

**Anlage 05.01.06
BAUGRUNDGUTACHTEN /
GEOTECHNISCHER BERICHT**

**Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerk 1
Mittlerer-Isar-Kanal (MIK)
UP 41 Brücke über den
Mittlerer-Isar-Kanal (MIK)**

BAUVORHABEN: Sanierung Kanalanlagen
Uppenbornwerk 1
Mittlerer-Isar-Kanal (MIK)
UP41 – Brücke über MIK

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

PLANUNG: ilp² Ingenieure GmbH & Co. KG
Isartalstraße 44 A
80469 München

BEARBEITUNG: Crystal Geotechnik GmbH
Dipl.-Geol. Berno Blüchel

DATUM: 06. Februar 2024

PROJEKT-NR.: B221522-GA03.9_UP41



Dr.-Ing. Reinhard Schneider



Dipl.-Geol. Berno Blüchel



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	FELD- UND LABORARBEITEN.....	6
2.1	Feldarbeiten.....	6
2.1.1	Bohrungen.....	6
2.1.2	Bohrlochsondierungen (BDP-Tests).....	7
2.1.3	Schwere Rammsondierungen.....	8
2.2	Bodenmechanische Laborversuche.....	9
3	BESCHREIBUNG DER BODENSCHICHTEN	11
3.1	Geologischer Überblick.....	11
3.2	Bodenschichten	11
3.2.1	Oberboden (Homogenbereich O1).....	11
3.2.2	Kiesige Auffüllungen (Homogenbereich A1).....	11
3.2.3	Bindige Decklagen - Schluffe und Tone (Homogenbereich B1.1).....	12
3.2.4	Quartäre Kiese (Homogenbereich B2).....	13
3.2.5	Tertiäre Kiese (Homogenbereich B 3.1).....	14
3.3	Grundwasserverhältnisse	15
4	ERDBAULICHE UND ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN.....	16
4.1	Bodenklassifizierung und Homogenbereiche	16
4.2	Bodenparameter und Homogenbereiche	17
4.3	Bettungsmodule.....	18
4.4	Aufnehmbarer Sohldruck	19
5	BAUAUSFÜHRUNG / GRÜNDUNG	20
5.1	Allgemeines	20
5.2	Baugruben / Baugrubenverbauten	21
5.3	Wasserhaltung.....	23
5.4	Gründung	24
5.5	Sonstige Hinweise	25
6	SCHLUSSBEMERKUNGEN.....	27

TABELLEN

Tabelle (1)	Kennzeichnende Daten der Bohrungen	6
Tabelle (2)	Kennzeichnende Daten der Bohrlochsondierungen (BDP-Tests)	7
Tabelle (3)	Kennzeichnende Daten der schweren Rammsondierungen.....	8
Tabelle (4)	Bodenmechanische Laborversuche	9
Tabelle (5)	Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen.....	10
Tabelle (6)	Bodenklassifizierung und Homogenbereiche	16
Tabelle (7)	Bodenparameter und Homogenbereiche	17
Tabelle (8)	Bettungsmodule für Plattengründungen in den würmeiszeitlichen und tertiären Kiesen.....	18
Tabelle (9)	Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} für Fundamentgründungen in den würmeiszeitlichen und tertiären Kiesen	19
Tabelle (10)	Charakteristische Tragfähigkeitswerte für Bohrpfahlgründungen.....	25

ANLAGEN

- (1) Lageplan mit Aufschlusspunkten, M 1 : 2.000
- (2) Bauwerksschnitt mit geologischer Untergrundsituation, M 1 : 100
- (3) Bohr- und Sondierprofile mit BDP-Tests, M 1 : 100
- (4) Original-Schichtenverzeichnisse der Bohrungen der Baugrund Süd, Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH
- (5) Bodenmechanische Laborversuche
- (6) Fotodokumentation der Bohrkerne
- (7) Tabellarische Zusammenstellung der Homogenbereiche

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, Mittlerer-Isar-Kanal (MIK), UP 41 – Brücke über den Mittleren Isar Kanal (MIK) zusammengestellt und bewertet.

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

Im vorliegenden Gutachten werden die Ergebnisse der vorhandenen und der 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 Erneuerung der Brücke UP 41 über den Mittlerer-Isar-Kanal (MIK); beispielsweise zu eventuell erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahmen, zu Baugrube / Verbau und zur Gründung des Brückenbauwerkes (Flach- und Tiefgründung).

Altlasttechnische Untersuchungen und Bewertungen 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 zur behandelten Sanierungsmaßnahme zur Verfügung:

- [U1] Planunterlagen / Unterlagen, übermittelt von PG-SKUP, Dorfstraße 39, 81247 München
- Lageplan Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke 1 + 2; Alkisdaten UTM 3.2.dxf mit GWM_UP_UTM.dwg und Bohraufschlüsse 2015 UTM.dwg; übermittelt im Herbst 2023
 - Längsschnitte Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerk 2; Damm links und rechts mit Bohrprofilen und Sondierungen KDGeo (Höhen in m NHN); Stand: 23.12.2023; übermittelt im Dezember 2023
- [U2] Geotechnischer Bericht zu den Untergrundverhältnissen KDGeo (KRAFT DOHMANN CZELSLKI); 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] Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerk 1, Ersatzneubau UP 41, Gemarkung Volkmannsdorferau, Vorabzug Bauwerksplan, M 1 : 100, 1: 50, ilp² Ingenieure, 80469 München, 17.01.2023
- [U6] Geologische Übersichtskarte CC 7934 München; M 1 : 200.000; Hrsg.: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover 1991
- [U7] UmweltAtlas Themenbereich Geologie; Internetauftritt des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU)
- [U8] UmweltAtlas Themenbereich Angewandte Geologie; Internetauftritt des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU)
- [U9] UmweltAtlas Themenbereich Naturgefahren / Überschwemmungsgefahren (Bodeninformationssystem); Internetauftritt des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU)
- [U10] Gewässerkundlicher Dienst Bayern; Internetauftritt des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU)
- [U11] Die Ergebnisse der im Jahr 2023 im hier behandelten Sanierungsbereich durchgeführten und im Folgenden näher beschriebenen Feld- und Laborarbeiten

2 FELD- UND LABORARBEITEN

2.1 Feldarbeiten

2.1.1 Bohrungen

Die für die Erkundung der Untergrundverhältnisse im Bereich der geplanten Baumaßnahme festgelegten Bohrarbeiten wurden durch die Firma Baugrund Süd, Bad Wurzach, unter verantwortlicher Leitung des Bohrmeisters, Herrn Dzinic, durchgeführt. Es wurden im Zeitraum vom 24.08.2023 bis zum 04.09.2023 insgesamt zwei großformatige Bohrungen (DN 220 mm) mit einer Bohrtiefe von 15,0 bzw. 20,0 m unter GOK abgeteuft.

Die kennzeichnenden Daten der beiden Bohrungen sind in nachfolgender Tabelle (1) zusammengestellt.

Tabelle (1) Kennzeichnende Daten der Bohrungen

Bohrung	Damm-km	Ansatz- höhe	Aufschlusstiefe		OK Quar- täre Kiese	OK Tertiär	Grundwasser	
		m NHN	m u. GOK	m NHN	m u. GOK	m u. GOK	m u. GOK	m NHN Datum
B06-2023	0+980 (links)	413,86	15,00	398,86	10,10	--	10,4	403,46 04.09.2023
B07-2023	0+980 (rechts)	413,76	20,00	393,76	9,00	14,50	9,9	403,86 24.08.2023

Die Bodenansprache der beiden abgeteuften Bohrungen erfolgte vor Ort gemäß DIN EN ISO 14688-1, unter Heranziehung der Kurzzeichen nach DIN 4023 durch den Bohrmeister der Fa. Baugrund Süd und durch einen Geologen unseres Institutes.

Ergaben sich im Rahmen der in unserem bodenmechanischen Labor durchgeführten Laboruntersuchungen neue Erkenntnisse hinsichtlich der Bodenzusammensetzung, wurden die Ansprachen entsprechend korrigiert. Die korrigierten Bohrprofile liegen in Anlage (3) diesem Bericht bei und sind auch im Bauwerksschnitt mit geologischer Untergrundsituation in Anlage (2) eingetragen. Die Original-Schichtenverzeichnisse der Bohrungen liegen in Anlage (4) diesem Bericht bei.

Die höhen- und lagenmäßige Einmessung der Bohrungen erfolgte durch die Fa. Baugrund Süd mittels GPS. Die Ergebnisse der Einmessungen finden sich auf den Profildarstellungen in Anlage (3) und in den Schichtenverzeichnissen in Anlage (4).

2.1.2 Bohrlochsondierungen (BDP-Tests)

Zur Ermittlung der Lagerungsverhältnisse bzw. der Festigkeit des anstehenden Untergrundes wurden im Bereich des geplanten Brückenbauwerks im Zuge der Bohrarbeiten insgesamt zwei BDP-Tests in Tiefen von 10,5 m und von 13,0 m unter Geländeoberkante ausgeführt.

Die ausgeführten BDP-Tests sind graphisch dem maßgebenden Bohrprofil in Anlage (3) und im geologischen Schnitt in Anlage (2) zugeordnet.

Die ermittelten Ergebnisse sämtlicher ausgeführten BDP-Tests sind in nachfolgender Tabelle (2) zusammengestellt.

Tabelle (2) Kennzeichnende Daten der Bohrlochsondierungen (BDP-Tests)

Bohrung	Versuchstiefe ¹⁾		Bodenart Formation	Schläge je 15 cm Eindringtiefe	Charakteristische Schlag- zahl für die Eindringung von 15 – 45 cm n ₃₀
	m u. GOK	m NHN			
B06-2023	10,50	403,36	quartäre Kiese	10 / 24 / 37	61
B06-2023	13,00	400,86	quartäre Kiese	12 / 27 / 39	66

¹⁾ Oberkante der Versuchsstrecke von jeweils 45 cm Tiefe (z.B.: 13,00 – 13,45 m unter GOK)

Nach den ausgeführten Bohrlochsondierungen besitzen die quartären Kiese in diesem Tiefenbereich eine dichte bis sehr dichte Lagerung.

2.1.3 Schwere Rammsondierungen

Zur genaueren Ermittlung der Lagerungsverhältnisse und Festigkeiten des anstehenden Untergrundes wurde neben den beiden Bohrungen, ebenfalls durch die Fa. Baugrund Süd, jeweils eine schwere Rammsondierung bis in eine Tiefe von 10,8 m bzw. 10,9 m unter GOK niedergebracht.

Die ermittelten Ergebnisse der ausgeführten schweren Rammsondierungen sind in nachfolgender Tabelle (3) angegeben, wobei eine Abgrenzung in die Tiefe entsprechend den kennzeichnenden unterschiedlichen Eindringwiderständen vorgenommen wurde.

Tabelle (3) Kennzeichnende Daten der schweren Rammsondierungen

Sondierung	Ansatzhöhe m NHN	Aufschlusstiefe m. u. GOK	m NHN	mittlere Schlagzahlen n_{10} - m u. GOK				
				0 – 5	5 – 8	8 – 9	9 – 10	10 – Ende
DPH 06-23	413,86	10,80	403,06	1 – 3	1 – 5	3 – 8	3 – 9	9 – 200
DPH 07-23	413,76	10,90	402,96	1 – 4	2 – 7	2 – 9	4 – 26	3 – 200

Nach den Ergebnissen der schweren Rammsondierungen liegen die im Bereich des geplanten Brückenbauwerks erbohrten kiesigen Auffüllungen (Homogenbereich A1) in sehr lockerer bis lockerer Lagerung vor. Die bindigen Decklagen (Homogenbereich B1.1) besitzen eine steife bis meist halbfeste Konsistenz. Die quartären Kiese (Homogenbereich B2) sind vorliegend mitteldicht bis dicht gelagert.

Die Sondierprofile liegen diesem Bericht in Anlage (3) bei und können auch dem geologischen Schnitt in Anlage (2) entnommen werden.

2.2 Bodenmechanische Laborversuche

An zehn, aus den beiden abgeteuften Bohrungen entnommenen Bodenproben, wurden in unserem bodenmechanischen Labor Grundlagenversuche zur näheren Bestimmung und Beurteilung der anstehenden Böden durchgeführt. Im Zusammenhang mit den Feldarbeiten stehen damit Informationen zur Verfügung, die eine Klassifizierung der Böden und hierauf basierend eine näherungsweise Zuordnung von Bodenparametern ermöglichen.

Die im Einzelnen durchgeführten Laborversuche sind in nachfolgender Tabelle (4) aufgelistet.

Tabelle (4) Bodenmechanische Laborversuche

Laborversuch	DIN-Norm	Anzahl
Bodenansprache	DIN ISO EN 14688-2	10
Bodenansprache	DIN 18196	10
Kurzzeichen nach	DIN 4023	10
Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1	3
Zustandsgrenzen	DIN EN ISO 17892-12	3
Korngrößenverteilung	DIN EN ISO 17892-4	
Siebanalyse		7
Rahmenscherversuch	DIN 18137	1
Taschenpenetrometerversuch	--	1

Die Ergebnisse aller ausgeführten Laborversuche sind in nachfolgender Tabelle (5) mit Angabe der Schwankungsbreiten, falls für eine Bodengruppe mehrere Versuche ausgeführt wurden, zusammengestellt.

Tabelle (5) Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Kenngröße		Einheit	Kiesige Auffüllungen	Decklagen Schluffe/ Tone	Quartäre Kiese	Tertiäre Kiese
Homogenbereich			A 1	B 1.1	B 2	B 3.1
Körnung						
Feinkorn	$\varnothing \leq 0,063$ mm	%	4,4 - 6,6	--	3,0 - 6,9	7,2
Sandkorn	0,063 – 2,0 mm	%	23,7 - 27,1	--	14,6 - 19,0	22,1
Kieskorn	2,0 – 63,0 mm	%	66,9 - 71,9	--	74,2 - 79,8	70,7
Wassergehalt / Zustandsgrenzen / Konsistenz						
Wassergehalt	w	%	--	13,7 - 28,3	--	--
Wassergehalt $\varnothing \leq 0,4$ mm	w	%	--	23,0 - 35,3	--	--
Fließgrenze	w _L	%	--	34,3 – 65,9	--	--
Ausrollgrenze	w _P	%	--	21,8 - 35,6	--	--
Plastizität	I _P	%	--	12,6 – 30,3	---	---
Konsistenz	I _c	-	--	0,90 - 1,10	--	--
Konsistenzform	-	-	--	steif bis halb- fest	--	--
Festigkeitsparameter						
Reibungswinkel	ϕ'	°	--	29,2	--	--
Kohäsion	c'	kN/m ²	--	23,7	--	--
Taschenpenetrometerwert		kN/m ²	--	75	--	--

Die Ergebnisse der aktuell ausgeführten Laborversuche können im Einzelnen der Zusammenstellung in Anlage (5) entnommen werden. Die wichtigsten Laborformulare sind ebenfalls in Anlage (5) diesem Gutachten beigelegt.

Die Wertung der Laborversuche erfolgt im Zusammenhang mit der Beschreibung der erkundeten Bodenschichten und Homogenbereiche in Kapitel 3.2.

3 BESCHREIBUNG DER BODENSCHICHTEN

3.1 Geologischer Überblick

Die Brücke UP41 – Brücke über den Mittleren-Isar-Kanal befindet sich östlich von Moosburg an der Isar und am Mittleren Isarkanal. Gemäß den uns vorliegenden Kartenwerken und Informationen (vgl. Arbeitsunterlage [U6]) stehen im Untersuchungsgebiet unterhalb von Auffüllungen im Dammbereich dann quartäre Kiesablagerungen / Flussablagerungen der Isar an. Teilweise werden die Flusskiese noch von Decklagen in Form von Schluffen und Tonen überlagert, was vorliegend der Falls ist. Unterlagert werden die Flusskiese von den tertiären Sedimenten der Oberen Süßwassermolasse (OSM). Die tertiären Böden bestehen hier nach den im Bereich der Brücke abgeteuften Bohrungen überwiegend aus Kiesen. Die tertiären Sedimente liegen bis in größere Tiefen vor. Neben den Kiesen sind dann auch Schluffe, Sande und Kiese im Tertiär zu erwarten.

Die Schichtgrenzen und die auf Basis der vorliegenden Erkenntnisse vermutete geologische Untergrundsituation ist auch detailliert im geologischen Bauwerksschnitt in Anlage (2) dargestellt.

3.2 Bodenschichten

3.2.1 Oberboden (Homogenbereich O1)

In der Bohrung B06-2023 wurde im Obersten bis in eine Tiefe von 0,3 m ein geringmächtiger Oberbodenhorizont bzw. Mutterboden erbohrt, der als Homogenbereich O1 abgegrenzt wurde.

Nach DIN 18300:2012-09 ist der Oberboden / Mutterboden der Bodenklasse 1 zuzuordnen.

3.2.2 Kiesige Auffüllungen (Homogenbereich A1)

Im Oberen wurden im Bereich der beiden Bohrungen bis in Tiefen von maximal 5,0 m bzw. 7,8 m unter GOK kiesige Auffüllungen (Dammschüttungen) in Form von sandigen, schwach schluffigen Kiesen, die in sehr lockerer bis lockerer Lagerung vorliegen, erkundet.

Beurteilung:

Die erbohrten, kiesigen Auffüllungen sind mittel bis gut tragfähig und mittel bis gering kompressibel. Die Standfestigkeit der Kiese ist gering. Unter Wassereinfluss neigen stärker sandige Kiese auch zum Ausfließen des Feinkorn- und Sandanteils.

Die Kiese sind gering bis mittel wasser- und frostempfindlich und der Frostempfindlichkeitsklasse F2 nach ZTVE-StB 17 zuzuordnen. Die Wasserdurchlässigkeit der kiesigen Auffüllungen ist gut.

Im erdbaulichen Betrieb sind diese Böden leicht (bis mittelschwer) lösbar (Bodenklassen 3 bis 4 nach DIN 18300:2012-09).

Im Bereich der kiesigen Auffüllungen können aber auch Grobeinlagerungen in Form von Beton- und Mauerresten vorliegen. Je nach Masse und Größe dieser Grobeinlagerungen können dann ggf. auch höhere Bodenklassen (5 und 6 bis 7 nach DIN 18300:2012-09) maßgebend werden.

3.2.3 Bindige Decklagen - Schluffe und Tone (Homogenbereich B1.1)

Unterhalb der Dammschüttungen wurden dann bindige Decklagen in Form von schwach sandigen, schwach kiesigen, schwach organischen Schluffen und in Form von schluffigen, sandigen, kiesigen bis stark kiesigen, schwach organischen bis organischen Tonen, die in steifer bis halbfester Konsistenz vorliegen, erkundet.

Beurteilung:

Die bindigen Decklagen sind von mittlerer bis geringer Tragfähigkeit und mittlerer bis starker Kompressibilität. Die Standfestigkeit ist als gut einzustufen.

Die Schluffe und Tone sind überwiegend stark wasser- und frostempfindlich und der Frostepfindlichkeitsklasse F3 nach ZTVE-StB 17 zuzuordnen. Bindige Decklagenböden (stärker tonige Schluffe bzw. Tone) mit einer ausgeprägten Plastizität sind mittel wasser- und frostempfindlich und der Frostepfindlichkeitsklasse F2 zuzuordnen.

Die bindigen Decklagen sind nur gering bis sehr gering wasserdurchlässig (Grundwasserstauer).

Im erdbaulichen Betrieb sind die bindigen Böden bis zu einer halbfesten Konsistenz mittelschwer lösbar. Bindige Böden mit dem zuvor genannten Konsistenzbereich mit einer ausgeprägten Plastizität sind schwer lösbar.

Liegen die bindigen Böden in fester Konsistenz vor, wird die Bodenklasse 6 (leicht lösbarer Fels) nach DIN 18300:2012-09 maßgebend.

3.2.4 Quartäre Kiese (Homogenbereich B2)

In den Bohrungen wurden unter den erbohrten Auffüllungen (Dammschüttungen) und den bindigen Decklagenböden dann quartäre Kiese in Form von schwach sandigen bis sandigen, schwach schluffigen Kiesen, die in mitteldichter bis dichter Lagerung vorliegen, erkundet.

Beurteilung:

Die kiesigen Böden sind aufgrund ihrer Lagerung im Allgemeinen als gut tragfähig und gering kompressibel einzustufen. Die Standfestigkeit der kiesigen Böden ist gering. Unter Wassereinfluss neigen die Kiese zum Ausfließen des Feinkorn- und Sandanteils.

Die Kiese sind gering bis mittel wasser- und frostempfindlich und der Frostepfindlichkeitsklasse F2 nach ZTVE-StB 17 zuzuordnen.

Die Wasserdurchlässigkeit der Kiese ist gut bis sehr gut. Bei rollkiesartiger Ausbildung (geringer Sand- und Schluffanteil) ist die Wasserdurchlässigkeit auch sehr hoch (sehr starker Wasserandrang bei Wasserhaltungen).

Im erdbaulichen Betrieb sind diese Böden leicht (bis mittelschwer) lösbar. Bei möglichen Grobeinlagerungen in Form von Steinen, Blöcken oder konglomeratartigen Verfestigungen können, je nach Masse und Größe dieser Einlagerungen, auch die Bodenklassen 5 und 6 bis 7 nach DIN 18300:2012-09 maßgebend werden.

3.2.5 Tertiäre Kiese (Homogenbereich B 3.1)

Unterhalb der quartären Kiese wurden hier mächtige tertiäre Sedimente in Form von schwach schluffigen, sandigen Kiesen, die in meist dichter bis sehr dichter Lagerung vorliegen dürften, erkundet. Felsartig verfestigte Abschnitte in den tertiären Kiesen sind ebenfalls möglich.

Beurteilung:

Die Kiese sind gut tragfähig und gering kompressibel; die Standfestigkeit ist gering. Die Kiese neigen unter Wassereinfluss zum Ausfließen des Sand- und Feinkornanteils.

Weiter sind die Kiese gering bis mittel wasser- und frostempfindlich und der Frostempfindlichkeitsklasse F2 nach ZTVE-StB 17 zuzuordnen. Die Kiese sind gut wasserdurchlässig.

Im erdbaulichen Betrieb sind die Kiese im Allgemeinen leicht (bis mittelschwer) lösbar. Bei konglomeratartigen Verfestigungen innerhalb der tertiären Kiese werden, je nach Masse und Größe dieser Verfestigungen, die Bodenklassen 5 und 6 bis 7 nach DIN 18300:2012-09 maßgebend.

3.3 Grundwasserverhältnisse

In den im Bereich der Brücke UP41 abgeteuften Bohrungen wurde der geschlossene Grundwasserspiegel bei 9,9 bis 10,4 m unter Geländeoberkante (403,46 bis 403,86 m NHN) eingemessen.

Nach der Grundwassergleichenkarte aus dem Gutachten von Dr. Blasy – Dr. Øverland, Eching am Ammersee (s. Arbeitsunterlage [U3]) ist im Bereich der Brücke UP41 ebenfalls mit Grundwasserspiegeln für das erste, quartäre Grundwasserstockwerk auf einem Niveau von 403,50 m NHN zu rechnen. Die Grundwasserfließrichtung ist dabei nach dieser Grundwassergleichenkarte nach Nordnordost zur Isar hin als nächste Vorflut gerichtet.

Nach der im näheren Umfeld vorliegenden Grundwassermessstelle Moosburg Isar 2 ist mit Grundwasserschwankungen zwischen HW und MW in einer Größenordnung von ca. 1,3 m zu rechnen (Beobachtungszeitraum 2008 bis 2023). Zum Zeitpunkt der Bohrarbeiten im Februar 2023 lag in der Grundwassermessstelle Moosburg Isar 2 etwa ein Mittelwasserspiegel vor.

Der maximale Wasserspiegel im Kanal liegt nach den uns vorliegenden Angaben im Bereich der Brücke UP41 bei ca. 412,43 m NHN, der minimale Betriebswasserstand liegt bei 410,36 m NHN. Der maximale Wasserspiegel im Kanal liegt somit ca. 9 m oberhalb des eingemessenen Grundwasserspiegels.

Dennoch ist hier im noch nicht sanierten Bereich des Kanals von einer gewissen Beeinflussung des Grundwasserspiegels auszugehen. Weiter ist in den einzelnen Bauphasen, insbesondere bei dem erhöhten Isarwasserspiegel, eine Beeinflussung des Grundwasserstandes zu beachten.

4 ERDBAULICHE UND ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN

4.1 Bodenklassifizierung und Homogenbereiche

In den Abschnitten 2 und 3 wurden die im Rahmen der Baugrunderkundung angetroffenen Bodenschichten näher beschrieben und beurteilt. In nachfolgender Tabelle (6) wird für die vorliegend erkundeten und maßgebenden Böden eine Bodenklassifizierung vorgenommen.

Bei der Bodenklassifizierung werden neben den maßgebenden Homogenbereichen nach DIN 18300:2019-09 ergänzend auch informativ die Bodenklassen nach DIN 18300: 2012-09 und DIN 18301:2012-09 genannt. Die in der Tabelle angegebenen Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09 gelten auch für die DIN-Normen 18301:2019-09 und 18304:2019-09.

Tabelle (6) Bodenklassifizierung und Homogenbereiche

Bodenbeschreibung nach DIN EN ISO 14688-1 / -2	Kurzzeichen DIN 4023	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300:2012-09	Bodenklasse DIN 18301:2012-09
Oberboden – Homogenbereich O1				
Mutterboden/ Oberboden	Mu	OU / OT	1	BO 1
Kiesige Auffüllungen – Homogenbereich A1				
Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig	A (G, s, u')	[GU / (GU*)]	3 / (4)	BN 1 / (BN 2)
Bindige Decklagen – Homogenbereich B1.1				
Schluff, schwach sandig, schwach organisch	U, s', g', o'	UL / UM / UA / TL	4 / 5	BB 2 / BB 3
Ton, schluffig, sandig bis stark schwach organisch	T, u, s, o' - o, g - g*	TM / TA	4 / 5	BB 2 / BB 3
Quartäre Kiese – Homogenbereich B2				
Kies, schwach sandig bis sandig, schwach schluffig	G, s' - s, u'	GU / (GU*)	3 / (4)	BN 1 / BS 1 (BN 2)
Tertiäre Kiese – Homogenbereich B3.1				
Kies, sandig, schwach schluffig	G, s, u'	GU / (GU*)	3 / (4)	BN 1 / BS 1 (BN 2)

Im Bereich von Auffüllungen sind Grobeinlagerungen, z. B. in Form von Beton- und Mauerresten, möglich. Hier werden dann, je nach Masse und Größe dieser Einlagerungen, ggf. die Bodenklassen 5 und 6 bis 7 nach DIN 18300:2012-09 maßgebend.

Liegen im Bereich der quartären und tertiären Kiese größere Steinanteile (> 30 Gew.-%) vor, wird die Bodenklasse 5 nach DIN 18300:2012-09 maßgebend. Hier sind auch höhere Bodenklassen (5 und 6 bis 7) bei Steinen, Blöcken und verfestigten Schichten nach DIN 18300:2012-09 möglich.

Für bindige Decklagenböden mit einer ausgeprägten Plastizität wird bei einer weichen bis halbfesten Konsistenz die Bodenklasse 5 (schweres Lösen) maßgebend. Für die Decklagenböden in fester Konsistenz ist von der Bodenklasse 6 nach DIN 18300:2012-09 auszugehen. Nach DIN 18301:2012-09 ergibt sich dann die Klasse BB 4; vorliegend nicht erkundet.

4.2 Bodenparameter und Homogenbereiche

In nachfolgender Tabelle (7) werden die Bodenkennwerte getrennt für die abgegrenzten Homogenbereiche für erdstatische Berechnungen angegeben.

Tabelle (7) Bodenparameter und Homogenbereiche

Bodenschicht	Lagerung Konsistenz	γ_k kN/m ³	γ'_k kN/m ³	ϕ'_k °	c'_k kN/m ²	$E_{s,k}$ MN/m ²	k_f m/s
Kiesige Auffüllungen – Homogenbereich A1							
Kies, sandig, schwach schluffig	locker	19 - 20	9 - 11	32,5	0 - 2	40 - 80	$\leq 5 \cdot 10^{-2}$
Bindige Decklagen – Homogenbereich B1.1							
Schluff, schwach sandig, schwach kiesig, organisch	steif bis halbfest	19 - 20	9 - 10	27,5	5 - 10	5 - 10	$\leq 10^{-8}$
Ton, schluffig, sandig, bis stark kiesig, schwach organisch bis organisch	steif bis halbfest	19 - 20	9 - 10	25,0	10 - 20	8 - 15	$\leq 10^{-9}$
Quartäre Kiese – Homogenbereich B2							
Kies, schwach sandig bis sandig, schwach schluffig	dicht bis sehr dicht	20 - 22	11 - 13	35,0	0 - 2	50 - 100	$\leq 5 \cdot 10^{-3}$
Tertiäre Kiese – Homogenbereich B3.1							
Kies, sandig, schwach schluffig	dicht bis sehr dicht	20 - 22	11 - 13	35,0	0 - 2	50 - 100	$\leq 5 \cdot 10^{-3}$

Die o.g. Rechenmittelwerte basieren auf den vorliegenden Untersuchungsergebnissen und auf Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden. Die Parameter gelten für die anstehenden Schichten im ungestörten Lagerungsverband. Bei Auflockerungen und/oder Aufweichungen, z.B. im Zuge der Baumaßnahme, können sich diese Parameter deutlich reduzieren. Die angegebenen Wasserdurchlässigkeiten sind als Anhaltswerte anzusehen und können stärkeren Schwankungen (\pm) unterliegen. Vor allem innerhalb der quartären Kiese sind sog. Rollkieslagen mit extrem hohen Durchlässigkeiten deutlich $> 10^{-2}$ m/s möglich. Die Schwankungsbreiten der geotechnischen Kennwerte der Homogenbereiche nach den DIN-Normen 18300:2019-09, 18301:2019-09 und 18304:2019-09 können der beiliegenden Anlage (7) entnommen werden.

4.3 Bettungsmodule

Beim System der Plattengründung werden Lasten aus Gründungselementen, je nach dem Verhältnis der Steifigkeit von Bodenplatte und Untergrund, auf variable Breite in den Boden eingetragen. Für die erdstatischen Bemessungen wird dabei als Berechnungsgrundlage der sog. Bettungsmodul k_s erforderlich, welcher im Sinne einer elastischen Federsteifigkeit des Untergrundes verstanden werden kann.

In nachfolgender Tabelle (8) werden Bettungsmodule angegeben, die als sinnvolle Anhaltswerte für den plattenartig gegründeten Mittelpfeiler unter Berücksichtigung einer Gründung in den würmeiszeitlichen und tertiären Kiesen anzusehen sind.

Eine ausreichend verdichtete Gründungssohle in den würmeiszeitlichen und den tertiären Kiesen ($D_{pr} \geq 100\%$) wird hierbei vorausgesetzt. Die Werte sind für eine evtl. Vordimensionierung von Gründungselementen zu verstehen und sind im Zuge der weiteren Planung nach Vorlage der maßgebenden Geometrie und Belastung des Gründungselementes noch näher festzulegen.

Tabelle (8) Bettungsmodule für Plattengründungen in den würmeiszeitlichen und tertiären Kiesen

Art der Belastung / Bauteil		Bettungsmodul k_s in MN/m³ in den würmeiszeitlichen und tertiären Kiesen		
Fundamentbreite (Widerlager)	etwa	4	m	20 – 25

Werden detailliertere Angaben erforderlich, können die Bettungsmodule auch unter Zugrundelegung der in Tabelle (7) angegebenen Bodenparameter und unter Berücksichtigung der letztendlichen Gründungsform und Belastung genauer wie folgt bestimmt werden:

$$k_{s,k} = \text{mittlere Bodenpressung} / \text{mittlere Setzung (MN/m}^3\text{)}$$

4.4 Aufnehmbarer Sohldruck

Für Fundamentgründungen in den würmeiszeitlichen und tertiären Kiesen, wie zuvor beschrieben, können die nachfolgend in Tabelle (9) genannten Werte berücksichtigt werden.

Tabelle (9) Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} für Fundamentgründungen in den würmeiszeitlichen und tertiären Kiesen

geringste Einbindetiefe d (m)	aufnehmbarer Sohldruck in kN/m ² für Einzelfundamente					
	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m	3,5 m	4,0 m
≥ 1,00	400	470	480	400	340	300

Bei Ermittlung der in Tabelle (9) zusammengestellten Sohldrücke wurde davon ausgegangen, dass das Einzelfundament im Sohlbereich des Kanals innerhalb der würmeiszeitlichen und tertiären Kiesen angeordnet ist und eine Einbindung von $\geq 1,0$ m unter GOK aufweist.

Die in Tabelle (9) zusammengestellten, aufnehmbaren Sohldrücke gelten für mittig belastete Einzelfundamente und sind für eine Vordimensionierung von Fundamenten gedacht. Bezüglich außermittiger und schräger Lasteintragung gelten die Maßgaben der DIN 1054 bzw. sind gesonderte Grundbruch- und Setzungsnachweise erforderlich. Bei Ausnutzung der genannten Tabellenwerte sind nach überschlägigen Setzungsberechnungen Setzungen in einer Größenordnung von 1 bis 1,5 cm zu erwarten, je nach Fundamentbreite und Wirkungstiefe.

Bei Realisierung einer eventuellen Flachgründung werden, wie bereits erwähnt, aber noch detaillierte Setzungsberechnungen erforderlich und ist auch die Standsicherheit des Gründungselementes im Einzelnen nachzuweisen.

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

5 BAUAUSFÜHRUNG / GRÜNDUNG

5.1 Allgemeines

Nachfolgend werden erste Angaben zur Bauwerkserstellung und Gründung des Brückenbauwerks UP 41 – Brücke über den Mittleren Isar Kanal (MIK) aus geotechnischer und hydrogeologischer Sicht angegeben.

Die Topografie und die geologisch-hydrogeologische Untergrundsituation sind im Bauwerkslängsschnitt in Anlage (2) in diesem Bericht dargestellt.

Weiter Planunterlagen zum Neubau lagen uns zum Zeitpunkt der Erstellung des Baugrundgutachtens nicht vor.

Nach den durchgeführten Bohrungen stehen im Gründungsbereich bei einer Flachgründung des Mittelpfeilers dicht bis sehr dicht gelagerte quartäre und tertiäre Kiese an. Die tertiäre Schichtabfolge wurde dabei bis zur maximalen Bohrendtiefe von 20 m unter GOK erbohrt und ist auch bis in größere Tiefen zu erwarten. Im Bereich der beiden Widerlager, die mittels Ort betonpfählen tiefgegründet werden sollen, wurden unter den kiesigen Auffüllungen (Damm schüttungen) dann bindige Decklagenböden mit einer steifen bis halbfesten Konsistenz erbohrt. Darunter folgen ab ca. 9 bis 10 m unter Bohransatzpunkt wiederum die dicht bis sehr dicht gelagerten quartären und tertiären Kiese.

In den im Bereich der Brücke UP41 abgeteuften Bohrungen wurde der geschlossene Grundwasserspiegel bei 9,9 bis 10,4 m unter Geländeoberkante (403,46 bis 403,86 m NHN) eingemessen. Das Fundament des Mittelpfeiler bindet somit mit einer Gründungssohle von 401,95 m NHN ca. 1,5 bis 2,0 m unterhalb des bei ca. 403,5 bis 403,9 m NHN vorliegende, geschlossene Grundwasser ein.

Nach DIN EN 1998-1 / NA: 2011-01 (ehemals DIN 4149) gehört die geplante Baumaßnahme bei Moosburg a. d. Isar (PLZ: 85368), bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte von Moosburg und die weitere Umgebung zu keiner Erdbebenzone.

Das Bauwerk ist aufgrund seiner integralen Bauweise in die Geotechnische Kategorie GK 3 nach DIN 1054:2021-04 einzustufen.

5.2 Baugruben / Baugrubenverbauten

Baugruben

Werden im Rahmen der Baumaßnahme im Bereich der Widerlager Baugruben erforderlich, müssen diese gemäß DIN 4124 in den vorliegenden, kiesigen Auffüllungen ab einer Aushubtiefe von $> 1,25$ m mit Böschungsneigungen von $\leq 45^\circ$ (über dem Grundwasser) zur Horizontalen ausgebildet werden. Die Böschungskronen müssen hierbei frei von Lasten (auch Baustellenverkehr) gehalten werden. Ansonsten werden Standsicherheitsuntersuchungen bzw. zusätzliche Sicherungsmaßnahmen erforderlich. Die weiteren Ausführungen und Vorgaben der DIN 4124 sind dabei zu beachten.

Um stärkere Oberflächenerosionen und Standfestigkeitsverluste bei über einem längeren Zeitraum verbleibenden Baugrubenböschungen zu vermeiden, ist eine Oberflächensicherung zu empfehlen. Dies kann z.B. durch Auflegen von starken Kunststofffolien, welche mit Betonstahlmatten und Stahlnägeln gesichert werden, oder mit Spritzbeton erfolgen.

Baugrubenverbauten

Aufgrund der Einbindung des Mittelpfeilerfundamentes unterhalb des geschlossenen Grundwasserspiegels von ca. 1,5 bis 2,0 m und aufgrund der in der Kanalsohle vorliegenden beengten Platzverhältnisse werden hier entsprechende Verbaumaßnahmen erforderlich.

Für dichte Verbauten wird hier der Einsatz eines im Schloss geschlagenen Spundwandverbauten empfohlen. Aufgrund möglicher Grobeinlagerungen in den quartären und tertiären Kiesen sowie aufgrund der sehr hohen Lagerungsdichte der Böden ist davon auszugehen, dass entsprechende Einbringhilfen zum Einbringen der Spundbohlen zwingend erforderlich werden. In weiten Bereichen dürften sich der Einsatz von (massiven) Auflockerungsbohrungen und der

Einsatz eines entsprechend schweren Geräts zur Einbringung der Spundwände als ausreichend erweisen. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass abschnittsweise überschnittene, verrohrte Bohrungen mit Bodenaustausch ausgeführt werden müssen, um die Spundwände bis auf die erforderlichen Tiefen einbringen zu können.

Weiterhin sind negative Erschütterungsauswirkungen auf anstehende Bauteile oder Bauwerke beim Einbringen der Spundwände zu beachten. Das erfolgreiche Einbringen der Dielen an sich und das schonendste Einbringverfahren sind deshalb mit Einbringversuchen und ggf. zusätzlich mit Erschütterungsmessungen zu ermitteln.

Der Verbau ist mittels der in Abschnitt 4 angegebenen Bodenparameter zu dimensionieren. Auf den Verbau kann dabei im Allgemeinen der aktive Erddruck (E_a) in Ansatz gebracht werden. Vorliegend sind aber aufgrund der hohen Grundwasserstände keine Vorböschungen realisierbar.

Rückverankerungen

Werden anstelle von Aussteifungen Rückverankerungen erforderlich, sind die Verpressstrecken jeweils so zu planen, dass sie idealerweise innerhalb einer Schicht zu liegen kommen (z. B.: quartäre Kiese und tertiäre Kiese). Eine Lage im Bereich einer Schichtgrenze ist, soweit wie möglich, zu vermeiden. Über den Verpressstrecken der Anker sollte eine Mindestüberdeckung von etwa 4 m eingehalten werden. Weiterhin sollten die Verpressstrecken einen Mindestabstand von evtl. Sparten von 3 m aufweisen. Der gegenseitige Abstand zwischen den Verpresskörpern sollte 1,5 m nicht unterschreiten.

Die Verpressanker sollten eine Verpresskörperlänge von mindestens 6 m aufweisen und über Nachverpressmöglichkeiten verfügen.

Für die Planung, Herstellung und Prüfung von Verpressankern sind die maßgeblichen Richtlinien und DIN-Normen zum Zeitpunkt der Ausführung zu beachten. Zur Festlegung zulässiger Ankerlasten sind Eignungsprüfungen auszuführen oder entsprechende Prüfergebnisse in gleichartigen Böden vorzulegen. Die erreichbaren Ankerkräfte hängen vom Herstellungsverfahren, von der Verpresskörperlänge, von der Nachverpresstechnik, insbesondere von den Böden, in denen sie ihre Last abtragen, und vom Bohrdurchmesser ab. Bezogen auf die anstehenden Bodenschichten können für eine Vorab-Bemessung von Ankern die vorliegenden Grenzlasten für Verpresskörperlängen von 6 m und 9 m (Durchmesser des Verpresskörpers \geq

12,5 cm) angenommen werden. Es handelt sich hierbei um charakteristische Werte ($R_{a,k}$) im Sinne der DIN EN 1997-1:2009-09.

- Quartäre und Tertiäre Kiese:

Länge: 6 m: $R_{a,k} = 650 - 750 \text{ kN}$

Länge: 9 m: $R_{a,k} = 750 - 950 \text{ kN}$

Sofern die Ansatzpunkte der Anker unter dem Grundwasserstand liegen, wovon hier auszugehen ist, sind diese gegen drückendes Wasser abzudichten.

5.3 Wasserhaltung

Im Bereich von Baugruben geringer Tiefe, die oberhalb des 1. Grundwasserstockwerks zu liegen kommen, kann evtl. anfallendes Schicht- und Oberflächenwasser über die meist gut wasserdurchlässigen, Auffüllkiese versickert werden. Sollten auf Aushubniveau bindige Decklagenböden anstehen, wäre zu Wasserhaltungszwecken eine Filterkiesanlage ($d \geq 25 \text{ cm}$) aus feinkornarmem Kies auf Trennvlies aufzubringen.

Da das Grundwasser im Bereich des Gründungsniveaus des Mittelpfeilers oberflächennah unter der Kanalsohle ansteht, werden auch bei dem empfohlenen Verbau mittels Spunddielen Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich. Diese Wasserhaltungsmaßnahmen müssen aufgrund des zu erwartenden hohen Wasserandrangs in den gut durchlässigen Kiesen durch geschlossene Brunnenwasserhaltungen realisiert werden. Aufgrund der guten Wasserdurchlässigkeiten ist hier, je nach Absenkziel (ca. 1,5 – 2,0 m), mit Wassermengen in einer Größenordnung von 100 bis 160 l/s bei einer Baugrubengröße von etwa 6 m x 6 m Grundfläche zu rechnen.

Um eine aufwandsbezogene Abrechnung zu ermöglichen, empfehlen wir, die Wasserhaltungsmaßnahmen generell gestaffelt auszuschreiben.

Alternativ könnte auch eine Sohlabdichtung im Spundwandverbau realisiert werden. Die Injektionssohle müsste dann für eine Bauwerksgründung in max. etwa 2 m Tiefe in etwa in einer Tiefe von 4 – 5 m unter Kanalsohle eingebracht werden.

5.4 Gründung

Im Bereich des geplanten Bauwerks bzw. im Bereich der geplanten Widerlager stehen oberflächennah kiesige Auffüllungen /Dammschüttungen und bindige Decklagen an. Im Tieferen liegen quartäre und tertiäre Kiesböden vor. Eine Flachgründung des Mittelpfeilers in den quartären bzw. tertiären Kiesen mit den in Abschnitt 4.2 und 4.3 genannten Bettungsmodulen und aufnehmbaren Sohldrücken ist prinzipiell möglich. In diesem Fall müsste die Zulässigkeit bzw. die Größe der zu erwartenden Setzungen und Setzungsdifferenzen (Gebrauchstauglichkeit) nach Vorliegen der Lasten und der Fundamentgrößen mit differenzierten Setzungsberechnungen nachgewiesen werden.

Neben einer Flachgründung des Mittelpfeilers sollen die Widerlager der neuen Brücke mittels einer Tiefgründung, hier über Ortbetonbohrpfähle, gegründet werden. Mit den Bohrpfählen besteht die Möglichkeit, eine Gründung für die Abtragung der Bauwerkslasten in den quartären und tertiären Kiesen zu realisieren.

Eine Gründung der Pfähle bis in die ab 9 – 10 m u. GOK anstehenden, quartären und tertiären Kiese sollte dabei angestrebt werden. Auch ergeben sich dann geringere Baugrubentiefen und Wasserhaltungsmaßnahmen. Im Zusammenhang mit der Planung und Ausführung von Bohrpfählen sind u.a. die Normen DIN 1054: 2021-04, die DIN EN 1536: 2010-12 sowie die EA-Pfähle 2012 zu beachten. Für die statische Berechnung und Dimensionierung der Bohrpfähle können die in nachfolgender Tabelle (10) genannten, charakteristische Werte für die Mantelreibung und den Spitzenwiderstand berücksichtigt werden (charakteristische Werte in Anlehnung an die EA-Pfähle 2012, einschließlich Berücksichtigung von Erfahrungswerten).

Tabelle (10) Charakteristische Tragfähigkeitswerte für Bohrfahlgründungen

Kriterium	Einheit	charakteristische Werte
Tragfähigkeitswerte für Pfahlabstände $\geq 3 D$		
Mantelreibung ($q_{s,k}$)		
• Kiesige Auffüllungen (Homogenbereich A1)	kN/m ²	40
• bindige Decklagen (\geq steifer Konsistenz), (Homogenbereich B1.1)	kN/m ²	50
• quartäre Kiese ab ca. 403 m NHN (Homogenbereich B2)	kN/m ²	80
• tertiäre Kiese ab ca. 399 m NHN (Homogenbereich B3.1)	kN/m ²	100
Spitzenwiderstand ($q_{b,k}$)		
• quartäre und tertiäre Kiese ab ca. 400 m NHN (Homogenbereich B2 und B3.1)	kN/m ²	Bezogene Pfahlkopfsetzung 0,02 D / 0,03 D / 0,10 D 1.300 / 1.600 / 3.500

Bezüglich der horizontalen Bettung der Pfähle kann diese mit der Formel $k_s = E_{s,k}/D$ ermittelt werden. Für $E_{s,k}$ sind hierbei die Min.-Werte nach Tabelle (7) ab $\geq 2,0$ m unter GOK in Ansatz zu bringen. Die erforderliche Einbindetiefe bzw. Länge der Bohrpfähle sowie deren Anzahl ist mittels statischer Berechnung unter Ansatz der auftretenden Bauwerkslasten zu ermitteln. Zur Dimensionierung ist jeweils das nächstgelegene Bohrprofil heranzuziehen. Die zuvor genannten Werte gelten für Pfahlabstände $\geq 3 D$. Die Gruppenwirkung der Pfahlsysteme im Bereich der einzelnen Gründungselemente ist zu beachten.

Die weiteren Vorgaben der DIN EN 1536 sind bezüglich der Herstellung ebenfalls zu beachten.

Die Bohrpfähle sind in eine Pfahlkopfkonstruktion des Brückenwiderlagers bzw. der Pfeiler kraftschlüssig einzubinden.

5.5 Sonstige Hinweise

Verbaustatik / Bauwerksstatik / Auftriebssicherheit

Zur Ermittlung der Erddrücke auf Verbauten und Bauwerke und für sonstige statische Berechnungen sind die in Abschnitt 4 angegebenen, charakteristischen Bodenparameter maßgebend. Die dort gemachten, weiteren Angaben sind zu beachten.

Hinsichtlich der Auftriebssicherheit sei auf die Ausführungen in Abschnitt 3.3 hingewiesen. Die Auftriebssicherheit ist für alle Bauzustände sicherzustellen und auch für den Endzustand, bezogen auf den maximal möglichen Wasserstand, nachzuweisen.

Filterkiesschichten

Für Filterkiesschichten, welche für Wasserhaltungsmaßnahmen und Tragschichten erforderlich werden, kann vorliegend die Verwendung von gut gestuftem, hohlraumreichem Frostschutzkies mit geringem Sandanteil (Feinkornanteil < 5 %, Sandanteil < 15 %) vorgesehen werden. Alternativ und vorliegend für Wasserhaltungsmaßnahmen besser ist Filterkies der Körnung 16/32 mm zu verwenden, was in den anstehenden Kiesen empfohlen wird. In stärker sandig-schluffigen Kiesabschnitten oder in den bindigen Decklagen ist eine geeignete, geotextile Trennlage unter der Filterkieslage zur Vermeidung von Sand- und Schluffausspülungen einzubauen; die Filterstabilität muss eingehalten werden.

Graben- und Arbeitsraumverfüllung

Zur Verfüllung der Baugruben kann sandiges, kiesiges Aushubmaterial, wie es hier beim Aushub auch zumeist zu erwarten ist, oder entsprechendes Fremdmaterial herangezogen werden.

Die Rückverfüllung von Arbeitsräumen / Gruben muss lagenweise bei ausreichender Verdichtung erfolgen. Unterhalb von Straßenoberbauten bzw. auf dem Planum sind die maßgebenden Qualitätsanforderungen gemäß ZTVE-StB 17, z.B. mittels Lastplattendruckversuchen, nachzuweisen.

Hinsichtlich der Hinterfüllung und Überschüttung von Bauwerken sei insbesondere auf die Vorgaben des Abschnitts 10 der ZTV E-StB 17 hingewiesen.

Im Weiteren sind die „Zusätzlichen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen der ZTVA-StB 19“ und ist das „Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke“ der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, Ausgabe 2017 zu beachten.

6 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Im Rahmen des vorliegenden Berichtes wurden die Ergebnisse der aktuell im Jahr 2023 durchgeführten Feld- und Laborarbeiten hinsichtlich der geplanten Baumaßnahme, Erneuerung der Brücke UP 41 über den Mittlerer-Isar-Kanal (MIK), zusammengestellt und dokumentiert.

Vorrangiges Ziel des Gutachtens war es, die vor Ort relevanten Untergrunddaten durch Beschreibung der Bodenschichten, Zuordnung von Bodenklassen und physikalischen Bodenparametern für den Planer und die Baufirma aufzubereiten. Weiterhin wurden Empfehlungen zur Bauwerkserstellung und Gründung gegeben. Neben einer Flachgründung des Mittelpfeilers ist auch eine Tiefgründung der beiden Widerlager mittels Ortbetonbohrpfählen geplant.

Es wird davon ausgegangen, dass die an Planung und Bauausführung beteiligten Ingenieure unter Zugrundelegung der hier aufgezeichneten Untergrunddaten alle erforderlichen Nachweise für das Bauwerk und dessen Gründung und für Baugrubenverbauten etc. entsprechend den Regeln der Bautechnik führen und bei offenen Fragestellungen hinsichtlich des Baugrunds und der Gründung an den Baugrundsachverständigen herantreten.

Zum Zeitpunkt der Ausarbeitung dieses Berichtes lagen uns die genannten Arbeitsunterlagen vor. Da dem Baugrundsachverständigen derzeit nicht alle relevanten Gesichtspunkte der Planung und Bauausführung bekannt sein können, sind bodenmechanische Detailfragen oder generelle Planungsänderungen mit dem Bearbeiter dieses Berichtes zu koordinieren.

Dies trifft auch dann zu, wenn bei der Bauausführung nicht auszuschließende Abweichungen der Untergrundverhältnisse festgestellt werden. Zusätzliche Untersuchungen und geotechnische Beurteilungen können dann und auch im Zuge der weiteren Planung erforderlich werden.

Durch die oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Inneren wurden mit Schreiben vom 30.12.2008 (AZ. IID8-43421-007/006) Regelungen zu Anwendungen der integralen Bauweise im Brückenbau erlassen, in denen ein Geotechnischer Entwurfsbericht gefordert wird. Auch in der RE-ING ist für integrale Bauwerke als Mindestanforderung ein Geotechnischer Entwurfsbericht vorgesehen. Für das Brückenbauwerk UP41 ist somit ein geotechnischer Entwurfsbericht zu erstellen.

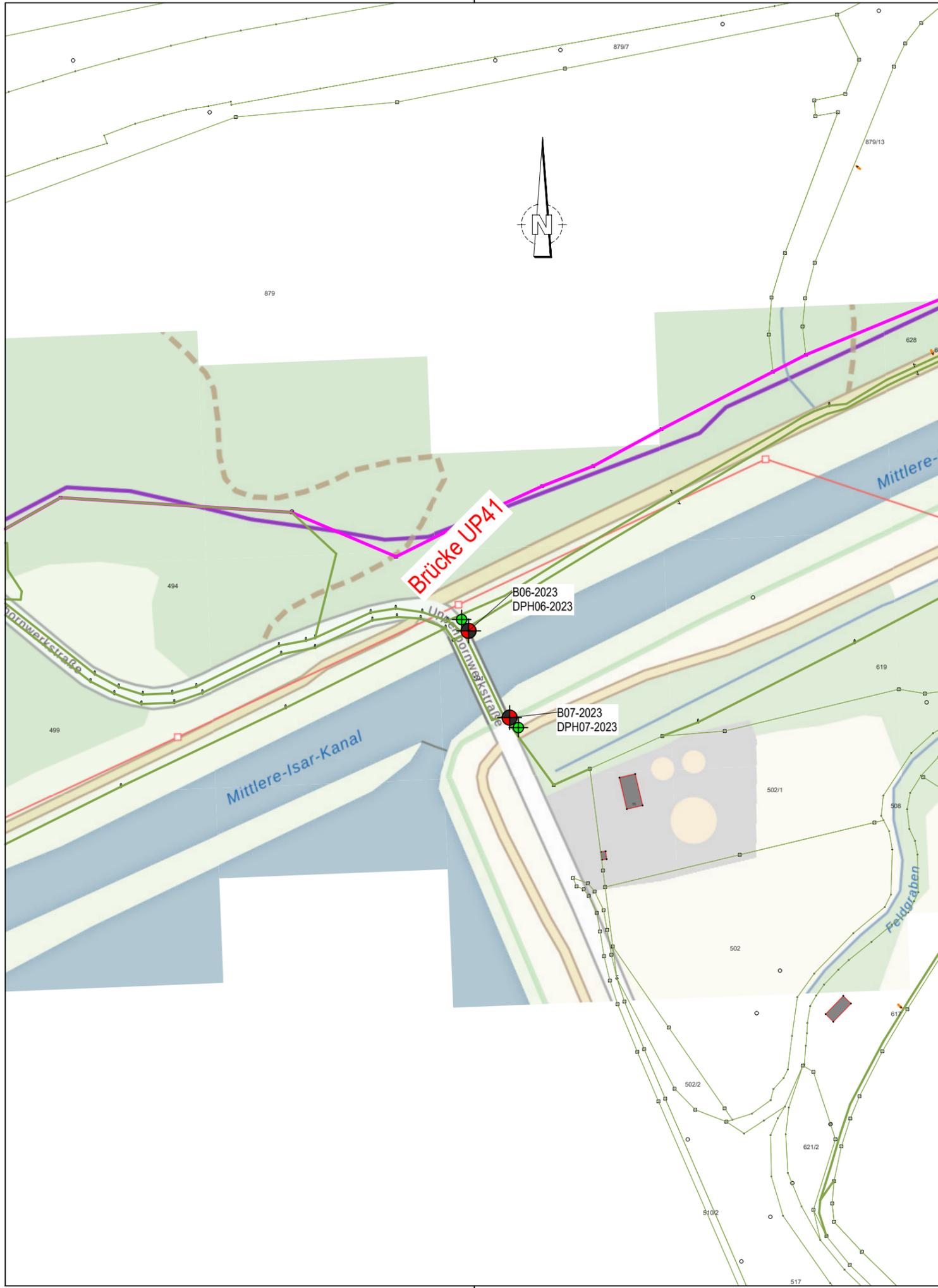
Für weitere Beratungen, gutachterliche Beurteilungen und auch erdstatische Berechnungen im Zuge dieses Projektes stehen wir gerne zur Verfügung.

CRYSTAL GEOTECHNIK

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

ANLAGE (1)

**LAGEPLAN
MIT AUFSCHLUSSPUNKTEN**



LEGENDE

-  Bohrungen
-  schwere Rammsondierungen

F			
E			
D			
C			
B			
A			
Index	Art der Änderung	Datum	Name
		AKZ/KKS	
		Stadtwerke München	
Planersteller CRYSTAL GEOTECHNIK		BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH <small>INSTITUT FÜR ERD- UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D-86919 UTTING TELEFON 08806/95894-0 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0</small>	
Werk Uppernborn - Bereich SKUP 1 und 2		Format	Maßstab 1 : 2.000
Benennung Sanierung Kanalanlagen Uppernbornwerk 1 + 2 Lageplan - Brücke UP41 mit Aufschlusspunkten		Datum	Name
		gez.	22.01.2024 Heldt
		bearb.	22.01.2024 Blüchel
		Projekt	B 221522
		Plan-Nr.	111
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	

CRYSTAL GEOTECHNIK

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

ANLAGE (2)

**BAUWERKSSCHNITT
MIT GEOLOGISCHER UNTERGRUNDSITUATION**

CRYSTAL GEOTECHNIK

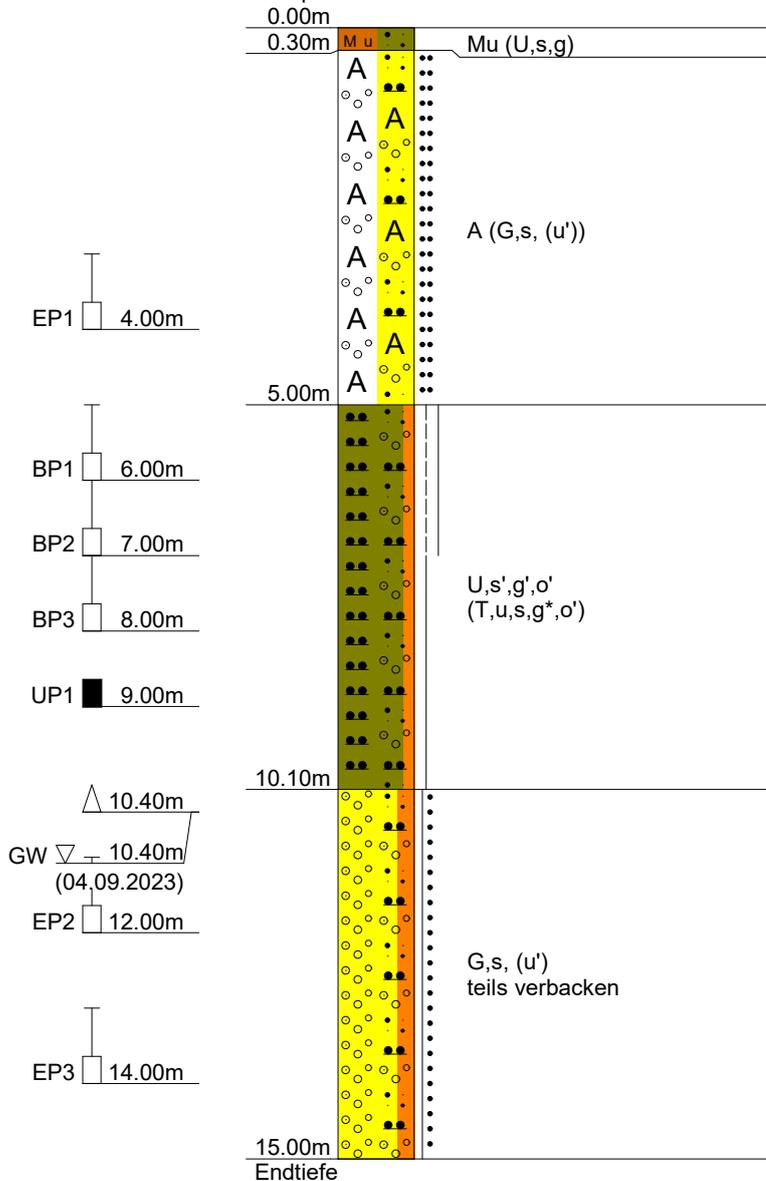
BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

ANLAGE (3)

BOHR- UND SONDIERPROFILE MIT BDP-TESTS

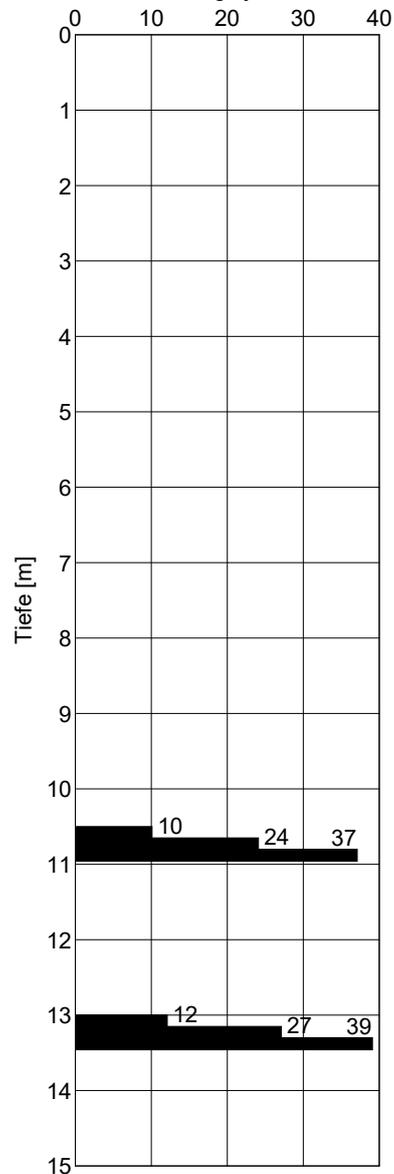
B06-2023

Ansatzpunkt: 413.86 m NHN



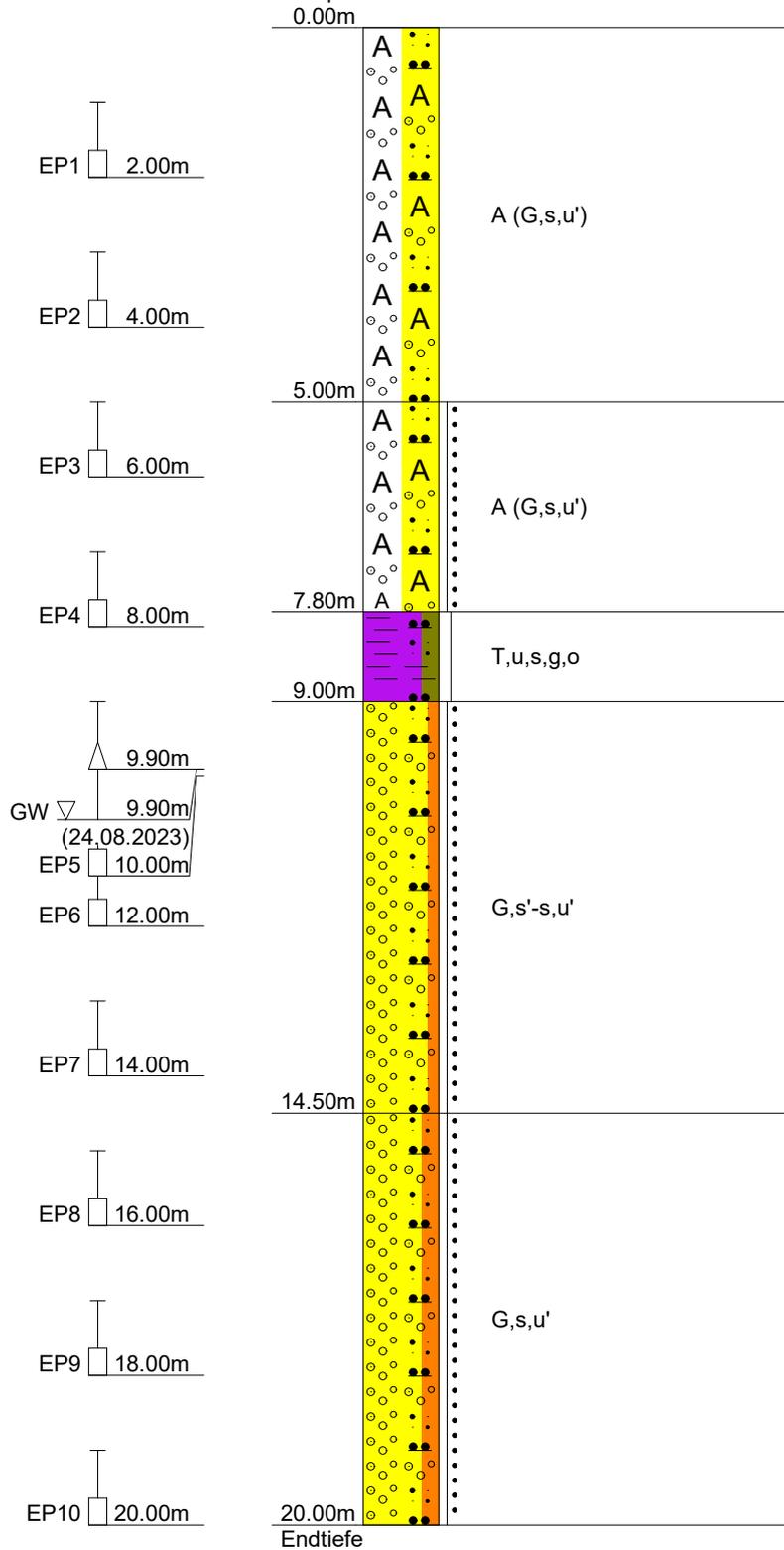
BDP-Tests

Schläge je 15 cm N15



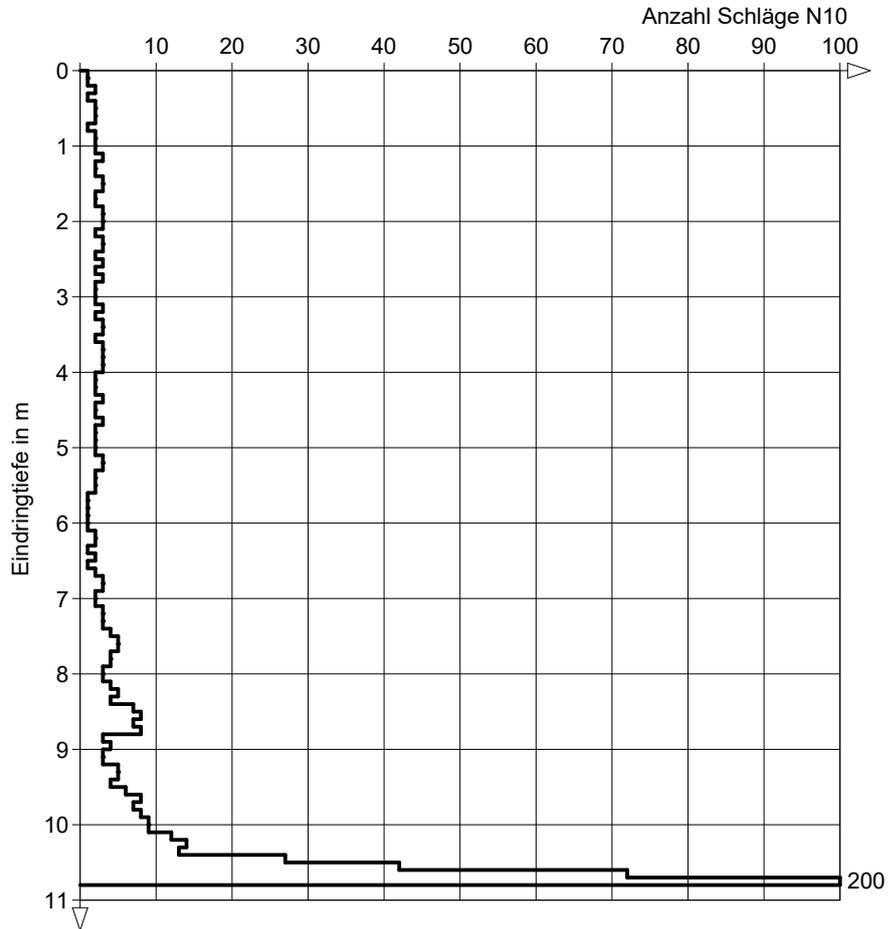
B07-2023

Ansatzpunkt: 413.76 m NHN



DPH06-2023

Ansatzpunkt: 413.86 m NHN



Crystal Geotechnik GmbH

Berat. Ingenieure und Geologen

Hofstattstr. 28, 86919 Utting

Tel.: 08806 / 95894-0

Fax: 08806 / 95894-44

Projekt: SWM - Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke 1+2

Projekt-Nr.: B 221522

Anlage: 3.4

Maßstab: 1: 100

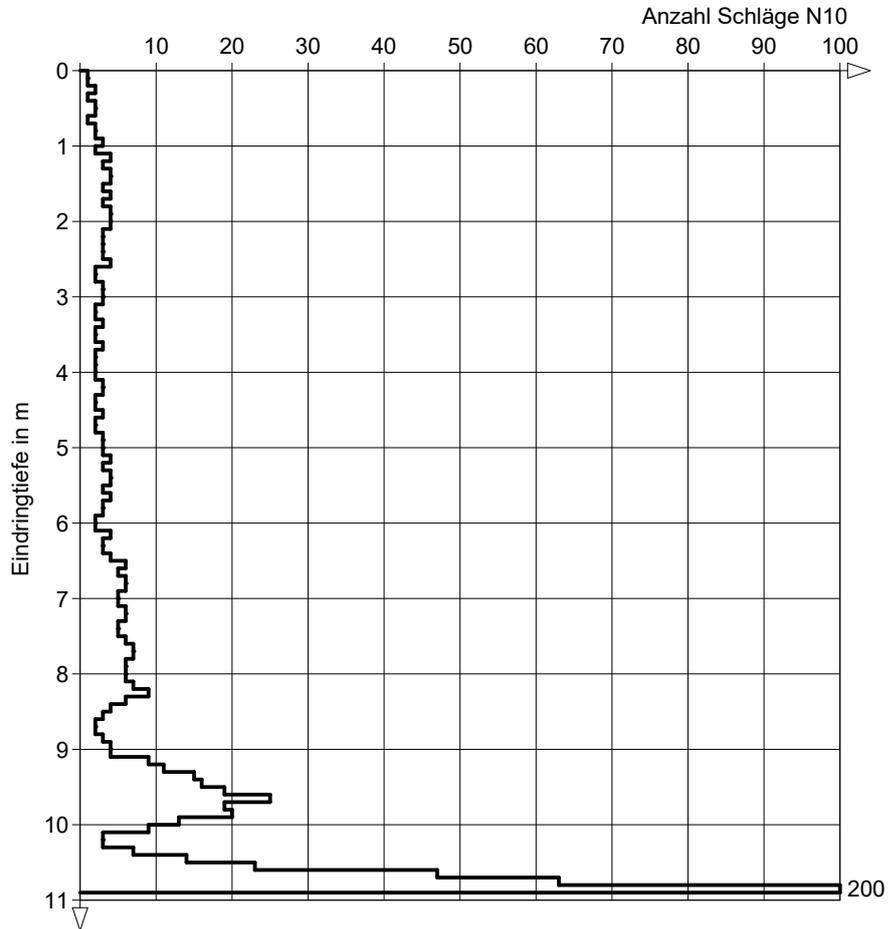
Datum:

Rechtswert: 720728.53

Hochwert: 5375117.48

DPH07-2023

Ansatzpunkt: 413.76 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

ANLAGE (4)

**ORIGINAL SCHICHTENVERZEICHNISSE
BAUGRUND SÜD**

BauGrund Süd

Gesellschaft für Geothermie mbH

Zeppelinstr. 10 | 88410 Bad Wurzach

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: **3**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. BK6 Zweck: **Baugrunderkundung**

Ort: **85368 Wang**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts: **720705.57**

Hoch: **5375165.97**

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN

m

Ansatzpunktes b) zu **413.86**

m [m] unter Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber:

Fachaufsicht: **M. Weigele**

5 Bohrunternehmen: BauGrund Süd

gebohrt von: **04.09.2023** bis: **04.09.2023**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr:

Geräteführer: **A. Dzinic**

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrerät Typ:

Baujahr:

Bohrerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch: 2 x SPT Versuche

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

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

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

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

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

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

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

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

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei **10.40** m, Anstieg bis _____ m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstand **10.40** m unter Ansatzpunkt bei _____ m Bohrtiefe

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

Nr	Filterrohr			Art	Filterschüttung			Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m	ø mm		von m	bis m	Körnung mm	von m	bis m	Art	
								0,0	1,0	Abdichtung	
								1,0	14,0	Füllkies	
								14,0	15,0	Zement-Suspen.	

11 Sonstige Angaben

Datum: **04.09.2023** Firmenstempel: _____ Unterschrift: _____

DC

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH Zeppelinstr. 10 88410 Bad Wurzach	Anlage Bericht: Az.: AZA2305018
---	--

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

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

Bohrung Nr. BK6	Blatt 3	Datum: 04.09.2023- 04.09.2023
------------------------	---------	---

1	2	3	4	5	6
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang e) Farbe f) Übliche Benennung g) Geologische Benennung h) Gruppe i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
			Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
0.30	a) Mutterboden, Schluff, sandig, kiesig b) c) d) leicht zu bohren e) schwarz f) g) h) i)				
5.00	a) Kies, sandig, schwach schluffig b) c) mitteldicht d) mittelschwer zu bohren e) hallbraun f) g) h) i)		EP		3.00 -4.00
10.10	a) Schluff, tonig, schwach sandig, schwach kiesig bis kiesig b) c) halbfest d) schwer zu bohren e) schwarz f) g) h) i)		BP BP BP UP		5.00 -6.00 6.00 -7.00 7.00 -8.00 8.70 -9.00
15.00 Endtiefe	a) Kies, sandig, schwach schluffig b) verbacken c) dicht d) schwer zu bohren e) grau f) g) h) i)	Grundwasser 10.40m u. AP 04.09.2023 SPT Versuch bei 10,5 m Schläge:10/24/37 bei 13 m Schläge: 12/27/39	EP EP		10.40 11.00 -12.00 13.00 -14.00

BauGrund Süd

Gesellschaft für Geothermie mbH

Zeppelinstr. 10 | 88410 Bad Wurzach

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: **3**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. BK7 Zweck: **Baugrunderkundung**

Ort: **85368 Wang**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts: **720728.53**

Hoch: **5375117.48**

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN

m

Ansatzpunktes b) zu **413.76**

m [m] unter Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber:

Fachaufsicht: **M. Weigele**

5 Bohrunternehmen: BauGrund Süd

gebohrt von: **24.08.2023** bis: **25.08.2023**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr:

Geräteführer: **A. Dzinic**

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrerät Typ:

Baujahr:

Bohrerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten (m)	20	
Bohrproben	Becherproben	-	
Bohrproben	Eimerproben	10	
Sonderproben			
Wasserproben		1	

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

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

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

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

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

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m		Bohrverfahren		Bohrwerkzeug				Verrohrung			Bemerkungen
Bohrlänge in m von	bis	Art	Lösen	Art	ø mm	Antrieb	Spülhilfe	Außen ø mm	Innen ø mm	Tiefe m	
0,0	20,0	BK	ram	Schap	180	SE		219	190	20,0	

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

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau											
Wasser erstmals angetroffen bei 9.90 m, Anstieg bis _____ m unter Ansatzpunkt											
Höchster gemessener Wasserstand 9.90 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	7,8	Füllkies	
								7,8	9,0	Ton	
								9,0	20,0	Filterkies	

11 Sonstige Angaben											
Datum: 25.08.2023 Firmenstempel: _____ Unterschrift: _____											
											DC

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH Zeppelinstr. 10 88410 Bad Wurzach	Anlage Bericht: Az.: AZA2305018
---	--

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerneten Proben

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

Bohrung Nr. BK7	Blatt 3	Datum: 24.08.2023- 25.08.2023
------------------------	---------	---

1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
7.80	a) Fein- bis Mittelkies, steinig					EP		1.00
	b)					EP		-2.00
	c) dicht					EP		3.00
	d) sehr schwer zu bohren							-4.00
	e) grau						-5.00	
	f)						-6.00	
	g)							
	h)							
	i)							
9.00	a) Ton, schluffig					EP		7.00
	b)							-8.00
	c) fest							
	d) schwer zu bohren							
	e) schwarz							
	f)							
	g)							
	h)							
	i)							
14.50	a) Fein- bis Mittelkies, steinig, sandig				Grundwasser 9.90m u. AP 24.08.2023	EP		9.90
	b)					EP		9.00
	c) dicht					EP		-10.00
	d) sehr schwer zu bohren							11.00
	e) grau						-12.00	
	f)						13.00	
	g)						-14.00	
	h)							
	i)							
20.00 Endtiefe	a) Fein- bis Mittelkies, sandig					EP		15.00
	b)					EP		-16.00
	c) dicht					EP		17.00
	d) sehr schwer zu bohren							-18.00
	e) blau						19.00	
	f)						-20.00	
	g)							
	h)							
	i)							

CRYSTAL GEOTECHNIK

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

ANLAGE (5)

BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHSERGEBNISSE

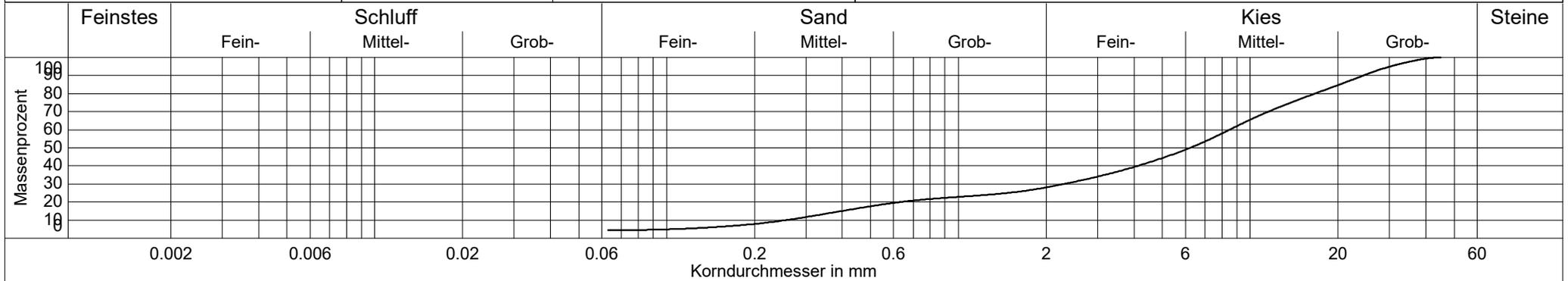
EXCEL-Auswertung		Projektzusammenstellung														EX-KP-Projektzusammenstellung											
																Revision A - Stand 2023-02											
		Seite 1 von 2		Anlage 5.1																							
Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke, SKUP1 - Brücke UP 41										Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München																	
Projekt-Nr.: B 221522			Probenehmer: Baugrund Süd			Probenahme: 04.09.2023				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					Schrumpfgrenze w_s / Schrumpfmaß	Dichte		Proctor- versuch Proctordichte ρ_{pr} / opt. Wasserg. w_{pr}	Einax Druckfestigkeit q_u / vert. Stauchung ϵ_v	Glühverlust	Scherversuch Reibungswinkel/ Kohäsion	Taschenpenetrometer	Flügelversuch				
					$\phi < 0.002$ mm	$\phi 0.002 - 0.063$ mm	$\phi 0.063 - 2$ mm	$\phi 2 - 63$ mm	$\phi > 63$ mm	Wasserg. $\phi < 0.4$ mm	Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_p	Plastizität I_p	Konsistenz		Feuchtdichte ρ	Trockendichte ρ_d							[t/m ³]	[t/m ³]/[%]	[kPa]/[%]	[%]
B6-2023 4,00 m	B221522- B6-4,00	Kies, sandig gelbliches braun	G,s GW		4,4	23,7	71,9	0,0																			
B6-2023 6,00 m	B221522- B6-6,00	Ton, schluffig, sandig, stark kiesig, schwach organisch gräuliches braun	T,u,s,g*,o' TL	13,7						23,0	34,3	21,8	12,6														
B6-2023 9,00 m	B221522- B6-9,00	Schluff, schwach sandig, schwach kiesig, schwach organisch dunkles braun	U,s',g',o' UA	28,3						35,3	65,9	35,6	30,3												$\phi' = 29,2$ $c' = 23,7$	75 75 75	
B6-2023 12,00 m	B221522- B6-12,00	Kies, sandig olivbraun	G,s GI		3,0	18,4	78,6	0,0																			

Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke, SKUP1 - Brücke UP 41	Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München
--	--

Projekt-Nr.: B 221522	Probenehmer: Baugrund Süd	Probenahme: 24.08.2023	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				Schrumpfgrenze w_s / Schrumpfmäß	Dichte		Proctor- versuch Proctordichte ρ_{pr} / opt. Wasserg. w_{pr}	Einax Druckfestigkeit q_u / vert. Stauchung ϵ_v	Glühverlust	Scherversuch Reibungswinkel/ Kohäsion	Taschenpenetrometer	Flügelscherversuch
					$\phi < 0.002$ mm	$\phi 0.002 - 0.063$ mm	$\phi 0.063 - 2$ mm	$\phi 2 - 63$ mm	$\phi > 63$ mm	Wasserg. $\phi < 0.4$ mm	Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_p	Plastizität I_p		Konsistenz	Feuchtdichte ρ						
				[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[t/m ³]	[t/m ³]/[%]	[kPa]/[%]	[%]	[°]/[kN/m ²]	[kPa]	[kPa]	
B7-2023 4,00 m	B221522- B7- 4,00m	Auffüllung [Kies, sandig, schwach schluffig] grau	A[G,s,u'] GU		5,8	27,1	67,1	0,0														
B7-2023 6,00 m	B221522- B7- 6,00m	Kies, sandig, schwach schluffig grau	G,s,u' GU		6,6	26,5	66,9	0,0														
B7-2023 8,00 m	B221522- B7- 8,00m	Ton, schluffig, sandig, kiesig, organisch dunkles braun	T,u,s,g,o TA	15,5					27,4	55,8	29,9	25,9	1,10 halbfest									
B7-2023 12,00 m	B221522- B7- 12,00m	Kies, schwach sandig, schwach schluffig bräunliches grau	G,s',u' GU		5,6	14,6	79,8	0,0														
B7-2023 14,00 m	B221522- B7- 14,00m	Kies, sandig, schwach schluffig olivbraun	G,s,u' GU		6,9	19,0	74,2	0,0														
B7-2023 18,00 m	B221522- B7- 18,00m	Kies, sandig, schwach schluffig grau	G,s,u' GU		7,2	22,1	70,7	0,0														

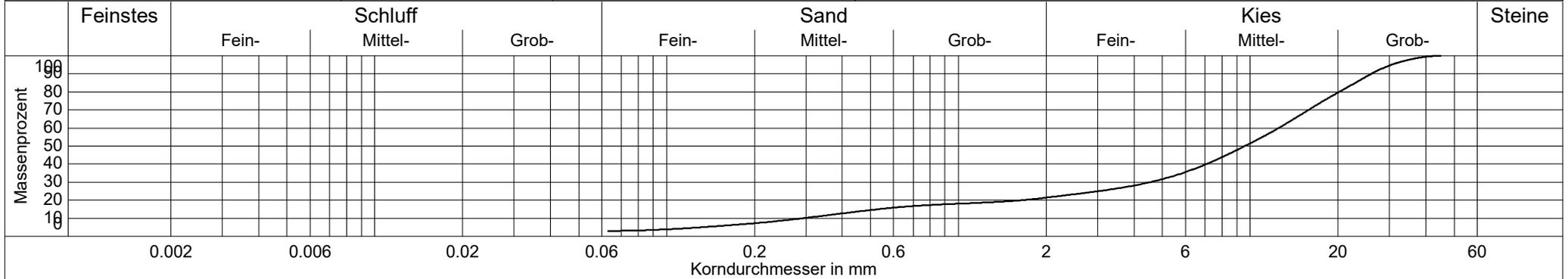
Crystal Geotechnik GmbH	 DAKKS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: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



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B221522-B6-4,00m
Entnahmestelle	B6-2023
Entnahmetiefe	4,00 m
Bodenart	G,s
Bodengruppe	GW
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/4.4/23.7/71.9 %
Ungleichförmigkeitsgrad	33.1
Krümmungszahl	2.4
Anteil < 0.063 mm	4.4 %
d10 / d60	0.257/8.493 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm ³
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	2.6E-03 m/s
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F1
d25	1.464 mm
d30	2.300 mm

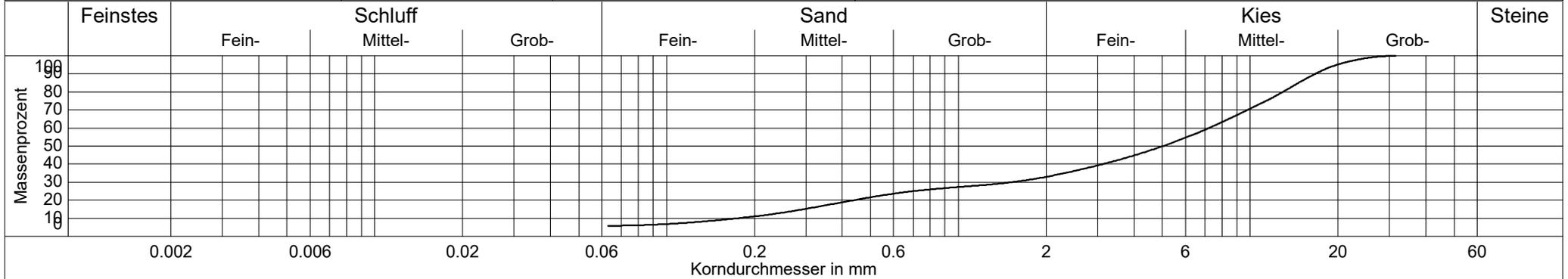
Crystal Geotechnik GmbH	 DAKKS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 5.4
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	—— B221522-B6-12,00m
Entnahmestelle	B6-2023
Entnahmetiefe	12,00 m
Bodenart	G,s
Bodengruppe	GI
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/3.0/18.4/78.6 %
Ungleichförmigkeitsgrad	42.7
Krümmungszahl	5.6
Anteil < 0.063 mm	3.0 %
d10 / d60	0.293/12.522 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm ³
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	1.4E-02 m/s
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F1
d25	3.021 mm
d30	4.539 mm

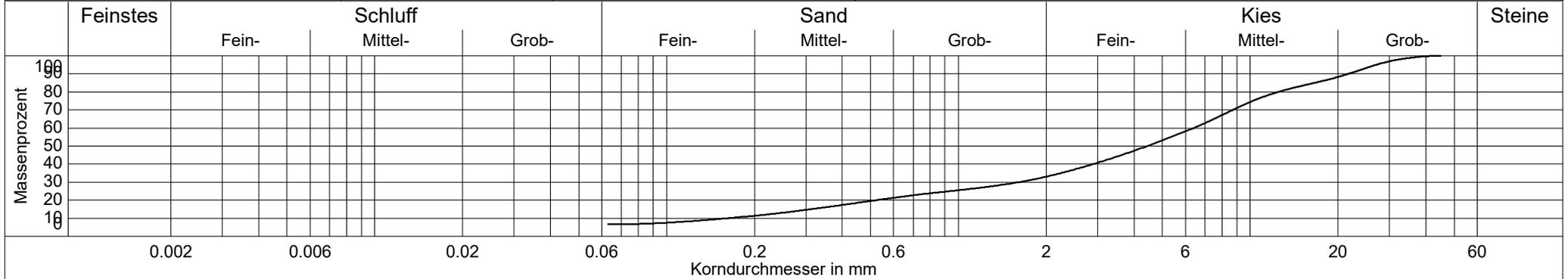
Crystal Geotechnik GmbH	 Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 5.5
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	———— B221522-B7-4,00m
Entnahmestelle	B7-2023
Entnahmetiefe	4,00 m
Bodenart	G,s,u'
Bodengruppe	GU
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/5.8/27.1/67.1 %
Ungleichförmigkeitsgrad	41.2
Krümmungszahl	1.8
Anteil < 0.063 mm	5.8 %
d ₁₀ / d ₆₀	0.176/7.224 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm ³
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	7.1E-04 m/s
kf nach USBR	- (d ₁₀ > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F2
d ₂₅	0.699 mm
d ₃₀	1.526 mm

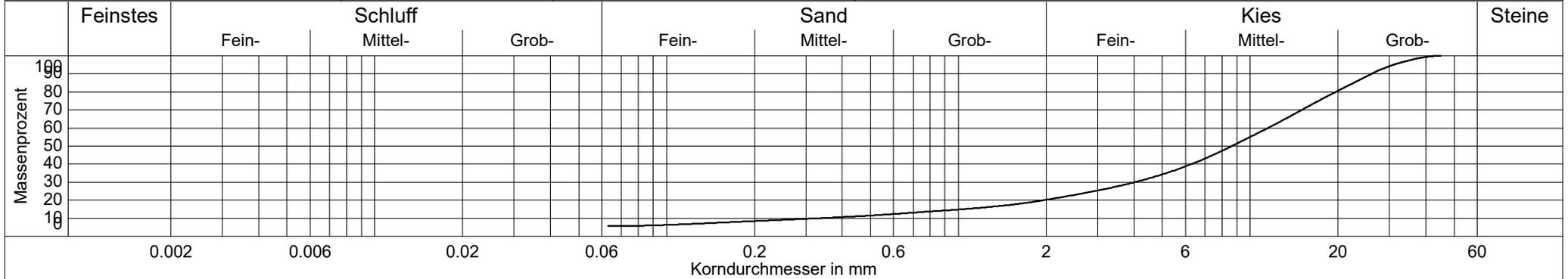
Crystal Geotechnik GmbH	 Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44	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



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	———— B221522-B7-6,00m
Entnahmestelle	B7-2023
Entnahmetiefe	6,00 m
Bodenart	G,s,u'
Bodengruppe	GU
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/6.6/26.5/66.9 %
Ungleichförmigkeitsgrad	39.6
Krümmungszahl	2.5
Anteil < 0.063 mm	6.6 %
d10 / d60	0.162/6.407 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm ³
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	1.2E-03 m/s
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F2
d25	0.933 mm
d30	1.610 mm

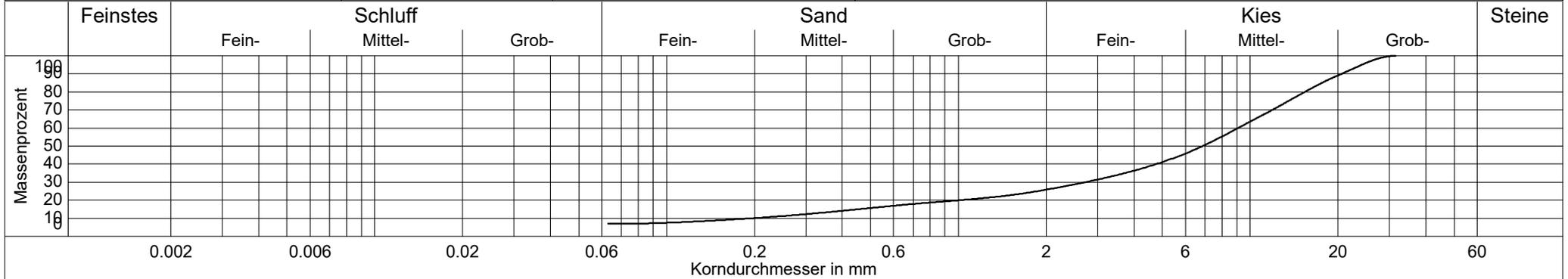
Crystal Geotechnik GmbH	 Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44	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



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	———— B221522-B7-12,00m
Entnahmestelle	B7-2023
Entnahmetiefe	12,00 m
Bodenart	G,s',u'
Bodengruppe	GU
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/5.6/14.6/79.8 %
Ungleichförmigkeitsgrad	34.4
Krümmungszahl	4.2
Anteil < 0.063 mm	5.6 %
d ₁₀ / d ₆₀	0.334/11.499 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm ³
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	1.1E-02 m/s
kf nach USBR	- (d ₁₀ > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F2
d ₂₅	2.923 mm
d ₃₀	4.022 mm

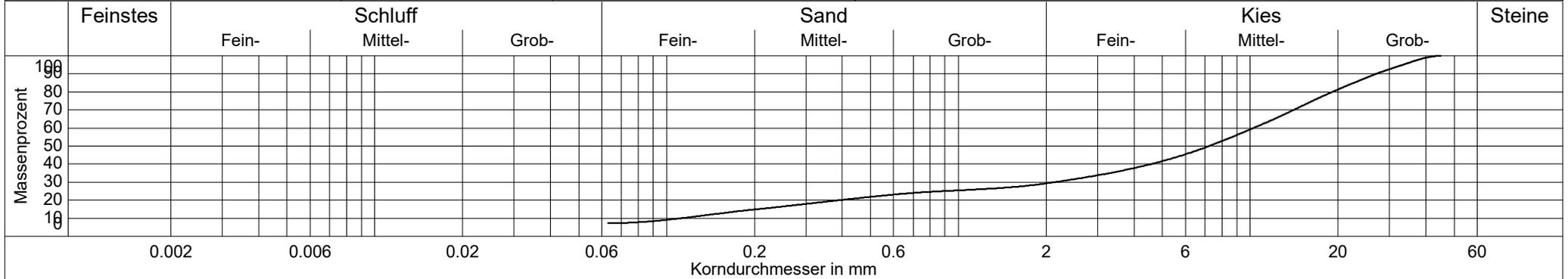
Crystal Geotechnik GmbH	 Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	<h1>Kornverteilung</h1> DIN EN ISO 17892-4	Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke
Beratende Ingenieure und Geologen			Projektnr.: B 221522
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 17.10.2023
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44	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



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	———— B221522-B7-14,00m
Entnahmestelle	B7-2023
Entnahmetiefe	14,00 m
Bodenart	G,s,u'
Bodengruppe	GU
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/6.9/19.0/74.2 %
Ungleichförmigkeitsgrad	46.2
Krümmungszahl	4.1
Anteil < 0.063 mm	6.9 %
d10 / d60	0.197/9.092 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm ³
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	5.8E-03 m/s
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F2
d25	1.872 mm
d30	2.723 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

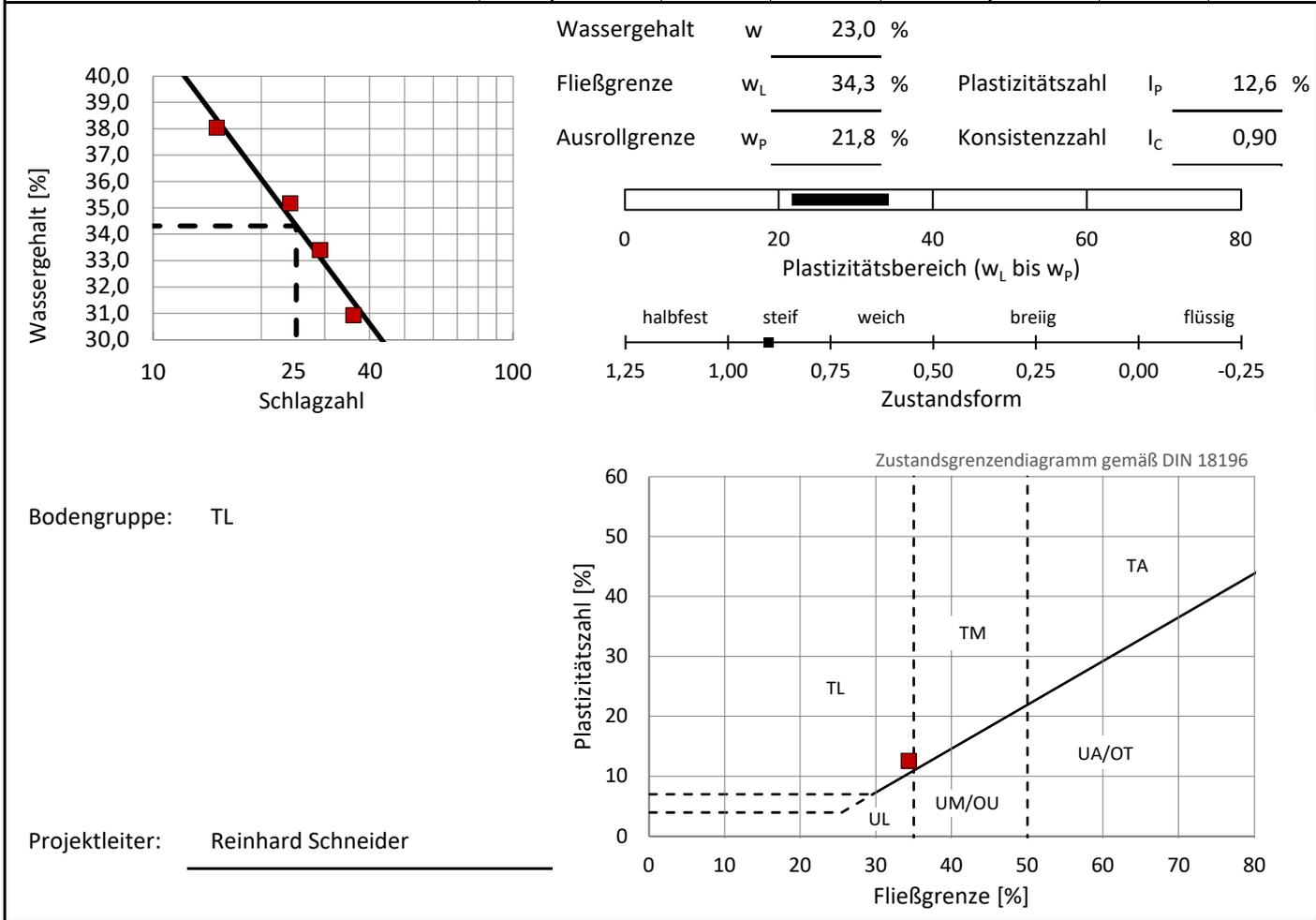


gemäß formeller Auslegung der DIN, Probemenge zu gering

Probenbezeichnung	———— B221522-B7-18,00m
Entnahmestelle	B7-2023
Entnahmetiefe	18,00 m
Bodenart	G,s,u'
Bodengruppe	GU
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/7.2/22.1/70.7 %
Ungleichförmigkeitsgrad	91.4
Krümmungszahl	4.0
Anteil < 0.063 mm	7.2 %
d ₁₀ / d ₆₀	0.112/10.260 mm
Korndichte geschätzt:	2,7 g/cm ³
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	4.7E-03 m/s
kf nach USBR	- (d ₁₀ > 0.02)
Frostempfindlichkeitsklasse	F2
d ₂₅	0.876 mm
d ₃₀	2.133 mm

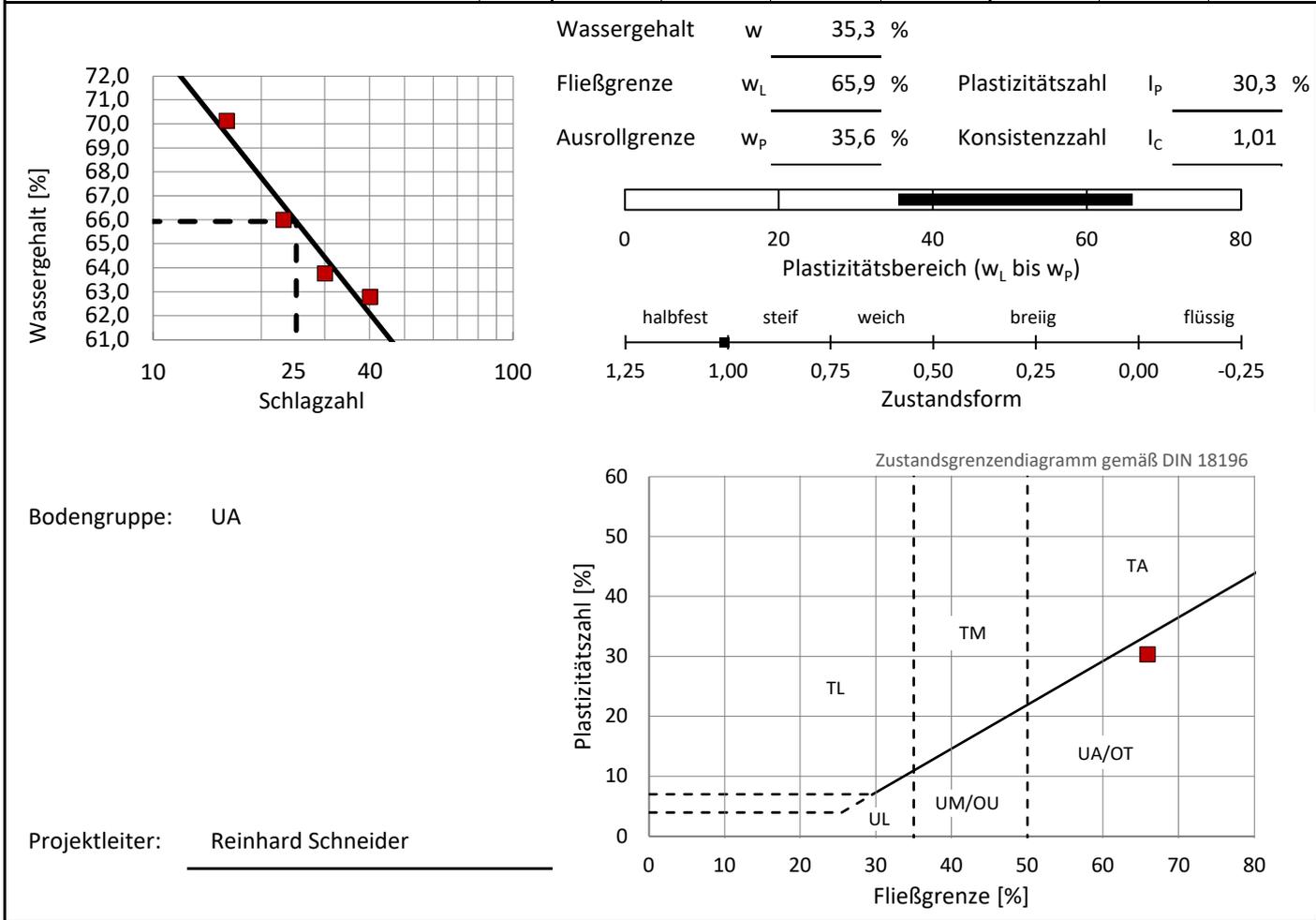
Projekt: Sanierung Kanalanlagen Upperbornwerke		
Projekt-Nr.: B 221522	Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München	
Probenbezeichnung: B221522-B6-2023-6,00m		
Entnahmestelle: B6-2023	entnommen am: 04.09.2023	durch: BauGrund Süd
Entnahmetiefe: 6,00 m	ausgeführt am: 08.11.2023	durch: JK
Bodenart: T,u,s,g*,o'	Größtkorn _{Versuch} : 0,4 mm	Bemerkungen: WG zunehmend natürlich

			Fließgrenze				Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.			31	98	27	41	36	20	138
Zahl der Schläge			36	29	24	15			
feuchte Probe + Behälter	$m_1 + m_B$	[g]	24,13	28,62	25,67	26,38	13,84	14,47	12,68
trockene Probe + Behälter	$m_d + m_B$	[g]	19,20	22,44	19,90	20,25	12,09	12,61	11,23
Behälter	m_B	[g]	3,27	3,94	3,50	4,14	4,13	4,03	4,52
Wasser	$m_W = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	4,93	6,18	5,77	6,13	1,75	1,86	1,45
trockene Probe	$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	15,93	18,50	16,40	16,11	7,96	8,58	6,71
Wassergehalt	$w = \frac{m_W}{m_d} \times 100$	[%]	30,9	33,4	35,2	38,1	22,0	21,7	21,6



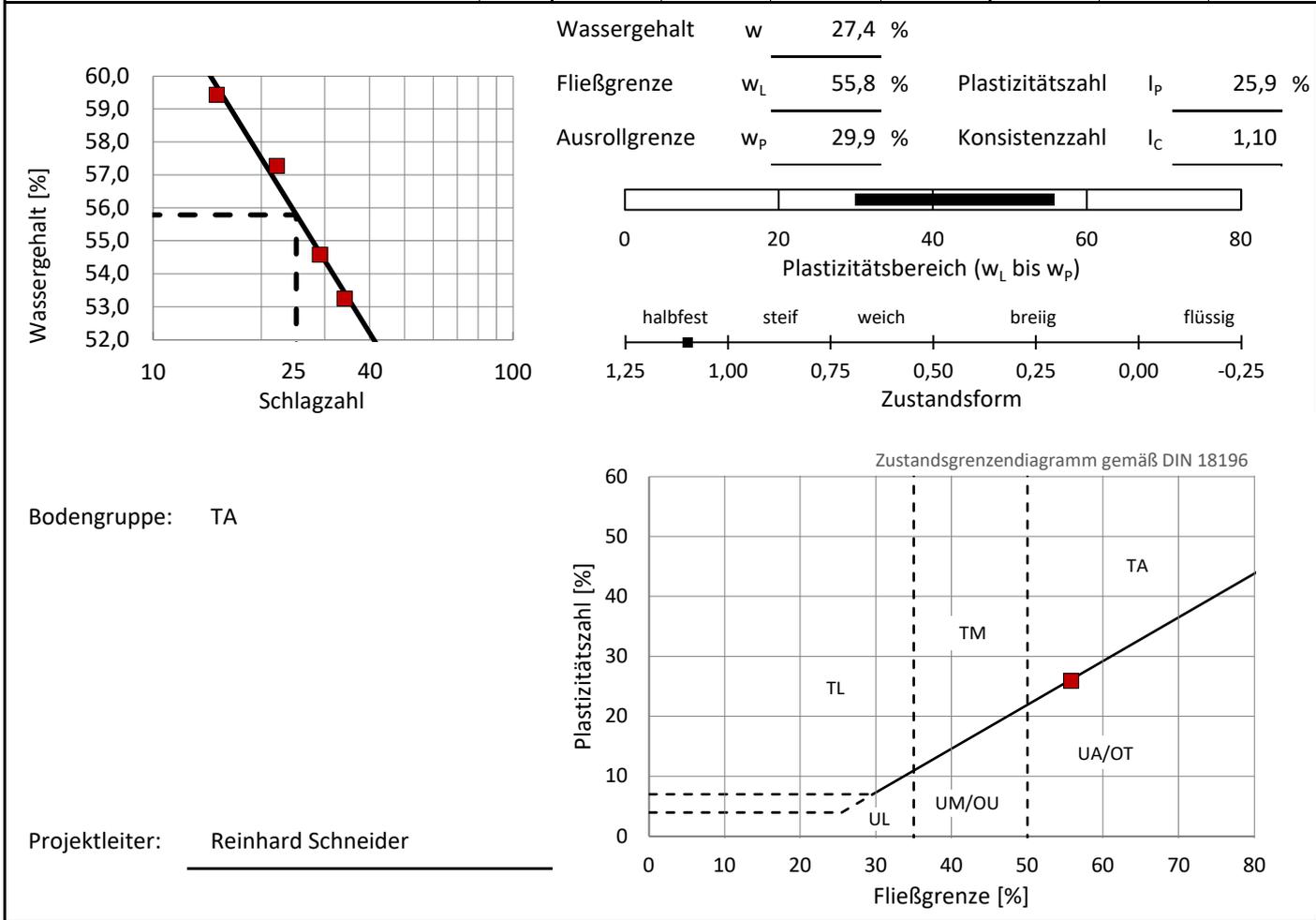
Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppernbornerwerke		
Projekt-Nr.: B 221522	Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München	
Probenbezeichnung: B221522-B6-2023-9,00m		
Entnahmestelle: B6-2023	entnommen am: 04.09.2023	durch: BauGrund Süd
Entnahmetiefe: 9,00 m	ausgeführt am: 14.11.2023	durch: JK
Bodenart: U,s',g',o'	Größtkorn _{Versuch} : 0,4 mm	Bemerkungen: WG zunehmend natürlich

			Fließgrenze				Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.			41	19	16	97	90	70	2
Zahl der Schläge			40	30	23	16			
feuchte Probe + Behälter	$m_1 + m_B$	[g]	28,67	23,65	26,36	26,00	10,49	12,08	10,93
trockene Probe + Behälter	$m_d + m_B$	[g]	19,24	16,01	17,50	16,93	8,82	10,12	8,99
Behälter	m_B	[g]	4,22	4,03	4,08	4,00	4,13	4,61	3,54
Wasser	$m_W = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	9,43	7,64	8,86	9,07	1,67	1,96	1,94
trockene Probe	$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	15,02	11,98	13,42	12,93	4,69	5,51	5,45
Wassergehalt	$w = \frac{m_W}{m_d} \times 100$	[%]	62,8	63,8	66,0	70,1	35,6	35,6	35,6



Projekt: Sanierung Kanalanlagen Upperbornwerke		
Projekt-Nr.: B 221522	Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München	
Probenbezeichnung: B221522-B7-2023-8,00m		
Entnahmestelle: B7-2023	entnommen am: 24.08.2023	durch: BauGrund Süd
Entnahmetiefe: 8,00 m	ausgeführt am: 14.11.2023	durch: JK
Bodenart: T,u,s,g,o	Größtkorn _{Versuch} : 0,4 mm	Bemerkungen: WG zunehmend natürlich

			Fließgrenze				Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.			59	14	18	10	333	1	142
Zahl der Schläge			34	29	22	15			
feuchte Probe + Behälter	$m_1 + m_B$	[g]	22,45	23,27	24,11	22,02	9,45	9,68	10,17
trockene Probe + Behälter	$m_d + m_B$	[g]	16,06	16,49	17,11	15,03	8,12	8,39	8,88
Behälter	m_B	[g]	4,06	4,07	4,89	3,27	3,72	4,13	4,46
Wasser	$m_W = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	6,39	6,78	7,00	6,99	1,33	1,29	1,29
trockene Probe	$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	12,00	12,42	12,22	11,76	4,40	4,26	4,42
Wassergehalt	$w = \frac{m_W}{m_d} \times 100$	[%]	53,3	54,6	57,3	59,4	30,2	30,3	29,2



Crystal Geotechnik

Beratende Ingenieure und Geologen GmbH
 Hofstattstraße 28 86919 Utting
 Tel. 08806/95894-0
 Fax 08806/95894-44

Rahmenscherversuch gemäß DIN 18137-3:2002-09

EX-KP-DIN 18137-3-Rahmenscher

Revision A - Stand 2023-04

Anlage: 5.13.1

Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke, SKUP1 Brücke UP41

Projekt-Nr.: B221522 Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München

Probenbezeichnung: B221522-BK6-9,00 m

Entnahmestelle: BK 6 entnommen am: 04.09.2023 durch: Baugrund Süd

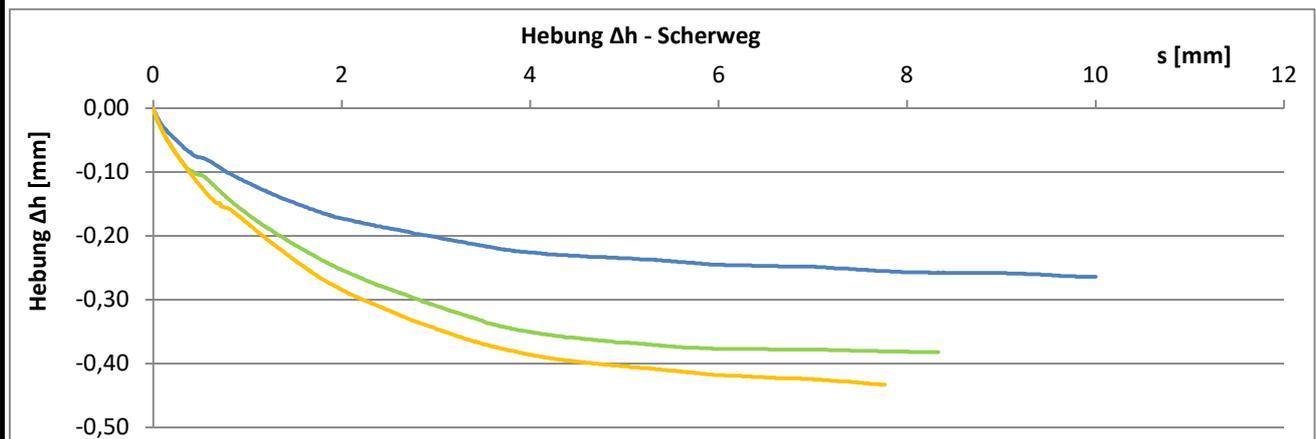
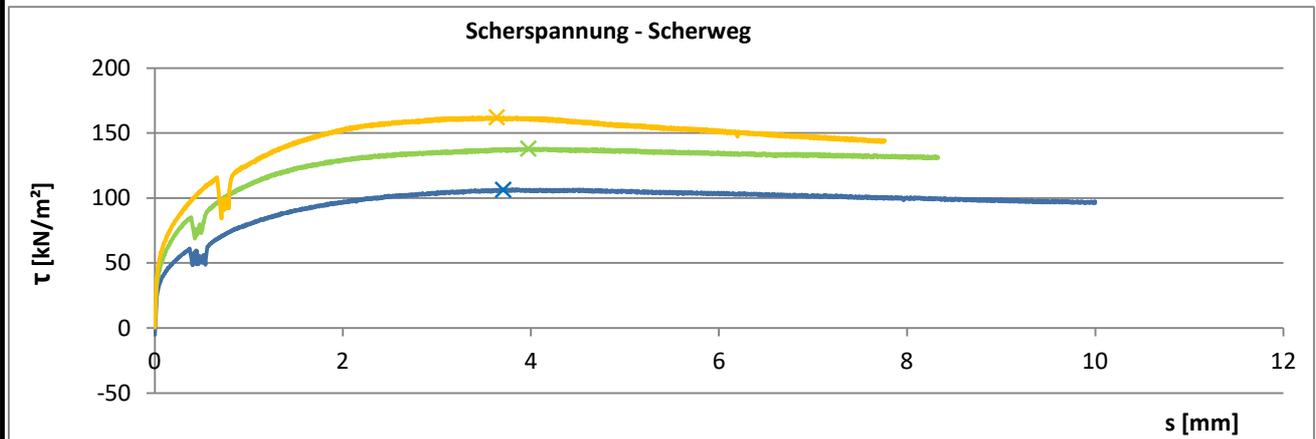
Entnahmetiefe: 8,75 - 9,00 m ausgeführt am: 09.11.2023 durch: AW

Bodenart: U,s',g',o' Bodengruppe: UA

Bemerkungen: ungestört

Probenhöhe h0 [mm]	20
Probenfläche [cm ²]	40

Teilversuch	1	2	3	4	5
Wassergehalt wEinbau	28,30%	28,30%	28,30%		
Wassergehalt wAusbau	34,20%	35,10%	37,30%		
Einbaudichte [g/cm ³]	1,428	1,435	1,388		
Ausbaudichte [g/cm ³]					



Versuch	σ [kN/m ²]	τ [kN/m ²]	Scherweg s [mm]	Hebung Δh [mm]	Schergeschw. [mm/min]
1 X	150	106,25	3,705	-0,221	0,004
2 X	200	137,88	3,972	-0,350	0,004
3 X	250	162,08	3,637	-0,374	0,004
4 X					
5 X					

Crystal Geotechnik

Beratende Ingenieure und Geologen GmbH
 Hofstattstraße 28 86919 Utting
 Tel. 08806/95894-0
 Fax 08806/95894-44

Rahmenscherversuch gemäß DIN 18137-3:2002-09

EX-KP-DIN 18137-3-Rahmenscher

Revision A - Stand 2023-04

Anlage: 5.13.2

Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke, SKUP1 Brücke UP41

Projekt-Nr.: B221522 Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München

Probenbezeichnung: B221522-BK6-9,00 m

Entnahmestelle: BK 6 entnommen am: 04.09.2023 durch: Baugrund Süd

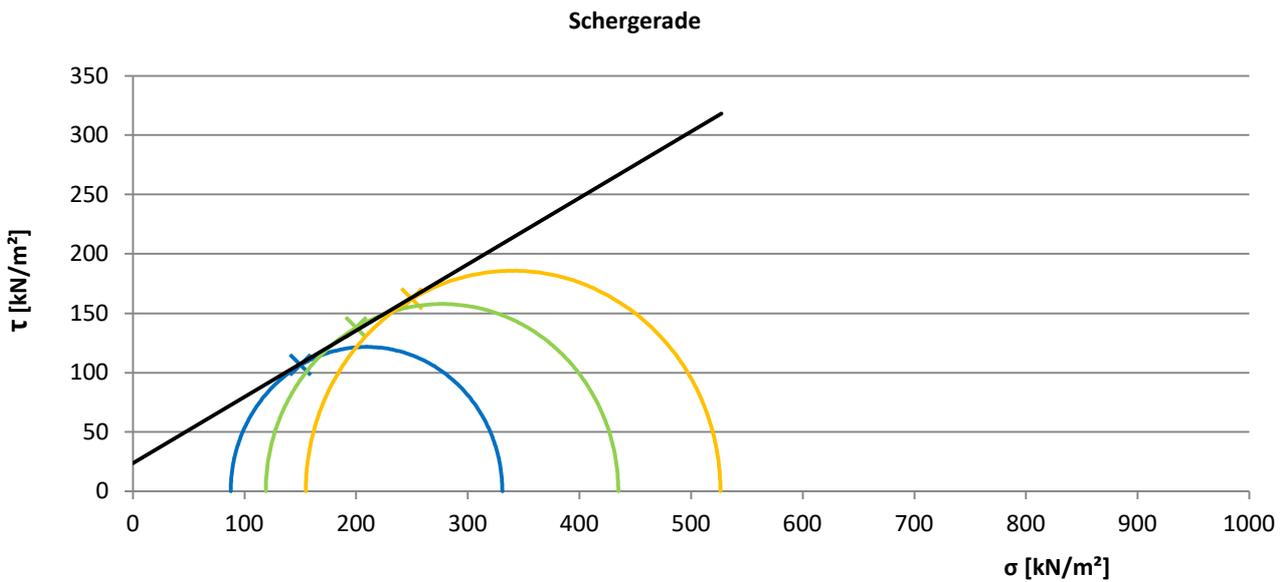
Entnahmetiefe: 8,75 - 9,00 m ausgeführt am: 09.11.2023 durch: AW

Bodenart: U,s',g',o' Bodengruppe: UA

Bemerkungen: ungestört

Probenhöhe h0 [mm]	20
Probenfläche [cm ²]	40

Teilversuch	1	2	3	4	5
Wassergehalt wEinbau	28,30%	28,30%	28,30%		
Wassergehalt wAusbau	34,20%	35,10%	37,30%		
Einbaudichte [g/cm ³]	1,428	1,435	1,388		
Ausbaudichte [g/cm ³]					



Schergerade: $\tau = 0,5583 \cdot \sigma + 23,74$

Reibungswinkel [°]	29,18
Kohäsion [kN/m ²]	23,74
Korrelation	0,9971

Bemerkungen:

Projektleiter: Reinhard Schneider

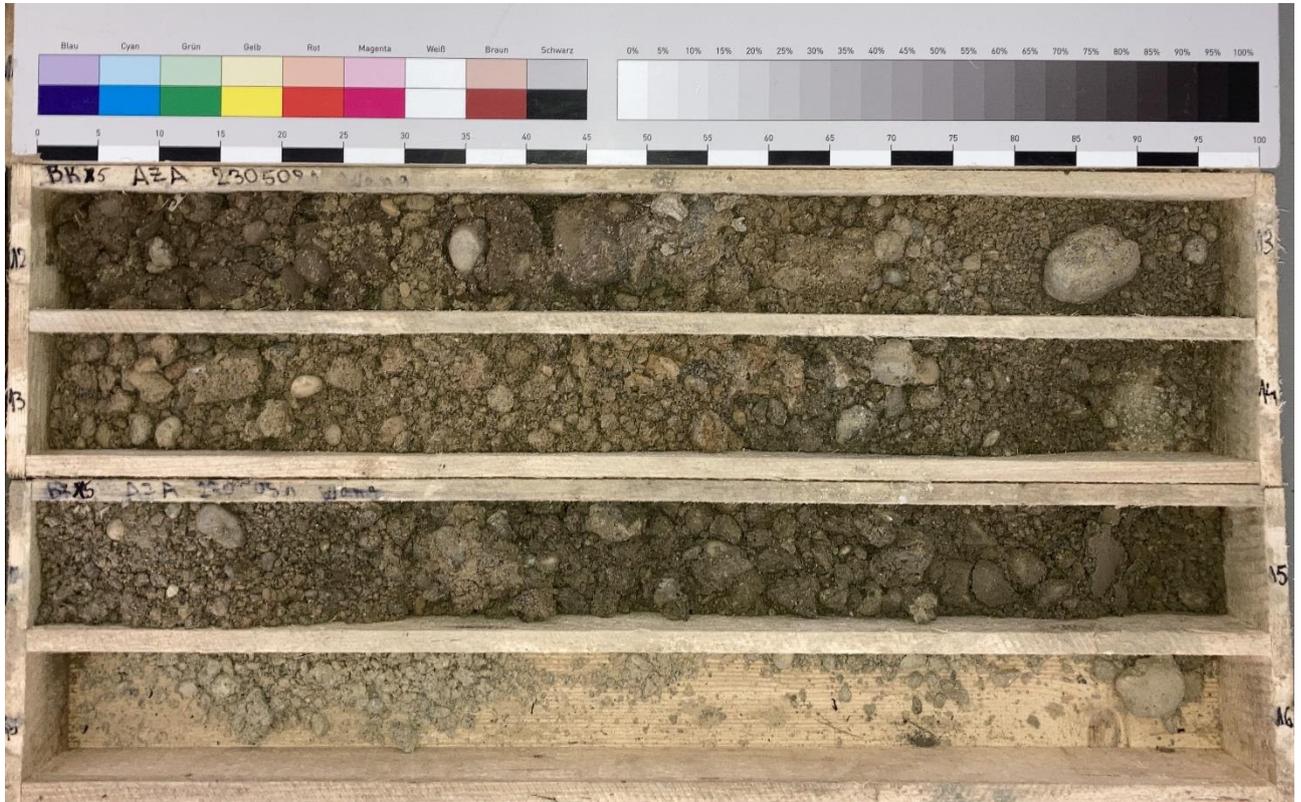
CRYSTAL GEOTECHNIK

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

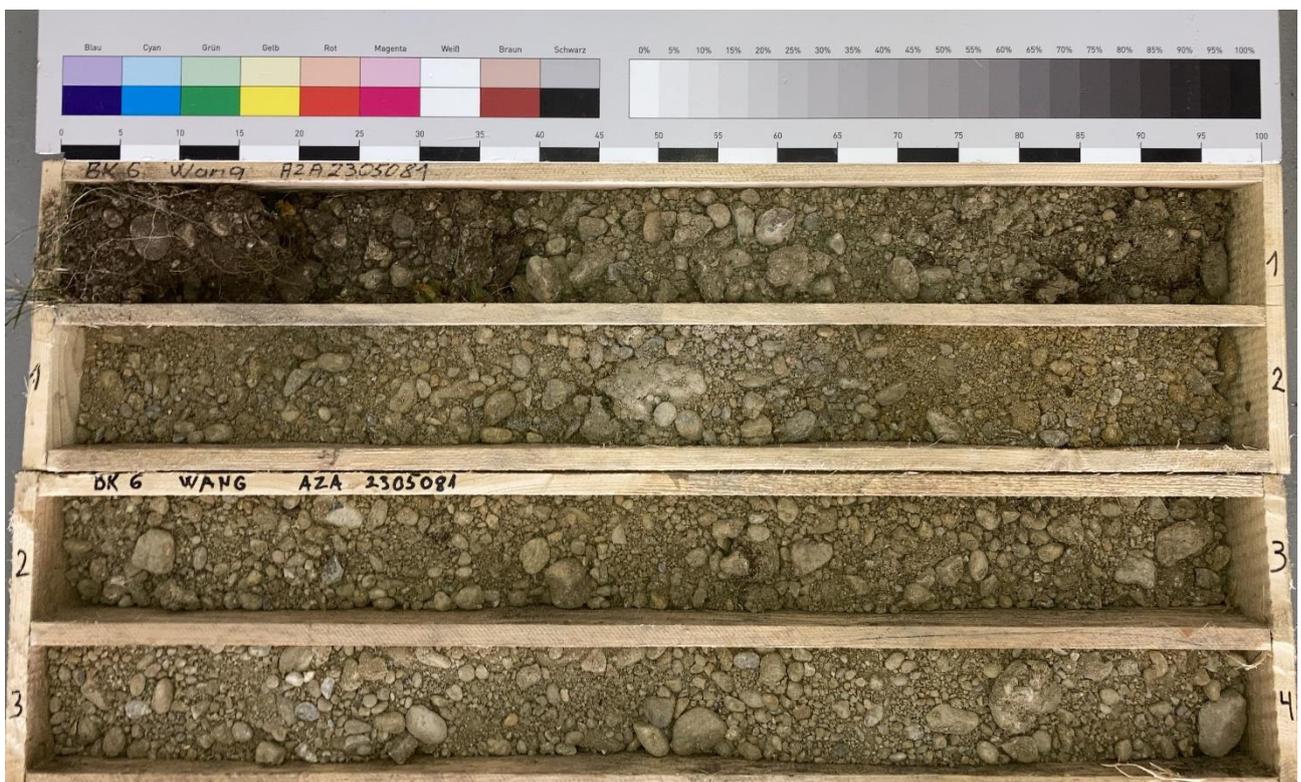
ANLAGE (6)

FOTODOKUMENTATION DER BOHRKERNE

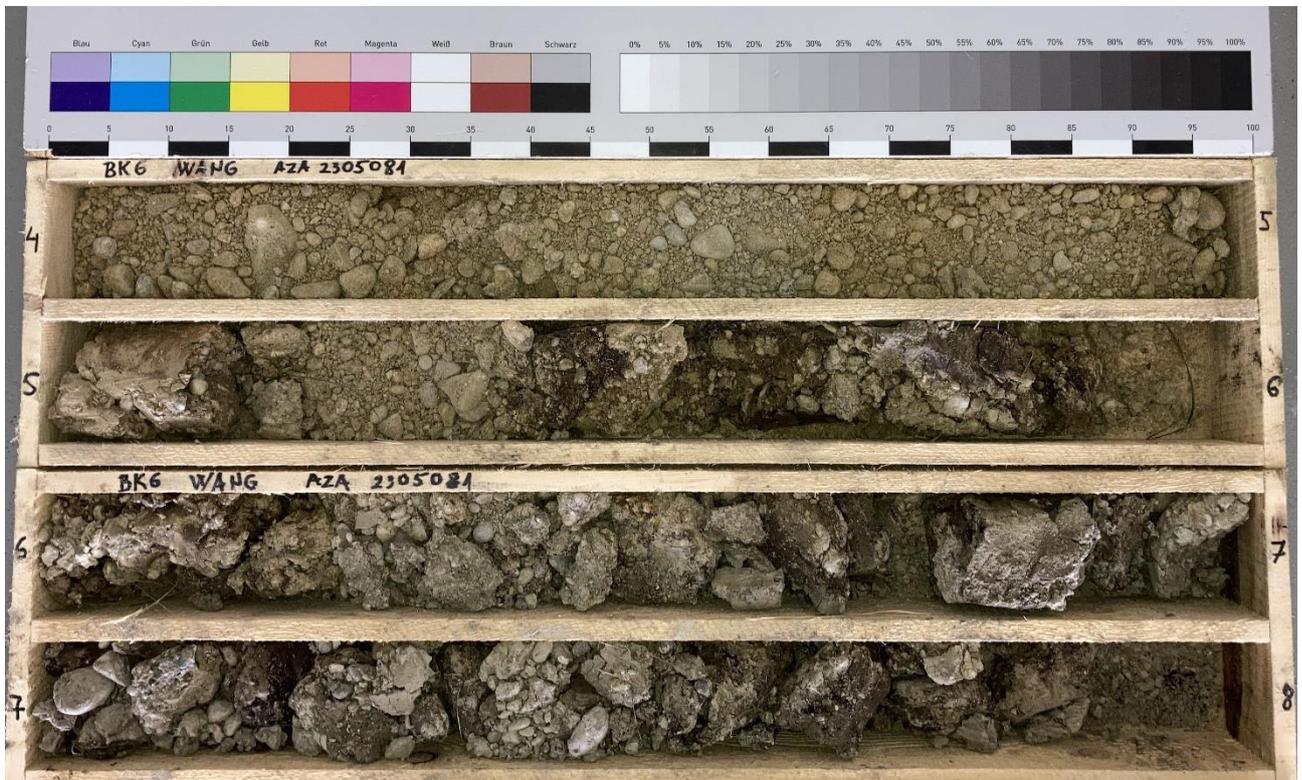
BK5: 12,0 bis 15,0 m u. GOK



BK6: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



BK6: 4,0 bis 8,0 m u. GOK



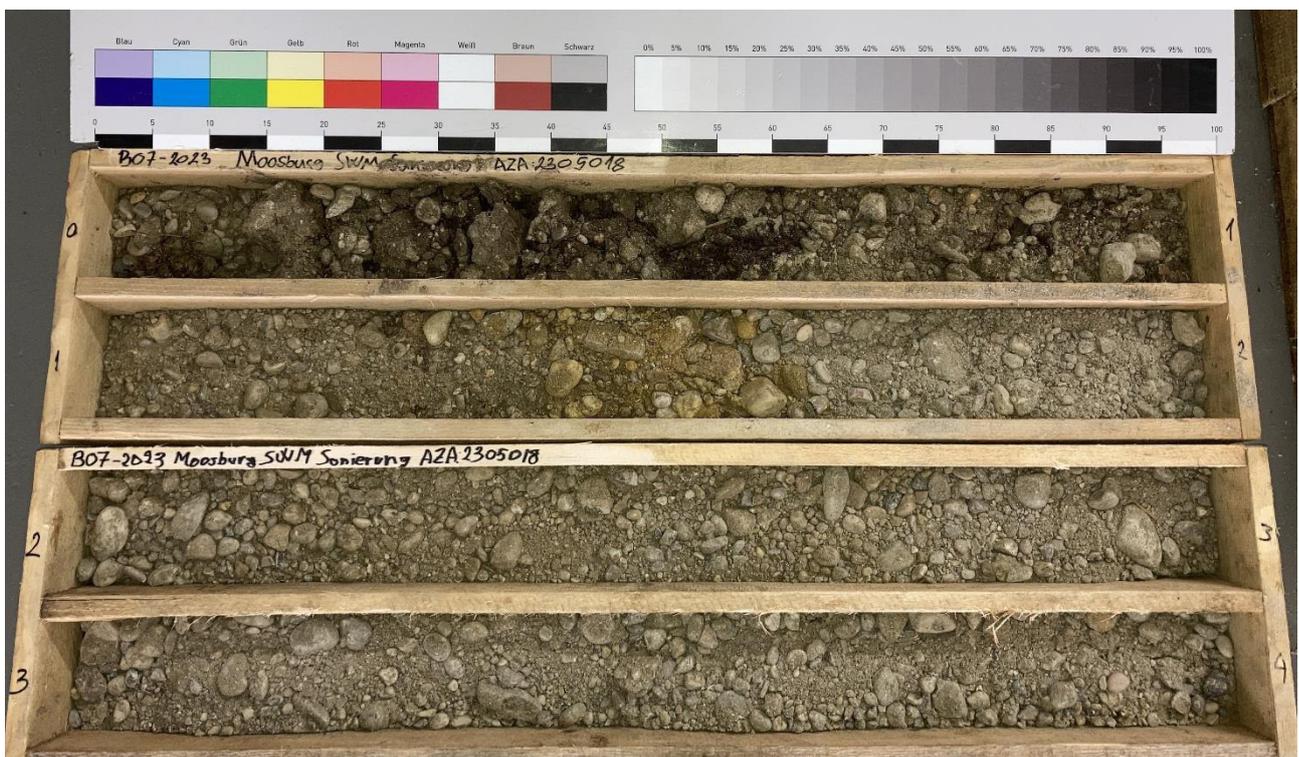
BK6: 8,0 bis 12,0 m u. GOK



BK6: 12,0 bis 15,0 m u. GOK



BK7: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



BK7: 4,0 bis 8,0 m u. GOK



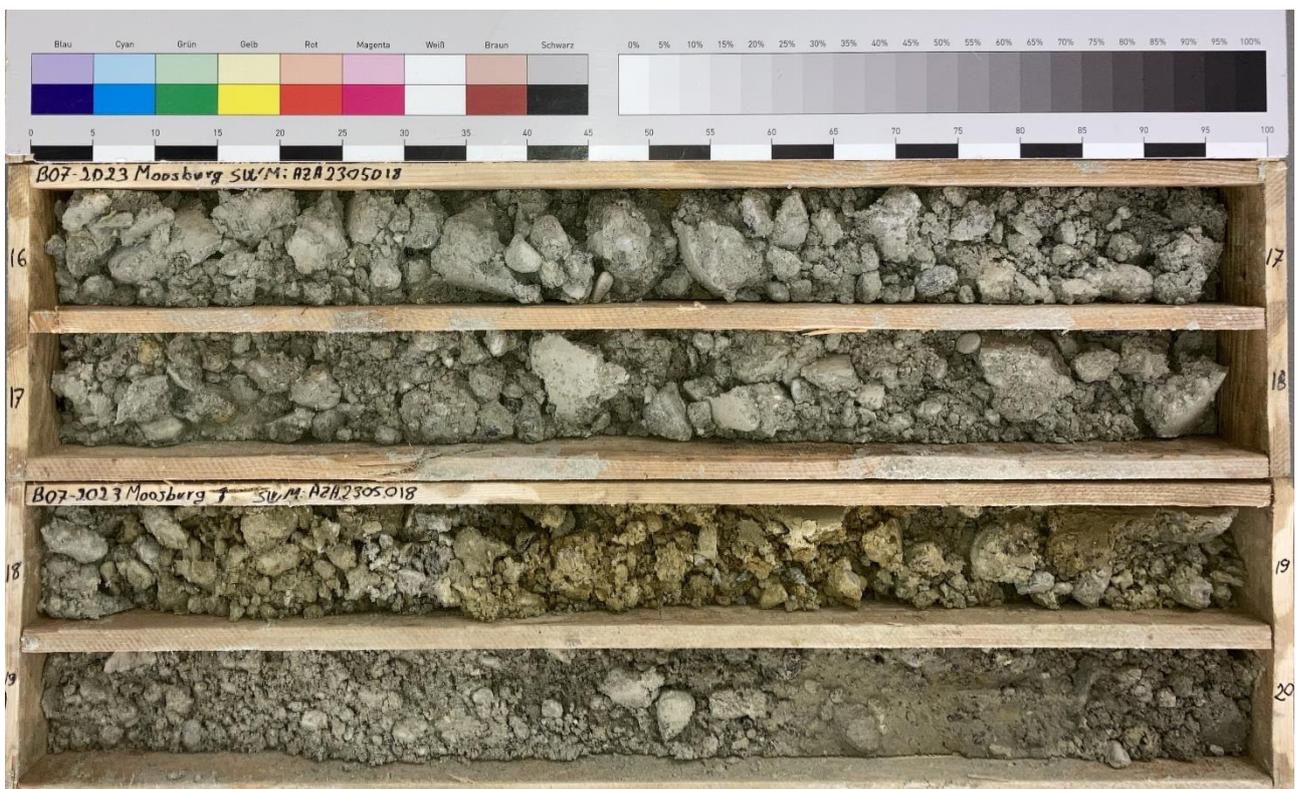
BK7: 8,0 bis 12,0 m u. GOK



BK7: 12,0 bis 16,0 m u. GOK



BK7: 16,0 bis 20,0 m u. GOK



CRYSTAL GEOTECHNIK

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

ANLAGE (7)

**TABELLARISCHE ZUSAMMENSTELLUNG
DER HOMOGENBEREICHE**

Zusammenstellung und Beschreibung der Homogenbereiche

UP 41 Brück über Mittlerer-Isar-Kanal		DIN 18300:2019-09	DIN 18301:2019-09	DIN 18304:2019-09	Homogenbereich O1	Homogenbereich A1	Homogenbereich B1.1	
					Mutterboden/ Oberboden	Kiesige Auffüllungen	schluffige - tonige Decklagen	
Umweltrelevante Inhaltstoffe		x	x	x	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt	
Boden	ortsübliche Bezeichnung	x	x	x	Mutterboden/ Oberboden	kiesige Auffüllungen	schluffig - tonige Decklagen	
	Kurzzeichen nach DIN 4023	x	x	x	Mu	A (G, ± s, ± u, ± t ± x)	U, ± t, ± s, ± g T, ± u, ± s, ± g	
	Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4	x	x	x	G: 0 - 5% S: 5 - 30 % U: 30 - 80 % T: 5 - 40%	G: 40 - 80 % S: 5 - 40 % U: 3 - 15 % T: 0 - 5 %	G: 0 - 30 % S: 5 - 40 % U: 20 - 80 % T: 20 - 50 %	
	Masseanteil Steine, Blöcke etc.	o	x	x	0 - 3 %	0 - 10 %	0 - 5 %	
	Kohäsion DIN 18137		x		2 - 20 kN/m ²	0 - 7 kN/m ²	2 - 30 kN/m ²	
	undränirte Scherfestigkeit DIN 4094-4, DIN 18136, DIN 18137-2	x	x		5 - 50 kN/m ²	--	25 - 200 kN/m ²	
	Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1	x	x	x	5 - 40 %	3 - 20 %	15 - 30 %	
	Plastizitätszahl DIN EN ISO 17892-12	o	x	x	--	--	10 - 30 %	
	Konsistenz DIN EN ISO 17892-12	o	x	x	--	--	0,50 - 1,25 (weich bis halbfest)	
	Lagerungsdichte	o	x	x	locker	locker bis mitteldicht	--	
	Wichte γ / γ'	x			13 - 18 kN/m ³ 3 - 8 kN/m ³	18 - 23 kN/m ³ 8 - 13 kN/m ³	17 - 21 kN/m ³ 7 - 11 kN/m ³	
	Org. Anteil DIN 18128	x			1 - 10 %	0 - 5 %	0 - 5 %	
	Abrasivität NF P18-579 LAK - Index			x	0 - 50 g/t	200 - 800 g/t	50 - 150 g/t	
Bodengruppe DIN 18196	o	x	x	OU /OT	[GW / GI / GU / GU*]	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

	DIN 18300:2019-09			Homogenbereich B2	Homogenbereich B3.1		
	DIN 18300:2019-09	DIN 18301:2019-09	DIN 18304:2019-09				
UP 41 Brück über Mittlerer-Isar-Kanal							
				Quartäre Kiese	Tertiäre Kiese		
Umweltrelevante Inhaltstoffe	x	x	x	nicht bestimmt	nicht bestimmt		
ortsübliche Bezeichnung	x	x	x	quartäre Kiese Flussablagerungen	Tertiäre Kiese der Oberen Süßwassermolasse		
Kurzzeichen nach DIN 4023	x	x	x	G, ± s, ±u, ±x	G, ± s, ±u, ±x		
Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4	x	x	x	G: 50 - 90 % S: 5 - 40 % U: 3 - 20 % T: 5 - 10 %	G: 50 - 90 % S: 5 - 40 % U: 3 - 20 % T: 5 - 10 %		
Masseanteil Steine, Blöcke etc.	o	x	x	0 - 20 %	0 - 20 %		
Kohäsion DIN 18137		x		0 - 5 kN/m ²	0 - 5 kN/m ²		
undränierete Scherfestigkeit DIN 4094-4, DIN 18136, DIN 18137-2	x	x		--	--		
Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1	x	x	x	3 - 15 %	3 - 15 %		
Plastizitätszahl DIN EN ISO 17892-12	o	x	x	--	--		
Konsistenz DIN EN ISO 17892-12	o	x	x	--	--		
Lagerungsdichte	o	x	x	locker bis dicht	locker bis dicht		
Wichte γ / γ'	x			20 - 23 kN/m ³ 11 - 13 kN/m ³	20 - 23 kN/m ³ 11 - 13 kN/m ³		
Org. Anteil DIN 18128	x			0 - 3 %	0 - 3 %		
Abrasivität NF P18-579 LAK - Index		x		400 - 1000 g/t	400 - 1000 g/t		
Bodengruppe DIN 18196	o	x	x	GW / GI / GU / GU*	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