

**Anlage 05.01.02  
BAUGRUNDGUTACHTEN /  
GEOTECHNISCHER BERICHT**

**Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerk 1  
Rotkreuzflutkanal mit Durchlass Stichkanal-  
aquädukt und Absturzbauwerk II mit  
Anschluss Unterwasser  
Uppenbornwerk Alt**

VORHABEN: Sanierung Kanalanlagen  
Uppenbornwerk 1  
Rotkreuzflutkanal mit  
Durchlass Stichkanal-  
aquädukt und Absturzbauwerk II  
Anschluss Unterwasser  
Uppenbornwerk Alt

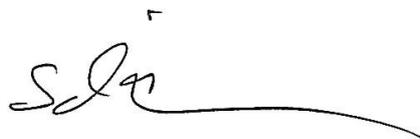
BAUHERR: SWM – Stadtwerke München  
Services GmbH  
Emmy-Noether-Straße 2  
80992 München

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

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

DATUM: 06. Mai 2024

PROJEKT-NR.: B221522-GA\_Rotkreuzflutkanal



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.....	6
2.1	Bohrungen.....	6
2.2	Schwere Rammsondierungen.....	7
2.3	Kennzeichnende Daten der Bohrlochsondierungen (BDP-Tests).....	9
2.4	Bodenmechanische Laborversuche.....	9
3	BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE .....	11
3.1	Geologischer Überblick.....	11
3.2	Beschreibung der Bodenschichten .....	12
3.3	Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden.....	15
4	GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE .....	16
5	ERDBAULICHE UND ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN .....	18
5.1	Bodenklassifizierung.....	18
5.2	Bodenparameter .....	19
6	SANIERUNG DER KANALANLAGEN .....	21
6.1	Allgemeines zum Rotkreuzflutkanal .....	21
6.2	Angaben zu Standsicherheitsberechnungen / erdstatistische Berechnungen.....	22
6.3	Angaben zur Sanierung der Betonauskleidung / Wasserhaltung .....	22
6.4	Durchlass Stichkanalaquädukt / Wehrschwelle und Grundablass / Ü2 .....	24
6.5	Absturzbauwerk II / Ü3-Anschluss Unterwasser Uppenbornwerk Alt .....	25
6.6	Weitere Angaben.....	26
7	SCHLUSSBEMERKUNGEN.....	27

**TABELLEN**

Tabelle (1)	Kennzeichnende Daten der Bohrungen Rotkreuzflutkanal .....	6
Tabelle (2)	Kennzeichnende Daten der schweren Rammsondierungen Rotkreuzflutkanal...	8
Tabelle (3)	Bodenmechanische Laborversuche .....	9
Tabelle (4)	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche B02-2023 und B03-2023	10
Tabelle (5)	Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Schichten / Böden – Teil 1 .....	15
Tabelle (6)	Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Schichten / Böden – Teil 2 .....	16
Tabelle (7)	Bodenklassifizierung .....	18
Tabelle (8)	Charakteristische Bodenparameter .....	20

**ANLAGEN**

- (1) Lagepläne mit Aufschlusspunkten Bereich Uppenbornwerk 1 - Rotkreuzflutkanal
  - (1.1) Übersichtslageplan mit Planbereich - Rotkreuzflutkanal, M 1 : 30.000
  - (1.2) Lageplan mit Aufschlusspunkten – Rotkreuzflutkanal, M 1 : 2.000
- (2) Schnitte mit Bohr- und Sondierprofilen und geologischer Untergrundsituation
  - (2.1) Längsschnitt mit Aufschlussprofil Bereich Stichkanalaquädukt– Rotkreuzflutkanal  
M 1 : 100
  - (2.2) Regelquerschnitt mit Aufschlussprofilen – Rotkreuzflutkanal, M 1 : 100
  - (2.3) Schnitt Absturzbauwerk II mit Aufschlussprofil – Rotkreuzflutkanal, M 1 : 100
- (3) Aufschlüsse
  - (3.1) Profile der Bohrungen B02-2023 und B03-2023
  - (3.2) Profile der Rammsondierungen DPH02-2023 und DPH03-2023
- (4) Schichtenverzeichnisse der Bohrungen B02-2023 und B03-2023
- (5) Zusammenstellung der Laborergebnisse 2023 mit Laborprotokollen (B02-2023 und B03-2023)
- (6) Tabellarische Zusammenstellung der Homogenbereiche
- (7) Fotos der Bohrungen B02-2023 und B03-2023

## 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, Rotkreuzflutkanal mit Unterführung Stichkanalquädukt und Absturzbauwerk II / Anschluss Uppenbornwerk Alt 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 Rotkreuzflutkanals 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 Rotkreuzflutkanal mit Unterführung Stichkanalquädukt und Absturzbauwerk II.

Vorliegend werden geotechnische und hydrogeologische Grundlagen im maßgebenden Abschnitt für weitere Begutachtungen und die hier ggf. erforderlichen erdstatischen Berechnungen und die Sanierung der Kanalanlagen 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 Kanalabschnitt Uppenbornwerk 1 Rotkreuzflutkanal zur Verfügung:

- [U1] Planunterlagen / Unterlagen, übermittelt von PG-SKUP, 81247 München
- Lageplan Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke 1 + 2; Alkisdaten UTM 32.dxf mit GWM\_UP\_UTM.dwg und Bohraufschlüssen 2015 UTM.dwg; übermittelt im Herbst 2023; Lageplan mit neuer Kilometrierung, übermittelt im März 2024
  - Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke; Uppenbornwerk 1; Anlage 03.01.04; Bericht Rotkreuzflutkanal; vom 10.04.2024
  - Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke, Uppenbornwerk 1; Rotkreuzflutkanal, K-km 2+163 bis 2+358; Bestand - Schnitte und Sanierungsmaßnahmen; Rotkreuzflutkanal und Kolk UW AWK - Schnitte; vom März 2024
  - Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke, Uppenbornwerk 1; Stichkanalquädukt Bestand - Lageplan, Schnitte, Details; Sanierungsmaßnahmen Lageplan - Schnitte, Details; vom März 2024
  - Rotkreuzflutkanal, Längenschnitt mit alten Bohrerergebnissen; TIF-Datei; übermittelt im Januar 2024
- [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 für 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 für 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 der Kanalanlagen Uppenbornwerk 1, Rotkreuzflutkanal aus dem Jahre 2023 die großkalibrigen Bohrungen B02-2023 und B03-2023 zur Verfügung. Weitere sehr vereinfachte Bohrprofile im hier maßgebenden Abschnitt des Rotkreuzflutkanals können den Längsschnitt mit alten Bohrergebnissen (siehe Unterlage [U1]) entnommen werden.

Wie in Anlage (1.2) dargestellt, wurden die Bohrungen 2023 beidseitig des Rotkreuzkanals im Bereich der hier angedachten Brücke UP 35 niedergebracht. Die Bohrung B03-2023 auf der linken Seite des Rotkreuzflutkanals wurde dabei auf einer Berme auf einem niedrigeren Niveau als die Bohrung B02-2023 abgeteuft, wie dies auch den Schnitten in Anlage (2) zu entnehmen ist. Die erwähnten alten Bohrungen wurden teils in der Achse, teils links der Achse des Rotkreuzflutkanals auf niedrigerem Niveau (ursprüngliche Geländeoberkante) ausgeführt.

Die kennzeichnenden Daten der Bohrungen 2023 sind in nachfolgender Tabelle (1) zusammengestellt. Die Profile der Bohrungen sind auch in den Schnitten in Anlage (2) eingetragen und auch in Anlage (3.1) diesem Gutachten beigelegt.

Es ist anzumerken, dass die Kilometrierung K-km auf die Achse des Rotkreuzflutkanals bezogen ist (siehe auch Anlage (1.2)).

**Tabelle (1) Kennzeichnende Daten der Bohrungen Rotkreuzflutkanal**

Bohrung GW-Messtelle	Damm-km K-km <sup>1)</sup>	Ansatz- höhe	Aufschlusstiefe		OK Quartäre Kiese	OK Tertiär	Grundwasser	
		mNHN	m u. GOK	mNHN	m u. GOK	m u. GOK	m u. GOK	mNHN Datum
B02-2023	2+200 links	412,35	14,00	398,35	6,10	12,80	8,70	403,65 01.09.2023
B03-2023	2+200 rechts	408,26	15,00	393,26	0,50	≥10,00	5,20	403,06 21.09.2023

<sup>1)</sup> K-km bezogen auf die Achse des Rotkreuzflutkanals

Wie erwähnt, stehen im Bereich des Rotkreuzflutkanals zwischen etwa K-km 2+180 und K-km 2+350 noch alte Bohrprofile in stark vereinfachter Form auf dem Längsschnitt mit alten Bohrerergebnissen der Unterlage [U1] zur Verfügung. Hierbei handelt es sich um die Bohrungen 466 (K-km 2+180), 19ST.M. (K-km 2+250), 348 (K-km 2+285) und 471 (K-km 2+350).

Nach diesen Bohrungen sind im maßgebenden Tiefenbereich ähnliche Schichten wie in den Bohrungen B02-2023 und B03-2023 erkundet über die gesamt hier behandelte Länge des Rotkreuzflutkanals zu erwarten. Das Bohrprofil 471 haben wir rekonstruiert und im Schnitt in Anlage (2.3) eingetragen.

Die genaue Lage der Ansatzpunkte der genannten Bohrungen 2023 kann 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.

Zu den im Längsschnitt mit alten Bohrerergebnissen (siehe Unterlage [U1]) eingetragenen vereinfachten Bohrprofilen sind keine weiteren Aufzeichnungen vorhanden.

Die Bohrungen 2023 wurden von der Fa. BauGrund Süd, 88410 Bad Wurzach, ausgeführt und mittels GPS nach Lage und Höhe eingemessen. Die Bohrungen aus dem Jahr 2023 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 (BK3  $\hat{=}$  B03-2023).

## **2.2 Schwere Rammsondierungen**

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

Die Rammsondierungen wurden jeweils im Nahbereich der ausgeführten Bohrungen B02-2023 und B03-2023 niedergebracht.

Die in nachfolgender Tabelle (2) aufgelisteten Rammsondierungen sind in den Schnitten in Anlage (2) eingetragen und in Anlage (3.2) diesem Bericht beigelegt. Es handelt sich um die im Jahr 2023 ausgeführten schweren Rammsondierungen in diesem Bereich.

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 wesentlichen Daten der ausgeführten zwei schweren Rammsondierungen sind in nachfolgender Tabelle (2) zusammengestellt.

**Tabelle (2) Kennzeichnende Daten der schweren Rammsondierungen Rotkreuzflutkanal**

Sondierung Damm links und rechts	Damm- km K-km <sup>1)</sup>	Ansatz- höhe mNHN	Tiefe m u. GOK	mittlere kennzeichnende Schlagzahlen $n_{10}$ m u. GOK					
				mNHN	0 – 2 m	2 – 4 m	4 – 6 m	6 – 8 m	8 – Ende
DPH02- 2023	2+200 links	412,35	6,8	405,55	1 – 5	2 – 5	1 – 27	27 – 200	--
DPH03- 2023	2+200 rechts	408,26	7,2	401,06	1 – 24	9 – 27	4 – 7	4 – 200	--

<sup>1)</sup> K-km bezogen auf den Rotkreuzflutkanal

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

Nach den Schlagzahlen  $n_{10}$  der schweren Rammsondierungen liegen die in Bohrung B02-2023 bis 2,0 m unter GOK erkundeten schluffigen Auffüllungen in weicher bis steifer Konsistenz vor. Die darunter anstehenden kiesigen Auffüllungen sind nur locker gelagert. Auch für die bindigen, teils organischen Deckschichten unter den Auffüllungen kann nach den Sondierergebnissen im Obersten nur von einer weichen, ansonsten von einer steifen bis halbfesten Konsistenz ausgegangen werden. Die unter den bindigen Deckschichten in Bohrung B02-2023 ab 6,10 m unter GOK anstehenden quartären Kiese sind nach DPH02-2023 bereits im oberen Abschnitt (Tiefe ca. 6 – 7 m) dicht bis sehr dicht gelagert.

Nach Sondierung DPH03-2023 sind die hier unter den bindigen Decklagen anstehenden quartären Kiese überwiegend mitteldicht bis dicht, ab 7 m Tiefe sehr dicht, gelagert. Zwischen etwa 4 und 6 m unter GOK, im Grundwasserwechselbereich, wurde allerdings eine nur lockere Lagerung der Kiese festgestellt (Schlagzahlen  $n_{10} = \pm 5$ ).

### **2.3 Kennzeichnende Daten der Bohrlochsondierungen (BDP-Tests)**

In Bohrungen B02-2023 wurde innerhalb der quartären Kiese (Homogenbereich B2) in 7 m Tiefe und in 12 m Tiefe eine Bohrlochsondierung ausgeführt.

Bei diesen Bohrlochsondierungen wurden Schlagzahlen von  $n_{30} = 60$  (7 m Tiefe) und  $n_{30} = 65$  (12 m Tiefe) ermittelt, was einer dichten Lagerung der quartären Kiese im jeweils untersuchten Tiefenbereich entspricht.

### **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 neun der entnommenen 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 B02-2023 und B03-2023 sind in nachfolgender Tabelle (3) zusammengestellt.

**Tabelle (3) Bodenmechanische Laborversuche**

<b>Laborversuche</b>	<b>DIN-Norm</b>	<b>Anzahl</b>
<b>Proben aus den Bohrungen B02-2023 und B03-2023</b>		
Bodenansprache	DIN EN ISO 14688-1	9
Kurzzeichen	DIN 4023	9
Bodenansprache	DIN 18196	8
Korngrößenverteilung (Siebanalyse)	DIN EN ISO 17892-4	6
Korngrößenverteilung (Sieb-Schlämmanalyse)	DIN EN ISO 17892-4	3
Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1	2

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

**Tabelle (4) Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche B02-2023 und B03-2023**

<b>Kenngroße</b>	<b>Einheit</b>	<b>Auffüllungen kiesig A1</b>	<b>Deckschichten Tone / Schluffe B1.1</b>	<b>Quartäre Kiese B2</b>	<b>Tertiäre Kiese B3.1</b>	<b>Tertiäre Sande B3.2</b>
<b>Homogenbereich</b>						
<b>Kornverteilung</b>						
Feinstes $\varnothing \leq 0,002$ mm	%	2,7	8,3	--	--	2,0
Feinkorn 0,002 - 0,063 mm	%	13,3	63,4	2,0 <sup>1)</sup> – 5,6 <sup>1)</sup>	7,5	16,2
Sandkorn 0,063 - 2,0 mm	%	13,0	28,1	16,2 – 26,2	27,9	76,8
Kieskorn 2,0 - 63,0 mm	%	71,0	0,2	64,6 – 81,7	64,6	5,0
Steine 63,0 - 200,0 mm	%	0,0	0,0	0,0 – 9,1	0,0	0,0
<b>Wassergehalt</b>						
Wassergehalt	%	--	--	6,7	--	18,1

<sup>1)</sup> enthält teils Feinstes  $\varnothing \leq 0,002$  mm

Eine Zusammenstellung der Laborergebnisse der Bohrungen B02-2023 und B03-2023 mit den wesentlichen Laborprotokollen kann Anlage (5) zu diesem Bericht entnommen werden.

Es sei noch erwähnt, dass die in Tabelle (4) bei den tertiären Kiesen (Homogenbereich B3.1) aufgeführte Kiesprobe aus Bohrung B03-2023 (T = 12,00 m) im Übergangsbereich der quartären Kiese zu den tertiären Kiesen liegt und ggf. die Ergebnisse noch der Rubrik quartäre Kiese, Homogenbereich B2 zuzuordnen wären. Dies ist aber für die nachfolgenden Beurteilungen nur von ungeordneter Bedeutung.

Die Bewertung der Feld- und Laborarbeiten erfolgt im Zusammenhang mit der Beschreibung und Wertung der erkundeten Bodenschichten in den nachfolgenden Kapiteln.

### **3 BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE**

#### **3.1 Geologischer Überblick**

Bei dem in diesem Bericht behandelten Sanierungsabschnitt der Kanalanlagen Uppenbornwerk 1 handelt es sich um den sog. Rotkreuzflutkanal, beginnend beim Stichkanalquädukt, welches Wasser vom Alten Werkkanal (AWK) in den Mittleren-Isar-Kanal (MIK) leitet, bis zum Absturzbauwerk II bei der Einleitung in das Unterwasser Uppenbornwerk Alt.

Nach den vorliegenden geologischen Kartenwerken und den älteren Gutachten (siehe Arbeitsunterlagen in Abschnitt 1.2) sind hier unter den schluffigen und kiesigen Auffüllungen bzw. den Dämmen und den 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 Bereich des Rotkreuzflutkanals sind die tertiären Böden unterhalb der quartären Kiese überwiegend in Form von tertiären Sanden und sandigen Kiesen zu erwarten. Bei der beschriebenen alten Bohrung mit Nr. 348 (K-km 2+285) wurden im Tiefsten unter tertiären Sanden und Kiesen auch tertiäre Mergel („Flinz“) erkundet. Vereinzelt wurden in diesen alten Bohrungen auch dünne Mergelbänke festgestellt.

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

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

### **3.2 Beschreibung der Bodenschichten**

#### **Oberboden – Homogenbereiche O1.1 und O1.2**

Bei den genannten Bohrungen B02-2023 und B03-2023 wurde Oberboden nur bei Bohrung B03-2023 in einer Stärke von 0,10 m erkundet. Überwiegend ist auf den Auffüllungen und Dämmen Oberboden auch nur in begrenzter Stärke zu erwarten. Nach den beschriebenen alten Bohrungen wurde über dem natürlichen Untergrund Oberboden (Bezeichnung: Humus) mit wenigen Dezimetern Stärke erkundet.

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 begrenzter Festigkeit (Konsistenz: weich bis steif) gebildet. Auch neben den Dämmen ist zu großen Teilen von schluffigem Oberboden auszugehen.

Angedeckter Oberboden, z. B. im Bereich von Auffüllungen oder den Dammkronen bei den Kanälen, ist aber auch in Form von ± humosen, schwach bis stark schluffigen Sanden (Homogenbereich O1.2) und Kiesen zu erwarten. Auch bei den mehr sandigen, kiesigen Ausbildungen des Oberbodens ist aber von nur von einer begrenzten Festigkeit auszugehen.

#### **Auffüllungen / Dammschüttungen – Homogenbereiche A1 bis A3**

Auf der linken Seite des Rotkreuzflutkanals bei Bohrung B02-2023 wurden Auffüllungen in Form von kiesigen, sandigen Schluffen steifer Konsistenz bis 2,0 m unter Gelände erbohrt (Homogenbereich A2). Die Konsistenz der schluffigen Auffüllungen wurde als steif angesprochen.

Ab 2 m Tiefe wurde in Bohrung B02-2023 bis 4,4 m unter GOK Auffüllmaterial in Form von schwach organischen, schwach sandigen, schwach schluffigen Kiesen lockerer Lagerung aufgeschlossen (Homogenbereich A1). Auch stärker schluffige und stärker sandige Kiese sowie Steinanteile sind in diesen Schichten des Homogenbereiches A1 möglich.

Es sei erwähnt, dass in Auffüllungen und Dammschüttungen im Bereich Uppenbornwerk 1 und 2 auch ± kiesige, ± schluffige Sande erkundet wurden. Diese Sande wären dem Homogenbereich A2 zuzuweisen.

Bei der tiefer auf einer Berme auf der linken Kanalseite angesetzten Bohrung B03-2023 wurden keine Auffüllungen erbohrt. Hier standen unter einer gering mächtigen Deckschicht (0,5 m) bereits die quartären Kiese an.

### **Deckschichten – Homogenbereiche B1.1 bis B1.3**

Unter den Auffüllungen und Dämmen sind über den quartären Kiesen meist bindige Decklagen begrenzter Mächtigkeit verblieben. Auch bei Bohrung B02-2023 wurden hier unter den Auffüllschichten ab 4,4 m unter GOK bis 6,1 m Tiefe bindige Auffüllschichten erkundet. Bei Bohrung B03-2023, rechtsseitig des Kanals, wurden unter dem Mutterboden nur geringmächtige, bindige Deckschichten bis 0,5 m unter Gelände festgestellt. Auch nach den beschriebenen alten Bohrungen wurden im Oberen unter dem Oberboden Deckschichten in begrenzter Mächtigkeit (bis etwa 1 – 2 m unter GOK) über den quartären Kiesen erkundet.

Bei den in B02-2023 und B03-2023 erbohrten Decklagen handelt es sich um teils schwach organische bis organische, schwach sandige bis sandige, tonige Schluffe und um schwach tonige, sandige Schluffe etwa weicher bis steifer und auch steifer bis halbfester Konsistenz. Die in den Bohrungen B02-2023 und B03-2023 erkundeten Deckschichten sind dem Homogenbereich B1.1 zuzuweisen.

In anderen Abschnitten der Kanalanlagen Uppenbornwerk 1 wurden auch sandige Deckschichten (B1.2) und teils auch Torfe (B1.3) begrenzter Mächtigkeit in diesen Formationen erkundet, was auch vorliegend entlang des Rotkreuzflutkanals nicht auszuschließen ist.

### **Quartäre Kiese – Homogenbereich B2**

Quartäre Kiese wurden unter den erbohrten Deckschichten in allen hier erwähnten Bohrungen aufgeschlossen. Die Oberkante der quartären Kiese kann bei den Bohrungen der Tabelle (1) und den Schnitten in Anlage (2) entnommen werden. Die quartären Kiese wurden nach den genannten Bohrungen bis in eine Tiefe von etwa 12 – 14 m Tiefe unterhalb der Geländeoberkante seitlich des Rotkreuzflutkanals erbohrt.

Bodenmechanisch sind die quartären Kiese nach den vorliegenden Bohrungen 2023 und den Laboruntersuchungen als teils schwach schluffige, sandige Kiese anzusprechen. Teilweise wurden hier auch sehr feinkornarme, sandige Kiese erbohrt. Auch steinige Anteile wurden abschnittsweise in den Kiesen festgestellt.

Nach den Bohrmeisteraufzeichnungen, den vorliegenden schweren Rammsondierungen und den durchgeführten Bohrlochsondierungen sind die quartären Kiese überwiegend mitteldicht

bis dicht gelagert. Wie bereits beschrieben, wurde bei DPH03-2023 in einer Tiefe von etwa 4 – 6 m im Grundwasserwechselbereich aber auch eine nur lockere Lagerung dieser quartären Kiese ermittelt.

Es sei erwähnt, dass in den quartären Kiesen auch schluffige, tonige Zwischenlagen und auch Sandschichten nicht auszuschließen sind, was aber in den hier zur Verfügung stehenden Bohrungen nicht erkundet wurde.

Auch Grobeinlagerungen sind in den quartären Kiesen in Form von Steinen möglich.

Die quartären Kiese wurden dem Homogenbereich B2 zugewiesen.

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

Unter den quartären Kiesen wurden in den Bohrungen B02-2023, B03-2023 und in den erwähnten alten Bohrungen tertiäre Schichten überwiegend in Form von Kiesen und Sanden erkundet.

Hierbei handelte es sich bodenmechanisch um schwach schluffige bis schluffige, sandige Kiese und um teils schwach kiesige, schluffige Sande (Homogenbereiche B3.1 und B3.2). Es ist jeweils von einer überwiegend mitteldichten bis dichten Lagerung dieser Kiese und Sande auszugehen.

In den beschriebenen alten Bohrungen wurden insbesondere im Tieferen und in dünnen Lagen untergeordnet auch tertiäre Schluffe und Tone (Homogenbereich B3.3) erbohrt. Entsprechende Schichten wurden im Bereich der Kanalanlagen Uppenbornwerke 1 und 2 auch in anderen Abschnitten erkundet. Bei den tertiären Schluffen und Tonen ist dabei überwiegend von  $\geq$  halbfester Konsistenz in Bezug auf die Festigkeit dieser Schichten auszugehen.

### **Schichtenabfolge**

Die maßgebende, hier erkundete Schichtabfolge kann den Schnitten in Anlage (2) entnommen werden. Auch bei den angegebenen alten Bohrungen, welche allerdings ab GOK abgeteuft wurden, wurde eine vergleichbare Untergrundsichtung festgestellt. Die alten Aufschlüsse und die hier aufgezeichnete Schichtenfolge kann dem genannten Längsschnitt in Unterlage [U1] entnommen werden. In Anlage 2.3 wurde das rekonstruierte Bohrprofil der alten Bohrung 471 eingetragen.

### **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 Standsicherheit der Dämme bzw. Böschungen und 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 in den vorliegenden Bohrungen, wie bereits zuvor beschrieben, nicht erbohrt wurden.

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

Bewertungskriterien	Auffüllungen / Dammschüttung		Schluffe / Tone teils organisch B1.1	Deckschichten	
	Kies + Sande <sup>4)</sup>	Schluffe		Sand / Kies <sup>4)</sup>	Torf <sup>4)</sup>
Homogenbereich	A1 / A2 <sup>4)</sup>	A3		B1.2 <sup>4)</sup>	B1.3 <sup>4)</sup>
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 <sup>2)</sup>	leicht – mittelschwer	leicht- mittelschwer	(leicht –) mittelschwer	mittelschwer – (leicht)
Lösbarkeit	leicht – mittelschwer <sup>1)</sup>	mittelschwer <sup>1)</sup>	(fließend) <sup>3)</sup> / mittelschwer	(fließend) <sup>3)</sup> / mittelschwer	fließend (– mittelschwer)

<sup>1)</sup> 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

<sup>2)</sup> Einbringhilfen, wie z. B. Vorbohrungen, werden hier erforderlich

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

<sup>4)</sup> Diese Schichten sind in den Auffüllungen und Deckschichten möglich, wurden aber in den vorhandenen Bohrungen beim Rotkreuzflutkanal nicht erkundet.

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

Bewertungskriterien	Quartäre Kiese (Kiese mit möglichen Zwischenschichten)	Tertiäre	
		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) <sup>3)</sup>	gering – groß	gering – groß
Frostempfindlichkeit (Kl. nach ZTV E-StB 17)	nicht – mittel / (stark) <sup>3)</sup> F1 – F2 / (F3) <sup>3)</sup>	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 <sup>1)</sup>	mittelschwer – schwer / nicht <sup>1)</sup>	schwer / nicht <sup>1)</sup>
Lösbarkeit	leicht – mittelschwer / schwer <sup>2)</sup>	leicht – mittelschwer / schwer <sup>2)</sup>	mittelschwer / schwer <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Einbringhilfen, wie z. B. Vorbohrungen bis zu einem überschrittenen, verrohrten Vorbohren mit Bodenaustausch, werden hier, z. B. in stärker verbackenen bzw. verfestigten Abschnitten, erforderlich

<sup>2)</sup> 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

<sup>3)</sup> bei Feinkornanteil > 15 %

#### 4 GRUNDWASSERVERHÄLTNISSSE

Die in den Bohrungen B02-2023 und B03-2023 eingemessenen Grundwasserstände können Tabelle (1) entnommen werden und sind auch in den Schnitten in Anlage (2) und in den Profilen in Anlage (3.1) eingetragen.

Bei den genannten Bohrungen wurde im September 2023 der Grundwasserspiegel 8,7 m bzw. 5,2 m unter Ansatzkote der jeweiligen Bohrung zwischen 403,06 mNHN und 403,65 mNHN nördlich des Stichkanalaquädukts eingemessen.

Eine gewisse Beeinflussung des Grundwasserspiegels durch den Wasserlauf im Rotkreuzflutkanal ist dabei generell nicht auszuschließen.

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 Stichkanalaquädukts beim Rotkreuzflutkanal bei etwa 405,0 mNN und beim Absturzbauwerk II in das Unterwasser Uppenbornwerk Alt bei etwa

404,5 mNN ermittelt. Nach diesen Angaben liegt der Grundwasserspiegel etwa 1,5 m über den eingemessenen Grundwasserspiegeln bei den Bohrungen B02-2023 und B03-2023.

Die Grundwasserfließrichtung ist im Bereich des Rotkreuzflutkanals nach der genannten Grundwassergleichenkarte im Wesentlichen nach Nord-Nord-Ost gerichtet und verläuft in etwa mit dem Lauf des Rotkreuzflutkanals.

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 2023 die Grundwasserstände etwa 0,1 – 0,3 m unter dem Mittelwasserniveau. Nach den genannten Grundwassermessstellen ist mit Grundwasserschwankungen 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.

Die in den Bohrungen B02-2023 und B03-2023 eingemessenen Grundwasserspiegel im September 2023 sind auch in den Schnitten in Anlage (2) eingetragen. Im Regelquerschnitt (Anlage (2.2)) ist auch der Betriebswasserspiegel (404,46 mNHN) und der maximale Wasserspiegel (406,96 mNHN) des Rotkreuzflutkanals eingetragen.

Der bei den Bohrungen B02-2023 und B03-2023 eingemessene Grundwasserspiegel liegt somit etwa auf Höhe der Sohle des Rotkreuzflutkanals und der hier liegenden Bauteile. Der Wasserspiegel nach der genannten Grundwassergleichenkarte (Stichtagsmessung 11.06.2025) würde bereits über dem Betriebswasserspiegel des Rotkreuzflutkanals (404,46 mNHN) liegen.

Grundwasserpegelmessungen in den Messstellen Trog P2 und Trog P3 (im Damm Stichkanal links, östlich Stichkanalaquädukt) zeigen aber ebenfalls tiefere Grundwasserspiegel, wie sie auch erbohrt wurden. In diesem Zusammenhang sei auch erwähnt, dass bei der Entleerung des Rotkreuzflutkanals im Jahr 2020 keine Sickerwasserzutritte in den Böschungen des Kanals festgestellt werden konnten. Es kann somit für die Sanierung von einem Grundwasserstand etwa auf Höhe der Rotkreuzflutkanalsohle ausgegangen werden.

Zwischen den eingemessenen Wasserspiegeln bei den Bohrungen B02-2023 und B03-2023 und dem Grundwasserspiegel nach der Grundwassergleichenkarte ist somit eine gewisse Differenz zu verzeichnen. Wir empfehlen in diesem Zusammenhang, bei erforderlichen erdstatischen Berechnungen für Bauwerke / Bauteile im Bereich des Rotkreuzflutkanals den Wasserspiegel zumindest bei 404,5 mNHN in Ansatz zu bringen.

## 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 Rotkreuzflutkanals 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
<b>Oberboden</b>				
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, h'-h)	OH	1
<b>Auffüllungen / Dammschüttungen</b>				
Auffüllung (Kies, schwach sandig bis sandig, ± schluffig, teils schwach steinig)	A1	A (G, s'-s, u'-u, (x'))	[GI] / [GW] [GU] / [GU*]	3 / 4 / 5 <sup>3)</sup>
Auffüllung (Sand ± schluffig, teils ± kiesig) <sup>4)</sup>	A2 <sup>4)</sup>	A (S, ± u, (± g))	[SW] / [SU] / ([SU*])	3 / 4 / (5) <sup>3)</sup>
Auffüllung (Schluff, sandig, teils ± tonig, teils ± kiesig)	A3	A (U, s (t'-t), (g'-g*))	[UL] / [UM] [TL] / [TM]	4 <sup>3)</sup>
<b>Deckschichten</b>				
Schluff, schwach tonig bis tonig, schwach sandig bis sandig, teils schwach kiesig bis kiesig, teils ± organisch	B1.1	U, t'-t, s'-s, (g'-g), (o'-o)	UL / UM / (OU) / TL / (TM) / (TA)	4 / 2 <sup>2)</sup> / 5 <sup>1)</sup>
Sand, schwach schluffig bis schluffig, teils ± kiesig <sup>4)</sup>	B1.2 <sup>4)</sup>	S, u'-u, (g'-g)	SW / SI / SU	3 / (4) <sup>2)</sup>
Torf <sup>4)</sup>	B1.3 <sup>4)</sup>	H	(HN) / HZ	3 / 2

<sup>1)</sup> bei ausgeprägt plastischen Böden; vorliegend nicht erkundet

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

<sup>3)</sup> 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

<sup>4)</sup> Diese Schichten sind in den Auffüllungen bzw. Deckschichten möglich, wurden aber in den vorhandenen Bohrungen beim Rotkreuzflutkanal nicht erkundet

Fortsetzung Tabelle (7)		Bodenklassifizierung		
Bodenschicht	Homogenbereich DIN 18300:2019-09	Bodenart	Boden- gruppe	Bodenklasse
		DIN 4023	DIN 18196	DIN 18300:2012-09
<b>Quartäre Kiese / Zwischenschichten Schluffe / Tone (B1.1) und Sande (B1.2) sind möglich</b>				
Kies, sandig, teils schwach schluffig, teils schwach steinig	B2	G, s, (u'), (x')	GI / GW / GU (GU*)	3 / (4) / 5 <sup>3)</sup>
<b>Tertiäre Kiese und Sande / Tone und Schluffe</b>				
Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig	B3.1	G, s, u'-u	GI / GW / GU	3/ (4) / 5 <sup>5)</sup>
Sand, schluffig, teils schwach kiesig	B3.2	S, u, (g')	SU / SU*	3 / 4 <sup>5)</sup>
Ton / Schluff, schwach sandig bis sandig <sup>6)</sup>	B3.3 <sup>6)</sup>	U, s'-s, ± t T, s'-s, ± u	UL / UM / UA TL / TM / TA	4 / 5 <sup>1) 5)</sup>

<sup>1)</sup> bei ausgeprägt plastischen Böden; vorliegend nicht erkundet

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

<sup>3)</sup> 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

<sup>4)</sup> Diese Schichten sind auch in den angegebenen Formationen möglich, wurden aber in den vorhandenen Bohrungen beim Rotkreuzflutkanal nicht erkundet

<sup>5)</sup> 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

<sup>6)</sup> Nur in den alten Bohrungen erkundet und hier als "Flinz" angesprochen

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

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

<sup>1)</sup> Diese Schichten sind in den angegebenen Formationen möglich, wurden aber in den vorhandenen Bohrungen beim Rotkreuzflutkanal 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 im Einzelfall dann noch näher zwischen dem Geotechniker und dem Ersteller der statischen Berechnungen abzustimmen.

## **6 SANIERUNG DER KANALANLAGEN**

### **6.1 Allgemeines zum Rotkreuzflutkanal**

Der hier behandelte Rotkreuzflutkanal der Kanalanlagen Uppenbornwerk 1 umfasst den Durchlass Stichkanalaquädukt mit Wehrschwelle und Grundablass Ü2, den Rotkreuzflutkanal von etwa K-km 2+180 bis 2+358 sowie das Absturzbauwerk II / Ü3 mit Grundablass.

Im südlichen Abschnitt, auf etwa 1/3 der genannten Länge, ist ein Ersatzneubau der Kanalauskleidung im Vollprofil vorgesehen. In den Böschungen ist hier eine 15 cm starke unbewehrte Betonschicht auf einer 10 cm starken Sauberkeitsschicht angedacht und auch die Sohle soll mit einer neuen Betonschicht überbaut werden. Im nördlichen Abschnitt des Rotkreuzflutkanals auf etwa 2/3 der Gesamtlänge ist der Ersatzneubau der Kanalauskleidung in der Böschung, wie zuvor beschrieben, vorgesehen. Bei den weiter beschriebenen Bauwerken / Bauteilen ist im Wesentlichen eine Betonsanierung geplant.

Im vorliegenden Gutachten werden die geotechnischen und hydrogeologischen Grundlagen für den Rotkreuzflutkanal mit den zugehörigen 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 ggf. erforderliche statische Berechnungen im Bereich des Rotkreuzflutkanals eingegangen.

## **6.2 Angaben zu Standsicherheitsberechnungen / erdstatische Berechnungen**

Nach unserem derzeitigen Kenntnisstand ist nicht vorgesehen, die Standsicherheit der Kanalböschungen im Bereich des Rotkreuzflutkanals näher nachzurechnen und nachzuweisen.

Auch erdstatische Berechnungen im Bereich der Überlaufschwelle, des Stichkanalaquädukts und des Absturzbauwerks II sind nach unserem derzeitigen Kenntnisstand nicht angedacht. Sollten entsprechende Berechnungen dennoch erforderlich werden, kann die maßgebende Untergrundschichtung auf Grundlage der Bohrungen B02-2023 und B03-2023 (siehe Anlagen (2.1), (2.2) und (3.1)) festgelegt werden. Die maßgebenden geotechnischen Rechenparameter sind dann nach Tabelle (8) unter Berücksichtigung der in Abschnitt 5.2 getroffenen Ausführungen festzulegen.

Werden hier ggf. bei Böschungsbruchberechnungen weitere Angaben erforderlich, kann diesbezüglich auf die Ausführungen in unserem Gutachten zum Alten Werkkanal vom 28. März 2024 Bezug genommen werden.

Bezüglich des bei erdstatischen und hydraulischen Berechnungen anzusetzenden Grundwasserspiegels während der Bauzeit ist auf den eingemessenen, höheren Grundwasserspiegel bei Bohrung B02-2023 mit einem gewissen Zuschlag von einigen Dezimetern Bezug zu nehmen. Bezüglich des Ansatzes des maximal möglichen Grundwasserspiegels sei auf die diesbezüglichen Ausführungen in Abschnitt 4 dieses Berichtes verwiesen. Neben dem maximal möglichen Wasserspiegel sind bei Standsicherheitsuntersuchungen auch niedrige Grundwasserspiegel zu berücksichtigen, wenn sich hierfür geringere Sicherheiten ergeben.

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.

## **6.3 Angaben zur Sanierung der Betonauskleidung / Wasserhaltung**

Wie bereits in Abschnitt 6.1 angesprochen, ist im südlichen Abschnitt auf etwa 1/3 der Länge des Rotkreuzflutkanals ein Ersatzneubau der Kanalauskleidung im Vollprofil und im weiter nördlichen Abschnitt ein Ersatzneu der Kanalauskleidung in den Böschungen vorgesehen. Die diesbezüglich derzeit vorgesehene Ausführung kann auch dem Regelquerschnitt in Anlage (2.2) dieses Berichtes entnommen werden.

Die Untergrund- und Grundwassersituation im Bereich des Rotkreuzflutkanals kann ebenfalls in etwa den Schnitten in den Anlagen (2.1) und (2.2) entnommen werden.

Für die Sanierung wird der Rotkreuzflutkanal entleert. Wie bereits erwähnt und in Unterlage [U1] (Bericht vom 10.04.2024) beschrieben, kam es bei einer Entleerung 2020 zu keinen Grundwasserzutritten im Böschungsbereich des Rotkreuzflutkanals. Umliegende Pegelmessstellen zeigten dabei Wasserstände bei ca. 403 mNHN, bei ca. 0,5 m unter Gerinnesohle. Wie in Abschnitt 4 beschrieben, wurden auch in den Bohrungen B02-2023 und B03-2023 relativ niedrige Grundwasserstände auf Höhe der Gerinnesohle festgestellt.

Wie in Abschnitt 4 beschrieben, ist nach allen vorliegenden Angaben somit davon auszugehen, dass die Sohle des Rotkreuzflutkanals bei normalen, etwa mittleren Grundwasserständen in etwa auf Höhe des bei den Bohrungen 2003 eingemessenen Grundwasserspiegels liegt. Es sind somit bei normalen Wasserständen nach den vorliegenden Erkenntnissen keine nennenswerten Wasserhaltungsmaßnahmen für die Sanierung des Rotkreuzflutkanals erforderlich. Höhere Wasserstände während der Bauzeit sind, wie in Abschnitt 4 beschrieben, aber nicht auszuschließen. Es ist deshalb denkbar, im Vorfeld der Maßnahme die Bemessung einer Bauwasserhaltung für einen Grundwasserspiegel bei etwa 0,5 m über der Sohle des Rotkreuzflutkanals (zumindest 0,5 m über der Gerinnesohle) durchzuführen, um bei Erfordernis sinnvolle Wasserhaltungsmaßnahmen bei der Ausführung der Sanierungsmaßnahmen zu ermöglichen. Nach den vorliegenden Korngrößenanalysen im Bereich der Bohrungen B02-2023 und B03-2023 sind im hier maßgebenden Tiefenbereich der quartären Kiese und den hieraus abgeleiteten Durchlässigkeitsbeiwerten sowie auf Grundlage von im weiteren Umfeld durchgeführten Pumpversuchen, z. B. im Bereich des Alten Werkkanals, würden wir vorliegend empfehlen, für entsprechende Wasserhaltungsmaßnahmen von einem Durchlässigkeitsbeiwert für die quartären Kiese von  $k_f = 6 \cdot 10^{-3}$  m/s (mittlere Wassermengen) bis  $1 \cdot 10^{-2}$  m/s (max. Wassermengen) auszugehen.

Neben dem genannten  $k_f$ -Wert für die quartären Kiese ist ein weiterer wichtiger Wert für die Bestimmung der Wassermengen bei einer Bauwasserhaltung die Unterkante der beschriebenen, sehr gut durchlässigen, quartären Kiese. Wie dies dem Schnitt in Anlage (2.2) zu entnehmen ist, würden wir hierfür empfehlen, die Unterkante der gut durchlässigen Kiese etwa 12 m unter der Oberkante der Bohrung B02-2023 in Ansatz zu bringen. Für die Durchlässigkeit der tertiären Kiese und Sande ist, soweit noch maßgebend, dann ab diesem Niveau ein Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 5 \cdot 10^{-4}$  m/s zu berücksichtigen.

Werden Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich, ist bei Erstellung der ersten Wasserhaltungsbrunnen / Schachtbrunnen die Durchführung von Pumpversuchen zur Verifizierung der Durchlässigkeit der Kiese vorzusehen. Bei abweichenden Ergebnissen der Bodendurchlässigkeit ist dann auf Grundlage dieser zusätzlichen Werte eine Modifizierung der Wasserhaltungsanlage durchzuführen.

Bei einer geringen erforderlichen Grundwasserabsenkung von wenigen Dezimetern können im Bereich der Kanalsohle Schachtbrunnen begrenzter Tiefe für die Wasserhaltung eingesetzt werden.

Nach den vorliegenden Aufschlüssen sind im Bereich der Rotkreuzflutkanalsohle und auch in den Böschungen überwiegend relativ gut tragfähige, quartäre Kiese zu erwarten. Eine Auflagerung der neuen Kanalauskleidung auf diesen Kiesen ist möglich. Sollten bereichsweise z. B. im oberen Abschnitt der Böschungen geringer tragfähige Deckschichten bei UK der Betonauskleidung anstehen, können zusätzliche Bodenaustauschmaßnahmen mit Magerbeton oder auch mit gut durchlässigem Kies-Sand-Material (z. B. Kies Körnung 0/63 mm; Feinkornanteil < 5 %), welches verdichtet einzubauen ist, notwendig werden.

#### **6.4 Durchlass Stichkanalquädukt / Wehrschwelle und Grundablass / Ü2**

##### **Allgemeines / Untergrund- und Grundwasserverhältnisse**

Wie dies dem Schnitt mit Überlaufschwelle und Grundablass sowie dem Stichkanalquädukt in Anlage (2.1) zu entnehmen ist, ist nach den hier in der Nähe liegenden und zuvor näher beschriebenen Bohrungen B02-2023 und B03-2023 davon auszugehen, dass das Gründungsniveau aller hier maßgebenden Bauwerksteile im Bereich der gut tragfähigen, quartären Kiese liegt. Das Grundwasserniveau liegt nach der Einmessung in Bohrung B02-2023 mit 403,65 mNHN etwa auf Höhe des Gründungsniveaus der Sohlplatte und die Fundamente der Überlaufschwelle und die Gründung des Stichkanalquädukts liegen rd. 0,5 m unter dem in Bohrung B02-2023 eingemessenen Grundwasserspiegel.

Wie bereits erwähnt, ist bei diesen Bauteilen im Wesentlichen eine Betonsanierung der Anlagenteile projektiert.

##### **Wertung der Erkundungsergebnisse**

Nach den vorliegenden Baugrunderkundungsergebnissen ist davon auszugehen, dass die Gründung der Anlagenteile im Bereich des hier behandelten Durchlasses beim Stichkanalquädukt in den gut tragfähigen, quartären Kiesen und Sanden erfolgt ist.

Größere, zusätzliche Lasten im Bereich der Fundamente bzw. der Gründung der hier behandelten Anlagenteile sind im Zuge der Sanierung vorliegend nicht zu erwarten. Zusätzliche, zukünftige Setzungen / Verformungen in diesem Abschnitt sind somit im Hinblick auf die relativ guten bis sehr guten Gründungsverhältnisse vorliegend nicht zu erwarten. Die Setzungen aus den aufgetragenen Lasten der Bauteile sind bereits gänzlich abgeklungen und lagen nach überschlägigen Berechnungen nur in einer Größenordnung von wenigen Zentimetern.

Bei Grundwasserständen, wie zum Zeitpunkt der Ausführung der Bohrungen B02-2023 und B03-2023 bzw. auch bei etwas höheren Wasserständen ( $\leq 0,5$  m) ist die Sohlaufbruchsicherheit im Bereich der Durchlasssohle noch gegeben. Dies ist bei Beginn der Arbeiten im Bereich der in [U1] genannten, umliegenden Pegelmessstellen zu überprüfen. Bei höheren Wasserständen ist die Sohlaufbruchsicherheit nachzuweisen und können dann bei Erfordernis zusätzliche Wasserhaltungsmaßnahmen zur Grundwasserabsenkung und -entspannung notwendig werden, wie dies zuvor in Abschnitt 6.3 beschrieben wurde.

In unserem geotechnischen Gutachten zu Alten Werkkanal (AWK) vom 28. März 2024 wurde auf die Gründung des Stichkanalquädukts eingegangen.

## **6.5 Absturzbauwerk II / Ü3-Anschluss Unterwasser Uppenbornwerk Alt**

### **Allgemeines / Untergrund- und Grundwasserverhältnisse**

Auch bei diesem Bauwerk ist eine Betonsanierung der Bauteile angedacht. Der im Unterwasser vorliegende Kolk soll verfüllt werden. Im Bereich dieses Absturzbauwerks vom Rotkreuzflutkanal in das Unterwasser des Uppenbornwerks Alt wurden auftragsgemäß keine zusätzlichen Aufschlüsse niedergebracht. Hier liegt nur ein vereinfachtes Bohrprofil aus dem Längsschnitt mit alten Bohrerergebnissen (Bohrung 471) vor (siehe [U1] – Längsschnitt mit alten Bohrerergebnissen).

Nach dem Profil der alten Bohrung 471 (siehe Anlage (2.3)) ist aber davon auszugehen, dass auch das Absturzbauwerk II und die Gerinnesohlen in den gut tragfähigen Kiesen des Quartärs bzw. Tertiärs liegen. Nähere Angaben zu den Grundwasserverhältnissen in diesem Abschnitt liegen nicht vor und sind nach dem vorliegenden Bericht (Unterlage [U1]) vom 10.04.2024 hier aber ebenfalls etwa auf Höhe (normale Wasserspiegel vorausgesetzt) der Gerinnesohlen des Rotkreuzflutkanals zu erwarten; siehe hierzu auch die Angaben zum Grundwasser in Abschnitt 6.3.

Für die geplante Betonsanierung dieses Absturzbauwerks und der weiteren, hier maßgebenden Anlagenteile ist gemäß unserer Kenntnis nur die Entleerung des Rotkreuzflutkanals vorgesehen. Eine Entleerung des Unterwassers des Alten Werkkanals ist nicht beplant.

### **Wertung der Erkundungsergebnisse**

Nach der beschriebenen alten Bohrung 471 ist auch hier davon auszugehen, dass die Gründung der Absturzschwelle und der angrenzenden Bauteile in gut tragfähigen Kiesen erfolgt ist. Zusätzliche Setzungen / Verformungen für dieses Bauwerk sind deshalb im Zuge der Sanierungsarbeiten (Betonsanierung) nicht zu erwarten.

Der Kolk im Unterwasser des Alten Werkkanals soll mit Einbau von Material unter Wasser saniert bzw. verfüllt werden. Für die Verfüllung des Kolks sind Wasserbausteine vorgesehen.

Bezüglich der Erfordernisse von Wasserhaltungsmaßnahmen, zur Gewährleistung einer trockenen Baugrube und zur Sicherstellung der Sohlaufbruchsicherheit sei auf die vorhergehenden Ausführungen in Abschnitt 6.3 verwiesen. Bei normalen Grundwasserständen sind keine nennenswerten Wasserhaltungsmaßnahmen beim Rotkreuzflutkanal erforderlich.

### **6.6 Weitere Angaben**

Werden weitere Angaben zu Baumaßnahmen mit geotechnischem und hydrogeologischem Hintergrund im Abschnitt des Rotkreuzflutkanals erforderlich, kann dies ggf. auf der Datengrundlage dieses Gutachtens erfolgen. Für einzelne Maßnahmen sind dann aber aufgrund der beschriebenen Datenlage ggf. 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 Rotkreuzflutkanals 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 der Kanalanlagen Uppenbornwerk 1 im Bereich des Rotkreuzflutkanals mit Durchlass Stichkanal-aquädukt und Absturzbauwerk II für den Planer und die Baufirma aufzubereiten.

In Abschnitt 6 dieses Gutachten erfolgten weitere geotechnische und hydrologische Angaben im Hinblick auf evtl. erforderliche erdstatische Berechnungen und bezüglich der Realisierung der geplanten Sanierungsmaßnahmen, soweit dies nach der Datengrundlage möglich war. Es wurden in diesem Zusammenhang auch Angaben zur Bauausführung und zur Bauwasserhaltung in diesem Bereich ausgeführt.

Die zur Ausarbeitung dieses Berichtes vorliegenden Untersuchungen und Arbeitsunterlagen wurden dokumentiert. Da dem Baugrundsachverständigen jedoch insbesondere unter Beachtung der Datenlage nicht alle relevanten Gesichtspunkte der Planung und Bauausführung im Bereich des Rotkreuzflutkanals bekannt sein können, erhebt dieser Bericht keinen Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich aller geotechnisch und hydrogeologisch relevanter Maßnahmen. Sollten für Berechnungen oder im Zuge der Bauausführung weitere Angaben seitens des Geotechnikers erforderlich werden, kann dies, soweit möglich, wie bereits angesprochen, von unserer Seite auf Grundlage der hier zusammengestellten, maßgebenden Untergrundverhältnisse und der vorliegenden 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.

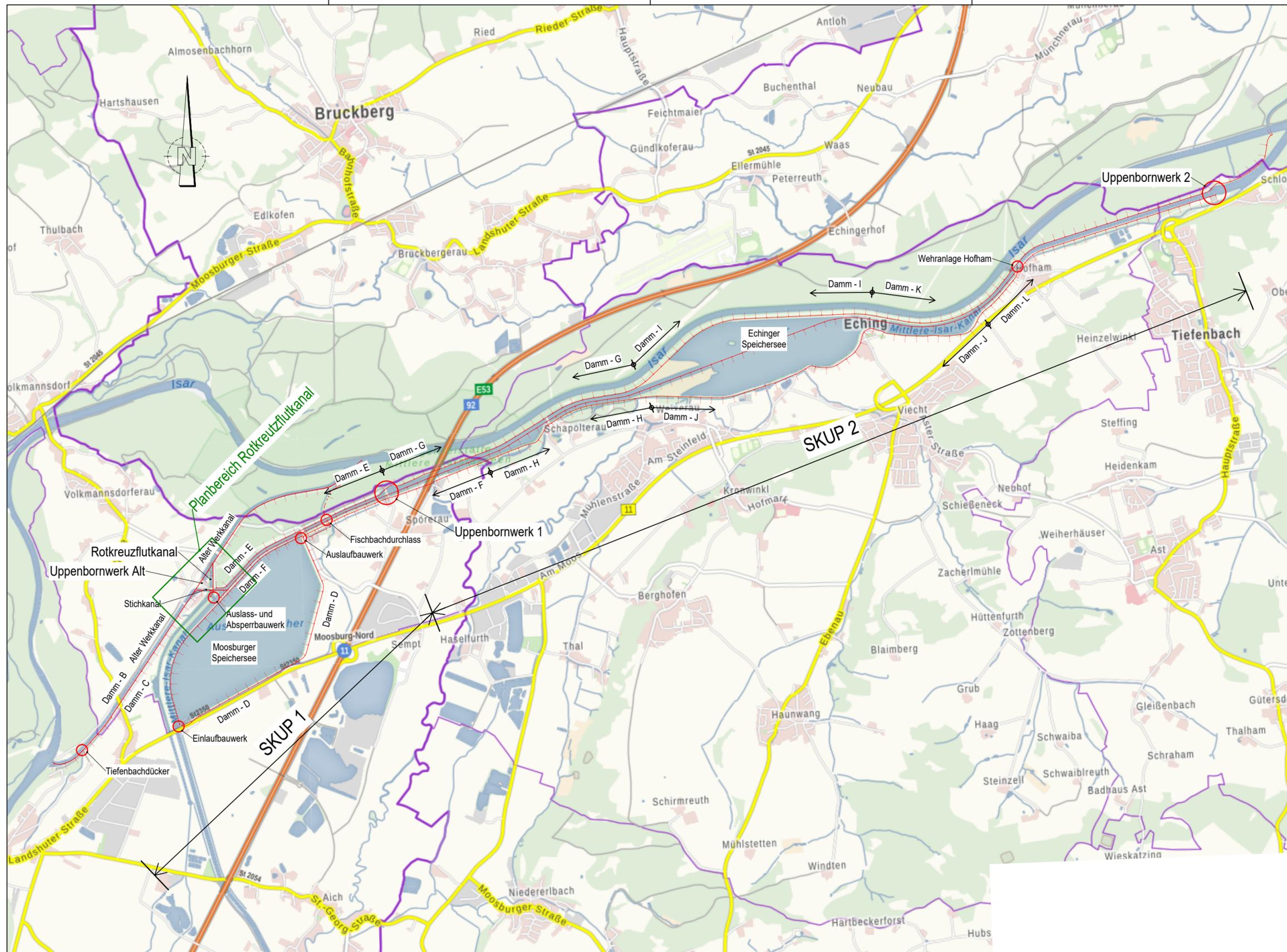
**CRYSTAL GEOTECHNIK**

---

**BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH**

**ANLAGE (1)**

**LAGEPLÄNE MIT AUFSCHLUSSPUNKTEN  
BEREICH UPPEBORNWERK 1 – ROTKREUZFLUTKANAL**



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



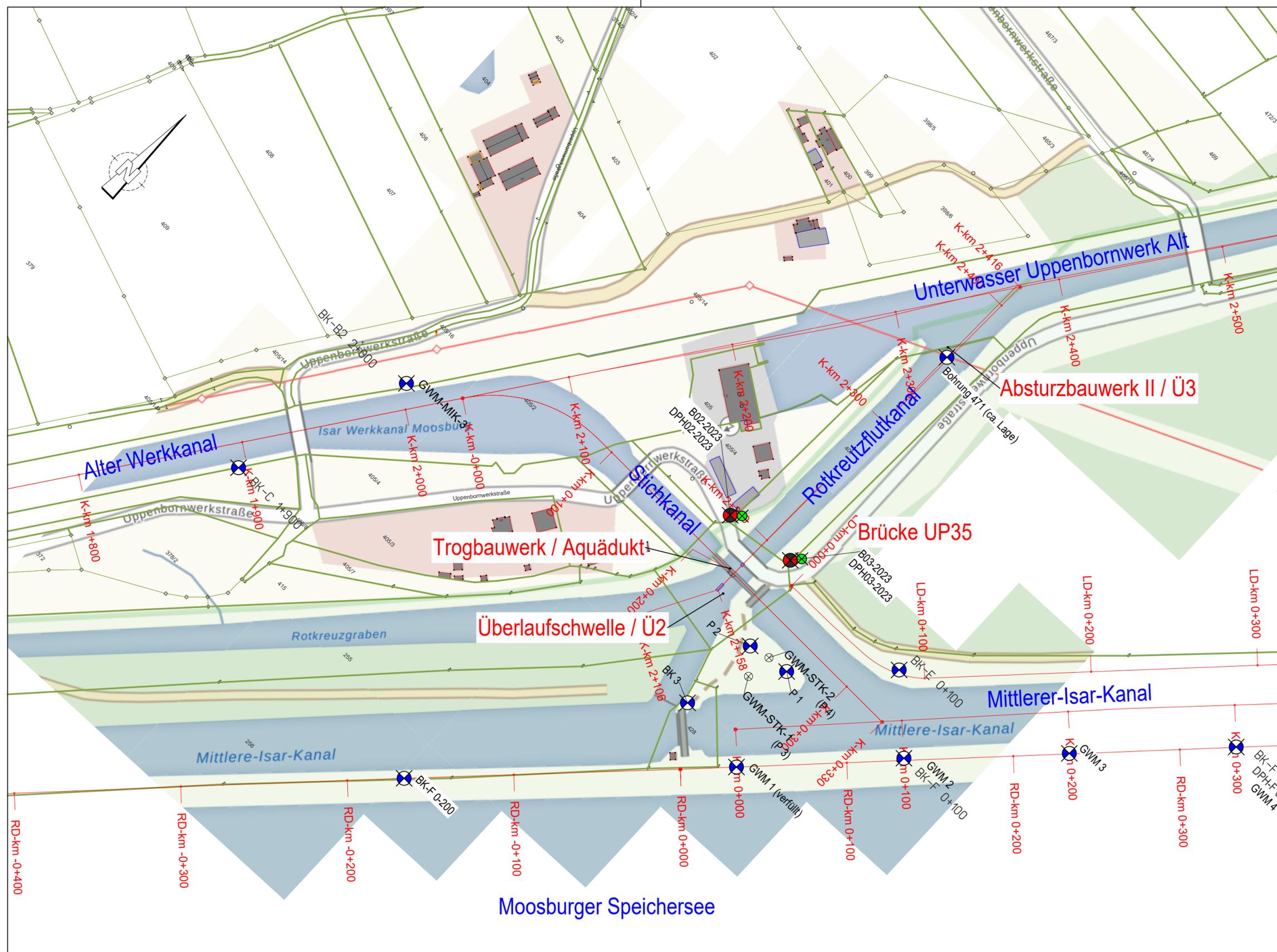
Stadtwerke München

Planersteller	<b>CRYSTAL</b> 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 <b>1.1</b>
---------------	------------------------------	--	-----------------------------

Werk	Uppenbornwerk 1	Format	Maßstab 1 : 30.000
Benennung	Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke Rotkreuzflutkanal Übersichtslageplan mit Planbereich	Datum	Name
		Bearb.	02.05.2024 R. Schneider
		Geprüft	02.05.2024 Ra. Schneider
		Projekt	B 221522
		Plan-Nr.	171

Zeichnungs-Nr.	UA	Abt.	Werk	Block	Sachgebiet	lfd. Nr.	Blatt von Blatt	Ind.
	1	2	3	4	5	6	7	8

Ersatz für H/B = 297 / 600 (0.18m²) Ersetzt durch Allplan 2021



### LEGENDE

- Bohrungen
- GW-Messstellen
- schwere Rammsondierungen
- Baggerschurf
- Bestandsbohrungen, teilweise mit zusätzlicher Sondierung

F			
E			
D			
C			
B			
A			
Index	Art der Änderung	Datum	Name
		AKZ/KKS	
<b>Stadtwerke München</b>		Anlagennummer	
<b>CRYSTAL</b> GEOTECHNIK		<b>1.2</b>	
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		Format Maßstab <b>1 : 2.000</b>	
Werk <b>Uppenbornwerk 1</b>		Datum Name 02.05.2024 R. Schneider	
Benennung <b>Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke</b> <b>Rotkreuzflutkanal</b> <b>Lageplan mit Aufschlusspunkten</b>		Geprüft Projekt Plan-Nr. 02.05.2024 Ra. Schneider B 221522 172	
Zeichnungs-Nr.		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		v.	
Ersatz für		Ersetzt durch	
H/B = 297 / 594 (0.18m²)		Allplan 2023	

**CRYSTAL GEOTECHNIK**

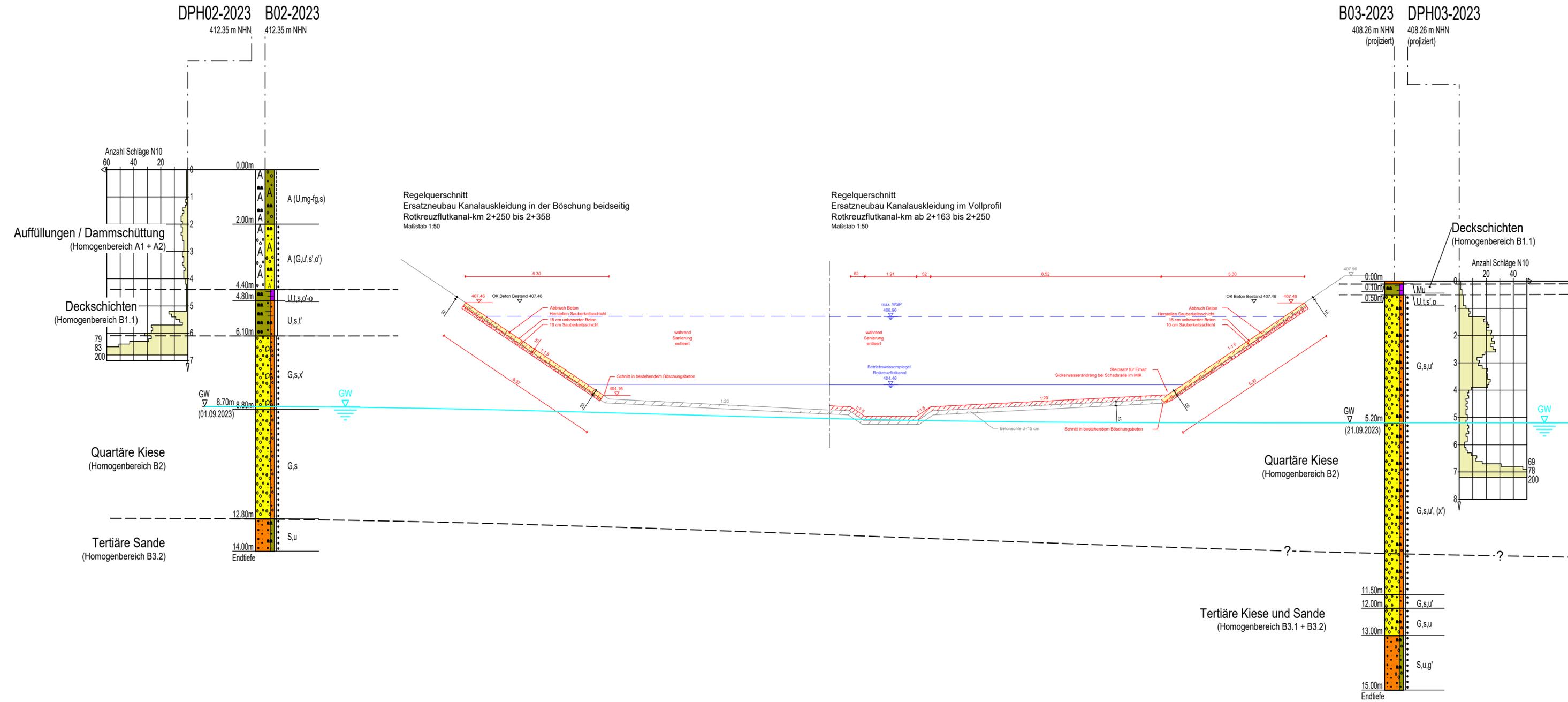
---

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

**ANLAGE (2)**

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

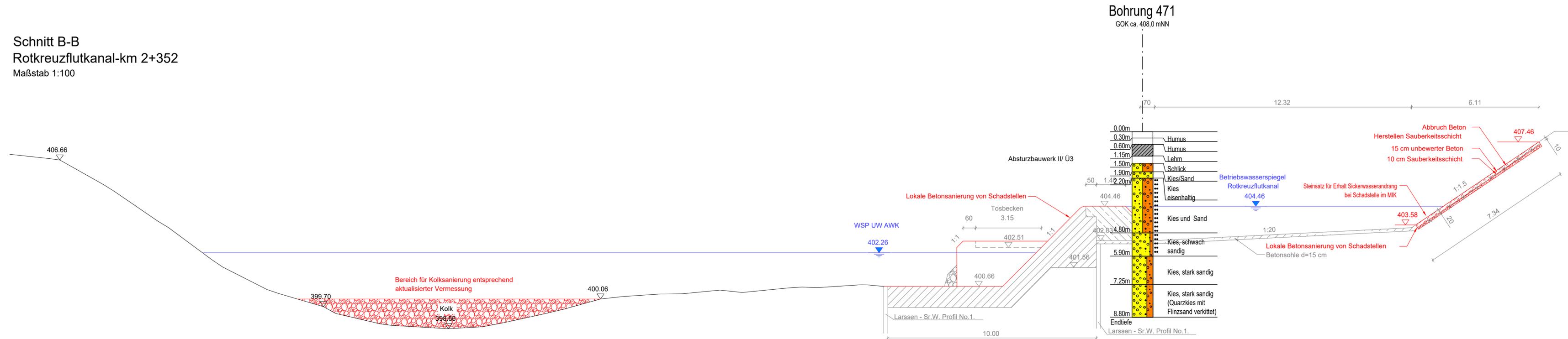




Plangrundlage:  
 Schnittdarstellung aus Sanierung Rotkreuzflutkanal und Kolk UW AWK, Vorabzug Stand 11.04.2024  
 PG-Skup, Bau + Plan / Arnold Consult

F			
E			
D			
C			
B			
A			
Index	Art der Änderung	Datum	Name
		AKZ/KKS	
 <b>Stadtwerke München</b>			
Planersteller <b>CRYSTAL GEOTECHNIK</b> <small>BERATENDE INGENIEURE &amp; GEOLOGEN GMBH          INSTITUT FÜR ERD- UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG          HOFSTATTSTRASSE 28 D-86919 UTTING TELEFON 08906/95894-0          SCHUSTERGASSE 14 D-83612 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0</small>		Anlagenummer <b>2.2</b>	
Werk		Format	Maßstab
Uppenbornwerk 1			1 : 100
Benennung		Datum	Name
Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke		Bearb. 02.05.2024	R. Schneider
Rotkreuzflutkanal		Geprüft 02.05.2024	Ra. Schneider
Regelquerschnitt mit Aufschlussprofilen		Projekt	B 221522
		Plan-Nr.	174
Zeichnungs-Nr.		U.A. Abt.	Werk Block Sachgebiet lfd. Nr.
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			Blatt von Blatt Ind.
Ersatz für		Ersetzt durch	
H/B = 297 / 820 (0.24m²)		Allplan 2023	

Schnitt B-B  
 Rotkreuzflutkanal-km 2+352  
 Maßstab 1:100



F			
E			
D			
C			
B			
A			
Index	Art der Änderung	Datum	Name
		AKZ/KKS	
Plannersteller	<b>SW/M</b> Stadtwerke München	Anlagennummer	<b>2.3</b>
	<b>CRYSTAL</b> BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD- UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTÄTTSTRASSE 28 D-86010 UTTING TELEFON 08906/96684-0 SCHUSTERGASSE 14 D-85912 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0		
Werk	Uppenbornwerk 1	Format	Maßstab 1 : 100
Benennung	Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke Rotkreuzflutkanal Schnitt Absturzbauwerk II mit Aufschlussprofil	Bearb.	02.05.2024 R. Schneider
		Geprüft	02.05.2024 Ra. Schneider
		Projekt	B 221522
		Plan-Nr.	175
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		
Ersatz für	Ersetzt durch		
H/B = 297 / 1000 (0.30m²) 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

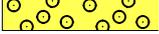
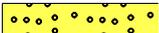
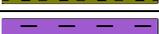
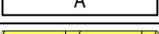
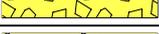
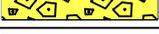
## Probenbezeichnung

- 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		orange gelb
Grobsand	grobsandig	gS	gs	CSa	csa		orange gelb
Mittelsand	mittelsandig	mS	ms	MSa	msa		orange gelb
Feinsand	feinsandig	fS	fs	FSa	fsa		orange gelb
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
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

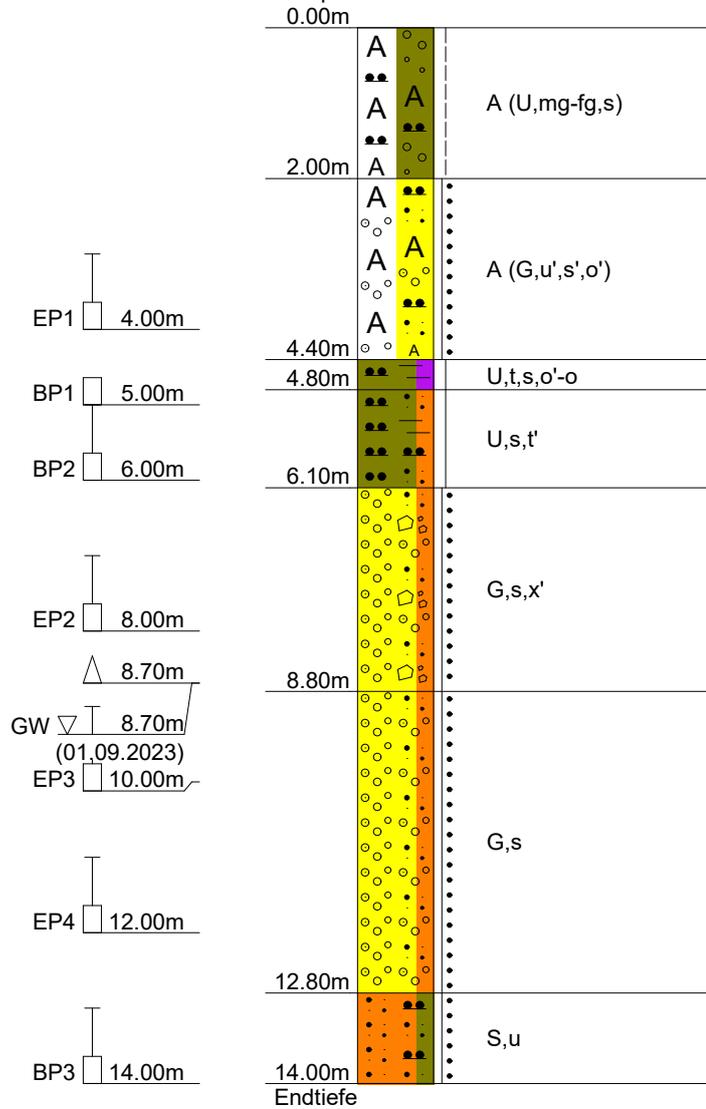
⋮⋮ = mitteldicht

⋮⋮⋮ = dicht

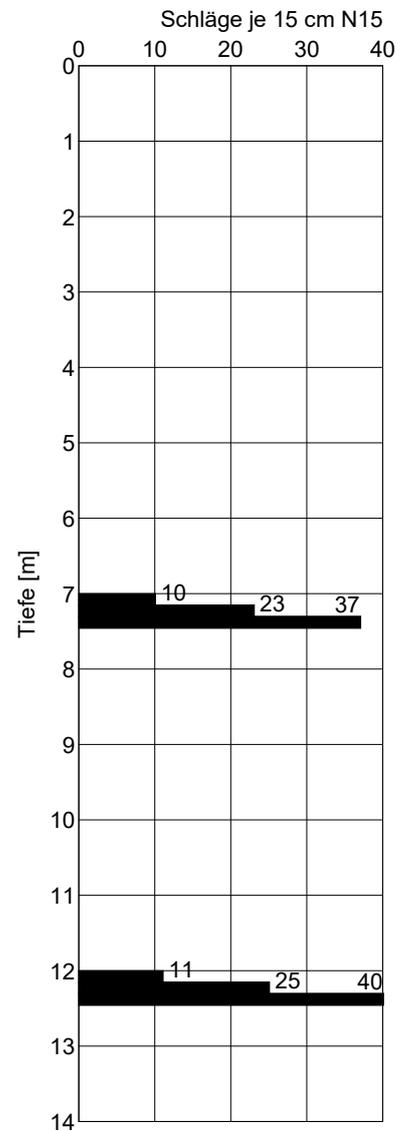
⋮⋮⋮⋮ = sehr dicht

### B02-2023

Ansatzpunkt: 412.35 m NHN

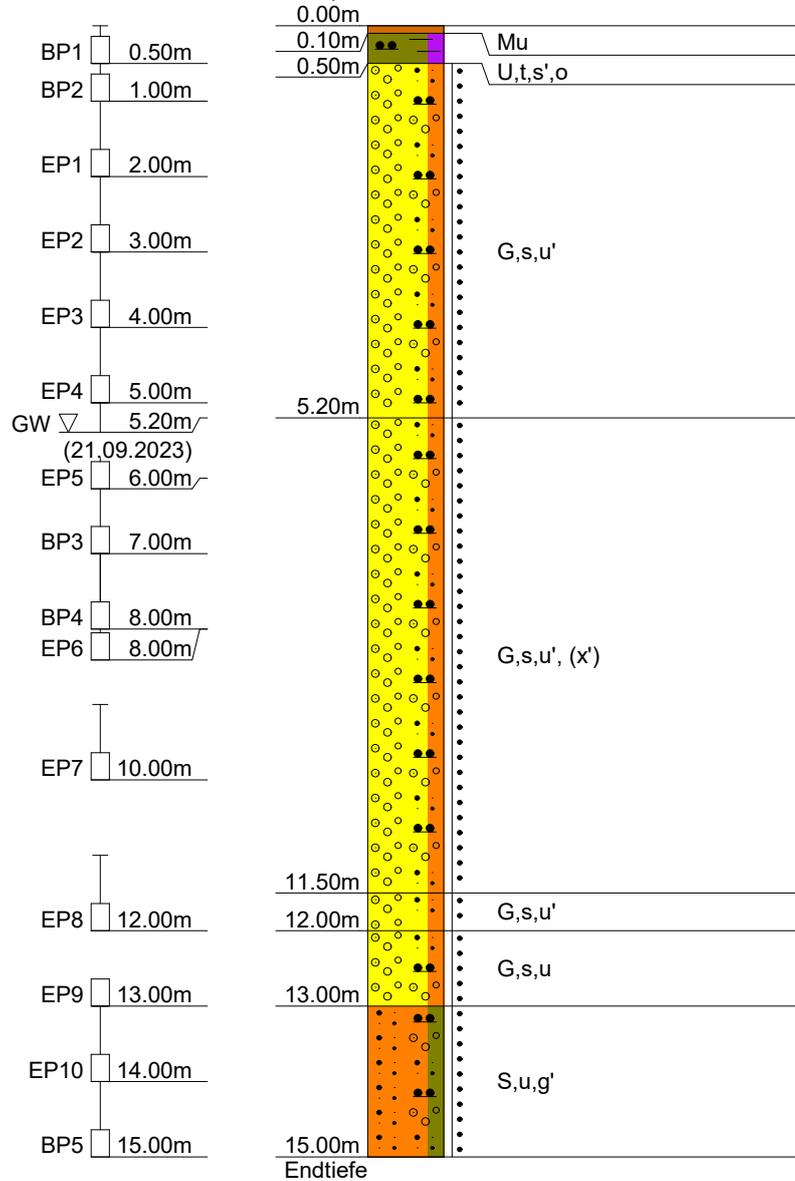


### SPT Versuche



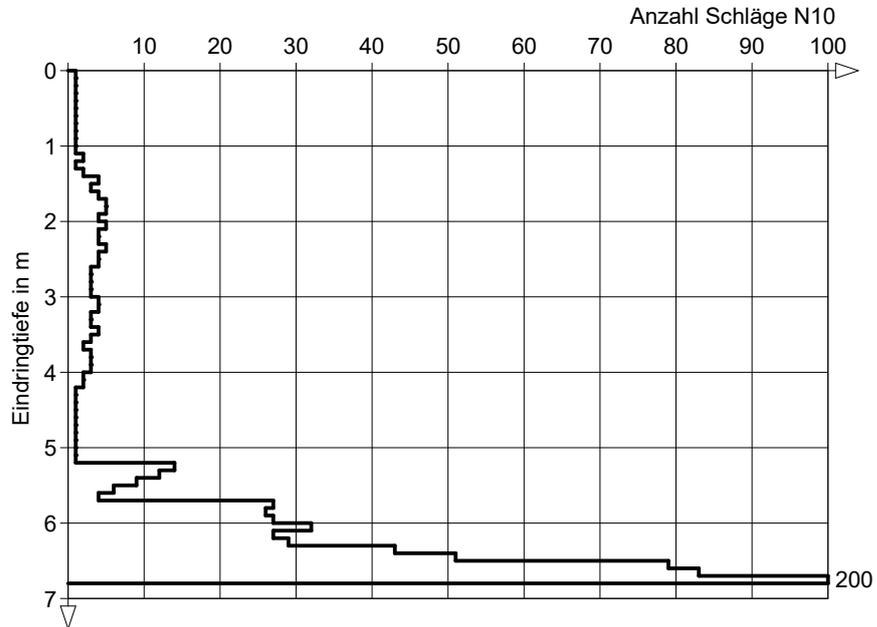
# B03-2023

Ansatzpunkt: 408.26 m NHN



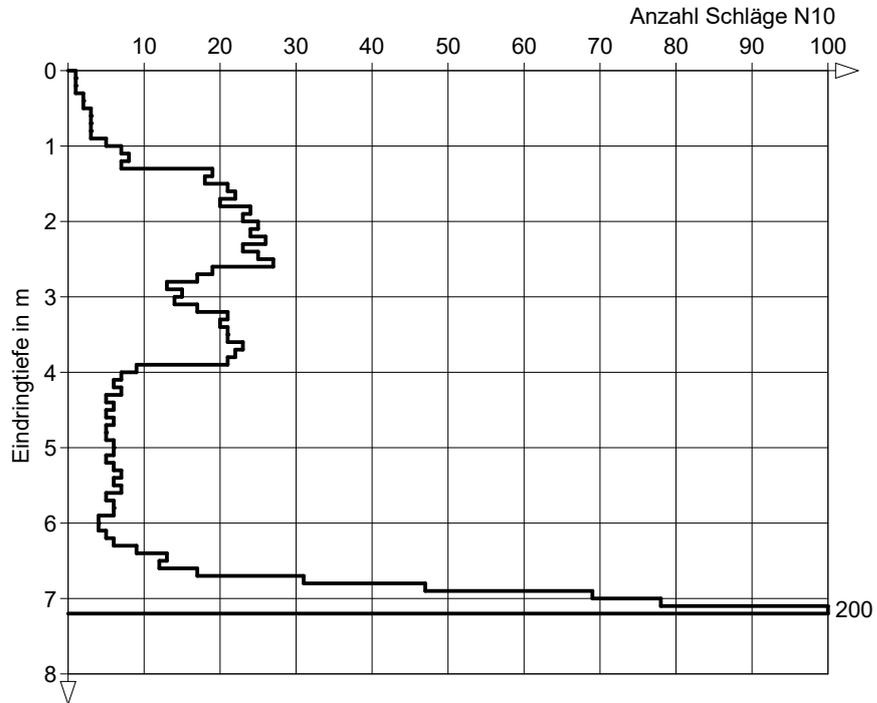
# DPH02-2023

Ansatzpunkt: 412.35 m NHN



# DPH03-2023

Ansatzpunkt: 408.26 m NHN



**CRYSTAL GEOTECHNIK**

---

**BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH**

**ANLAGE (4)**

**SCHICHTENVERZEICHNISSE  
DER BOHRUNGEN B02-2023 UND B03-2023**

Crystal Geotechnik GmbH

Berat. Ingenieure und Geologen

Hofstattstr. 28, 86919 Utting

Tel.: 08806 / 95894-0

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

Archiv-Nr:  
Aktenzeichen:**AZA2305018**

Anlage:  
Bericht:

**1 Objekt Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke 1+2,** Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **4**  
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

**2 Bohrung Nr. B02-2023** Zweck: **Baugrunderkundung**

Ort: **85368 Wang**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts:**719852.03** Hoch: **5374634.45** Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN m

Ansatzpunktes b) zu **412.35** m [m] unter Gelände

**3 Lageskizze (unmaßstäblich)**

Bemerkung:

**4 Auftraggeber:**

Fachaufsicht: **M. Weigle**

**5 Bohrunternehmen: BauGrund Süd**

gebohrt von: **31.08.2023** bis: **01.09.2023**

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 2 x SPT Versuche**

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	<b>Kernkisten (m)</b>	<b>14</b>	
Bohrproben	<b>Becherproben</b>	<b>3</b>	
Bohrproben	<b>Eimerproben</b>	<b>4</b>	
Sonderproben	<b>Zylinderproben /UP</b>	<b>-</b>	
Wasserproben		<b>1</b>	

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

<b>9.1.1.2 Lösen:</b>	ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend	druck = drückend	greif = greifend

<b>9.1.2 Bohrwerkzeug</b>	HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke	... =
<b>9.1.2.1 Art:</b>	VK = Vollkrone	Spi = Spirale	... =
EK = Einfachkernrohr	H = Hartmetallkrone	Kis = Kiespumpe	... =
DK = Doppelkernrohr	D = Diamantkrone	Ven = Ventilbohrer	
TK = Dreifachkernrohr	Gr = Greifer	Mei = Meißel	
S = Seilkernrohr	Schap = Schappe	SN = Sonde	

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

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

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m		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	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 **8.70** m, Anstieg bis \_\_\_\_\_ m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstand **8.70** 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	12,0	Füllkies	
								12,0	14,0	Suspension	

**11 Sonstige Angaben**

Datum: **01.09.2023**

DC

Crystal Geotechnik GmbH Berat. Ingenieure und Geologen Hofstattstr. 28, 86919 Utting Tel.: 08806 / 95894-0					Anlage Bericht: Az.: <b>AZA2305018</b>		
<b>Schichtenverzeichnis</b> für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben							
Bauvorhaben: <b>Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke 1+2,</b>							
<b>Bohrung Nr. B02-2023</b>				Blatt 3		Datum: <b>31.08.2023- 01.09.2023</b>	
1	2			3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe    i) Kalk- gehalt				
2.00	a) <b>Auffüllung (Schluff, mittelkiesig bis feinkiesig, sandig)</b>						
	b)						
	c) <b>mitteldicht</b>	d) <b>mittelschwer zu bohren</b>	e) <b>schwarz</b>				
	f)	g)	h)    i)				
4.40	a) <b>Auffüllung (Kies, schwach schluffig, schwach sandig, schwach org. Beimengung)</b>				EP	1	3.00 -4.00
	b)						
	c) <b>dicht</b>	d) <b>schwer zu bohren</b>	e) <b>grau</b>				
	f)	g)	h)    i)				
4.80	a) <b>Schluff, tonig, sandig, schwach organisch-bis organisch</b>						
	b)						
	c) <b>halbfest</b>	d) <b>schwer zu bohren</b>	e) <b>grau</b>				
	f)	g)	h)    i)				
6.10	a) <b>Schluff, sandig, schwach tonig</b>				BP BP	1 2	4.70 -5.00 5.00 -6.00
	b)						
	c) <b>halbfest</b>	d) <b>schwer zu bohren</b>	e) <b>grau</b>				
	f)	g)	h)    i)				
8.80	a) <b>Kies, sandig, schwach steinig</b>			Grundwasser 8.70m u. AP 01.09.2023  SPT Versuch bei 7 m Schläge:10/23/37	EP	2	7.00 -8.00 8.70
	b)						
	c) <b>dicht</b>	d) <b>schwer zu bohren</b>	e) <b>grau</b>				
	f)	g)	h)    i)				

Crystal Geotechnik GmbH Berat. Ingenieure und Geologen Hofstattstr. 28, 86919 Utting Tel.: 08806 / 95894-0	Anlage Bericht: Az.: <b>AZA2305018</b>
---	--

## Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke 1+2,**

<b>Bohrung Nr. B02-2023</b>	Blatt 4	Datum: <b>31.08.2023- 01.09.2023</b>
-----------------------------	---------	---

1	2				3	4	5	6
Bis  ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk-gehalt				
<b>12.80</b>	a) <b>Kies, sandig</b>				<b>SPT Versuch bei 12 m Schläge: 11/25/ 40</b>	<b>EP</b>	<b>3</b>	<b>9.00</b>
	b)					<b>EP</b>	<b>4</b>	<b>-10.00</b>
	c) <b>dicht</b>	d) <b>schwer zu bohren</b>	e) <b>grau</b>					<b>11.00</b>
	f)	g)	h)	i)				<b>-12.00</b>
<b>14.00</b> <b>Endtiefe</b>	a) <b>Sand, schluffig</b>					<b>BP</b>	<b>3</b>	<b>13.00</b>
	b)							<b>-14.00</b>
	c) <b>dicht</b>	d) <b>schwer zu bohren</b>	e) <b>blau</b>					
	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: **4**  
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

**2 Bohrung Nr. B03-2023** Zweck: **Baugrunderkundung**

Ort: **85368 Wang**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts:**719896.78** Hoch: **5374640.62** Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN m

Ansatzpunktes b) zu **408.26** m [m] unter Gelände

**3 Lageskizze (unmaßstäblich)**

Bemerkung:

**4 Auftraggeber:**

Fachaufsicht: **M. Weigle**

**5 Bohrunternehmen: BauGrund Süd**

gebohrt von: **21.09.2023** bis: **21.09.2023**

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	<b>Kernkisten (m)</b>	<b>15</b>	
Bohrproben	<b>Becherproben</b>	<b>5</b>	
Bohrproben	<b>Eimerproben</b>	<b>10</b>	
Sonderproben			
Wasserproben			

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

<b>9.1.1.2 Lösen:</b>	ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend	druck = drückend	greif = greifend

<b>9.1.2 Bohrwerkzeug</b>	HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke	... =
<b>9.1.2.1 Art:</b>	VK = Vollkrone	Spi = Spirale	... =
EK = Einfachkernrohr	H = Hartmetallkrone	Kis = Kiespumpe	... =
DK = Doppelkernrohr	D = Diamantkrone	Ven = Ventilbohrer	
TK = Dreifachkernrohr	Gr = Greifer	Mei = Meißel	
S = Seilkernrohr	Schap = Schappe	SN = Sonde	

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

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

<b>9.2 Bohrtechnische Tabellen</b>											
Tiefe in m		Bohrverfahren		Bohrwerkzeug				Verrohrung			Bemerkungen
Bohrlänge in m von	bis	Art	Lösen	Art	ø mm	Antrieb	Spülhilfe	Außen ø mm	Innen ø mm	Tiefe m	
0,0	15,0	BK	ram	Schap	180	SE		219	190	15,0	

<b>9.3 Bohrkronen</b>			<b>9.4 Geräteführer-Wechsel</b>						
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 **5.20** m, Anstieg bis \_\_\_\_\_ m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstand **5.20** 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	
								<b>0,0</b>	<b>12,0</b>	<b>Füllkies</b>
								<b>12,0</b>	<b>15,0</b>	<b>Zement-</b>

**11 Sonstige Angaben**

Datum: **21.09.2023**

DC

Crystal Geotechnik GmbH Berat. Ingenieure und Geologen Hofstattstr. 28, 86919 Utting Tel.: 08806 / 95894-0					Anlage Bericht: Az.: <b>AZA2305018</b>		
<b>Schichtenverzeichnis</b> für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben							
Bauvorhaben: <b>Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke 1+2,</b>							
<b>Bohrung Nr. B03-2023</b>				Blatt 3		Datum: <b>21.09.2023-</b> <b>21.09.2023</b>	
1	2			3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe		i) Kalk- gehalt		
0.10	a) <b>Mutterboden</b>						
	b)						
	c)	d) <b>leicht zu bohren</b>	e)				
	f)	g)	h)				
0.50	a) <b>Schluff, tonig, schwach sandig, org. Beimengung</b>				<b>BP</b>	<b>1</b>	<b>0.00</b> <b>-0.50</b>
	b)						
	c)	d) <b>mittelschwer zu bohren</b>	e) <b>schwarz</b>				
	f)	g)	h)				
5.20	a) <b>Kies, sandig, schwach schluffig</b>			<b>Grundwasser</b> <b>5.20m u. AP</b> <b>21.09.2023</b>	<b>BP</b>	<b>2</b>	<b>0.50</b> <b>-1.00</b> <b>1.00</b> <b>-2.00</b> <b>2.00</b> <b>-3.00</b> <b>3.00</b> <b>-4.00</b> <b>4.00</b> <b>-5.00</b>
	b)						
	c) <b>dicht</b>	d) <b>schwer zu bohren</b>	e) <b>grau</b>				
	f)	g)	h)				
11.50	a) <b>Kies, sandig, schwach schluffig, (schwach steinig)</b>				<b>EP</b>	<b>5</b>	<b>5.00</b> <b>-6.00</b> <b>6.00</b> <b>-7.00</b> <b>7.00</b> <b>-8.00</b> <b>7.00</b> <b>-8.00</b> <b>9.00</b> <b>-10.00</b>
	b)						
	c) <b>dicht</b>	d) <b>sehr schwer zu bohren</b>	e) <b>grau</b>				
	f)	g)	h)				
12.00	a) <b>Kies, sandig, schwach schluffig</b>				<b>EP</b>	<b>8</b>	<b>11.00</b> <b>-12.00</b>
	b)						
	c) <b>dicht</b>	d) <b>sehr schwer zu bohren</b>	e) <b>braun</b>				
	f)	g)	h)				

Crystal Geotechnik GmbH Berat. Ingenieure und Geologen Hofstattstr. 28, 86919 Utting Tel.: 08806 / 95894-0	Anlage Bericht: Az.: <b>AZA2305018</b>
---	--

## Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke 1+2,**

<b>Bohrung Nr. B03-2023</b>	Blatt 4	Datum: <b>21.09.2023- 21.09.2023</b>
-----------------------------	---------	---

1	2			3	4	5	6
Bis  ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe		i) Kalk- gehalt		
<b>13.00</b>	a) <b>Kies, sandig, schluffig</b>				<b>EP</b>	<b>9</b>	<b>13.00</b>
	b)						
	c) <b>dicht</b>	d) <b>sehr schwer zu bohren</b>	e) <b>blaugrau</b>				
	f)	g)	h)				
<b>15.00</b> <b>Endtiefe</b>	a) <b>Sand, schluffig, schwach kiesig</b>				<b>EP</b> <b>BP</b>	<b>10</b> <b>5</b>	<b>13.00</b> <b>-14.00</b> <b>14.00</b> <b>-15.00</b>
	b)						
	c) <b>dicht</b>	d) <b>sehr schwer zu bohren</b>	e) <b>blaugrau</b>				
	f)	g)	h)				

**CRYSTAL GEOTECHNIK**

---

**BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH**

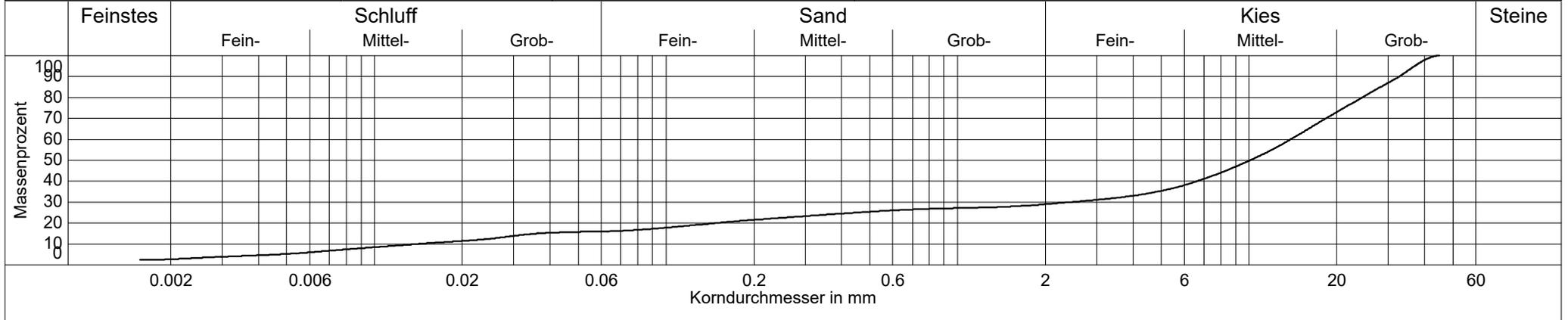
**ANLAGE (5)**

**ZUSAMMENSTELLUNG DER LABORERGEBNISSE 2023  
MIT LABORPROTOKOLLEN  
(B02-2023 UND B03-2023)**

EXCEL-Auswertung		Projektzusammenstellung													EX-KP-Projektzusammenstellung								
															Revision A - Stand 2023-02								
		Seite 1 von 2		Anlage 5.1																			
Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke, SKUP1 - Rotkreuzflutkanal										Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München													
Projekt-Nr.: B 221522			Probenehmer: Baugrund Süd			Probenahme: 01.09.2023				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 $\rho_{pr} / w_{pr}$	Einax Druckfestigkeit $q_u$ / vert. Stauchung $\epsilon_v$	Glühverlust	Komp.-Versuch  Laststufen Steifemodul	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 $\rho$	Trockendichte $\rho_d$						
				[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[t/m <sup>3</sup> ]	[t/m <sup>3</sup> ]/[%]	[kPa]/[%]	[%]	[kPa]	[kPa]	[kPa]		
B2-2023 4,00 m	B221522- B2- 4,00m	Auffüllung [Kies, schwach schluffig, schwach sandig schwach organisch] dunkles grau	A[G,u',s',o']  [GU*]		2,7	13,3	13,0	71,0	0,0														
B2-2023 6,00 m	B221522- B2- 6,00m	Schluff, sandig, schwach tonig  helles grau	U,s,t'  nicht ermittelt		8,3	63,4	28,1	0,2	0,0														
B2-2023 8,00 m	B221522- B2- 8,00m	Kies, sandig, schwach steinig  helles grau	G,s,x'  G1		4,6	18,2	68,1	9,1															
B2-2023 12,00 m	B221522- B2- 12,00m	Kies, sandig  helles grau	G,s  GW	6,7	3,2	16,4	80,0	0,0															

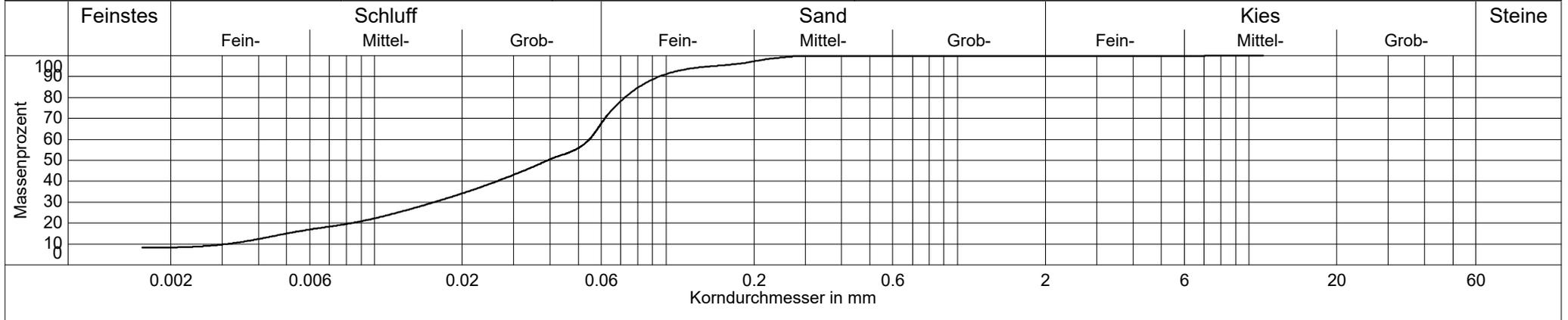


Crystal Geotechnik GmbH	 <b>DAkks</b> Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 5.3
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München



Probenbezeichnung	—— B221522-B2-4,00m
Entnahmestelle	B2-2023
Entnahmetiefe	4,00 m
Bodenart	G,u',s'
Bodengruppe	GÜ
KornfraktionenT/U/S/G	2.7/13.3/13.0/71.0 %
Ungleichförmigkeitsgrad	987.9
Krümmungszahl	30.2
Anteil < 0.063 mm	16.0 %
d10 / d60	0.014/13.898 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm³
kf nach Kaubisch	4.1E-06 m/s
kf nach Beyer	- (Cu > 30 )
kf nach Hazen	- (Cu > 5 )
kf nach Seiler	-
kf nach USBR	4.5E-05 m/s
Frostempfindlichkeitsklasse	F3
d25	0.451 mm
d30	2.431 mm

Crystal Geotechnik GmbH	 <b>DAkks</b> 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: 5.4
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München



Probenbezeichnung	—— B221522-B2-6,00m
Entnahmestelle	B2-2023
Entnahmetiefe	6,00 m
Bodenart	U,s,t'
Bodengruppe	nicht ermittelt
KornfraktionenT/U/S/G	8.3/63.4/28.1/0.2 %
Ungleichförmigkeitsgrad	17.4
Krümmungszahl	1.5
Anteil < 0.063 mm	71.7 %
d10 / d60	0.003/0.055 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm³
kf nach Kaubisch	- (0.063 >= 60%)
kf nach Beyer	9.5E-08 m/s
kf nach Hazen	- (Cu > 5 )
kf nach Seiler	-
kf nach USBR	6.0E-08 m/s
Frostempfindlichkeitsklasse	F3
d25	0.012 mm
d30	0.016 mm

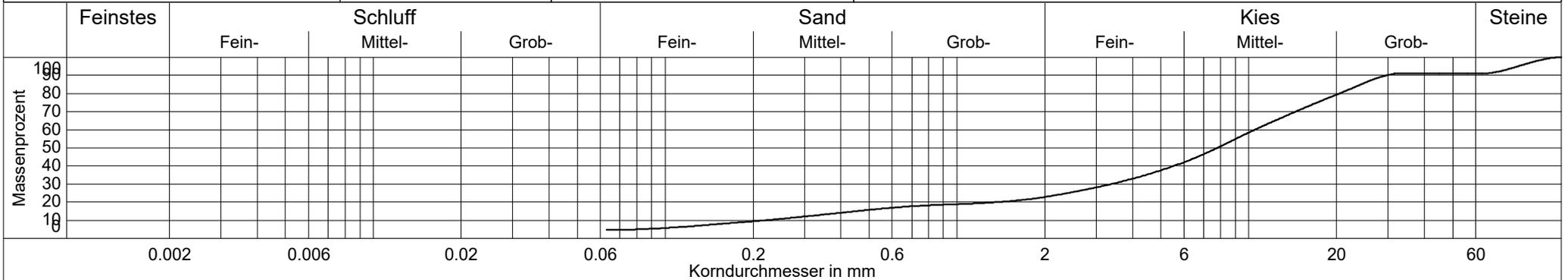
Crystal Geotechnik GmbH  
 Beratende Ingenieure und Geologen  
 Hofstattstraße 28, 86919 Utting  
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44  
 Mail: utting@crystal-geotechnik.de



# Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4

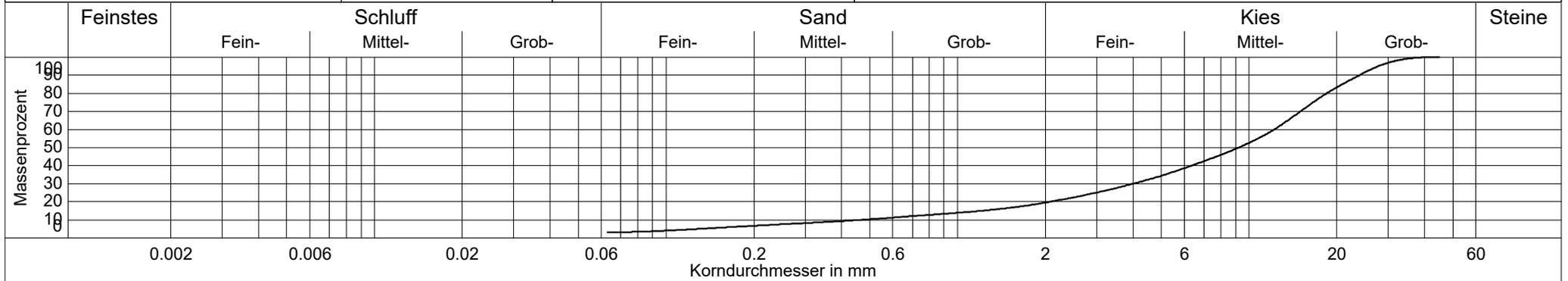
Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke  
 Projektnr.: B 221522  
 Datum: 17.10.2023  
 Anlage: 5.5  
 Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B221522-B2-8,00m
Entnahmestelle	B2-2023
Entnahmetiefe	8,00 m
Bodenart	G,s,x'
Bodengruppe	GI
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/4.6/18.2/68.1/9.1 %
Ungleichförmigkeitsgrad	47.6
Krümmungszahl	5.0
Anteil < 0.063 mm	4.6 %
d <sub>10</sub> / d <sub>60</sub>	0.220/10.479 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm <sup>3</sup>
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	- (Cu > 30 )
kf nach Hazen	- (Cu > 5 )
kf nach Seiler	9.9E-03 m/s
kf nach USBR	- (d <sub>10</sub> > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F1
d <sub>25</sub>	2.392 mm
d <sub>30</sub>	3.382 mm

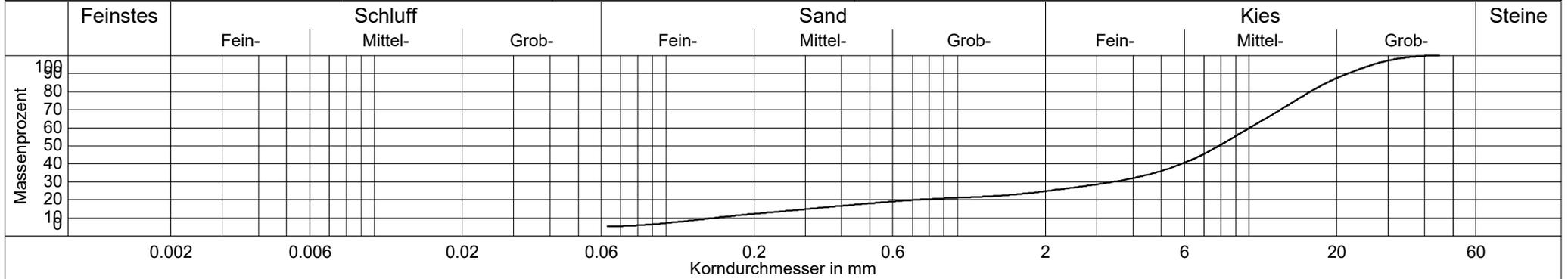
Crystal Geotechnik GmbH	 <b>DAKKS</b> Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0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



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B221522-B2-12,00m
Entnahmestelle	B2-2023
Entnahmetiefe	12,00 m
Bodenart	G,s
Bodengruppe	GW
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/3.2/16.4/80.4 %
Ungleichförmigkeitsgrad	26.1
Krümmungszahl	2.8
Anteil < 0.063 mm	3.2 %
d <sub>10</sub> / d <sub>60</sub>	0.467/12.188 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm <sup>3</sup>
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	2.0E-03 m/s
kf nach Hazen	- (Cu > 5 )
kf nach Seiler	9.1E-03 m/s
kf nach USBR	- (d <sub>10</sub> > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F1
d <sub>25</sub>	2.980 mm
d <sub>30</sub>	4.008 mm

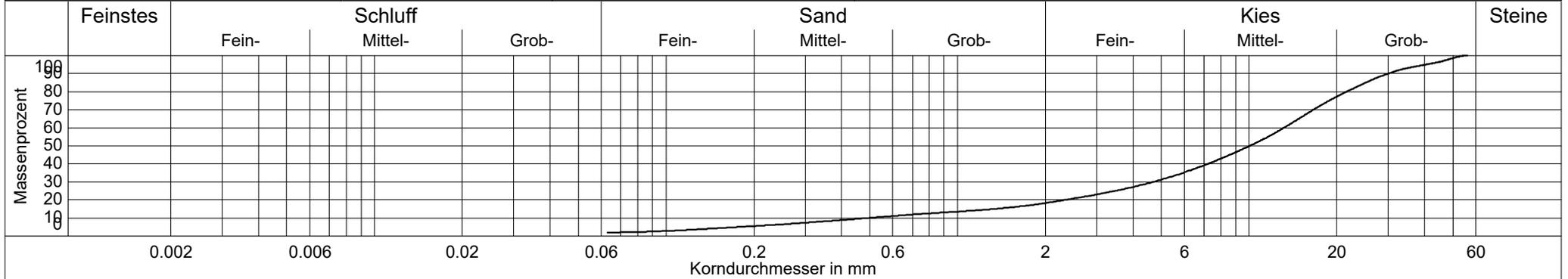
Crystal Geotechnik GmbH	 <b>DAKKS</b> Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0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



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B221522-B3-3,00m
Entnahmestelle	B3-2023
Entnahmetiefe	3,00 m
Bodenart	G,s,u'
Bodengruppe	GU
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/5.4/19.4/75.1 %
Ungleichförmigkeitsgrad	68.8
Krümmungszahl	7.9
Anteil < 0.063 mm	5.4 %
d10 / d60	0.146/10.044 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	1.3E-02 m/s
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F2
d25	2.027 mm
d30	3.412 mm

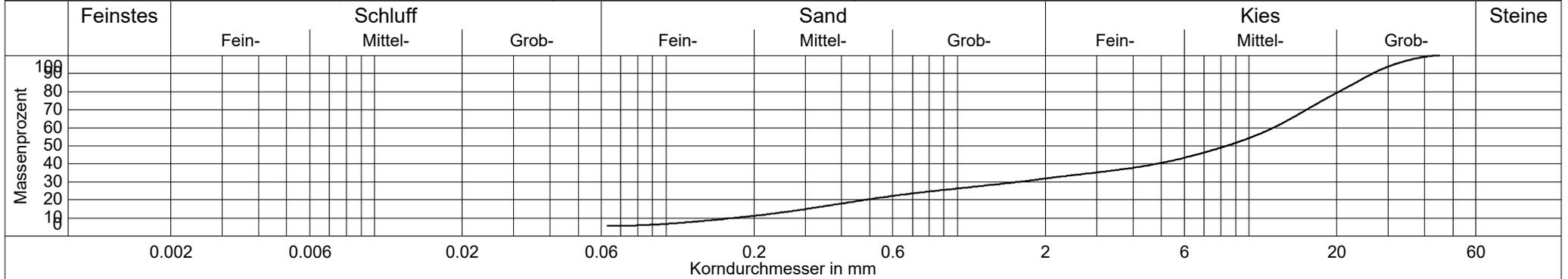
Crystal Geotechnik GmbH	 <b>DAKKS</b> Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0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



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	———— B221522-B3-5,00m
Entnahmestelle	B3-2023
Entnahmetiefe	5,00 m
Bodenart	G,s
Bodengruppe	G1
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/2.0/16.2/81.7 %
Ungleichförmigkeitsgrad	26.7
Krümmungszahl	3.4
Anteil < 0.063 mm	2.0 %
d <sub>10</sub> / d <sub>60</sub>	0.493/13.174 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm <sup>3</sup>
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	2.2E-03 m/s
kf nach Hazen	- (Cu > 5 )
kf nach Seiler	1.2E-02 m/s
kf nach USBR	- (d <sub>10</sub> > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F1
d <sub>25</sub>	3.472 mm
d <sub>30</sub>	4.693 mm

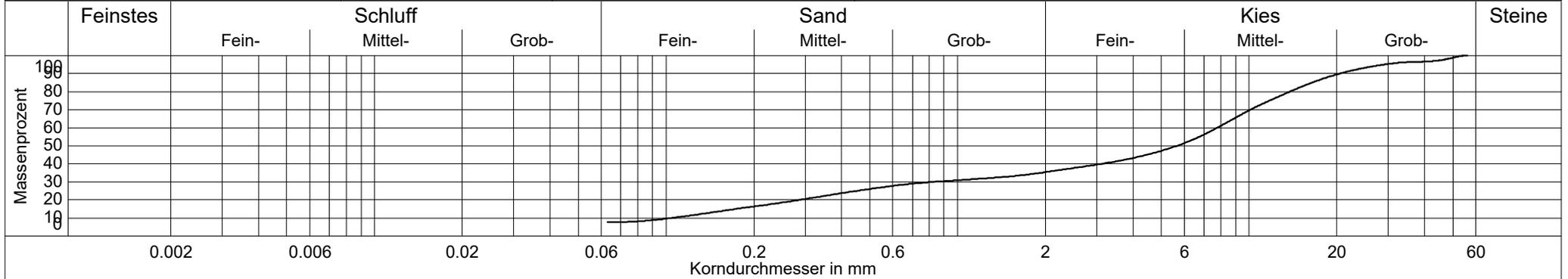
Crystal Geotechnik GmbH	 Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44	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



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B221522-B3-10,00m
Entnahmestelle	B3-2023
Entnahmetiefe	10,00 m
Bodenart	G,s,u'
Bodengruppe	GU
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/5.6/26.2/68.2 %
Ungleichförmigkeitsgrad	70.9
Krümmungszahl	1.3
Anteil < 0.063 mm	5.6 %
d10 / d60	0.171/12.109 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm <sup>3</sup>
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	- (Cu > 30 )
kf nach Hazen	- (Cu > 5 )
kf nach Seiler	2.4E-03 m/s
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F2
d25	0.835 mm
d30	1.621 mm

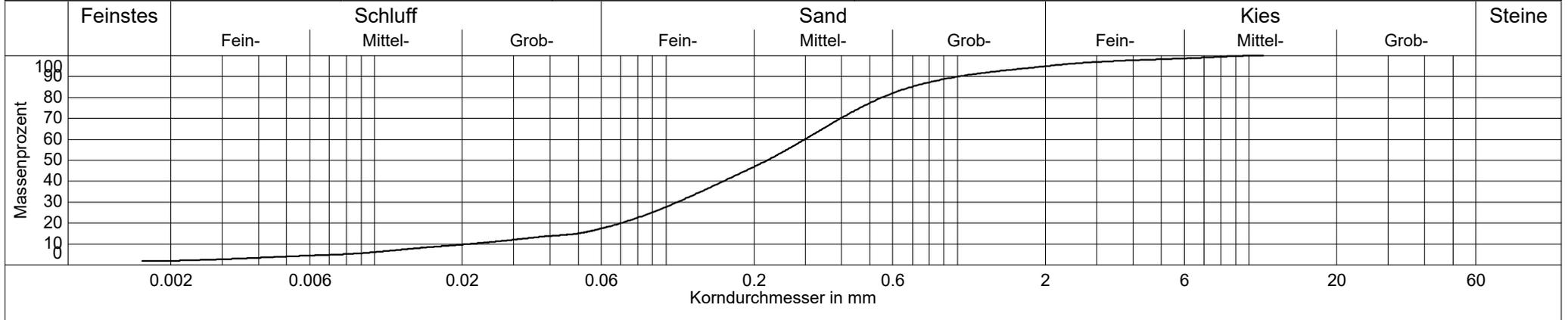
Crystal Geotechnik GmbH	 <b>DAKKS</b> Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0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



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B221522-B3-12,00m
Entnahmestelle	B3-2023
Entnahmetiefe	12,00 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/cm³
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	 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



Probenbezeichnung	—— B221522-B3-15,00m
Entnahmestelle	B3-2023
Entnahmetiefe	15,00 m
Bodenart	S,u,g'
Bodengruppe	SU
KornfraktionenT/U/S/G	2.0/16.2/76.8/5.0 %
Ungleichförmigkeitsgrad	14.1
Krümmungszahl	1.9
Anteil < 0.063 mm	18.2 %
d10 / d60	0.021/0.299 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm <sup>3</sup>
kf nach Kaubisch	2.5E-06 m/s
kf nach Beyer	4.5E-06 m/s
kf nach Hazen	- (Cu > 5 )
kf nach Seiler	3.3E-06 m/s
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F3
d25	0.089 mm
d30	0.109 mm

**CRYSTAL GEOTECHNIK**

---

**BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH**

**ANLAGE (6)**

**TABELLARISCHE ZUSAMMENSTELLUNG  
DER HOMOGENBEREICHE**

## Zusammenstellung und Beschreibung der Homogenbereiche Rotkreuzflutkanal

Kanalanlagen Uppenbornwerk 1 Rotkreuzflutkanal	DIN 18300:2019-09	DIN 18301:2019-09	DIN 18304:2019-09	Homogenbereich	Homogenbereich	Homogenbereich	Homogenbereich
				O1.1 + O1.2	A1	A2	A3
				Mutterboden/ Oberboden	kiesige Auffüllungen	sandige Auffüllungen	Schluff / Ton Auffüllungen
Umweltrelevante Inhaltstoffe	x	x	x	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt
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 <sup>2</sup>	0 - 7 kN/m <sup>2</sup>	0 - 10 kN/m <sup>2</sup>	2 - 30 kN/m <sup>2</sup>
undränirte Scherfestigkeit DIN 4094-4, DIN 18136, DIN 18137-2	x	x		5 - 50 kN/m <sup>2</sup>	--	--	25 - 200 kN/m <sup>2</sup>
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 $\gamma / \gamma'$	x			13 - 18 kN/m <sup>3</sup> 3 - 8 kN/m <sup>3</sup>	18 - 22 kN/m <sup>3</sup> 8 - 13 kN/m <sup>3</sup>	18 - 21 kN/m <sup>3</sup> 8 - 12 kN/m <sup>3</sup>	18 - 21 kN/m <sup>3</sup> 8 - 11 kN/m <sup>3</sup>
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 Rotkreutzflutkanal

Kanalanlagen Uppenbornwerk 1 Rotkreutzflutkanal		DIN 18300:2019-09		DIN 18301:2019-09		DIN 18304:2019-09		Homogenbereich B1.1	Homogenbereich B1.2	Homogenbereich B1.3	Homogenbereich B2
								<b>schluffige - tonige Deckschichten</b>	<b>sandige - kiesige Deckschichten</b>	<b>Torfe Deckschichten</b>	<b>quartäre Kiese</b>
	<b>Umweltrelevante Inhaltstoffe</b>	x	x	x				nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt
Boden	<b>ortsübliche Bezeichnung</b>	x	x	x				schluffige - tonige Deckschichten	sandige - kiesige Deckschichten	Torfe Deckschichten	quartäre Kiese Flussablagerungen
	<b>Kurzzeichen nach DIN 4023</b>	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
	<b>Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4</b>	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 %
	<b>Masseanteil Steine, Blöcke etc.</b>	o	x	x				0 - 5 %	0 - 5 %	0 - 5 %	0 - 20 %
	<b>Kohäsion DIN 18137</b>		x					2 - 30 kN/m <sup>2</sup>	0 - 10 kN/m <sup>2</sup>	2 - 10 kN/m <sup>2</sup>	0 - 7 kN/m <sup>2</sup>
	<b>undrained Scherfestigkeit DIN 4094-4, DIN 18136, DIN 18137-2</b>	x	x					25 - 200 kN/m <sup>2</sup>	--	10 - 20 kN/m <sup>2</sup>	--
	<b>Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1</b>	x	x	x				15 - 35 %	10 - 30 %	50 - 300 %	3 - 25 %
	<b>Plastizitätszahl DIN EN ISO 17892-12</b>	o	x	x				10 - 40 %	--	--	--
	<b>Konsistenz DIN EN ISO 17892-12</b>	o	x	x				0,50 - 1,25 (weich bis halbfest)	--	--	--
	<b>Lagerungsdichte</b>	o	x	x				--	locker	(mittel - stark zersetzt)	locker bis dicht
	<b>Wichte <math>\gamma / \gamma'</math></b>	x						17 - 21 kN/m <sup>3</sup> 7 - 11 kN/m <sup>3</sup>	18 - 21 kN/m <sup>3</sup> 8 - 12 kN/m <sup>3</sup>	11 - 17 kN/m <sup>3</sup> 1 - 7 kN/m <sup>3</sup>	19 - 24 kN/m <sup>3</sup> 10 - 14 kN/m <sup>3</sup>
	<b>Org. Anteil DIN 18128</b>	x						0 - 5 %	0 - 5 %	15 - 50 %	0 - 3 %
	<b>Abrasivität NF P18-579 LAK - Index</b>		x					50 - 200 g/t	250 - 800 g/t	50 - 200	500 - 2.000 g/t
<b>Bodengruppe DIN 18196</b>	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 Rotkreutzflutkanal

Kanalanlagen Uppenbornwerk 1 Rotkreutzflutkanal		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 <sup>2</sup>	0 - 10 kN/m <sup>2</sup>	10 - 50 kN/m <sup>2</sup>
	undrained Scherfestigkeit DIN 4094-4, DIN 18136, DIN 18137-2	x	x		--	--	100 - 250 kN/m <sup>2</sup>
	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 $\gamma / \gamma'$	x			20 - 23 kN/m <sup>3</sup> 11 - 14 kN/m <sup>3</sup>	20 - 22 kN/m <sup>3</sup> 11 - 13 kN/m <sup>3</sup>	19 - 22 kN/m <sup>3</sup> 9 - 11 kN/m <sup>3</sup>
	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**

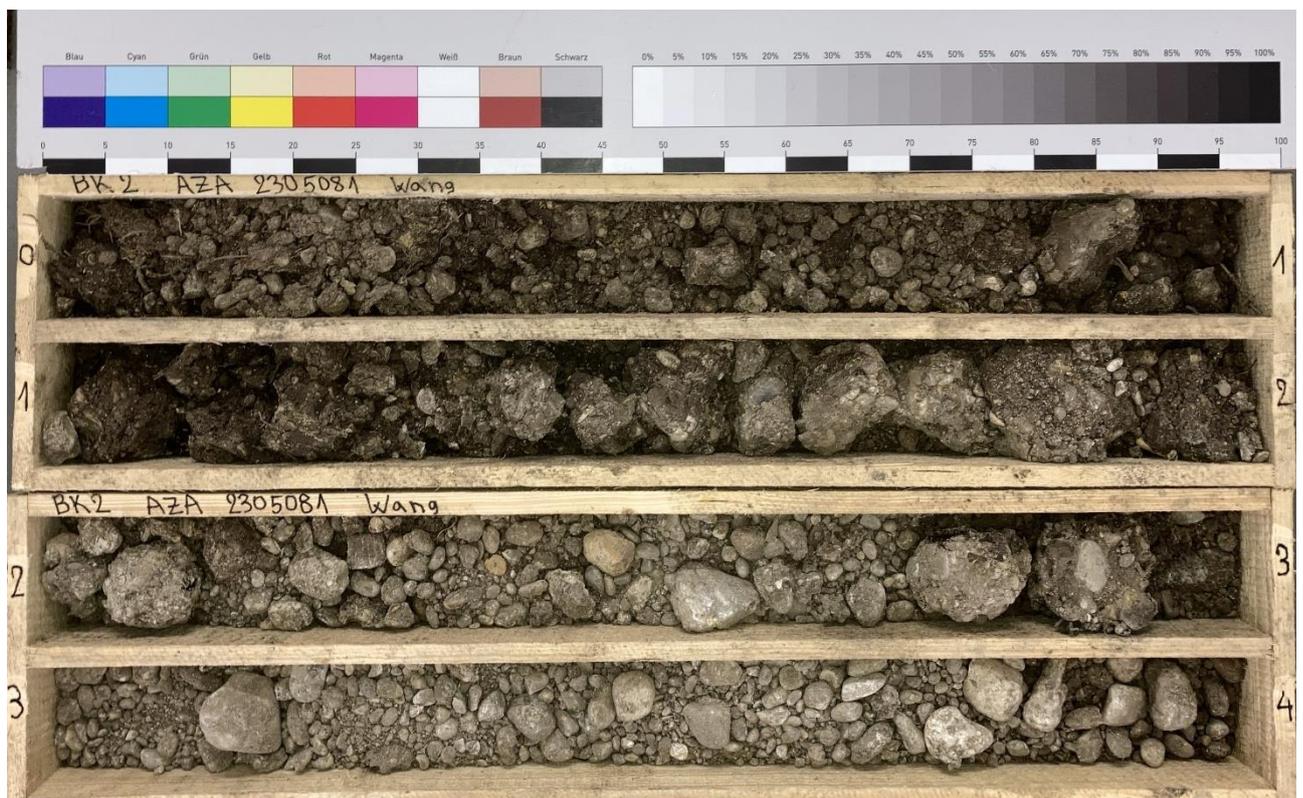
---

**BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH**

**ANLAGE (7)**

**FOTOS DER BOHRUNGEN  
B02-2023 UND B03-2023**

**BK2: 0,0 bis 4,0 m u. GOK**



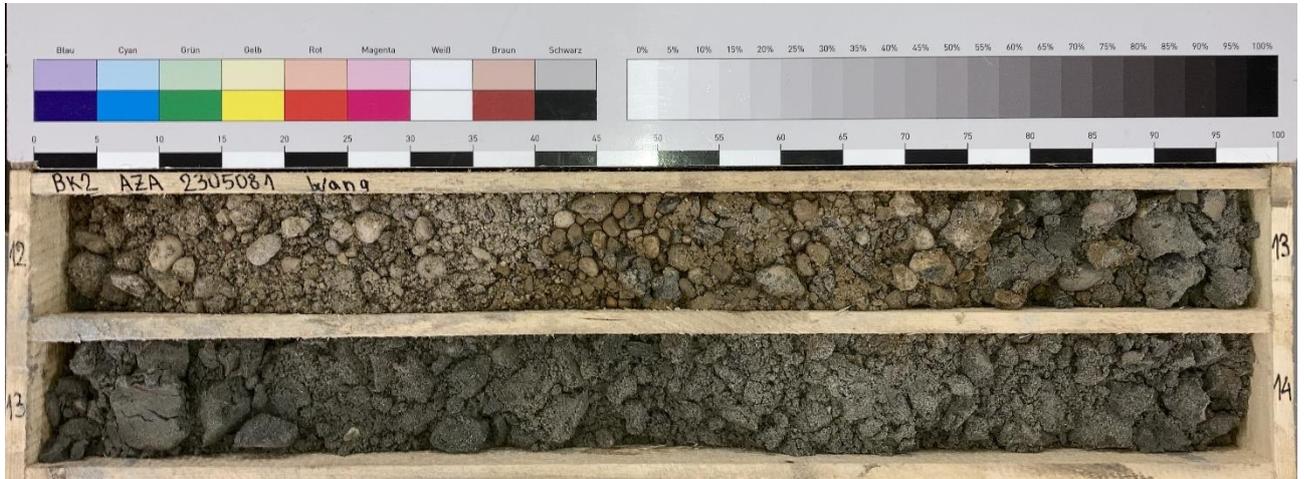
**BK2: 4,0 bis 8,0 m u. GOK**



**BK2: 8,0 bis 12,0 m u. GOK**



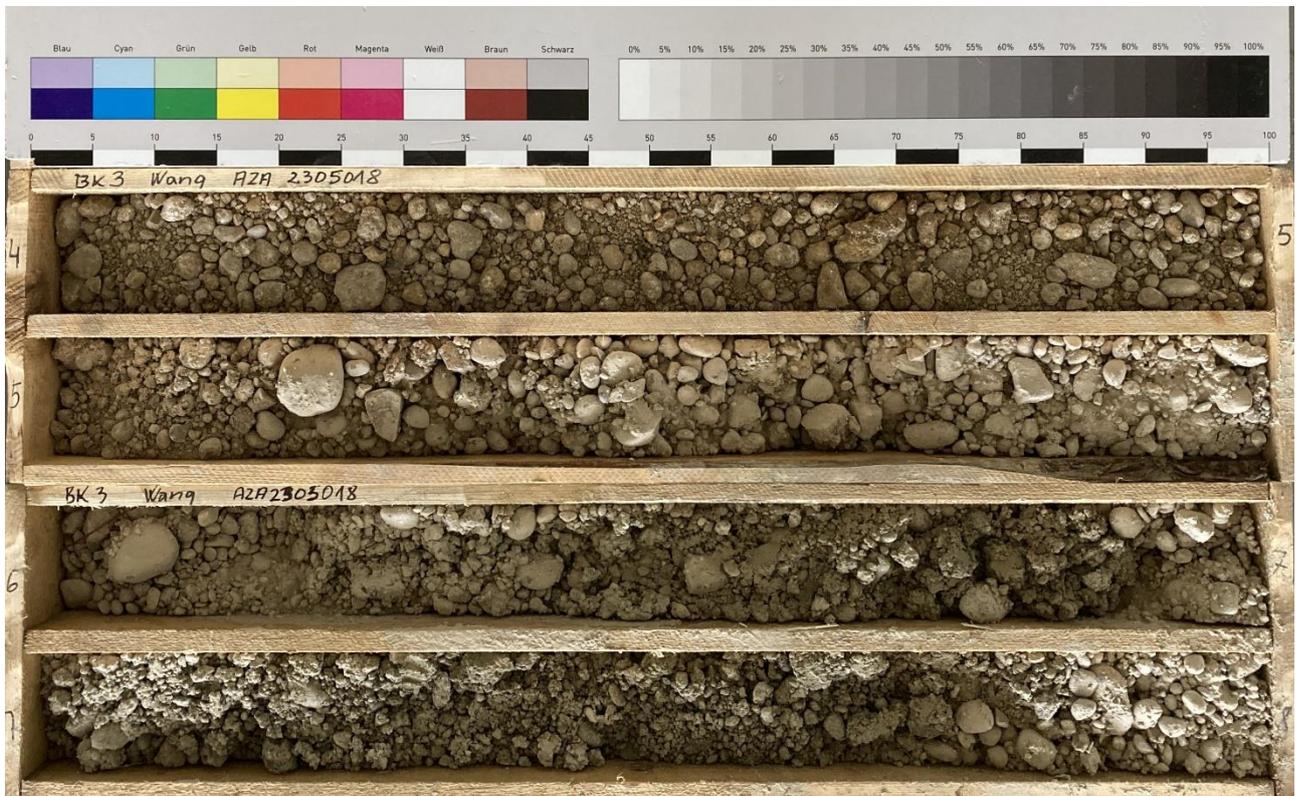
**BK2: 12,0 bis 14,0 m u. GOK**



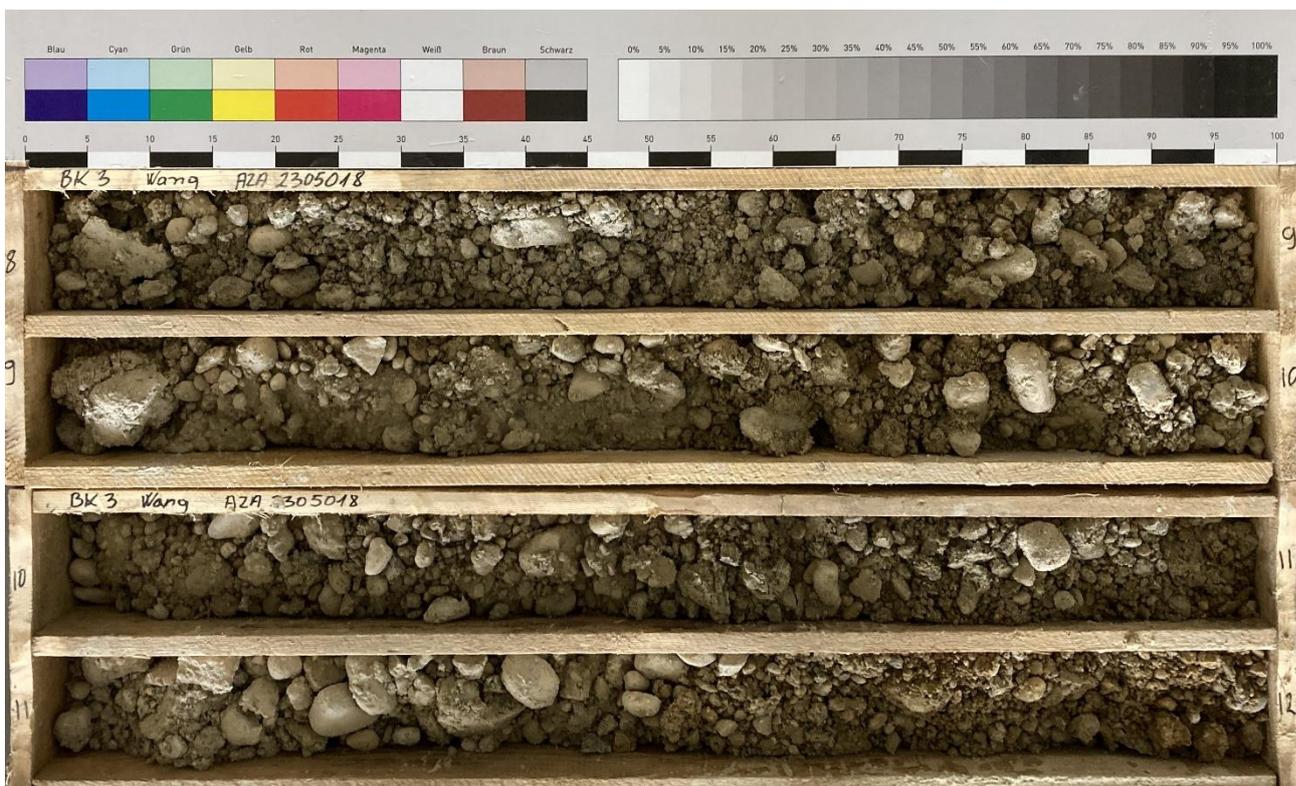
**BK3: 0,0 bis 4,0 m u. GOK**



**BK3: 4,0 bis 8,0 m u. GOK**



**BK3: 8,0 bis 12,0 m u. GOK**



**BK3: 12,0 bis 15,0 m u. GOK**

