
- [U2] Geologische Karte, Blatt CC 7934 München, M 1 : 200.000; Hrsg.: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover 1991
  
- [U3] GeoFachdatenAtlas – Bodeninformationssystem (BIS); Internetauftritt des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU)
  
- [U4] Informationsdienst überschwemmungsgefährdeter Gebiete in Bayern; Internetauftritt des Bayerischen Landesamts für Umwelt
  
- [U5] Niedrigwasser-Informationsdienst Bayern; Internetauftritt des Bayerischen Landesamtes für Umwelt
  
- [U6] Die durchgeführten und nachfolgend dokumentierten Feld- und Laborarbeiten

## 2 FELD- UND LABORARBEITEN

### 2.1 Bohrungen und Kleinbohrungen

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurde auf dem Gelände des geplanten Baugebietes durch die Fa. Aumann, Münsterhausen, am 25.03.2019 eine Bohrung (Ø 300 mm), die später auch zu einer Grundwassermessstelle ausgebaut wurde, mit 8,0 m Tiefe unter Geländeoberkante ausgeführt. Der Ausbau der Grundwassermessstelle ist in Anlage (3.1) dargestellt. Weiterhin wurden durch unser Büro am 21.03.2019 insgesamt vier Kleinbohrungen (Ø 50 - 60 mm) bis in Tiefen von 2,10 - 3,90 m unter GOK ausgeführt. Die Lage der Aufschlüsse kann dem Lageplan in Anlage (1) entnommen werden.

Die Profile der Bohrung und der Kleinbohrungen sind Anlage (3) und auch dem Schnitt in Anlage (2) zu entnehmen. Die kennzeichnenden Daten der Aufschlüsse sind in nachfolgender Tabelle (1) zusammengestellt.

**Tabelle (1) Kennzeichnende Daten der Aufschlüsse**

Bohrung / Kleinbohrung	Ansatzhöhe mNN	Aufschlusstiefe		Grundwasser	
		m u. GOK	mNN	m u. GOK	mNN
B 1	456,92	8,00	448,92	1,08 <sup>1)</sup>	455,84 <sup>1)</sup>
SDB 1	455,91	3,90	452,01	0,80	455,11
SDB 2	456,15	3,80	452,35	0,80	455,35
SDB 3	456,29	3,90	452,39	0,95	455,34
SDB 4	456,89	2,10	454,79	1,10	455,79

<sup>1)</sup> Grundwasser angebohrt bei 1,20 m unter GOK / 455,72 mNN

Aufgrund der hohen Lagerungsdichte der knapp unter Geländeoberkante erkundeten Kiese mussten die Kleinbohrungen bereits in geringen Tiefen abgebrochen werden. Die Bodenansprache der Bohrung und der Kleinbohrungen nach DIN 4023 und DIN EN ISO 14688-1 erfolgte während der Erkundungsarbeiten durch den Bohrmeister der Fa. Aumann bzw. durch einen Baustoffprüfer unseres Büros. Bei den Schichtenverzeichnissen der Aufschlüsse in Anlage (4) handelt es sich um die Original-Aufzeichnungen der Ausführenden vor Ort.

Ergaben sich im Rahmen der Laboruntersuchungen neue Erkenntnisse hinsichtlich der Bodenzusammensetzung, wurden die visuellen Ansprachen vor Ort gemäß DIN EN ISO 14688-2 entsprechend korrigiert. Bei den Profilen in Anlage (3) und im Schnitt in Anlage (2) handelt es sich um die Profile mit korrigierten Bodenansprachen.

Die lage- und höhenmäßige Einmessung der Bohrung und der Kleinbohrungen sowie der nachfolgend beschriebenen schweren Rammsondierungen erfolgte mittels GPS-Aufnahme durch unser Büro.

## **2.2 Schwere Rammsondierungen**

Zur genaueren Ermittlung der Lagerungsverhältnisse und der Festigkeit des anstehenden Untergrundes wurden zudem zwei schwere Rammsondierungen (DPH nach DIN EN ISO 22475-1) in unmittelbarer Nähe zur Bohrung B 1 (DPH 1) und zur Kleinbohrung SDB 4 (DPH 4) bis in Tiefen von 6,6 m und 2,4 m unter GOK ausgeführt. Die Profile der schweren Rammsondierungen liegen diesem Bericht in Anlage (3) bei und können auch dem Schnitt in Anlage (2) entnommen werden.

Auf die Ergebnisse der Sondierungen wird im Zusammenhang mit der Beschreibung und Bewertung der Bodenschichten in den nachfolgenden Abschnitten eingegangen.

## **2.3 Bodenmechanische Laborversuche**

An zehn, den Aufschlüssen entnommenen Bodenproben, wurden in unserem bodenmechanischen Labor Grundlagenversuche zur Klassifizierung und Beurteilung der anstehenden Böden durchgeführt. Im Zusammenhang mit den Felduntersuchungen stehen damit Informationen zur Verfügung, die eine Klassifizierung der Böden, eine Zuweisung von Homogenbereichen und auch eine näherungsweise Zuordnung von Bodenparametern ermöglichen.

Die im Einzelnen durchgeführten Laboruntersuchungen sind in nachfolgender Tabelle (2) aufgelistet.

**Tabelle (2) Laborversuche**

Laborversuch	DIN-Norm	Anzahl
Bodenansprache	DIN 4023 und DIN EN ISO 14688-1 + 2	10
Bodenansprache	DIN 18196	8
Siebanalyse	DIN EN ISO 17892-4 (DIN 18123)	6
Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1 (DIN 18121)	4
Glühverlust	DIN 18128	3

Eine Zusammenstellung der Laborergebnisse kann nachfolgender Tabelle (3) entnommen werden.

**Tabelle (3) Bodenmechanische Laborversuchsergebnisse**

Kenngröße		Einheit	Decklagen	Terrassen- schotter	Tertiäre Sedimente	
			Torfe / org. Schluffe	Kiese	Kies-Sand- Gemische	Sande
Homogenbereich			B1	B2	B3	B4
<b>Körnung</b>						
Feinkorn	0,002 – 0,063 mm	%	--	2,9 - 6,1	5,9	8,7
Sandkorn	0,063 – 2,0 mm	%	--	13,4 - 18,5	49,3	82,9
Kieskorn	2,0 – 63,0 mm	%	--	76,9 - 83,7	44,8	8,4
<b>Wassergehalt / Organikgehalt</b>						
Wassergehalt	w	%	38,1 - 96,4	--	--	--
Glühverlust		%	21,8- 45,2	--	--	--

Die Ergebnisse der durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche können im Einzelnen auch der Zusammenstellung in Anlage (5) entnommen werden. Die wichtigsten Laborformulare sind dort ebenfalls beigelegt.

## **2.4 Chemisch-technische Grundwasseranalyse**

Der Bohrung B 1 wurde am 25.03.2019 eine Grundwasserprobe entnommen und zum Zweck der chemisch-technischen Analyse (Beurteilung auf Eignung für die thermische Nutzung (Wärmepumpe)) an das akkreditierte Laboratorium AGROLAB in Bruckberg übergeben.



Die Ergebnisse der Analyse können im Detail dem Prüfbericht von AGROLAB in Anlage (6) entnommen werden.

Von Seiten AGROLABs wurde auch eine Wertung der chemisch-technischen Grundwasseranalyse vorgenommen, welche ebenfalls in Anlage (6) diesem Bericht beiliegt. Demzufolge ist das Wasser für den Betrieb einer Grundwasserwärmepumpe nur bedingt geeignet, da Verockerungen aufgrund des erhöhten Eisen- und Mangangehalts möglich sind. Ferner ist der Sauerstoffgehalt relativ niedrig, was zu Flächenkorrosion bei Gusseisen und niedrig- und unlegierten Eisenwerkstoffen führen kann. Aufgrund der erhöhten elektrischen Leitfähigkeit ist die Korrosionswahrscheinlichkeit für mit Kupfer hartgelöteter Edelstahlplattenwärmetauscher erhöht, weshalb deren Einsatz mit dem Hersteller zu klären wäre. Ferner ist der Gehalt an gelöstem organischen Kohlenstoff (DOC) und gesamten organischen Kohlenstoff (TOC) leicht erhöht. Im Detail sei auf die Beurteilung in Anlage (6) verwiesen.

### **3 BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE**

#### **3.1 Geologischer Überblick**

Nach den vorliegenden geologischen Kartenwerken (vgl. Arbeitsunterlagen [U2] und [U3]) liegt die Gemeinde Hallbergmoos am nördlichen Rand der sogenannten Münchener Schotterebene östlich der Isar und innerhalb des Bereiches des Erdinger Mooses. Ferner grenzt das Baugebiet im Westen an die Goldach, die Hallbergmoos von Süden nach Norden durchfließt. Hier sind daher im Oberen anmoorige und torfige Böden zu erwarten, die die mächtigen Kies-schichten der würmeiszeitlichen Terrassenschotter überlagern. Im Tieferen stehen die tertiäre Sedimente der Oberen Süßwassermolasse an.

Im Rahmen der Aufschlussarbeiten wurde die beschriebene Untergrundsituation bestätigt, wobei im Oberen organische Decklagenböden anstehen, die die mächtigen Terrassenschotter überdecken. In der Bohrung B 1 wurden ab einer Tiefe von ca. 6 m die tertiären Sedimente aufgeschlossen. Aufgrund der vorliegenden Aufschlüsse und der allgemeinen Kenntnisse lässt sich der Untergrund im Untersuchungsgebiet bis in den erkundeten Tiefenbereich somit wie folgt beschreiben.

### **3.2 Beschreibung der anstehenden Böden**

#### **Oberboden - Homogenbereich O1**

In allen Aufschlüssen wurde ein ca. 0,2 - 0,4 m mächtiger Oberbodenhorizont angetroffen, der als locker gelagerter, schluffiger, organischer Sand bzw. als weicher bis steifer, stark organischer, schwach sandiger, teils schwach kiesiger Schluff angesprochen wurde.

#### **Decklagen - Homogenbereich B1**

Unterhalb des Oberbodens stehen bis max. 1,0 m unter GOK die anmoorigen und torfigen Decklagen des Erdinger Moores an. Diese wurden als weiche bis steife, kiesige bis stark kiesige, organische bis stark organische, teils sandige Schluffe, teils mit Pflanzenresten sowie als mäßig bis stark zersetzte, stark schluffige, teils schwach sandige Torfe angesprochen.

#### **Würmeiszeitliche Terrassenschotter - Homogenbereich B2**

Unterhalb der Decklagen wurden bis max. 6,1 m unter GOK die würmeiszeitlichen Terrassenschotter angetroffen, die als teils verbackene, schwach sandige bis sandige, teils schwach schluffige bis schluffige, teils schwach steinige, im Oberen teils auch schwach organische Kiese in  $\pm$  mitteldichter bis dichter Lagerung anstehen.

#### **Tertiäre Sedimente - Homogenbereiche B3 und B4**

In Bohrung B 1 wurden ab einer Tiefe von ca. 6,1 m unter GOK bis zur Bohrendtiefe von 8,0 m unter GOK stark sandige, schwach schluffige Kiese und schwach schluffige Kies-Sand-Gemische (Homogenbereich B3) und schwach schluffige bis schluffige, teils schwach kiesige Sande (Homogenbereich B4), jeweils in dichter Lagerung, angetroffen.

### **3.3 Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden**

In der nachfolgenden Tabelle (4) werden die bodenmechanischen und bautechnischen Eigenschaften der erkundeten Schichten im Bereich des Baugebietes näher beschrieben und im Hinblick auf die Baumaßnahmen qualitativ beurteilt.

**Tabelle (4) Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden**

<b>Bewertungskriterien</b>	<b>Decklagen</b>	<b>Terrassenschotter</b>	<b>Tertiäre Sedimente</b>	
	<b>organ. Schluffe / Torfe</b>	<b>Kiese</b>	<b>Kiese / Kies-Sand-Gemische</b>	<b>Sande</b>
<b>Homogenbereiche</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>B4</b>
Tragfähigkeit	gering - nicht	groß	groß	mittel - groß
Kompressibilität	stark	gering	gering	gering - mittel
Standfestigkeit	mittel - gut	gering	gering	gering
Wasserempfindlichkeit	groß	gering - mittel	gering – mittel	gering - mittel
Frostempfindlichkeit (Kl. nach ZTV E-StB 17)	groß F3	nicht - mittel F1 / F2	gering – mittel F2	gering - mittel F2
Fließempfindlichkeit bei Wasserzufluss	gering - mittel	gering - mittel	mittel - groß	groß
Wasserdurchlässigkeit	gering	groß - sehr groß	mittel - groß	mittel
Rammbarkeit	leicht	mittelschwer - schwer <sup>2)</sup>	schwer <sup>2)</sup>	schwer <sup>2)</sup>
Lösbarkeit	leicht (fließend) <sup>1)</sup>	leicht - schwer <sup>3)</sup>	leicht - schwer <sup>3)</sup>	leicht - schwer <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> bei  $\leq$  breiiger Konsistenz; vorliegend nicht erkundet

<sup>2)</sup> bei Grobeinlagerungen und Verfestigungen werden Einbringhilfen (z.B. überschnittenes verrohrtes Vorbohren mit Bodenaustausch) erforderlich

<sup>3)</sup> bei höheren Steinanteilen, Grobeinlagerungen oder felsartigen Verfestigungen können auch die Bodenklassen 5 - 7 gemäß DIN 18300:2012-09 maßgebend werden

### **3.4 Grundwasserverhältnisse**

Das Baugebiet liegt etwa 2,8 km östlich der Isar und grenzt im Westen direkt an die, durch Hallbergmoos fließende Goldach. In allen Aufschlüssen wurde das Grundwasser in einer Tiefe von 0,8 - 1,1 m unter GOK ( $\pm$  455,84 - 455,11 mNN) angebohrt. Nähere Informationen zu Grundwasserschwankungsbreiten im Baugebiet liegen uns aber nicht vor.

Der Informationsdienst überschwemmungsgefährdeter Gebiete in Bayern (vgl. Arbeitsunterlage [U4]) kennzeichnet das Baugebiet als wassersensiblen Bereich. Wassersensible Bereiche sind durch den Einfluss von Wasser geprägt. Durch hoch anstehendes Grundwasser oder

durch über die Ufer tretende Bäche oder Flüsse kann es hier zu temporären Überflutungen kommen.

Bezüglich der zu erwartenden Grundwasserschwankungen wurde die etwa 11 km östlich vom Baugebiet gelegene Grundwassermessstation „Station Erding-Siglfing“ (vgl. Arbeitsunterlage [U5]) herangezogen. Die Grundwassermessstelle liegt im selben Grundwasseraquifer im nördlichen Bereich der Münchner Schotterebene. Die Geländehöhe der „Station Erding-Siglfing“ liegt bei 456,26 mNN. Der mittlere Grundwasserspiegel (MW) wurde hier bei 453,36 mNN (2,9 m unter GOK), der höchste Wasserstand bei 454,58 mNN (+1,2 m über MW) eingemessen. Der niedrigste Wasserstand liegt bei 452,78 mNN und somit 0,58 m unterhalb des Mittelwasserstandes. Zum Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten im März 2019 lagen mit ca. 453,4 mNN Mittelwasserstände vor.

Demnach können im Bereich der Baumaßnahme durchaus maximale Grundwasserstände maßgebend werden, die bis zur Geländeoberkante reichen. Dies ist vorliegend entsprechend zu beachten, wenn keine weiteren, gesicherten Informationen über maximale Hochwasserstände herangezogen werden können. Der Bemessungswasserstand für den Bauzustand sollte mit mindestens 0,5 m über den erkundeten Grundwasserständen in Ansatz gebracht werden.

Der niedrigste anzunehmende Grundwasserstand für die Bemessung eines Brunnens einer WP-Anlage sollte etwa 0,6 m unter dem Mittelwasserstand in Ansatz gebracht werden, also etwa 0,6 m unter dem aktuell eingemessenen Grundwasserstand. Auch hier sollte aber zusätzlich ein Sicherheitszuschlag bzw. hier -abschlag von zumindest 30 cm berücksichtigt werden.

## 4 BODENKLASSIFIZIERUNG UND BODENPARAMETER

In den Abschnitten 2 und 3 wurden die im Rahmen der Baugrunderkundung angetroffenen Bodenschichten auf Grundlage der durchgeführten Feld- und Laborarbeiten dokumentiert, beschrieben und qualitativ beurteilt.

Im Folgenden werden die hieraus resultierenden, für den Erdbau notwendigen Homogenbereiche nach DIN 18300:2016-09, die Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09 und die für erdstatische Berechnungen erforderlichen Bodenparameter angegeben.

### 4.1 Bodenklassifizierung

**Tabelle (5) Bodenklassifizierung**

Bodenschicht	Homogenbereich DIN 18300:2016-09	Bodenart DIN 4023	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300:2012-09
<b>Oberboden</b>				
Mu (Sand, schluffig, organisch)	O1	Mu (S,u,o)	OH	1
Mu (Schluff, stark organisch, schwach sandig, teils schwach kiesig)	O1	Mu (U,o*,s',(g'))	OU	1
<b>Decklagen</b>				
Schluff, kiesig bis stark kiesig, organisch bis stark organisch, teils sandig, teils Pflanzenreste	B1	U,g-g*,o-o*,(s)	OU	4 / (2) <sup>1)</sup>
Torf, stark schluffig, teils schwach sandig	B1	H,u*,(s')	HZ	4 / (2) <sup>1)</sup>
<b>Würmeiszeitliche Terrassenschotter</b>				
Kies, schwach sandig bis sandig, teils schwach schluffig bis schluffig, teils schwach steinig, teils schwach organisch	B2	G,s'-s,(u'-u),(x'),(o')	GI / GE / GW / GU	3 / (5 - 7) <sup>2)</sup>
<b>Tertiäre Sedimente</b>				
Kies, stark sandig, schwach schluffig	B3	G,s*,u'	GU	3 / (5 - 7) <sup>2)</sup>
Kies + Sand, schwach schluffig	B3	G+S,u'	GU	3 / (5 - 7) <sup>2)</sup>
Sand, schwach schluffig bis schluffig, teils schwach kiesig	B4	S,u'-u,(g')	SU	3 / (5 - 7) <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> bei  $\leq$  breiiger Konsistenz; vorliegend nicht erkundet

<sup>2)</sup> bei Steinanteilen > 30 Gew.-%, Grobeinlagerungen oder Verfestigungen

Bei höheren Steinanteilen (> 30 Gew.-%) in den Schottern und in den tertiären Sedimenten wird die Bodenklasse 5 nach DIN 18300:2012-09 maßgebend. In diesen Schichten sind weiterhin auch Grobeinlagerungen bzw. verfestigte Abschnitte möglich, die dann, je nach Masse und Größe dieser Anteile, den Bodenklassen 6 und 7 nach DIN 18300:2012-09 zuzuweisen sind.

Bindige oder gemischtkörnige Böden sowie Böden mit einem Organikanteil > 15 Gew.-% sind bei  $\leq$  breiiger Konsistenz den fließenden Bodenarten und somit der Bodenklasse 2 nach DIN 18300:2012-09 zuzuordnen.

## **4.2 Bodenparameter**

In nachfolgender Tabelle (6) werden für die erkundeten Bodenschichten charakteristische Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen angegeben.

**Tabelle (6) Charakteristische Bodenparameter**

<b>Bodenschicht</b>	<b>Lagerung / Konsistenz</b>	<b><math>\gamma</math> kN/m<sup>3</sup></b>	<b><math>\gamma'</math> kN/m<sup>3</sup></b>	<b><math>\phi'_k</math> °</b>	<b><math>c'_k</math> kN/m<sup>2</sup></b>	<b><math>E_{s,k}</math> MN/m<sup>2</sup></b>	<b><math>k_f</math> m/s</b>
<b>Decklagen (Homogenbereich B1)</b>							
Schluff, kiesig bis stark kiesig, organisch bis stark organisch, teils sandig, teils Pflanzenreste	weich - steif	16 – 18	6 – 8	22,5 - 25,0	5 - 7	3 - 5	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$
Torf, stark schluffig, teils schwach sandig	steif	12 – 14	2 – 4	20,0 - 22,5	3 - 5	1 - 3	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$
<b>Würmeiszeitliche Terrassenschotter (Homogenbereich B2)</b>							
Kies, schwach sandig bis sandig, teils schwach schluffig bis schluffig, teils schwach steinig, teils schwach organisch	mitteldicht – dicht	20 – 22	11 – 13	32,5 - 35,0	0	70 – 100	$\leq 1 \cdot 10^{-2}$
<b>Tertiäre Sedimente (Homogenbereiche B3, B4)</b>							
Kies, stark sandig, schwach schluffig	dicht	21 – 23	12 – 13	35,0 - 37,5	0	100 - 120	$\leq 1 \cdot 10^{-3}$
Kies + Sand, schwach schluffig	dicht	21 - 22	12	35,0	0	80 - 100	$\leq 5 \cdot 10^{-4}$
Sand, schwach schluffig bis schluffig, teils schwach kiesig	dicht	21	12	32,5 - 35,0	0	60 - 80	$\leq 1 \cdot 10^{-4}$

Die in Tabelle (6) genannten charakteristischen Rechenmittelwerte basieren auf den vorliegenden Untersuchungsergebnissen und auf Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden. Die Parameter gelten dabei für die anstehenden Schichten im ungestörten Lagerungsverband. Bei Auflockerungen und/oder bei Aufweichungen, z.B. im Zuge der Baumaßnahme, können sich diese Parameter deutlich reduzieren.

Die angegebenen Wasserdurchlässigkeiten sind als Anhaltswerte für die Wasserentnahme anzusehen und können stärkeren Schwankungen ( $\pm$ ) unterliegen; bei hier möglichen Rollkieslagen (sehr feinkorn- und sandarme Kiese) sind auch noch deutlich höhere Durchlässigkeiten möglich. In Abschnitt 5.4 wird auf die maßgebenden Werte bezüglich der Versickerung von Wässern in den Untergrund eingegangen.

#### **4.3 Aufnehmbarer Sohldruck / Bettungsmodule**

##### **Aufnehmbarer Sohldruck**

Für Gründungen (Streifenfundamente und Einzelfundamente) in den Kiesen / Schottern  $\geq$  mitteldichter bis dichter Lagerung können ab etwa  $\geq 1,0$  m unter GOK auf der nachverdichteten Aushubsohle die nachfolgend genannten, aufnehmbaren Sohldrücke berücksichtigt werden.

**Tabelle (7) Aufnehmbarer Sohldruck für Fundamentgründungen in den anstehenden Kiesen  $\geq$  mitteldichter bis dichter Lagerung**

geringste Einbindetiefe (m)	aufnehmbarer Sohldruck in kN/m <sup>2</sup> für b bzw. b'					
	0,50 m	0,75 m	1,00 m	1,25 m	1,50 m	2,00 m
0,5	150	170	190	210	230	280
$\geq 1,0$	250	270	290	310	330	380

Bei der Ermittlung der in Tabelle (7) zusammengestellten Sohldrücke wurde davon ausgegangen, dass die Fundamente innerhalb der angetroffenen, gut tragfähigen Kiese  $\geq$  mitteldichter bis dichter Lagerung ab etwa  $\geq 1,0$  m unter GOK gegründet werden.

Im Gründungsbereich eventuell noch vorliegende, geringer tragfähige teils organische Kiese oder sonstige stärker bindige, aufgeweichte und auch organische Böden, Decklagen etc. sind dabei komplett, ggf. auch tieferreichend, unter den Fundamenten bis zu den gut tragfähigen Kiesen unter einer seitlichen Verbreiterung von 60° zur Horizontalen durch gut tragfähiges Kiesmaterial (z.B. Körnung 0/63 mm; Feinkornanteil < 5 %) auszutauschen.

Die in Tabelle (7) zusammengestellten, aufnehmbaren Sohldrücke gelten für mittig belastete Fundamente und können für die Dimensionierung von Fundamenten in Ansatz gebracht werden. Bezüglich außermittiger und schräger Lasteintragung gelten die Maßgaben der DIN 1054 bzw. sind gesonderte Grundbruch- und Setzungsnachweise erforderlich. Bei Ausnutzung der genannten Tabellenwerte sind Setzungen in einer Größenordnung von 1,0 – 2,0 cm und entsprechende Setzungsdifferenzen zu erwarten.

Für gedrungene Einzelfundamente mit einem Seitenverhältnis  $a/b < 2,0$  dürfen die Werte um 20 % erhöht werden, sofern die Einbindetiefe zumindest die 0,6-fache Fundamentbreite aufweist. Der angegebene, maximale Sohldruck sollte jedoch zur Begrenzung von Setzungen und Setzungsdifferenzen nicht überschritten werden.

Werden Bemessungswerte des Sohldrucks  $\sigma_{R,d}$  nach DIN 1054:2010-12 erforderlich, können die genannten Werte mit dem Faktor  $(2,0 / \gamma_{R,v})$ , d.h. beispielsweise mit dem Faktor 1,4 für die Bemessungssituation BS-P, multipliziert werden.

### Bettungsmodul

Falls neben Streifen- und Einzelfundamenten auch elastisch gebettete Bodenplatten zur Abtragung von Lasten herangezogen werden sollen, sind in nachfolgender Tabelle (8) Bettungsmodul angegeben, welche als sinnvolle Anhaltswerte für die Dimensionierung von Platten Gründungen in den anstehenden Kiesen / Schottern auf der nachverdichteten Aushubsohle zu betrachten sind.

Eventuell auf dem Gründungsniveau noch anstehende Decklagenböden oder Schotter mit organischen Anteilen sind auch hier komplett bis zum Erreichen besser tragfähiger Böden unter den Gründungselementen auszuheben und durch Kiesmaterial lagenweise ( $d \leq 0,3$  m) bei ausreichender Verdichtung ( $D_{pr} \geq 100$  %) auszutauschen.

**Tabelle (8) Bettungsmodul für Plattengründungen in den Kiesen**

Art der Belastung / Bauteil	Anstehende Böden	Bettungsmodul $k_s$ in MN/m <sup>3</sup>
Flächenlast / Bodenplatten Lastniveau: 50 – 100 kN/m <sup>2</sup>	Kiese, schwach sandig bis sandig, teils schwach schluffig bis schluffig; ≥ mitteldicht	15 – 25

Genauere Werte für die Bettungsziffern können nach Vorliegen der endgültigen Belastungswerte auch mit der Formel  $k_s = \text{mittlere Bodenpressung} / \text{mittlere Setzung}$  (MN/m<sup>3</sup>) berechnet



werden. Die mittleren Setzungen sind hierbei unter Zugrundelegung der in Tabelle (6) angegebenen Bodenparameter, z.B. nach DIN 4019, zu bestimmen.

## **5 BAUAUSFÜHRUNG / GRÜNDUNG**

### **5.1 Allgemeines**

Im Rahmen des vorliegenden Baugrundgutachtens zur Erschließung des Baugebiets an der Predazzoallee in Hallbergmoos werden nachfolgend geotechnische und hydrogeologische Angaben zum Straßen- bzw. Verkehrsflächenbau, zur Wohnbebauung und zu Versickerungsmöglichkeiten im anstehenden Untergrund auf Grundlage der ausgeführten Aufschlussarbeiten zusammengestellt. Weiterhin wird auf die Möglichkeiten zum Betrieb einer Grundwasserwärmepumpe eingegangen.

### **5.2 Straßenbau**

#### **5.2.1 Allgemeines**

Nachfolgend werden die erforderlichen, geotechnischen Angaben für Straßen- bzw. Verkehrsflächenbaumaßnahmen im geplanten Baugebiet zusammengestellt. Es erfolgen Angaben zum frostsicheren Straßenaufbau und zur Tragfähigkeit des Planums für die Erschließungsstraßen des Baugebiets an der Predazzoallee in Hallbergmoos. Hierbei wird von einer relativ geländegleichen Ausbildung der Straßengradienten ausgegangen.

#### **5.2.2 Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus**

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurden im Bereich des zukünftigen Planums der Erschließungsstraßen unterhalb des Oberbodens stark frostempfindliche, torfige und organische Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach ZTV E-StB 17 angetroffen. Unterhalb dieser Böden stehen die nicht bis mittel frostempfindlichen Terrassenschotter an (Frostempfindlichkeitsklassen F1 und F2). Aufgrund der geringen Tragfähigkeit der organischen Böden sind diese vollständig bis zu den Terrassenschottern auszukoffern, sodass für die Erschließungsstraßen die Frostempfindlichkeitsklassen F1 und F2 für den Untergrund maßgebend werden. Da der Feinkornanteil innerhalb der Schotter jedoch kleinräumig variieren kann, empfehlen

wir, für das gesamte Baugebiet durchgehend von der Frostempfindlichkeitsklasse F2 für die Schotter auszugehen.

Nachfolgend wird für das Baugebiet von einer Belastungsklasse Bk0,3 der Straßen ausgegangen. Der **Ausgangswert** für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus ergibt sich gemäß RStO 12, Tabelle 6, dann für einen anstehenden Boden der Frostempfindlichkeitsklasse F2 zu **40 cm**. Werden höhere Belastungsklassen maßgebend, ist dann auch ein entsprechend höherer Ausgangswert (z. B. 50 cm bei Bk1,0 bis Bk3,2) festzulegen.

Je nach örtlichen Verhältnisse sind gemäß der RStO 12 Mehr- und Minderdicken des Ausgangswertes zu berücksichtigen. Zu den örtlichen Verhältnissen zählen die Frosteinwirkungszone, kleinräumige Klimaunterschiede, Wasserverhältnisse im Untergrund, die Lage der Gradienten und die Entwässerung der Fahrbahn / Ausführung der Randbereiche.

Gemäß RStO 12, Bild 6, liegt die Gemeinde Hallbergmoos im Bereich der Frosteinwirkungszone II (Zuschlag + 5 cm [A]). Besondere Klimaeinflüsse, z. B. infolge geschlossener seitlicher Bebauung, sind zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Gutachtens nicht bekannt (Zuschlag ± 0 cm [B]). Die Wasserverhältnisse im Untergrund sind nach der vorliegenden Untersuchung als ungünstig zu betrachten, da das Grundwasser höher als 1,5 m unter Planum erkundet wurde (Zuschlag + 5 cm [C]). Die Lage der neuen Straßengradienten ist voraussichtlich geländegleich (Damm < 2 m) vorgesehen (Zuschlag ± 0 cm [D]). Falls hinsichtlich der Ausführung eine Entwässerung der Fahrbahn und der Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen berücksichtigt werden kann, ergäbe sich hieraus ein weiterer Abschlag von 5 cm auf den Ausgangswert, was wir hier aber auf der sicheren Seite liegend vernachlässigen würden (Zuschlag ± 0 cm [E]).

Somit resultieren aus diesen örtlichen Verhältnissen folgende Mehr- oder Minderdicken:

$$\begin{aligned}\text{Mehr- oder Minderdicke} &= A + B + C + D + E \\ &= 5 \text{ cm} + 0 \text{ cm} + 5 \text{ cm} + 0 \text{ cm} + 0 \text{ cm} \\ &= + 10 \text{ cm}\end{aligned}$$

Die **Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus** der Straße berechnet sich somit für die Belastungsklasse Bk0,3 zu **50 cm**. Liegt eine höhere Belastungsklasse vor, sind die Mindestdicken, wie bereits erwähnt, entsprechend zu erhöhen (z.B. auf 60 cm für Bk1,0 bis Bk3,2).

### 5.2.3 Tragfähigkeitsanforderungen an das Planum und die Tragschicht des Oberbaus

Zusätzlich zur Mächtigkeit des erforderlichen frostsicheren Aufbaus ist im Hinblick auf Verformungen des Oberbaus die Tragfähigkeit des Untergrundes zu betrachten. Gemäß ZTV E-StB 17 ist in den anstehenden Böden auf dem Planum der Straße ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen.

Wie bereits erwähnt, wurden in allen Aufschlüssen unterhalb des Oberbodens torfige und organische Böden angetroffen, in denen der geforderte Verformungsmodul auch nach intensiver Nachverdichtung nicht eingehalten werden kann. Aus diesem Grund sind diese Böden vollständig bis zu den gut tragfähigen Terrassenschottern, die ab einer Tiefe von ca. 0,5 - 1,0 m unter GOK erkundet wurden, gegenüber geeignetem Material auszutauschen.

Als Bodenaustauschmaterial kann ein Kies-Sand-Material mit einem Feinkornanteil von  $\leq 10 \%$  verwendet werden, welches zumindest mit einem Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} \geq 100 \%$  einzubauen (nach ZTV E-StB 17) ist. Auf OK Planum (UK Frostschutzschicht) ist dann, wie bereits erwähnt, ein  $E_{v2}$ -Wert von  $\geq 45 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen.

### 5.2.4 Verdichtungsanforderungen an die Frostschutzschicht

Nach Einbau der Frostschutzschichten bzw. der frostsicheren Kiestragschichten und den anschließenden Verdichtungsmaßnahmen muss auf der Frostschutzschicht bzw. der frostsicheren Tragschicht ein ausreichender Verformungsmodul von mindestens  $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$  bzw.  $120 \text{ MN/m}^2$  nachgewiesen werden. Zusätzlich ist dabei ein Verhältniswert von  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$  bzw.  $\leq 2,3$  einzuhalten. Wenn der  $E_{v1}$ -Wert bereits 60 % des zuvor genannten  $E_{v2}$ -Wertes erreicht, sind auch höhere Verhältniswerte  $E_{v2}/E_{v1}$  zulässig.

## 5.3 Wohnbebauung

### 5.3.1 Allgemeines

Bei der nachfolgenden, allgemeinen Beurteilung zur Wohnbebauung wird, den uns vorliegenden Angaben zufolge, von unterkellerten, eingeschossigen Mehrfamilienhäusern, teils mit Tiefgarage, ausgegangen. In einem ersten Schritt wird hierbei auf die Gründungserfordernisse

eingegangen. In allgemeiner Form wird in einem zweiten Schritt auch zur Ausbildung von Baugruben und Verbauten, zu Wasserhaltungsmaßnahmen sowie zur Bauwerkstroekenhaltung der unterkellerten Häuser Stellung genommen.

### **5.3.2 Gründung von Wohnhäusern**

Gemäß den Baugrundaufschlüssen ist sowohl bei unterkellerten Gebäuden sowie bei Tiefgaragen mit einem Gründungsniveau von ca. 3 m unter GOK von einer Gründung in den teils schwach schluffigen bis schluffigen,  $\geq$  mitteldicht gelagerten Kiesen auszugehen, die bereits ab etwa 0,5 m bis 1,0 m unter GOK anstehen.

Eventuell auf dem Gründungsniveau noch anstehende Decklagenböden sind komplett bis zum Erreichen besser tragfähiger Böden unter den Gründungselementen bis zu den gut tragfähigen Terrassenschottern auszuheben und unter einer seitlichen Verbreiterung von  $60^\circ$  zur Horizontalen durch Kiesmaterial (z.B. Körnung 0/63 mm; Feinkornanteil  $< 5\%$ ) lagenweise ( $d \leq 0,3$  m) bei ausreichender Verdichtung ( $D_{pr} \geq 100\%$ ) auszutauschen.

Für die Dimensionierung der Gründungselemente bzw. der Bodenplatten könnten die Berechnungswerte aus Kapitel 4.3 herangezogen werden.

### **5.3.3 Baugrubenverbau**

Bei Berücksichtigung eines Kellergeschosses bzw. einer Tiefgarage werden in der Regel Aushubtiefen von ca. 3,0 m erforderlich. Aufgrund des hoch anstehenden Grundwassers und einer Einbindetiefe der Baugrubensohle von ca. 2 - 2,5 m unter den erkundeten Grundwasserspiegel sind geböschte Baugruben vorliegend nicht möglich, weshalb ein Baugrubenverbau erforderlich wird. Da der Verbau wasserdicht ausgebildet werden sollte, ist vorliegend die Erstellung von Spundwänden zur Sicherung der Baugrube zu empfehlen.

Die Spundwände sind hierbei als tragendes und abdichtendes Element in allen Abschnitten im Schloss (mit Schlossabdichtung) zu schlagen. Die Spunddielen müssen mindestens 0,5 m in die tertiären Sedimente einbinden, um den Wasserzustrom aus den Terrassenschottern in die Baugrube zu minimieren. Dies würde nach Bohrung B1 Spundwandlängen von etwa  $> 6,5$  m erfordern. Die notwendige Tiefe ist weiterhin durch statische und hydraulische Berechnungen festzulegen, die Spundwände sind statisch und hydraulisch zu dimensionieren und nachzuweisen. Hierfür sind die Bodenparameter in Tabelle (6) in Ansatz zu bringen.

Für die Einbringung des Spundwandverbau werden aufgrund der hohen Lagerungsdichte der wärmeiszeitlichen Terrassenschotter und möglicher Grobeinlagerungen Auflockerungsbohrungen, evtl. abschnittsweise auch verrohrte Vorbohrungen mit Bodenaustausch, erforderlich. Die letzten 0,5 m sind die Spunddielen jedoch ohne Einbringhilfen in den tertiären Untergrund einzubringen bzw. einzurütteln, um Umströmungen zu minimieren. Bezüglich der durch das Einrütteln entstehenden Vibrationen sind an benachbarten Gebäuden Schwingungsmessungen im Rahmen eines vorab auszuführenden Einbringversuches auszuführen. Das Einbringverfahren ist mit Einbringversuchen so festzulegen, dass die Erschütterungen an Nachbargebäuden etc. auf ein verträgliches Maß minimiert werden.

Werden Rückverankerungen erforderlich, so sind die Verpressstrecken  $\geq 4$  m unter GOK in den Schottern vorzusehen.

#### **5.3.4 Wasserhaltung**

Grundwasser wurde, wie in Kapitel 3.4 beschrieben, im März 2019 in allen Bohrungen ca. 0,8 – 1,1 m unter GOK angetroffen. Bei Gründungstiefen von ca. 3,0 m unter GOK kommen die Baugrubensohlen der Wohngebäude somit ca. 2 - 3 m unterhalb des erbohrten Grundwasserspiegels zu liegen.

In den sehr gut durchlässigen Terrassenschottern wäre ohne abdichtende Verbaumaßnahmen schon bei geringen Absenktiefen von 0,5 m mit sehr hohen Wassermengen von  $> 70$  l/s zu rechnen (exemplarisch für eine Baugrubengröße von 10 m x 10 m). Grundwasserabsenkungen in einer Größenordnung von 2 – 3 m wären auch mit einer geschlossenen Brunnenwasserhaltung hier nicht mehr sinnvoll realisierbar.

Wird, wie zuvor empfohlen, ein dichter Spundwandverbau mit gesicherter Einbringung der Spundwände bis in die tertiären Sedimente ausgeführt, sind in den Baugruben noch Wassermengen aus der Umströmung sowie aus nicht ausschließbaren Undichtigkeiten der Spundwände zu erwarten. Die Wassermenge hängt dann von der Baugrubengröße und der Qualität des Verbau ab. Bei einer Baugrubengröße von ca. 10 m x 10 m und einer Grundwasserabsenkung von 3 m wäre mit Wassermengen von ca. 5 l/s zu rechnen. Diese Mengen können dann mit offenen Wasserhaltungsmaßnahmen in der Umschließung abgepumpt werden. Hierzu wird ggf. – in bindigeren Kiesen – der Einbau einer feinkornarmen Kiesschicht (Feinkornanteil  $< 5$  %; Sandanteil  $< 10$  %) bzw. besser Kies der Körnung 16/32 mm in einer Stärke

von  $\geq 0,25$  m notwendig. Weiterhin sind dann ausgefilterte Pumpensümpfe mit Pumpen nach Bedarf anzuordnen.

### **5.3.5 Bauwerkstroekenhaltung / Auftriebssicherheit**

Wie in Abschnitt 3.4 beschrieben, sind vorliegend maximale Grundwasseranstiege bis GOK möglich. Es wird deshalb erforderlich, sämtliche unter Geländeoberkante einbindenden Bauwerksteile wasserdicht und auftriebssicher auszubilden. Diese Bauteile sind dann z. B. als weiße Wanne mit wasserundurchlässigem Beton herzustellen. Auch sämtliche Anbauten wären dann wasserdicht an diese Bauteile anzuschließen. Für Lichtschächte und Abgänge etc. wäre dann ein geschlossenes Leitungssystem zur Entwässerung erforderlich. Die betroffenen Bauwerksteile sind dann bezüglich des Wasserdrucks und hinsichtlich der Auftriebssicherheit für alle Bauzustände und den Endzustand für Wasserstände bis zumindest zur Geländeoberkante zu bemessen. Gegebenenfalls ist eine gewisse Anhebung der Geländeoberkante sinnvoll, was dann noch zu diskutieren wäre.

### **5.3.6 Arbeitsraumverfüllung**

Zur Rückverfüllung von Arbeitsräumen von Baugruben können die anstehenden würmeiszeitlichen Terrassenschotter mit begrenztem Feinkornanteil ( $< 10$  %) herangezogen werden. Alternativ ist Fremdmaterial (z.B. feinkornarmes, sandiges Kiesmaterial der Bodengruppen GW / GU nach DIN 18196) zu verwenden. Der erkundete humose Oberboden sowie die torfigen und organischen Decklagen können nicht für eine setzungsarme Rückverfüllung von Arbeitsräumen und Gräben herangezogen werden. Der Einbau des geeigneten Bodens muss bei ausreichend geringem Wassergehalt lagenweise ( $d \leq 0,30$  m) unter ausreichender Verdichtung ( $D_{pr} \geq 100$  %) erfolgen. Unterhalb von Verkehrsflächen sind die Qualitätsanforderungen gemäß ZTV E-StB 17, z.B. mittels Dichtekontrollen oder Plattendruckversuchen, nachzuweisen. Bei nicht ausreichenden Ergebnissen müssen entsprechende Gegenmaßnahmen (Nachverdichtung, Bodenaustausch etc.) ergriffen werden.

Im Weiteren sind die "Zusätzlichen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen" der ZTV A-StB und ist das "Merkblatt für die Hinterfüllung von Bauwerken" der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen zu beachten.

### 5.3.7 Radonsicheres Bauen

Radonsicheres Bauen ist seit Februar 2018 im Rahmen der Umsetzung der EURATOM-Richtlinie 2013/59 gesetzliche Vorschrift. Somit ist vorliegend vor allem bei der Planung von Wohngebäuden, öffentlichen Gebäuden, etc. auf eine gasdichte Bauweise für alle erdberührten Teile, z.B. durch die Verwendung einer Bodenplatte aus WU-Beton, Verlegen von Dränagen und / oder radondichten Folien unterhalb der Fundamente / Bodenplatte, zu achten. Die tatsächliche Notwendigkeit für radonsicheres Bauen ergibt sich aus der Lage des Bauvorhabens innerhalb von sog. Radonvorsorgegebieten. Gemäß der Bodenluftkarte Deutschlands befindet sich Hallbergmoos voraussichtlich im Radonvorsorgegebiet II, weshalb entsprechende Maßnahmen erforderlich werden können. Vorliegend werden diese aber aufgrund der Notwendigkeit der wasserdichten Bauweise voraussichtlich ohnehin erfüllt. Die tatsächliche Radonbelastung im Boden auf dem Gelände des geplanten Baugebiets und die damit verbundenen baulichen Anforderungen können jedoch nur über entsprechende Bodenluftmessungen abgeschätzt werden.

Dies bedeutet in der Praxis, dass vor Beginn der Baumaßnahme ggf. entsprechende Untersuchungen durchgeführt bzw. die Resultate bereits vorliegender Messungen berücksichtigt werden sollten.

## 5.4 Versickerungsfähigkeit der Schotter / Versickerung von Oberflächenwässern

### Bestimmung der Durchlässigkeit anhand von Laborversuchen

Für die erkundeten Terrassenschotter liegen insgesamt drei Siebanalysen (Kornverteilungskurven) vor, woraus die Durchlässigkeit, wie in Tabelle (9) angegeben, über Korrelationszusammenhänge abgeschätzt werden kann.

**Tabelle (9) Wasserdurchlässigkeit aus Kornverteilung**

Aufschluss / Tiefe unter GOK	Bodenschicht	Bodenart nach DIN 4023	ermittelter $k_f$ -Wert <sup>1)</sup> (m/s)	Bemessungs- $k_f$ -Wert nach Anhang B, DWA-A 138 (m/s)
B 1 / 3,50 – 4,00 m	Terrassenschotter	G,s,u'	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$
SDB 1 / 0,70 – 2,00 m	Terrassenschotter	G,s,u'	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$
SDB 2 / 2,00 – 3,80 m	Terrassenschotter	G,s	$7,3 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$

<sup>1)</sup> Korrelation nach Seiler

Gemäß Anhang B des Arbeitsblattes DWA-A 138 ist bei der Ermittlung der Durchlässigkeit aus Sieblinien ein Korrekturfaktor von 0,2 zu berücksichtigen, wonach sich Bemessungs- $k_f$ -Werte für die Terrassenschotter von etwa  $2,8 \cdot 10^{-3}$  m/s bis  $1,5 \cdot 10^{-3}$  m/s ergeben. Wir empfehlen, unter Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlages, für die Terrassenschotter von einem **mittleren Bemessungs- $k_f$ -Wert** von  $1 \cdot 10^{-3}$  m/s auszugehen.

### **Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten**

Die Dimensionierung von Versickerungsanlagen ist gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 der Abwassertechnischen Vereinigung e.V. (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser) vorzunehmen. Gemäß diesem Arbeitsblatt ist eine Versickerung von Oberflächenwasser in Lockergesteinen mit Durchlässigkeitsbeiwerten im Bereich von  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-3}$  m/s bis  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-6}$  m/s möglich.

Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen kann bei den erkundeten Terrassenschottern unterhalb der Decklagen eine Versickerung von Oberflächenwasser theoretisch angedacht werden, wobei der ermittelte Bemessungs- $k_f$ -Wert an der oberen Grenze des angegebenen zulässigen Durchlässigkeitsbereiches liegt. Gemäß dem Arbeitsblatt DWA-A 138 sollte die Mächtigkeit des Sickerraums, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand, aber mindestens 1 m betragen. Bei den vorliegend angetroffenen etwa mittleren Grundwasserständen von 0,8 – 1,1 m unter GOK und deutlich höher anzunehmenden mittleren höchsten Grundwasserständen, kann der geforderte Mindestabstand von 1 m auf dem vorliegenden Grundstück nicht eingehalten werden. Soll dennoch die Anordnung entsprechender Versickerungsanlagen für nicht schädlich verunreinigtes Grundwasser (z. B. Mulden bei GOK und Bodenaustausch der organischen Decklagen) vorgesehen werden, muss die Realisierbarkeit / Zulässigkeit vorab mit den Fach- und Genehmigungsbehörden geklärt werden. Bei höheren Wasserständen ist dann eine Versickerung nicht mehr möglich, eine anderweitige Ableitung von Oberflächenwässern wird deshalb in jedem Fall erforderlich.

## **5.5 Eignung des Standortes zum Betrieb einer Grundwasserwärmepumpe**

### **5.5.1 Allgemeines**

Im Zusammenhang mit der Erschließung des Baugebietes an der Predazzoallee in Hallbergmoos wurde auch die Möglichkeit der Errichtung einer Grundwasserwärmepumpe zur Energiegewinnung diskutiert. Zu diesem Zweck wurde Crystal Geotechnik beauftragt eine Grundwassermessstelle zu errichten, mittels Pumpversuchen die Ergiebigkeit des anstehenden



Grundwasserleiters / Aquifers zu ermitteln und eine Untersuchung des Grundwassers bzgl. dessen chemisch-technischer Eignung für den Betrieb einer Grundwasserwärmepumpe zu veranlassen.

Die Bohrung B 1 wurde entsprechend bis in die tertiären Sedimente abgeteuft und zu einer Grundwassermessstelle (5-Zoll-Pegel) ausgebaut (vgl. beiliegendes Bohr- und Ausbauprofil zur Bohrung B 1 in Anlage (3.1)).

### 5.5.2 Grundwassersituation / Kurzpumpversuch

Das Grundwasser wurde hier, wie bereits beschrieben, in einer Tiefe von ca. 1,1 m unter Geländeoberkante erkundet. Der Grundwasserleiter wird hier von sandigen, schwach schluffigen bis schluffigen, teils schwach steinigen Kiesen gebildet, die bis 6,1 m unter Geländeoberkante reichen. Darunter wurde eine Wechsellagerung tertiärer, schwach schluffiger Kiese und Sande erkundet.

Am 23.03.2019 wurde ein Kurzpumpversuch in der Grundwassermessstelle vorgenommen. Bei einer Pumpleistung von 4,6 l/s wurde nach etwa 2 Stunden ein Beharrungswasserstand ermittelt (Ansatzpunkt = AP = 0,90 m über GOK = 457,82 mNN; Beharrungswasserstand = 2,82 m unter AP) der 0,82 m unter dem Ruhewasserspiegel lag (Ruhewasserspiegel = 1,99 m unter AP = 1,09 m unter GOK = 455,83 mNN).

Mit diesen Versuchsergebnissen konnte eine **rechnerische Durchlässigkeit** der anstehenden, würmzeitlichen Kiese von  $k_f = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$  abgeleitet werden ( $k_f$ -Wert nach *Dupuit-Thiem* und nach *Dahlhaus* bei freiem Grundwasserspiegel; siehe Anlage (7.1)).

Die Aquifermächtigkeit bei Niedrigwasserständen lässt sich mit etwa 4,4 m angeben (aktuelle Aquifermächtigkeit von 1,1 m unter GOK bis 6,1 m unter GOK = 5,0 m; minimale Aquifermächtigkeit [abhängig vom anzunehmenden Niedrigwasserstand; vgl. Kapitel 3.4] = 5,0 m - 0,6 m = 4,4 m). Die Ergiebigkeit der Grundwassermessstelle (Bohrdurchmesser 300 mm) liegt bei der aufgezeigten, minimalen Aquifermächtigkeit von etwa 4,4 m bei etwa 5,5 l/s (vgl. Anlage (7.2)).

### 5.5.3 Chemisch-Technische Grundwasseranalyse

Die Ergebnisse der Analyse können, wie dies auch bereits in Kapitel 2.4 dargestellt ist, im Detail dem Prüfbericht von AGROLAB in Anlage (6) entnommen werden.

Gemäß der von Seiten AGROLAB vorgenommen Wertung der chemisch-technischen Analyse des anstehenden Grundwassers, ist das Wasser prinzipiell für den Betrieb einer Grundwasserwärmepumpe nur bedingt geeignet, da Verockerungen möglich sind. Der Einsatz von Edelstahlwärmetauschern, die mit Kupfer hartgelötet sind, ist mit dem Hersteller abzuklären.

Weiterhin wurden in der Grundwasserprobe leicht erhöhte organische Anteile (vgl. Summarische Parameter TOC und DOC im Prüfbericht von AGROLAB) festgestellt. In den Anmerkungen wurde zudem darauf hingewiesen, dass in seltenen Fällen bei Anwesenheit von leicht abbaubaren organischen Stoffen im Grundwasser Massenverkeimungen entstehen können. Solche Biofilme können zu schwer beherrschbaren Störungen im System führen. Ferner ist bekannt, dass bei Grundwasserwärmepumpen im Gemeindegebiet bereits Probleme aufgetaucht sind, obwohl die chemisch-technische Grundwasseranalyse jeweils einwandfreie Ergebnisse geliefert hat.

Entsprechend ist auch hier beim Betreiben einer Grundwasserwärmepumpe ein gewisses Risiko bzgl. der Bildung von Biofilmen gegeben, was bei der Entscheidungsfindung für oder gegen eine Grundwasserwärmepumpe berücksichtigt werden muss.

## 6 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Im Rahmen des vorliegenden Berichtes wurden die Ergebnisse der durchgeführten Feld- und Laborarbeiten hinsichtlich der Erschließung des Baugebiets an der Predazzoallee in der Gemeinde Hallbergmoos zusammengestellt und erläutert. Es erfolgten Angaben zur Baugrubensicherung, zur Wasserhaltung und zum Straßenbau und es wurden Erfordernisse im Zusammenhang mit der Wohnbebauung aufgezeigt. Weiterhin wurde die Versickerung von Oberflächenwässern in den Untergrund beurteilt und die Eignung des Standortes für den Betrieb einer Grundwasserwärmepumpe untersucht.

Vorrangiges Ziel des Gutachtens war es dabei, die vor Ort relevanten Untergrunddaten durch Beschreibung der Bodenschichten, Zuordnung von Bodenklassen und physikalischen Bodenparametern für den Planer und die Baufirmen aufzubereiten.

In Abschnitt 5 wurden die sich aufgrund der vorhandenen Untergrundverhältnisse ergebenden bodenmechanischen und erdbaulichen Grundlagen angegeben. Da diese Angaben nur auf wenigen, punktuellen Baugrundaufschlüssen beruhen und Abweichungen der Untergrund- und Grundwassersituation außerhalb der Aufschlüsse möglich sind, sind beim Baugrubenaushub die aktuellen Bodenschichten mit den Ergebnissen dieser Erkundung sorgfältig zu vergleichen. Bei möglichen Abweichungen des Untergrundes und in allen Zweifelsfällen bezüglich Baugrund und Gründung ist ein Baugrundsachverständiger einzuschalten.

Aufgrund des hoch anstehenden Grundwassers sind für die Erstellung unterkellelter Gebäude schwierige Verhältnisse gegeben. Eine dichte Spundwandumschließung der Baugruben wird erforderlich. Die Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser ist aufgrund des hohen Grundwasserspiegels kaum möglich. Die chemisch-technische Untersuchung des Grundwassers ergab eine nur eingeschränkte Eignung für den Betrieb einer Grundwasserwärmepumpe, da die Bildung von Verockerungen möglich ist.

Zum Zeitpunkt der Ausarbeitung dieses Berichtes lagen uns die genannten Arbeitsunterlagen vor. Da dem Baugrundsachverständigen derzeit nicht alle relevanten Gesichtspunkte bekannt sein können, erhebt dieser Bericht keinen Anspruch auf Vollständigkeit in allen Detailpunkten. Für die einzelnen Baumaßnahmen sind ergänzende Baugrunderkundungen und Begutachtungen erforderlich.

Es wird weiterhin davon ausgegangen, dass die an Planung und Bauausführung beteiligten Ingenieure unter Zugrundelegung der hier aufgezeichneten Untergrunddaten alle erforderlichen Nachweise etc. entsprechend den Regeln der Bautechnik führen.

Für weitere geotechnische Beratungen und/oder Berechnungen im Zuge dieses Projektes stehen wir gerne zur Verfügung.

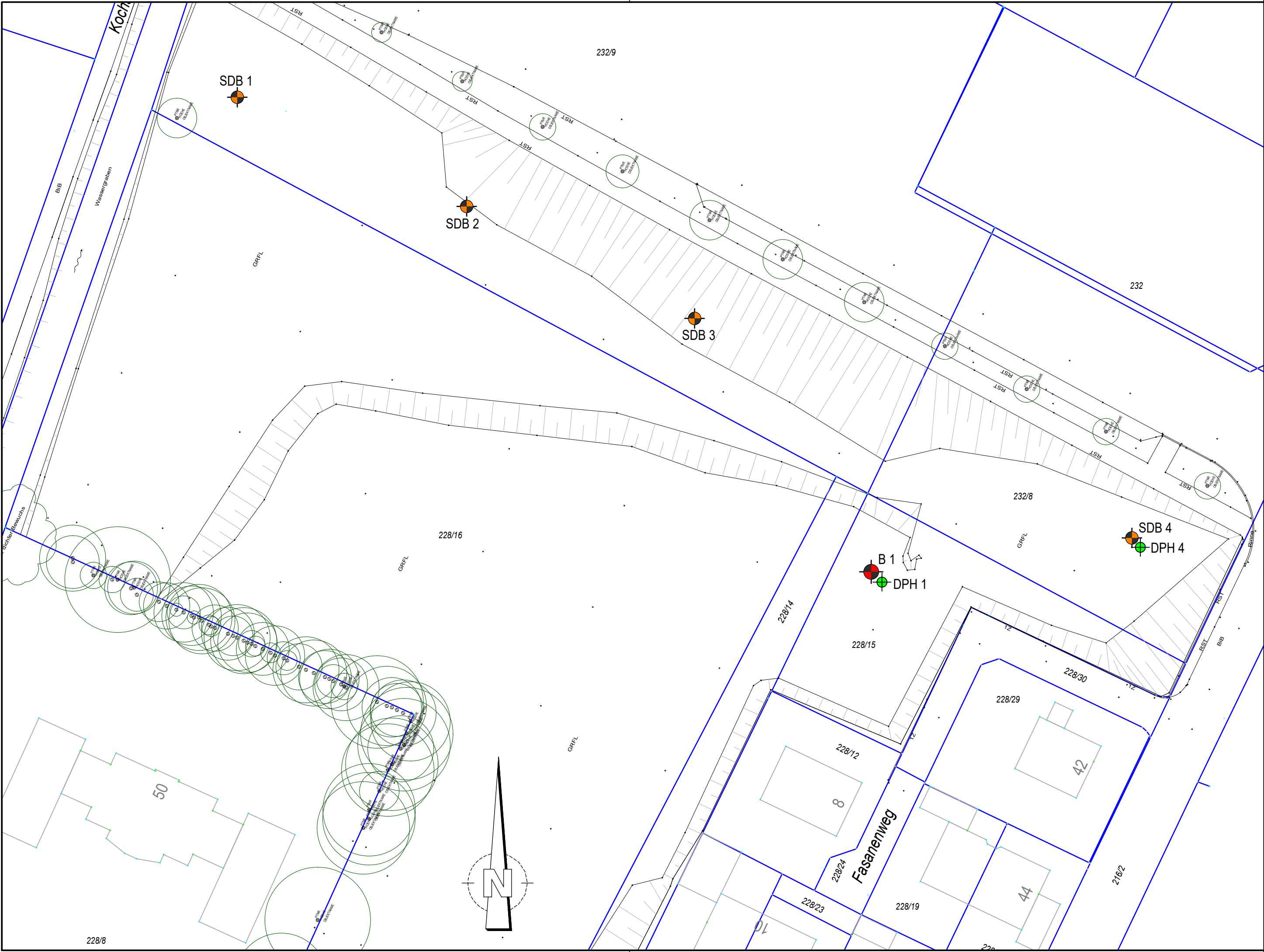
**CRYSTAL GEOTECHNIK**

---

**BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH**

**ANLAGE (1)**

**LAGEPLAN MIT AUFSCHLÜSSEN**



Legende

- Bohrung
- Kleinbohrung
- schwere Rammsondierung

CRYSTAL GEOTECHNIK			
BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD- UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D-86919 UTTING TELEFON 08806/95894-0 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0			
BAUHERR Gemeinde Hallbergmoos			
PROJEKT Baugebiet Predazzoallee, Hallbergmoos			
PLANINHALT Lageplan mit Aufschlüssen			
MASSTAB: M 1 : 500	GEZEICHNET CH	DATUM 30.04.2019	GEPRÜFT RA
PROJEKT NR. B 181778	PLAN NR. 1	ANLAGE 1	
ÄNDERUNGEN		DATUM	GEZEICHNET GEPRÜFT

Hallbergmoos Kochstraße Fl. Nr.: 228, 228/13, 228/14, 228/16, 228/17, 228/18	
Planinhalt: Grundstücksgrenzen Bestand mit Höhen Bäume mit Kronendarstellung	M= 1:250 Flurkarte: Gemarkung: Hallbergmoos
Bauherr/Auftraggeber: Frei & Essler Immobilien GmbH Maximilianstr. 16 82319 Starnberg	Auftragsnummer: 4308.000 Projektnummer: H-J 2/17
Änderungen/Ergänzungen: Name: Datum: Beschreibung	Plannummer: 17-4308-02
Bearbeiter: Gezeichnet: Geprüft:	Datum: 01.08.2017 02.08.2017 Name: Tintin Soproni
Koordinaten im Gauß-Krüger-System Alle Höhen über NN im Neuen System Ausgangshöhe: HP 7636 2101 Theresienstr. 40, 458,028 m über NN (System 100)	
Ingenieurbüro JOSEF NUSKO Inhaber: Robert Dendorfer Bau- und Vermessungswesen Am Mitterfeld 5 81829 München Telefon: 089/427091-0 Telefax: 089/427091-10 E-mail: IB_Josef_Nusko@t-online.de	

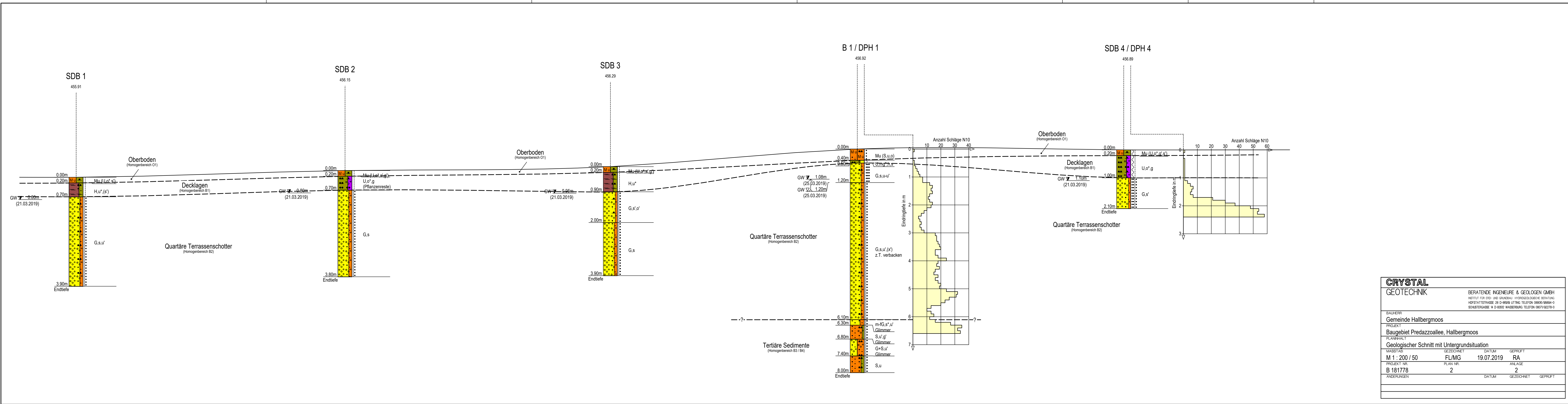
**CRYSTAL GEOTECHNIK**

---

**BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH**

**ANLAGE (2)**

**GEOLOGISCHER SCHNITT MIT UNTERGRUNDSITUATION**



<b>CRYSTAL</b> GEOTECHNIK			
BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD- UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D-86919 UTTING TELEFON 08906/96894-0 SCHUSTERGASSE 14 D-83612 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0			
BAUHERR Gemeinde Hallbergmoos			
PROJEKT Baugebiet Predazzoallee, Hallbergmoos			
PLANINHALT Geologischer Schnitt mit Untergrundsituation			
MASSTAB: M 1 : 200 / 50	GEZEICHNET FL/MG	DATUM 19.07.2019	GEPRÜFT RA
PROJEKT-NR. B 181778	PLAN-NR. 2	ANLAGE 2	
ÄNDERUNGEN		DATUM	GEZEICHNET GEPRÜFT

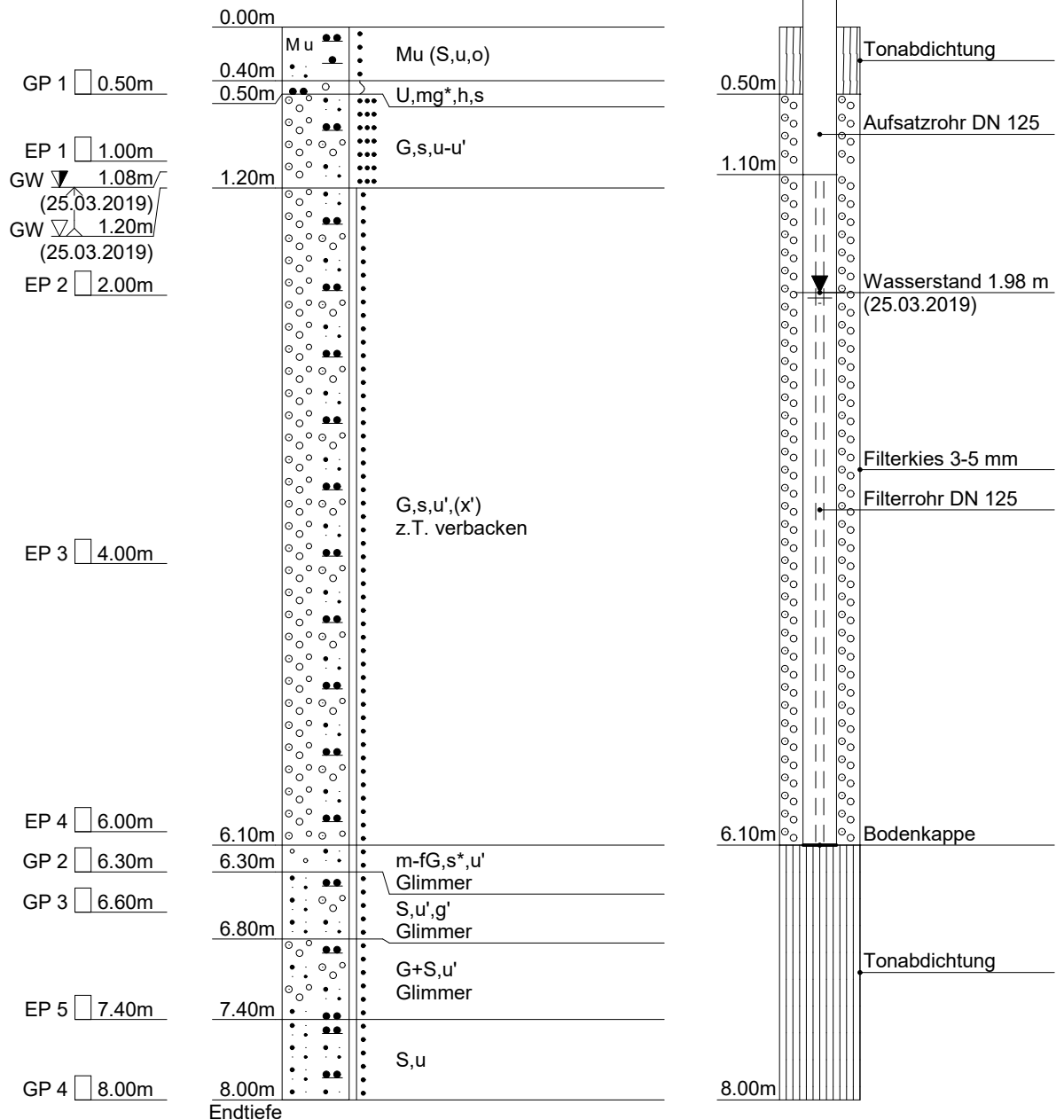


**ANLAGE (3)**

**PROFILE DER BOHRUNGEN, KLEINBOHRUNGEN UND SCHWEREN  
RAMMSONDIERUNGEN**

# B 1

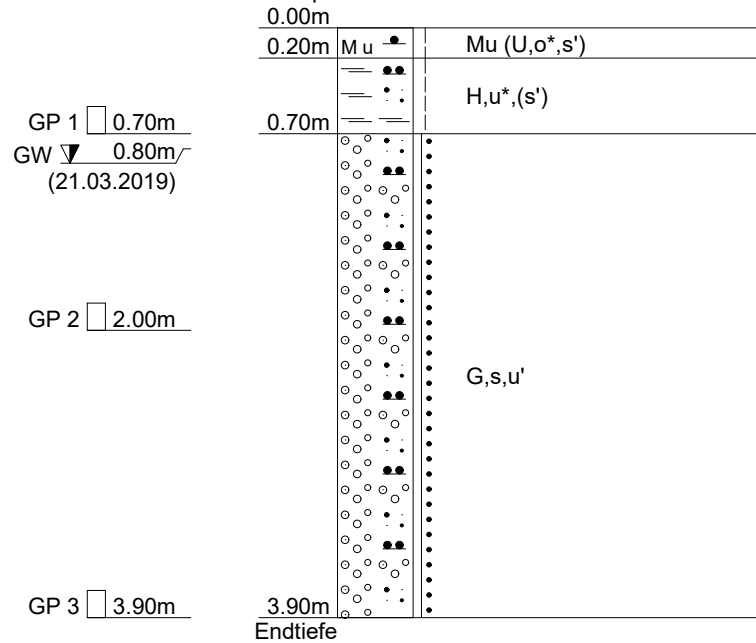
Ansatzpunkt: 456.92 mNN



<b>Crystal Geotechnik GmbH</b> Berat. Ingenieure und Geologen Hofstattstr. 28, 86919 Utting Tel.: 08806 / 95894-0 Fax: 08806 / 95894-44	Projekt: Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee	
	Projekt-Nr.: B 181778	
	Anlage: 3.2	
	Maßstab: 1: 50	Datum: 21.03.2019
	Rechtswert: 4480996.69	Hochwert: 5353977.21

## SDB 1

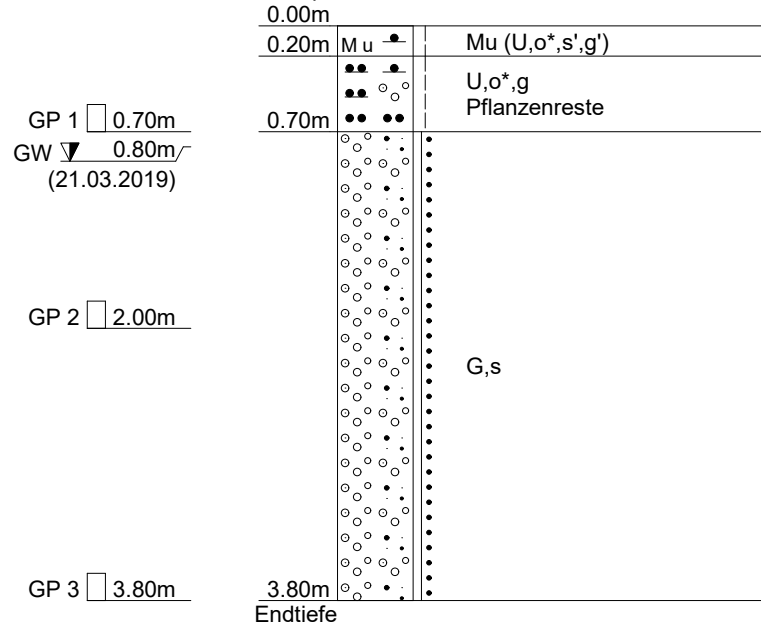
Ansatzpunkt: 455.91 mNN



<b>Crystal Geotechnik GmbH</b> Berat. Ingenieure und Geologen Hofstattstr. 28, 86919 Utting Tel.: 08806 / 95894-0 Fax: 08806 / 95894-44	Projekt: Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee	
	Projekt-Nr.: B 181778	
	Anlage: 3.3	
	Maßstab: 1: 50	Datum: 21.03.2019
	Rechtswert: 4481031.41	Hochwert: 5353960.69

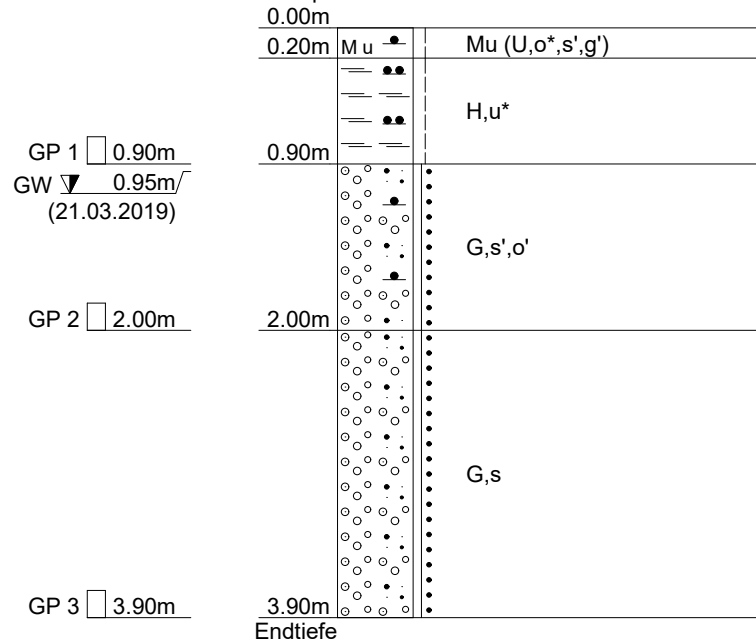
## SDB 2

Ansatzpunkt: 456.15 mNN



## SDB 3

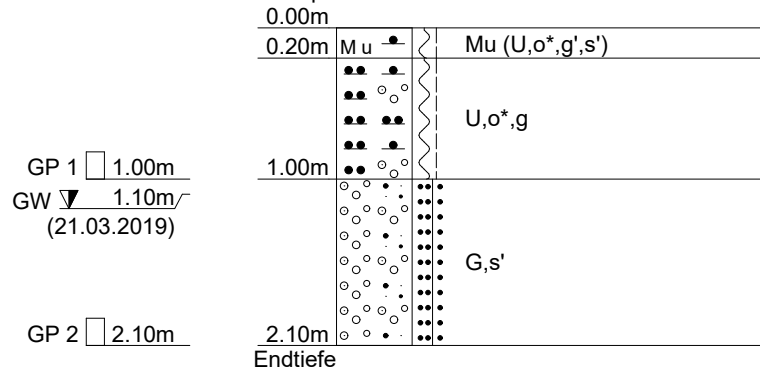
Ansatzpunkt: 456.29 mNN



<b>Crystal Geotechnik GmbH</b>	Projekt: Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.: B 181778	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage: 3.5	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab: 1: 50	Datum: 21.03.2019
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert: 4481132.10	Hochwert: 5353910.52

## SDB 4

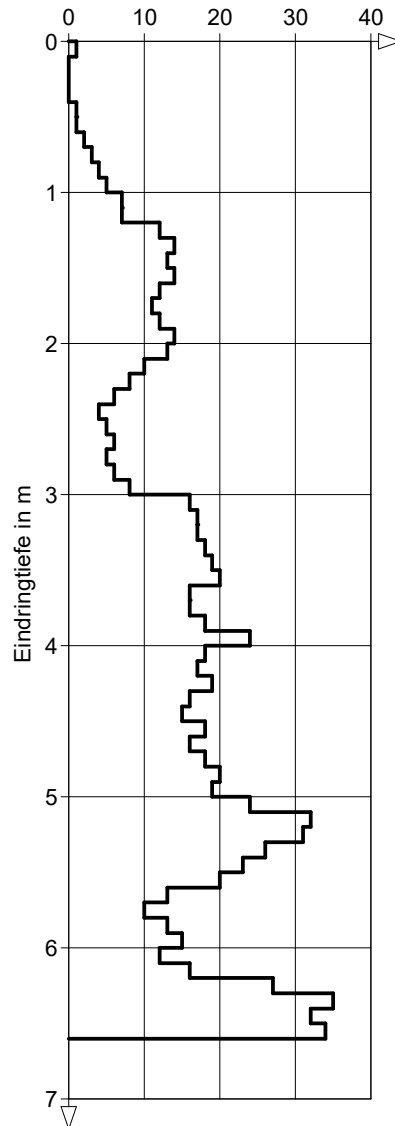
Ansatzpunkt: 456.89 mNN



## DPH 1

Ansatzpunkt: 456.92 mNN

Anzahl Schläge N10



**Crystal Geotechnik GmbH**

Berat. Ingenieure und Geologen

Hofstattstr. 28, 86919 Utting

Tel.: 08806 / 95894-0

Fax: 08806 / 95894-44

Projekt: Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee

Projekt-Nr.: B 181778

Anlage: 3.7

Maßstab: 1: 50

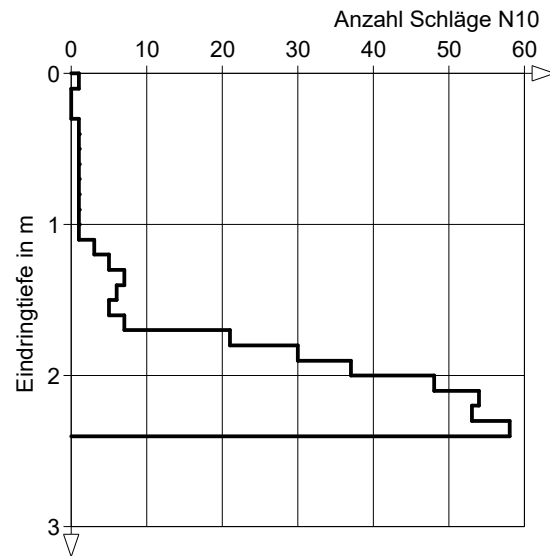
Datum: 21.03.2019

Rechtswert: 4481132.10

Hochwert: 5353910.52

## DPH 4

Ansatzpunkt: 456.89 mNN





**ANLAGE (4)**

**SCHICHTENVERZEICHNISSE DER BOHRUNGEN UND  
KLEINBOHRUNGEN**

**Crystal Geotechnik GmbH**

Berat. Ingenieure und Geologen

Hofstattstr. 28, 86919 Utting

Tel.: 08806 / 95894-0

**Kopfblatt nach DIN 4022** zum Schichtenverzeichnis  
für Bohrungen  
BaugrundbohrungArchiv-Nr: **B 181778**

Aktenzeichen:

Anlage: **4.1**

Bericht:

**1 Objekt Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee**

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses:

**4**

Anzahl der Testberichte und ähnliches:

**2 Bohrung Nr. B 1**Zweck: **Baugrundaufschluss**Ort: **Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts: **4481092.64**Hoch: **5353905.39**

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN **456.92**

m

Ansatzpunktes b) zu

m

[m] unter Gelände

**3 Lageskizze (unmaßstäblich)**

Bemerkung:

**4 Auftraggeber:**

Fachaufsicht:

**5 Bohrunternehmen: Fa. Aumann; Geologische Felduntersuchung, Thannhauser Str. 68, 86505 Münsterhausen**gebohrt von: **25.03.2019** bis: **25.03.2019**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **B 181778**Geräteführer: **Herr Aumann**Qualifikation: **Bohrgeräteführer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

**6 Bohrgerät Typ: Rammkernbohrgerät**

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

**7 Messungen und Tests im Bohrloch:****8 Probenübersicht:**

	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	<b>Glasproben</b>	<b>4</b>	<b>Crystal Geotechnik, Utting</b>
Bohrproben	<b>Eimerproben</b>	<b>5</b>	<b>Crystal Geotechnik, Utting</b>
Bohrproben	<b>Braunglas</b>	<b>0</b>	<b>Crystal Geotechnik, Utting</b>
Sonderproben			
Wasserproben			

<b>9 Bohrtechnik</b> <b>9.1 9.1 Kurzzeichen</b> <b>9.1.1 Bohrverfahren</b> <b>9.1.1.1 Art:</b> BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben ... =		BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben BuP = Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben BS = Sondierbohrungen ... =		BKR = BK mit richtungsorientierter Kernentnahme BKB = BK mit beweglicher Kernumhüllung BKF = BK mit fester Kernumhüllung ... =	
<b>9.1.1.2 Lösen:</b> rot = drehend		ram = rammend druck = drückend		schlag = schlagend greif = greifend	
<b>9.1.2 Bohrwerkzeug</b> <b>9.1.2.1 Art:</b> EK = Einfachkernrohr DK = Doppelkernrohr TK = Dreifachkernrohr S = Seilkernrohr		HK = Hohlkrone VK = Vollkrone H = Hartmetallkrone D = Diamantkrone Gr = Greifer Schap = Schappe		Schn = Schnecke ... = Spi = Spirale ... = Kis = Kiespumpe ... = Ven = Ventilbohrer Mei = Meißel SN = Sonde	
<b>9.1.2.2 Antrieb:</b> G = Gestänge SE = Seil		HA = Hand F = Freifall V = Vibro		DR = Druckluft HY = Hydraulik	
<b>9.1.2.3 Spülhilfe:</b> WS = Wasser LS = Luft		SS = Sole DS = Dickspülung Sch = Schaum		d = direkt id = indirekt	

**9.2 Bohrtechnische Tabellen**

Tiefe in m Bohrlänge in m von bis		Bohrverfahren Art Lösen		Bohrwerkzeug Art ø mm Antrieb Spül- hilfe			Verrohrung Außen ø mm Innen ø mm Tiefe m			Bemerkungen	
0.00	7.00	BP	ram	Schap	300	HY		300	250		7.00
7.00	8.00	BP	ram	Schap	250	HY		250			

**9.3 Bohrkronen**

1	Nr:	ø Außen/Innen:	/
2	Nr:	ø Außen/Innen:	/
3	Nr:	ø Außen/Innen:	/
4	Nr:	ø Außen/Innen:	/
5	Nr:	ø Außen/Innen:	/
6	Nr:	ø Außen/Innen:	/

**9.4 Geräteführer-Wechsel**

Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für Ersatz		Grund
1						
2						
3						
4						

**10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau**  
 Wasser erstmals angetroffen bei **1.20** m, Anstieg bis **1.08** m unter Ansatzpunkt  
 Höchster gemessener Wasserstand **1.08** m unter Ansatzpunkt bei      m Bohrtiefe  
 Verfüllung:      m bis      m Art:      von:      m bis:      m Art:

Nr	Filterrohr			Art	Filterschüttung			Körnung mm	Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m	ø mm		von m	bis m	von m		bis m	Art		
	<b>1.10</b>	<b>6.10</b>	<b>125</b>	<b>Filterkies</b>	<b>0.50</b>	<b>6.10</b>		<b>0.00</b>	<b>0.50</b>	<b>Ton</b>		
								<b>6.10</b>	<b>8.00</b>	<b>Ton</b>		

**11 Sonstige Angaben**  
  
  

Datum: **25.03.2019**

DC

Crystal Geotechnik GmbH							Anlage 4.1				
Berat. Ingenieure und Geologen							Bericht:				
Hofstattstr. 28, 86919 Utting							Az.:				
Tel.: 08806 / 95894-0											
Schichtenverzeichnis											
für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben											
Bauvorhaben: Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee											
Bohrung Nr. B 1						Blatt 3		Datum: 25.03.2019- 25.03.2019			
1	2				3	4	5	6			
Bis ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben					
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)			
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang						e) Farbe		
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung						h) Gruppe		i) Kalk- gehalt
0.40	a) Torf/Sand, schluffig				Schappe Ø 250 mm						
	b)										
	c) locker		d) leicht bohrbar							e) schwarzbraun	
	f)		g)							h)	
0.50	a) Schluff, stark mittelmäßig, humos, sandig				trocken	GP	1	0.50			
	b)										
	c) weich		d) leicht bohrbar							e) grauschwarz	
	f)		g)							h)	
1.20	a) Kies, sandig, schluffig bis schwach schluffig				Wasseranstieg 1.08m u. AP 25.03.2019 Grundwasser 1.20m u. AP 25.03.2019 trocken	EP	1	1.00			
	b)										
	c) mitteldicht		d) mittel							e) grau	
	f)		g)							h)	
6.10	a) Kies, sandig, schwach schluffig, schwach steinig ab 3.20 m schluffig, verbacken				nass	EP EP EP	2 3 4	2.00 4.00 6.00			
	b)										
	c) dicht		d) schwer bohrbar							e) grau	
	f)		g)							h)	
6.30	a) Mittel- bis Feinkies, stark sandig, schwach schluffig, Glimmer				nass	GP	2	6.30			
	b)										
	c) dicht		d) schwer bohrbar							e) grauoliv	
	f)		g)							h)	

Crystal Geotechnik GmbH Berat. Ingenieure und Geologen Hofstattstr. 28, 86919 Utting Tel.: 08806 / 95894-0					Anlage <b>4.1</b>  Bericht:  Az.:		
<b>Schichtenverzeichnis</b> für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben							
Bauvorhaben: <b>Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee</b>							
<b>Bohrung Nr. B 1</b>					Blatt 4		
					Datum: <b>25.03.2019-</b> <b>25.03.2019</b>		
1	2			3	4	5	6
Bis  ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe    i) Kalkgehalt				
<b>6.80</b>	a) <b>Sand, schluffig, Glimmer</b>			<b>nass</b>	<b>GP</b>	<b>3</b>	<b>6.60</b>
	b)						
	c) <b>dicht</b>	d) <b>schwer bohrbar</b>	e) <b>grauoliv</b>				
	f)	g)	h)    i)				
<b>7.40</b>	a) <b>Mittel- bis Feinkies, stark sandig, schwach schluffig, Glimmer</b>			<b>nass</b>	<b>EP</b>	<b>5</b>	<b>7.40</b>
	b)						
	c) <b>dicht</b>	d) <b>schwer bohrbar</b>	e) <b>grauoliv</b>				
	f)	g)	h)    i)				
<b>8.00</b>  <b>Endtiefe</b>	a) <b>Sand, schluffig</b>			<b>nass</b>	<b>GP</b>	<b>4</b>	<b>8.00</b>
	b)						
	c) <b>dicht</b>	d) <b>schwer bohrbar</b>	e) <b>grauoliv</b>				
	f)	g)	h)    i)				

# Crystal Geotechnik GmbH

Berat. Ingenieure und Geologen

Hofstattstr. 28, 86919 Utting

Tel.: 08806 / 95894-0

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

Archiv-Nr: **B 181778**  
Aktenzeichen:

Anlage: **4.2**  
Bericht:

**1 Objekt Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee**

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses:

**3**

Anzahl der Testberichte und ähnliches:

**2 Bohrung Nr. SDB 1**

Zweck: **Baugrunduntersuchung**

Ort: **Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts: **4480996.69**

Hoch: **5353977.21**

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN **455.91**

m

Ansatzpunktes b) zu

m

[m] unter Gelände

**3 Lageskizze (unmaßstäblich)**

Bemerkung:

**4 Auftraggeber:**

Fachaufsicht:

**5 Bohrunternehmen: Crystal Geotechnik GmbH**

gebohrt von: **21.03.2019** bis: **21.03.2019**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **B 181778**

Geräteführer: **Herr Wittke**

Qualifikation: **Baustoffprüfer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

**6 Bohrgerät Typ: Rammkernsondiergerät**

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

**7 Messungen und Tests im Bohrloch:**

**8 Probenübersicht:**

	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	<b>Glas</b>	<b>3</b>	<b>Crystal Geotechnik GmbH, Utting</b>
Bohrproben	<b>Braunglas</b>	<b>0</b>	<b>Crystal Geotechnik GmbH, Utting</b>
Bohrproben	<b>Eimer</b>	<b>0</b>	<b>Crystal Geotechnik GmbH, Utting</b>
Sonderproben			
Wasserproben			

<b>9 Bohrtechnik</b>		BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben	BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme
<b>9.1 Kurzzeichen</b>			
<b>9.1.1 Bohrverfahren</b>		BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben	BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung
<b>9.1.1.1 Art:</b>		BS = Sondierbohrungen	BKF= BK mit fester Kernumhüllung
BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben		... =	... =
<b>9.1.1.2 Lösen:</b>		ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend		druck = drückend	greif = greifend
<b>9.1.2 Bohrwerkzeug</b>		HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke ... =
<b>9.1.2.1 Art:</b>		VK = Vollkrone	Spi = Spirale ... =
EK = Einfachkernrohr		H = Hartmetallkrone	Kis = Kiespumpe ... =
DK = Doppelkernrohr		D = Diamantkrone	Ven = Ventilbohrer
TK = Dreifachkernrohr		Gr = Greifer	Mei = Meißel
S = Seilkernrohr		Schap = Schappe	SN = Sonde
<b>9.1.2.2 Antrieb:</b>		HA = Hand	DR = Druckluft
G = Gestänge		F = Freifall	HY = Hydraulik
SE = Seil		V = Vibro	
<b>9.1.2.3 Spülhilfe:</b>		SS = Sole	d = direkt
WS= Wasser		DS = Dickspülung	id = indirekt
LS = Luft		Sch = Schaum	

## 9.2 Bohrtechnische Tabellen

Tiefe in m Bohrlänge in m von bis		Bohrverfahren		Bohrwerkzeug			Spül- hilfe	Verrohrung			Bemerkungen
		Art	Lösen	Art	ø mm	Antrieb		Außen ø mm	Innen ø mm	Tiefe m	
0.00	1.00	BS	ram	Schap	60	HY					
1.00	3.90	BS	ram	Schap	50	HY					

## 9.3 Bohrkronen

1	Nr:	ø Außen/Innen:	/
2	Nr:	ø Außen/Innen:	/
3	Nr:	ø Außen/Innen:	/
4	Nr:	ø Außen/Innen:	/
5	Nr:	ø Außen/Innen:	/
6	Nr:	ø Außen/Innen:	/

## 9.4 Geräteführer-Wechsel

Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für Ersatz		Grund
1						
2						
3						
4						

## 10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei m, Abfall bis **0.80** m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstand **0.80** m unter Ansatzpunkt bei m Bohrtiefe

Verfüllung: m bis m Art: von: m bis: m Art:

Nr	Filterrohr			Filterschüttung			Körnung mm	Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m	ø mm	Art	von m	bis m		von m	bis m	Art	

## 11 Sonstige Angaben

Datum: **21.03.2019**

Crystal Geotechnik GmbH Berat. Ingenieure und Geologen Hofstattstr. 28, 86919 Utting Tel.: 08806 / 95894-0					Anlage <b>4.2</b>  Bericht:  Az.:		
<b>Schichtenverzeichnis</b> für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben							
Bauvorhaben: <b>Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee</b>							
<b>Bohrung Nr. SDB 1</b>					Blatt 3		
					Datum: <b>21.03.2019-</b> <b>21.03.2019</b>		
1	2			3	4	5	6
Bis  ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe    i) Kalkgehalt				
<b>0.70</b>	a) <b>Mutterboden (Schluff, stark org. Beimengung, schwach sandig)</b>			<b>Schappe Ø 60 mm</b>	<b>GP</b>	<b>1</b>	<b>0.70</b>
	b)						
	c) <b>steif</b>	d)	e) <b>schwarz</b>				
	f)	g)	h)    i)				
<b>3.90</b>  <b>Endtiefe</b>	a) <b>Kies, sandig, (schwach schluffig)</b>			<b>Wasserabfall 0.80m u. AP 21.03.2019 ab 1.00 m Schappe Ø 50 mm nass</b>	<b>GP GP</b>	<b>2 3</b>	<b>2.00 3.90</b>
	b)						
	c) <b>dicht</b>	d) <b>schwer bohrbar</b>	e) <b>braungrau</b>				
	f)	g)	h)    i)				



**Crystal Geotechnik GmbH**

Berat. Ingenieure und Geologen

Hofstattstr. 28, 86919 Utting

Tel.: 08806 / 95894-0

**Kopfblatt nach DIN 4022** zum Schichtenverzeichnis  
für Bohrungen  
BaugrundbohrungArchiv-Nr: **B 181778**

Aktenzeichen:

Anlage: **4.2**

Bericht:

**1 Objekt Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee**

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses:

**3**

Anzahl der Testberichte und ähnliches:

**2 Bohrung Nr. SDB 2**Zweck: **Baugrunduntersuchung**Ort: **Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts: **4481031.41**Hoch: **5353960.69**

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN **456.15**

m

Ansatzpunktes b) zu

m

[m] unter Gelände

**3 Lageskizze (unmaßstäblich)**

Bemerkung:

**4 Auftraggeber:**

Fachaufsicht:

**5 Bohrunternehmen: Crystal Geotechnik GmbH**gebohrt von: **21.03.2019** bis: **21.03.2019**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **B 181778**Geräteführer: **Herr Wittke**Qualifikation: **Baustoffprüfer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

**6 Bohrgerät Typ: Rammkernsondiergerät**

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

**7 Messungen und Tests im Bohrloch:****8 Probenübersicht:**

	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	<b>Glas</b>	<b>3</b>	<b>Crystal Geotechnik GmbH, Utting</b>
Bohrproben	<b>Braunglas</b>	<b>0</b>	<b>Crystal Geotechnik GmbH, Utting</b>
Bohrproben	<b>Eimer</b>	<b>0</b>	<b>Crystal Geotechnik GmbH, Utting</b>
Sonderproben			
Wasserproben			

<b>9 Bohrtechnik</b> <b>9.1 9.1 Kurzzeichen</b> <b>9.1.1 Bohrverfahren</b> <b>9.1.1.1 Art:</b> BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben ... =				BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben BS = Sondierbohrungen ... =				BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung BKF= BK mit fester Kernumhüllung ... =																																																														
<b>9.1.1.2 Lösen:</b> rot = drehend				ram = rammend druck = drückend				schlag = schlagend greif = greifend																																																														
<b>9.1.2 Bohrwerkzeug</b> <b>9.1.2.1 Art:</b> EK = Einfachkernrohr DK = Doppelkernrohr TK = Dreifachkernrohr S = Seilkernrohr				HK = Hohlkrone VK = Vollkrone H = Hartmetallkrone D = Diamantkrone Gr = Greifer Schap = Schappe				Schn = Schnecke ... = Spi = Spirale ... = Kis = Kiespumpe ... = Ven = Ventilbohrer Mei = Meißel SN = Sonde																																																														
<b>9.1.2.2 Antrieb:</b> G = Gestänge SE = Seil				HA = Hand F = Freifall V = Vibro				DR = Druckluft HY = Hydraulik																																																														
<b>9.1.2.3 Spülhilfe:</b> WS= Wasser LS = Luft				SS = Sole DS = Dickspülung Sch = Schaum				d = direkt id = indirekt																																																														
<b>9.2 Bohrtechnische Tabellen</b>																																																																						
Tiefe in m		Bohrverfahren		Bohrwerkzeug				Verrohrung			Bemerkungen																																																											
Bohrlänge in m von	bis	Art	Lösen	Art	ø mm	Antrieb	Spülhilfe	Außen ø mm	Innen ø mm	Tiefe m																																																												
0.00	1.00	BS	ram	Schap	60	HY																																																																
1.00	3.80	BS	ram	Schap	50	HY																																																																
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <b>9.3 Bohrkronen</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>1</td><td>Nr:</td><td>ø Außen/Innen:</td><td>/</td></tr> <tr><td>2</td><td>Nr:</td><td>ø Außen/Innen:</td><td>/</td></tr> <tr><td>3</td><td>Nr:</td><td>ø Außen/Innen:</td><td>/</td></tr> <tr><td>4</td><td>Nr:</td><td>ø Außen/Innen:</td><td>/</td></tr> <tr><td>5</td><td>Nr:</td><td>ø Außen/Innen:</td><td>/</td></tr> <tr><td>6</td><td>Nr:</td><td>ø Außen/Innen:</td><td>/</td></tr> </table> </div> <div style="width: 48%;"> <b>9.4 Geräteführer-Wechsel</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Nr</th> <th>Datum Tag/Monat Jahr</th> <th>Uhrzeit</th> <th>Tiefe</th> <th colspan="2">Name Geräteführer für      Ersatz</th> <th>Grund</th> </tr> <tr><td>1</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>3</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>4</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table> </div> </div>												1	Nr:	ø Außen/Innen:	/	2	Nr:	ø Außen/Innen:	/	3	Nr:	ø Außen/Innen:	/	4	Nr:	ø Außen/Innen:	/	5	Nr:	ø Außen/Innen:	/	6	Nr:	ø Außen/Innen:	/	Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für      Ersatz		Grund	1							2							3							4						
1	Nr:	ø Außen/Innen:	/																																																																			
2	Nr:	ø Außen/Innen:	/																																																																			
3	Nr:	ø Außen/Innen:	/																																																																			
4	Nr:	ø Außen/Innen:	/																																																																			
5	Nr:	ø Außen/Innen:	/																																																																			
6	Nr:	ø Außen/Innen:	/																																																																			
Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für      Ersatz		Grund																																																																
1																																																																						
2																																																																						
3																																																																						
4																																																																						
<b>10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau</b> Wasser erstmals angetroffen bei      m, Abfall bis <b>0.80</b> m unter Ansatzpunkt Höchster gemessener Wasserstand <b>0.80</b> m unter Ansatzpunkt bei      m Bohrtiefe Verfüllung:      m bis      m Art:      von:      m bis:      m Art:																																																																						
Nr	von m	Filterrohr bis m	ø mm	Art	von m	Filterschüttung bis m	Körnung mm	von m	Sperrschicht bis m	Art	OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt																																																											
<b>11 Sonstige Angaben</b>  Datum: <b>21.03.2019</b>																																																																						

Crystal Geotechnik GmbH Berat. Ingenieure und Geologen Hofstattstr. 28, 86919 Utting Tel.: 08806 / 95894-0					Anlage <b>4.2</b>  Bericht:  Az.:		
<b>Schichtenverzeichnis</b> für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben							
Bauvorhaben: <b>Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee</b>							
<b>Bohrung Nr. SDB 2</b>					Blatt 3		
					Datum: <b>21.03.2019-</b> <b>21.03.2019</b>		
1	2			3	4	5	6
Bis  ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe    i) Kalkgehalt				
<b>0.70</b>	a) <b>Mutterboden (Schluff, stark org. Beimengung, schwach sandig, schwach kiesig)</b>			<b>Schappe          Ø 60 mm          erdfeucht</b>	<b>GP</b>	<b>1</b>	<b>0.70</b>
	b)						
	c) <b>steif</b>	d) <b>leicht bohrbar</b>	e) <b>schwarz</b>				
	f)	g)	h)    i)				
<b>3.80</b>  <b>Endtiefe</b>	a) <b>Kies, sandig</b>			<b>Wasserabfall          0.80m u. AP          21.03.2019          ab 1.00 m          Schappe          Ø 50 mm          nass</b>	<b>GP GP</b>	<b>2 3</b>	<b>2.00 3.80</b>
	b)						
	c) <b>dicht</b>	d) <b>schwer bohrbar</b>	e) <b>grau/braun</b>				
	f)	g)	h)    i)				

**Crystal Geotechnik GmbH**

Berat. Ingenieure und Geologen

Hofstattstr. 28, 86919 Utting

Tel.: 08806 / 95894-0

**Kopfblatt nach DIN 4022** zum Schichtenverzeichnis  
für Bohrungen  
BaugrundbohrungArchiv-Nr: **B 181778**

Aktenzeichen:

Anlage: **4.3**

Bericht:

**1 Objekt Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee**

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses:

**3**

Anzahl der Testberichte und ähnliches:

**2 Bohrung Nr. SDB 3**Zweck: **Baugrunduntersuchung**Ort: **Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts: **4481065.91**Hoch: **5353943.74**

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN **456.29**

m

Ansatzpunktes b) zu

m

[m] unter Gelände

**3 Lageskizze (unmaßstäblich)**

Bemerkung:

**4 Auftraggeber:**

Fachaufsicht:

**5 Bohrunternehmen: Crystal Geotechnik GmbH**gebohrt von: **21.03.2019** bis: **21.03.2019**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **B 181778**Geräteführer: **Herr Wittke**Qualifikation: **Baustoffprüfer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

**6 Bohrgerät Typ: Rammkernsondiergerät**

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

**7 Messungen und Tests im Bohrloch:****8 Probenübersicht:**

	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	<b>Glas</b>	<b>3</b>	<b>Crystal Geotechnik GmbH, Utting</b>
Bohrproben	<b>Braunglas</b>	<b>0</b>	<b>Crystal Geotechnik GmbH, Utting</b>
Bohrproben	<b>Eimer</b>	<b>0</b>	<b>Crystal Geotechnik GmbH, Utting</b>
Sonderproben			
Wasserproben			

<b>9 Bohrtechnik</b>			BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben	BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme
<b>9.1 Kurzzeichen</b>				
<b>9.1.1 Bohrverfahren</b>				BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung
<b>9.1.1.1 Art:</b>			BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben	BKF= BK mit fester Kernumhüllung
BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben			BS = Sondierbohrungen	... =
... =				
<b>9.1.1.2 Lösen:</b>			ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend			druck = drückend	greif = greifend
<b>9.1.2 Bohrwerkzeug</b>			HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke ... =
<b>9.1.2.1 Art:</b>			VK = Vollkrone	Spi = Spirale ... =
EK = Einfachkernrohr			H = Hartmetallkrone	Kis = Kiespumpe ... =
DK = Doppelkernrohr			D = Diamantkrone	Ven = Ventilbohrer
TK = Dreifachkernrohr			Gr = Greifer	Mei = Meißel
S = Seilkernrohr			Schap = Schappe	SN = Sonde
<b>9.1.2.2 Antrieb:</b>			HA = Hand	DR = Druckluft
G = Gestänge			F = Freifall	HY = Hydraulik
SE = Seil			V = Vibro	
<b>9.1.2.3 Spülhilfe:</b>			SS = Sole	d = direkt
WS= Wasser			DS = Dickspülung	id = indirekt
LS = Luft			Sch = Schaum	

## 9.2 Bohrtechnische Tabellen

Tiefe in m Bohrlänge in m von bis		Bohrverfahren Art Lösen		Bohrwerkzeug Art ø mm Antrieb Spül- hilfe			Verrohrung Außen ø mm Innen ø mm Tiefe m			Bemerkungen
0.00	1.00	BS	ram	Schap	60	HY				
1.00	3.90	BS	ram	Schap	50	HY				

## 9.3 Bohrkronen

1	Nr:	ø Außen/Innen:	/
2	Nr:	ø Außen/Innen:	/
3	Nr:	ø Außen/Innen:	/
4	Nr:	ø Außen/Innen:	/
5	Nr:	ø Außen/Innen:	/
6	Nr:	ø Außen/Innen:	/

## 9.4 Geräteführer-Wechsel

Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für Ersatz	Grund
1					
2					
3					
4					

## 10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei m, Abfall bis **0.95** m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstand **0.95**m unter Ansatzpunkt bei m Bohrtiefe

Verfüllung: m bis m Art: von: m bis: m Art:

Nr	Filterrohr			Filterschüttung			Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m	ø mm	Art	von m	bis m	Körnung mm	von m	bis m	Art

## 11 Sonstige Angaben

Datum: **21.03.2019**

Crystal Geotechnik GmbH Berat. Ingenieure und Geologen Hofstattstr. 28, 86919 Utting Tel.: 08806 / 95894-0					Anlage <b>4.3</b>  Bericht:  Az.:		
<b>Schichtenverzeichnis</b> für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben							
Bauvorhaben: <b>Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee</b>							
<b>Bohrung Nr. SDB 3</b>					Blatt 3		
					Datum: <b>21.03.2019-</b> <b>21.03.2019</b>		
1	2			3	4	5	6
Bis  ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe    i) Kalkgehalt				
<b>0.90</b>	a) Mutterboden (Schluff, stark org. Beimengung, schwach sandig, schwach kiesig)			Schappe Ø 60 mm erdfeucht	GP	1	0.90
	b) evtl. schon Torf						
	c) halbfest	d)	e) schwarz				
	f)	g)	h)    i)				
<b>3.90</b>  Endtiefe	a) Kies, sandig			Wasserabfall 0.95m u. AP 21.03.2019 ab 1.00 m Schappe Ø 50 mm nass	GP GP	2 3	2.00 3.90
	b)						
	c) dicht	d) schwer bohrbar	e) braun/grau				
	f)	g)	h)    i)				

**Crystal Geotechnik GmbH**

Berat. Ingenieure und Geologen

Hofstattstr. 28, 86919 Utting

Tel.: 08806 / 95894-0

**Kopfblatt nach DIN 4022** zum Schichtenverzeichnis  
für Bohrungen  
BaugrundbohrungArchiv-Nr: **B 181778**

Aktenzeichen:

Anlage: **4.4**

Bericht:

**1 Objekt Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee**

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses:

**3**

Anzahl der Testberichte und ähnliches:

**2 Bohrung Nr. SDB 4**Zweck: **Baugrunduntersuchung**Ort: **Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts: **4481132.10**Hoch: **5353910.52**

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN **456.89**

m

Ansatzpunktes b) zu

m

[m] unter Gelände

**3 Lageskizze (unmaßstäblich)**

Bemerkung:

**4 Auftraggeber:**

Fachaufsicht:

**5 Bohrunternehmen: Crystal Geotechnik GmbH**gebohrt von: **21.03.2019** bis: **21.03.2019**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **B 181778**Geräteführer: **Herr Wittke**Qualifikation: **Baustoffprüfer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

**6 Bohrgerät Typ: Rammkernsondiergerät**

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

**7 Messungen und Tests im Bohrloch:****8 Probenübersicht:**

	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	<b>Glas</b>	<b>2</b>	<b>Crystal Geotechnik GmbH, Utting</b>
Bohrproben	<b>Braunglas</b>	<b>0</b>	<b>Crystal Geotechnik GmbH, Utting</b>
Bohrproben	<b>Eimer</b>	<b>0</b>	<b>Crystal Geotechnik GmbH, Utting</b>
Sonderproben			
Wasserproben			

<b>9 Bohrtechnik</b> <b>9.1 Kurzzeichen</b> <b>9.1.1 Bohrverfahren</b> <b>9.1.1.1 Art:</b> BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben ... =		BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben BuP = Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben BS = Sondierbohrungen ... =	BKR = BK mit richtungsorientierter Kernentnahme BKB = BK mit beweglicher Kernumhüllung BKF = BK mit fester Kernumhüllung ... =								
<b>9.1.1.2 Lösen:</b> rot = drehend		ram = rammend druck = drückend	schlag = schlagend greif = greifend								
<b>9.1.2 Bohrwerkzeug</b> <b>9.1.2.1 Art:</b> EK = Einfachkernrohr DK = Doppelkernrohr TK = Dreifachkernrohr S = Seilkernrohr		HK = Hohlkrone VK = Vollkrone H = Hartmetallkrone D = Diamantkrone Gr = Greifer Schap = Schappe	Schn = Schnecke ... = Spi = Spirale ... = Kis = Kiespumpe ... = Ven = Ventilbohrer Mei = Meißel SN = Sonde								
<b>9.1.2.2 Antrieb:</b> G = Gestänge SE = Seil		HA = Hand F = Freifall V = Vibro	DR = Druckluft HY = Hydraulik								
<b>9.1.2.3 Spülhilfe:</b> WS = Wasser LS = Luft		SS = Sole DS = Dickspülung Sch = Schaum	d = direkt id = indirekt								
<b>9.2 Bohrtechnische Tabellen</b>											
Tiefe in m		Bohrverfahren		Bohrwerkzeug				Verrohrung			Bemerkungen
Bohrlänge in m von	bis	Art	Lösen	Art	ø mm	Antrieb	Spülhilfe	Außen ø mm	Innen ø mm	Tiefe m	
0.00	1.00	BS	ram	Schap	60	HY					
1.00	2.10	BS	ram	Schap	50	HY					
<b>9.3 Bohrkronen</b>											
1 Nr: ø Außen/Innen: /			<b>9.4 Geräteführer-Wechsel</b>								
2 Nr: ø Außen/Innen: /			Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für Ersatz		Grund		
3 Nr: ø Außen/Innen: /			1								
4 Nr: ø Außen/Innen: /			2								
5 Nr: ø Außen/Innen: /			3								
6 Nr: ø Außen/Innen: /			4								
<b>10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau</b>											
Wasser erstmals angetroffen bei                      m, Abfall bis <b>1.10</b> m unter Ansatzpunkt Höchster gemessener Wasserstand <b>1.10</b> m unter Ansatzpunkt bei                      m Bohrtiefe Verfüllung:                      m bis                      m Art:                      von:                      m bis:                      m Art:											
Nr	Filterrohr			Filterschüttung				Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
von m	bis m	ø mm	Art	von m	bis m	Körnung mm	von m	bis m	Art		
<b>11 Sonstige Angaben</b>											
Datum: <b>21.03.2019</b>											



Crystal Geotechnik GmbH Berat. Ingenieure und Geologen Hofstattstr. 28, 86919 Utting Tel.: 08806 / 95894-0					Anlage <b>4.4</b>  Bericht:  Az.:		
<b>Schichtenverzeichnis</b> für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben							
Bauvorhaben: <b>Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee</b>							
<b>Bohrung Nr. SDB 4</b>					Blatt 3		
					Datum: <b>21.03.2019-</b> <b>21.03.2019</b>		
1	2			3	4	5	6
Bis  ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe    i) Kalk-gehalt				
<b>1.00</b>	a) <b>Mutterboden (Schluff, stark org. Beimengung, schwach kiesig, schwach sandig)</b>			<b>Schappe          Ø 60 mm          erdfeucht</b>	<b>GP</b>	<b>1</b>	<b>1.00</b>
	b) <b>evtl. schon Torf?</b>						
	c) <b>weich bis steif</b>	d)	e) <b>schwarz</b>				
	f)	g)	h)    i)				
<b>2.10</b>  <b>Endtiefe</b>	a) <b>Kies, schwach sandig</b>			<b>Wasserabfall          1.10m u. AP          21.03.2019          ab 1.00 m          Schappe          Ø 50 mm</b>	<b>GP</b>	<b>2</b>	<b>2.10</b>
	b)						
	c) <b>dicht</b>	d) <b>sehr schwer bohrbar</b>	e) <b>grau/braun</b>				
	f)	g)	h)    i)				

**CRYSTAL GEOTECHNIK**

---

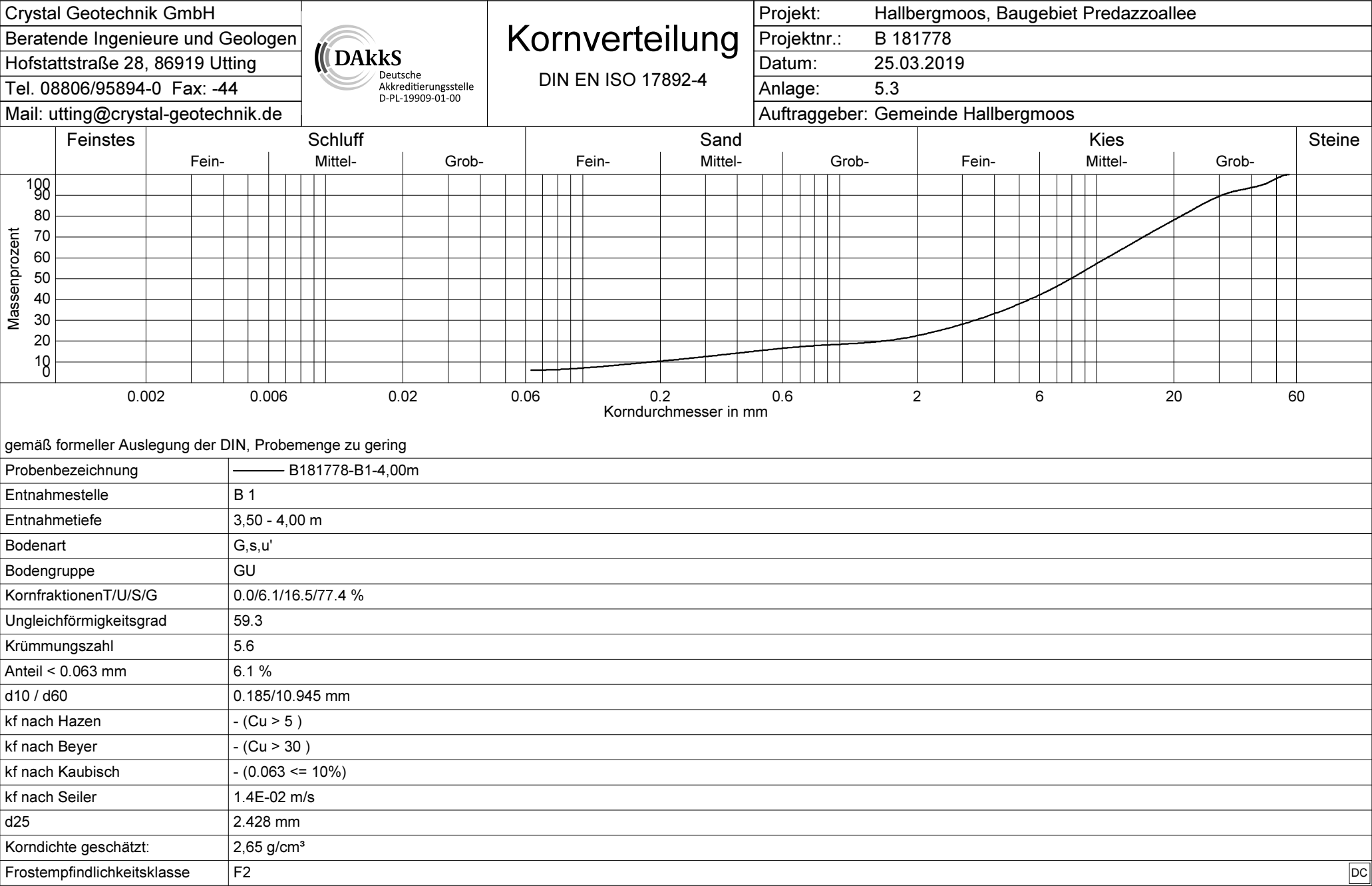
**BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH**

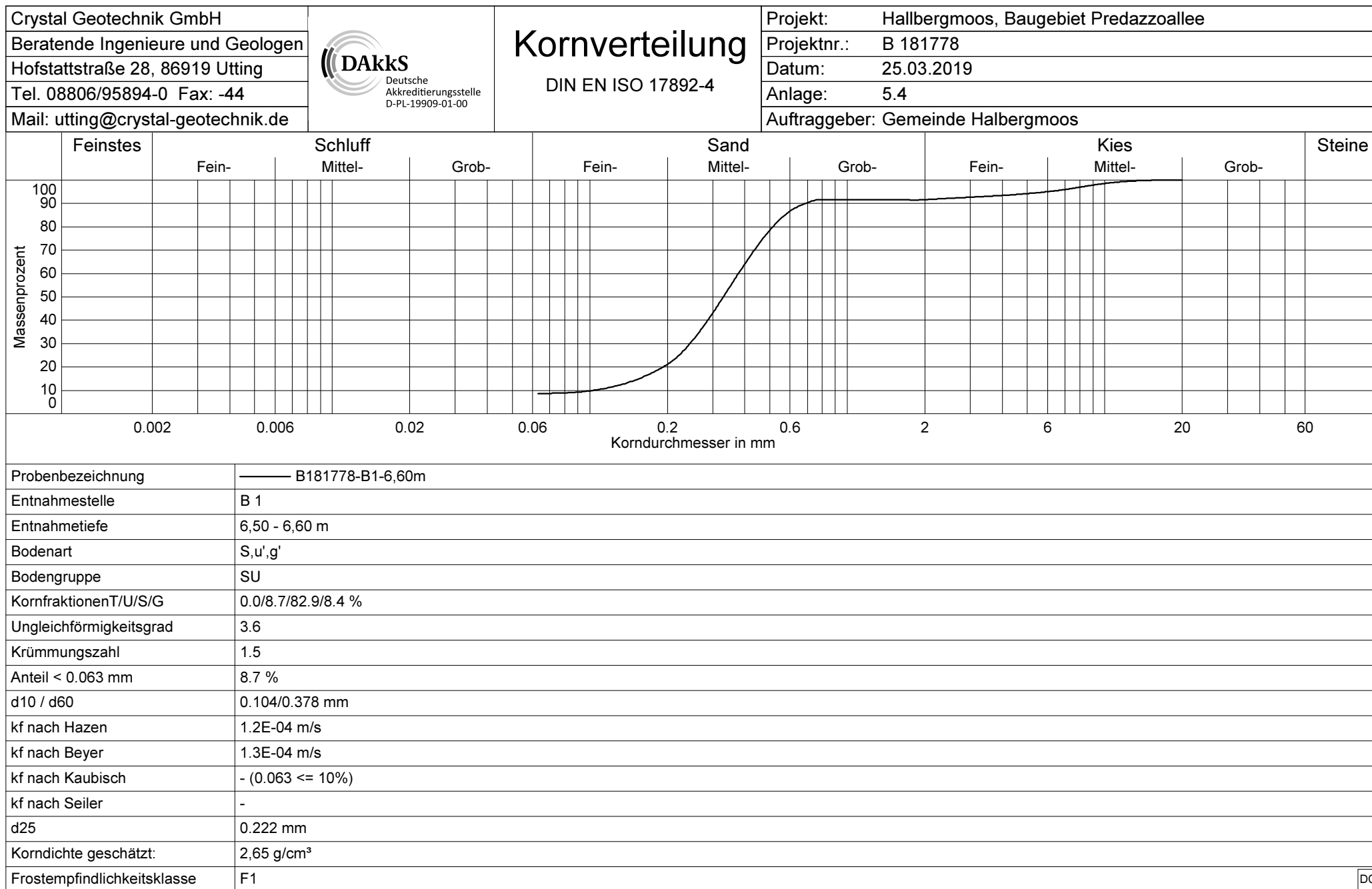
**ANLAGE (5)**

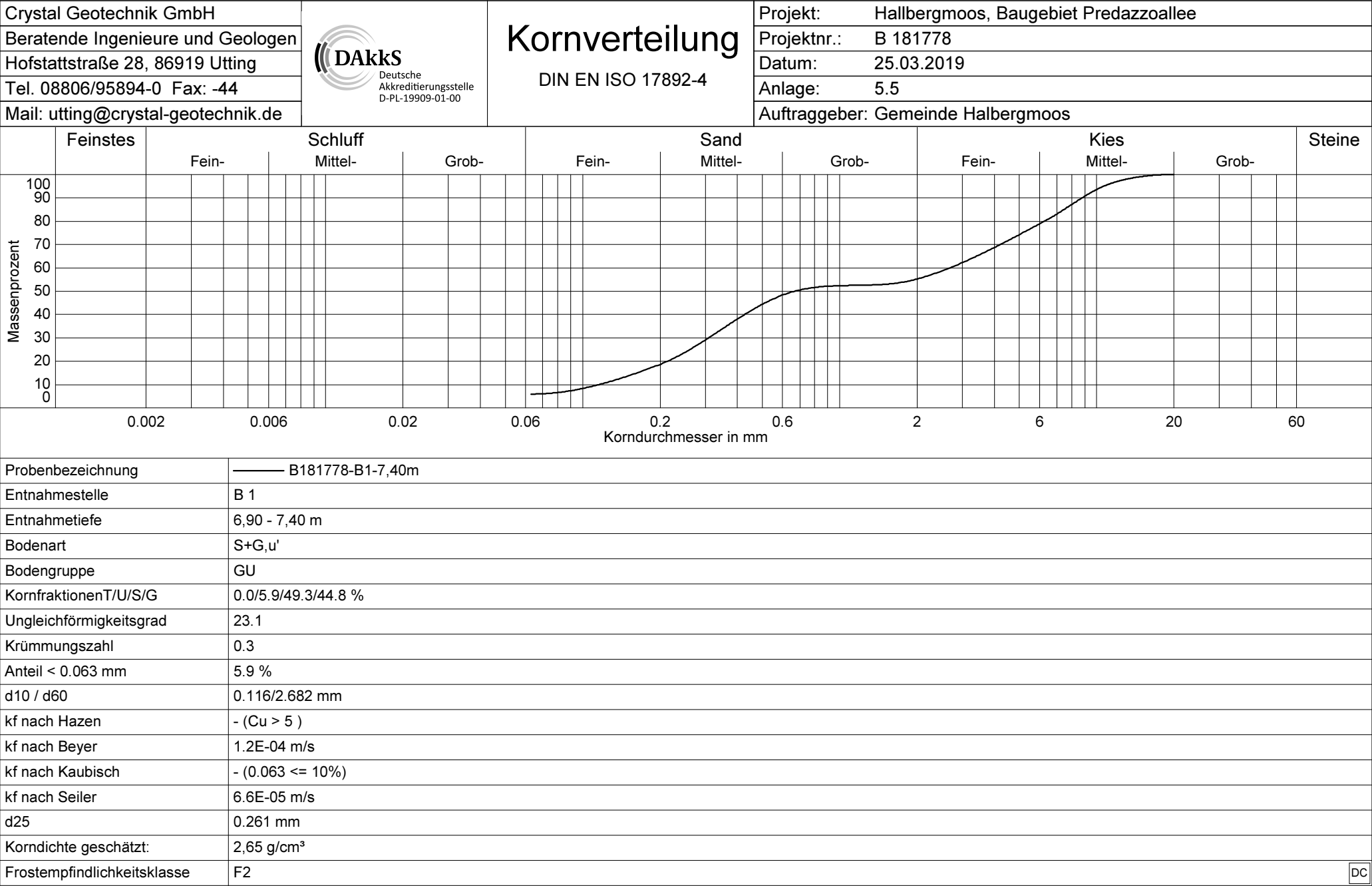
**BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHSERGEBNISSE**

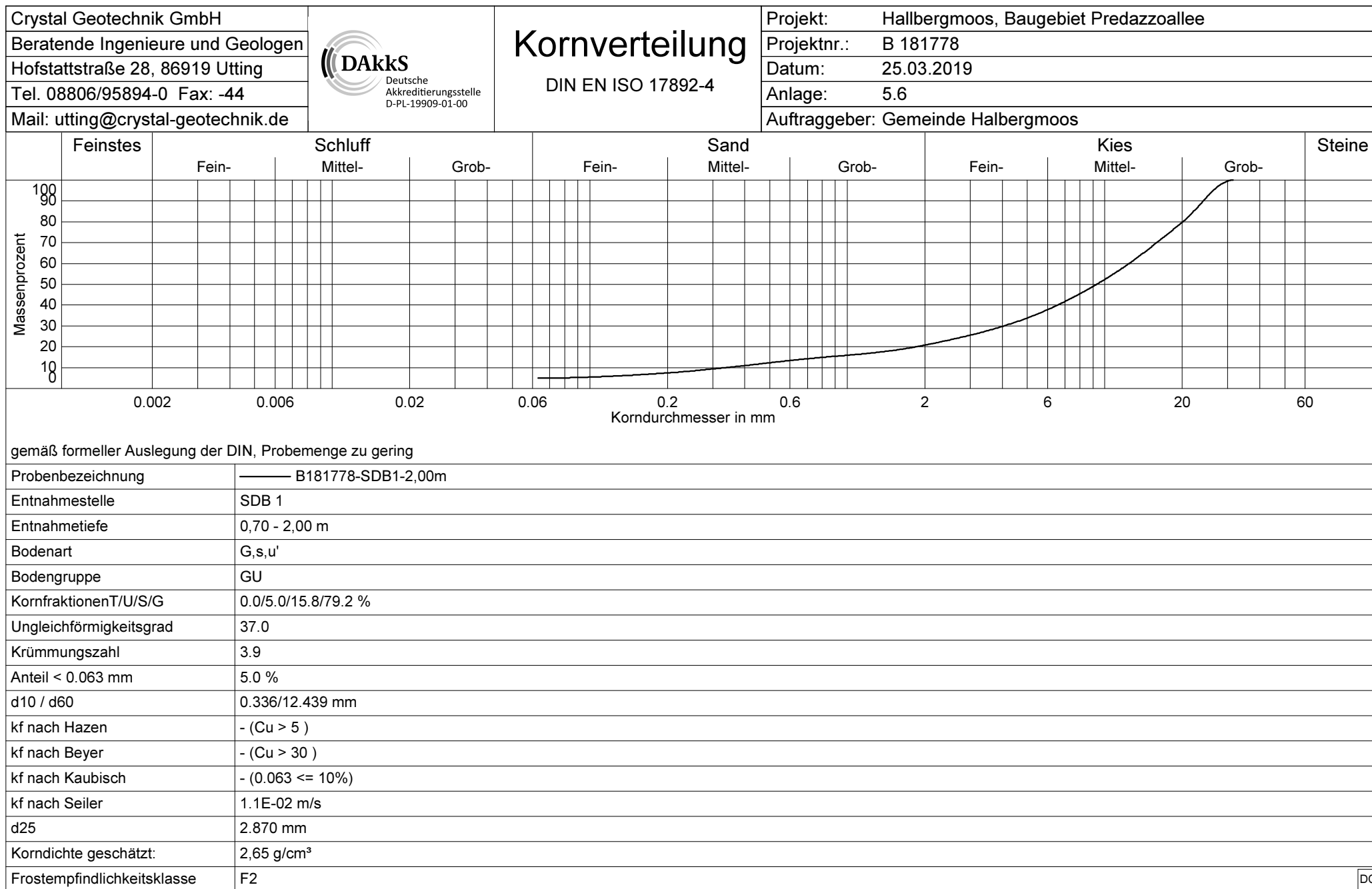
EXCEL-Auswertung		Projektzusammenstellung																FB-KP-Laboranweisung				
																		Revision A - Stand 2019-02				
		Projekt: Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee									Auftraggeber: Gemeinde Hallbergmoos											
Projekt-Nr.: B181778		Probenehmer: Aumann + AW			Probenahme: 21.03.2019 - 25.03.2019					Probeneingang: 25.03.2019					Bearbeiter: RA							
Entnahmestelle Probenart Entnahmetiefe	Probenbezeichnung	Bodenart/-farbe nach DIN EN ISO 14688-1/-2:2011-06	Kurzzeichen nach DIN 4023  Bodengruppe nach DIN 18196  Bemerkungen	Wassergehalt	Kornverteilung in M-%				Zustandsgrenzen				Konsistenz	Glühverlust	Taschenpenetrometer	kf-Wert						
				[%]	Ø < 0.002 mm	Ø 0.002 - 0.063 mm	Ø 0.063 - 2 mm	Ø 2 - 63 mm	Ø > 63 mm	Wasserg. Ø < 0.4 mm	Fließgrenze w <sub>L</sub>	Ausrollgrenze w <sub>p</sub>	Plastizität I <sub>p</sub>		[%]	[kPa]	[m/s]					
B1 EP3 3,50 - 4,00	B181778- B1- 4,00m	Kies, sandig, schwach schluffig  helles gelbliches braun	G,s,u'  GU		6,1	16,5	77,4	0,0									1,4E-02 nach Seiler					
B1 GP3 6,50 - 6,60	B181778- B1- 6,60m	Sand, schwach schluffig, schwach kiesig  grau	S,u',g'  SU		8,7	82,9	8,4	0,0									1,2E-04 nach Hazen					
B1 EP5 6,90 - 7,40	B181778- B1- 7,40m	Kies + Sand, schwach schluffig  grau	G+S,u'  GU		5,9	49,3	44,8	0,0									6,6E-05 nach Seiler					
SDB1 GP1 0,0 - 0,70	B181778- SDB1- 0,70m	Torf, stark schluffig, (schwach sandig)  schwarz	H,u*,(s')  HZ	95,6											42,8							
SDB1 GP2 0,70 - 2,00	B181778- SDB1- 2,00m	Kies, sandig, schwach schluffig  gräuliches braun	G,s,u'  GU		5,0	15,8	79,2	0,0									1,1E-02 nach Seiler					
SDB2 GP1 0,0 - 0,70	B181778- SDB2- 0,70m	Schluff, stark organisch, kiesig  schwarz	U,o*,g  Pflanzenreste	53,7																		

EXCEL-Auswertung		Projektzusammenstellung															FB-KP-Laboranweisung						
																	Revision A - Stand 2019-02						
		Seite 2 von 2		Anlage 5. 2																			
Projekt: Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee												Auftraggeber: Gemeinde Hallbergmoos											
Projekt-Nr.: B181778			Probenehmer: Aumann + AW			Probenahme: 21.03.2019 - 25.03.2019					Probeneingang: 25.03.2019					Bearbeiter: RA							
Entnahmestelle Probenart Entnahmetiefe	Probenbezeichnung	Bodenart/-farbe nach DIN EN ISO 14688-1/-2:2011-06	Kurzzeichen nach DIN 4023  Bodengruppe nach DIN 18196  Bemerkungen	Wassergehalt	Kornverteilung in M-%					Zustandsgrenzen				Konsistenz	Glühverlust	Taschenpenetrometer	kf-Wert						
				[%]	Ø < 0.002 mm [%]	Ø 0.002 - 0.063 mm [%]	Ø 0.063 - 2 mm [%]	Ø 2 - 63 mm [%]	Ø > 63 mm [%]	Wasserg. Ø < 0.4 mm [%]	Fließgrenze w <sub>L</sub> [%]	Ausrollgrenze w <sub>p</sub> [%]	Plastizität I <sub>p</sub> [%]		[%]	[kPa]	[m/s]						
SDB2 GP3 2,00 - 3,80	B181778- SDB2- 3,80m	Kies, sandig  helles gelbliches braun	G,s  GI		4,6		18,5	76,9	0,0								7,3E-03 nach Seiler						
SDB3 GP1 0,00 - 0,90	B181778- SDB3- 0,90m	Torf, stark schluffig  schwarz	H,u*  HZ	96,4											45,2								
SDB3 GP2 0,90 - 2,00	B181778- SDB3- 2,00m	Kies, schwach sandig, schwach organisch  helles gelbl. braun + schwarz	G,s',o'  GI		2,9		13,4	83,7	0,0														
SDB4 GP1 0,00 - 1,00	B181778- SDB4- 1,00m	Schluff, stark organisch, kiesig  schwarz	U,o*,g	38,1											21,8								

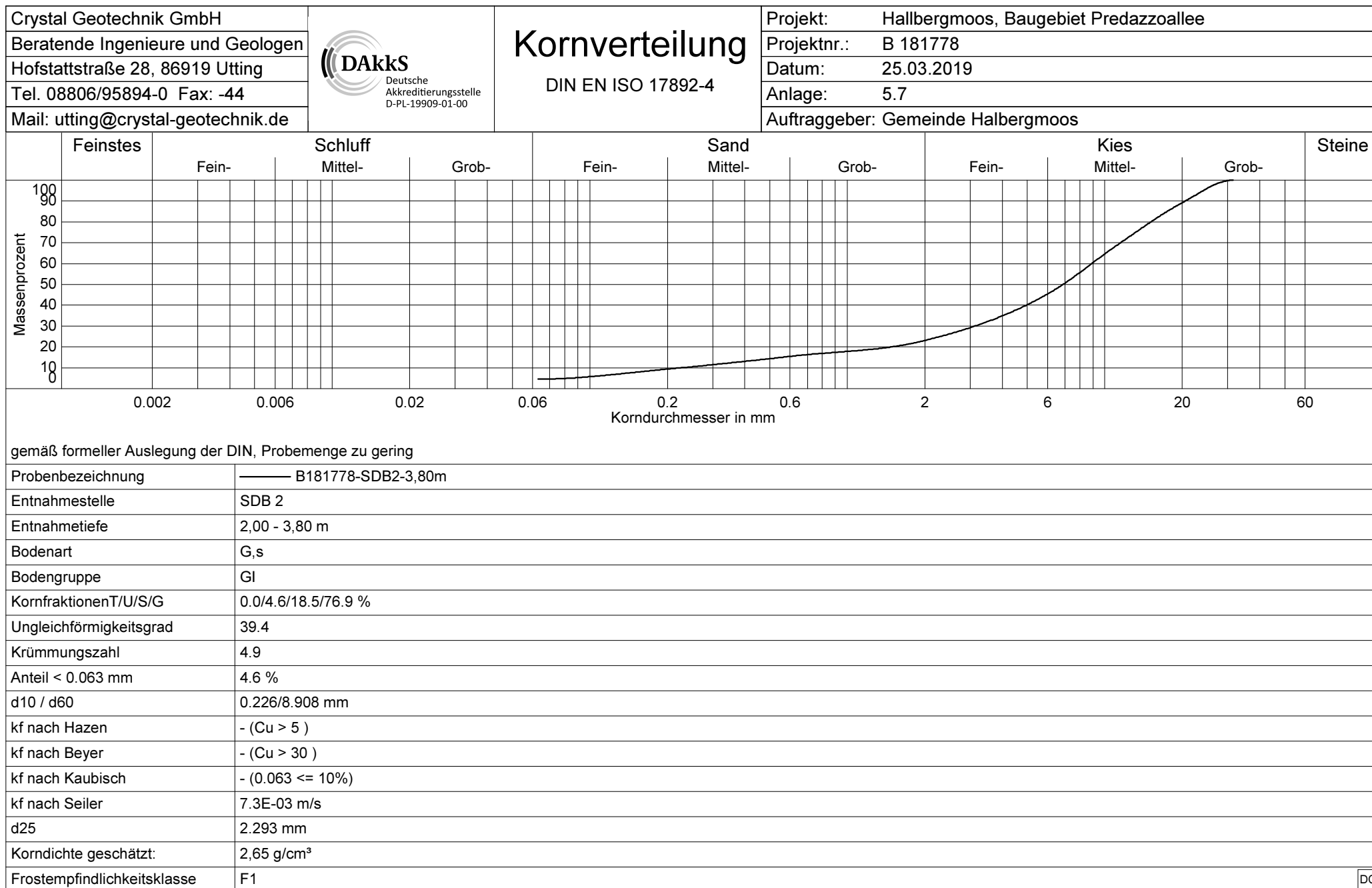


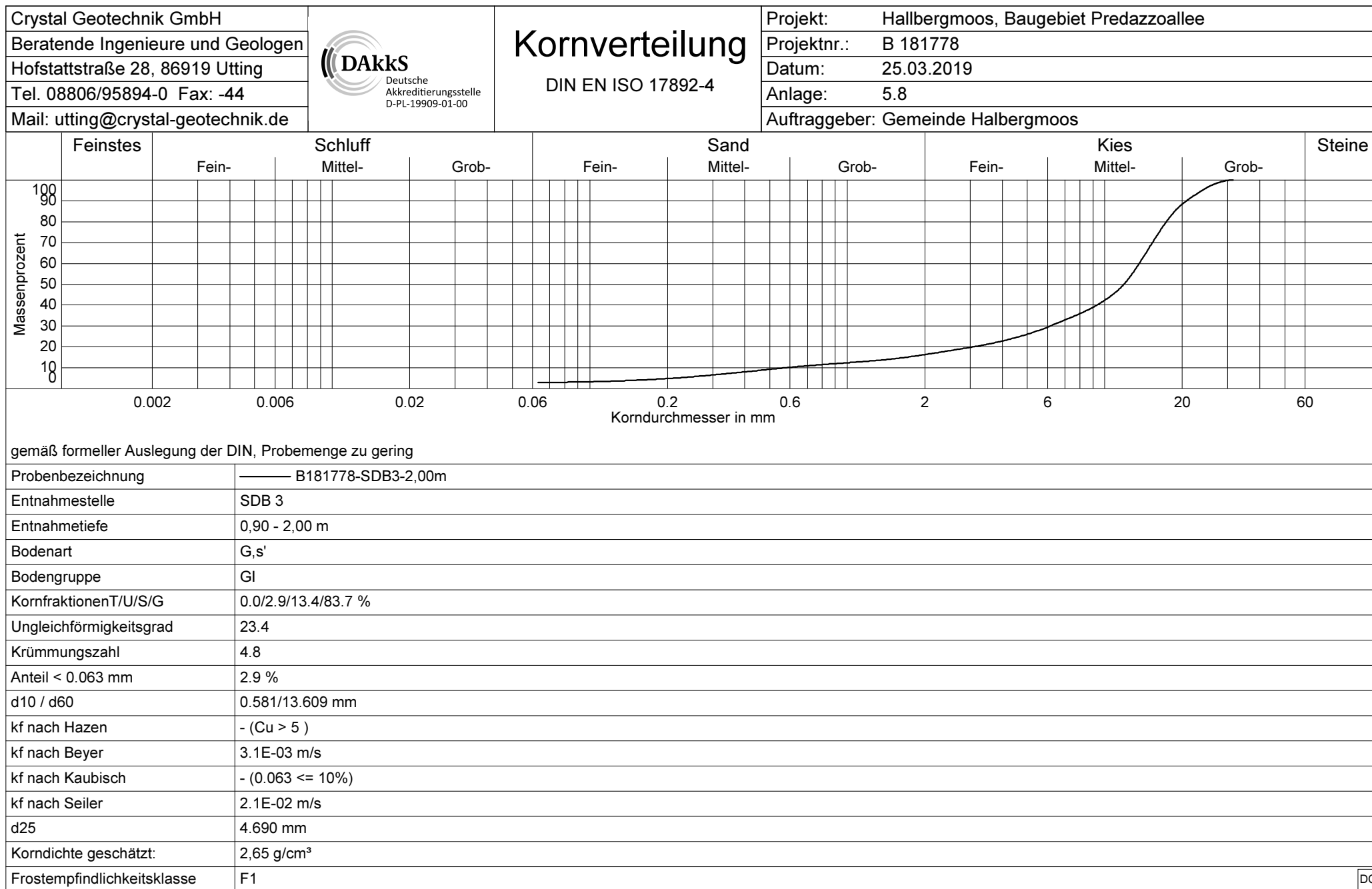












## Bestimmung des GLÜHVERLUSTES nach DIN 18128 - GL

<b>Projekt:</b> Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee <b>Projektnummer:</b> B 181778 <b>Bodenart:</b> H,u* <b>Bodengruppe:</b> HZ <b>Entnahmestelle:</b> SDB 3 <b>Entnahmetiefe:</b> 0,00 - 0,90 m <b>Auftraggeber:</b> Gem. Hallbergmoos <b>Bemerkungen:</b>	<b>Entnommen durch:</b> AW <b>Entnahme am:</b> 25.03.19 <b>Probeneingang:</b> 25.03.19 <b>Ausgeführt durch:</b> ML <b>Ausgeführt am:</b> 15.04.19 <b>Wassergehalt:</b> 96,4% <b>Glühzeit:</b> 6Std.
--	---

Behälter Nr.:			3	4	6
Masse trocken + Masse Behälter	$m_1 = m_d + m_B$	(g)	45,07	48,18	42,68
Masse Behälter	$m_B$	(g)	25,84	26,66	25,22
Masse trocken	$m_d$	(g)	19,23	21,52	17,46
Masse der geglühten Probe	$m_2 = m_{gl} + m_B$	(g)	36,05	38,56	35,00
Massenverlust	$m_3 = m_1 - m_2$	(g)	9,02	9,62	7,68
Einwaage	$m_d$	(g)	19,23	21,52	17,46
Glühverlust	$V_{gl} = m_3 / m_d$	(%)	46,9%	44,7%	44,0%
Mittelwert	$V_{gl}$	(%)	45,2%		

Projektleiter: Raphael Schneider

## Bestimmung des GLÜHVERLUSTES nach DIN 18128 - GL

<b>Projekt:</b> Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee <b>Projektnummer:</b> B 181778 <b>Bodenart:</b> H,u*,(s') <b>Bodengruppe:</b> HZ <b>Entnahmestelle:</b> SDB 1 <b>Entnahmetiefe:</b> 0,00 - 0,70 m <b>Auftraggeber:</b> Gem. Hallbergmoos <b>Bemerkungen:</b>	<b>Entnommen durch:</b> AW <b>Entnahme am:</b> 25.03.19 <b>Probeneingang:</b> 25.03.19 <b>Ausgeführt durch:</b> ML <b>Ausgeführt am:</b> 15.04.19 <b>Wassergehalt:</b> 95,6% <b>Glühzeit:</b> 6Std.
---	---

Behälter Nr.:			9	1	19
Masse trocken + Masse Behälter	$m_1 = m_d + m_B$	(g)	57,45	46,24	41,84
Masse Behälter	$m_B$	(g)	35,84	27,17	23,42
Masse trocken	$m_d$	(g)	21,61	19,07	18,42
Masse der geglühten Probe	$m_2 = m_{gl} + m_B$	(g)	48,33	37,88	34,03
Massenverlust	$m_3 = m_1 - m_2$	(g)	9,12	8,36	7,81
Einwaage	$m_d$	(g)	21,61	19,07	18,42
Glühverlust	$V_{gl} = m_3 / m_d$	(%)	42,2%	43,8%	42,4%
Mittelwert	$V_{gl}$	(%)	42,8%		

Projektleiter: Raphael Schneider

## Bestimmung des GLÜHVERLUSTES nach DIN 18128 - GL

<b>Projekt:</b> Hallbergmoos, Baugebiet Predazzoallee	<b>Entnommen durch:</b> AW
<b>Projektnummer</b> B 181778	<b>Entnahme am:</b> 25.03.19
<b>Bodenart:</b> U,o*,g <2mm	<b>Probeneingang:</b> 25.03.19
<b>Bodengruppe:</b> nicht ermittelt	<b>Ausgeführt durch:</b> ML
<b>Entnahmestelle:</b> SDB 4	<b>Ausgeführt am:</b> 15.04.19
<b>Entnahmetiefe:</b> 0,00 - 1,00 m	<b>Wassergehalt:</b> 38,1%
<b>Auftraggeber:</b> Gem. Hallbergmoos	<b>Glühzeit:</b> 6Std.
<b>Bemerkungen:</b>	

Behälter Nr.:			3	11	7
Masse trocken + Masse Behälter	$m_1 = m_d + m_B$	(g)	33,94	41,76	50,73
Masse Behälter	$m_B$	(g)	21,00	23,98	30,29
Masse trocken	$m_d$	(g)	12,94	17,78	20,44
Masse der geglühten Probe	$m_2 = m_{gl} + m_B$	(g)	31,06	37,93	46,32
Massenverlust	$m_3 = m_1 - m_2$	(g)	2,88	3,83	4,41
Einwaage	$m_d$	(g)	12,94	17,78	20,44
Glühverlust	$V_{gl} = m_3 / m_d$	(%)	22,3%	21,5%	21,6%
Mittelwert	$V_{gl}$	(%)	21,8%		

Projektleiter: Raphael Schneider

**CRYSTAL GEOTECHNIK**

---

**BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH**

**ANLAGE (6)**

**PRÜFBERICHT UND BEWERTUNG DER CHEMISCH-TECHNISCHEN  
WASSERANALYSE**

## **Dr. Blasy – Dr. Busse**

Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg  
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany  
Tel.: + 49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 79273  
eMail: bbec@agrolab.de

Seite 1 von 3 Seiten

**Auftraggeber:**       **CRYSTAL GEOTECHNIK GmbH**  
                             **Hofstattstr. 28**  
                             **86919 Utting**

**Projekt:**               **B 181778, Hallbergmoos B1**

**Auftrag:**               **Chemisch-technische-Analyse zur Beurteilung auf**  
                             **Eignung für die thermische Nutzung (Wärmepumpe)**

**Entnahmedatum:**   **25.03.2019**

### **Beurteilung der Prüfergebnisse**

**Anlagen:**             **Prüfbericht Nr. 1503331 - 808914**

Eching, den 01.04.2019



Dr. Roland  
Diplom Chemiker

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekannten Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-PL-14289-01-00

## **Beurteilung der Ergebnisse**

Die Ergebnisse zeigen, daß es sich um ein Wasser vom Typ normal erdalkalisch, überwiegend hydrogencarbonatisch handelt, dessen Gesamthärte bei 21,3°dH liegt und das sich nahezu im sogenannten Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht befindet.

Dies bedeutet, daß mit Versinterungen nicht zu rechnen ist.

Die Werte für Natrium, Kalium, Chlorid und Sulfat und liegen im Normalbereich. Die Werte für DOC / TOC (Summenparameter für gelöste / Gesamte organische Substanz) sind leicht erhöht

Das Wasser ist teilreduziert: Der Sauerstoffgehalt liegt bei ca. 25%. Sättigung. Der Eisen- und Mangangehalt ist allerdings jeweils deutlich erhöht und liegt in einem Bereich, bei dem in sauerstoffhaltigen Wässern Verockerungen nicht auszuschließen sind.

Aus korrosionschemischer Sicht ist das Wasser wie folgt zu beurteilen:

- Mit einer Calcitlösekapazität von -24 mg/l  $\text{CaCO}_3$  liegt das Wasser nahezu im sogenannten Calcit-Kohlensäure-Gleichgewicht (Tendenz in Richtung kalklösend). D. h., die Forderung, daß das Kalklösungsvermögen bzw. das Kalkabscheidungsvermögen des Wassers nicht zu groß sein soll, ist erfüllt.
- Der Sauerstoffgehalt<sup>1</sup> ist kleiner als die Grenze, die gemäß DIN EN 12502 zur Vermeidung gleichmäßiger Flächenkorrosion bei Gußeisen und niedrig- und unlegierten Eisenwerkstoffen nicht unterschritten werden soll.
- Die übrigen in DIN 12502 Teil 2, 3 und 5 genannten Parameter pH-Wert, Base- und Säurekapazität, Calcium-, Nitrat-, Chlorid- und Sulfatgehalt entsprechen den dort genannten Anforderungen zur Schutzschichtbildung auf Grauguß und niedrig- und unlegierten Stählen sowie schmelztauchverzinkten Eisenwerkstoffen ebenso wie auf Kupfer und Kupferlegierungen, so daß bei diesen Werkstoffen die Anforderungen, die aus korrosionschemischer Sicht das Wasser gestellt werden, an und für sich erfüllt sind.
- Die Anforderungen zum Einsatz von nichtrostenden Stählen sind gemäß DIN 12502 Teil 4 erfüllt.



- Asbestzement und andere zementgebundene Werkstoffe werden nicht angegriffen.
- Die Leitfähigkeit des Wassers (bei 20 °C), die vom Gesamtsalzgehalt abhängig ist, ist größer als 500 µS/cm und liegt damit in einem Bereich, in dem die Korrosionswahrscheinlichkeit bei Edelstahlplattenwärmetauschern, die mit Kupfer hartgelötet sind, erhöht sein kann. Ob diese Wärmetauscher unter den gegebenen Umständen eingesetzt werden können, sollte mit dem Hersteller abgeklärt werden.

### **Zusammenfassung**

Insgesamt ist das Wasser für den Betrieb einer Wärmepumpe nur bedingt geeignet, da Verockerungen nicht auszuschließen sind. Mit Versinterungen muß nicht gerechnet werden.

Grundsätzlich können bis auf Grauguß und niedrig- und unlegierte Stähle die üblichen Werkstoffe eingesetzt werden. Auf den Einsatz von mit Kupfer hartgelöteten Edelstahlplattenwärmetauschern muß u. U. verzichtet werden.

**Anmerkungen:** Wasserchemische Analysen können nur den Zustand des Wassers zum Zeitpunkt der Entnahme wiedergeben. Nicht auszuschließen ist, daß der Chemismus Schwankungen oder Änderungen unterliegt. Liegen Erfahrungen mit Grundwasserwärmepumpen in der näheren Umgebung vor, sollten diese berücksichtigt werden.

Über die wasserchemischen Parameter hinaus sind weitere Einflußgrößen für das Korrosionsgeschehen in wasserführenden Systemen von wesentlicher Bedeutung. Hinweise zur Abschätzung des Einflusses von Faktoren, wie Werkstoffzusammensetzung, Ausführung und Betriebsbedingungen finden sich in DIN EN 12502 Teil 2 – 5.

In seltenen Fällen können sich Ablagerungen bilden, die infolge von Massenverkeimungen entstehen, wenn leicht abbaubare organische Stoffe im Wasser enthalten sind. Derartige Ablagerungen können zu schwer beherrschbaren Störungen im System führen. Eine Voraussage, ob das Wasser leicht abbaubare organische Stoffe in relevanter Konzentration enthält, ist allenfalls bedingt und mit erheblichem Mehraufwand möglich (Bestimmung des assimilierbaren organischen Kohlenstoffs und des Wiederverkeimungspotentials).

<sup>1</sup> Die Kalkabscheidekapazität ist die negative Calcitlösekapazität.

## Dr. Blasy - Dr. Busse

Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg  
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany  
Tel.: +49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 7214  
eMail: bbec@agrolab.de www.agrolab.de



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

**Dr. Blasy-Dr. Busse** Moosstr. 6A, 82279 Eching

CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH  
HOFSTATTSTR. 28  
86919 UTTING

Datum 27.03.2019

Kundennr. 4100010502

## PRÜFBERICHT 1503331 - 808914

Auftrag 1503331 Projekt.-Nr. B181778 Hallbergmoos-Predazzoallee  
Analysennr. 808914 Grundwasser  
Probeneingang 25.03.2019  
Probenahme 25.03.2019 13:00  
Probenehmer Auftraggeber (A. Wittke)  
Kunden-Probenbezeichnung B 1 Hallbergmoos B 181778

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
---------	----------	-----------	-----------	---------

### Vor-Ort-Untersuchungen

Ruhewasserspiegel (POK) (vor Ort) *	m	1,98			keine Angabe
Förderdauer in Stunden (vor Ort) *	h	1,50			keine Angabe
Förderstrom (vor Ort) *	l/sec	4,80			keine Angabe
Entnahmetiefe (vor Ort) *	m	5,00			keine Angabe
Absenkung zum PN-Zeitp.u.RW (vor Ort) *	m	0,84			keine Angabe
Färbung (vor Ort) *		leicht			DIN EN ISO 7887 : 2012-04, Verfahren A
Trübung (vor Ort) *		leicht			DIN EN ISO 7027 : 2000-04
Geruch (vor Ort) *		ohne			DEV B 1/2 : 1971
Wetter am Entnahmetag (vor Ort) *		bewölkt ca. 6°C			keine Angabe
pH-Wert (vor Ort) *		7,51	0		DIN EN ISO 10523 : 2012-04
Leitfähigkeit (vor Ort) bei 25°C *	µS/cm	846	10		DIN EN 27888 : 1993-11
Wassertemperatur (vor Ort) *	°C	9,8	0,1		DIN 38404-4 : 1976-12

### Physikalisch-chemische Parameter

pH-Wert (Labor)		7,18	0		DIN EN ISO 10523 : 2012-04
Leitfähigkeit bei 20 °C (Labor)	µS/cm	762	10		DIN EN 27888 : 1993-11
Leitfähigkeit bei 25 °C (Labor)	µS/cm	850	10		DIN EN 27888 : 1993-11
Temperatur (Labor)	°C	15,4	0,1		DIN 38404-4 : 1976-12

### Kationen

Ammonium (NH <sub>4</sub> )	mg/l	0,014	0,01		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Calcium (Ca)	mg/l	124	0,5		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Kalium (K)	mg/l	7,2	0,5		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Magnesium (Mg)	mg/l	18,3	0,5		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Natrium (Na)	mg/l	38	0,5		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02

### Anionen

Chlorid (Cl)	mg/l	79	1		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	mg/l	35,6	1		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Orthophosphat (o-PO <sub>4</sub> )	mg/l	0,072	0,05		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	43	1		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	5,6	0,1		DIN 38409-7 : 2005-12

### Summarische Parameter

TOC	mg/l	4,1	0,5		DIN EN 1484 : 1997-08
DOC	mg/l	3,6	0,5		DIN EN 1484 : 1997-08

### Anorganische Bestandteile

Eisen (Fe)	mg/l	0,17	0,01		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
------------	------	------	------	--	------------------------------

Seite 1 von 2

Ust./VAT-ID-Nr:  
DE 128 944 188

Geschäftsführer  
Dipl.-Ing. Seb. Maier  
Dr. Paul Wimmer

Eine Zweigniederlassung  
der AGROLAB Labor GmbH  
84079 Bruckberg,  
AG Landshut, HRB 7131



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-PL-14289-01-00

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

## Dr. Blasy - Dr. Busse

Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg  
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany  
Tel.: +49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 7214  
eMail: bbec@agrolab.de www.agrolab.de



**AGROLAB** GROUP

Your labs. Your service.

Datum 27.03.2019

Kundennr. 4100010502

### PRÜFBERICHT 1503331 - 808914

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
Mangan (Mn)	mg/l	0,039	0,01		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02

#### Gasförmige Komponenten

Sauerstoff (O2) gel.	mg/l	2,8	0,1		DIN EN 25813 : 1993-01
Basekapazität bis pH 8,2	mmol/l	0,59	0,1		DIN 38409-7 : 2005-12

#### Berechnete Werte

Calcitlösekapazität	mg/l	-24			DIN 38404-10 : 2012-12
delta-pH		0,19			Berechnung
Freie Kohlensäure (CO2)	mg/l	25			Berechnung
Gesamthärte (Summe Erdalkalien)	mmol/l	3,85	0,05		DIN 38409-6 : 1986-01
Kohlenstoffdioxid, überschüssig (aggressiv) (KKG)	mg/l	0,0			Berechnung
Kohlenstoffdioxid, zugehörig (KKG)	mg/l	25			Berechnung
pH bei Bewertungstemperatur (pHtb)		7,39			DIN 38404-10 : 2012-12
pH bei Calcitsätt. d. Calcit (pHc tb)		7,21			DIN 38404-10 : 2012-12
Sättigungsindex Calcit (SI)		0,26			DIN 38404-10 : 2012-12
Temperatur bei Titration KB 8,2	°C	15,4	0		DIN 38404-4 : 1976-12
Temperatur bei Titration KS 4,3	°C	18,8	0		DIN 38404-4 : 1976-12
Hydrogencarbonat	mg/l	340	5		Berechnung
Gesamthärte	°dH	21,3	0,3		DIN 38409-6 : 1986-01
Gesamthärte (Summe Erdalkalien)	mmol/l	3,8	0,05		DIN 38409-6 : 1986-01
Gesamthärte (als Calciumcarbonat)	mmol/l	3,9	0,5		Berechnung
Härtebereich *		hart			WRMG : 2013-07
Carbonathärte	°dH	15,6	0,3		DIN 38409-6 : 1986-01
Gesamtmineralisation (berechnet)	mg/l	687			Berechnung
Pufferungsintensität	mmol/l	1,32			Berechnung
Kupferquotient S *		12,56			Berechnung nach DIN EN 12502 : 2005-03
Lochkorrosionsquotient S1 *		0,66			Berechnung nach DIN EN 12502 : 2005-03
Zinkgerieselquotient S2 *		5,43			Berechnung nach DIN EN 12502 : 2005-03

Beginn der Prüfungen: 25.03.2019

Ende der Prüfungen: 27.03.2019

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekannten Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Prüfergebnisse 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.

Dr. Blasy-Dr. Busse Herr Oswald, Tel. 08143/79-147

FAX: 08143 / 7214, E-Mail: Maximilian.Oswald@agrolab.de

Kundenbetreuung

**ANLAGE (7)**

**AUSWERTUNG DES KURZPUMPVERSUCHS**

# **Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes aus einem Pumpversuch für Brunnen mit freiem Grundwasser-Spiegel (ohne Vorfeldmeßstellen bei gleichbleibender Entnahmemenge)**

Projekt: Hallbergmoos, BG Predazzoallee Datum: 10.07.19  
Projektnummer: B 181778  
Brunnen: B 1

## **EINGANGSPARAMETER**

Entnahmemenge:	Q=	0,0046	m <sup>3</sup> /s
Gw-Mächtigkeit:	H=	5,00	m
Absenkung bei Q:	s=	0,83	m
Aquifermächt.:	m=	5,00	m
Abges.GW-Mächtigkeit bei Q:	h=	4,17	m
Bohrdurchmesser:	D=	0,30	m
Radius des Absenkebeckens bei Q1:	Rk =	37,1023	m nach KUSAKIN
Radius des Absenkebeckens bei Q1:	Rs =	86,5704	m nach SICHARDT
Radius des Brunnens:	r =	0,15	m

Kf-Wert nach DAHLHAUS:

$$k_{f1} = \frac{Q}{\left(h + \frac{s}{2}\right) * s}$$

kf1= **1,21E-03 m/s**

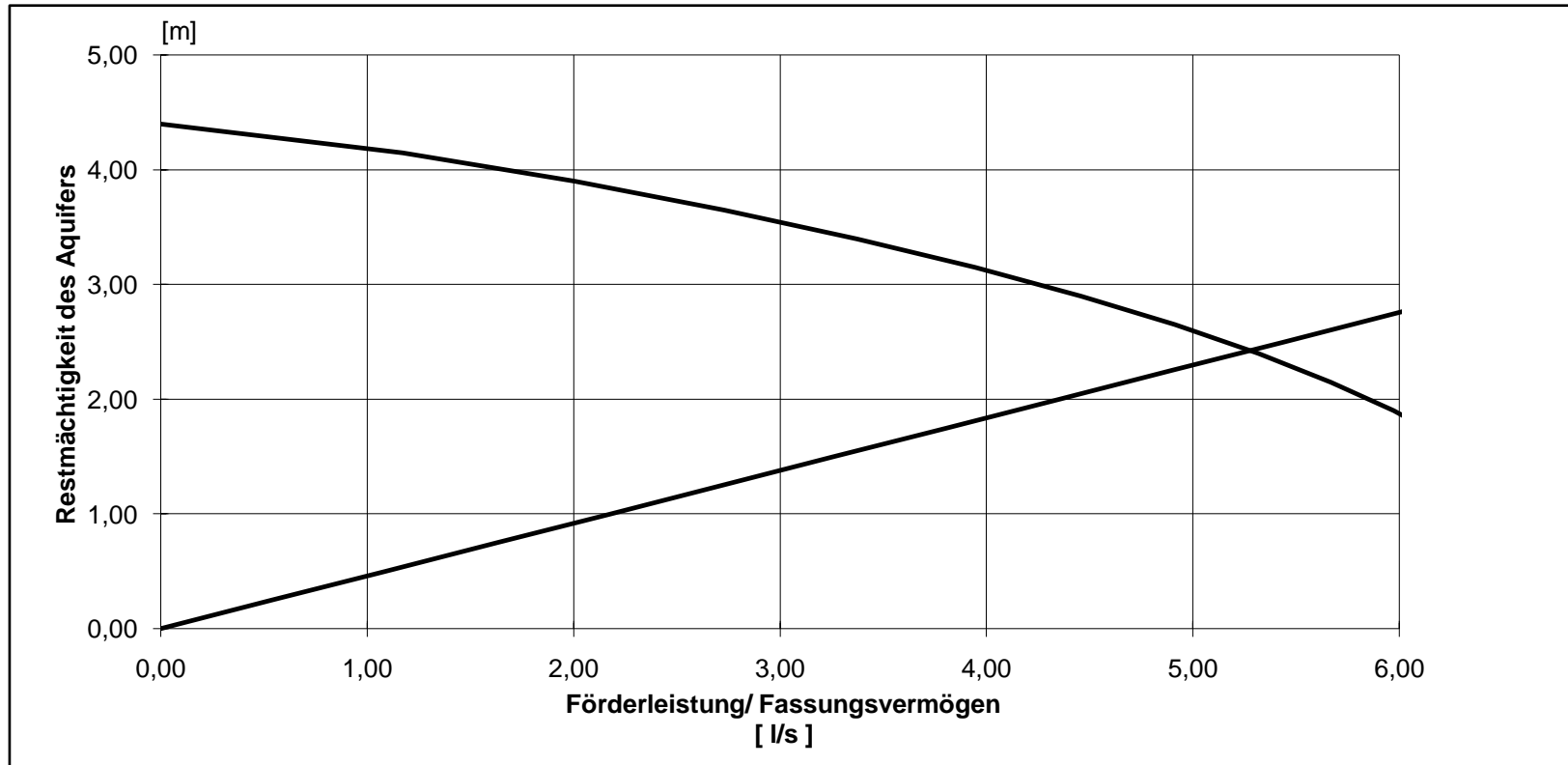
Kf-Wert nach DUPUIT-THIEM:

$$k_{f1} = \frac{Q * \ln \frac{R_s}{r}}{\pi * (H^2 - h^2)}$$

kf1= **1,22E-03 m/s**

## Fassungsvermögen für Brunnen (nach Sichardt)

Brunnen:		Grundwasserwärmepumpenbrunnen Gde. Hallbergmoos, BG Predazzoallee
Abminderungsfaktor für Q	x	0,75
Grundwassermächtigkeit:	H	4,4 m
Wasserdurchlässigkeit:	k	1,20E-03 m/s
Schrittweite der Absenkung:	z	0,25 m
Bohrdurchmesser des Brunnens:		0,3 m



**ANLAGE (8)**

**ZUSAMMENSTELLUNG DER HOMOGENBEREICHE**

	Gemeinde Hallbergmoos Erschließung des Baugebietes an der Predazzoallee	DIN 18300:2016-09	Homogenbereich O1	Homogenbereich B1	Homogenbereich B2
	Bezeichnung im Gutachten vom 19.07.2019		Oberboden	Decklagen	Würmeiszeitliche Terrassenschotter
	Umweltrelevante Inhaltstoffe	x	nicht untersucht	nicht untersucht	nicht untersucht
Boden	ortsübliche Bezeichnung	x	Oberboden / Mutterboden	organische, torfige Decklagen	Terrassenschotter
	Kurzzeichen nach DIN 4023	x	Mu (S,u,o) Mu (U,o*,s',(g'))	U,g-g*,o-o*,(s) H,u*,(s')	G,s'-s,(u'-u),(o'),(x')
	Kornverteilung nach DIN 18123	x	G: 0 - 15 % S: 5 - > 40 % U: 10 - 30 % T: 0 - 10 %	G: 0 - 40 % S: 0 - 30 % U: 15 - > 30 % T: 0 - 10 %	G: > 40 % S: 5 - 30 % U: 0 - 15 % T: 0 - 10 %
	Masseanteil Steine, Blöcke etc.	o	0 - 5 %	0 - 5 %	0 - 5 %
	Kohäsion DIN 18137		2 - 5 kN/m²	3 - 7 kN/m²	0 kN/m²
	mineralogische Zusammen- setzung der Steine und Blöcke		--	--	--
	undräßierte Scherfestigkeit DIN 4094-4, DIN 18136, DIN 18137-2	x	5 - 50 kN/m²	5 - 50 kN/m²	--
	Sensitivität DIN 4094-4		--	--	--
	Wassergehalt DIN 18121	x	10 - 100 %	30 - 100 %	3 - 20 %
	Plastizitätszahl DIN 18122	o	--	--	--
	Konsistenz DIN 18122	o	weich - halbfest	weich - steif	--
	Durchlässigkeit DIN 18130		< 10 <sup>-7</sup> m/s	< 10 <sup>-7</sup> m/s	< 10 <sup>-2</sup> m/s
	Reibungswinkel		15,0 - 25,0 °	20,0 - 25,0 °	32,5 - 35,0 °
	Lagerungsdichte	o	locker	mäßig - stark zersetzt	mitteldicht - dicht
	Wichte $\gamma / \gamma'$	x	12 - 17 t/m³ 2 - 7 t/m³	12 - 15 t/m³ 2 - 5 t/m³	20 - 22 t/m³ 11 - 13 t/m³
	Kalkgehalt DIN 18129		--	--	--
	Sulfatgehalt DIN EN 1997-2		--	--	--
	Org. Anteil DIN 18128	x	10 - 50 %	20 - 50 %	0 - 5 %
	Benennung und Beschreibung organischer Böden DIN EN ISO 14688-1		--	Anmoor, Niedermoortorf	--
	Abrasivität NF P18-579 Abrasiveitätskoeffizient LAK		--	--	--
	Bodengruppe DIN 18196	o	OU / OH	HZ / OU	GU

x Angaben in allen geotechn.

o Angabe kann in der geotechn.



	Gemeinde Hallbergmoos Erschließung des Baugebietes an der Predazzoallee	DIN 18300:2016-09	Homogenbereich B3	Homogenbereich B4	
	Bezeichnung im Gutachten vom 19.07.2019		Tertiäre Sedimente	Tertiäre Sedimente	
	Umweltrelevante Inhaltstoffe	x	nicht untersucht	nicht untersucht	
Boden	ortsübliche Bezeichnung	x	tertiäre Kiese und Kies-Sand- Gemische	tertiäre Sande	
	Kurzzeichen nach DIN 4023	x	G,s*,u' G+S,u'	S,u'-u,(g')	
	Kornverteilung nach DIN 18123	x	G: > 40 % S: 30 - > 40 % U: 5 - 10 % T: 0 - 10 %	G: 0 - 15 % S: > 40 % U: 5 - 15 % T: 0 - 10 %	
	Masseanteil Steine, Blöcke etc.	o	0 - 20 %	0 - 20 %	
	Kohäsion DIN 18137		0 - 2 kN/m²	0 - 2 kN/m²	
	mineralogische Zusammen- setzung der Steine und Blöcke		--	--	
	undräßierte Scherfestigkeit DIN 4094-4, DIN 18136, DIN 18137-2	x	--	--	
	Sensitivität DIN 4094-4		--	--	
	Wassergehalt DIN 18121	x	3 - 20 %	5 - 30 %	
	Plastizitätszahl DIN 18122	o	--	--	
	Konsistenz DIN 18122	o	--	--	
	Durchlässigkeit DIN 18130		< 10 <sup>-3</sup> m/s	< 5·10 <sup>-4</sup> m/s	
	Reibungswinkel		35,0 - 37,5 °	32,5 - 35,0 °	
	Lagerungsdichte	o	dicht	dicht	
	Wichte $\gamma / \gamma'$	x	21 - 23 t/m³ 12 - 14 t/m³	21 t/m³ 12 t/m³	
	Kalkgehalt DIN 18129		--	--	
	Sulfatgehalt DIN EN 1997-2		--	--	
	Org. Anteil DIN 18128	x	0 %	0 %	
	Benennung und Beschreibung organischer Böden DIN EN ISO 14688-1		--	--	
	Abrasivität NF P18-579 Abrasiveitätskoeffizient LAK		--	--	
	Bodengruppe DIN 18196	o	GU	SU	

x Angaben in allen geotechn.

o Angabe kann in der geotechn.