

**Anlage 05.01.05
BAUGRUNDGUTACHTEN /
GEOTECHNISCHER BERICHT**

**Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerk 1
Kraftwerkseinlauf und Uferwände von Werk 1
mit Leerschuss und Rechengutentsorgung**

VORHABEN: Sanierung Kanalanlagen
Uppenbornwerk 1
Kraftwerkseinlauf und
Uferwände Werk 1 mit
Leerschuss und Rechengut-
entsorgung

BAUHERR: SWM – Stadtwerke München
Services GmbH
Emmy-Noether-Straße 2
80992 München

PLANUNG: PG-SKUP
Bau + Plan GmbH
Arnold Consult
c/o Dorfstraße 39
81247 München

BEARBEITUNG: Crystal Geotechnik GmbH
Dipl.-Ing. Reinhard Schneider

DATUM: 23. Mai 2024

PROJEKT-NR.: B221522-GA_KE_Werk1


Dipl.-Ing. Raphael Schneider


Dipl.-Ing. Reinhard Schneider



Durch die DAkKS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018
akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung
gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

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
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

INHALTSVERZEICHNIS

1	ALLGEMEINES	4
1.1	Bauvorhaben / Vorgang	4
1.2	Arbeitsunterlagen.....	5
2	AUFSCHLÜSSE, FELD- UND LABORARBEITEN.....	7
2.1	Bohrungen.....	7
2.2	Schwere Rammsondierungen.....	9
2.3	Kennzeichnende Daten der Bohrlochsondierungen (BDP-Tests)	11
2.4	Bodenmechanische Laborversuche.....	11
3	BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE.....	14
3.1	Geologischer Überblick.....	14
3.2	Beschreibung der Bodenschichten	15
3.3	Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden.....	18
4	GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE	19
5	ERDBAULICHE UND ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN.....	21
5.1	Bodenklassifizierung.....	21
5.2	Bodenparameter	22
6	SANIERUNG KRAFTWERKSEINLAUF UND UFERWÄNDE / LEERSCHUSS WERK 1	24
6.1	Allgemeines	24
6.2	Sanierung der rechten Ufermauer.....	25
6.3	Sanierung Bereich Leerschuss und linke Ufermauer / Wasserhaltung	26
6.4	Leerschussbrücke und Rechengutentsorgung	27
6.5	Weitere Angaben	29
7	SCHLUSSBEMERKUNGEN.....	30

TABELLEN

Tabelle (1.1) Kennzeichnende Daten der Bohrungen – Kraftwerk Werk 1 links.....	7
Tabelle (1.2) Kennzeichnende Daten der Bohrungen / Grundwassermessstelle – Kraftwerk 1 rechts.....	8
Tabelle (2) Kennzeichnende Daten der schweren Rammsondierungen Kraftwerkseinlauf Werk 1 links und rechts.....	10
Tabelle (3) Bodenmechanische Laborversuche 2023	12
Tabelle (4) Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche B10-2023 bis B13-2023.	13
Tabelle (5) Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Schichten / Böden – Teil 1	18
Tabelle (6) Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Schichten / Böden – Teil 2	19
Tabelle (7) Bodenklassifizierung	21
Tabelle (8) Charakteristische Bodenparameter	23

ANLAGEN

- (1) Lagepläne mit Aufschlusspunkten Bereich Uppenbornwerk 1
 - (1.1) Übersichtslageplan mit Planbereich
 - (1.2) Lageplan mit Aufschlusspunkten – Kraftwerkseinlauf Werk 1, M 1 : 250
 - (1.3) Detaillageplan – Einlaufwand rechts, M 1 : 200
- (2) Schnitte mit Bohr- und Sondierprofilen und geologischer Untergrundsituation
 - (2.1) Grundriss und Schnitte der rechten Einlaufwand, M 1 : 100
 - (2.2) Lageplan und Längsschnitt, Leerschuss Sanierung, M 1 : 100, 1 : 200
 - (2.3) Lageplan und Schnitt, Leerschussbrücke mit Rechengutentsorgung, M 1 : 200
- (3) Aufschlüsse
 - (3.1) Profile der Bohrungen
 - (3.2) Profile der Rammsondierungen
- (4) Schichtenverzeichnisse der Bohrungen 2023
- (5) Zusammenstellung der Laborergebnisse 2023 mit Laborprotokollen
- (6) Tabellarische Zusammenstellung der Homogenbereiche
- (7) Fotos der Bohrungen B10-2023 bis B13-2023

1 ALLGEMEINES

1.1 Bauvorhaben / Vorgang

Die Stadtwerke München GmbH (SWM) planen die Sanierung der Kanalanlagen Uppenbornwerke 1 + 2. Im vorliegenden Gutachten werden in diesem Zusammenhang die geotechnischen und hydrogeologischen Grundlagen für die Sanierung der Kanalanlagen Uppenbornwerk 1, Kraftwerkseinlauf und Uferwände, Leerschuss und Rechengutentsorgung von Werk 1 zusammengestellt und bewertet.

Die Crystal Geotechnik GmbH, Utting am Ammersee, wurde mit Datum vom 07. November 2022 (Bestellung: 4500259207/2100/B08) von der Stadtwerke München Services GmbH auf Grundlage des Angebotes vom Oktober 2022 im Rahmen der Sanierung der Kanalanlagen Uppenbornwerke 1 + 2 beauftragt, ergänzende Baugrunderkundungsarbeiten im Bereich der Anlagen mit auszuschreiben, die Ausführung der Feldarbeiten zu betreuen, bodenmechanische Laborarbeiten auszuführen und auf Basis dieser Grundlagen sowie der bereits vorliegenden Gutachten mit Aufschlüssen und Laboruntersuchungen Baugrundgutachten für die Sanierung der Kanalanlagen zu erstellen.

Im vorliegenden Gutachten werden die Ergebnisse der im Abschnitt des Kraftwerks von Werk 1 vorhandenen Aufschlüsse und Untersuchungen mit den hier im Jahre 2023 durchgeführten Feld- und Laborarbeiten zusammengestellt, dokumentiert und bewertet. Die erkundeten Untergrundverhältnisse werden beschrieben, Bodenklassen und Bodenparameter werden angegeben und Homogenbereiche abgegrenzt. Weiter erfolgen unter geotechnischen Gesichtspunkten Angaben zur Sanierung der Kanalanlagen im Bereich Uppenbornwerk 1 Kraftwerkseinlauf und Uferwände Werk 1.

Es werden geotechnische und hydrogeologische Grundlagen im maßgebenden Abschnitt für weitere Begutachtungen und die hier erforderlichen erdstatischen Berechnungen und die Sanierungsmaßnahmen zusammengestellt.

Altlasttechnische Untersuchungen und Bewertungen wurden auftragsgemäß nicht durchgeführt und sind nicht Gegenstand dieses Gutachtens.

1.2 Arbeitsunterlagen

Zur Erstellung des vorliegenden Gutachtens standen uns neben allgemeinen, hier maßgebenden Vorschriften, DIN-Normen, Regelwerken und Merkblättern im Wesentlichen die nachfolgend genannten Arbeitsunterlagen und Informationen zum hier behandelten Bereich Uppenbornwerk 1 Kraftwerkseinlauf Werk 1 zur Verfügung:

[U1] Planunterlagen / Unterlagen, übermittelt von PG-SKUP, 81247 München

- Uppenbornwerk – WKW UP1; Lageplan; M 1 : 250; Stand 14.11.2023
- Uppenbornwerk – WKW UP1; rechte Einlaufwand – Grundrisse, Schnitte, Details; M 1 : 100, 1 : 50, 1 : 25; Stand 13.11.2023
- Uppenbornwerk – WKW UP1; Rechenpodium – Abbruch und Planung – Horizontalschnitte, Längsschnitte, Querschnitte; M 1 : 100; Stand 13.11.2023
- Uppenbornwerk – WKW UP1; Rechengutentsorgung – Abbruch und Planung – Lageplan, Schnitte; M 1 : 100, 1 : 50; Nov. 2022 und März 2023; Stand 13.11.2023
- Uppenbornwerk – WKW UP1; Leerschuss, Variante Sanierung, Abbruch – Lageplan, Längsschnitt; M 1 : 200, M 1 : 100; Stand 13.11.2023
- Uppenbornwerk – WKW UP1; Leerschuss, Variante Sanierung, Planung – Lageplan, Längsschnitt; M 1 : 200, M 1 : 100; Stand 13.11.2023
- Uppenbornwerk – WKW UP1; Leerschuss, Variante Umbau Tosbecken, Abbruch – Lageplan, Längsschnitt; M 1 : 200, M 1 : 100; Stand 01.09.2023
- Uppenbornwerk – WKW UP1; Leerschuss, Variante Umbau Tosbecken – Lageplan, Längsschnitt; M 1 : 200, M 1 : 100; Stand 01.09.2023
- Uppenbornwerk – WKW UP1; Treibgutabweiser, Variantenvergleich – Lagepläne, Schnitte; M 1 : 100, 1 : 50, 1 : 20; Stand 25.09.2023
- WKA Uppenborn, Bericht: Untersuchung der Standsicherheit der rechten, oberstromigen Ufermauer; vom Mai 1994; mit Lageplan und Querschnitten A-A, B-B, C-C und Bohrprofilen BP1 bis BP5 (Skizzen) und Sondierungen SRS1 bis SRS4 (Skizzen)

[U2] Geotechnischer Bericht zu den Untergrundverhältnissen KD GEO (KRAFT DOHMANN CZELSLKI), München; mit Anlagen (Lagepläne, Schnitte, Bohrprofile, Schichtenverzeichnisse, Sondierdiagramme, Laborversuchsergebnisse); vom 26. November 2015

- [U3] Wasserbau fit Projekt Uppenborn U 1, Vorprojekt; Bericht zum Grundwassermodell Amper-Überleitung und Mittlerer-Isar-Kanal; mit Anlagen (unter anderem Grundwassergleichenplan der Stichtagsmessung); Dr. Blasy – Dr. Øverland, 82279 Eching am Ammersee; vom 27.01.2016
- [U4] Wasserbau fit Projekt Uppenborn U 1, GW-Modell Amper-Überleitung und Mittlerer-Isar-Kanal; ergänzende Untersuchungen, Modellvalidierung und Bilanzberechnungen mit Anlagen; Dr. Blasy – Dr. Øverland, 82279 Eching am Ammersee; vom 04.10.2016
- [U5] Geotechnische Berichte GeoPlan, Osterhofen, Ersatzneubau 110-kV-Freileitung UPP-FOE in München, Mast Nr. 1, 2A, 4A, 5A, 6, 7A, 8A und 9A; Juli / August 2022
- [U6] Baugrundgutachten WKW Sempteinleitung; mplan, München; vom 04. Mai 2010
- [U7] Geologische Übersichtskarte CC 7934 München; M 1 : 200.000; Hrsg.: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover 1991
- [U8] UmweltAtlas Themenbereich Geologie; Internetauftritt des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU)
- [U9] UmweltAtlas Themenbereich Angewandte Geologie; Internetauftritt des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU)
- [U10] UmweltAtlas Themenbereich Naturgefahren / Überschwemmungsgefahren (Bodeninformationssystem); Internetauftritt des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU)
- [U11] Gewässerkundlicher Dienst Bayern; Internetauftritt des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU)
- [U12] Die Ergebnisse der im Jahr 2023 im hier behandelten Sanierungsbereich durchgeführten und im Folgenden näher beschriebenen Feld- und Laborarbeiten

2 AUFSCHLÜSSE, FELD- UND LABORARBEITEN

2.1 Bohrungen

Zur Beurteilung der Untergrundsituation stehen im Bereich Uppenbornwerk 1, Kraftwerkseinlauf Werk 1 und der anschließenden Kanalabschnitte im Wesentlichen die großkalibrigen Bohrungen B10-2023 bis B13-2023 aus dem Jahr 2023 und die Bohrungen von KDGeo (Unterlage [U2]) sowie das Bohrprofil der Grundwassermessstelle GWM-KW-UP1 im Unterwasser von Werk 1 (Damm rechts) zur Verfügung. Bei den Bohrungen von KDGeo handelt es sich um die Bohrungen BK-E 1+700 und BK-G 1+900 (gebohrt im Ober- und Unterwasser des Kraftwerks auf der linken Dammseite) sowie um die Bohrung BK-F 1+700 im Oberwasserbereich auf der rechten Dammseite.

Die kennzeichnenden Daten der Bohrungen aus dem Jahr 2023 und der Bohrungen KDGeo (2015) mit der Grundwassermessstelle GWM-KW-UP1 sind in den nachfolgenden Tabellen (1.1) und (1.2) zusammengestellt. Die angegebene Kilometrierung K-km bezieht sich hierbei auf die Kanalachse des Mittleren-Isar-Kanals.

Tabelle (1.1) Kennzeichnende Daten der Bohrungen – Kraftwerk Werk 1 links

Bohrung GW-Messtelle Damm links	Damm-km K-km	Ansatz- höhe mNHN	Aufschlusstiefe		OK Quartäre Kiese m u. GOK	OK Tertiär m u. GOK	Grundwasser	
			m u. GOK	mNHN			m u. GOK	mNHN Datum
BK-E 1+700 ¹⁾	1+700	413,95	20,00	393,95	11,30	14,60	11,40 13.04.2015	402,55
B12-2023 ¹⁾	1+750	413,87	16,00	397,87	9,00	> 12,80	11,30 05.09.2023	402,57
B13-2023 ¹⁾	1+770	413,97	14,00	399,97	12,00	13,80	11,10 06.09.2023	402,87
BK-G 1 +900 ²⁾	1+900	405,86	15,00	390,86	5,80	8,10	6,20 24.04.2015	399,66

¹⁾ Oberwasser links des Kraftwerks Werk 1

²⁾ Unterwasser links des Kraftwerks Werk 1

Tabelle (1.2) Kennzeichnende Daten der Bohrungen / Grundwassermessstelle – Kraftwerk 1 rechts

Bohrung GW-Messstelle Damm rechts	Damm-km K-km	Ansatz- höhe mNHN	Aufschlusstiefe		OK Quartär Kies m u. GOK	OK Tertiär m u. GOK	Grundwasser	
			m u. GOK	mNHN			m u. GOK	mNHN Datum
BK-F 1+700 ¹⁾	1+700	(413,67) ⁴⁾	20,00	(393,7)	6,50	14,80	9,70	(404,0) 2015
B10-2023 ¹⁾	1+775	405,49	15,00	390,49	0,20	4,80	3,30	402,19 08.11.2023
B11-2023 ¹⁾	1+785	405,50	15,00	390,50	0,20	5,30	3,30	402,20 10.11.2023
GWM-KW-UP1 ²⁾³⁾	1 + 845	405,80	6,00	399,80	2,20	5,80	4,60	401,20 05.05.2015

¹⁾ Oberwasser rechts des Kraftwerks Werk 1

²⁾ Unterwasser rechts des Kraftwerks Werk 1

³⁾ Grundwassermessstelle

⁴⁾ Annahme bzw. Ableitung aus Plangrundlagen

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse können dem Lageplan in Anlage (1.2) entnommen werden. Die Bohrprofile sind in Anlage (3.1) beigelegt und können auch den Schnitten in Anlage (2) entnommen werden. Die im Jahr 2023 ausgeführten Aufschlüsse sind mit der Benennung „-2023“ gekennzeichnet.

In Anlage (3.1) bei der Grundwassermessstelle GW-KW-UP1 ist auch der Messstellenausbau mit dargestellt.

Die genaue Lage der Ansatzpunkte der genannten sieben Bohrungen und der Grundwassermessstelle können dem Lageplan in Anlage (1.2) entnommen werden.

In Anlage (4) sind die Schichtenverzeichnisse der Aufschlüsse aus dem Jahr 2023 beigelegt. Hierbei handelt es sich um die Original-Ansprachen des Geräteführers der Firma BauGrund Süd, die vor Ort mit unserem Geologen abgestimmt wurden. Ergaben sich im Rahmen der bodenmechanischen Laboruntersuchungen für diese Bohrungen hinsichtlich der Bodenzusammensetzung neue Erkenntnisse, wurden die Profildarstellungen der Bohrungen entsprechend verbessert, was in den Anlagen (2) und (3) berücksichtigt ist.

Die Bohrungen aus dem Jahr 2023 wurden von der Fa. BauGrund Süd, 88410 Bad Wurzach, ausgeführt und mittels GPS nach Lage und Höhe eingemessen. Diese Bohrungen wurden auch fotografisch von der Fa. BauGrund Süd dokumentiert. Die Fotos des in Kernkisten ausgelegten Bohrgutes sind in Anlage (7) diesem Bericht beigelegt. Die Bohrungen sind in Anlage (7) mit BK bezeichnet (BK10 \triangleq B10-2023).

Aus dem Untersuchungsbericht zur Standsicherheit der rechten, oberstromigen Ufermauer beim Werk 1 vom Mai 1994 stehen weitere Bohrprofile und auch Sondierungen in Form von Handskizzen zur Verfügung, wie dies dem entsprechenden Bericht der Unterlage [U1] entnommen werden kann. Die Lage dieser Aufschlüsse 1994 in Bezug zu den Bohrungen 2023 kann dem Detaillageplan in Anlage (1.3) entnommen werden. Hierbei handelt es sich um die durch die Ufermauer bzw. den Mauersporn niedergebrachten Aufschlüsse BP1 bis BP5. In diesem Bericht sind auch die Sondierungen SRS1 bis SRS4 beigelegt und in den Querschnitt A-A bis C-C mit eingetragen. Auch die Lage der Sondierungen ist Anlage 1.3 zu entnehmen. Die Profile selbst mit der detaillierten Beschreibung des Mauerbetons können dem Bericht vom Mai 1994 (siehe Unterlage [U1]) entnommen werden.

2.2 Schwere Rammsondierungen

Zur näheren Ermittlung der Lagerungsverhältnisse bzw. der Festigkeit der hier anstehenden Auffüllungen und der natürlichen Bodenschichten, insbesondere auch der quartären Kiese, wurden neben den Bohrungen 2023 auch schwere Rammsondierungen ausgeführt.

Die Rammsondierungen wurden jeweils im Nahbereich der Bohrungen B10-2023 bis B13-2023 niedergebracht.

Die Nummerierung der schweren Rammsondierungen entspricht der Nummerierung der Bohrungen. Die Lage der ausgeführten schweren Rammsondierungen neben den entsprechenden Bohrungen kann wiederum dem Lageplan in Anlage (1.2) entnommen werden.

Die in nachfolgender Tabelle (2) aufgelisteten Rammsondierungen sind auch in den Schnitten in Anlage (2) eingetragen und in Anlage (3.2) diesem Bericht beigelegt.

Die wesentlichen Daten der ausgeführten vier im Kraftwerkseinlaufbereich Werk 1 ausgeführten schweren Rammsondierungen sind in nachfolgender Tabelle (2) zusammengestellt.

Tabelle (2) Kennzeichnende Daten der schweren Rammsondierungen Kraftwerkseinlauf Werk 1 links und rechts

Sondierung Damm links und rechts	Damm- km K-km ¹⁾	Ansatz- höhe	Tiefe		mittlere kennzeichnende Schlagzahlen n ₁₀ m u. GOK				
			mNHN	m u. GOK	0 – 2 m	2 – 4 m	4 – 6 m	6 – 8 m	8 – Ende
Damm links									
DPH12- 2023	1+750	413,87	9,2	404,67	2 – 5	1 – 3	1 – 3	2 – 9	2 – 200
DPH13- 2023	1+770	413,97	8,6	405,37	1 – 4	1 – 2	1 – 4	1 – 3	2 – 200
Damm rechts									
DPH10- 2023	1+775	405,49	6,9	398,59	1 – 13	1 – 3	2 – 7	6 – 200	--
DPH11- 2023	1+785	405,50	7,2	398,30	0 – 5	1 – 3	1 – 5	5 – 200	--

¹⁾ K-km bezogen auf die Achse Mittlerer-Isar-Kanal

Die Sondierprofile liegen, wie bereits erwähnt, diesem Gutachten auch in Anlage (3.2) bei und sind auch den geologischen Schnitten in Anlage (2) zu entnehmen.

Nach den schweren Rammsondierungen im Bereich der Dammschüttung links im Kraftwerkseinlaufsbereich bzw. nördlich des Leerschusses sind die erkundeten kiesigen Auffüllungen des Dammes überwiegend nur sehr locker gelagert. Bei DPH12-2023 wurde dann eine dichte Lagerung der quartären Kiese ab etwa 9 m unter GOK festgestellt, und bei der Rammsondierung DPH12-2023 wurden in den Auffüllungen / im Dammschüttmaterial in einer Tiefe von 8,5 m sehr hohe Schlagzahlen ermittelt, was auf Grobeinlagerungen in diesem Tiefenbereich hindeutet.

Bei den Sondierungen DPH10-2023 und DPH11-2023, welche südlich der rechten Einlaufwand ausgeführt wurden, wurde bei den hier anstehenden quartären Kiesen (evtl. handelt es sich hier auch um kiesige Auffüllungen) ebenfalls eine fast ausschließlich nur lockere Lagerung festgestellt, wie dies dem Schnitt in Anlage (2.1) entnommen werden kann. Nur im oberen 1-Meter-Bereich bei DPH10-2023 konnte eine mitteldichte Lagerung der anstehenden Kiese in der hier vorliegenden Hofffläche (mit 20 cm Betonbefestigung) ermittelt werden. Die unter den quartären Kiesen (Auffüllungen) anstehenden tertiären Sande und Kiese sind im hier beschriebenen Bereich dann im obersten Abschnitt bis etwa 6 – 6,5 m unter OK Hofffläche ebenfalls nur locker bis mitteldicht und dann dicht gelagert.

2.3 Kennzeichnende Daten der Bohrlochsondierungen (BDP-Tests)

In den hier vorhandenen Bohrungen des Kraftwerkseinlaufs Werk 1 wurden in verschiedenen Formationen und Tiefen auch Bohrlochsondierungen ausgeführt.

Bei BK-E 1+700 wurden im unteren Abschnitt der kiesigen Auffüllungen (Homogenbereich A1) Schlagzahlen von $n_{30} = 51$ ermittelt, was einer dichten Lagerung der hier anstehenden, kiesigen Auffüllungen entspricht.

In der Bohrung BK-F 1+700 wurden in den quartären Kiesen (Tiefe ca. 9 m) bei einer Bohrlochsondierungen Schlagzahlen von $n_{30} = 36$ ermittelt, was einer zumindest mitteldichten Lagerung der hier anstehenden, quartären Kiese (Homogenbereich B2) entspricht.

In den Bohrungen B10-2023 und B11-2023 wurden innerhalb der tertiären Kiese (Homogenbereich B3.1) in etwa 8,5 – 13,0 m Tiefe insgesamt drei Bohrlochsondierungen ausgeführt. Hierbei wurden Schlagzahlen von $n_{30} \geq 100$ festgestellt, entsprechend einer sehr dichten Lagerung der hier anstehenden, tertiären Kiese.

Auch in Bohrung BK-G 1+900 wurden in den tertiären Kiesen mit Schlagzahlen von $n_{30} = 60$ eine dichte Lagerung dieser Kiese ermittelt.

2.4 Bodenmechanische Laborversuche

Zur näheren Klassifizierung und Beurteilung der anstehenden Böden wurden Bodenproben aus den Bohrungen aus dem Jahr 2023 näher untersucht. Insgesamt wurden 18, aus B10-2023 bis B13-2023 entnommene Bodenproben in unserem bodenmechanischen Labor analysiert.

Im Zusammenhang mit den Felduntersuchungen stehen damit Informationen zur Verfügung, die eine Einteilung der Böden in Homogenbereiche, eine Klassifizierung der Böden und hierauf basierend eine näherungsweise Zuordnung von Bodenparametern ermöglichen.

Die im Einzelnen ausgeführten Laborversuche an Proben aus den genannten Bohrungen B10-2023 bis B13-2023 sind in nachfolgender Tabelle (3) zusammengestellt.

Tabelle (3) Bodenmechanische Laborversuche 2023

Laborversuche	DIN-Norm	Anzahl
Proben aus den Bohrungen B10-2023 bis B13-2023		
Bodenansprache	DIN EN ISO 14688-1	18
Kurzzeichen	DIN 4023	18
Bodenansprache	DIN 18196	18
Korngrößenverteilung (Siebanalyse)	DIN EN ISO 17892-4	13
Korngrößenverteilung (Sieb-Schlämmanalyse)	DIN EN ISO 17892-4	4
Zustandsgrenzen	DIN 18122, Teil 1	1
Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1	1
Taschenpenetrometertests	--	1

Die Ergebnisse der ausgeführten Laborversuche sind in nachfolgender Tabelle (4) mit Angabe der ermittelten Schwankungsbreiten zusammengestellt und den jeweiligen Schichten / Homogenbereichen zugeordnet.

Tabelle (4) Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche B10-2023 bis B13-2023

Kenngroße	Einheit	Auffüllungen kiesig A1	Quartäre Kiese B2	Tertiäre Kiese B3.1	Tertiäre Sande B3.2	Tertiäre Tone B3.3	
Homogenbereich							
Kornverteilung							
Feinstes	Ø ≤ 0,002 mm	%	--	1,1	3,1	0,6 – 4,4	--
Feinkorn	0,002 - 0,063 mm	%	0,1 ¹⁾ – 6,2 ¹⁾	7,5 ¹⁾ – 11,9	2,5 ¹⁾ – 22,0	31,4 – 33,3	--
Sandkorn	0,063 - 2,0 mm	%	16,3 – 23,3	24,6 – 33,2	19,8 – 37,2	44,8 – 50,4	--
Kieskorn	2,0 - 63,0 mm	%	71,8 – 78,3	53,8 – 65,9	37,7 – 74,0	11,8 – 23,3	--
Steine	63,0 - 200,0 mm	%	0,0	0,0	0,0	0,0	--
Wassergehalt / Zustandsgrenzen / Konsistenz							
Wassergehalt	w	%	--	--	--	--	8,7
Wassergehalt < 0,4	w	%	--	--	--	--	22,5
Fließgrenze	w _L	%	--	--	--	--	50,1
Ausrollgrenze	w _P	%	--	--	--	--	26,3
Plastizität	I _P	%	--	--	--	--	23,8
Konsistenzzahl	I _c	%	--	--	--	--	1,16
Konsistenzform	-	-	--	--	--	--	halbfest
Festigkeit							
Taschenpenetrometertests	kPa	-	--	--	--	--	400 – 1.800

¹⁾ enthält Feinstes Ø ≤ 0,002 mm

Eine Zusammenstellung der Laborergebnisse der Bohrungen B10-2023 bis B13-2023 mit den wesentlichen Laborprotokollen kann Anlage (5) zu diesem Bericht entnommen werden.

Die Bewertung der Feld- und Laborarbeiten erfolgt im Zusammenhang mit der Beschreibung und Wertung der erkundeten Bodenschichten in den nachfolgenden Kapiteln. Bei diesen Bewertungen wurden auch die von Seiten KD GEO (Unterlage [U2]) durchgeführten Laboruntersuchungen an Proben aus den hier ebenfalls aufgeführten Bohrungen (siehe Tabellen (1.1) und (1.2)) mit berücksichtigt. Eine Zusammenstellung der Versuchsergebnisse von KD GEO und die maßgebenden Versuchsprotokolle können der Arbeitsunterlage [U2] entnommen werden.

3 BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

3.1 Geologischer Überblick

Bei dem in diesem Bericht behandelten Sanierungsabschnitt der Kanalanlagen Uppenbornwerk 1 handelt es sich um den Kraftwerkseinlauf Werk 1 mit Leerschuss und die angrenzenden Bereiche, wie dies in Anlage (1.2) näher dargestellt ist.

Nach den vorliegenden geologischen Kartenwerken und den älteren Gutachten (siehe Arbeitsunterlagen in Abschnitt 1.2) sind hier unter den Auffüllungen bzw. Dämmen und den teils noch vorhandenen, meist bindigen, teils sandigen Decklagen die quartären Kiese / Flussablagerungen der Isar zu erwarten. Die quartären Kiese / Flussablagerungen der Isar werden dann im Tieferen von tertiären Sedimenten der Oberen Süßwassermolasse (OSM) unterlagert. Im hier behandelten Abschnitt des Uppenbornwerks 1 sind die tertiären Böden unterhalb der quartären Kiese überwiegend in Form von sandigen Kiesen und auch Sanden zu erwarten.

Es sei auch erwähnt, dass die Abgrenzung zwischen den kiesigen, quartären Schichten und den tertiären Kiesen nicht immer eindeutig möglich ist, da oft eine sehr ähnliche Kornzusammensetzung vorliegt. Die tertiären Kiese sind aber insgesamt stärker sandig ausgebildet und etwas geringer durchlässig.

Aufgrund der beschriebenen Aufschlüsse und der allgemeinen Kenntnisse im vorliegenden Bereich lässt sich der Untergrund im Abschnitt des Kraftwerkseinlauf Werk 1 mit Leerschuss bis in den erkundeten Tiefenbereich somit, wie nachfolgend ausgeführt, beschreiben.

3.2 Beschreibung der Bodenschichten

Oberboden – Homogenbereiche O1.1 und O1.2

Im Abschnitt der Dämme im Nahbereich des Werks 1 im Ober- wie auch im Unterwasser wurde nach den genannten Bohrungen in Tabelle (1.1) über den Auffüllungen Oberboden meist in begrenzter Stärke von 0,1 – 0,2 m erkundet.

Dieser Oberboden wurde bei den Bohrungen nur teilweise näher angesprochen. Gemäß unserer allgemeinen Kenntnis wird im Bereich von Auffüllungen und auf den Stauhaltungsdämmen der Oberboden oft von ± humosen, schwach kiesigen bis kiesigen, schwach sandigen bis sandigen Schluffen (Homogenbereich O1.1) von meist nur begrenzter Festigkeit (Konsistenz: weich bis steif) gebildet.

Angedeckter Oberboden im Abschnitt von Auffüllungen oder den Dämmen bei den Kanälen ist aber auch in Form von ± humosen, schwach bis stark schluffigen Sanden und Kiesen (Homogenbereich O1.2) zu erwarten. Auch diese Schichten sind nur von begrenzter Festigkeit.

Im Bereich der Hoffläche luftseitig der rechten Ufermauer bei den Bohrungen B10-2023 und B11-2023 wurde im Obersten über Kiesen die hier anstehende Betonbefestigung mit 20 cm Stärke durchörtert.

Auffüllungen / Dammschüttungen – Homogenbereiche A1 bis A3

Auf der linken Seite des Mittleren-Isar-Kanals (Bereich Kraftwerkseinlauf Werk 1), nordwestlich des Leerschusses, handelt es sich bei den Dammschüttungen nahezu ausschließlich um schwach schluffigen bis teils schluffigen, sandigen Kies mit teils steinigen Anteilen (Homogenbereich A1). Bei der Bohrung BK-E 1+700 wurden auch Auffüllungen in Form von schluffigen, kiesigen Sanden (Homogenbereich A2) und auch in Form von kiesigen, sandigen Schluffen (Konsistenz: steif, Homogenbereich A3) festgestellt, wie dies dem Bohrprofil in Anlage (3.1) zu entnehmen ist. Im Bereich des Unterwassers bei Bohrung BK-G 1+900 wurden die Auffüllungen ebenfalls als schwach schluffige, sandige Kiese erbohrt.

Die Mächtigkeit der kiesigen Auffüllungen im linken Damm auf Höhe des Leerschusses (Oberwasser) wurde in den Bohrungen mit etwa 9 – 12 m erkundet, wie dies auch dem Schnitt in den Anlagen (2.2) und (2.3) entnommen werden kann.

Nach den vorliegenden Rammsondierungen sind die überwiegend kiesigen Auffüllungen im Bereich der linken Dämme fast ausschließlich nur locker gelagert. Bei DPH 13-2023 wurde allerdings in 8,5 m Tiefe die Sondierung mit sehr hohen Schlagzahlen, vermutlich aufgrund

einer Grobeinlagerung, in diesen kiesigen Auffüllungen beendet. Auch im Oberwasser des Werks 1 im rechten Damm bei Bohrung BK-F 1+700 wurden Auffüllungen ausschließlich in Form von schwach schluffigen, sandigen Kiesen erkundet. Auch im Unterwasser auf der rechten Seite bei Bohrung GWM-KW-UP1 wurden geringmächtige Auffüllungen (bis 1,5 m Tiefe) in Form von sandigen Kiesen bis 4,30 m unter OK Damm festgestellt.

In den Bohrungen B10-2023 und B11-2023, die in der Hoffläche hinter der rechten Ufermauer des Werks 1 abgeteuft wurden (siehe Anlage (2.1)), sind die Kiese unter der hier mit Beton befestigten Fläche vom Bohrmeister als quartäre Kiese angesprochen worden. Es ist nicht auszuschließen, dass es sich hier um künstlich aufgefülltes Kiesmaterial im Nahbereich der rechten Ufermauer handelt; vgl. hierzu auch die Schnitte in Anlage (2.1). Diese Kiese im Nahbereich der rechten Ufermauer, die bis etwa 5 m unter Ansatzkote erbohrt wurden, sind aber ebenfalls überwiegend nur sehr locker gelagert.

Deckschichten – Homogenbereiche B1.1 bis B1.3

Unter den Auffüllungen wurden auf der linken Seite von Kraftwerk 1 keine Deckschichten über den dann im Tieferen anstehenden, quartären Kiesen erbohrt; diese wurden hier gänzlich ausgeräumt. Im oberstromigen Dammbereich bei Bohrung BK-E 1+700 wurden von 10,7 – 11,3 m unter Gelände Deckschichten begrenzter Mächtigkeit in Form von schwach kiesigen, sandigen bis stark sandigen Schluffen steifer Konsistenz (Homogenbereich B1.1) festgestellt.

Auch auf der rechten Seite des Kraftwerks 1 bzw. des Mittleren-Isar-Kanals wurden Decklagen nur in der weiter oberstromigen Bohrung BK-F 1+700 in Form von sandigen, ± kiesigen Schluffen steifer Konsistenz in 4,3 – 6,3 m Tiefe erbohrt. In dieser Bohrung wurde über den quartären Kiesen auch eine dünne Torflage zwischen 6,3 m und 6,5 m unter OK Damm (Homogenbereich B1.3) festgestellt. In der unterstromigen Bohrung GWM-KW UP 1 wurden Decklagen in Form von schwach sandigen, tonigen Schluffen unter den Auffüllungen zwischen 1,5 m und 2,2 m Tiefe erbohrt (Homogenbereich B1.1).

Quartäre Kiese – Homogenbereich B2

Unmittelbar unter den beschriebenen, meist kiesigen Auffüllungen bzw. unter den beschriebenen Deckschichten oberstromig und unterstromig des Kraftwerks 1 wurden in allen Bohrungen (links und rechts von Werk 1) quartäre Kiese (Homogenbereich B2) in sehr unterschiedlicher Mächtigkeit erbohrt, wie dies den Schnitten in Anlage (2) zu entnehmen ist.

Bei diesen Formationen handelte es sich überwiegend um schwach schluffige, sandige Kiese und nur teils wurden hier auch stärker schluffige Kiese erbohrt.

Unterstromig des Kraftwerks 1 wurden auf der linken Dammseite bei Bohrung BK-G 1+900 im abgegrenzten Bereich der quartären Kiese auch schwach schluffige, schwach kiesige Sande und schwach kiesige, torfige, sandige Schluffe begrenzter Mächtigkeit erkundet.

Insgesamt ist vorliegend nach den Bohrmeisteraufzeichnungen und den auch im weiteren Umfeld vorliegenden, schweren Rammsondierungen und Bohrlochsondierungen von einer zumindest mitteldichten bis dichten Lagerung der quartären Kiese auszugehen.

Es sei an dieser Stelle nochmals erwähnt, dass die in den Bohrungen B10-2023 und B11-2023 luftseitig der rechten Ufermauer abgegrenzten quartären Kiese (bis ca. 5 m unter Hoffläche) nur locker gelagert sind und evtl. kiesigen Auffüllungen im Nahbereich der hier liegenden Ufermauer zuzurechnen sind.

Tertiäre Kiese und Sande / Tone und Schluffe – Homogenbereiche B3.1 bis B3.3

Wie bereits angesprochen, wurden unter den quartären Kiesen in den hier zugrunde gelegten Bohrungen im Abschnitt des Kraftwerks 1 tertiäre Schichten überwiegend in Form von sandigen Kiesen bis maximal 20 m unter GOK erbohrt. Diese teils schwach schluffigen, sandigen bis stark sandigen Kiese sind dem Homogenbereich B3.1 zuzurechnen. Nach den vorliegenden Bohrlochsondierungen sind diese Schichten hier überwiegend dicht bis sehr dicht gelagert.

In den Bohrungen B10-2023 und B11-2023 wurden im obersten Abschnitt des Tertiärs (Tiefe 4,80 – 6,30 m) auch kiesige, stark schluffige Sande (Homogenbereich B3.2) und eine dünne Lage (30 cm) tertiärer Schluffe in Form von schwach sandigem, tonigem Schluff halbester Konsistenz angesprochen. Auch bei der Bohrung GWM-KW-UP 1 unterstromig des Kraftwerks auf der rechten Seite wurde unter den quartären Kiesen feinsandiger, schluffiger Tertiärton von 5,8 bis 6,0 m Tiefe (Endtiefe Bohrung) angesprochen.

Tertiäre Schluffe und Tone des Homogenbereichs B3.3 von wenigen Dezimetern Stärke sind teils auch linksseitig des Kraftwerks 1 in den Tertiärschichten zu finden, wie dies den entsprechenden Schnitten in Anlage (2) und den Bohrprofilen in Anlage (3.1) entnommen werden kann.

Schichtenabfolge

Die im Bereich des Kraftwerks 1 maßgebende Schichtenabfolge, die bei erdstatischen Berechnungen in Ansatz zu bringen ist, kann im Einzelnen den Schnitten in den Anlagen (2.1) und (2.2) / (2.3) entnommen werden.

3.3 Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden

In Abschnitt 3.2 wurden die erkundeten Bodenschichten und die hier erkundeten Schichtabfolgen beschrieben. In den nachfolgenden Tabellen (5) und (6) werden die bodenmechanischen und bautechnischen Eigenschaften der erkundeten Böden angegeben und im Hinblick auf die geplanten Baumaßnahmen unter geotechnischen und hydrogeologischen Gesichtspunkten qualitativ beurteilt. Hierbei wurden alle bisher erkundeten Schichten im Bereich der Kanalanlagen Uppenbornwerk 1 aufgelistet, auch wenn diese, wie bereits zuvor beschrieben, bei Werk 1 nicht erbohrt wurden. Wie beschrieben, müssen z. B. im unmittelbaren Kraftwerkseinlaufbereich von Werk 1 unter den meist kiesigen und sandigen Auffüllungen und über den quartären Kiesen nach den vorliegenden Aufschlüssen keine Deckschichten berücksichtigt werden.

Tabelle (5) Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Schichten / Böden – Teil 1

Bewertungskriterien	Auffüllungen / Dammschüttung		Schluffe / Tone teils organisch	Deckschichten ⁵⁾	
	Kies + Sande	Schluffe ⁴⁾		Sand / Kies	Torf
Homogenbereich	A1 / A2	A3	B1.1	B1.2	B1.3
Tragfähigkeit	mittel (– gut)	mittel – gering	gering – mittel	mittel (– gering)	gering – sehr gering
Kompressibilität	mittel – gering	mittel – stark	stark – mittel	mittel (– stark)	stark – sehr stark
Standfestigkeit	gering – mittel	mittel	mittel – gering	gering – mittel	mittel – gering
Wasserempfindlichkeit	gering – mittel / teils groß	groß	groß	oft groß	groß
Frostempfindlichkeit (Kl. nach ZTV E-StB 17)	nicht – mittel / teils stark F1 – F2 / F3	stark F3	stark F3	mittel – stark F2 / F3	stark F3
Fließempfindlichkeit	mittel	mittel – gering	mittel	groß – sehr groß	mittel – gering
Wasserdurchlässigkeit	mittel – sehr groß	gering	gering	mittel – gering	gering
Rammpbarkeit	leicht / mittelschwer – schwer ²⁾	leicht – mittelschwer	leicht- mittelschwer	(leicht –) mittelschwer	mittelschwer – (leicht)
Lösbarkeit	leicht – mittelschwer ¹⁾	mittelschwer ¹⁾	(fließend) ³⁾ / mittelschwer	(fließend) ³⁾ / mittelschwer	fließend (– mittelschwer)

¹⁾ Grobeinlagerungen (Steine, Blöcke) und auch Fremdbestandteile sind in Auffüllungen möglich und zu beachten; dies kann zu Rammhindernissen führen; höhere Bodenklassen (5 – 7) nach der alten DIN 18300:2012-09 sind dann möglich

²⁾ Einbringhilfen, z. B. bei Spundwänden, wie z. B. Vorbohrungen, werden hier erforderlich

³⁾ fließend bei bindiger Ausbildung (Feinkornanteil > 15 %) und evtl. höheren, organischen Anteilen und ≤ breiiger Konsistenz

⁴⁾ Schlufflagen in den Auffüllungen wurden im Kraftwerkseinlaufbereich nicht erbohrt, sind aber auch hier örtlich nicht ganz auszuschließen.

⁵⁾ Deckschichten wurden, wie zuvor beschrieben, unter den Auffüllungen / Dammschüttungen in den vorliegenden Bohrungen im unmittelbaren Kraftwerkseinlaufbereich ebenfalls nicht erkundet, sind aber weiter in Richtung Ober- und Unterwasser des Kraftwerks zu erwarten.

Tabelle (6) Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Schichten / Böden – Teil 2

Bewertungskriterien	Quartäre Kiese (Kiese mit möglichen Zwischenschichten)	Tertiäre	
	B2	Kiese und Sande B3.1 / B3.2	Tone und Schluffe B3.3
Homogenbereich	B2	B3.1 / B3.2	B3.3
Tragfähigkeit	gut – sehr gut	gut – sehr gut	mittel – gut
Kompressibilität	gering	gering	mittel – gering
Standfestigkeit	gering – mittel	gering – mittel	gut
Wasserempfindlichkeit	gering – mittel / (groß) ³⁾	gering – groß	gering – groß
Frostempfindlichkeit (Kl. nach ZTV E-StB 17)	nicht – mittel / (stark) ³⁾ F1 – F2 / (F3) ³⁾	nicht – stark F1 – F2 / F3	mittel – groß F2 / F3
Fließempfindlichkeit	mittel	mittel – sehr groß	gering
Wasserdurchlässigkeit	groß – sehr groß	mittel – groß	gering – sehr gering
Rammpbarkeit	mittelschwer – schwer / nicht ¹⁾	mittelschwer – schwer / nicht ¹⁾	schwer / nicht ¹⁾
Lösbarkeit	leicht – mittelschwer / schwer ²⁾	leicht – mittelschwer / schwer ²⁾	mittelschwer / schwer ²⁾

¹⁾ Einbringhilfen, z. B. bei Spundwänden, wie z. B. Vorbohrungen bis zu einem überschnittenen, verrohrten Vorbohren mit Bodenaustausch, werden hier, z. B. in stärker verbackenen bzw. verfestigten Abschnitten, erforderlich

²⁾ Grobeinlagerungen und verfestigte Abschnitte in den Quartären Kiesen sowie felsartig verfestigte Abschnitte im Tertiär sind möglich, d.h. die Bodenklassen 5 – 7 nach der alten DIN 18300:2012-09 (schwer lösbare Böden, leicht bis schwer lösbarer Fels) sind hier zu erwarten

³⁾ bei Feinkornanteil > 15 %

4 GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

Die in den Bohrungen eingemessenen Grundwasserstände beim Uppenbornwerk 1 können den Tabellen (1.1) und (1.2) entnommen werden und sind auch in den Schnitten in Anlage (2) und in den Profilen in Anlage (3.1) eingetragen.

Bei den Bohrungen nordwestlich des Leerschusses wurde im September 2023 und im April 2015 der Grundwasserspiegel im Oberwasser des Kraftwerks bei etwa 11,1 – 11,4 m unter Ansatzkote der Bohrungen zwischen 402,55 mNHN und 402,87 mNHN eingemessen. Im Unterwasser des Uppenbornwerks 1 bei BK-G 1+900 auf der linken Dammseite wurde der Wasserspiegel bei 6,2 m unter der Dammkrone bei 399,66 mNHN im April 2015 erkundet.

Im Bereich des rechten Dammes bzw. der rechten Ufermauer wurde der Grundwasserspiegel im Oberwasser bei Bohrung BK-F 1+700 bei 9,7 m unter Dammkrone bei etwa 404,00 mNHN und südlich der rechten Ufermauer bei etwa 3,3 m unter der Hoffläche bei 402,20 mNHN eingemessen. Auf der rechten Kanalseite im Bereich des Unterwassers des Krafterks 1 wurde in

der Grundwassermessstelle GWM-KW-UP 1 der Grundwasserspiegel im Mai 2015 bei 4,6 m unter Ansatzkote, entsprechend bei etwa 401,20 mNHN, festgestellt.

Die zuvor genannten Wasserspiegel sind in den Schnitten in Anlage (2) eingetragen und können auch den Bohrprofilen in Anlage (3.1) entnommen werden.

Es ist dabei davon auszugehen, dass der eingemessene Grundwasserstand durch den Kanalwasserspiegel im hier noch nicht sanierten Bereich beeinflusst wird. Weiter ist in den einzelnen Bauphasen, insbesondere bei dem dann erhöhten Isarwasserspiegel, eine Beeinflussung des Grundwasserstandes zu beachten.

Nach der Grundwassergleichenkarte, die dem Gutachten von Dr. Blasy – Dr. Øverland, Eching am Ammersee (Arbeitsunterlage [U3]), zu entnehmen ist, wurde auf Grundlage einer Stichtagsmessung am 11.06.2015 für das erste quartäre Grundwasserstockwerk der Grundwasserspiegel etwa auf Höhe des Kraftwerkseinlaufs des Uppenbornwerks 1 bei 402,0 bis 402,5 mNN und im Unterwasser des Werks 1 bei etwa 401,5 mNN angegeben. Die Grundwasserfließrichtung ist im Bereich des Uppenbornwerks 1 nach der genannten Grundwassergleichenkarte im Wesentlichen nach Norden bzw. nach Nordosten zum Vorfluter Isar gerichtet.

Entsprechend den langjährig beobachteten Grundwassermessstellen Moosburg U20 (hierauf wurde auch bei den Modellberechnungen in den Unterlagen [U3] und [U4] Bezug genommen), Moosburg Isar 1 und Moosburg Isar 2, lagen bei den Bohrungen im September bzw. November 2023 die Grundwasserstände etwa \pm auf Höhe des Mittelwasserniveaus. Nach den genannten Grundwassermessstellen ist mit Grundwasserspiegelschwankungen zwischen HHW und MW in einer Größenordnung von ca. 1,0 – 1,3 m zu rechnen. Zwischen MW und NNW ist etwa von Wasserspiegeldifferenzen in einer Größenordnung von 0,5 – 0,9 m auszugehen.

Nach den uns vorliegenden Daten würden wir somit empfehlen, im Bereich des Kraftwerkseinlaufs und der Uferwände von Uppenbornwerk 1 den mittleren Grundwasserspiegel im Oberwasser des Kraftwerks bei 402,50 mNHN zu berücksichtigen und im Bereich des Unterwassers von Werk 1 einen mittleren Grundwasserspiegel von 401,50 mNHN anzusetzen. Bezüglich HHW und NNW sei auf die vorherigen Ausführungen verwiesen.

5 ERDBAULICHE UND ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN

In den vorherigen Abschnitten wurden die im Rahmen der verschiedenen Bohrkampagnen angetroffenen Bodenschichten zusammengestellt, beschrieben und qualitativ beurteilt. Im Folgenden werden die für den Erdbau notwendigen Homogenbereiche, Bodengruppen und Bodenklassen und die für erdstatistische Berechnungen erforderlichen Bodenparameter für den Bereich des Uppenbornwerks 1 bzw. den Kraftwerkseinlauf von Werk 1 angegeben.

5.1 Bodenklassifizierung

Tabelle (7) Bodenklassifizierung

Bodenschicht	Homogenbereich DIN 18300:2019-09	Bodenart DIN 4023	Boden- gruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300:2012-09
Oberboden – O1.1 und O1.2				
Mutterboden (Schluff, ± sandig, teils ± kiesig, ± humos)	O1.1	Mu (U, s'-s, (g'-g), h'-h)	OU	1
Mutterboden (Sand / Kies, schluffig, ± humos)	O1.2	Mu (S/G, u'-u*, h'-h)	OH	1
Auffüllungen / Dammschüttungen – A1 bis A3				
Auffüllung (Kies, sandig, ± schluffig, teils schwach steinig)	A1	A (G, s, u'-u, (x'))	[GI] / [GW] [GU] / ([GU*])	3 / 4 / 5 ³⁾
Auffüllung (Sand, ± schluffig, ± kiesig) ⁴⁾	A2 ⁴⁾	A (S, ± u, ± g)	[SW] / [SU] / ([SU*])	3 / 4 / (5) ³⁾
Auffüllung (Schluff, sandig, teils ± tonig, teils ± kiesig) ⁴⁾	A3 ⁴⁾	A (U, s, (± t), (± g))	[UL] / [UM] [TL] / [TM]	4 ³⁾
Deckschichten ⁵⁾ – B1.1 bis B1.3				
Schluff, sandig bis stark sandig, schwach kiesig bis kiesig, teils ± organisch	B1.1	U, s-s*, g'-g, (o'-o)	UL / UM / TL (TM) / (TA)	4 / 2 ²⁾ / 5 ¹⁾
Sand, ± schluffig, teils ± kiesig	B1.2	S, u'-u, (g'-g)	SW / SI / SU	3 / (4) ²⁾
Torf	B1.3	H	(HN) / HZ	3 / 2

¹⁾ bei ausgeprägt plastischen Böden; vorliegend nicht erkundet

²⁾ Bodenklasse 2 bei bindiger Ausbildung und/oder evtl. höheren, organischen Anteilen und ≤ breiiger Konsistenz

³⁾ höhere Anteile an Steinen, Grobeinlagerungen und evtl. auch verfestigte Bereiche sind hier möglich; dann sind auch hier höhere Bodenklassen (5 – 7) nach DIN 18300:2012-09 maßgebend

⁴⁾ Diese Schichten sind in den Auffüllungen möglich, wurden aber in den vorhandenen Bohrungen im Bereich des Kraftwerkseinlaufs Werk 1 nicht erbohrt

⁵⁾ Deckschichten wurden, wie zuvor beschrieben, unter den Auffüllungen / Dammschüttungen in den vorliegenden Bohrungen im unmittelbaren Kraftwerkseinlaufbereich ebenfalls nicht erkundet, sind aber weiter in Richtung Ober- und Unterwasser des Kraftwerks zu erwarten

Fortsetzung Tabelle (7)		Bodenklassifizierung		
Bodenschicht	Homogenbereich DIN 18300:2019-09	Bodenart	Boden- gruppe	Bodenklasse
		DIN 4023	DIN 18196	DIN 18300:2012-09
Quartäre Kiese – B2 / Zwischenschichten Schluffe / Tone (B1.1) und Sande (B1.2) sind möglich				
Kies, sandig, teils schwach schluffig bis schluffig, teils schwach steinig	B2	G, s, (u'-u), (x')	GI / GW / GU (GU*)	3 / (4) / 5 ³⁾
Tertiäre Kiese und Sande / Tone und Schluffe – B3.1 / B3.2 / B3.3				
Kies, sandig, schwach schluffig (bis schluffig), teils schwach steinig	B3.1	G, s, u'-(u), (x')	GI / GW / GU	3 / (4) / 5 ⁴⁾
Sand, schluffig bis stark schluffig, teils schwach kiesig	B3.2	S, u-u*, (g')	SU / SU*	3 / 4 ⁴⁾
Ton / Schluff, schwach sandig	B3.3	U, s', ± t (T, s', ± u	UL / UM / UA TL / TM / TA	4 / 5 ¹⁾⁴⁾

¹⁾ bei ausgeprägt plastischen Böden; vorliegend nicht erkundet

²⁾ Bodenklasse 2 bei bindiger Ausbildung und/oder evtl. höheren, organischen Anteilen und ≤ breiiger Konsistenz

³⁾ höhere Anteile an Steinen, Grobeinlagerungen und evtl. auch verfestigte Bereiche sind hier möglich; dann sind auch hier höhere Bodenklassen (5 – 7) nach DIN 18300:2012-09 maßgebend

⁴⁾ In den tertiären Sedimenten sind verfestigte Abschnitte ebenfalls möglich; dann sind auch in diesen Schichten höhere Bodenklassen (5 – 7) nach DIN 18300:2012-09 anzusetzen

Die in Tabelle (7) zusammengestellten Auffüllschichten und Böden beziehen sich auf die bei den Baugrundaufschlüssen im Bereich Uppenbornwerk 1 überwiegend erkundeten Böden in den jeweils abgegrenzten Schichten / Homogenbereichen. Die Schichten / Homogenbereiche wurden dabei etwas vereinfacht dargestellt. So sind in den jeweils abgegrenzten Homogenbereichen teils auch etwas abweichende Schichtzusammensetzungen möglich, was in Anlage (6) berücksichtigt wurde.

5.2 Bodenparameter

In nachfolgender Tabelle (8) werden die charakteristischen Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen angegeben. Diese wurden auf Grundlage der Bodenansprache nach DIN 4023 durch den Bohrmeister und unseren Geologen sowie der Ergebnisse der Feld- und Laboruntersuchungen im hier maßgebenden Bereich des Uppenbornwerks 1 und unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden und von weiteren Laborversuchen (aus Unterlage [U2]) abgeleitet.

Die Werte gelten für die Auffüllschichten / Dammschüttungen und die natürlich gewachsenen Böden im vorliegend abgegrenzten Bereich und sind nicht auf Erdstoffe anderer Herkunft anzuwenden. Bei Auflockerungen oder Aufweichungen, z. B. im Zuge von Baumaßnahmen, können sich die Rechenwerte deutlich verändern und reduzieren. Für gelöste und wieder eingebaute bzw. wieder verdichtete Schichten gelten die genannten Parameter nur, sofern ein entsprechend ausreichender Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97\%$ bis 100% beim Wiedereinbau erreicht wird.

Tabelle (8) Charakteristische Bodenparameter

Bodenschicht	Lagerung/ Konsistenz	γ kN/m ³	γ' kN/m ³	ϕ'_k °	c'_k kN/m ²	$E_{s,k}$ MN/m ²	k_f m/s
Auffüllungen / Dammschüttungen – A1 / A2 / A3							
Auffüllung (Kies, sandig, ± schluffig, teils schwach steinig) / A1	locker (– mittel- dicht)	18 – 21 (19)	8 – 12 (9)	30,0 – 35,0 (32,5)	0 – 3 (0,5 – 1,0)	30 – 60	$\leq 2 \cdot 10^{-2}$
Auffüllung (Sand, ± schluffig, ± kiesig) / A2 ¹⁾	locker (-mitteldicht)	18 – 20 (19)	8 – 11 (9)	30,0 (30,0)	0 – 3 (1)	15 – 30	$\leq 1 \cdot 10^{-4}$
Auffüllung (Schluff, sandig, teils ± kiesig) / A3 ¹⁾	halbfest weich – steif	18 – 20 (19)	8 – 10 (9)	25,0 – 27,5 (25,0)	3 – 10 (5)	5 – 15	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$
Deckschichten – B1.1 / B1.2 / B1.3 ¹⁾							
Schluff, sandig bis stark sandig, schwach kiesig bis kiesig, teils ± organisch / B1.1 ¹⁾	weich bis steif	18 – 20 (19)	8 – 10 (9)	22,5 – 25,0 (25,0)	3 – 7 (5)	3 – 8	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$
Sand, schluffig, teils ± kiesig / B1.2 ¹⁾	locker (weich – steif)	19 - 20 (19)	9 – 10 (9)	27,5 – 30,0 (27,5)	2 – 5 (2)	15 – 30	$\leq 1 \cdot 10^{-5}$
Torf / B1.3 ¹⁾	zersetzt (weich)	12 - 17 (15)	2 – 7 (5)	20,0 – 22,5 (20,0)	2 – 5 (3)	0,5 – 1,5	$\leq 1 \cdot 10^{-5}$
Quartäre Kiese – B2 (Zwischenschichten Schluffe / Tone und Sande siehe B1.1 / B1.2 - möglich)							
Kies, sandig, teils schwach schluffig bis schluffig, teils schwach steinig / (B2)	mitteldicht – dicht	20 – 22 (21)	11 – 14 (12)	32,5 - 37,5 (35,0)	0 – 2 (0)	50 – 120	$\leq 2 \cdot 10^{-2}$
Tertiäre Kiese und Sande / Tone und Schluffe – B3.1 / B3.2 / B3.3							
Kies, sandig, schwach schluffig (bis schluffig), teils schwach steinig / B3.1	mitteldicht – dicht	20 – 22 (21)	11 – 14 (12)	32,5 – 35,0 (35,0)	0 – 2 (0)	50 – 120	$\leq 5 \cdot 10^{-3}$
Sand, schluffig bis stark schluffig, teils schwach kiesig / B3.2	mitteldicht – dicht	20 – 21 (20,5)	11 – 12 (11,5)	32,5 – 35,0 (35,0)	0 – 5 (1)	40 – 100	$\leq 1 \cdot 10^{-4}$
Ton / Schluff, schwach sandig / B3.3	steif – halb- fest	20 – 21 (20)	10 – 11 (10)	27,5 (27,5)	10 – 30 (10)	15 – 30	$\leq 1 \cdot 10^{-8}$

Klammerwerte $\hat{=}$ mittlere Rechenwerte für die jeweilige Schicht

¹⁾ Diese Schichten sind in den angegebenen Formationen möglich, wurden aber in den vorhandenen Bohrungen im unmittelbaren Bereich des Kraftwerkseinlaufs Werk 1 nicht erkundet

Für erdstatische Berechnungen können für die jeweiligen Schichten die in Tabelle (8) genannten Mittelwerte (Klammerwerte) in Ansatz gebracht werden. Bei kritischen Rechenprofilen oder Bauteilen ist es ggf. auch sinnvoll, die Rechenwerte innerhalb der angegebenen Wertespannen nochmals differenzierter auszuarbeiten und genauer anzugeben. Dies ist dann im Einzelfall noch näher zwischen dem Geotechniker und dem Ersteller der statischen Berechnungen abzustimmen.

Für die Kiese im Bereich luftseitig der rechten Ufermauer von Werk 1, bis etwa 5 m unter OK Hofffläche sind die Parameter für den Homogenbereich A1 bei Berechnungen in Ansatz zu bringen.

6 SANIERUNG KRAFTWERKSEINLAUF UND UFERWÄNDE / LEERSCHUSS WERK 1

6.1 Allgemeines

Im Kraftwerkseinlaufbereich zu Werk 1 ist vorgesehen, die rechte Ufermauer mittels rückverankerter Ortbetonvorsatzschale auf der Wasserseite und einer Spritzbetonschale auf der Luftseite zu sanieren, wie dies in Anlage (2.1) näher dargestellt ist. Bereits im Jahre 1994 erfolgte bei dieser Ufermauer zur Erhöhung der Standsicherheit eine Rückverankerung und wurde die Ufermauer auch durch Verpressung abgedichtet. Auf Grundlage der nun vorliegenden Baugrunderkundung wird es auch erforderlich, die Standsicherheit dieser Ufermauer rechentechnisch nochmals zu überprüfen.

Im Bereich des Leerschusses ist die Sanierung der Sohle durch einen 15 cm starken, rückverankerten Sohlbeton vorgesehen. Auf den Wehrkörper wird vollflächig eine Vorsatzschale aufgebracht. Es ist eine Oberflächensanierung mit bewehrtem Spritzbeton und Rückverankerung vorgesehen, wie dies näher in Anlage (2.2) dargestellt ist. Die Leerschussbrücke bleibt erhalten, der Überbau wird angepasst. Es findet ein Ersatzneubau der (bestehenden) Rechengutentsorgung mit einer an die geplante Automatisierung angepassten Geometrie statt, wie dies dem Lageplan und dem Schnitt in Anlage (2.3) im Detail zu entnehmen ist. Bei diesem Bauteil wird eine Neugründung der geplanten Bodenplatte erforderlich.

Im vorliegenden Gutachten werden die geotechnischen und hydrogeologischen Grundlagen für die geplanten Sanierungsmaßnahmen bei den jeweiligen Bauteilen angegeben.

Die hier maßgebende Untergrund- und Grundwassersituation wurde auf Grundlage der in diesem Abschnitt vorliegenden Baugrundaufschlüsse in den vorherigen Abschnitten im Detail dokumentiert und beschrieben. Nachfolgend wird auf dieser Grundlage auch auf die teils erforderlichen erdstatischen Berechnungen und die Erstellung der jeweiligen Bauteile aus geotechnischer Sicht eingegangen.

6.2 Sanierung der rechten Ufermauer

Wie bereits angesprochen, soll im Bereich der rechten Ufermauer nach Entleerung des Kanals auf der Wasserseite eine Vorsatzschale (2-lagig bewehrt und rückverankert) erstellt werden, wie dies den Schnitten in Anlage (2.1) entnommen werden kann. Auch auf der Luftseite wird eine neue Vorsatzschale (Spritzbetonschale) aufgebaut.

Bezüglich der erdstatischen Berechnungen und Nachweise kann hinsichtlich der maßgebenden Untergrundsituation in Bezug auf die Gründung der Mauer auf die Bohrungen B10-2023 und B11-2023 und die Sondierungen DPH10-2023 und DPH11-2023 zurückgegriffen werden. Die maßgebenden Verhältnisse bezüglich der anstehenden Schichten sind in Anlage (2.1) dargestellt. Die Bodenparameter für die erforderlichen erdstatischen Standsicherheitsberechnungen können nach Tabelle (8) dieses Gutachtens in Ansatz gebracht werden. Die weiter in Abschnitt 5.2 hierzu getroffenen Anmerkungen sind zu beachten.

Bezüglich des anzusetzenden Grundwasserstandes bei den Berechnungen ist der maximale Wasserstand (HHW) zu berücksichtigen. Es sind aber auch Berechnungen mit einem niedrigeren Grundwasserstand durchzuführen, sofern sich hier ungünstigere Standsicherheiten ergeben.

Wie dies den Schnitten in Anlage (2.1) zu entnehmen ist, erfolgte die Gründung der Ufermauer in Kraftwerksnähe (Schnitt 16) bereits in den gut tragfähigen, tertiären Kiesen. Weiter entfernt vom Kraftwerk 1 ist davon auszugehen, dass die Gründung der Ufermauer noch im Bereich der quartären Kiese erfolgt ist und etwa 1,2 m unter dem Gründungsniveau eine tertiäre Schlufflage geringer Mächtigkeit und darunter tertiäre Sande und dann tertiäre Kiese guter Tragfähigkeit anstehen. Die Gründung der Ufermauer erfolgte somit insgesamt in relativ gut tragfähigen Bodenschichten. Es ist davon auszugehen, dass die Setzungen dieses Bauteils in den anstehenden Böden abgeschlossen sind. Die Geometrie und somit auch die Last der Uferwand bleibt weitestgehend unverändert, es müssen deshalb keine zusätzlichen Setzungen berücksichtigt werden.

Sollten sich im Zuge der weiteren Planung und Ausführung der Sanierungsarbeiten weitere geotechnische bzw. hydrogeologische Erfordernisse ergeben, ist dies im Einzelfall mit dem Geotechniker abzustimmen; dies gilt auch für die nachfolgenden Bauteile.

6.3 Sanierung Bereich Leerschuss und linke Ufermauer / Wasserhaltung

Hier ist eine Sanierung der Ufermauern und der Pfeiler mittels Spritzbeton mit 1-lagiger Matenbewehrung und Rückverankerung vorgesehen. Für die Sanierung wird der Kanal und Leerschuss im Sanierungsbereich entleert. Wie in Anlage (2.2) näher dargestellt, wird der Sohlbeton im Bereich des Leerschusses teils rückgebaut und ein neuer Sohlbeton mit Rückverankerung aufgebaut, wie dies im Detail mit weiteren vorgesehenen Sanierungsmaßnahmen dem Schnitt in Anlage (2.2) zu entnehmen ist. Die Gründungssituation im Bereich des Leerschusses mit Tosbecken wird durch die geplanten Sanierungsmaßnahmen nicht verändert. Das Gründungsniveau liegt nach den vorliegenden Aufschlüssen (siehe Anlage (2.2)) oberstromig teils noch im Bereich der quartären Kiese und unterstromig des Werks 1 im Abschnitt der gut tragfähigen, tertiären Kiese und Sande. Nach Bohrung B13-2023 ist es denkbar, dass die Gründung des Leerschusses mit Tosbecken teils auch im Abschnitt tertiärer Tone / Mergel erfolgt ist.

Wie dies in Anlage (2.2) dargestellt ist, ist davon auszugehen, dass die Sohle im Bereich des Leerschusses im Unterwasser und im Abschnitt des Tosbeckens unterhalb des Grundwasserniveaus zu liegen kommt. Sollten hier Grundwasserabsenkungsmaßnahmen zur Sicherstellung der Sohlaufbruchsicherheit notwendig werden, werden hierfür nachfolgend die notwendigen Durchlässigkeitsbeiwerte für die quartären und tertiären Kiese im hier maßgebenden Abschnitt angegeben.

Nach den vorliegenden Korngrößenanalysen im Bereich der Bohrungen aus dem Jahr 2023 und auch der Bohrungen von KD GEO ist vorliegend für die quartären Kiese und ggf. auch für die kiesigen Auffüllungen von Durchlässigkeitsbeiwerten in einer Größenordnung von $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-2}$ m/s auszugehen. Dies liegt auch in der Größenordnung von Pumpversuchen, welche im Mitteldamm zwischen dem Mittleren-Isar-Kanal und dem Moosburger Speichersee durchgeführt wurden. Für die tertiären Kiese lassen sich auf Grundlage der hier vorliegenden Korngrößenanalysen im Mittel etwa Durchlässigkeiten in einer Größenordnung von $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ bis $5 \cdot 10^{-3}$ m/s, teils auch höher, ableiten. Auf dieser Grundlage würden wir empfehlen, für die Ermittlung der mittleren Wassermengen bei Wasserhaltungsmaßnahmen für die quartären Kiese (und die kiesigen Auffüllungen) einen Wert von $k_f = 7 \cdot 10^{-3}$ m/s und für die tertiären Kiese einen Wert von $k_f = 3 \cdot 10^{-3}$ m/s in Ansatz zu bringen. Für Extremwert-

betrachtungen empfehlen wir, für die quartären Kiese einen Wert von $k_f = 1 \cdot 10^{-2}$ m/s und für die tertiären Kiese einen Wert von $k_f = 5 \cdot 10^{-3}$ m/s anzusetzen.

Werden Wasserhaltungsmaßnahmen zur Absenkung des Grundwasserspiegels erforderlich, ist aufgrund von hier fehlenden Pumpversuchen bei der Erstellung der ersten Wasserhaltungsbrunnen die Durchführung von Pumpversuchen zur Verifizierung der Durchlässigkeiten der Kiese vorzusehen. Bei abweichenden Ergebnissen der Bodendurchlässigkeiten wird dann auf Grundlage dieser zusätzlichen Werte ggf. eine Modifizierung der Wasserhaltungsanlage erforderlich. Bezüglich der Untergrundschiehteinteilung sei auf die Darstellungen im Schnitt in Anlage (2.2) verwiesen. Die tertiären Kiese sind dabei bis in größere Tiefe zu berücksichtigen.

Werden Grundwasserabsenkungen bzw. -entspannungen von $> 0,5 - 1,0$ m notwendig, sind hierzu Filterbrunnen erforderlich. Der wirtschaftlichste Durchmesser und eine sinnvolle Tiefe für diese Brunnen, die notwendigen Brunnenabstände etc. sind dann auf Grundlage von Wasserhaltungsberechnungen unter Berücksichtigung der zuvor beschriebenen Randparameter durchzuführen.

Die Gründung von Leerschuss und Tosbecken ist nach den vorliegenden Aufschlüssen in insgesamt gut tragfähigen Bodenschichten erfolgt. Zukünftige weitere Setzungen oder Verformungen sind aufgrund der anstehenden Untergrundverhältnisse deshalb bezüglich der geplanten Sanierungsmaßnahmen nicht zu erwarten.

6.4 Leerschussbrücke und Rechengutentsorgung

Allgemeines / Untergrund- und Grundwasserverhältnisse

Wie bereits erwähnt, ist vorgesehen, im linken Damm nordwestlich des Leerschusses einen Ersatzneubau für die Rechengutentsorgung mit Abwurfplatz mit angepasster Geometrie zu erstellen.

Die neuen Anlagenteile sollen, wie in Anlage (2.3) dargestellt, mittels Bodenplatte bei etwa 404,6 mNHN gegründet werden.

Für die Erstellung der Bauteile bzw. des Bauwerks ist die Ausbildung von geböschten Gruben im vorliegenden linken Damm nach Angaben des Planers vorgesehen. Die vorhandenen Ufermauern sind aufgrund des entleerten Kanals während der Bauzeit nicht durch den Wasserdruck belastet und können nach Angaben des Tragwerksplaners dann bereichsweise freistehend bis zur Wiederanschüttung während der Bauzeit verbleiben.

Im Nahbereich dieses Bauwerks wurden die Bohrung B13-2023 und die schwere Rammsondierung DPH 13-2023 ausgeführt. Nach diesem Aufschluss sind bis etwa 12 m Tiefe unter der Dammkrone Auffüllschichten in Form von schwach schluffigen, sandigen Kiesen zu erwarten, die dann von quartären Kiesen etwa gleicher Kornzusammensetzung unterlagert werden. Ab 13,8 m Tiefe werden die Kiese dann von tertiären Tonen unterlagert, wie dies dem Schnitt in Anlage (2.3) zu entnehmen ist. Nach der Erkundung sind die kiesigen Auffüllungen nur locker gelagert. Im Tieferen dieser Auffüllungen ist dann eine etwas höhere Lagerungsdichte anzunehmen und bei den quartären Kiesen kann von zumindest mitteldicht gelagerten, gut tragfähigen Kiesen ausgegangen werden. Auch die tertiären Tone weisen eine zumindest mittlere Tragfähigkeit auf.

Der Grundwasserspiegel wurde in der Bohrung B13-2023 im September 2023 bei etwa 402,87 mNHN, rd. 1,7 m unter dem Gründungsniveau der geplanten Bodenplatte, eingemessen. Es ist somit davon auszugehen, dass nach der Kanalentleerung dieses Bauwerk über dem Grundwasserspiegel erstellt werden kann.

Baugrube / Wasserhaltung

Wie erwähnt, soll die Baugrube in den Kiesen im Bereich des linken Dammes geböschet ausgebildet werden. Nach den vorliegenden Planunterlagen werden bei dieser Ausführung sehr hohe Baugrubenböschungen von bis zu etwa 9,4 m erforderlich.

Die Baugrubenböschungen sind mit einer Neigung von etwa $\leq 40^\circ$ und zumindest einer horizontalen Zwischenberme ($b = \text{ca. } 1,5 \text{ m}$) vorzusehen. Wegen der genannten Böschungshöhe wird es erforderlich, die Standsicherheit der Baugrubenböschung mittels Böschungsbruchberechnungen für den Bauzustand (BS-T) nachzuweisen. Hierbei sind die in Tabelle (9) angegebenen Bodenparameter (Mittelwerte) in Ansatz zu bringen. Sollten sich hier auch flachere Böschungsneigungen ergeben, ist dies entsprechend umzusetzen.

Wie beschrieben, ist nach der vorliegenden Bohrung B13-2023 der Grundwasserspiegel unter der Bodenplatte zu erwarten. Es ist davon auszugehen, dass keine nennenswerten Grundwasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden, da in den anstehenden Kiesen anfallendes Oberflächenwasser über diese Schichten versickert werden kann. Sollten dennoch, z. B. bei höheren Grundwasserständen oder bei erforderlichen, tieferreichenden Austauschmaßnahmen unter der genannten Bodenplatte, Grundwasserabsenkungen erforderlich werden, kann dies z. B. mit Schachtbrunnen in offener Weise erfolgen. Auf die hierbei maßgebenden, hohen Durchlässigkeiten im Bereich der kiesigen Auffüllungen und der quartären Schotter sei

hingewiesen. Für evtl. erforderliche Wasserhaltungsberechnungen kann diesbezüglich auf die zuvor genannten k_f -Werte und Ausführungen in Abschnitt 6.3 verwiesen werden.

Bauwerksgründung

Nach der genannten Bohrung B13-2023 und auch der Schnittdarstellungen in Anlage (2.3) ist davon auszugehen, dass das hier geplante Gründungsniveau in kiesigen Auffüllungen / Dammschüttungen oder bereits innerhalb der gut tragfähigen, quartären Kiese (schwach schluffige, sandige Kiese) zu liegen kommt. Die Gründung kann in diesen Kiesen nach einer ausreichenden Verdichtung der Aushubsohle ($D_{Pr} \geq 100 \%$) ohne weitere Austauschmaßnahmen erfolgen. Sollten allerdings im Gründungsbereich noch geringer tragfähige Schichten (z. B. Schluffe oder schluffige Sande etc.) anstehen, was in Auffüllschichten nicht auszuschließen ist, sind diese auszukoffern und bis zur Gründungssohle durch gut tragfähiges Kiesmaterial zu ersetzen. Hierfür ist dann Kies der Gruppe GW nach DIN 18196 (Körnung 0/63 mm; Feinkornanteil $< 5 \%$) vorzusehen. Dieses Kiesmaterial ist dann lagenweise ($d \leq 30 \text{ cm}$) bei ausreichender Verdichtung ($D_{Pr} \geq 100 \%$) unter der Bodenplatte einzubauen.

Bei Gründung in beschriebener Weise ist im Bereich der Bodenplatte für die statische Berechnung dieses Bauteils eine Bettungsziffer von $k_s = 8 - 12 \text{ MN/m}^3$ zu berücksichtigen.

Bei Gründung in beschriebener Form und unter Berücksichtigung der Untergrundsituation nach Bohrung B13-2023 sind für das geplante Bauteil wegen der bereits erfolgten Vorbelastung durch den Damm nur geringe Setzungen in einer Größenordnung von $0,5 - 1,0 \text{ cm}$ und hieraus resultierende Setzungsdifferenzen zu erwarten.

6.5 Weitere Angaben

Werden weitere Angaben zu Baumaßnahmen mit geotechnischem und hydrogeologischem Hintergrund im Abschnitt des Uppenbornwerks 1 erforderlich, kann dies ggf. auf der Datengrundlage dieses Gutachtens erfolgen. Für einzelne Maßnahmen sind dann aber aufgrund der beschriebenen Datenlage ggf. auch zusätzliche Erkundungsmaßnahmen der Untergrundverhältnisse erforderlich.

7 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens wurden die Ergebnisse der durchgeführten Feld- und Laborarbeiten und der weiterhin vorliegenden Erkundungsergebnisse und Berichte im Bereich des Uppenbornwerks 1 hinsichtlich der hier geplanten Sanierungsmaßnahmen zusammengestellt, erläutert und bewertet. Vorrangiges Ziel des Gutachtens war es, die vor Ort relevanten Untergrunddaten durch Beschreibung der Bodenschichten, Zuordnung von Bodenklassen und physikalischen Bodenparametern im Hinblick auf die Sanierung des Uppenbornwerks 1 mit Kraftwerkseinlauf, Uferwänden und Leerschuss mit Rechengutentsorgung aufzubereiten.

In Abschnitt 6 dieses Gutachten erfolgten weitere geotechnische und hydrologische Angaben im Hinblick auf erforderliche erdstatische Berechnungen und bezüglich der Realisierung der geplanten Sanierungsmaßnahmen. Es wurden in diesem Zusammenhang auch Angaben zur Bauausführung und zur Bauwasserhaltung im Bereich Uppenborn Kraftwerk 1 ausgeführt.

Die zur Ausarbeitung dieses Berichtes vorliegenden Untersuchungen und Arbeitsunterlagen wurden dokumentiert. Da dem Baugrundsachverständigen jedoch derzeit nicht alle relevanten Gesichtspunkte der Planung und Bauausführung im Bereich des Uppenbornwerks 1 bekannt sein können, erhebt dieser Bericht keinen Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich aller geotechnisch und hydrogeologisch relevanter Maßnahmen. Sollten für Berechnungen oder im Zuge der weiteren Planung und Bauausführung zusätzliche Angaben seitens des Geotechnikers erforderlich werden, kann dies, soweit möglich, von unserer Seite auf Grundlage der hier zusammengestellten, maßgebenden Untergrundverhältnisse und der vorliegend erkundeten, hydrogeologischen Situation erfolgen.

Weiterhin sind auch Abweichungen der Untergrundverhältnisse außerhalb der Aufschlüsse möglich und zu beachten. In allen Zweifelsfällen bezüglich Baugrund und Bauausführung ist bei der Realisierung der Sanierungsmaßnahmen der Unterzeichner zu kontaktieren. 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.

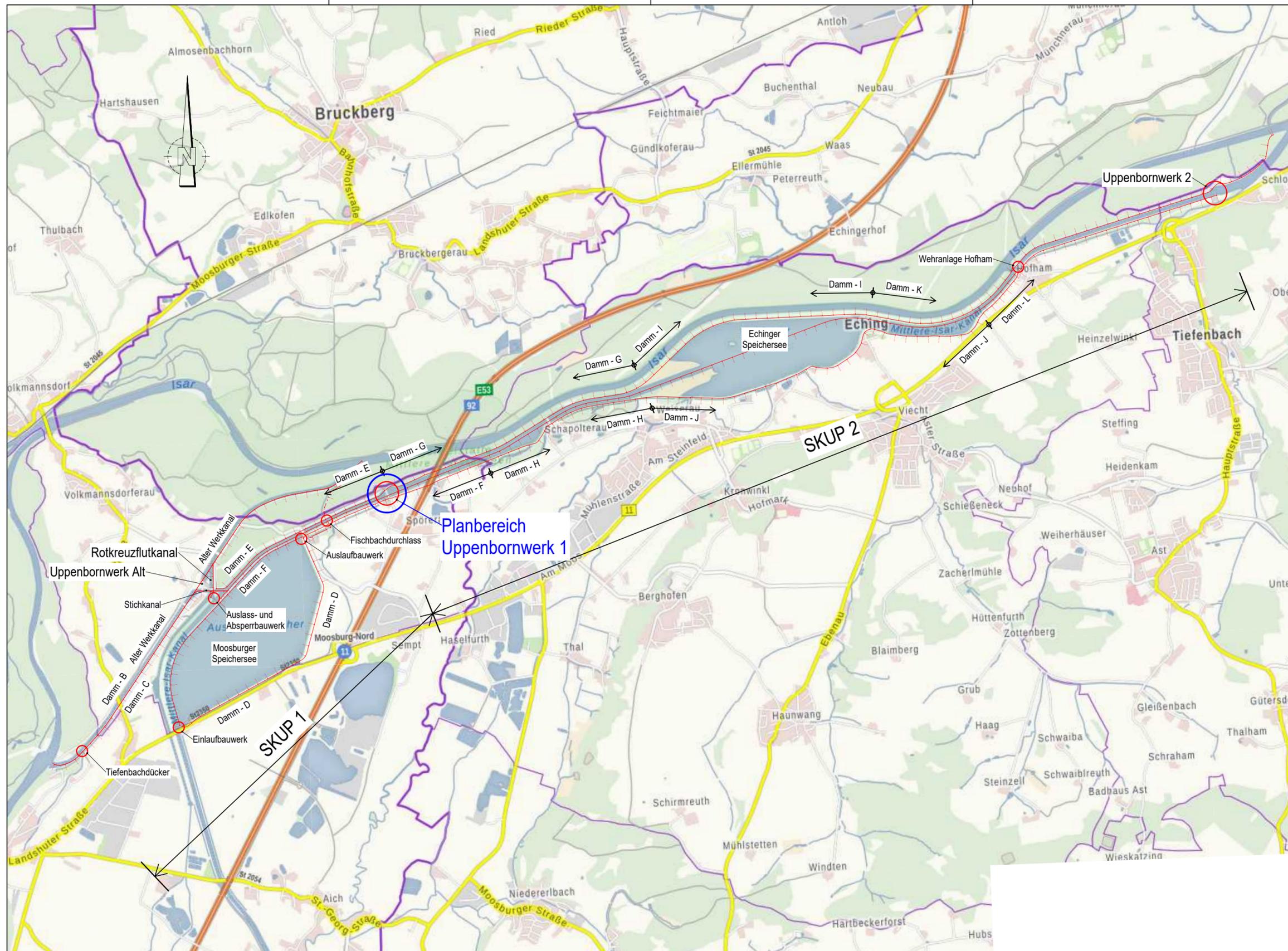
Für weitere Beratungen sowie gutachterliche Beurteilungen im Zuge dieses Projektes stehen wir gerne zur Verfügung.

CRYSTAL GEOTECHNIK

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

ANLAGE (1)

**LAGEPLÄNE MIT AUFSCHLUSSPUNKTEN
BEREICH UPPENBORNWERK 1**



F			
E			
D			
C			
B			
A			
Index	Art der Änderung	Datum	Name
		AKZ/KKS	

SW/M Stadtwerke München

Planersteller **CRYSTAL GEOTECHNIK** BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH
INSTITUT FÜR ERD- UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG
 HOFSTATTSTRASSE 28 D-86919 UTTING TELEFON 08906/95894-0
 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0

Anlagennummer **1.1**

Werk	Uppenbornwerk 1	Format	Maßstab
			1 : 30.000
Benennung	Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke Kraftwerkseinlauf Werk 1 Übersichtslageplan mit Planbereich	Datum	Name
		Bearb. 08.05.2024	R. Schneider
		Geprüft 08.05.2024	Ra. Schneider
		Projekt	B 221522
		Plan-Nr.	121

Zeichnungs-Nr.	UA	Abt.	Werk	Block	Sachgebiet	lfd. Nr.	Blatt von Blatt	Ind.
	1	2	3	4	5	6	7	8
	9	10	11	12	13	14	15	16
	17	18	19	20	21	22	23	24
	25	26	27	28	29	30	31	32
	33	34	35	36				

CRYSTAL GEOTECHNIK

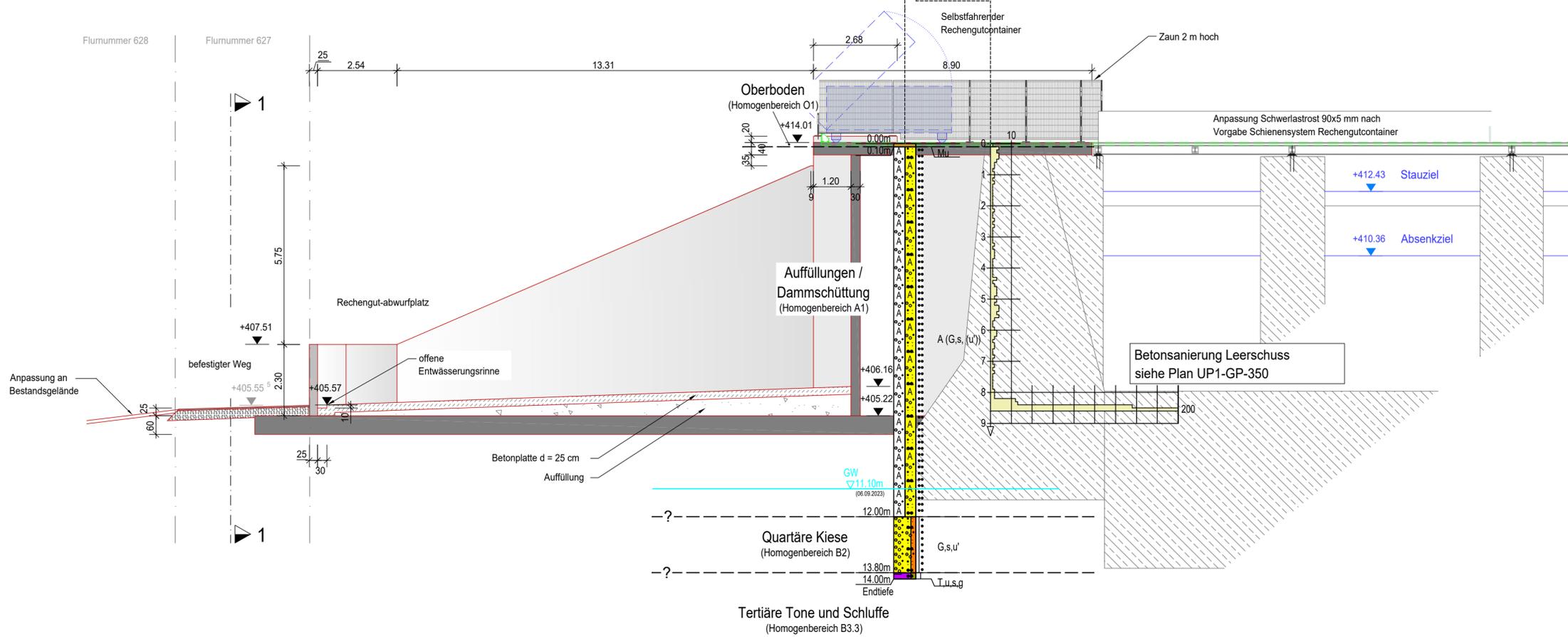
BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

ANLAGE (2)

**SCHNITTE MIT BOHR- UND SONDIERPROFILIEN
UND GEOLOGISCHER UNTERGRUNDSITUATION**

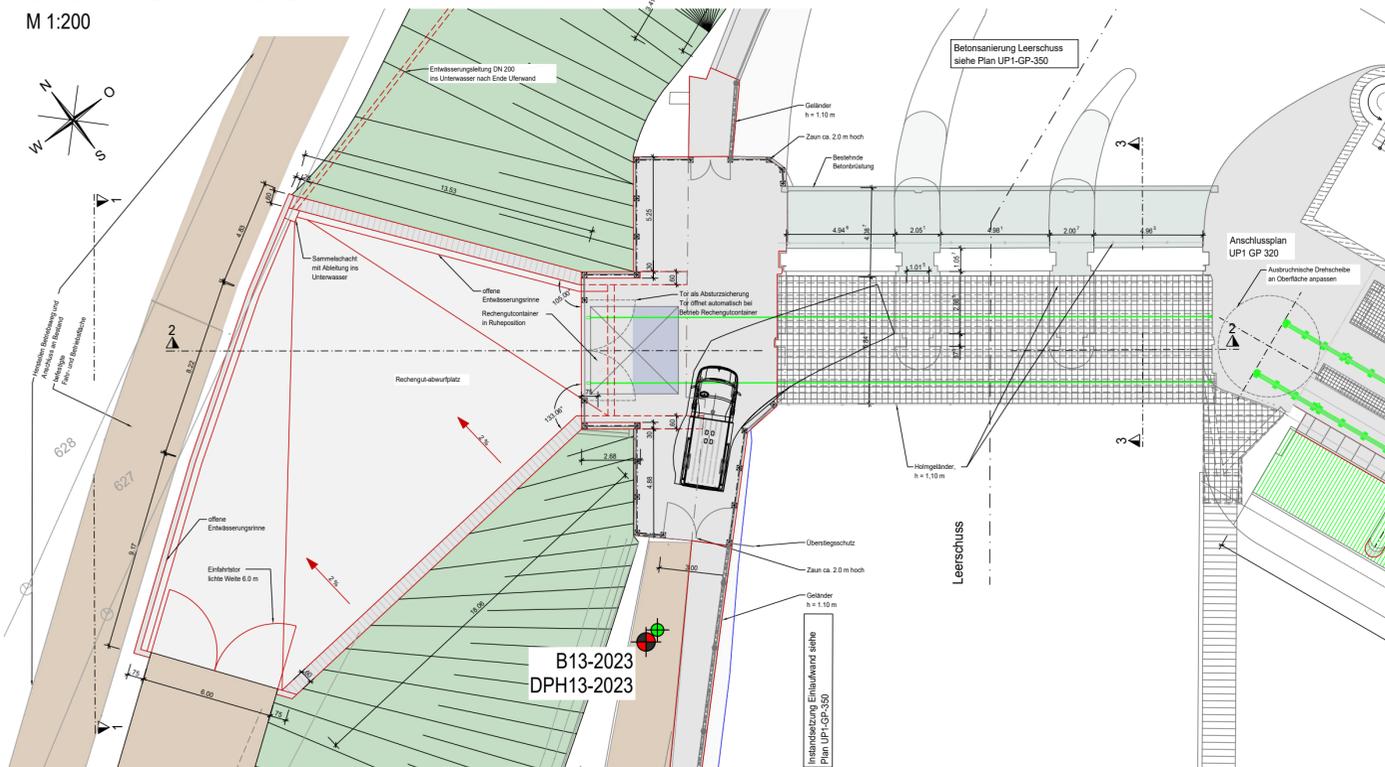
Schnitt 2-2 M 1:100

B13-2023 DPH13-2023



Draufsicht Leerschuss/Brücke

M 1:200



F				
E				
D				
C				
B				
A				
Index	Art der Änderung	Datum	Name	
		AKZ/KKS		
 Stadtwerke München		CRYSTAL GEOTECHNIK	BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR EPD- UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATSTRASSE 28 D-86919 UTTING TELEFON 089/9095684-0 SCHUSTERGASSE 14 D-85612 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0	Anlagenummer 2.3
Werk	Uppenbornwerk 1	Format	Maßstab	
			1 : 200, 1 : 100	
Benennung	Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke Kraftwerkseinlauf Werk 1 Lageplan und Schnitt Leerschussbrücke mit Rechengutentsorgung	Datum	Name	
		Bearb. 16.05.2024	R. Schneider	
		Geprüft 16.05.2024	Ra. Schneider	
		Projekt B 221522		
		Plan-Nr. 127		
Zeichnungs-Nr.	UA	Abt.	Werk	Block
			Sachgebiet	Lfd. Nr.
			Blatt von Blatt	Ind.
			V.	
Ersatz für		Ersetzt durch		
H/B = 500 / 650 (0.33m³)				
Allplan 2022				

CRYSTAL GEOTECHNIK

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

ANLAGE (3)

AUFSCHLÜSSE

Zeichenerklärung für Bodenprofile (DIN 4023)

Bezeichnung der Erkundungsstellen

-  SCH 1 = Schurf Nr.
-  B 1 = Bohrung Nr.
-  B 1-P = Bohrung Nr. mit Pegelausbau
-  SDB 1 = Kleinbohrung

-  DPL = leichte Rammsondierung
 -  DPM = mittelschwere Rammsondierung
 -  DPH = schwere Rammsondierung
- } DIN EN ISO 22476-2

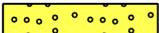
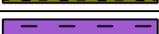
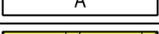
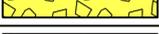
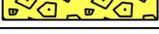
Probenbezeichnung

- P  1.60m gestörte Probe
- S  1.60m Sonderprobe

Angaben zum Grundwasser

- GW  8.90m Grundwasser am 01.04.03
(01.04.2003) 8,9m u. GOK angebohrt
- GW  8.90m Grundwasser nach Bohrende
(09.10.2003)
- GW  8.90m Ruhewasserstand im Pegel
(09.10.2003)

Kurzzeichen, Zeichen und Farbkennzeichnungen für Bodenarten und Fels nach DIN 4023 und DIN EN ISO 14688-1

Benennung		Kurzzeichen DIN 4023		Kurzzeichen DIN EN ISO 14688-1		Farbgebung	
Bodenart	Beimengung	Bodenart	Beimengung	Bodenart	Beimengung	Zeichen	Flächenfarbe
Kies	kiesig	G	g	Gr	gr		hellgelb
Grobkies	grobkiesig	gG	gg	CGr	cgr		hellgelb
Mittelkies	mittelkiesig	mG	mg	MGr	mgr		hellgelb
Feinkies	feinkiesig	fG	fg	FGr	fgr		hellgelb
Sand	sandig	S	s	Sa	sa		orangegeb
Grobsand	grobsandig	gS	gs	CSa	csa		orangegeb
Mittelsand	mittelsandig	mS	ms	MSa	msa		orangegeb
Feinsand	feinsandig	fS	fs	FSa	fsa		orangegeb
Schluff	schluffig	U	u	Si	si		oliv
Ton	tonig	T	t	Cl	cl		violett
Torf, Humus	torfig,humus	H	h	Or	or		dunkelbraun
Mudde (Faulschlamm)	organische Beimengung	F	-	Or	or		helllila
		-	o				-
Auffüllung		A	-	Mg	-		-
Steine	steinig	X	x	Co	co		hellgelb
Blöcke	mit Blöcken	Y	y	Bo	bo		hellgelb
Fels allgemein		Z	-	-	-		dunkelgrün
Fels verwittert		Zv	-	-	-		dunkelgrün

Weitere Angaben

- ' = schwach (Anteil < 15 %)
- * = stark (Anteil > 30 %)
- ∩ = naß (Vernässungszone oberhalb GW)

- ∩ = breiig
- ∩ = weich
- ∩ = steif

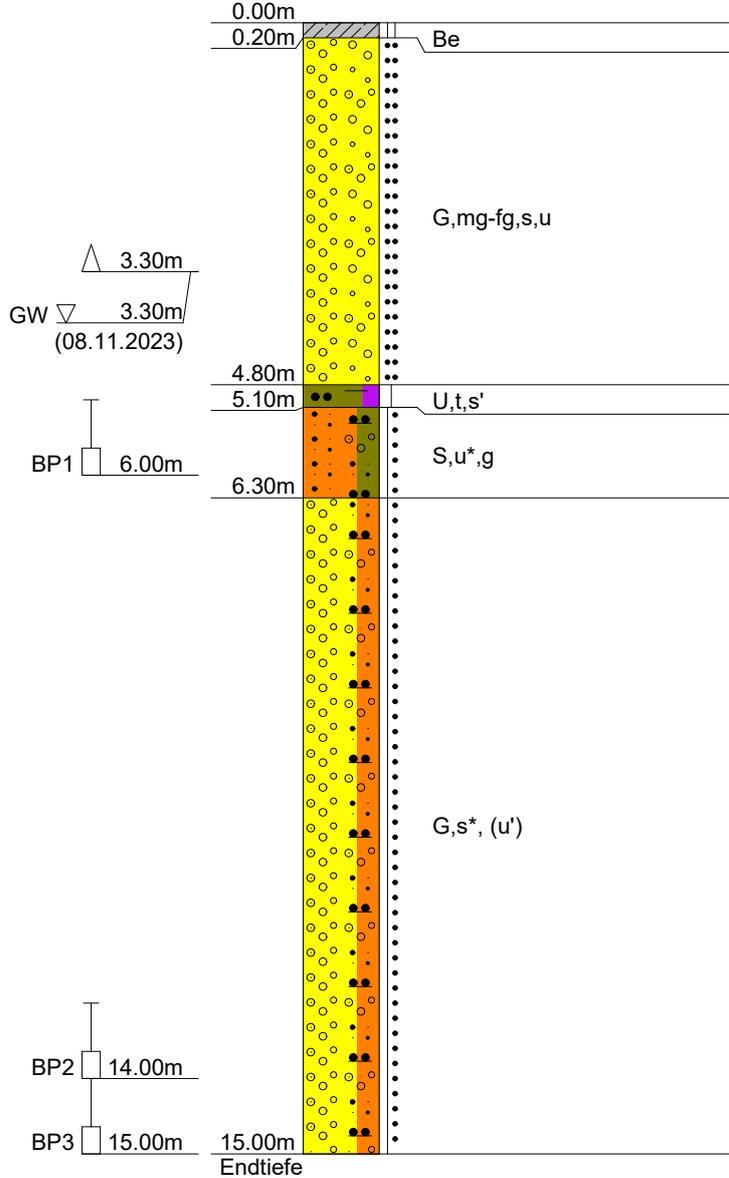
- | = halbfest
- || = fest
- ∩ = klüftig

- ∩ = locker bis sehr locker
- ∩ = mitteldicht

- ∩ = dicht
- ∩ = sehr dicht

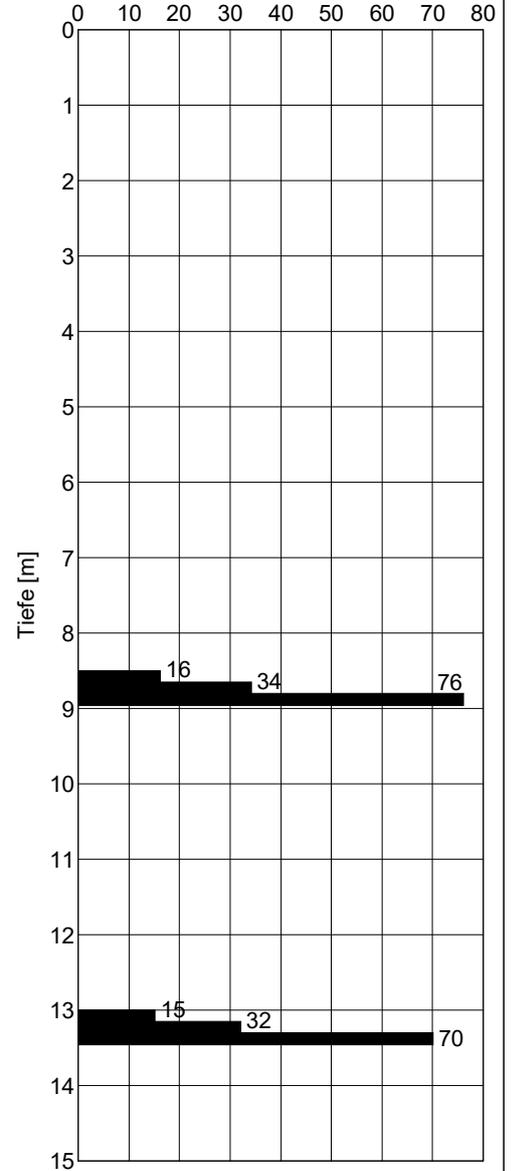
B10-2023

Ansatzpunkt: 405.49 m NHN



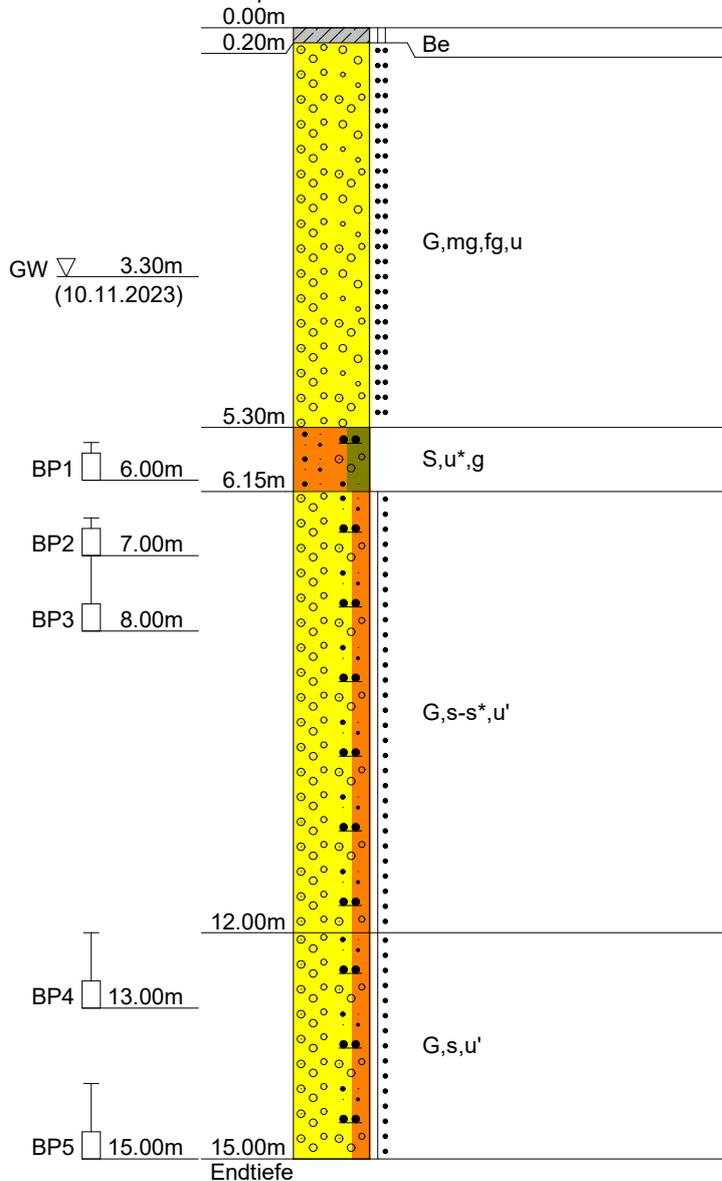
SPT Versuche

Schläge je 15 cm N15



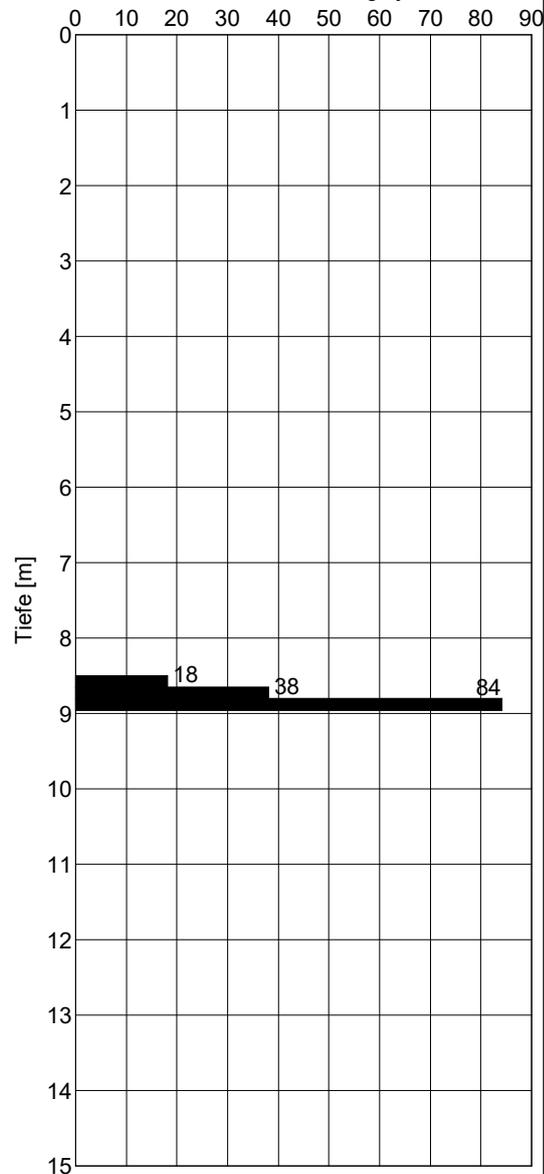
B11-2023

Ansatzpunkt: 405.50 m NHN



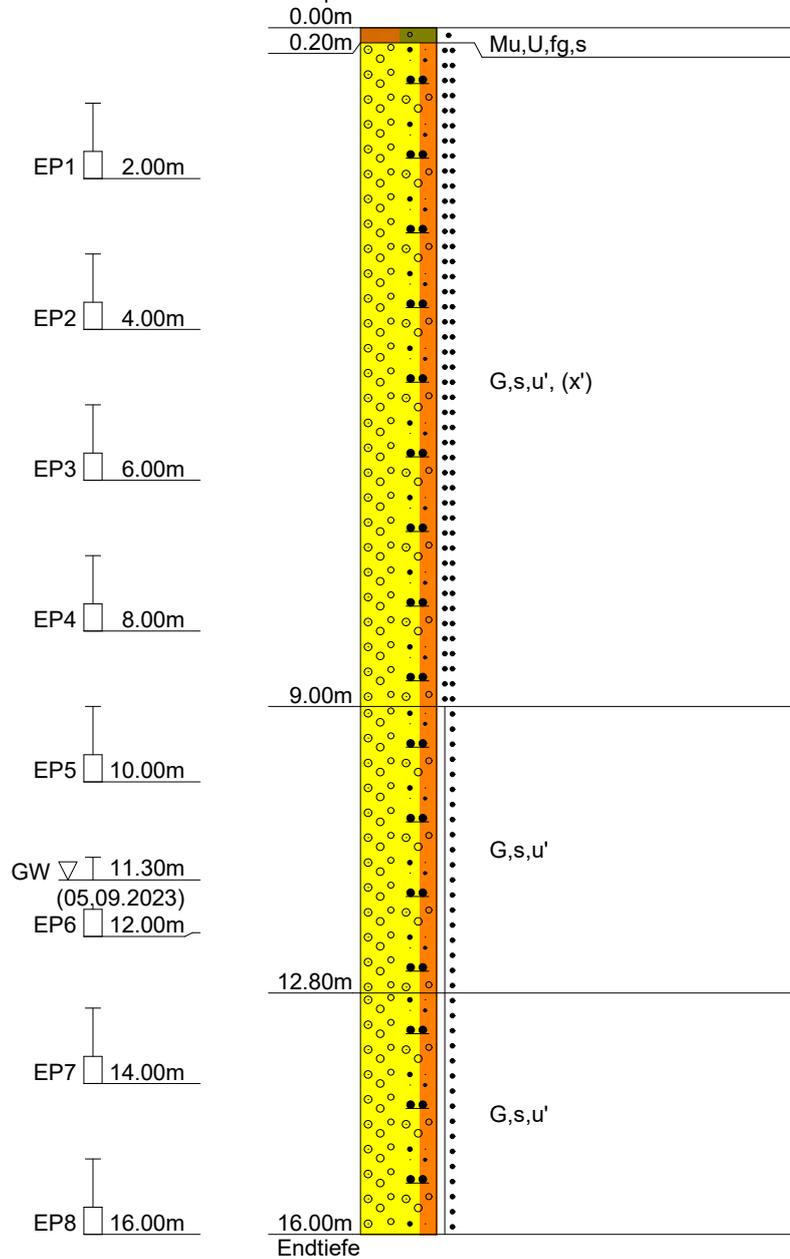
SPT Versuch

Schläge je 15 cm N15



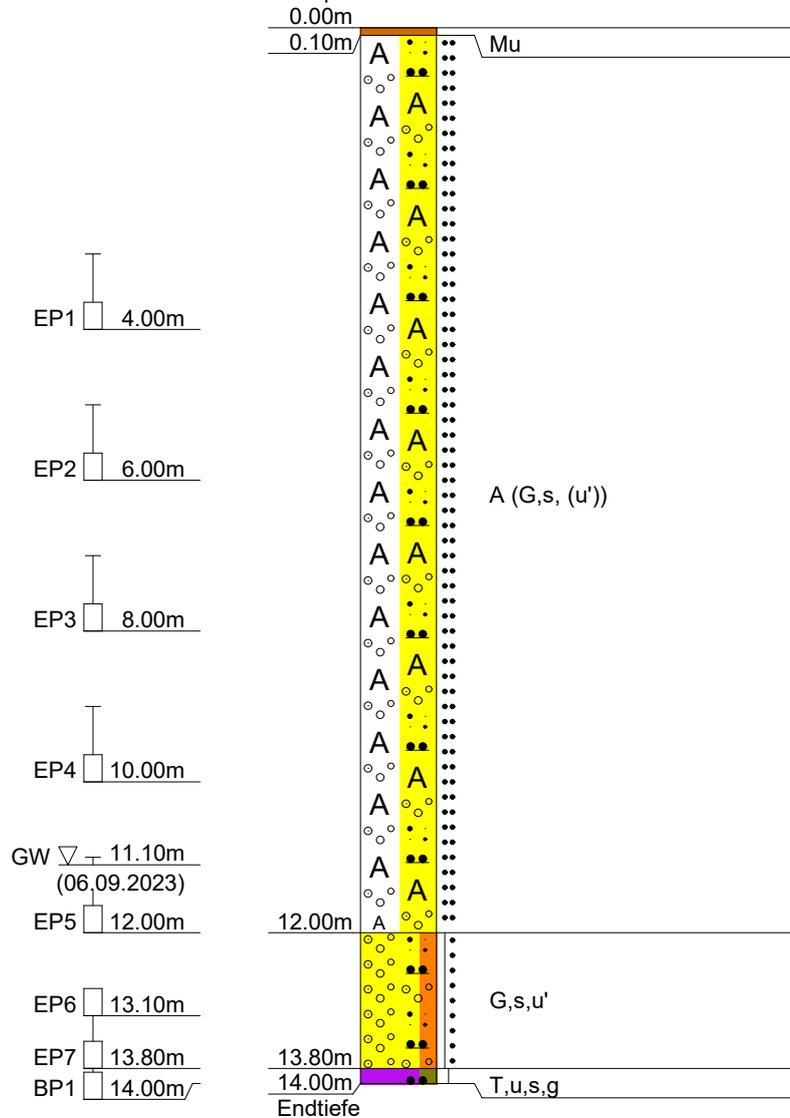
B12-2023

Ansatzpunkt: 413.87 m NHN



B13-2023

Ansatzpunkt: 413.97 m NHN



BLASY + MADER GmbH

Altlasten - Baugrund - Umwelttechnik
 Moosstr. 3, 82279 Eching am A.
 Tel. 08143 44403-0, Fax -50

Zeichnerische Darstellung von
 Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppenborn Vorprojekt

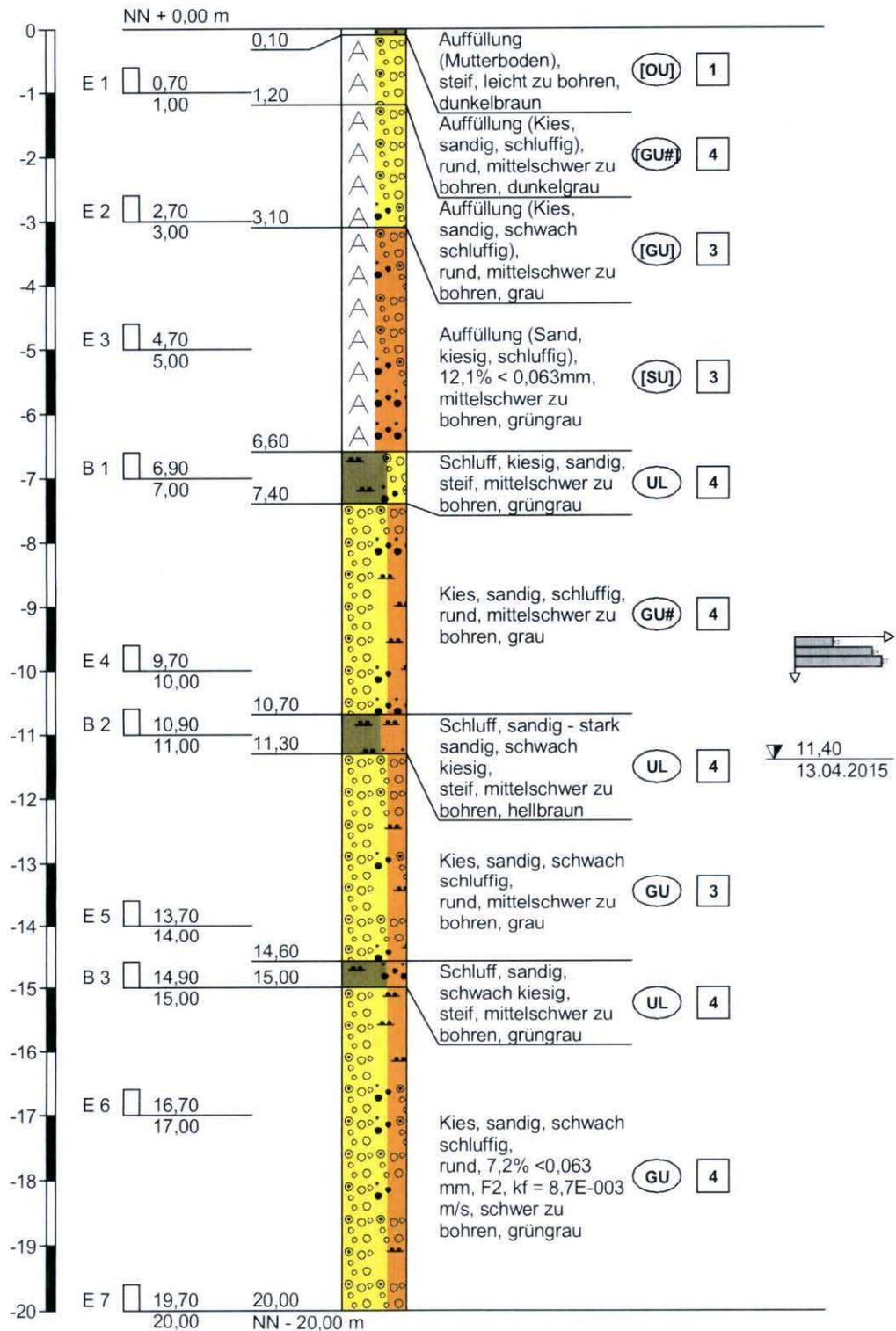
Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: Reichel

Datum: 13.04.2015

BK-E 1+700

Rammkernbohrung Ø140mm
 Verrohrung Ø178mm

**Höhenmaßstab 1:100**

BLASY + MADER GmbH

Altlasten - Baugrund - Umwelttechnik
 Moosstr. 3, 82279 Eching am A.
 Tel. 08143 44403-0, Fax -50

Zeichnerische Darstellung von
 Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppenborn Vorprojekt

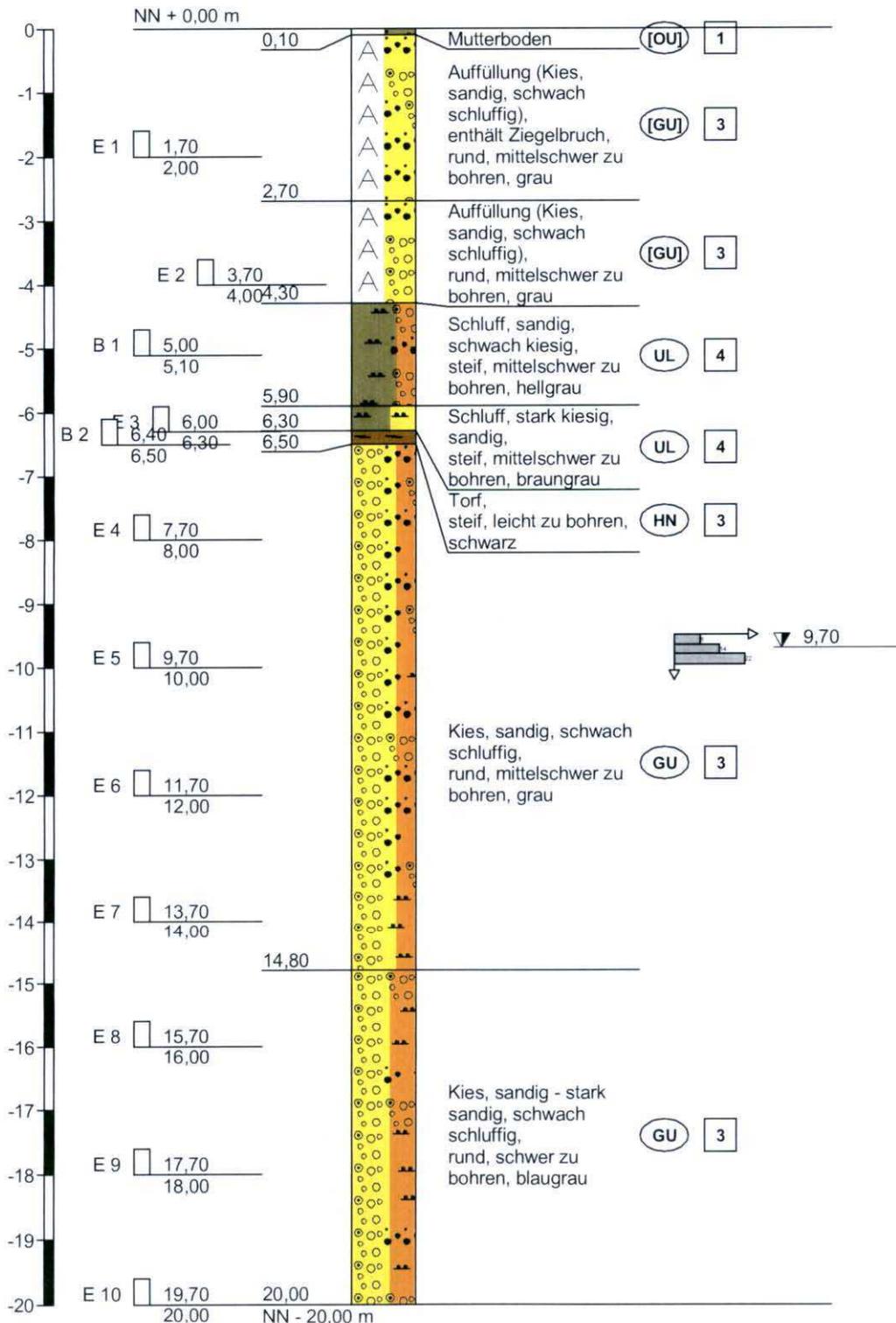
Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: Reichel

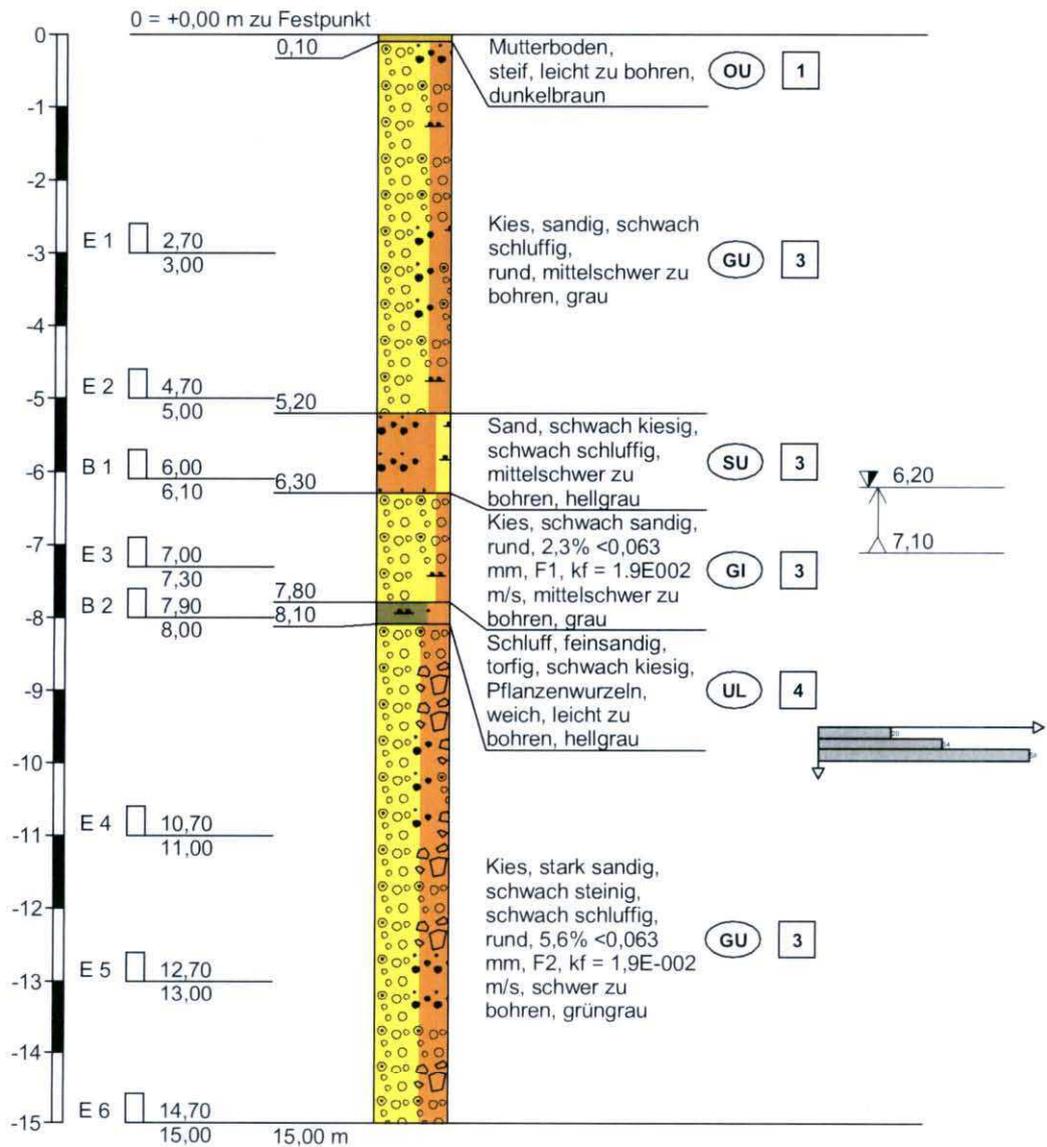
Datum: 30.03.2015

BK-F 1+700

Rammkernbohrung Ø140mm
 Verrohrung Ø178mm

**Höhenmaßstab 1:100**

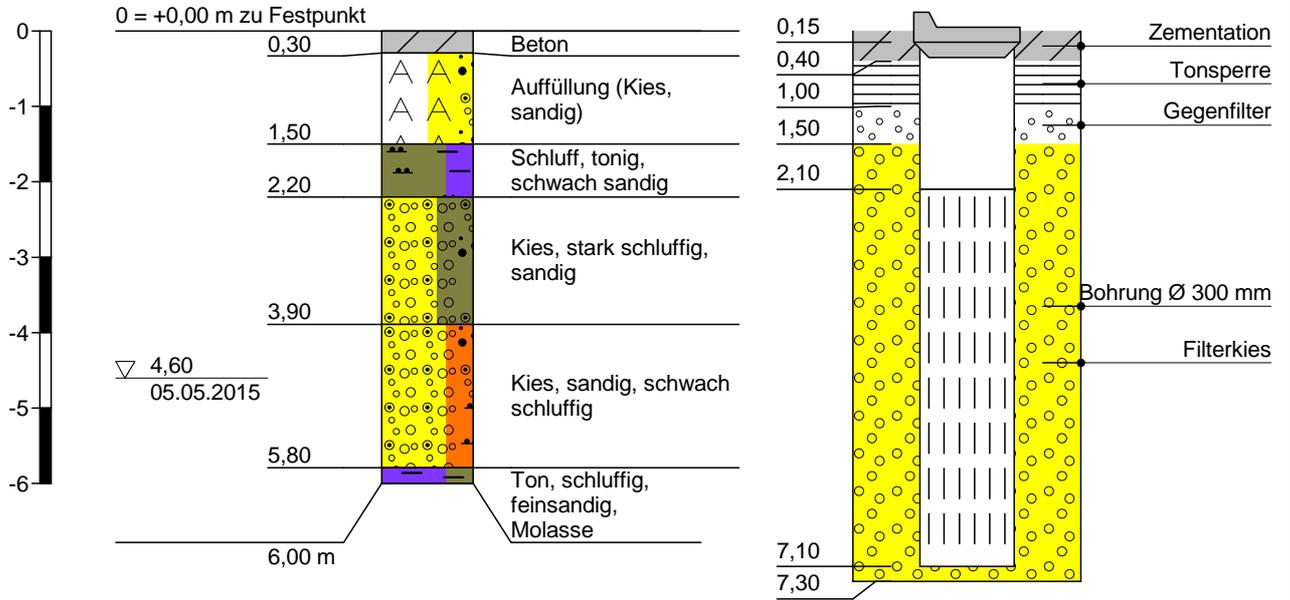
BK-G 1+900



Höhenmaßstab 1:100

KW-UP1

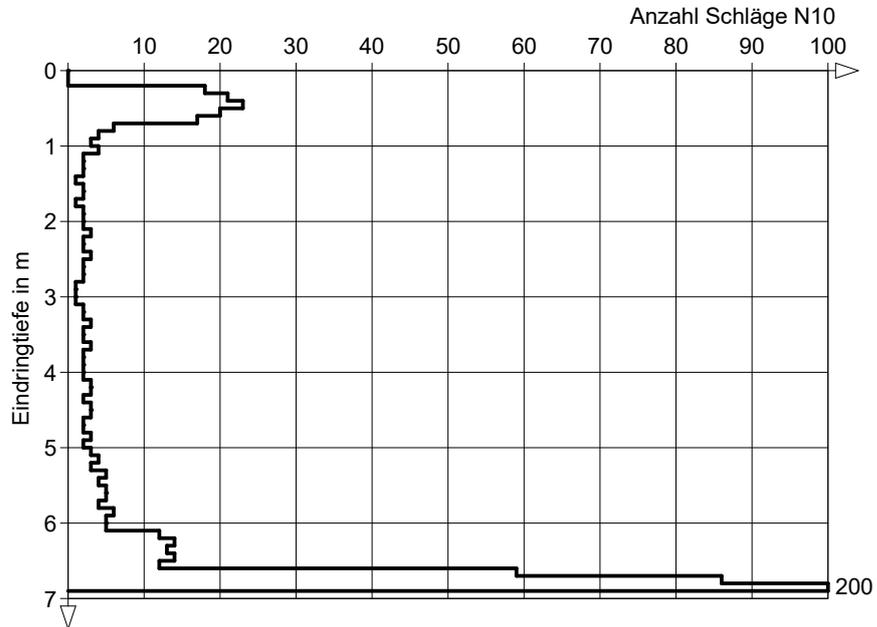
KW-UP1



Höhenmaßstab 1:100

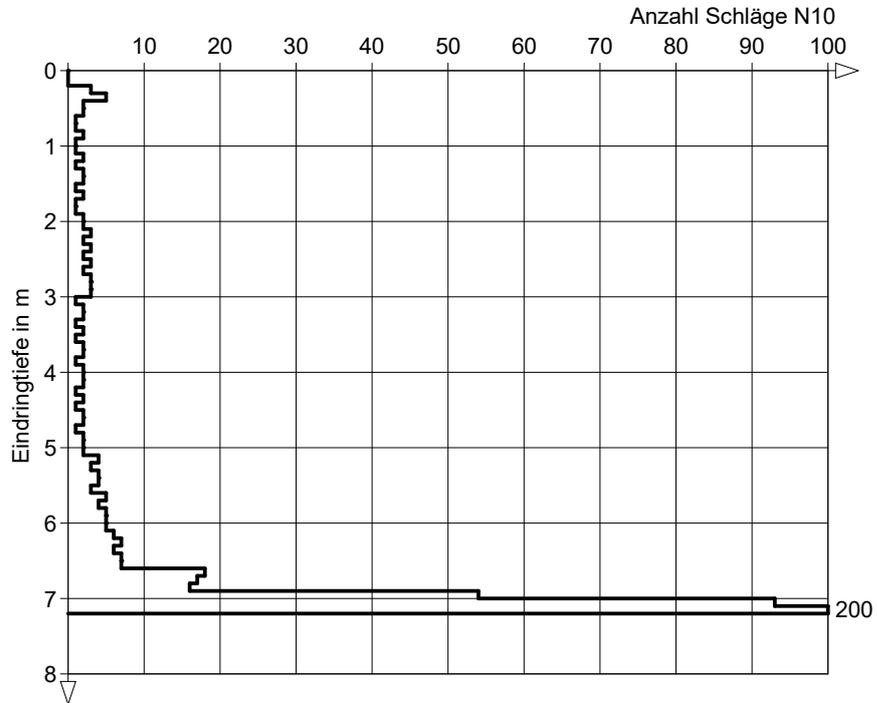
DPH10-2023

Ansatzpunkt: 405.49 m NHN



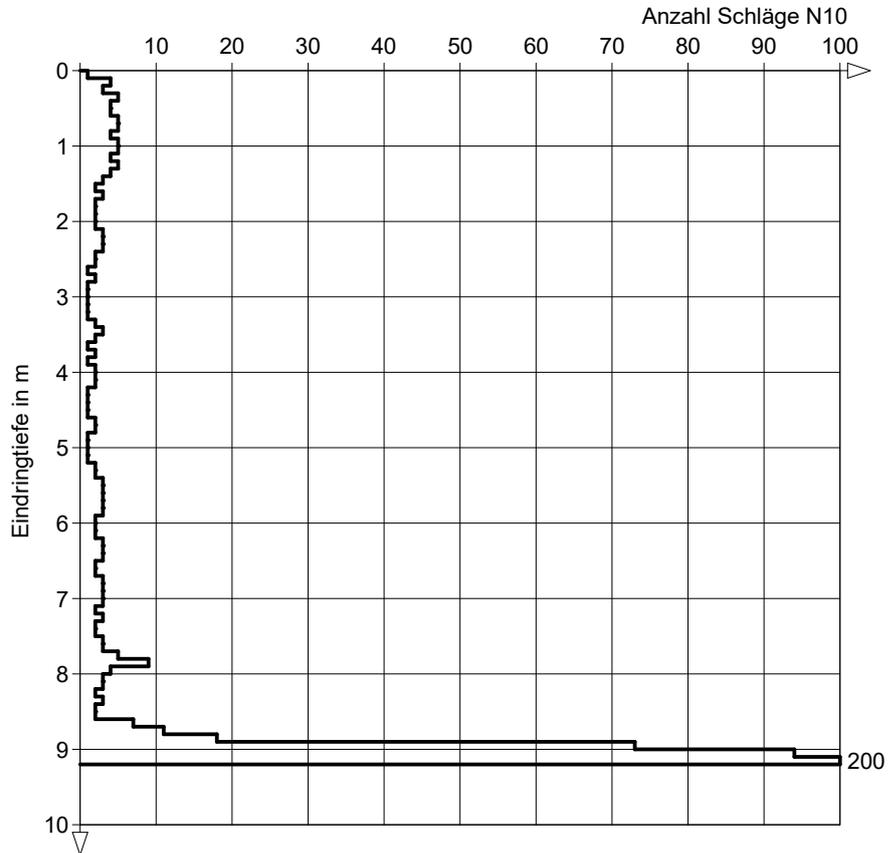
DPH11-2023

Ansatzpunkt: 405.50 m NHN



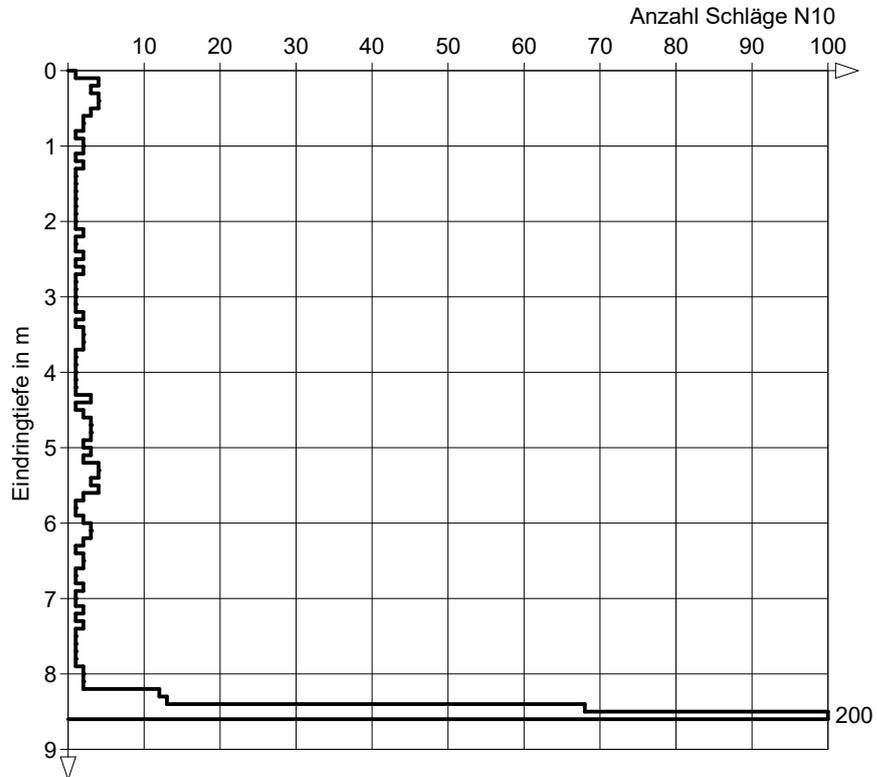
DPH12-2023

Ansatzpunkt: 413.87 m NHN



DPH13-2023

Ansatzpunkt: 413.97 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

ANLAGE (4)

**SCHICHTENVERZEICHNISSE
DER BOHRUNGEN 2023**

Crystal Geotechnik GmbH

Berat. Ingenieure und Geologen

Hofstattstr. 28, 86919 Utting

Tel.: 08806 / 95894-0

Kopfbblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr:
Aktenzeichen:**AZA2305018**

Anlage:
Bericht:

1 Objekt Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke 1+2, Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **3**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. B10-2023 Zweck: **Baugrunderkundung**

Ort: **85368 Wang**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts:**721448.42** Hoch: **5375427.57** Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN m

Ansatzpunktes b) zu **405.49** m [m] unter Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber:

Fachaufsicht: **M. Weigle**

5 Bohrunternehmen: BauGrund Süd

gebohrt von: **08.11.2023** bis: **08.11.2023**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr:

Geräteführer: **A. Dzinic**

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ:

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch: 2 x SPT Versuche

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten (m)	15	
Bohrproben	Becherproben	3	
Bohrproben	Eimerproben	-	
Sonderproben	Zylinderproben /UP	-	
Wasserproben		1	

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

9.1.1.2 Lösen:	ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend	druck = drückend	greif = greifend

9.1.2 Bohrwerkzeug	HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke	... =
9.1.2.1 Art:	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	

9.1.2.2 Antrieb:	HA = Hand	DR = Druckluft
G = Gestänge	F = Freifall	HY = Hydraulik
SE = Seil	V = Vibro	

9.1.2.3 Spülhilfe:	SS = Sole	d = direkt
WS= Wasser	DS = Dickspülung	id = indirekt
LS = Luft	Sch = Schaum	

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
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	
0,0	15,0	BK	ram	Schap	180	SE		219	190	15,0	

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

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei **3.30** m, Anstieg bis _____ m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstand **3.30** 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
								0,0	0,20	Zement	
								0,20	1,0	Füllkies	
								1,0	15,0	Suspension	

11 Sonstige Angaben

Datum: **08.11.2023**

DC

Crystal Geotechnik GmbH Berat. Ingenieure und Geologen Hofstattstr. 28, 86919 Utting Tel.: 08806 / 95894-0					Anlage Bericht: Az.: AZA2305018		
Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben							
Bauvorhaben: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke 1+2,							
Bohrung Nr. B10-2023				Blatt 3		Datum: 08.11.2023- 08.11.2023	
1	2			3	4	5	6
Bism 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				
0.20	a) Beton						
	b)						
	c) fest	d) sehr schwer zu bohren	e) grau				
	f)	g)	h) i)				
4.80	a) Kies, mittelkiesig bis feinkiesig, sandig, schluffig			Grundwasser 3.30m u. AP 08.11.2023			3.30
	b)						
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) hellbraun				
	f)	g)	h) i)				
5.10	a) Schluff, tonig, schwach sandig						
	b)						
	c) halbfest	d) schwer zu bohren	e) hellbraun				
	f)	g)	h) i)				
6.30	a) Sand, stark schluffig, kiesig				BP	1	5.00 -6.00
	b)						
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e) grau				
	f)	g)	h) i)				
15.00 Endtiefe	a) Kies, stark sandig, (schwach schluffig)			SPT Versuch bei 8,5 m Schläge:16/34/76 SPT Versuch bei 13,0 m Schläge:15/32/70	BP	2	13.00 -14.00
	b)						
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e) grau				
	f)	g)	h) i)				

Crystal Geotechnik GmbH

Berat. Ingenieure und Geologen

Hofstattstr. 28, 86919 Utting

Tel.: 08806 / 95894-0

Kopfbblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr:
Aktenzeichen:**AZA2305018**

Anlage:
Bericht:

1 Objekt Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke 1+2, Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **3**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. B11-2023 Zweck: **Baugrunderkundung**

Ort: **85368 Wang**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts:**721460.02** Hoch: **5375432.37** Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN m

Ansatzpunktes b) zu **405.50** m [m] unter Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber:

Fachaufsicht: **M. Weigle**

5 Bohrunternehmen: BauGrund Süd

gebohrt von: **09.11.2023** bis: **10.11.2023**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr:

Geräteführer: **A. Dzinic**

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ:

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch 1 x SPT Versuch

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten (m)	15	
Bohrproben	Becherproben	5	
Bohrproben	Eimerproben	-	
Sonderproben	Zylinderproben /UP	-	
Wasserproben			

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

9.1.1.2 Lösen:	ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend	druck = drückend	greif = greifend

9.1.2 Bohrwerkzeug	HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke	... =
9.1.2.1 Art:	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	

9.1.2.2 Antrieb:	HA = Hand	DR = Druckluft
G = Gestänge	F = Freifall	HY = Hydraulik
SE = Seil	V = Vibro	

9.1.2.3 Spülhilfe:	SS = Sole	d = direkt
WS= Wasser	DS = Dickspülung	id = indirekt
LS = Luft	Sch = Schaum	

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
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	
0,0	15,0	BK	ram	Schap	180	SE		219	190	15,0	

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

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei **3.30** m, Anstieg bis _____ m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstand **3.30** 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	
								0,0	0,20	Beton-Zemet	
								0,20	15,0	Suspension	

11 Sonstige Angaben

Datum: **10.11.2023**

DC

Crystal Geotechnik GmbH Berat. Ingenieure und Geologen Hofstattstr. 28, 86919 Utting Tel.: 08806 / 95894-0					Anlage Bericht: Az.: AZA2305018		
Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben							
Bauvorhaben: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke 1+2,							
Bohrung Nr. B11-2023				Blatt 3		Datum: 09.11.2023- 10.11.2023	
1	2			3	4	5	6
Bism 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				
0.20	a) Beton						
	b)						
	c) fest	d) sehr schwer zu bohren	e) grau				
	f)	g)	h) i)				
5.30	a) Kies, mittelkiesig, feinkiesig, schluffig			Grundwasser 3.30m u. AP 10.11.2023			
	b)						
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) hellbraun				
	f)	g)	h) i)				
6.15	a) Sand, stark schluffig, kiesig				BP	1	5.50 -6.00
	b)						
	c)	d) schwer zu bohren	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
12.00	a) Kies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig						
	b)						
	c) dicht	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
15.00 Endtiefe	a) Kies, sandig, schwach schluffig			SPT Versuch bei 8,5 m Schläge: 18/38/ 84	BP	2	6.50 -7.00 -8.00 -12.00 -13.00 -14.00 -15.00
	b)						
	c) dicht	d) sehr schwer zu bohren	e) grau				
	f)	g)	h) i)				

Crystal Geotechnik GmbH

Berat. Ingenieure und Geologen

Hofstattstr. 28, 86919 Utting

Tel.: 08806 / 95894-0

Kopfbblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr:
Aktenzeichen:**AZA2305018**

Anlage:
Bericht:

1 Objekt Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke 1+2, Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **3**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. B12-2023 Zweck: **Baugrunderkundung**

Ort: **85368 Wang**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts:**721397.60** Hoch: **5375482.07** Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN m

Ansatzpunktes b) zu **413.87** m [m] unter Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber:

Fachaufsicht: **M. Weigle**

5 Bohrunternehmen: BauGrund Süd

gebohrt von: **05.09.2023** bis: **05.09.2023**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr:

Geräteführer: **A. Dzinic**

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ:

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten (m)	16	
Bohrproben	Becherproben	-	
Bohrproben	Eimerproben	8	
Sonderproben	Zylinderproben /UP	-	
Wasserproben			

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

9.1.1.2 Lösen:	ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend	druck = drückend	greif = greifend

9.1.2 Bohrwerkzeug	HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke	... =
9.1.2.1 Art:	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	

9.1.2.2 Antrieb:	HA = Hand	DR = Druckluft
G = Gestänge	F = Freifall	HY = Hydraulik
SE = Seil	V = Vibro	

9.1.2.3 Spülhilfe:	SS = Sole	d = direkt
WS= Wasser	DS = Dickspülung	id = indirekt
LS = Luft	Sch = Schaum	

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
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	
0,0	16,0	BK	ram	Schap	180	SE		219	190	16,0	

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

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei **11.30** m, Anstieg bis _____ m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstand **11.30** 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	
								0,0	9,5	Füllkies	
								9,5	16,0	Suspension	

11 Sonstige Angaben

Datum: **05.09.2023**

DC

Crystal Geotechnik GmbH Berat. Ingenieure und Geologen Hofstattstr. 28, 86919 Utting Tel.: 08806 / 95894-0					Anlage Bericht: Az.: AZA2305018		
Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben							
Bauvorhaben: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke 1+2,							
Bohrung Nr. B12-2023				Blatt 3		Datum: 05.09.2023- 05.09.2023	
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		
0.20	a) Mutterboden, Schluff, feinkiesig, sandig						
	b)						
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) schwarz				
	f)	g)	h)				
9.00	a) Kies, sandig, schwach schluffig, (schwach steinig)				EP	1	1.00 -2.00 3.00 -4.00 5.00 -6.00 7.00 -8.00
	b)						
	c) mitteldicht	d) schwer zu bohren	e) grau				
	f)	g)	h)				
12.80	a) Kies, sandig, schwach schluffig			Grundwasser 11.30m u. AP 05.09.2023	EP	5	9.00 -10.00 11.00 -12.00
	b)						
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e) grau				
	f)	g)	h)		i)		
16.00 Endtiefe	a) Kies, sandig, schwach schluffig				EP	7	13.00 -14.00 15.00 -16.00
	b)						
	c) dicht	d) sehr schwer zu bohren	e) blau				
	f)	g)	h)		i)		

Crystal Geotechnik GmbH

Berat. Ingenieure und Geologen

Hofstattstr. 28, 86919 Utting

Tel.: 08806 / 95894-0

Kopfbblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr:
Aktenzeichen:**AZA2305018**

Anlage:
Bericht:

1 Objekt Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke 1+2, Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **3**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. B13-2023 Zweck: **Baugrunderkundung**

Ort: **85368 Wang**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Rechts:**721413.43** Hoch: **5375498.05** Lotrecht

Nr:

Richtung:

Höhe des a) zu NN m

Ansatzpunktes b) zu **413.97** m [m] unter Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber:

Fachaufsicht: **M. Weigle**

5 Bohrunternehmen: BauGrund Süd

gebohrt von: **05.09.2023** bis: **06.09.2023**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr:

Geräteführer: **A. Dzinic**

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ:

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten (m)	14	
Bohrproben	Becherproben	1	
Bohrproben	Eimerproben	6	
Sonderproben			
Wasserproben			

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

9.1.1.2 Lösen:	ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend	druck = drückend	greif = greifend

9.1.2 Bohrwerkzeug	HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke	... =
9.1.2.1 Art:	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	

9.1.2.2 Antrieb:	HA = Hand	DR = Druckluft
G = Gestänge	F = Freifall	HY = Hydraulik
SE = Seil	V = Vibro	

9.1.2.3 Spülhilfe:	SS = Sole	d = direkt
WS= Wasser	DS = Dickspülung	id = indirekt
LS = Luft	Sch = Schaum	

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
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	
0,0	14,0	BK	ram	Schap	180	SE		219	190	14,0	

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

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei **11.10** m, Anstieg bis m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstand **11.10** 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
								0,0	1,0	Suspension	
								1,0	9,0	Füllkies	
								9,0	14,0	Suspension	

11 Sonstige Angaben

Datum: **06.09.2023**

DC

CRYSTAL GEOTECHNIK

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

ANLAGE (5)

**ZUSAMMENSTELLUNG DER LABORERGEBNISSE 2023
MIT LABORPROTOKOLLEN**

Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke, SKUP1 - UP Werk 1, Ufermauer, rechts	Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München
--	--

Projekt-Nr.: B 221522	Probenehmer: Baugrund Süd	Probenahme:	Probeneingang: 17.10.2023	Bearbeiter: RS/ML/KA/JK/AW
-----------------------	---------------------------	-------------	---------------------------	----------------------------

Entnahmestelle Probenart Entnahmetiefe	Probenbezeichnung	Bodenart/-farbe nach DIN EN ISO 14688-1/-2:2020-11	Kurzzeichen nach DIN 4023 Bodengruppe nach DIN 18196 Bemerkungen	Wassergehalt	Kornverteilung in M-%					Zustandsgrenzen				Schumpfgrenze w_s / Schumpfmaß	Dichte		Proctor- versuch ρ_{pr} / w_{pr} opt. Wasserg. w_{pr}	Einax Druckfestigkeit q_u / vert. Stauchung ϵ_v	Glühverlust	Scherversuch Reibungswinkel/ Kohäsion	Taschenpenetrometer	Flügelscherversuch
					$\phi < 0.002$ mm	$\phi 0.002 - 0.063$ mm	$\phi 0.063 - 2$ mm	$\phi 2 - 63$ mm	$\phi > 63$ mm	Wasserg. $\phi < 0.4$ mm	Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_p	Plastizität I_p		Konsistenz	Feuchtdichte ρ						
				[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[t/m ³]	[t/m ³]/[%]	[kPa]/[%]	[%]	[°]/[kN/m ²]	[kPa]	[kPa]	
B10-2023 6,00 m	B221522- B10- 6,00m	Sand, stark schluffig, kiesig olivgrau	S,u*,g SU* Verfestigungen		0,6	31,4	44,8	23,3	0,0													
B10-2023 14,00 m	B221522- B10- 14,00m	Kies, stark sandig olivgrau	G,s* GI			2,5	30,5	67,0	0,0													
B10-2023 15,00 m	B221522- B10- 15,00m	Kies, stark sandig olivgrau	G,s* GI			3,0	31,4	65,5	0,0													

Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke, SKUP1 - UP Werk 1, Ufermauer, rechts	Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München
--	--

Projekt-Nr.: B 221522	Probenehmer: Baugrund Süd	Probenahme:	Probeneingang: 17.10.2023	Bearbeiter: RS/ML/KA/JK/AW
-----------------------	---------------------------	-------------	---------------------------	----------------------------

Entnahmestelle Probenart Entnahmetiefe	Probenbezeichnung	Bodenart/-farbe nach DIN EN ISO 14688-1/-2:2020-11	Kurzzeichen nach DIN 4023 Bodengruppe nach DIN 18196 Bemerkungen	Wassergehalt	Kornverteilung in M-%					Zustandsgrenzen				Schumpfgrenze w_s / Schumpfmaß	Dichte		Proctor- versuch ρ_{pr} / w_{pr} opt. Wasserg. w_{pr}	Einax Druckfestigkeit q_u / vert. Stauchung ϵ_v	Gluhverlust	Scherversuch Reibungswinkel/ Kohäsion	Taschenpenetrometer	Flügelscherversuch
					$\phi < 0.002$ mm	$\phi 0.002 - 0.063$ mm	$\phi 0.063 - 2$ mm	$\phi 2 - 63$ mm	$\phi > 63$ mm	Wasserg. $\phi < 0.4$ mm	Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_p	Plastizität I_p		Konsistenz	Feuchtdichte ρ						
				[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[t/m ³]	[t/m ³]/[%]	[kPa]/[%]	[%]	[°]/[kN/m ²]	[kPa]	[kPa]		
B11-2023 6,00 m	B221522- B11- 6,00m	Sand, stark schluffig, schwach kiesig oliv	S,u*,g SU*		4,4	33,3	50,4	11,9	0,0													
B11-2023 7,00 m	B221522- B11- 7,00m	Kies, stark sandig, schwach schluffig oliv	G,s*,u' SU*		3,1	22,0	37,2	37,7	0,0													
B11-2023 8,00 m	B221522- B11- 8,00m	Kies, sandig, schwach schluffig grau	G,s,u' GU		6,2	19,8	74,0	0,0														
B11-2023 13,00 m	B221522- B11- 13,00m	Kies, sandig bläuliches grau	G,s GI		3,8	23,5	72,6	0,0														
B11-2023 15,00 m	B221522- B11- 15,00m	Kies, sandig, schwach schluffig bläuliches grau	G,s,u' GU		6,6	24,7	68,7	0,0														

Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke, SKUP1 - UP Werk 1, Ufermauer, links	Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München
---	--

Projekt-Nr.: B 221522	Probenehmer: Baugrund Süd	Probenahme: 05.09.2023	Probeneingang: 17.10.2023	Bearbeiter: RS/ML/KA/JK/AW
-----------------------	---------------------------	------------------------	---------------------------	----------------------------

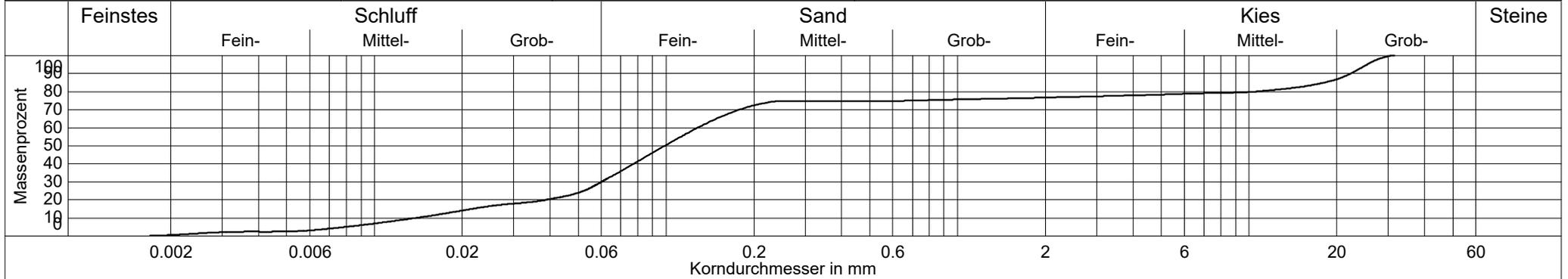
Entnahmestelle Probenart Entnahmetiefe	Probenbezeichnung	Bodenart/-farbe nach DIN EN ISO 14688-1/-2:2020-11	Kurzzeichen nach DIN 4023 Bodengruppe nach DIN 18196 Bemerkungen	Wassergehalt	Kornverteilung in M-%					Zustandsgrenzen				Schumpfgrenze w _s / Schumpfmaß	Dichte		Proctor- versuch ρ _{pr} / opt. Wasserg. w _{pr}	Einax Druckfestigkeit q _u / vert. Stauchung ε _v	Glühverlust	Scherversuch Reibungswinkel/ Kohäsion	Taschenpenetrometer	Flügelscherversuch
					∅ < 0.002 mm	∅ 0.002 - 0.063 mm	∅ 0.063 - 2 mm	∅ 2 - 63 mm	∅ > 63 mm	Wasserg. ∅ < 0.4 mm	Fließgrenze w _L	Ausrollgrenze w _p	Plastizität I _p		Konsistenz	Feuchtdichte ρ						
				[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[t/m ³]	[t/m ³]/[%]	[kPa]/[%]	[%]	[°]/[kN/m ²]	[kPa]	[kPa]	
B12-2023 2,00 m	B221522- B12- 2,00m	Kies, sandig, schwach schluffig olivbraun	G,s,u' GU		5,8	19,2	74,9	0,0														
B12-2023 6,00 m	B221522- B12- 6,00m	Kies, sandig grau	G,s GI		4,2	17,4	78,3	0,0														
B12-2023 8,00 m	B221522- B12- 8,00m	Kies, sandig, schwach schluffig olivgrau	G,s,u' GU		6,2	16,3	77,5	0,0														
B12-2023 12,00 m	B221522- B12- 12,00m	Kies, sandig, schwach schluffig olivgrau	G,s,u' GU stinkt		1,1	11,9	33,2	53,8	0,0													
B12-2023 14,00 m	B221522- B12- 14,00m	Kies, sandig, schwach schluffig olivgrau	G,s,u' GU		5,6	24,8	69,6	0,0														

Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke, SKUP1 - UP Werk 1, Ufermauer, links	Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München
---	--

Projekt-Nr.: B 221522	Probenehmer: Baugrund Süd	Probenahme: 06.09.2023	Probeneingang: 17.10.2023	Bearbeiter: RS/ML/KA/JK/AW
-----------------------	---------------------------	------------------------	---------------------------	----------------------------

Entnahmestelle Probenart Entnahmetiefe	Probenbezeichnung	Bodenart/-farbe nach DIN EN ISO 14688-1/-2:2020-11	Kurzzeichen nach DIN 4023 Bodengruppe nach DIN 18196 Bemerkungen	Wassergehalt	Kornverteilung in M-%					Zustandsgrenzen				Schumpfgrenze w_s / Schumpfgmaß	Dichte		Proctor- versuch ρ_{pr} / w_{pr} opt. Wasserg. w_{pr}	Einax Druckfestigkeit q_u / vert. Stauchung ϵ_v	Gluhverlust	Scherversuch Reibungswinkel/ Kohäsion	Taschenpenetrometer	Flügelscherversuch
					$\phi < 0.002$ mm	$\phi 0.002 - 0.063$ mm	$\phi 0.063 - 2$ mm	$\phi 2 - 63$ mm	$\phi > 63$ mm	Wasserg. $\phi < 0.4$ mm	Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_p	Plastizität I_p		Konsistenz	Feuchtdichte ρ						
				[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[t/m ³]	[t/m ³]/[%]	[kPa]/[%]	[%]	[°]/[kN/m ²]	[kPa]	[kPa]		
B13-2023 4,00 m	B221522- B13- 4,00m	Auffüllung [Kies, sandig] grau	A[G,s] [GI]		4,9	23,3	71,8	0,0														
B13-2023 12,00 m	B221522- B13- 12,00m	Auffüllung [Kies, sandig] grau	A[G,s] [GW]		0,7	21,2	78,1	0,0														
B13-2023 13,10 m	B221522- B13- 13,10m	Kies, sandig, schwach schluffig] grau	G,s,u' GU		7,5	27,9	64,6	0,0														
B13-2023 13,80 m	B221522- B13- 13,80m	Kies, sandig, schwach schluffig grau	G,s,u' GU Benzingeruch		9,6	24,6	65,9	0,0														
B13-2023 14,00 m	B221522- B13- 14,00m	Ton, schluffig, sandig, kiesig gelb.braun + bläul. Grau	T,u,s,g TA	8,7					22,5	50,1	26,3	23,8	1,16 halbfest							400 400 1800		

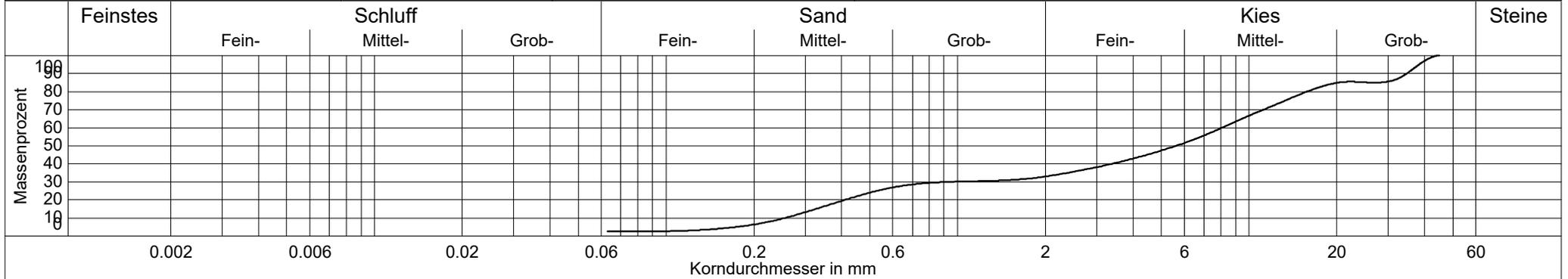
Crystal Geotechnik GmbH	 DAKKS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 07.11.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 5.5
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B221522-B10-6,00m
Entnahmestelle	B10-2023
Entnahmetiefe	6,00 m
Bodenart	S _u ,g
Bodengruppe	S _U
KornfraktionenT/U/S/G	0.6/31.4/44.8/23.3 %
Ungleichförmigkeitsgrad	9.3
Krümmungszahl	2.0
Anteil < 0.063 mm	31.9 %
d ₁₀ / d ₆₀	0.014/0.128 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm ³
kf nach Kaubisch	1.2E-07 m/s
kf nach Beyer	2.0E-06 m/s
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	2.5E-06 m/s
kf nach USBR	2.0E-06 m/s
Frostempfindlichkeitsklasse	F3
d ₂₅	0.052 mm
d ₃₀	0.060 mm

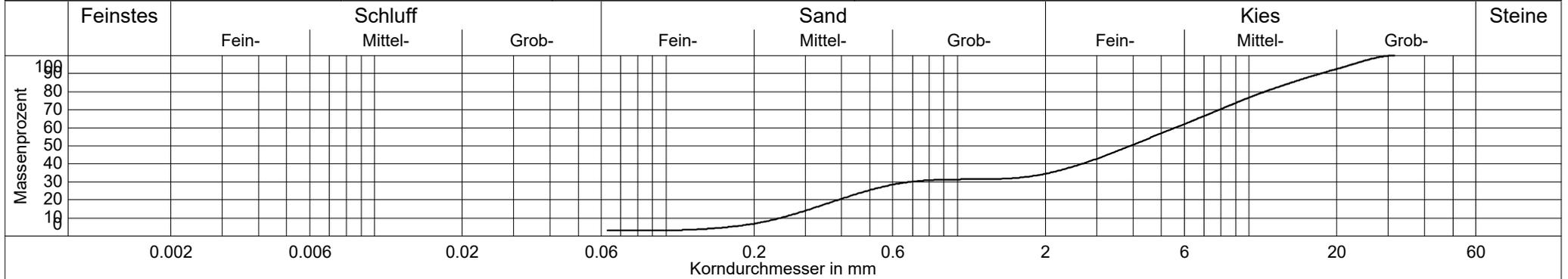
Crystal Geotechnik GmbH	 DAKKS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 5.6
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B221522-B10-14,00m
Entnahmestelle	B10-2023
Entnahmetiefe	14,00 m
Bodenart	G _s
Bodengruppe	GI
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/2.5/30.5/67.0 %
Ungleichförmigkeitsgrad	31.5
Krümmungszahl	0.4
Anteil < 0.063 mm	2.5 %
d ₁₀ / d ₆₀	0.256/8.064 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm ³
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	3.2E-04 m/s
kf nach USBR	- (d ₁₀ > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F1
d ₂₅	0.529 mm
d ₃₀	0.934 mm

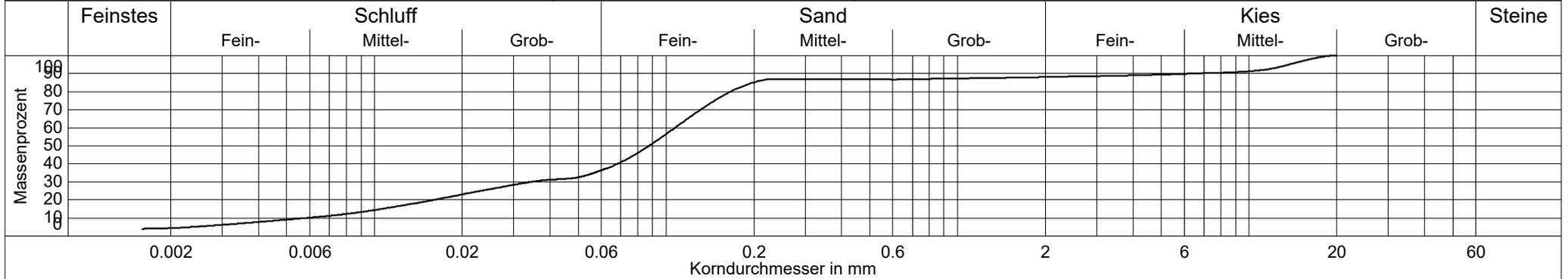
Crystal Geotechnik GmbH	 DAkks Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 5.7
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B221522-B10-15,00m
Entnahmestelle	B10-2023
Entnahmetiefe	15,00 m
Bodenart	G _s
Bodengruppe	GI
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/3.0/31.4/65.5 %
Ungleichförmigkeitsgrad	22.5
Krümmungszahl	0.3
Anteil < 0.063 mm	3.0 %
d ₁₀ / d ₆₀	0.247/5.551 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm ³
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	5.6E-04 m/s
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	2.3E-04 m/s
kf nach USBR	- (d ₁₀ > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F1
d ₂₅	0.489 mm
d ₃₀	0.687 mm

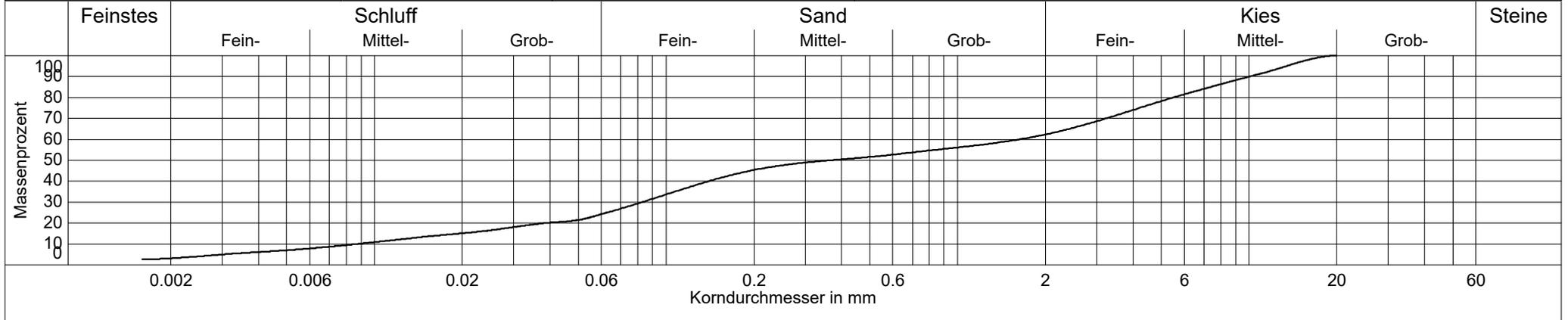
Crystal Geotechnik GmbH	 DAKKS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 5.8
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

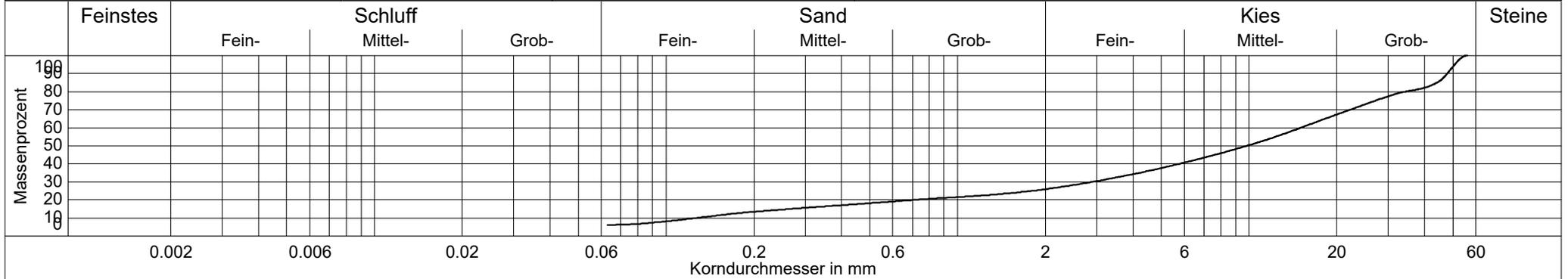
Probenbezeichnung	—— B221522-B11-6,00m
Entnahmestelle	B11-2023
Entnahmetiefe	6,00 m
Bodenart	S,ü,g'
Bodengruppe	SÜ
KornfraktionenT/U/S/G	4.4/33.3/50.4/11.9 %
Ungleichförmigkeitsgrad	18.5
Krümmungszahl	1.9
Anteil < 0.063 mm	37.7 %
d10 / d60	0.006/0.107 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm ³
kf nach Kaubisch	4.0E-08 m/s
kf nach Beyer	3.2E-07 m/s
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	4.7E-07 m/s
kf nach USBR	2.7E-07 m/s
Frostempfindlichkeitsklasse	F3
d25	0.023 mm
d30	0.034 mm

Crystal Geotechnik GmbH	 Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 5.9
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München



Probenbezeichnung	—— B221522-B11-7,00m
Entnahmestelle	B11-2023
Entnahmetiefe	7,00 m
Bodenart	G,s,u
Bodengruppe	SU
KornfraktionenT/U/S/G	3.1/22.0/37.2/37.7 %
Ungleichförmigkeitsgrad	186.5
Krümmungszahl	0.5
Anteil < 0.063 mm	25.1 %
d10 / d60	0.009/1.629 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm³
kf nach Kaubisch	5.2E-07 m/s
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	-
kf nach USBR	2.0E-06 m/s
Frostempfindlichkeitsklasse	F3
d25	0.063 mm
d30	0.083 mm

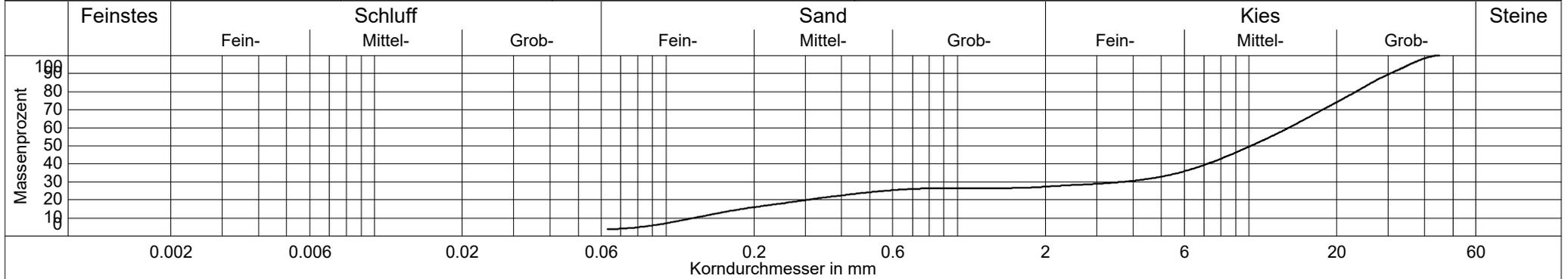
Crystal Geotechnik GmbH	 DAkks Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 5.10
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B221522-B11-8,00m
Entnahmestelle	B11-2023
Entnahmetiefe	8,00 m
Bodenart	G,s,u'
Bodengruppe	GU
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/6.2/19.8/74.0 %
Ungleichförmigkeitsgrad	118.2
Krümmungszahl	4.4
Anteil < 0.063 mm	6.2 %
d10 / d60	0.127/15.027 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm ³
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	-
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F2
d25	1.798 mm
d30	2.900 mm

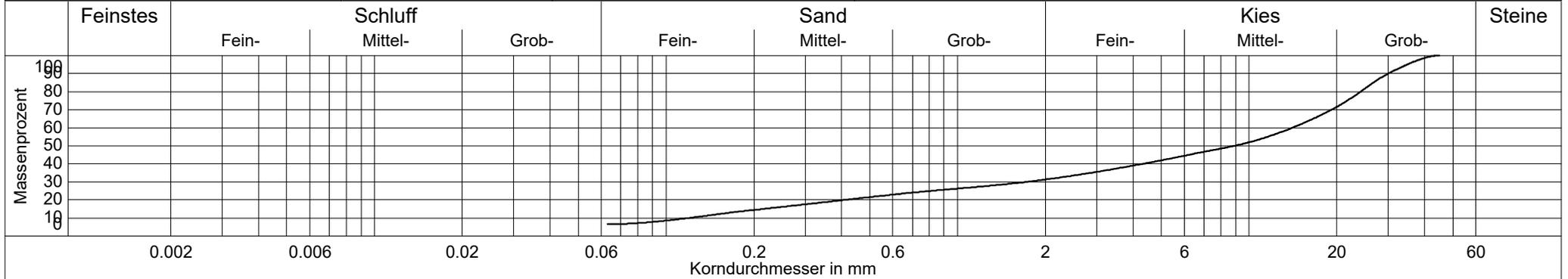
Crystal Geotechnik GmbH	 DAKKS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 5.11
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B221522-B11-13,00m
Entnahmestelle	B11-2023
Entnahmetiefe	13,00 m
Bodenart	G,s
Bodengruppe	GI
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/3.8/23.5/72.6 %
Ungleichförmigkeitsgrad	109.4
Krümmungszahl	8.0
Anteil < 0.063 mm	3.8 %
d ₁₀ / d ₆₀	0.125/13.669 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm ³
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	-
kf nach USBR	- (d ₁₀ > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F1
d ₂₅	0.559 mm
d ₃₀	3.688 mm

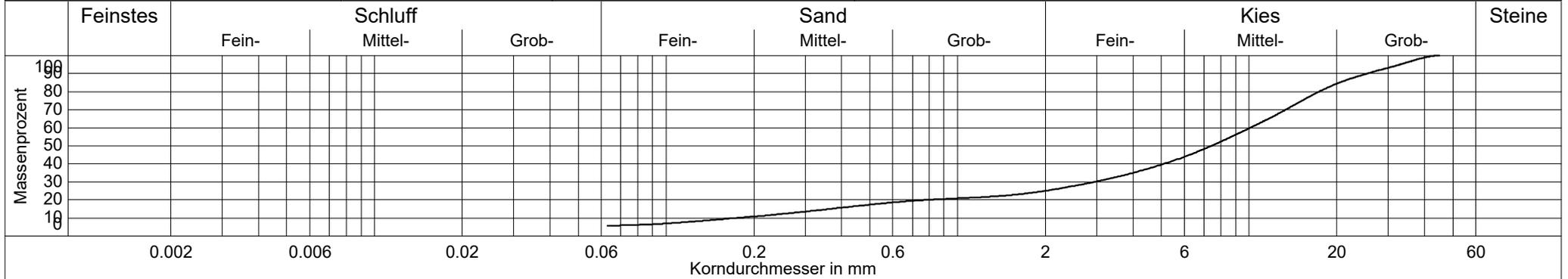
Crystal Geotechnik GmbH	 DAKKS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 5.12
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B221522-B11-15,00m
Entnahmestelle	B11-2023
Entnahmetiefe	15,00 m
Bodenart	G,s,u'
Bodengruppe	GU
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/6.6/24.7/68.7 %
Ungleichförmigkeitsgrad	117.6
Krümmungszahl	1.8
Anteil < 0.063 mm	6.6 %
d10 / d60	0.120/14.058 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm³
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	-
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F2
d25	0.810 mm
d30	1.726 mm

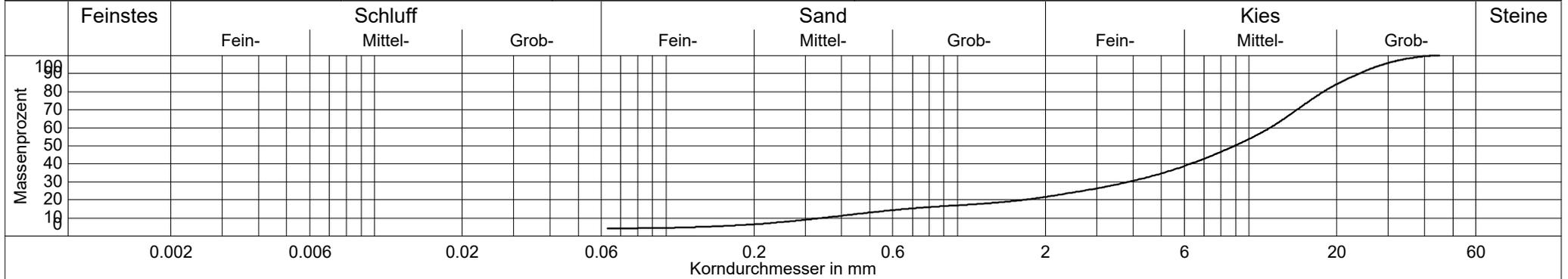
Crystal Geotechnik GmbH	 DAKKS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 5.13
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B221522-B12-2,00m
Entnahmestelle	B12-2023
Entnahmetiefe	2,00 m
Bodenart	G,s,u'
Bodengruppe	GU
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/5.8/19.2/74.9 %
Ungleichförmigkeitsgrad	57.9
Krümmungszahl	4.9
Anteil < 0.063 mm	5.8 %
d10 / d60	0.174/10.083 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm ³
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	9.3E-03 m/s
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F2
d25	1.991 mm
d30	2.947 mm

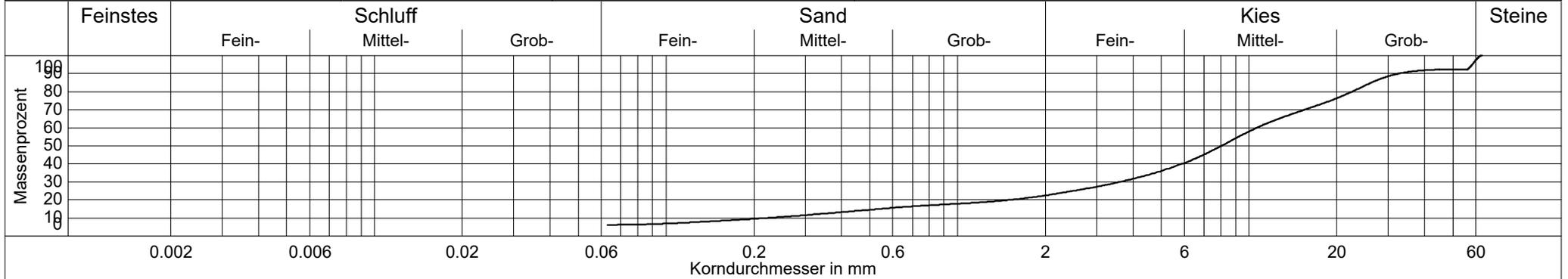
Crystal Geotechnik GmbH	 DAkks Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 5.14
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B221522-B12-6,00m
Entnahmestelle	B12-2023
Entnahmetiefe	6,00 m
Bodenart	G,s
Bodengruppe	GI
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/4.2/17.4/78.3 %
Ungleichförmigkeitsgrad	34.5
Krümmungszahl	3.7
Anteil < 0.063 mm	4.2 %
d10 / d60	0.342/11.802 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm ³
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	8.9E-03 m/s
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F1
d25	2.683 mm
d30	3.862 mm

Crystal Geotechnik GmbH	 DAKKS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 5.15
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B221522-B12-8,00m
Entnahmestelle	B12-2023
Entnahmetiefe	8,00 m
Bodenart	G,s,u'
Bodengruppe	GU
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/6.2/16.3/77.5 %
Ungleichförmigkeitsgrad	47.9
Krümmungszahl	5.5
Anteil < 0.063 mm	6.2 %
d10 / d60	0.222/10.627 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm ³
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	1.1E-02 m/s
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F2
d25	2.491 mm
d30	3.609 mm

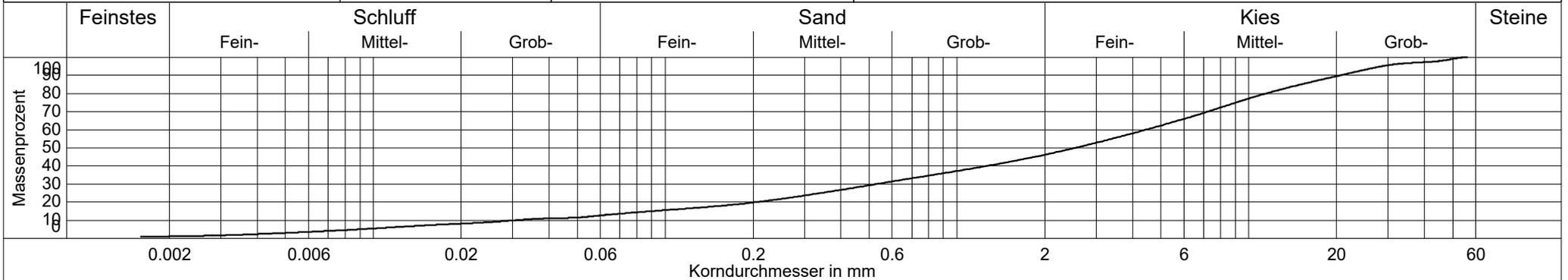
Crystal Geotechnik GmbH
 Beratende Ingenieure und Geologen
 Hofstattstraße 28, 86919 Utting
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44
 Mail: utting@crystal-geotechnik.de



Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4

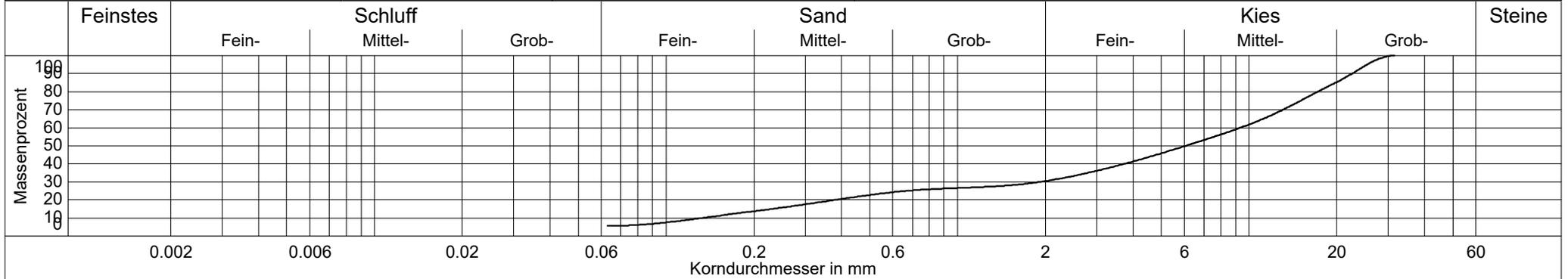
Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
 Projektnr.: B 221522
 Datum: 17.10.2023
 Anlage: 5.16
 Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B221522-B12-12,00m
Entnahmestelle	B12-2023
Entnahmetiefe	12,00 m
Bodenart	G,s,u'
Bodengruppe	GU
KornfraktionenT/U/S/G	1.1/11.9/33.2/53.8 %
Ungleichförmigkeitsgrad	144.9
Krümmungszahl	2.1
Anteil < 0.063 mm	13.0 %
d10 / d60	0.031/4.430 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm³
kf nach Kaubisch	8.6E-06 m/s
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	-
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F2
d25	0.341 mm
d30	0.530 mm

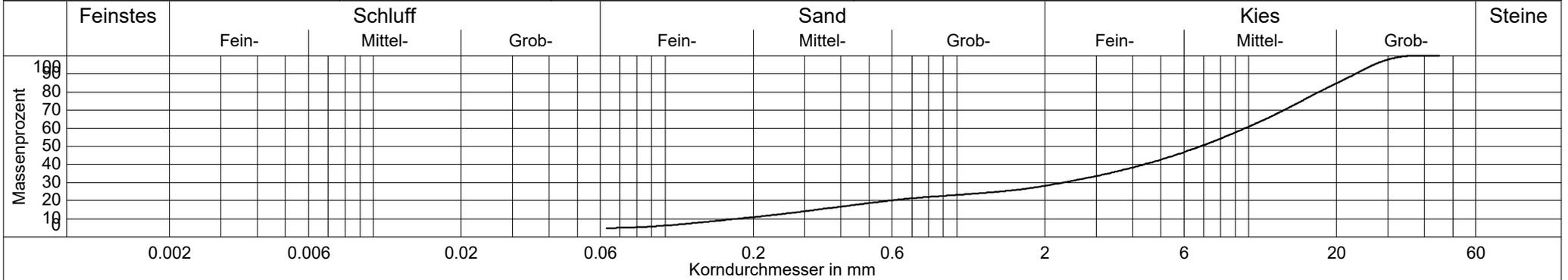
Crystal Geotechnik GmbH	 DAkks Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 5.17
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B221522-B12-14,00m
Entnahmestelle	B12-2023
Entnahmetiefe	14,00 m
Bodenart	G,s,u'
Bodengruppe	GU
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/5.6/24.8/69.6 %
Ungleichförmigkeitsgrad	70.0
Krümmungszahl	3.0
Anteil < 0.063 mm	5.6 %
d10 / d60	0.133/9.326 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm ³
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	1.5E-03 m/s
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F2
d25	0.666 mm
d30	1.925 mm

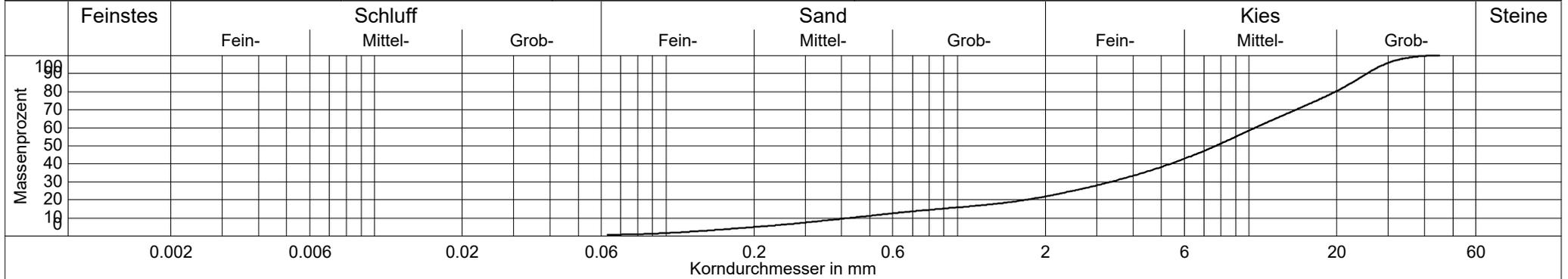
Crystal Geotechnik GmbH	 DAKKS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 5.18
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B221522-B13-2,00m
Entnahmestelle	B13-2023
Entnahmetiefe	2,00 m
Bodenart	G,s
Bodengruppe	GI
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/4.9/23.3/71.8 %
Ungleichförmigkeitsgrad	55.1
Krümmungszahl	3.1
Anteil < 0.063 mm	4.9 %
d10 / d60	0.176/9.717 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm³
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	4.2E-03 m/s
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F1
d25	1.403 mm
d30	2.320 mm

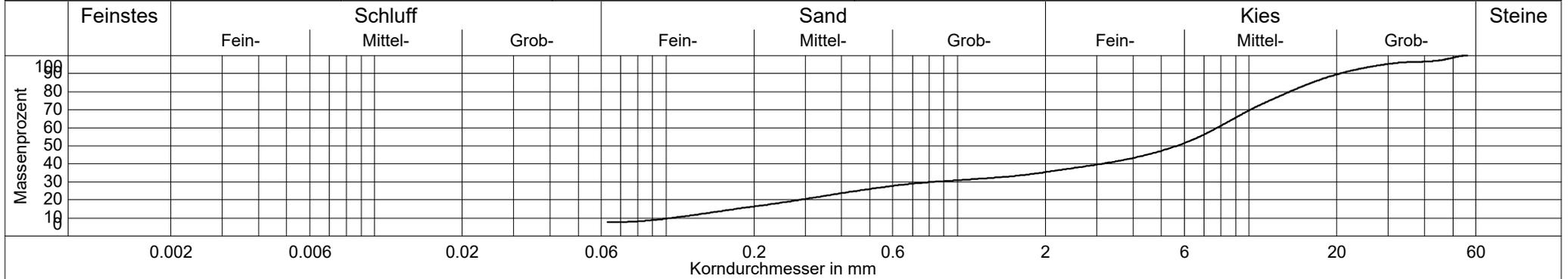
Crystal Geotechnik GmbH	 Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 5.19
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B221522-B13-12,00m
Entnahmestelle	B13-2023
Entnahmetiefe	12,00 m
Bodenart	G,s
Bodengruppe	GW
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/0.7/21.2/78.1 %
Ungleichförmigkeitsgrad	24.6
Krümmungszahl	2.5
Anteil < 0.063 mm	0.7 %
d ₁₀ / d ₆₀	0.426/10.481 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm ³
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	1.7E-03 m/s
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	6.1E-03 m/s
kf nach USBR	- (d ₁₀ > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F1
d ₂₅	2.480 mm
d ₃₀	3.353 mm

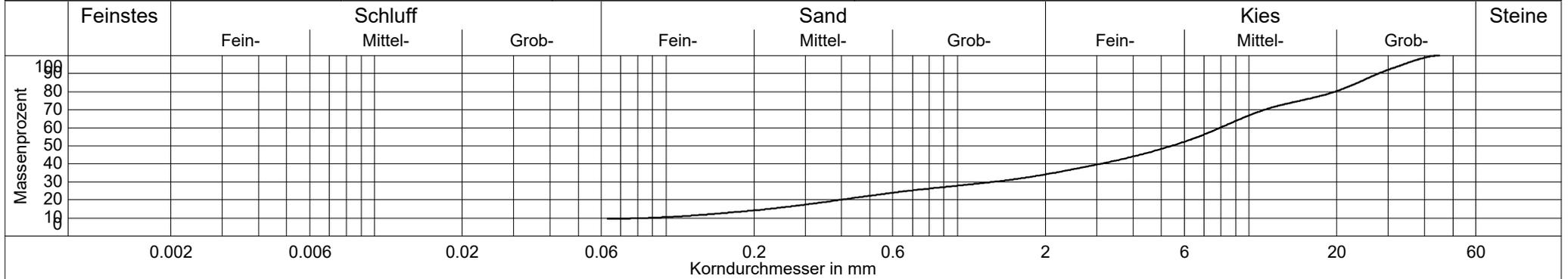
Crystal Geotechnik GmbH	 Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 5.20
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B221522-B13-13,10m
Entnahmestelle	B13-2023
Entnahmetiefe	13,10 m
Bodenart	G,s,u'
Bodengruppe	GU
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/7.5/27.9/64.6 %
Ungleichförmigkeitsgrad	74.4
Krümmungszahl	0.8
Anteil < 0.063 mm	7.5 %
d10 / d60	0.105/7.774 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm ³
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	7.6E-04 m/s
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F2
d25	0.451 mm
d30	0.826 mm

Crystal Geotechnik GmbH	 DAKKS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 5.21
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B221522-B13-13,80m
Entnahmestelle	B13-2023
Entnahmetiefe	13,80 m
Bodenart	G,s,u'
Bodengruppe	GU
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/9.6/24.6/65.9 %
Ungleichförmigkeitsgrad	92.1
Krümmungszahl	2.6
Anteil < 0.063 mm	9.6 %
d10 / d60	0.086/7.948 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm ³
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	2.9E-03 m/s
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F2
d25	0.674 mm
d30	1.326 mm

Projekt: Sanierung Kanalanlagen Upperbornwerke

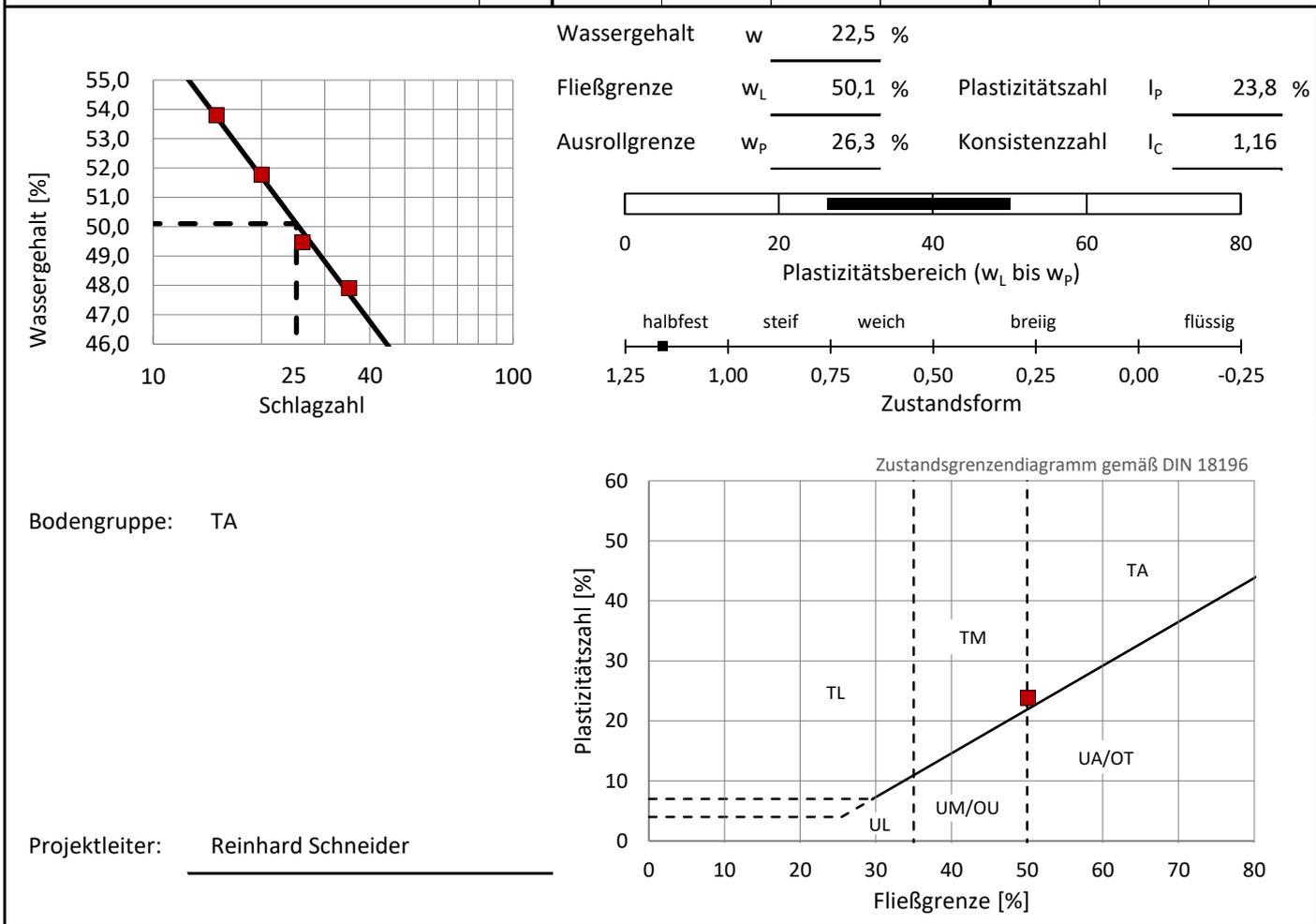
Projekt-Nr.: B 221522 Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München

Probenbezeichnung: B221522-B13-2023-14,00m

Entnahmestelle: B13-2023	entnommen am: 06.09.2023	durch: BauGrund Süd
Entnahmetiefe: 13,80 - 14,00 m	ausgeführt am: 02.11.2023	durch: JK

Bodenart: T,u,s,g Größtkorn_{Versuch}: 0,4 mm Bemerkungen: WG zunehmend natürlich

			Fließgrenze				Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.			16	144	69	7	148	78	801
Zahl der Schläge			35	26	20	15			
feuchte Probe + Behälter	$m_1 + m_B$	[g]	22,72	24,32	26,55	26,55	10,74	10,63	10,72
trockene Probe + Behälter	$m_d + m_B$	[g]	16,63	17,73	18,98	18,62	9,25	9,25	9,26
Behälter	m_B	[g]	3,92	4,41	4,36	3,88	3,59	4,02	3,68
Wasser	$m_W = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	6,09	6,59	7,57	7,93	1,49	1,38	1,46
trockene Probe	$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	12,71	13,32	14,62	14,74	5,66	5,23	5,58
Wassergehalt	$w = \frac{m_W}{m_d} \times 100$	[%]	47,9	49,5	51,8	53,8	26,3	26,4	26,2



CRYSTAL GEOTECHNIK

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

ANLAGE (6)

**TABELLARISCHE ZUSAMMENSTELLUNG
DER HOMOGENBEREICHE**

Zusammenstellung und Beschreibung der Homogenbereiche

Kanalanlagen Uppenbornwerk 1 Kraftwerkseinlauf Werk 1		DIN 18300:2019-09	DIN 18301:2019-09	DIN 18304:2019-09	Homogenbereich O1.1 + O1.2	Homogenbereich A1	Homogenbereich A2	Homogenbereich A3
Umweltrelevante Inhaltstoffe		x	x	x	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt
Böden	ortsübliche Bezeichnung	x	x	x	Mutterboden/ Oberboden	kiesige Auffüllungen	sandige Auffüllungen	Schluff / Ton Auffüllungen
	Kurzzeichen nach DIN 4023	x	x	x	Mu	A (G, ± s, ± u, ± t ± x)	A (S, ± g, ± u, ± t, ± x)	U, ± t, ± s, ± g T, ± u, ± s, ± g
	Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4	x	x	x	G: 0 - 20% S: 5 - 40 % U: 30 - 80 % T: 5 - 40%	G: 40 - 90 % S: 2 - 40 % U: 3 - 25 % T: 0 - 10 %	G: 0 - 40 % S: 50 - 95 % U: 5 - 30 % T: 0 - 10 %	G: 0 - 30 % S: 5 - 40 % U: 20 - 80 % T: 20 - 50 %
	Masseanteil Steine, Blöcke etc.	o	x	x	0 - 5 %	0 - 15 %	0 - 15 %	0 - 15 %
	Kohäsion DIN 18137		x		2 - 20 kN/m ²	0 - 7 kN/m ²	0 - 10 kN/m ²	2 - 30 kN/m ²
	undrained Scherfestigkeit DIN 4094-4, DIN 18136, DIN 18137-2	x	x		5 - 50 kN/m ²	--	--	25 - 200 kN/m ²
	Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1	x	x	x	5 - 40 %	3 - 25 %	5 - 25 %	15 - 30 %
	Plastizitätszahl DIN EN ISO 17892-12	o	x	x	10 - 30 %	--	--	10 - 50 %
	Konsistenz DIN EN ISO 17892-12	o	x	x	weich	--	--	0,50 - 1,50 (weich bis fest)
	Lagerungsdichte	o	x	x	locker	locker bis mitteldicht	locker bis mitteldicht	--
	Wichte γ / γ'	x			13 - 18 kN/m ³ 3 - 8 kN/m ³	18 - 22 kN/m ³ 8 - 13 kN/m ³	18 - 21 kN/m ³ 8 - 12 kN/m ³	18 - 21 kN/m ³ 8 - 11 kN/m ³
	Org. Anteil DIN 18128	x			2 - 10 %	0 - 5 %	0 - 5 %	0 - 5 %
	Abrasivität NF P18-579 LAK - Index		x		10 - 50 g/t	500 - 1.500 g/t	300 - 1000 g/t	50 - 250 g/t
Bodengruppe DIN 18196	o	x	x	OU / OT / OH	[GW / GI / GU / GU*]	[SW / SI / SU / SU*]	[UL / UM / TL TM / TA]	

x Angaben in allen geotechnischen Kategorien GK 1 bis GK 3 erforderlich

o Angabe kann in der geotechnischen Kategorien GK 1 entfallen

Zusammenstellung und Beschreibung der Homogenbereiche

Kanalanlagen Uppenbornwerk 1 Kraftwerkseinlauf Werk 1		DIN 18300:2019-09		DIN 18301:2019-09		DIN 18304:2019-09		Homogenbereich B1.1	Homogenbereich B1.2	Homogenbereich B1.3	Homogenbereich B2
								schluffige - tonige Deckschichten	sandige - kiesige Deckschichten	Torfe Deckschichten	quartäre Kiese
	Umweltrelevante Inhaltstoffe	x	x	x				nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt
Boden	ortsübliche Bezeichnung	x	x	x				schluffige - tonige Deckschichten	sandige - kiesige Deckschichten	Torfe Deckschichten	quartäre Kiese Flussablagerungen
	Kurzzeichen nach DIN 4023	x	x	x				U, ± t, ± s, ± g T, ± u, ± s, ± g	S, ± u, ± t, ± g, teils o' G, ± s, ± u, ± t	H, ± u, ± s, ± g	G, ± s, ± u, ± x
	Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4	x	x	x				G: 0 - 30 % S: 5 - 40 % U: 20 - 80 % T: 20 - 50 %	G: 5 - 60 % S: 30 - 90 % U: 10 - 40 % T: 0 - 10 %	--	G: 50 - 90 % S: 5 - 40 % U: 3 - 25 % T: 0 - 10 %
	Masseanteil Steine, Blöcke etc.	o	x	x				0 - 5 %	0 - 5 %	0 - 5 %	0 - 20 %
	Kohäsion DIN 18137			x				2 - 30 kN/m ²	0 - 10 kN/m ²	2 - 10 kN/m ²	0 - 7 kN/m ²
	undränierete Scherfestigkeit DIN 4094-4, DIN 18136, DIN 18137-2	x	x					25 - 200 kN/m ²	--	10 - 20 kN/m ²	--
	Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1	x	x	x				15 - 35 %	10 - 30 %	50 - 300 %	3 - 25 %
	Plastizitätszahl DIN EN ISO 17892-12	o	x	x				10 - 40 %	--	--	--
	Konsistenz DIN EN ISO 17892-12	o	x	x				0,50 - 1,25 (weich bis halbfest)	--	--	--
	Lagerungsdichte	o	x	x				--	locker	(mittel - stark zersetzt)	locker bis dicht
	Wichte γ / γ'	x						17 - 21 kN/m ³ 7 - 11 kN/m ³	18 - 21 kN/m ³ 8 - 12 kN/m ³	11 - 17 kN/m ³ 1 - 7 kN/m ³	19 - 24 kN/m ³ 10 - 14 kN/m ³
	Org. Anteil DIN 18128	x						0 - 5 %	0 - 5 %	15 - 50 %	0 - 3 %
	Abrasivität NF P18-579 LAK - Index			x				50 - 200 g/t	250 - 800 g/t	50 - 200	500 - 2.000 g/t
Bodengruppe DIN 18196	o	x	x				UL / UM / TL / TM / TA	SU / SU* / GU / GU*	HN / HZ	GW / GI / GU / GU*	

x Angaben in allen geotechnischen Kategorien GK 1 bis GK 3 erforderlich

o Angabe kann in der geotechnischen Kategorien GK 1 entfallen

Zusammenstellung und Beschreibung der Homogenbereiche

Kanalanlagen Uppenbornwerk 1 Kraftwerkseinlauf Werk 1		DIN 18300:2019-09	DIN 18301:2019-09	DIN 18304:2019-09	Homogenbereich B3.1	Homogenbereich B3.2	Homogenbereich B3.3
					tertiäre Kiese	tertiäre Sande	tertiäre Tone / Schluffe
	Umweltrelevante Inhaltstoffe	x	x	x	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt
Boden	ortsübliche Bezeichnung	x	x	x	tertiäre Kiese der Oberen Süßwassermolasse	tertiäre Sande der Oberen Süßwassermolasse	tertiäre Tone / Schluffe der Oberen Süßwassermolasse
	Kurzzeichen nach DIN 4023	x	x	x	G, ± s, ± u, ± x	S, ± u, ± t, ± g	T, ± u, ± s U, ± t, ± s
	Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4	x	x	x	G: 50 - 90 % S: 5 - 40 % U: 2 - 20 % T: 1 - 10 %	G: 0 - 30 % S: 50 - 95 % U: 5 - 35 % T: 2 - 15 %	G: 0 - 5 % S: 5 - 30 % U: 20 - 60 % T: 15 - 50 %
	Masseanteil Steine, Blöcke etc.	o	x	x	0 - 20 %	0 - 20 %	0 - 20 %
	Kohäsion DIN 18137		x		0 - 8 kN/m ²	0 - 10 kN/m ²	10 - 50 kN/m ²
	undränierete Scherfestigkeit DIN 4094-4, DIN 18136, DIN 18137-2	x	x		--	--	100 - 250 kN/m ²
	Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1	x	x	x	3 - 25 %	3 - 25 %	5 - 30 %
	Plastizitätszahl DIN EN ISO 17892-12	o	x	x	--	--	5 - 50 %
	Konsistenz DIN EN ISO 17892-12	o	x	x	--	--	0,75 - 1,50 (steif bis fest)
	Lagerungsdichte	o	x	x	locker bis dicht	locker bis dicht	--
	Wichte γ / γ'	x			20 - 23 kN/m ³ 11 - 14 kN/m ³	20 - 22 kN/m ³ 11 - 13 kN/m ³	19 - 22 kN/m ³ 9 - 11 kN/m ³
	Org. Anteil DIN 18128	x			0 - 3 %	0 - 3 %	0 - 3 %
	Abrasivität NF P18-579 LAK - Index		x		500 - 2.000 g/t	300 - 1000 g/t	200 - 500 g/t
Bodengruppe DIN 18196	o	x	x	GW / GI / GU / GU*	SE / SU / SU*	UL / UM / UA TL / TM / TA	

x Angaben in allen geotechnischen Kategorien GK 1 bis GK 3 erforderlich

o Angabe kann in der geotechnischen Kategorien GK 1 entfallen

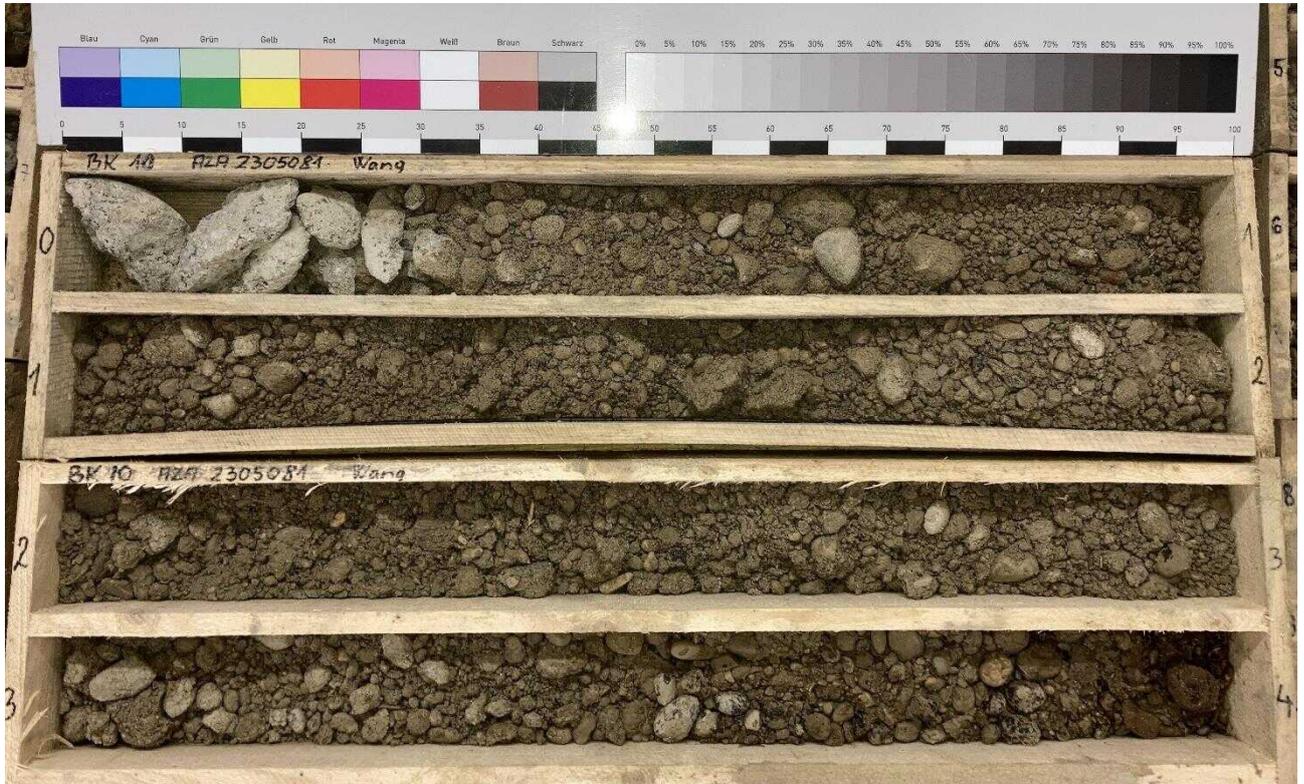
CRYSTAL GEOTECHNIK

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

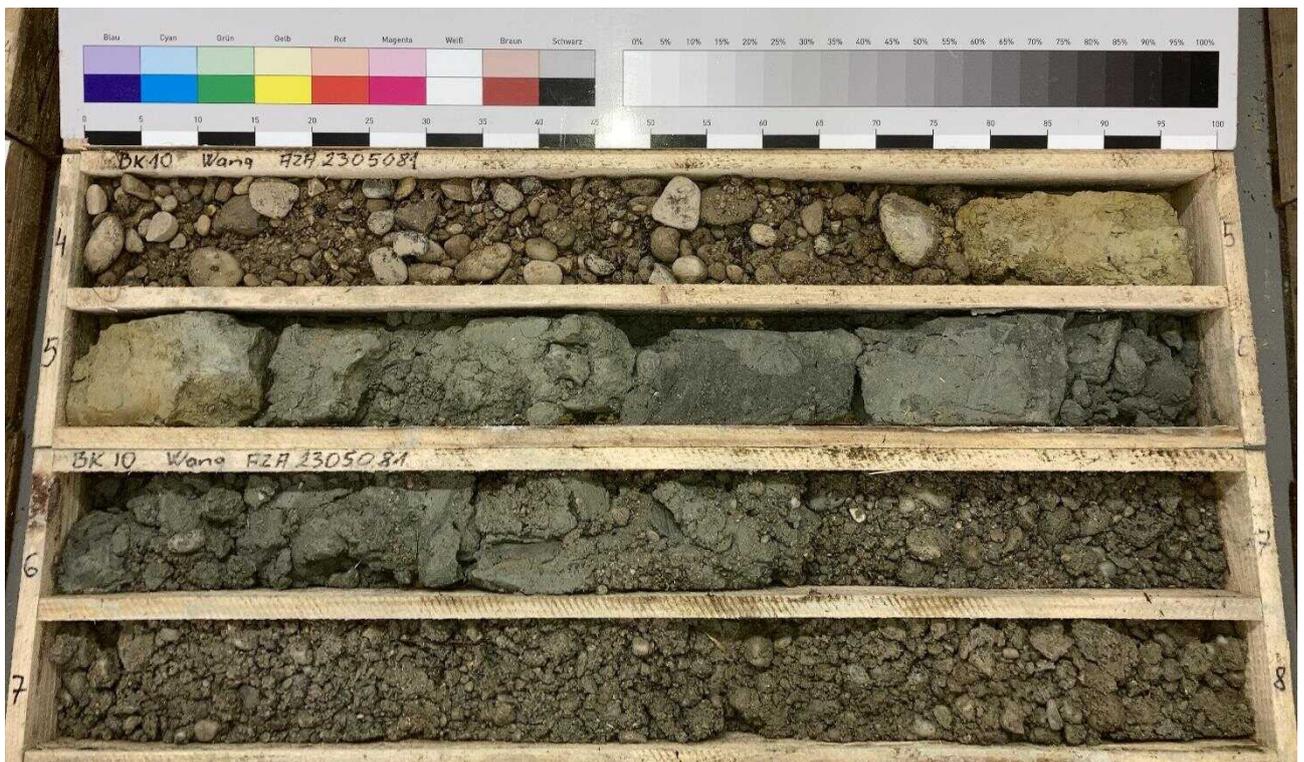
ANLAGE (7)

**FOTOS DER BOHRUNGEN
B10-2023 BIS B13-2023**

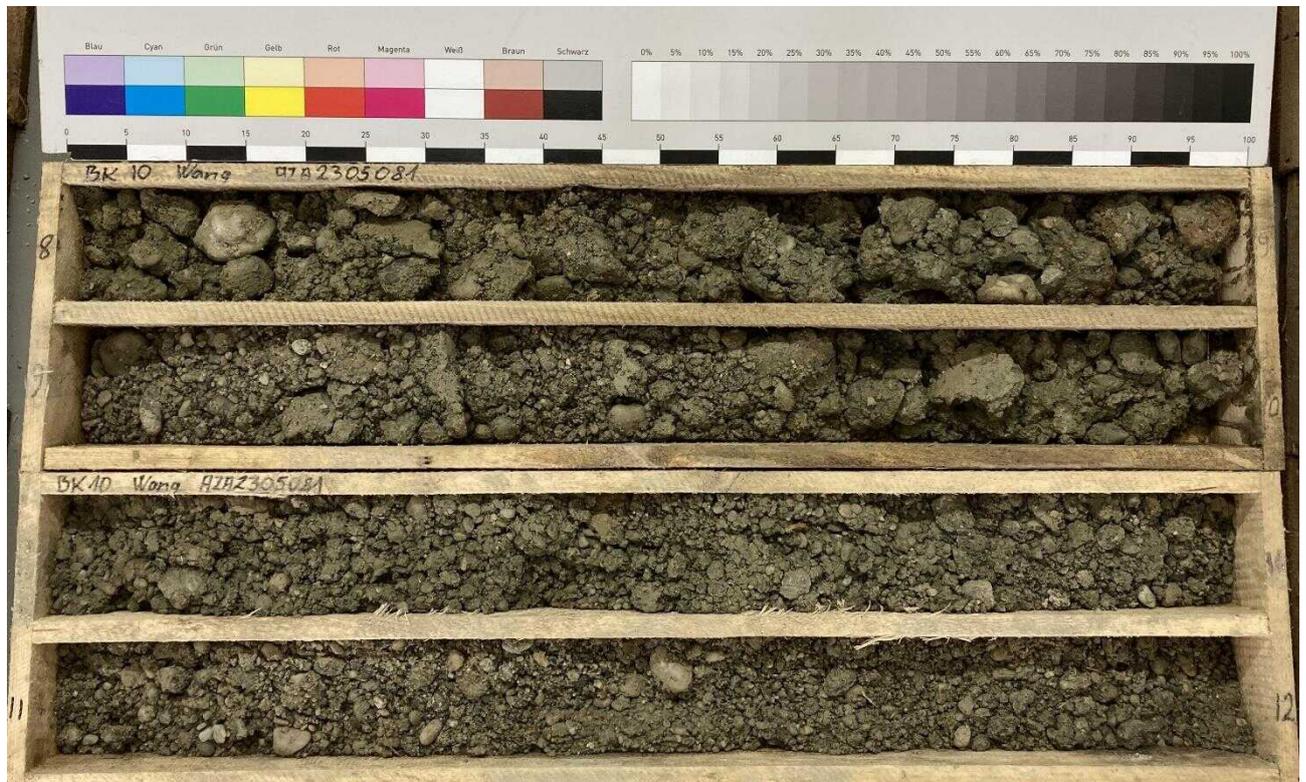
BK10: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



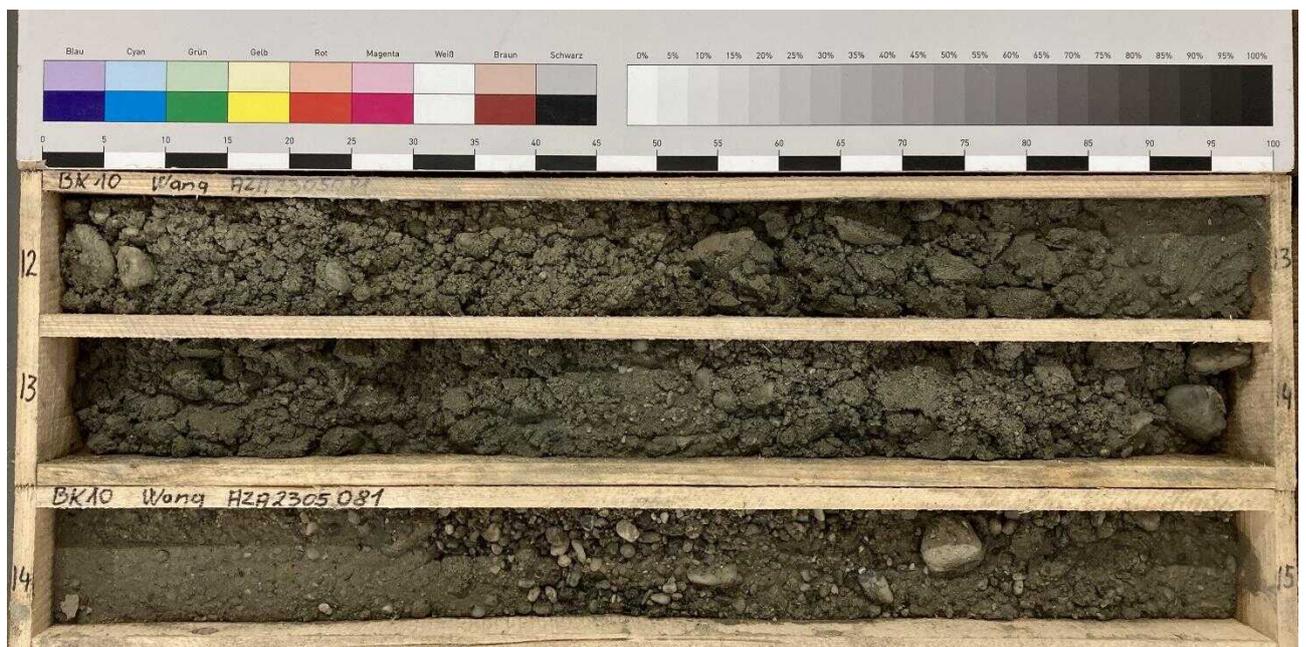
BK10: 4,0 bis 8,0 m u. GOK



BK10: 8,0 bis 12,0 m u. GOK



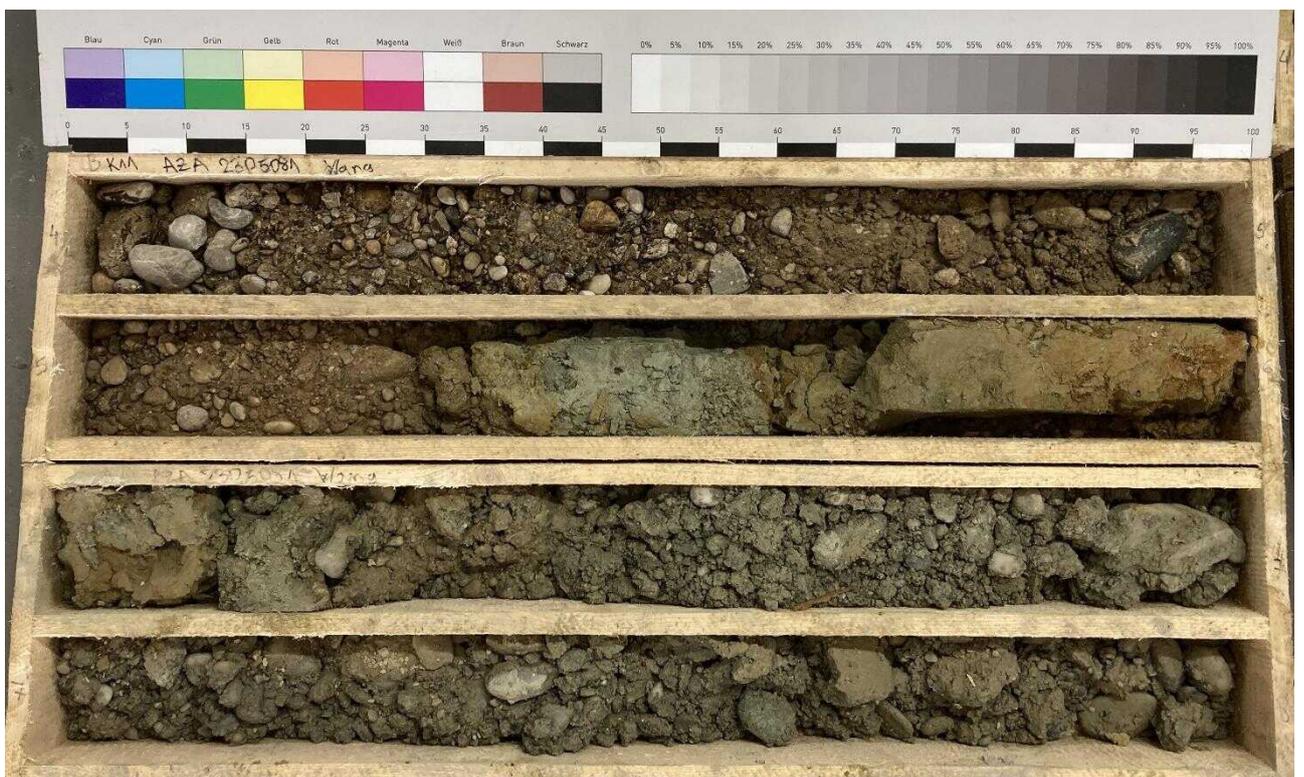
BK10: 12,0 bis 15,0 m u. GOK



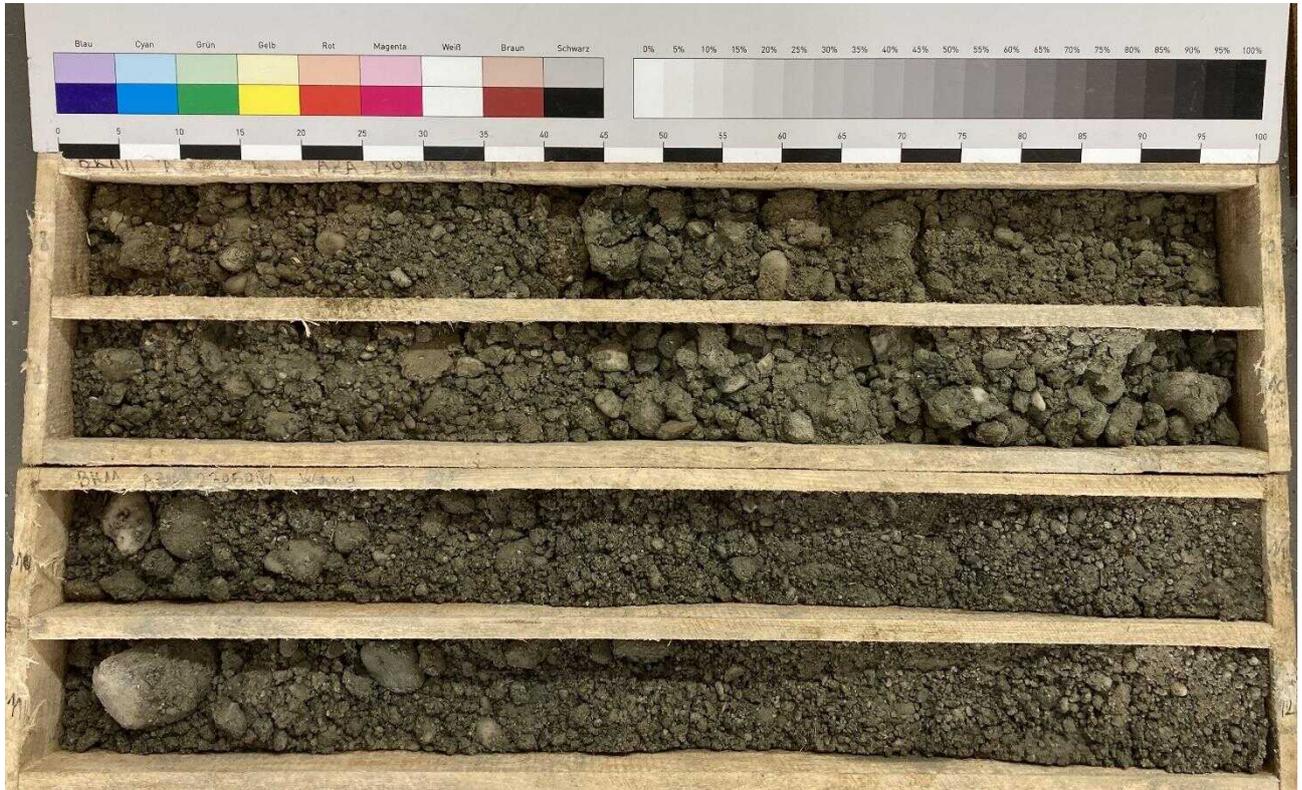
BK11: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



BK11: 4,0 bis 8,0 m u. GOK



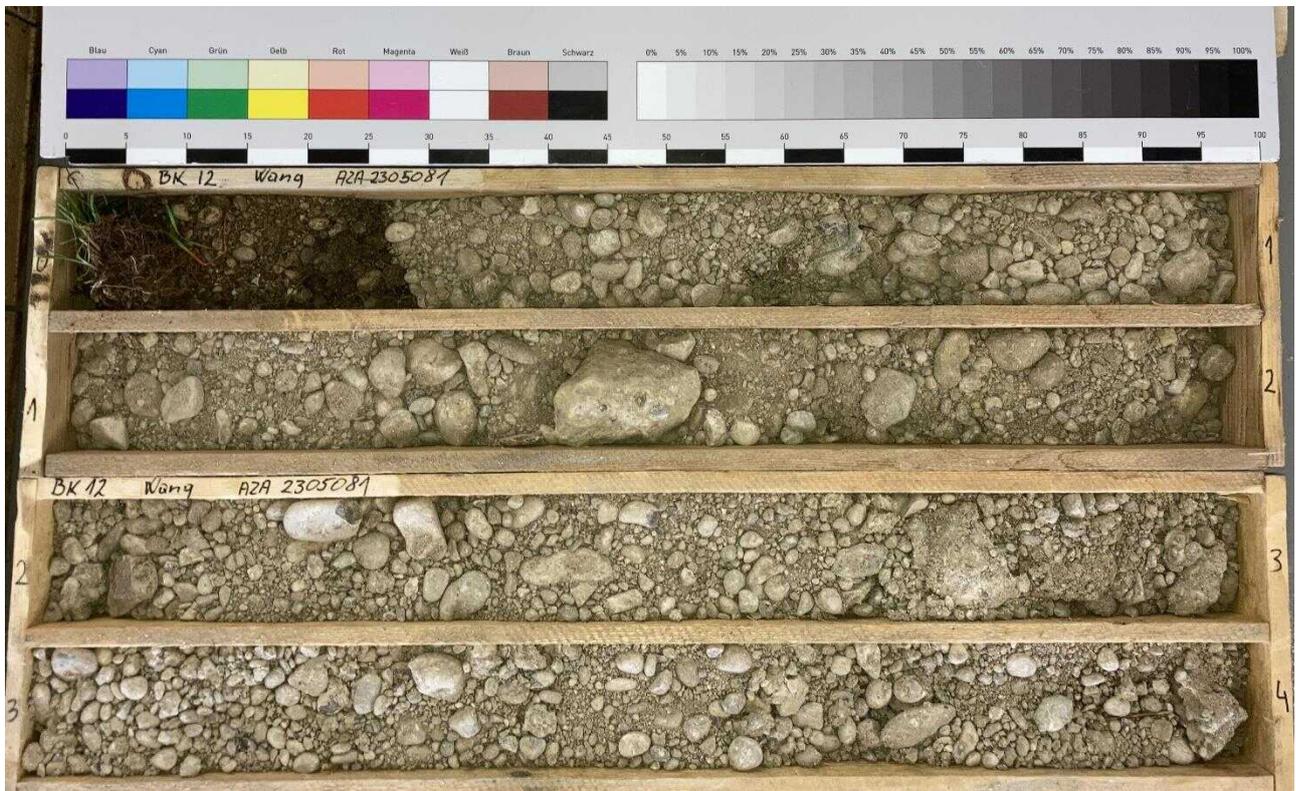
BK11: 8,0 bis 12,0 m u. GOK



BK11: 12,0 bis 15,0 m u. GOK



BK12: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



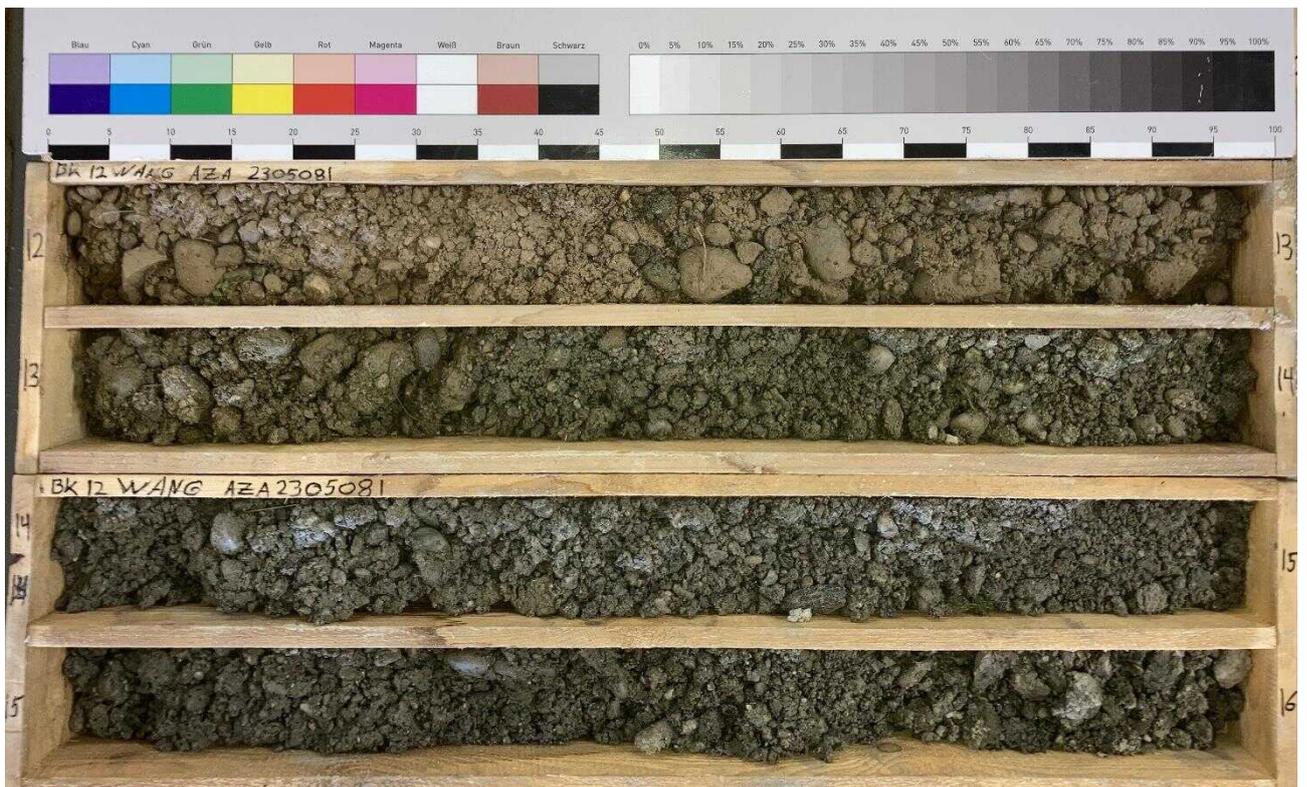
BK12: 4,0 bis 8,0 m u. GOK



BK12: 8,0 bis 12,0 m u. GOK



BK12: 12,0 bis 16,0 m u. GOK



BK13: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



BK13: 4,0 bis 8,0 m u. GOK



BK13: 8,0 bis 12,0 m u. GOK



BK13: 12,0 bis 14,0 m u. GOK

