

**Anlage 05.01.04
BAUGRUNDGUTACHTEN /
GEOTECHNISCHER BERICHT**

**Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerk 1
Moosburger Speichersee
mit Ein- und Auslaufbauwerk**

VORHABEN: Sanierung Kanalanlagen
Uppenbornwerk 1
Moosburger Speichersee
mit Ein- und Auslaufbauwerk



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

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

TÄTIGKEITSFELDER
Geotechnik
Hydrogeologie
Grundbaustatik
Altlasten
Qualitätssicherung
Deponie- und Erdbauplanung

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

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

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

POSTANSCHRIFT
Crystal Geotechnik GmbH
Hofstattstraße 28
86919 Utting am Ammersee

TELEFON / FAX
08806-95894-0 / -44

DATUM: 22. April 2024

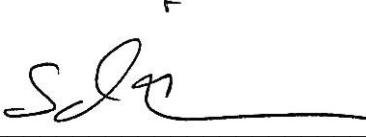
INTERNET / E-MAIL
www.crystal-geotechnik.de
utting@crystal-geotechnik.de

PROJEKT-NR.: B221522-GA_Moosburger Speichersee

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


Dipl.-Ing. Raphael Schneider


Dipl.-Ing. Reinhard 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 / Grundwassermessstellen	6
2.2	Schwere Rammsondierungen.....	9
2.3	Kennzeichnende Daten der Bohrlochsondierungen (BDP-Tests).....	11
2.4	Bodenmechanische Laborversuche	11
2.5	Bodendurchlässigkeit aus Pumpversuchen und Kornverteilungen	14
3	BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	15
3.1	Geologischer Überblick.....	15
3.2	Beschreibung der Bodenschichten	16
3.3	Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden.....	19
4	GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE	21
5	ERDBAULICHE UND ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN	23
5.1	Bodenklassifizierung.....	23
5.2	Bodenparameter	24
6	SANIERUNG DER KANALANLAGEN	26
6.1	Allgemeines zum Moosburger Speichersee	26
6.2	Angaben zu den Standsicherheitsberechnungen (Dämme und Böschungen).....	27
6.3	Sanierung Böschungsauskleidung der Stauhaltungsdämme Moosburger Speichersee.....	28
6.4	Freibordertüchtigung / Anpassung der Dammhöhen.....	31
6.5	Einlaufbauwerk	32
6.6	Auslaufbauwerk	34
6.7	Weitere Angaben.....	37
7	SCHLUSSBEMERKUNGEN.....	38

TABELLEN

Tabelle (1.1) Kennzeichnende Daten der Bohrungen / Grundwassermessstellen – Mitteldamm Moosburger Speichersee vom Einlaufbauwerk bis zum Auslaufbauwerk	7
Tabelle (1.2) Kennzeichnende Daten der Bohrungen / Außendamm Moosburger Speichersee vom Einlaufbauwerk bis zum Auslaufbauwerk.....	8
Tabelle (2) Kennzeichnende Daten der schweren Rammsondierungen – Moosburger Speichersee Mitteldamm und Außendamm.....	10
Tabelle (3) Bodenmechanische Laborversuche B04-2023 und B05-2023.....	11
Tabelle (4) Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche 2023 – von B04-2023 und B05-2023	13
Tabelle (5) Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Schichten / Böden – Teil 1	19
Tabelle (6) Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Schichten / Böden – Teil 2	20
Tabelle (7) Bodenklassifizierung	23
Tabelle (8) Charakteristische Bodenparameter	25

ANLAGEN

- (1) Lagepläne mit Aufschlusspunkten Bereich Uppenbornwerk 1 – Moosburger Speichersee
 - (1.1) Übersichtslageplan SKUP 1 + 2, M 1 : 30.000
 - (1.2) Lageplan Moosburger Speichersee, M 1 : 2.000
- (2) Schnitte mit Bohr- und Sondierprofilen und geologischer Untergrundsituation
 - (2.1) Längsschnitt Mitteldamm RD-km -1+967 bis 1+875, M 1 : 2.500/100
 - (2.2) Längsschnitt Außendamm, AD-km 0+000 bis 2+435, M 1 : 2.500/100
 - (2.3) Einlaufbauwerk Moosburger Speichersee, Lageplan und Schnitte,, M 1 : 200 / 100
 - (2.4) Auslaufbauwerk Moosburger Speichersee, Lageplan und Schnitte,, M 1 : 200 / 100
- (3) Aufschlüsse
 - (3.1) Profile der Bohrungen und Grundwassermessstellen im Bereich Moosburger Speichersee
 - (3.2) Profile der Rammsondierungen (DPH) im Bereich Moosburger Speichersee
- (4) Schichtenverzeichnisse der Bohrungen 2023, Bereich Moosburger Speichersee
- (5) Zusammenstellung der Laborergebnisse B04-2023 und B05-2023
- (6) Aufzeichnungen zu Pumpversuchen / Auswertung
 - (6.1) Pumpversuche GWM 1 bis GWM 4
 - (6.2) Pumpversuche GWM-MIK-20 bis GWM-MIK-24
- (7) Tabellarische Zusammenstellung der Homogenbereiche
- (8) Fotos der Bohrungen 2023 / B04-2023 und B05-2023

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, Moosburger Speichersee mit Ein- und Auslaufbauwerk, 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 Moosburger Speichersees vorhandenen Aufschlüsse und Untersuchungen mit den hier im Jahre 2023 zusätzlich 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 des Moosburger Speichersees inklusive des Ein- und Auslaufbauwerks.

Vorliegend werden geotechnische und hydrogeologische Grundlagen im maßgebenden Abschnitt für die vorhandenen Kanalanlagen und die hier erforderlichen Standsicherheitsberechnungen zusammengestellt.

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

1.2 Arbeitsunterlagen

Zur Erstellung des vorliegenden Gutachtens standen uns neben allgemeinen, hier maßgebenden Vorschriften, DIN-Normen, Regelwerken und Merkblättern im Wesentlichen die nachfolgend genannten Arbeitsunterlagen und Informationen zum hier behandelten Bereich des Moosburger Speichersees der Kanalanlagen Uppenbornwerk 1 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; neue Kilometrierung, übermittelt im März 2024
- 2 Längsschnitte Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerk 1; Moosburger Speichersee, Außendamm Speichersee und Mitteldamm, mit Bohrprofilen KDGeo; Höhen geändert in mNHN; dwg-Format; übermittelt im März 2024
- Weitere Unterlagen (Bauphaseneinteilung etc.) zum Moosburger Speichersee im März 2024
- Uppenbornwerk 1; Sanierungskonzept Kanalanlagen einschließlich Bauwerke; Moosburger Speichersee; Bericht zu Grundlagenermittlung und Vorplanung mit Anlagen 1 bis 4; vom 27.07.2022
- Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerk 1; Einlaufbauwerk und Auslaufbauwerk Moosburger Speichersee, Lagepläne und Schnitte; Lageplan und Schnitt bauzeitliche Wasserführung Auslaufbauwerk; Schnitte Grundablass Auslaufbauwerk; übermittelt am 28.03.2024

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

[U3] Wasserbau fit Projekt Uppenborn U 1, Vorprojekt; Bericht zum Grundwassermodell Amper-Überleitung und Mittlerer-Isar-Kanal; mit Anlagen (unter anderem Grundwassergleichenplan der Stichtagsmessung); Dr. Blasy – Dr. Øverland, 82279 Eching am Ammersee; vom 27.01.2016

[U4] Wasserbau fit Projekt Uppenborn U 1, GW-Modell Amper-Überleitung und Mittlerer-Isar-Kanal; ergänzende Untersuchungen, Modellvalidierung und Bilanzberechnungen mit Anlagen; Dr. Blasy – Dr. Øverland, 82279 Eching am Ammersee; vom 04.10.2016

[U5] Geotechnische Berichte GeoPlan, Osterhofen, Ersatzneubau 110-kV-Freileitung UPP-FOE in München, Mast Nr. 1, 2A, 4A, 5A, 6, 7A, 8A und 9A; Juli / August 2022

[U6] Baugrundgutachten WKW Sempteinleitung; mplan, München; vom 04. Mai 2010

[U7] Geologische Übersichtskarte CC 7934 München; M 1 : 200.000; Hrsg.: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover 1991

[U8] UmweltAtlas Themenbereich Geologie; Internetauftritt des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU)

[U9] UmweltAtlas Themenbereich Angewandte Geologie; Internetauftritt des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU)

[U10] UmweltAtlas Themenbereich Naturgefahren / Überschwemmungsgefahren (Bodeninformationssystem); Internetauftritt des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU)

- [U11] Gewässerkundlicher Dienst Bayern; Internetauftritt des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU)
- [U12] Die Ergebnisse der in den Jahren 2019, 2022 und 2023 im hier behandelten Sanierungsbereich durchgeführten und im Folgenden näher beschriebenen Feld- und Laborarbeiten

2 AUFSCHLÜSSE, FELD- UND LABORARBEITEN

2.1 Bohrungen / Grundwassermessstellen

Zur Beurteilung der Untergrundsituation stehen im Bereich der Kanalanlagen Uppenbornwerk 1, Moosburger Speichersee, im Abschnitt der Dämme (Mitteldamm und Außendamm) insgesamt etwa 32 großkalibrige Bohrungen und Grundwassermessstellen zur Verfügung.

Im Wesentlichen handelt es sich hier um die großformatigen Baugrundaufschlüsse aus dem Gutachten von KD GEO (Unterlage [U2]) aus dem Jahr 2015, um Bohrungen / Grundwassermessstellen aus den Jahren 2019 und 2022 und um die zusätzlich im Jahr 2023 ausgeführten Aufschlüsse.

Im hier behandelten Abschnitt des Moosburger Speichersee wurden die nachfolgend in den Tabellen aufgelisteten und in den Anlagen dargestellten Bohrungen im Bereich des Mitteldammes und des Außendammes des Speichersees abgeteuft. Auch die zusätzlich ausgeführten Bohrungen 2023 beim Auslaufbauwerk B04-2023 und B05-2023 sind hier berücksichtigt.

Die kennzeichnenden Daten der im Bereich des Moosburger Speichersees im Abschnitt Uppenbornwerk 1 zur Verfügung stehenden großformatigen Bohrungen sind in den nachfolgenden Tabellen (1.1) – Mitteldamm und (1.2) – Außendamm zusammengestellt. Die Profile der Bohrungen sind zu großen Teilen auch in die Längsschnitte in den Anlagen (2.1) und (2.2) aufgenommen und in Anlage (3.1) diesem Gutachten beigelegt.

Hierzu ist anzumerken, dass in den Schnitten (2.1) und (2.2) die Kilometrierungen auf RD-km (Mitteldamm) und AD-km (Außendamm) bezogen sind, was auch in Anlage (1.2) entsprechend eingetragen ist. Auch in den nachfolgenden Tabellen sind die Aufschlüsse auf RD-km (vgl. Tabelle (1.1)) und AD-km (vgl. Tabelle (1.2)) bezogen.

Tabelle (1.1) Kennzeichnende Daten der Bohrungen / Grundwassermessstellen – Mitteldamm Moosburger Speichersee vom Einlaufbauwerk bis zum Auslaufbauwerk

Bohrung GW-Messstelle	Damm-km Mittel- damm RD-km ¹⁾	Ansatz- höhe	Aufschlusstiefe		OK Quar- tär Kies	OK Tertiär	Grundwasser	
			m u. GOK	mNHN	m u. GOK	m u. GOK	m u. GOK	mNHN Datum
BK-F 1-100	-1+040	414,20 ²⁾	15,00	399,20	4,80	11,80	2,10 ⁴⁾ 07.04.2015	412,10 ⁴⁾
BK-F 0-800	-0+750	413,90 ²⁾	15,00	398,90	7,10	11,90	7,40 07.04.2015	406,50
BK-F 0-500	-0+465	414,10 ²⁾	15,00	399,10	6,60	9,70	7,70 02.04.2015	406,40
BK-F 0-200	-0+165	413,80 ²⁾	15,00	398,80	7,90	11,30	7,90 01.04.2015	405,90
GWM 1	0+035	413,80 ³⁾	12,00	401,80	7,50	> 12,00	7,60 04.04.2019	406,20
BK-F 0+100	0+135	413,88	20,00	393,88	6,90	13,70	8,60 27.03.2015	405,28
GWM 2	0+135	413,75 ³⁾	12,00	401,75	8,00	> 12,00	9,30 03.04.2019	404,45
GWM 3	0+235	413,78 ³⁾	11,60	402,18	8,00	> 11,60	9,56 03.04.2019	404,22
BK-F 0+300	0+355	413,74	20,00	393,74	9,40	14,30	9,40 27.03.2015	404,34
GWM 4	0+335	413,73 ³⁾	11,00	402,73	8,30	> 11,00	10,10 03.04.2019	403,63
GWM-MIK-20	0+480	413,63	12,00	401,63	7,00	> 12,00	8,80 18.11.2022	404,83
GWM-MIK-21	0+520	413,98	12,00	401,98	6,50	> 12,00	9,30 19.11.2022	404,68
BK-F 0+500	0+530	414,01	20,00	394,01	6,30	12,80	9,30 27.03.2015	404,71
GWM-MIK-22	0+625	413,96	12,00	401,96	6,00	> 12,00	9,60 22.11.2022	404,36
BK-F 0+700	0+730	414,16	20,00	394,16	6,50	14,80	9,70 27.03.2015	404,46
GWM-MIK-23	0+730	414,08	12,00	402,08	7,00	> 12,00	9,60 22.11.2022	404,48
GWM-MIK-24	0+825	414,01	12,00	402,01	7,50	> 12,00	9,50 23.11.2022	404,51
BK-F 0+900	0+925	414,14	20,00	394,14	7,40	13,20	11,30 31.03.2015	402,84
GWM-MIK-25	0+925	414,04	12,00	402,04	8,00	> 12,00	9,50 24.11.2022	404,54
B04-2023	0+945	414,42	14,00	400,42	10,10	≈ 14,00	10,20 20.09.2023	404,22
B05-2023	0+975	414,49	15,00	399,49	8,00	≈ 14,00	8,80 28.08.2023	405,69

¹⁾ RD-km; Werte ca. gerundet²⁾ Höhen aus Schnitt entnommen³⁾ Höhe in mNN, maßgebend für alle Angaben der jeweiligen Bohrung⁴⁾ Schichtwasserhorizont

Tabelle (1.2) Kennzeichnende Daten der Bohrungen / Außendamm Moosburger Speichersee vom Einlaufbauwerk bis zum Auslaufbauwerk

Bohrung GW-Messstelle Außendamm	Damm-km AD-km ¹⁾	Ansatz- höhe mNHN	Aufschlusstiefe		OK Quartär Kies m u. GOK	OK Tertiär m u. GOK	Grundwasser	
			m u. GOK	mNHN			m u. GOK	mNHN Datum
BK-D 0+000	0+005	414,33	10,00	404,33	3,70	> 10,00	5,70	408,63 27.03.2015
BK-D 0+250	0+255	414,05	10,00	404,05	6,10	> 10,00	6,20	407,85 24.04.2019
BK-D 0+500	0+505	414,08	10,00	404,08	8,30	> 10,00	7,60	406,48 24.03.2015
BK-D 0+750	0+755	414,22	10,00	404,22	5,40	> 10,00	6,30	407,92 23.03.2015
BK-D 1+000	1+005	414,32	10,00	404,32	5,80	> 10,00	6,60	407,72 23.03.2015
BK-D 1+250	1+255	414,00	10,00	404,00	6,30	> 10,00	7,30	406,70 20.03.2015
BK-D 1+500	1+505	414,25	12,00	402,25	7,40	> 12,00	7,80	406,45 19.03.2015
BK-D 1+750	1+755	414,29	12,00	402,29	7,80	> 12,00	8,60	405,69 19.03.2015
BK-D 2+000	2+005	414,31	12,00	402,31	6,60	> 12,00	9,10	405,21 18.03.2015
BK-D 2+250	2+255	414,27	12,00	402,27	8,70	> 12,00	11,60	402,67 18.03.2015
BK-D 2+400	2+405	414,32	14,00	400,32	7,60	≈ 14,00	10,30	404,02 17.03.2015
B05-2023	2+425	414,49	15,00	399,49	8,00	≈ 14,00	8,80	405,62 28.08.2023

¹⁾ AD-km; Werte ca. gerundet

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse können dem Lageplan in Anlage (1.2) entnommen werden. Alle Bohrprofile sind, wie bereits erwähnt, in Anlage (3.1) beigelegt und können zu großen Teilen auch den Schnitten in Anlage (2) entnommen werden. Die im Jahr 2023 ausgeführten Aufschlüsse sind mit der Benennung "-2023" gekennzeichnet.

In Anlage (3.1) sind neben den Bohrprofilen auch die Messstellenausbauten (Grundwassermessstellen) aus den Jahren 2019 und 2022 dargestellt.

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 die neuen Bohrungen aus dem Jahr 2023 hinsichtlich der Bodenzusammensetzung neue Erkenntnisse, wurden die Profildarstellungen der Bohrungen entsprechend verbessert, was in den Anlagen (2) und (3) berücksichtigt ist.

Die Schichtenverzeichnisse der älteren Bohrungen sind diesem Gutachten nicht beigelegt.

Die Bohrungen aus den Jahren 2019, 2022 und 2023 wurden von der Fa. BauGrund Süd, 88410 Bad Wurzach, ausgeführt und mittels GPS nach Lage und Höhe eingemessen. Die Bohrungen 2023 wurden auch fotografisch von der Fa. BauGrund Süd dokumentiert. Die Fotos der in Kernkisten ausgelegten Bohrungen sind in Anlage (8) diesem Bericht beigelegt. Die Bohrungen sind in Anlage (8) mit BK bezeichnet (BK4 $\triangleq$ B04-2023).

2.2 Schwere Rammsondierungen

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

Die Rammsondierungen wurden jeweils im Nahbereich von ausgeführten Bohrungen niedergebracht.

Die Profile der in nachfolgender Tabelle (2) aufgelisteten Rammsondierungen sind auch in den Schnitten in Anlage (2) eingetragen und in Anlage (3.2) diesem Bericht beigelegt. Es handelt sich hierbei um die Rammsondierungen aus dem Bericht von KDGeo (Unterlage [U2]) und um die im Jahr 2023 ausgeführten schweren Rammsondierungen.

Die Nummerierung der schweren Rammsondierungen entspricht der Nummerierung der Bohrungen. Die im Jahr 2023 ausgeführten Rammsondierungen sind wie die Bohrungen mit "-2023" gekennzeichnet. Die Lage der ausgeführten schweren Rammsondierungen, die neben den entsprechenden Bohrungen liegen, kann wiederum dem Lageplan in Anlage (1.2) entnommen werden.

Die wesentlichen Daten der ausgeführten schweren Rammsondierungen im Mitteldamm und im Außendamm des Moosburger Speichersees sind in nachfolgender Tabelle (2) zusammengestellt.

Tabelle (2) Kennzeichnende Daten der schweren Rammsondierungen – Moosburger Speichersee Mitteldamm und Außendamm

Sondierung Damm rechts und links	Damm- km RD-km ¹⁾ AD-km ¹⁾	Ansatz- höhe	Tiefe		mittlere kennzeichnende Schlagzahlen n ₁₀ m u. GOK				
			mNHN	m u. GOK	mNHN	0 – 2 m	2 – 4 m	4 – 6 m	6 – 8 m
Moosburger Speichersee Mitteldamm (RD-km)									
DPH-F 0+300	0+335	413,74	14,1	399,64	3 – 8	3 – 6	2 – 5	2 – 11	3 – 70
DPH-F 0+700	0+730	414,16	7,0	407,16	3 – 21	3 – 5	3 – 6	2 – 58	--
DPH04-2023	0+945	414,42	8,6	405,82	2 – 8	2 – 4	1 – 6	2 – 9	13 – 200
DPH05-2023	0+975	414,49	13,9	400,59	3 – 9	2 – 4	2 – 3	2 – 4	2 – 200
Moosburger Speichersee Außendamm (AD-km)									
DPH-D 0+250	0+255	414,05	10,0	404,05	2 – 12	1 – 5	4 - 15	13 – 38	12 - 27
DPH-D-0+750	1+755	414,22	10,0	404,12	2 – 9	2 – 6	2 – 23	8 – 23	6 – 23
DPH-D-0+150	1+255	414,00	12,0	402,00	3 – 8	2 – 9	1 – 8	2 – 43	2 – 16
DPH-D 1+750	1+755	414,29	12,0	402,29	3 – 11	3 – 7	2 – 5	4 – 15	4 – 20
DPH-D-2+250	2+255	414,27	12,0	402,27	4 – 12	1 – 7	2 – 6	3 – 7	1 – 31
DPH05-2023	2+435	414,49	13,9	400,59	3 – 9	2 – 4	2 – 3	2 – 4	2 – 200

¹⁾ RD-km und AD-km; Werte ca. gerundet

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

Nach den Schlagzahlen n₁₀ der schweren Rammsondierungen liegen die im Oberen erkundeten, meist kiesigen Auffüllungen / Dammschüttungen fast ausschließlich in lockerer bis örtlich maximal knapp mitteldichter Lagerung vor. Nur stellenweise wurden hier im teils oberflächlich verdichteten, obersten Abschnitt der Dämme bzw. der Dammwege auch höhere Schlagzahlen, entsprechend einer ± mitteldichten Lagerung, festgestellt.

Die unter den Dammschüttungen erkundeten, bindigen Deckschichten weisen nach den Sondierprofilen eine nur geringe bis mittlere Festigkeit, entsprechend einer teils weichen, überwiegend steifen Konsistenz, auf. Auch die hier vereinzelt erkundeten Torfschichten sind nach den Sondierungen nur von geringer Festigkeit.

Die unter den Dammschüttungen und Deckschichten erkundeten quartären Kiese sind nach den ausgeführten Rammsondierungen im oberen Abschnitt teils noch locker, ansonsten überwiegend mitteldicht gelagert. Im Tieferen ist von einer oft mitteldichten bis dichten Lagerung der Kiese auszugehen. Es wurden aber auch in unterschiedlichen Tiefen im quartären Kies teils nur lockere und teils dicht gelagerte Kiese (evtl. auch Grobeinlagerungen) ermittelt.

2.3 Kennzeichnende Daten der Bohrlochsondierungen (BDP-Tests)

Bei den Bohrungen aus dem Jahr 2015, siehe Gutachten von KDGeo (Unterlage [U2]), sind bei einigen Bohrprofilen Bohrlochsondierungen im hier behandelten Bereich des Moosburger Speichersees ausgeführt und aufgezeichnet worden. Die Sondierdiagramme der Bohrlochsondierungen können graphisch den entsprechenden Bohrprofilen in Anlage (3.1) entnommen werden.

Im unteren Abschnitt der kiesigen Auffüllungen wurde bei einem Test (Bohrung BK-D 2+250) mit $n_{30} = 25$ eine lockere bis mitteldichte Lagerung der Kiese dieser Dammschüttung bestimmt.

Nach den BDP-Tests, die in den Bohrungen in den quartären Kiesen ausgeführt wurden (Tiefe meist ca. 8 – 10 m) wurden relativ hohe Schlagzahlen ($n_{30} = 35 – 59$) festgestellt, was einer mitteldichten bis dichten Lagerung der hier anstehenden Kiese entspricht.

Im Bereich der tertiären Sande wurde in Bohrung BK-F 0+300 ebenfalls ein BDP-Test ausgeführt. Hier wurde mit einem Wert von $n_{30} = 43$ eine mitteldichte bis dichte Lagerung der tertiären Sande bestimmt.

2.4 Bodenmechanische Laborversuche

Zur näheren Klassifizierung und Beurteilung der anstehenden Böden im Abschnitt des Moosburger Speichersees wurden aus den im Jahr 2023 beim Auslaufbauwerk abgeteuften Bohrungen B04-2023 und B05-2023 insgesamt sechs der entnommenen Bodenproben der hier anstehenden Böden in unserem bodenmechanischen Labor näher untersucht.

Im Zusammenhang mit den Felduntersuchungen stehen damit Informationen zur Verfügung, die eine nähere 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 2023 sind in nachfolgender Tabelle (3) zusammengestellt.

Tabelle (3) Bodenmechanische Laborversuche B04-2023 und B05-2023

Laborversuche	DIN-Norm	Anzahl
Proben aus Bohrungen 2023 / B03-2023 bis B13-2023		
Bodenansprache	DIN EN ISO 14688-1	6
Kurzzeichen	DIN 4023	6
Bodenansprache	DIN 18196	5
Korngrößenverteilung (Siebanalyse)	DIN EN ISO 17892-4	4
Korngrößenverteilung (Sieb-Schlämmanalyse)	DIN EN ISO 17892-4	1
Zustandsgrenzen	DIN 18122, Teil 1	1
Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1	3
Rahmenscherversuch	DIN 18137	1
Glühverlust	DIN 18128	1
Taschenpenetrometertest	--	1

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

Tabelle (4) Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche 2023 – von B04-2023 und B05-2023

Kenngröße		Einheit	Auffüllungen kiesig	Deckschichten Tone / Schluffe	Quartäre Kiese
Homogenbereich			A1	B1.1	B2
Kornverteilung					
Feinstes	$\varnothing \leq 0,002 \text{ mm}$	%	--	5,5	--
Feinkorn	0,002 - 0,063 mm	%	5,0 ¹⁾ – 9,8 ¹⁾	53,3	6,1 ¹⁾ – 7,3 ¹⁾
Sandkorn	0,063 - 2,0 mm	%	20,7 – 28,4	40,9	14,5 – 16,7
Kieskorn	2,0 - 63,0 mm	%	61,8 – 68,4	0,3	77,1 – 78,2
Steine	63,0 - 200,0 mm	%	0,0 – 5,9	--	0,0
Wassergehalt / Zustandsgrenzen / Konsistenz					
Wassergehalt	w	%	--	16,8 – 27,0	--
Wassergehalt < 0,4 mm	w	%	--	24,6	--
Fließgrenze	w _L	%	--	48,4	--
Ausrollgrenze	w _P	%	--	25,6	--
Plastizität	I _P	%	--	22,8	--
Konsistenzzahl	I _c	--	--	1,04	--
Konsistenzform	--	--	--	halbfest	--
Scherparameter					
Reibungswinkel	φ'	°	--	34,6 ²⁾	--
Kohäsion	c'	kPa	--	14,5 ²⁾	--
Festigkeit / Organik					
Glühverlust	-	%	--	4,7	--
Taschenpenetrometertest	-	kPa	--	500	--

¹⁾ enthält teils Feinstes $\varnothing \leq 0,002 \text{ mm}$ ²⁾ hohe Werte, teils labortechnisch bestimmt

Eine Zusammenstellung der Laborergebnisse der Bohrungen B04-2023 und B05-2023 mit den wesentlichen Laborprotokollen kann Anlage (5) dieses Berichts entnommen werden.

Die Bewertung der Feld- und Laborarbeiten erfolgt im Zusammenhang mit der Beschreibung und Wertung der erkundeten Bodenschichten in den nachfolgenden Kapiteln. Bei dieser Bewertung werden auch die von Seiten KDGeo (Unterlage [U2]) durchgeführten Laboruntersuchungen im Abschnitt Moosburger Speichersee berücksichtigt. Hier wurden, was die Kornverteilung der kiesigen Auffüllungen Kiese betrifft, Feinkornanteile von etwa 2,2 – 11,9 % in ähnlicher Größenordnung, wie in Tabelle (4) angegeben, bestimmt. Auch bei den quartären Kiesen wurden ähnliche Kornzusammensetzungen ermittelt. Hier wurde der Feinkornanteil der Kiese zwischen 2,5 % und 8,8 % ermittelt. Von Seiten KDGeo wurde auch die Kornverteilung an tertiären Kiesen in diesem Abschnitt ermittelt (Feinkornanteil 13 %), wobei aber ein höherer Sandanteil und somit auch eine deutlich geringere Durchlässigkeit, wie bei den Proben aus den quartären Kiesen, bestimmt wurde. Eine Zusammenstellung der Versuchsergebnisse von KDGeo und die maßgebenden Versuchsprotokolle können der Arbeitsunterlage [U2] entnommen werden.

2.5 Bodendurchlässigkeit aus Pumpversuchen und Kornverteilungen

Pumpversuche in GWM 1 bis GWM 4 und GWM-MIK-20 bis GWM-MIK-24

Zur näheren Bestimmung der Bodendurchlässigkeit in den quartären Kiesen wurden in den Anfang April 2019 ausgeführten Bohrungen GWM 1 bis GWM 4 im Mitteldamm zwischen dem Mittleren-Isar-Kanal und dem Moosburger Speichersee Pumpversuche durchgeführt. Auch in den Bohrungen aus dem Jahr 2022 (GWM-MIK-20 bis GWM-MIK-24) wurden Pumpversuche durchgeführt. Die Bohrungen wurden mit einem Bohrdurchmesser von 324 mm bis 11 – 12 m unter OK Damm niedergebracht und als Grundwassermessstellen DN 125 mm ausgebaut. Der Ausbau dieser Grundwassermessstellen kann Anlage (3) zu diesem Bericht entnommen werden. Die Grundwassermessstelle GWM 1 wurde bereits wieder verfüllt, da hier Geländesackungen im Nahbereich der Messstelle im Bereich der Dammkrone festgestellt wurden.

Im Zuge des Klarpumpens der genannten Pegel wurden Pumpversuche von der Firma BauGrund Süd, Bad Wurzach, ausgeführt. Bei diesen mehrstufigen Pumpversuchen wurden Wassermengen von bis zu 2,2 l/s gefördert und dabei eine maximale Grundwasserabsenkung von 5 – 43 cm in den Messstellen festgestellt, wie dies Anlage (6.1) und (6.2) zu entnehmen ist. Die Grundwasserabsenkung erfolgte dabei in den quartären Kiesen (Homogenbereich B2).

Die Pumpversuche wurde von unserer Seite bezüglich der Bodendurchlässigkeit (k_f -Werte) der quartären Kiese ausgewertet (siehe ebenfalls Anlage (6)). Die ermittelten k_f -Werte sind nachfolgend zusammengestellt:

GWM 1: $k_f = 1,6 - 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$

GWM 2: $k_f = 2,7 - 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$

GWM 3: $k_f = 1,6 - 2,1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$

GWM 4: $k_f = 1,0 - 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$

GWM-MIK-20: $k_f = 3,3 - 4,3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$

GWM-MIK-21: $k_f = 2,0 - 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$

GWM-MIK-22: $k_f = 1,3 - 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$

GWM-MIK-23: $k_f = 2,0 - 2,1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$

GWM-MIK-24: $k_f = 1,3 - 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$

Insgesamt wurden in den quartären Kiesen im Bereich des Moosburger Speichersees mit den beschriebenen Pumpversuchen somit Durchlässigkeitsbeiwerte in einer Größenordnung von etwa $k_f = 1,3 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $1,6 \cdot 10^{-2}$ m/s ermittelt.

Kornverteilungen

Auf Grundlage der im Abschnitt des Moosburger Speichersees an aus den Bohrungen entnommenen Proben durchgeführten Korngrößenanalysen (Bohrungen 2023 und Bohrungen KDGeo 2015) ermittelten sich für die kiesigen Auffüllungen / Dammschüttungen Durchlässigkeitsbeiwerte von etwa $k_f = 8 \cdot 10^{-4}$ m/s bis $5 \cdot 10^{-2}$ m/s. Für die quartären Kiese wurden auf Grundlage der hier bestimmten Korngrößenanalysen Durchlässigkeitsbeiwerte in einer Größenordnung von etwa $k_f = 2 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $5 \cdot 10^{-2}$ m/s ermittelt.

3 BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

3.1 Geologischer Überblick

Der in diesem Bericht behandelte Moosburger Speichersee liegt östlich von Moosburg, unmittelbar östlich und südlich des Mittleren-Isar-Kanals.

Nach den vorliegenden geologischen Kartenwerken und den bereits erstellten Gutachten (siehe Arbeitsunterlagen in Abschnitt 1.2) sind hier unter den überwiegend kiesigen Auffüllungen / Dammschüttungen (Mitteldamm und Außendamm) bindige (Schluffe und Tone) und auch sandige Deckschichten, teils auch mit Torflagen, zu erwarten. Unter diesen Schichten stehen dann in allen Bereichen quartäre Kiese / Flussablagerungen der Isar an. Die quartären Kiese bzw. die Flussablagerungen der Isar werden dann von tertiären Sedimenten der Oberen Süßwassermolasse (OSM) unterlagert. Im hier behandelten Bereich des Moosburger Speichersees wurden in den tieferreichenden Bohrungen im Mitteldamm zwischen dem Mittleren-Isar-Kanal und dem Speichersee die tertiären Böden in Form von sandigen Kiesen und in Form von Sanden erbohrt, wie dies dem Schnitt in Anlage (2.1) zu entnehmen ist.

Es sei erwähnt, dass eine exakte Abgrenzung der im Oberen erbohrten kiesigen Auffüllungen bei unmittelbar darunter anstehenden, quartären Kiesen (wenn keine Deckschichten vorliegen) nicht immer eindeutig möglich war, da sich die Kiese der Dammschüttungen und die gewachsenen Kiese nach der Bodenansprache und der Kornzusammensetzung sehr gleichen. Auch die Abgrenzung zwischen den kiesigen quartären Schichten und den tertiären

Kiesen war nicht immer eindeutig möglich, was im Hinblick auf die hier zu bewertenden bautechnischen Belange etc. aber nur von geringerer Bedeutung ist, bei der Berechnung von Wasserhaltungsmaßnahmen aber beachtet werden sollte, da die tertiären Kiese eine überwiegend geringere Durchlässigkeit aufweisen.

Aufgrund aller vorhandenen Bodenaufschlüsse und der allgemeinen Kenntnisse lässt sich der Untergrund der im Bereich des Moosburger Speichersees bis in den erkundeten Tiefenbereich somit, wie nachfolgend angegeben, beschreiben.

3.2 Beschreibung der Bodenschichten

Oberboden – Homogenbereiche O1.1 und O1.2

Bei den Bohrungen, die im Bereich des Außendamms von der Dammkrone aus niedergebracht wurden, wurde Oberboden überwiegend in nur geringer Stärke von $\pm 0,1$ m erbohrt. Im Norden des Moosburger Speichersees wurde auf dem Mitteldamm Oberboden in einer Stärke von bis zu 0,3 m, vereinzelt bis 0,4 m, erkundet.

Der Oberboden ist überwiegend als $\pm$ humoser, schwach sandiger bis sandiger, schwach kiesiger bis kiesiger Schluff anzusprechen. Abschnittsweise muss insbesondere im Bereich der Dammkronen aber auch mit $\pm$ humosen, schwach bis stark schluffigen Sanden und Kiesen gerechnet werden.

Auffüllungen / Dammschüttungen – Homogenbereiche A1 bis A3

Im Abschnitt des Moosburger Speichersees reichen die Auffüllungen / Dammschüttungen nach den Bohrungen im Südwesten bis etwa 2,8 m (Außendamm) bzw. 4,0 m (Mitteldamm) und im Nordosten beim Auslaufbauwerk bis maximal etwa 7 – 8 m unter OK Damm.

Zum überwiegenden Teil sind hier die Dammschüttungen mit schwach schluffigen bis teils schluffigen, vereinzelt auch stark schluffigen, sandigen Kiesen, teils mit steinigen Anteilen, aufgebaut. Im Bereich des Mitteldamms wurden bereichsweise auch sehr gering feinkornarme, schwach sandige Kiese hoher Durchlässigkeit erbohrt. Vereinzelt wurden Auffüllungen auch in Form von schwach kiesigen Sandlagen erkundet. Weiter wurde in den Dammschüttungen untergeordnet und meist in begrenzter Lagenstärke auch sandiger, kiesiger Schluff, teils schwach organisch, bei den Bohrungen durchörtert. Diese Schichten wiesen eine nur weiche bis steife Konsistenz auf.

Die meist kiesigen Auffüllungen sind nach den vorliegenden Sondierungen und Bohrmeisteraufzeichnungen weitestgehend nur locker gelagert. Nur sehr vereinzelt ist aufgrund von Grobeinlagerungen oder auch oberflächlich (verdichtete Dammwege) von einer $\pm$ mitteldichten Lagerung der kiesigen Auffüllungen auszugehen. Auch die sandigen Zwischenschichten sind nur locker gelagert und die wenigen schluffigen Lagen weisen, wie beschrieben, ebenfalls nur eine begrenzte Festigkeit auf.

Deckschichten – Homogenbereiche B1.1 bis B1.3

Unter den Dammschüttungen und über den quartären Kiesen wurden beim Mitteldamm und beim Außendamm überwiegend bindige und sandige Deckschichten, teils auch Torflagen, erbohrt. Die Stärke dieser Deckschichten lag beim Mitteldamm zwischen etwa 0,8 m und 5,8 m und beim Außendamm zwischen etwa 0,5 m und 3,3 m. Nur vereinzelt wurden unter den Auffüllungen keine Deckschichten erbohrt (z. B. bei BK-D 0+000 und B05-2023). Im Detail kann dies den Schnitten in den Anlagen (2.1) und (2.2) entnommen werden.

Die Deckschichten wurden überwiegend in Form von teils kiesigen bis stark kiesigen, teils schwach organischen bis stark organischen, schwach sandigen bis stark sandigen Schluffen und teils in Form von kiesigen, sandigen, schluffigen Tonen erkundet. Diese Schichten standen in weicher bis überwiegend steifer, bis maximal halbfester Konsistenz an. Weiter wurden auch teils kiesige, schwach schluffige bis stark schluffige Sande erkundet, die überwiegend locker gelagert waren.

Auch Torfschichten wurden in den Deckschichten meist mit wenigen Dezimetern bis etwa 1 m Stärke erbohrt, wie dies den Schnitten in Anlage (2) zu entnehmen ist. Beim Außendamm bei Bohrung BK-D 0+500 wurde Torf in einer Mächtigkeit von 3 m unter den Auffüllungen festgestellt. Torfschichten wurden sowohl im Mitteldamm als auch im Außendamm erkundet. Die Torfe weisen durchgehend eine nur geringe Festigkeit auf und oft wurden auch schluffige und sandige, teils kiesige Anteile in diesen torfigen Schichten festgestellt.

Untergeordnet wurden im Außendamm in den Deckschichten auch stark schluffige, sandige bis stark sandige Kiese lockerer Lagerung erbohrt (z. B. bei BK-D 1+000).

Quartäre Kiese – Homogenbereich B2

Quartäre Kiese wurden unter den Deckschichten bzw. vereinzelt unmittelbar unter den Auffüllungen / Dammschüttungen in allen Bohrungen erkundet. Die Oberkante der quartären Kiese kann bei den jeweiligen Bohrungen den Tabellen (1.1) und (1.2) und den Schnitten in Anlage (2) entnommen werden. Die quartären Kiese wurden bei den hier beschriebenen Dämmen des Moosburger Speichersees bis etwa 10 – 15 m unter Oberkante der Dämme (Mitteldamm und Außendamm) erkundet.

Bei den quartären Kiesen ist aus bodenmechanischer Sicht überwiegend von schwach schluffigen bis schluffigen, schwach sandigen bis vereinzelt stark sandigen Kiesen auszugehen. Oft wurden auch sehr feinkornarme, schwach sandige bis sandige Kiese erbohrt, wie dies den Schnitten in Anlage (2) im Detail zu entnehmen ist.

Nach den schweren Rammsondierungen, den Bohrlochsondierungen und den Bohrmeisteransprachen ist von einer überwiegend $\pm$ mitteldichten bis dichten Lagerung der quartären Kiese auszugehen. Insbesondere in den oberen Abschnitten dieser quartären Kiese wurde aber auch teils eine nur lockere Lagerung ermittelt. Im Tiefsten dieser Schicht wurde in einigen Bereichen auch eine mitteldichte bis sehr dichte Lagerung der quartären Kiese festgestellt. Auch Grobeinlagerungen und verbackene Abschnitte sind in den quartären Kiesen in allen Tiefen möglich.

Auch sandige und bindige Zwischenschichten in Form von teils schwach kiesigen, schwach schluffigen bis schluffigen Sanden $\pm$ mitteldichter Lagerung und in Form von teils schwach kiesigen, $\pm$ sandigen Schluffen weicher bis steifer Konsistenz (z. B. bei B04-2023) wurden in den quartären Kiesen im Bereich der Dämme untergeordnet in begrenzter Schichtstärke erkundet.

Insgesamt ist von einer guten Tragfähigkeit und überwiegend auch von einer hohen bis sehr hohen Durchlässigkeit im Bereich des Homogenbereichs B2 (quartäre Kiese) auszugehen.

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

Unter den quartären Kiesen wurden in den tieferreichenden Bohrungen nördlich des Moosburger Speichersees im Bereich des Mitteldamms (siehe Schnitt in Anlage (2.1)) tertiäre Schichten überwiegend in Form von Kiesen und teils auch Sanden erbohrt. Hierbei handelte es sich meist um schwach schluffige bis schluffige, sandige bis stark sandige Kiese. Teils waren die Kiese auch sehr feinkornarm und als $\pm$ sandige Kiese anzusprechen. Auch meist

schwach schluffige Sande mit teils schwach kiesigen bis kiesigen Anteilen wurden hier bis maximal 20 m unter GOK erbohrt.

Insgesamt ist von einer mitteldichten bis dichten Lagerung der tertiären Kiese und Sande auszugehen. Diese tertiären Schichten sind ebenfalls von guter Tragfähigkeit. Im Hinblick auf die Bodendurchlässigkeit ist aufgrund des meist höheren Sandanteils von einer insgesamt etwas geringeren Durchlässigkeit im Vergleich zu den quartären Kiesen auszugehen.

Es sei noch erwähnt, dass bei ähnlicher Kornzusammensetzung die Schichtgrenze zwischen den quartären Kiesen und den tertiären Kiesen nicht immer exakt festgelegt werden konnte.

Tone und Schluffe wurden vorliegend in den tertiären Sedimenten nicht erkundet. Da diese Sedimente in Wechsellagerung mit den Kiesen und Sanden aber auftreten können, werden die bindigen tertiären Schichten in den nachfolgenden Kapiteln trotzdem beurteilt.

3.3 Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden

In Abschnitt 3.2 wurden die erkundeten Bodenschichten und die hier erkundete Schichtabfolge beschrieben. In den nachfolgenden Tabellen werden die bodenmechanischen und bautechnischen Eigenschaften der erkundeten Böden angegeben und im Hinblick auf die Standicherheit der Dämme und die geplanten Baumaßnahmen qualitativ beurteilt.

In den Tabellen (5) und (6) werden dabei die bodenmechanischen und bautechnischen Eigenschaften der im Wesentlichen erkundeten Böden beschrieben und unter geotechnischen und hydrogeologischen Gesichtspunkten qualitativ beurteilt.

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

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

¹⁾ Einbringhilfen, wie z.B. Vorbohrungen, werden hier erforderlich

²⁾ Grobeinlagerungen (Steine, Blöcke) und auch Fremdbestandteile sind in Auffüllungen möglich und zu beachten, was auch zu Rammhindernissen führen kann; höhere Bodenklassen (5 – 7) nach der alten DIN 18300:2012-09 sind dann möglich

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

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

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

¹⁾ Einbringhilfen, wie z. B. Vorbohrungen bis zu einem überschnittenen, verrohrten Vorbohren mit Bodenaustausch, werden hier erforderlich

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

³⁾ bei Feinkornanteil > 15 %

4 GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

Die in den Bohrungen und Grundwassermessstellen von 2023, 2022, 2019 und von KDGeo 2015 (Unterlage [U2]) eingemessenen Grundwasserstände können Tabelle (1.1) und Tabelle (1.2) sowie den Schnitten in Anlage (2) entnommen werden.

In Bohrung BK-F 0-800 (etwa bei RD-km -0+750) wurde am 07.04.2015 der Grundwasserstand im Südwesten des Moosburger Speichersees bei 406,50 mNHN eingemessen. Bei Bohrung B04-2023 (ca. RD-km 0+945), welche beim Auslaufbauwerk im Nordosten des Moosburger Speichersees niedergebracht wurde, lag der Wasserspiegel am 20.09.2023 ca. 10,2 m unter OK Damm bei 404,22 mNHN. Bei der noch weiter südwestlich liegenden Bohrung BK-F 1-100 wurde ein deutlich höherer Wasserstand bei 412,10 mNHN im April 2015 eingemessen. Hier ist der Wasserspiegel im Damm, evtl. durch Fehlstellen in der Abdichtung, durch den Moosburger Speichersee oder den Mittleren-Isar-Kanal beeinflusst.

Beim Außendamm wurde bei BK-D 0+000 (AD-km 0+005) am 27.03.2015 der Wasserspiegel 5,7 m unter OK Damm bei 408,67 mNHN und bei BK-D 2+400 (AD-km 2+405) bei 10,3 m unter OK Damm bei 404,02 mNHN am 17.03.2015 eingemessen. Es ist somit von einer Wasserspiegeldifferenz des Grundwassers im Bereich des Moosburger Speichersees von Südwesten nach Nordosten in einer Größenordnung von bis zu etwa 4,5 m bezüglich des quartären Grundwasserspiegels auszugehen.

Nach der Grundwassergleichenkarte, die dem Gutachten von Dr. Blasy – Dr. Øverland, Eching am Ammersee (Arbeitsunterlage [U3]), zu entnehmen ist, wurde bei einer Stichtagsmessung am 11.06.2015 für das erste quartäre Grundwasserstockwerk der Grundwasserspiegel im Südwesten des Moosburger Speichersees bei etwa 408,0 / 408,5 mNN und auf der Nordseite beim Auslaufbauwerk bei etwa 403,5 mNN eingemessen. Die Grundwasserfließrichtung ist somit im Bereich des Moosburger Speichersees nach der genannten Grundwassergleichenkarte im Wesentlichen von Südwesten nach Nordosten zur Isar hin als nächste Vorflut gerichtet.

Entsprechend den langjährig beobachteten Grundwassermessstellen Moosburg U20 (hierauf wurde auch bei den Modellberechnungen in den Unterlagen [U3] und [U4] Bezug genommen), Moosburg Isar 1 und Moosburg Isar 2 wurden bei den Bohrungen im März / April 2015 etwa mittlere Grundwasserstände eingemessen. Bei den Bohrungen 2019 und 2022 lagen zum Zeitpunkt der Bohrausführung ebenfalls etwa mittlere Grundwasserstände vor.

Zum Zeitpunkt der im August 2023 ausgeführten Bohrungen lagen die Grundwasserstände auf Höhe bzw. teils etwas über dem Mittelwasserniveau.

Nach den genannten Grundwassermessstellen ist somit hier im quartären Aquifer 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 zu den in den Tabellen (1.1) und (1.2) genannten Zeiten eingemessenen Wasserspiegel sind auch in den Längsschnitten in Anlage (2) mit einer Grundwasserspiegellinie, die teils etwas angeglichen wurde, dargestellt. Es ist hier von etwa ($\pm$) mittleren Grundwasserständen auszugehen.

In den Längsschnitten in Anlage (2) sind auch der minimale Wasserspiegel (410,36 mNHN) und der maximale Wasserspiegel (Stauziel = 412,43 mNHN) des Speichersees graphisch eingetragen. Wie dies den Längsschnitten entnommen werden kann, liegt der bei den Bohrungen und Grundwassermessstellen zum Zeitpunkt der Erstellung eingemessene Grundwasserspiegel im Südwesten etwa 2 m und im Nordosten bis zu > 7 m unter dem minimalen Wasserspiegel des Moosburger Speichersees.

Insgesamt wird hier von einer weitgehend natürlichen Abdichtung des Moosburger Speichersees und einer dadurch nur geringen Beeinflussung des Grundwasserspiegels ausgegangen. Entlang des Mittleren-Isar-Kanals ist aber auch eine etwas stärkere Beeinflussung des Grundwassers in Bezug auf den Kanalwasserspiegel möglich.

Bei der Durchführung von Standsicherheitsnachweisen für die Stauhaltungsdämme und auch für Bauwerke / Bauteile ist der maximale Wasserspiegel für das Grundwasser zu berücksichtigen und sind auch Berechnungen mit niedrigeren Grundwasserspiegeln durchzuführen, wenn sich hierfür geringere Sicherheiten ergeben.

Auf den deutlich erhöhten Wasserspiegel am Mittleren-Isar-Kanal, Damm rechts, der in Bohrung BK-F 1-100 (RD-km -1+040) bei etwa 412,10 mNHN am 07.04.2015 eingemessen wurde, sei an dieser Stelle nochmals hingewiesen.

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 die Dämme und Bauwerke im Bereich des Moosburger Speichersees angegeben.

5.1 Bodenklassifizierung

Tabelle (7) Bodenklassifizierung

Bodenschicht	Homogenbereich DIN 18300: 2019-09	Bodenart DIN 4023	Boden- gruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300: 2012-09
Oberboden				
Mutterboden (Schluff, ± sandig, teils ± kiesig, ± humos)	O1.1	Mu (U, s'-s, (g'-g), (h'-h))	OU	1
Mutterboden (Sand / Kies, ± schluffig, ± humos)	O1.2	Mu (S/G, u'-u*, h'-h)	OH	1
Auffüllungen / Dammschüttungen				
Auffüllung (Kies, schwach sandig bis stark sandig, teils schwach schluffig bis schluffig, teils stark schluffig, teils ± steinig)	A1	A (G, s'-s*, (u'-u), (u*), (x'-x))	[GI] / [GW] [GU] / [GU*]	3 / 4 / 5 ³⁾
Auffüllung (Sand, schwach kiesig, teils ± schluffig)	A2	A (S, g', (u'-u))	[SW] / [SU] / ([SU*])	3 / 4 / 5 ³⁾
Auffüllung (Schluff, sandig, teils kiesig, teils schwach organisch)	A3	A (U, s, (g), (o'))	[UL] / [UM] ([TL] / [TM])	4 ³⁾
Deckschichten				
Schluff / Ton, schwach bis stark sandig, teils kiesig bis stark kiesig, teils schwach organisch bis stark organisch	B1.1	U, t'-t, s'-s*, (g-g*), (o'-o*) T, u, s, (g), (o'-o)	UL / UM / TL / TL / TM / TA (OU / OT)	4 / 2 ²⁾ / 5 ¹⁾
Sand, schwach schluffig bis stark schluffig, teils ± kiesig und Kies, sandig bis stark sandig, stark schluffig	B1.2	S, u'-u*, (g'-g) G, s-s*, u*	SW / SI / SU / SU* (GU) / GU*	3 / 4 ²⁾ (3) / 4 ²⁾
Torf, teils schluffig, teils sandig	B1.3	H, (u), (s)	HN / HZ	3 / 2
Quartäre Kiese / Zwischenschichten Schluffe + Tone (B1.1) und Sande (B1.2) möglich				
Kies, schwach bis stark sandig, schwach schluffig bis schluffig, vereinzelt stark schluffig, teils ± steinig	B2	G, s'-s*, u'-u, (u*), (x'-x)	GI / GW / GU (GU*)	3 / (4) / 5 ³⁾
Tertiäre Kiese und Sande / Tone und Schluffe⁵⁾				
Kies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig bis schluffig	B3.1	G, s-s*, u'-u	GI / GW / GU	3 / (4) / 5 ⁴⁾
Sand, schwach schluffig, teils ± kiesig	B3.2	S, u', (g'-g)	SU	3 / 4 ⁴⁾
Ton / Schluff, schwach sandig bis sandig, teils kiesig	B3.3	U, s'-s, ± t, (g) T, s'-s, ± u, (g)	UL / UM / UA TL / TM / TA	4 / 5 ^{1) 4)}

- ¹⁾ bei ausgeprägt plastischen Böden
- ²⁾ bei bindiger Ausbildung und/oder evtl. höheren, organischen Anteilen und $\leq$ breiiger Konsistenz
- ³⁾ höhere Anteile an Steinen, Grobeinlagerungen und evtl. auch verfestigte Bereiche sind hier möglich; dann sind auch hier höhere Bodenklassen (5 – 7) nach DIN 18300:2012-09 maßgebend
- ⁴⁾ in den tertiären Sedimenten sind verfestigte Abschnitte ebenfalls möglich; dann sind auch in diesen Schichten höhere Bodenklassen (5 – 7) nach DIN 18300:2012-09 anzusetzen
- ⁵⁾ Schluffe und Tone sind im Tertiär ebenfalls möglich, wurden aber im Bereich des Moosburger Speichersees in den tieferreichenden Bohrungen nicht erkundet

Die in Tabelle (7) zusammengestellten Auffüllschichten und Böden beziehen sich auf die bei den Baugrundaufschlüssen im vorliegenden Abschnitt überwiegend erkundeten Böden in den jeweils abgegrenzten Schichten / Homogenbereichen. Die Schichten / Böden wurden etwas vereinfacht dargestellt. So sind in den jeweils abgegrenzten Homogenbereichen teils auch etwas abweichende Schichtzusammensetzungen möglich, was in Anlage (7) berücksichtigt wurde. In Tabelle (7) wurden im Bereich der Tertiärschichten (Homogenbereich B3) auch Ton- und Schluffböden angegeben, da diese hier ebenfalls möglich sind. In den tieferreichenden Bohrungen beim Moosburger Speichersee wurde diese Schichtformation, wie bereits beschrieben, aber nicht erkundet.

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 Sanierungsbereich der Kanalanlage Uppenbornwerk 1, Moosburger Speichersee, und unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden und weiteren Laborversuchen (z. B. KDGeo – Unterlage [U2]) abgeleitet.

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

Tabelle (8) Charakteristische Bodenparameter

Bodenschicht	Lagerung/ Konsistenz	γ kN/m ³	γ' kN/m ³	ϕ'_k °	c'_k kN/m ²	$E_{s,k}$ MN/m ²	k_f m/s
Auffüllungen / Dammschüttungen – A1 / A2 / A3							
Auffüllung (Kies, ± sandig, schwach schluffig bis schluffig, teils stark schluffig, teils ± steinig) / A1	locker (– mitteldicht)	18 – 21 (19)	8 – 12 (9)	30,0 – 35,0 (32,5)	0 – 4 (0,5)	30 – 60	$\leq 5 \cdot 10^{-2}$
Auffüllung (Sand, schwach kiesig, teils ± schluffig) / A2	locker (-mitteldicht)	18 – 20 (19)	8 – 11 (9)	30,0 (30,0)	0 – 3 (1)	15 – 30	$\leq 5 \cdot 10^{-4}$
Auffüllung (Schluff, sandig, teils kiesig, teils schwach organisch) / A3	weich – steif	18 – 20 (19)	8 – 10 (9)	25,0 – 27,5 (25,0)	3 – 7 (5)	5 – 10	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$
Deckschichten – B1.1 / B1.2 / B1.3							
Schluff / Ton, schwach bis stark sandig, teils kiesig bis stark kiesig, teils ± organisch / B1.1	weich bis steif	18 – 20 (19)	8 – 10 (9)	22,5 – 25,0 (25,0)	3 – 7 (5)	2 – 7	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$
Sand, schwach bis stark schluffig, teils ± kiesig und Kies, sandig bis stark sandig, stark schluffig / B1.2	locker (weich – steif)	19 – 20 (19)	9 – 10 (9)	27,5 – 30,0 (27,5)	2 – 5 (3)	20 – 30	$\leq 1 \cdot 10^{-5}$
Torf, teils sandig, teils schluffig / B1.3	zersetzt (weich)	12 – 17 (15)	2 – 7 (5)	17,5 – 22,5 (20,0)	2 – 5 (3)	0,5 – 1,5	$\leq 1 \cdot 10^{-5}$
Quartäre Kiese – B2 (Zwischenschichten Schluffe + Tone und Sande siehe B1.1 / B1.2)							
Kies, schwach bis stark sandig, schwach schluffig bis schluffig, vereinzelt stark schluffig, teils ± steinig / (B2)	mitteldicht – dicht	20 – 22 (21)	11 – 14 (12)	32,5 – 37,5 (35,0)	0 – 3 (0)	50 – 120	$\leq 5 \cdot 10^{-2}$
Tertiäre Kiese und Sande / Tone und Schluffe – B3.1 / B3.2 / B3.3¹⁾							
Kies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig bis schluffig / B3.1	mitteldicht – dicht	20 – 22 (21)	11 – 14 (12)	32,5 – 35,0 (35,0)	0 – 2 (0)	50 – 120	$\leq 5 \cdot 10^{-3}$
Sand, schwach schluffig, teils ± kiesig / B3.2	mitteldicht – dicht	20 – 21 (20,5)	11 – 12 (11,5)	32,5 – 35,0 (35,0)	0 – 5 (0,5)	40 – 100	$\leq 1 \cdot 10^{-4}$
Ton / Schluff, schwach sandig bis sandig, teils kiesig / B3.3	steif – halbfest	20 – 21 (20)	10 – 11 (10)	27,5 (27,5)	10 – 30 (10)	15 – 30	$\leq 1 \cdot 10^{-8}$

Klammerwerte $\triangleq$ mittlere Rechenwerte für die jeweilige Schicht

¹⁾ Schluffe und Tone sind im Tertiär ebenfalls möglich, wurden aber im Bereich des Moosburger Speichersees in den hier tieferreichenden Bohrungen nicht erkundet

Für erdstatische Berechnungen (z. B. für die Standsicherheitsuntersuchungen der Dämme) können für die jeweiligen Schichten die in Tabelle (8) genannten Mittelwerte (Klammerwerte, fett) 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, was teilweise auch bereits im Vorfeld dieses Berichtes erfolgt ist.

6 SANIERUNG DER KANALANLAGEN

6.1 Allgemeines zum Moosburger Speichersee

Der Moosburger Speichersee liegt östlich von Moosburg, östlich und südöstlich des Mittleren-Isar-Kanals im Bereich der Kanalanlagen Uppenbornwerk 1. Südlich des Außendamms verläuft im westlichen Abschnitt des Moosburger Speichersees die Staatsstraße St 2350. Im Bereich der Süd-West-Ecke des Moosburger Speichersees am Mittleren-Isar-Kanal liegt das Einlaufbauwerk und in der nordöstlichen Ecke des Moosburger Speichersees befindet sich das Auslaufbauwerk. Die genaue Lage und Ausbildung des Moosburger Speichersees kann den Lageplänen in den Anlagen (1.1) und (1.2) entnommen werden.

Im vorliegenden Gutachten werden im Wesentlichen die geotechnischen und hydrogeologischen Grundlagen für den Moosburger Speichersee mit den zugehörigen Dämmen und auch für die zuvor beschriebenen Ein- und Auslaufbauwerke angegeben. Bei den Dämmen handelt es sich um den sog. Mitteldamm zwischen dem Mittleren-Isar-Kanal und dem Moosburger Speichersee und um den sog. Außendamm südöstlich des Speichersees. Die Schnitte zu den Dämmen mit Aufschlüssen und den maßgebenden Untergrundverhältnissen etc. können den Anlagen (2.1) und (2.2) dieses Gutachtens entnommen werden.

Die hier maßgebende Untergrund- und Grundwassersituation wurde auf Grundlage der Bohrungen aus den Jahren 2019, 2022 und 2023 sowie auf Grundlage der hier vorliegenden Aufschlüsse aus dem Gutachten von KDGeo (Unterlage [U2]) in den vorherigen Abschnitten im Detail dokumentiert und beschrieben. Neben den vorliegenden und berücksichtigten Aufschlüssen (siehe Anlagen (3.1) und (3.2)) wurden auch Angaben und Auswertungen aus den bereits vorliegenden Gutachten (insbesondere Unterlagen [U2] bis [U4]) berücksichtigt.

Auf dieser Grundlage erfolgen Angaben zu den Standsicherheitsberechnungen der Dämme und wird aus geotechnischer und hydrogeologischer Sicht auf die geplante Sanierung der Böschungsauskleidung und die geplante Freibordertüchtigung beim Moosburger Speichersee eingegangen.

Des Weiteren werden geotechnische und hydrogeologische Angaben für die geplanten Sanierungsmaßnahmen des Einlauf- und Auslaufbauwerks des Moosburger Speichersees ausgeführt.

6.2 Angaben zu den Standsicherheitsberechnungen (Dämme und Böschungen)

Im Abschnitt des Mittleren-Isar-Kanals, Haltung 5b (östlicher Abschnitt des Mitteldamms zwischen MIK und Moosburger Speichersee), wurden von unserer Seite bereits geotechnische Angaben und Parameter zur Durchführung von Standsicherheitsberechnungen (Gutachten vom 14.09.2019, Projekt-Nr.: B191135) angegeben. Auf dieser Grundlage wurden auch für die Dämme des Moosburger Speichersees bereits Standsicherheitsberechnungen durchgeführt. Nachfolgend wird unter Berücksichtigung aller nun vorliegenden Unterlagen auf die Standsicherheitsberechnung der Dämme und Anlagen im Bereich der Stauhaltungsdämme für den gesamten Moosburger Speichersee eingegangen.

Wie bei den bisher durchgeführten Berechnungen bereits ausgeführt, ist in den ausgewählten, maßgebenden Rechenschnitten die geotechnische Schichteinteilung (Dammschüttung / Deckschichten / quartäre Kiese / Tertiär) entsprechend dem nächstliegenden Bohrprofil oder dem maßgebenden Schnitt nach den Anlagen (2.1) und (2.2) festzulegen. Für die jeweiligen Auffüllungen / Dammschüttungen und Bodenschichten sind die in Tabelle (8) angegebenen, charakteristischen Bodenparameter für die durchzuführenden Berechnungen in Ansatz zu bringen. Üblicherweise kann hier mit den in Tabelle (8) angegebenen Mittelwerten gerechnet werden. Vorliegend ist es dabei möglich, im Bereich des Außendamms und abschnittsweise auch im Bereich des Mitteldamms für die Kiese (Homogenbereich A1) ggf. mit etwas höheren Werten für die Kohäsion beim Dammschüttmaterial, wegen der hier oft etwas höheren Feinkornanteile, zu rechnen.

Hier kann dann ein Wert von $c'_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$ berücksichtigt werden. Bei Erfordernis können z. B. in kritischen Rechenprofilen oder bei Bauteilen die maßgebenden Bodenparameter innerhalb der in Tabelle (8) genannten Wertespanne auch nochmals differenzierter ausgearbeitet und genauer festgelegt werden. Dies ist im Einzelfall dann zwischen dem Geotechniker und dem Ersteller der statischen Berechnungen abzustimmen.

Liegt in den jeweiligen Rechenschnitten im obersten Abschnitt der Dämme ein sog. Durchwurzelungshorizont vor, kann für das hier maßgebende Bodenmaterial eine erhöhte Kohäsion, z. B. für die kiesigen Dammschüttungen ein Wert von $c'_k = 3 - 5 \text{ kN/m}^2$ ($\varphi'_k = 32,5^\circ$), berücksichtigt werden.

Für vorhandene, alte, brüchige Betonauskleidungen sind Festigkeitsparameter nur in begrenzter Höhe ($\varphi'_k = 35,0^\circ - 40,0^\circ$; $c'_k = 0 - 5 \text{ kN/m}^2$) zu berücksichtigen. Für sanierten oder noch "guten" Beton können höhere Werte ($\varphi'_k = 45,0^\circ$; $c'_k = 5 - 10 \text{ kN/m}^2$) bei den Berech-

nungen in Ansatz gebracht werden. Für bewehrten Beton, guten Beton, ist es möglich, noch bessere Werte zu berücksichtigen.

Bezüglich des bei den Berechnungen anzusetzenden Grundwasserspiegels kann auf den Grundwasserspiegel des für den Rechenschnitt maßgebenden Bohrprofils bzw. auf den in den Schnitten in Anlage (2) einskizzierten (etwa $\pm$) Grundwasserspiegel Bezug genommen werden. Hierzu sei erwähnt, dass der Grundwasserspiegel in den Schnitten (Anlagen (2.1) und (2.2)) zwischen den Bohrprofilen bei zu starken Abweichungen teils vergleichmäßig wurde, um eine realistischere Grundwasserlinie zu erhalten. Bei der Durchführung der Standsicherheitsnachweise ist dabei der maximale Wasserspiegel für das Grundwasser zu berücksichtigen; diesbezüglich wird auf Abschnitt 4 dieses Gutachtens verwiesen. Weiterhin sind auch Berechnungen mit niedrigeren Grundwasserspiegeln durchzuführen, wenn sich hierfür geringere Sicherheiten ergeben.

Wie bereits angedeutet, wurden im westlichen Mitteldamm bei Bohrung BK-F 1-100 im Dammbereich zwischen MIK und Speichersee deutlich höhere Wasserstände eingemessen, was ggf. auf eine Dammdurchströmung aufgrund von Fehlstellen, Leckagen etc. zurückzuführen ist. Entsprechend erhöhte Wasserspiegel sind bei durchzuführenden Standsicherheitsberechnungen ggf. mit zu berücksichtigen. Die Bemessungssituation für diese Nachweise ist dann anzupassen.

Weitere geotechnische bzw. hydrogeologische Erfordernisse bei Berechnungen in den jeweiligen Rechenschnitten sind bei Erfordernis im Einzelfall mit dem Geotechniker abzustimmen.

6.3 Sanierung Böschungsauskleidung der Stauhaltungsdämme Moosburger Speichersee

Im Bereich des Moosburger Speichersees ist zwischen AD-km 0+000 bis 1+250 und AD-km 2+000 bis 2+240 und K-km 0+400 bis 0+950 die Sanierung der Böschungsauskleidung mit Bentonit-Sand-Matten oder evtl. mit betongefüllten Textilmatten angedacht. In den verbleibenden Abschnitten ist eine Sanierung der Oberflächenabdichtung in Form einer sog. Streifensanierung (Betonanierung) vorgesehen. Bei der Ausführung ist vorgesehen, die Bentonit-Sand-Matten oder die betongefüllten Textilmatten im Bereich der Böschungsfüße nur in begrenztem Maße unter die Sohle einzubinden.

Nach derzeitigem Kenntnisstand sind eine Sanierung mit Bentonit-Sand-Matten mit Verschüttung und eine Streifensanierung geplant.

Für diese Sanierung wird der Moosburger Speichersee abgesenkt, was durch die vorhandenen Absperreinrichtungen möglich ist.

Die maßgebende Untergrund- und Grundwassersituation in den Dammbabschnitten des Moosburger Speichersees mit geplanter Sanierung der Böschungsauskleidung kann den Schnitten in Anlage (2.1) (Mitteldamm) und (2.2) (Außendamm) entnommen werden.

Ausgehend von der erkundeten Grundwasserlage zum Zeitpunkt der Bohrarbeiten, wie in den genannten Schnitten (Anlagen (2)) dargestellt, werden für eine Trockenhaltung zur Sanierung der Böschungsauskleidung keine umfangreichen Grundwasserabsenkungen erforderlich. Im Abschnitt des Mitteldamms BK-F 1-100 wurde allerdings, wie bereits beschrieben, ein deutlich höherer Wasserspiegel im Damm festgestellt. Es ist aber davon auszugehen, dass sich hier die Sickerwasserlinie im Damm durch die Wasserspiegelabsenkung im Moosburger Speichersee „entspannt“.

Für erforderliche Grundwasserabsenkungen in Teilabschnitten sind aber Wasserhaltungsmaßnahmen vorzusehen. Insgesamt ist aber bezüglich der Trockenhaltung im Bereich des Moosburger Speichersees für die Sanierung der Böschungsauskleidung nur von begrenzten Erfordernissen für Grundwasserhaltungsmaßnahmen auszugehen.

Sollten örtlich z. B. Aushubmaßnahmen mit einer Grundwasserabsenkung für die Sanierung der Dämme notwendig werden, wäre für eine Bemessung der Bauwasserhaltung der maßgebende Grundwasserspiegel im Abschnitt der geplanten Sanierung etwa 0,7 m höher als in den Schnitten in Anlage (2) dargestellt, in Ansatz zu bringen.

Um eine sinnvolle Dimensionierung von evtl. erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahmen im Bereich des Moosburger Speichersees zu ermöglichen, werden hierfür nachfolgend noch die maßgebenden Wasserdurchlässigkeiten der quartären Kiese im relevanten Tiefenbereich angegeben.

Bezüglich der Wasserdurchlässigkeiten der quartären Kiese kann auf Pumpversuche im Bereich des Damms rechts, MIK, Haltung 5b (Mitteldamm) aus dem Jahre 2019 (GWM 1 bis GWM 4) und aus dem Jahre 2022 (GWM-MIK 20 bis GWM-MIK 24) zurückgegriffen werden. Die Pumpversuche wurden ausgewertet (siehe auch Abschnitt 2.5) und es wurden hier Durchlässigkeitsbeiwerte in einer Größenordnung von etwa $k_f = 1,3 \cdot 10^{-3}$ bis $1,6 \cdot 10^{-2}$ m/s ermittelt.

Weiter wurden im Hinblick auf die Durchlässigkeit der quartären Kiese Laboruntersuchungen (Korngrößenanalysen) an Proben aus den hier abgeteufte Bohrungen bezüglich der Bodendurchlässigkeit ausgewertet (Korrelationen anhand der Kornverteilungsanalysen). Auf Grundlage der vorliegenden Korngrößenanalysen (insbesondere auch der Bohrungen von KDGeo aus dem Jahr 2015) ergaben sich dabei für den Mitteldamm Durchlässigkeitsbeiwerte in einer Größenordnung von etwa $k_f = 2 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $5 \cdot 10^{-2}$ m/s. Die Auswertung der maßgebenden Korngrößenanalysen im Außendammbereich ergaben für die quartären Kiese im maßgebenden Tiefenbereich Durchlässigkeitsbeiwerte in einer Größenordnung von etwa $k_f = 4 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $2 \cdot 10^{-2}$ m/s.

Nach den genannten Daten würden wir für notwendige Wasserhaltungsberechnungen, z. B. im Bereich des Mitteldamms bei Bohrung BK-F 1-100, empfehlen, bei der Ermittlung der Wassermengen von einer Durchlässigkeit der quartären Kiese von $k_f = 6 \cdot 10^{-3}$ m/s auszugehen. Für die Bestimmung maximal möglicher Wassermengen sollte ein Wert von $k_f = 1 \cdot 10^{-2}$ m/s berücksichtigt werden; Extremwerte der Durchlässigkeit der quartären Kiese bis $k_f = 5 \cdot 10^{-2}$ m/s sind aber örtlich möglich.

Die Größenordnung der genannten Durchlässigkeiten der quartären Kiese liegt im erwarteten Rahmen und wurde, wie zuvor beschrieben, im Bereich des Moosburger Speichersees auch durch einige Pumpversuche belegt. Sollten örtlich stärkere Grundwasserabsenkungsmaßnahmen (Absenkung GW > 0,5 m) erforderlich werden, empfehlen wir, in den ersten erstellten Wasserhaltungsbrunnen Pumpversuche durchzuführen. Bei abweichenden Ergebnissen der Bodendurchlässigkeiten wird dann ggf. auf Grundlage dieser zusätzlichen Versuche eine Modifizierung der Brunnenanzahl bzw. der berechneten Anlagenteile erforderlich.

Ein weiterer wichtiger Parameter für die Bestimmung der Wassermengen bei Bauwasserhaltungen ist der Ansatz der Unterkante der beschriebenen, sehr gut durchlässigen, quartären Kiese. Wie dies den Schnitten in den Anlagen (2.1) und (2.2) entnommen werden kann, werden im Bereich des Moosburger Speichersees die gut durchlässigen, quartären Kiese weitgehend auch von tertiären Kiesen unterlagert. Nach den vorliegenden, wenigen Korngrößenanalysen der tertiären Kiese empfehlen wir, für diese tertiären Formationen eine Durchlässigkeit von etwa $k_f = 5 \cdot 10^{-4}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-3}$ m/s zu berücksichtigen. Die Unterkante der quartären Kiese empfehlen wir vereinfacht im Bereich des Moosburger Speichersees für evtl. notwendige entsprechende Berechnungen bei etwa 14 m unterhalb der Dammkrone anzusetzen.

6.4 Freibordertüchtigung / Anpassung der Dammhöhen

Im Bereich des Moosburger Speichersees ist weiter geplant, im Abschnitt des Mitteldamms (MIK Haltung 5b) zwischen RD-km 0+000 bis 0+950 ein Freibord von 1,5 m Höhe herzustellen, was eine Erhöhung der Dämme um wenige Dezimeter erfordert. Im Bereich des Außendamms des Moosburger Speichersees zwischen AD-km 0+000 bis 1+325 soll eine Freibordhöhe von 1,8 m und zwischen AD-km 1+325 bis 2+435 eine Freibordhöhe von 2,0 m realisiert werden. Dies erfordert auch im Bereich des Außendamms gewisse Dammerhöhungen, die aber ebenfalls nur wenige Dezimeter betragen.

In diesem Zusammenhang wird es dann erforderlich, den Wegeaufbau im Bereich der Oberkante der Dämme zu erneuern.

Die Freibordertüchtigung / Freibordsicherung, die in den oberen Böschungsabschnitten neu erstellt wird, ist auf den kiesigen Dammschüttungen aufzubauen. Nach der vorliegenden Erkundung sind kiesige Dammschüttungen weitgehend bzw. fast ausschließlich im maßgebenden oberen Bereich der Dämme vorliegend zu erwarten. Sollten hier gering tragfähige, bindige Böden festgestellt werden, sind dann zusätzliche Bodenaustauschmaßnahmen mit gut verdichtbarem Kiesmaterial (Feinkornanteil $< 10 \%$) auszuführen. Auch im Bereich der Dammkronen sind vor dem Aufbau der Erhöhung gering tragfähige Oberböden und evtl. aufgeweichte, bindige Böden oder stärker bindige Kiese zu entfernen und unter dem erforderlichen Aufbau des Dammwegs durch gut verdichtbares, kiesiges Bodenmaterial (hier wird ein Feinkornanteil von $\leq 5 \%$ empfohlen) lagenweise bei einer ausreichender Verdichtung ($D_{Pr} \geq 100 \%$) zu ersetzen.

Die maßgebenden Standsicherheitsberechnungen in den jeweiligen Dammabschnitten wurden bereits nach den uns vorliegenden Angaben unter Berücksichtigung der beschriebenen Dammregulierungen / Dammerhöhungen durchgeführt. Werden zusätzliche Berechnungen erforderlich, sind die neuen Dammhöhen selbstverständlich zu beachten; auf die weiteren Ausführungen zu entsprechenden Berechnungen wird auf Abschnitt 6.2 dieses Berichtes verwiesen.

6.5 Einlaufbauwerk

Allgemeines

Im Südwesten des Moosburger Speichersees liegt das Einlaufbauwerk. Ein Lageplan und Schnitte zu diesem Betonbauwerk können Anlage (2.3) dieses Gutachtens entnommen werden. Wie in der genannten Anlage dargestellt und gemäß den uns vorliegenden Angaben ist im Wesentlichen eine Sanierung der Betonteile beim Einlaufbauwerk angedacht. Die Sanierung ist in zwei Schnitten jeweils halbseitig vorgesehen. In diesem Zusammenhang werden jeweils zwei der vier Wehrfelder auf der Oberwasserseite abgesperrt und wird in der Mitte des Wehrs eine Abtrennung / Abschottung des Wasserspiegels zwischen dem Mittelpfeiler und dem wasserseitig im Moosburger Speichersee geplanten Fangedamm erstellt. Durch dieses Vorgehen wird ein permanenter Wasserzustrom auch während der Bauzeit in den Moosburger Speichersee sichergestellt.

Zur Abschottung des Wasserspiegels im Moosburger Speichersee (bauzeitlicher Wasserspiegel des Speichersees (409,60 mNHN)) soll ein Fangedamm mit einer Höhe von etwa 2,7 m über dem Beton der Wehrsohle erstellt werden. Die Böschungsneigungen dieses Fangedamms sind mit 1 : 2,5 geplant, wie dies in Anlage (2.3) dargestellt ist.

Im Hinblick auf die geplante Sanierungsmaßnahme erfolgen nachfolgend geotechnische und hydrogeologische Angaben.

Geotechnische Untersuchungen

Im Nahbereich dieses Bauwerks wurde die Bohrung BK-D 0+000, deren Profil auch in den Schnitten in Anlage (2.3) eingetragen ist, niedergebracht. Nach dieser Bohrung mit einer Bohrtiefe von 10 m sind unter 3,7 m mächtigen, kiesigen Auffüllungen (Homogenbereich A1) quartäre Kiese (Homogenbereich B2) bis zur Endteufe der Bohrung bzw. bis zu den erwarteten Tertiärschichten bei > 10 m unter OK Damm zu erwarten.

Der Grundwasserspiegel wurde im März 2015 in der genannten Bohrung 5,7 m unter GOK bei 408,63 mNHN eingemessen.

Wie Anlage (2.3) zu entnehmen ist, liegt das Gründungsniveau des Wehrs und auch die Gründung der Bodenplatte im Ein- und Auslaufbereich nach BK-D 0+000 innerhalb der gut tragfähigen, quartären Kiese, die hier als schwach schluffige, sandige Kiese angesprochen wurden.

Soweit erforderlich, können für Berechnungen / Nachweise die maßgebenden Bodenparameter zu den hier anstehenden Schichten / Homogenbereichen Tabelle (8) entnommen werden. Der Grundwasserspiegel der genannten Bohrung (ca. Mittelwasserstand) wurde etwa 1,4 m über der Wehrsohle (Betonsohle) im Auslaufbereich eingemessen.

Die Durchlässigkeit der auf Höhe des Einlaufbauwerks anstehenden, quartären Kiese ist nach den hier durchgeführten Korngrößenanalysen als sehr hoch einzustufen und liegt in einem Bereich von etwa $k_f = 2 \cdot 10^{-2}$ m/s.

Geotechnische und hydrogeologische Wertung / Angaben

Nach der hier niedergebrachten Bohrung und den weiter vorliegenden Erkundungsergebnissen ist davon auszugehen, dass das Einlaufbauwerk selbst und die Ein- und Auslaufsohlen (Beton) in den hier anstehenden, gut tragfähigen, quartären Kiesen (Homogenbereich B2) gegründet wurden. Zusätzliche Lasten im Bereich des Auslaufbauwerks in wesentlicher Größe werden nach den uns vorliegenden Angaben im Zuge der Sanierung nicht aufgebracht, so dass keine zusätzlichen, negativen Setzungen und Verformungen in Bezug auf die Gründungssituation bei diesem Bauwerk zu erwarten sind. Im Bereich des beschriebenen Fangedamms, welcher auf der betonierten Wehrsohle aufgebaut werden soll, sind theoretische Setzungen in einer Größenordnung von 0,5 – 1,0 cm denkbar.

Das Material für den Fangedamm im Bereich des Moosburger Speichersees vor dem Einlaufbauwerk muss unter Wasser eingeschüttet werden. Die Böschungsneigungen sind, wie geplant, mit 1 : 2,5 auszuführen und für die Dammschüttung ist feinkornarmes Kiesmaterial, z.B. der Körnung 0/63 mm (Feinkornanteil < 5 %), der Bodengruppe GW nach DIN 18196 verwendet werden.

Wird entsprechendes Kiesmaterial eingesetzt, kann für den Standsicherheitsnachweis des Fangedamms im Bauzustand mit folgenden Parametern gerechnet werden:

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3; \gamma' = 11 \text{ kN/m}^3; \varphi'_k = 32,5^\circ; c'_k = 0 \text{ kN/m}^2$$

Um eine starke Dammdurchströmung und damit verbunden die Gefahr einer kritischen Materialerosion im Dammkörper zu vermeiden, empfehlen wir, die wasserseitige Böschung des Fangedamms z. B. mit einer Bentonit-Sand-Matte abzudichten. Diese Matten müssten entsprechend den Herstellervorschriften unter Wasser verlegt und durch eine Überschüttung geschützt und beschwert werden.

Wird hier für die Bauzeit eine Grundwasserentspannung/-absenkung erforderlich (z. B. bezüglich der Sohlaufbruchsicherheit), müssten Filterbrunnen installiert werden und wäre dann mit hohen Wassermengen zu rechnen. Dies wäre dann auf Grundlage der genannten Daten rechentechnisch unter Berücksichtigung der möglichen Brunnenlage näher zu dimensionieren und zu planen. Bereits bei einer begrenzten Grundwasserabsenkung /-entspannung von 0,5 m muss dabei mit erheblichen Wassermengen in einer Größenordnung von 100 – 120 l/s und mehr gerechnet werden. Die Durchführung von Pumpversuchen wäre in diesem Zusammenhang vorab erforderlich. Auch ist es ggf. notwendig und zu empfehlen, Pegel im Bereich der Dämme auf beiden Seiten des Einlaufbauwerks zu erstellen, um den Wasserspiegel / Grundwasserspiegel vor Beginn und während der Baumaßnahme überprüfen zu können.

6.6 Auslaufbauwerk

Allgemeines

Das Auslaufbauwerk liegt im Nordosten des Moosburger Speichersees, unmittelbar westlich der Brücke UP 41, wie dies Anlage (1.2) zu entnehmen ist. Die Ausbildung dieses Bauwerks kann im Detail dem Lageplan und den Schnitten in Anlage (2.4) entnommen werden.

Im ersten Schritt ist hier eine Sanierung des Grundablasses (Betonsanierung und Risseverpressung) vorgesehen. Durch eine Rohrleitung DN 1200, die auf der Sohle des Speichersees eingebaut wird, soll dann während der Bauzeit Wasser (Abfluss 6 m³/s) dem Grundablass zugeführt und über diesen abgeleitet werden. Beim Grundablass ist in diesem Zusammenhang die Verlängerung des Tosbeckens mit einer Sohlbefestigung mit Wasserbausteinen im Betonbett vorgesehen.

Zur Abschottung des Wassers im Speichersee (bauzeitlicher Wasserspiegel 410,36 mNHN) wird auch bei diesem Bauwerk ein Fangedamm erforderlich. Die Höhe dieses Fangedamms ist mit etwa 5,7 m und die Böschungsneigungen sind mit 1 : 2,5 geplant. Das Material für den Fangedamm ist auch bei diesem Bauwerk unter Wasser einzubringen und im Sohlbereich des Fangedammes auf der Sohle des Speichersees wird, wie bereits beschrieben, die Rohrleitung DN 1200 für den Wasserabfluss in der Bauzeit ebenfalls unter Wasser eingebaut. Eine Sicherung des Einlaufbereichs des Rohrs DN 1200 am Fangedamm ist hier mit Wasserbausteinen geplant.

Bezüglich der Sanierung des Bauwerks ist hier überwiegend eine Betonsanierung und eine

neue Sohlaufage (Beton) im Auslaufbereich angedacht. Weiterhin soll ein neues Doppelschütz eingebaut werden und sind der Abbruch und der Ersatzneubau des Mittelpfeilers sowie ein Teilabbruch im Bereich der Landpfeiler (Stärke = 25 cm) mit Erstellung einer neuen Vorsatzschale vorgesehen. Zudem ist ein Umbau, Überbau der Wehranlage und die Herstellung einer oberwasserseitigen Überfahrt vorgesehen.

Weitere Maßnahmen, z. B. im Bereich der Gründung des Bauwerks, sind nicht vorgesehen.

Im Hinblick auf die vorgesehenen Sanierungsmaßnahmen erfolgen nachfolgend geotechnische und hydrogeologische Angaben.

Geotechnische Untersuchungen

Zur näheren Erkundung der Untergrundsituation im Bereich des Auslaufbauwerks des Moosburger Speichersees wurden hier westlich und östlich des Bauwerks die Bohrungen B04-2024 und B05-2023 im August / September 2023 ausgeführt. Neben den Bohrungen wurden die schweren Rammsondierungen DPH 04-2023 und DPH 05-2023 niedergebracht.

Die Aufschlussprofile sind in Anlage (2.4) mit Schichteinteilung dargestellt und können auch den Schnitten in den Anlagen (2.1) und (2.2) sowie Anlage (3) entnommen werden. Nach den genannten Aufschlüssen sind kiesige Auffüllungen / Dammschüttungen bis etwa 5,5 – 8,0 m unter OK Damm zu erwarten. Unterlagert werden diese kiesigen Auffüllungen bei Bohrung B04-2023 von Deckschichten in Form von Tonen zumindest steifer Konsistenz, die bis 8,10 m unter OK Damm erbohrt wurden. Unterhalb dieser Deckschichten bzw. in Bohrung B05-2023 ab etwa 8 m unter OK Damm sind dann die quartären Kiese (Homogenbereich B2) zu erwarten. Bei Bohrung B04-2023 wurde in diesen Kiesen zwischen 9,4 m und 10,1 m unter OK Damm auch eine dünne, sandige Schlufflage steifer Konsistenz (Zwischenschicht) erkundet. Der Grundwasserspiegel wurde in diesen Bohrungen 2023 etwa 8,8 – 10,2 m unter OK Damm bei etwa 404,22 – 405,69 mNHN im August / September 2023 eingemessen. Die quartären Kiese wurden bis 14 – 15 m unter OK Damm mit den genannten Bohrungen erkundet.

Wie dies den Schnitten in Anlage (2.4) zu entnehmen ist, liegt das Gründungsniveau des Auslaufbauwerks in den gut tragfähigen, quartären Kiesen zumindest mitteldichter Lagerung. Nach Bohrung B04-2023 sind aber ggf. auch Schluffzwischenlagen im unmittelbaren Gründungsbereich des Bauwerks bzw. der Sohlbefestigungen zu erwarten, wobei aber davon auszugehen ist, dass diese unmittelbar unter den Gründungselementen bis zu den gut tragfähigen Kiesen bei der Erstellung des Bauwerks entfernt wurden.

Geotechnische und hydrogeologische Wertung / Angaben

Nach den beschriebenen Aufschlüssen und den weiteren, hier im Nahbereich vorhandenen Bohrungen ist davon auszugehen, dass auch der Grundablass in den gut tragfähigen, quartären Kiesen (Homogenbereich B2) gegründet wurde und hier zukünftig keine nennenswerten, zusätzlichen Setzungen und Verformungen zu erwarten sind. Nach den vorliegenden Aufschlüssen ist auch anzunehmen, dass die geplante Tosbeckenerweiterung beim Grundablass bereits weitgehend in den relativ gut tragfähigen, quartären Kiesen zu liegen kommt. Sollten hier allerdings noch bindige Deckschichten anstehen, sind diese im Bereich der Tosbeckenerweiterung komplett bis zu den quartären Kiesen auszukoffern und durch Kies-Sand-Material (z. B. Kies 0/63 mm, Feinkornanteil $< 5\%$) zu ersetzen. Die Sohle des Tosbeckens soll mit Wasserbausteinen aufgebaut werden. Es ist geplant, die Tosbeckenerweiterung im Nassen auszuführen, da das Bachbett nicht entleert werden kann.

Werden im Bereich des Auslaufbauwerks statische Berechnungen erforderlich, kann bezüglich der Untergrundsituation auf die dargestellte Schichteinteilung in Anlage (2.4) und auf die Bodenparameter in Tabelle (8) Bezug genommen werden. Wird in diesem Zusammenhang im Abschnitt des Auslaufbauwerks mit den Pfeilern auch eine Bettungsziffern auf Höhe des Gründungsniveaus erforderlich, kann hier ein Wert von etwa $k_{s,k} = 10 \text{ MN/m}^3$ berücksichtigt werden, wobei hierfür ein Lastniveau von etwa $80 - 120 \text{ kN/m}^2$ unter der Bodenplatte angenommen wurde.

Das in den Bohrungen B04-2023 und B05-2023 eingemessene Grundwasserniveau liegt etwa auf Höhe der Gründung bzw. der Sohle des Auslaufbauwerks bzw. einige Dezimeter darüber. Wird evtl. eine Grundwasserabsenkung/-entspannung im Bereich des Auslaufbauwerks, z. B. bezüglich der Sohlaufbruchsicherheit, wäre mit erheblichen Wassermengen zu rechnen; diesbezüglich wird auch auf Abschnitt 6.5 verwiesen.

Auch bezüglich der Erstellung des hier geplanten und erforderlichen Fangedamms im Bereich des Speichersees vor dem Auslaufbauwerk wird bezüglich Material, Ausbildung und der erforderlichen Standsicherheitsnachweise ebenfalls auf die Ausführungen beim Einlaufbauwerk in Abschnitt 6.6 verwiesen. Die Standsicherheit des Fangedamms für alle Betriebszustände, wie auch beim Einlaufbauwerk, ist nachzuweisen.

Unter Berücksichtigung der beschriebenen Gründungssituation sind stärkere, zukünftige Setzungen und Verformungen für das Bauwerk nicht zu erwarten. Im Hinblick auf den Abbruch und die Wiedererstellung des geplanten Mittelpfeilers sind hier gewisse, zusätzliche Setzungen in begrenztem Umfang ($s \leq 0,5 \text{ cm}$) aber möglich.

6.7 Weitere Angaben

Werden weitere Angaben zu Baumaßnahmen mit geotechnischem und hydrogeologischem Hintergrund im Abschnitt des Moosburger Speichersees erforderlich, kann dies auf der Datengrundlage dieses Gutachtens erfolgen. Für einzelne punktuelle Maßnahmen sind dann auch detaillierte Angaben aufgrund der in diesen Abschnitten jeweils maßgebenden Grundverhältnisse möglich, wie dies auch bereits im Zusammenhang mit der Durchführung von erforderlichen Standsicherheitsuntersuchungen für die Dämme praktiziert wurde.

7 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Im Rahmen des vorliegenden Berichtes wurden die Ergebnisse der durchgeführten Feld- und Laborarbeiten und der weiterhin im Abschnitt des Moosburger Speichersees vorliegenden Erkundungsergebnisse, Gutachten und Berichte hinsichtlich der 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 im Bereich des Moosburger Speichersees mit Ein- und Auslaufbauwerk für den Planer und die Baufirma aufzubereiten.

In Abschnitt 6 dieses Gutachten erfolgten geotechnische und hydrologische Angaben im Hinblick auf erforderliche Standsicherheitsberechnungen und die Realisierung der geplanten Sanierungsmaßnahmen. Es wurden auch Angaben zur Bauausführung und zu Bauwasserhaltungsmaßnahmen ausgearbeitet.

Die zur Ausarbeitung dieses Berichtes vorliegenden Untersuchungen und Arbeitsunterlagen wurden dokumentiert. Da dem Baugrundsachverständigen jedoch nicht alle relevanten Gesichtspunkte der Planung und Bauausführung in diesem Streckenabschnitt des MIK 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, wie bereits angesprochen, von unserer Seite auf Grundlage der hier zusammengestellten, maßgebenden Untergrundverhältnisse und der vorliegenden hydrogeologischen Situation im Detail erfolgen, wie dies auch bisher bereits praktiziert wurde.

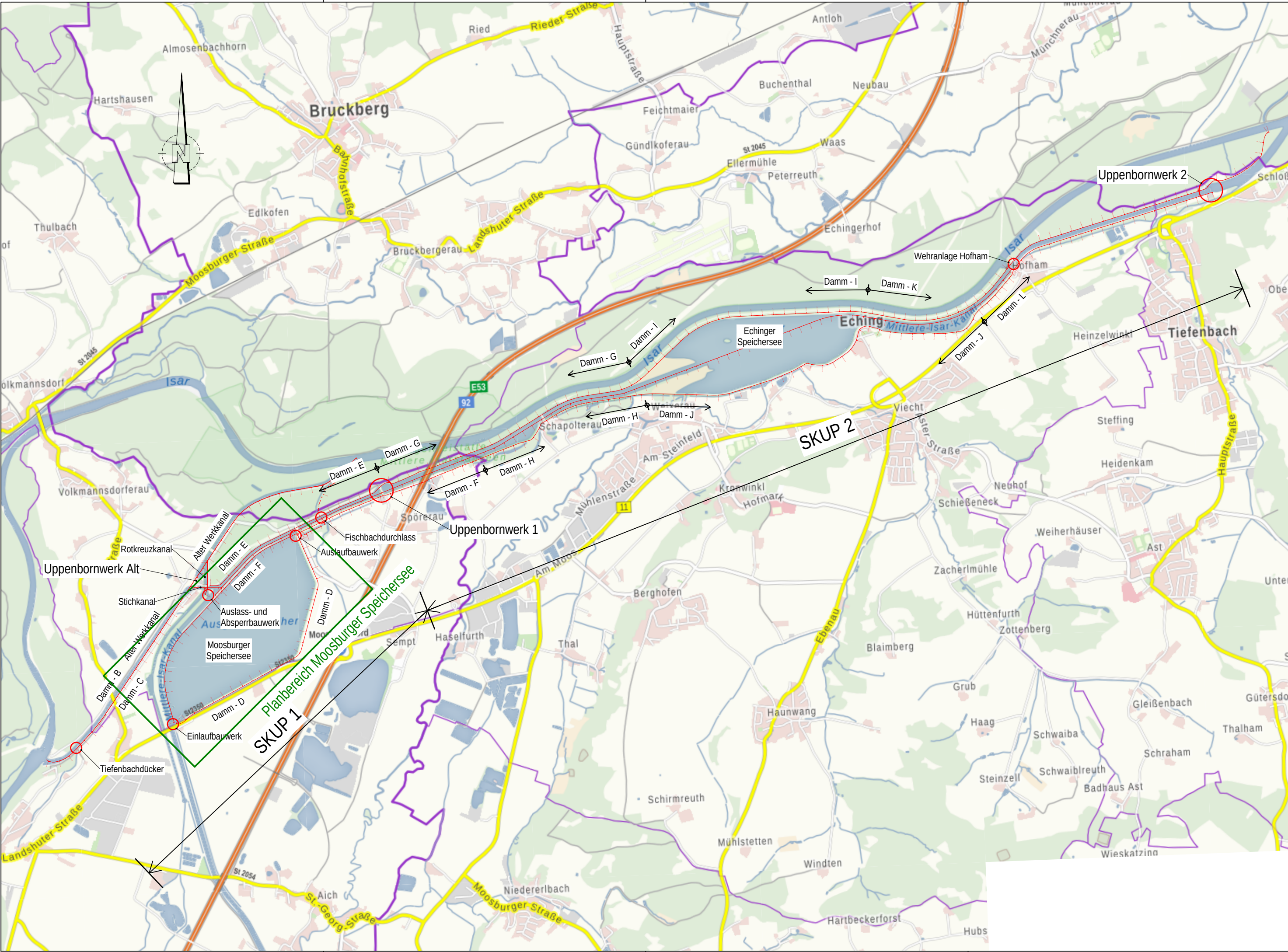
Weiterhin sind auch Abweichungen der Untergrundverhältnisse außerhalb der Aufschlüsse möglich und zu beachten. In allen Zweifelsfällen bezüglich Baugrund und Bauausführung ist bei der Realisierung der Sanierungsmaßnahmen der Unterzeichner zu kontaktieren.

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.

ANLAGE (1)

**LAGEPLÄNE MIT AUFSCHLUSSPUNKTEN
BEREICH UPPENBORNWERK 1 –
MOOSBURGER SPEICHERSEE**



F			
E			
D			
C			
B			
A			
Index	Art der Änderung	Datum	Name
		AKZ/KKS	
SW/M Stadtwerke München			
Planersteller		Anlagennummer	
CRYSTAL GEOTECHNIK		1.1	
Werk		Format	Maßstab
Uppenbornwerk 1			1 : 30.000
Benennung		Datum	Name
Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke		11.04.2024	R. Schneider
Moosburger Speichersee		11.04.2024	Ra. Schneider
Übersichtslageplan mit Planbereich		Projekt	B 221522
		Plan-Nr.	161
Zeichnungs-Nr.	UA	Abt.	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 / 600 (0.18m²)		Allplan 2021	

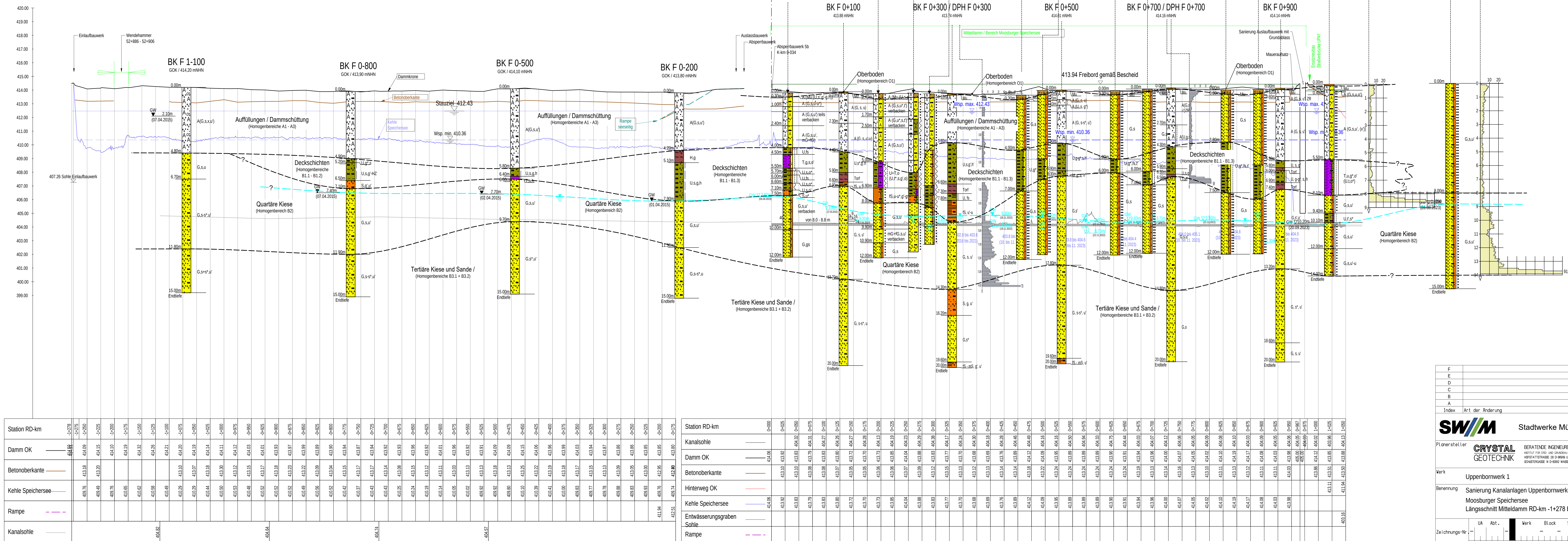
ANLAGE (2)

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

Mitteldamm Haltung 5a

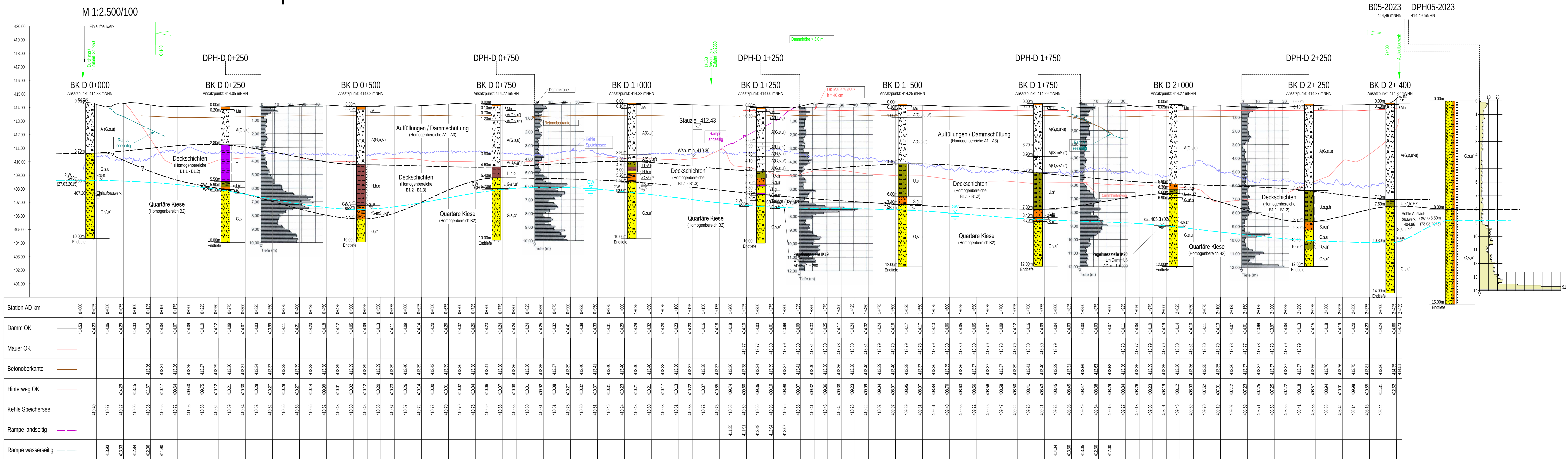
Mitteldamm Haltung 5b

M 1:2.500/100

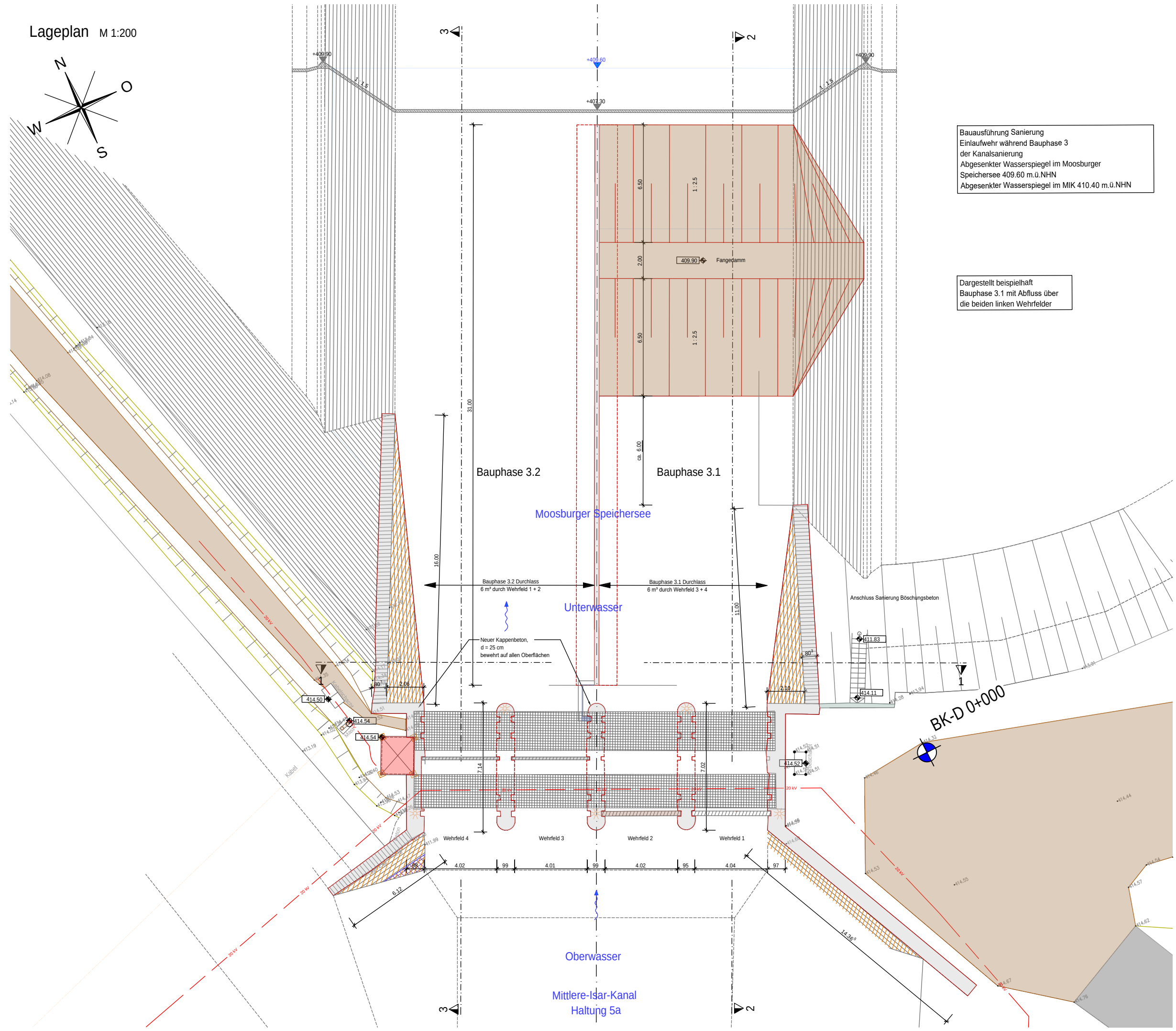


Außendamm Speichersee

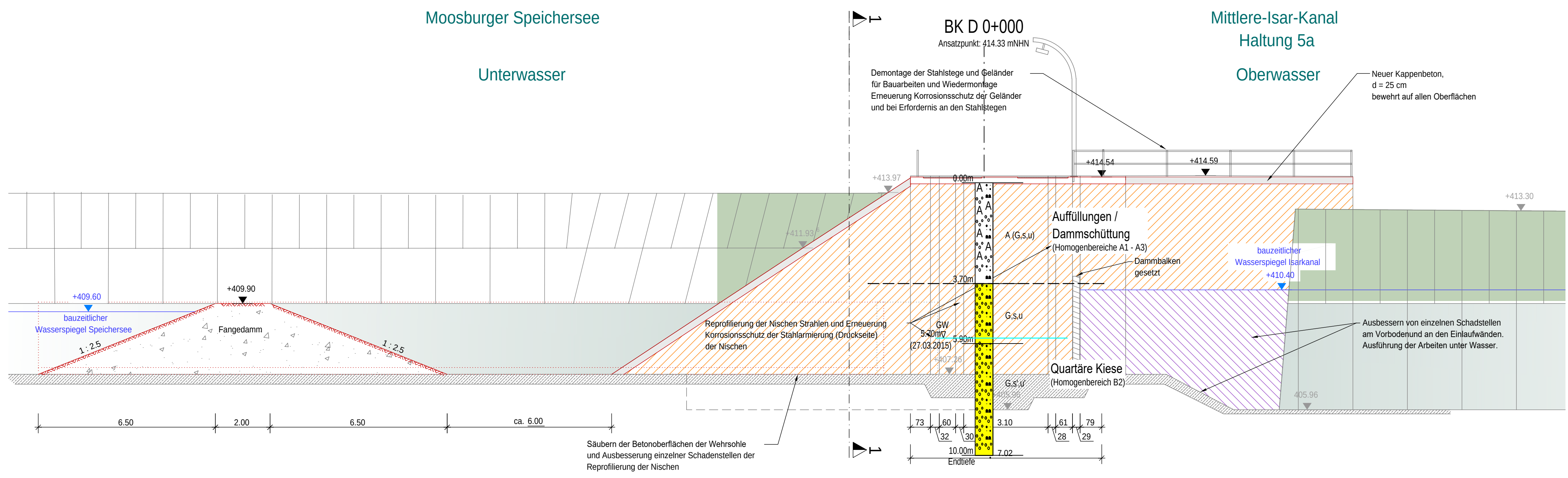
M 1:2.500/100



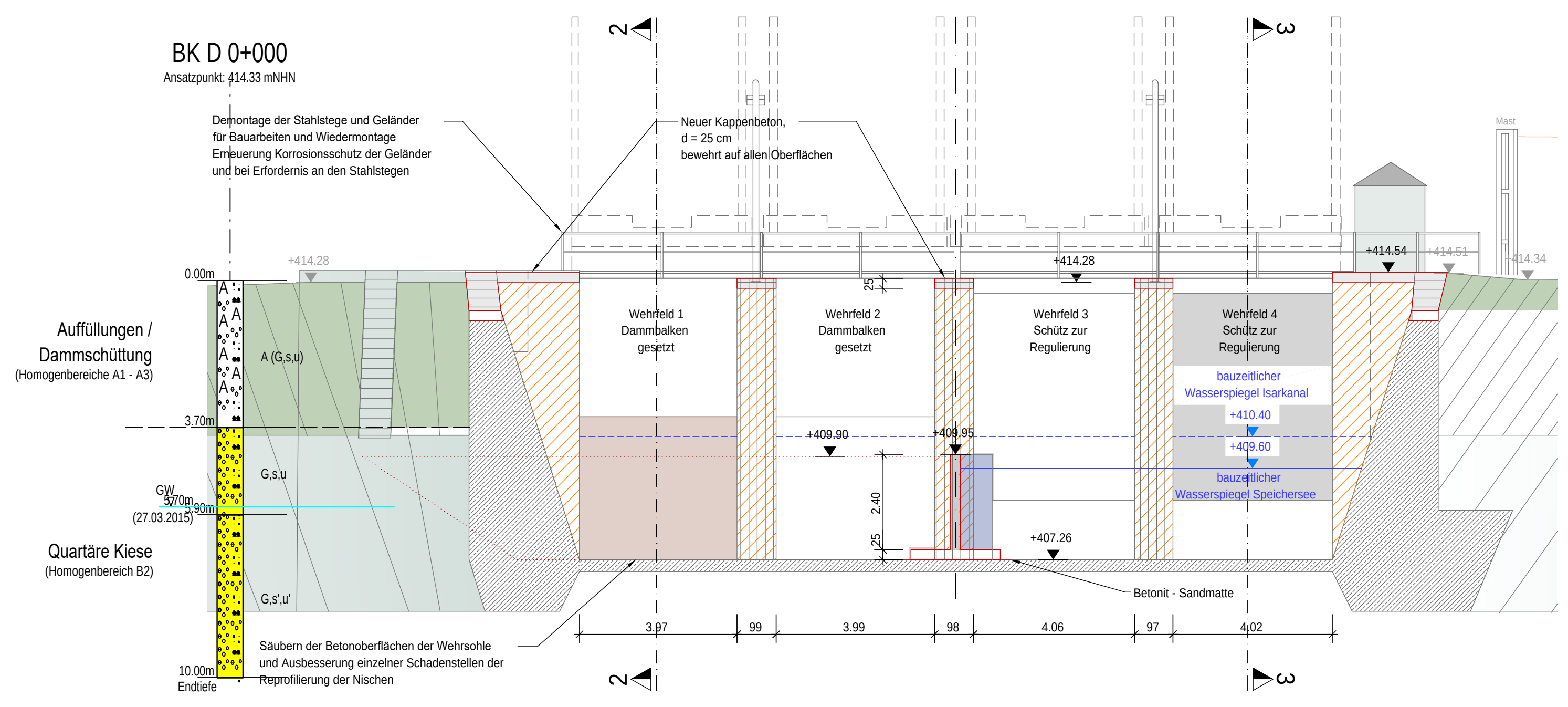
F			
E			
D			
C			
B			
A			
Index	Art der Änderung	Datum	Name
		AKZ/KKS	
Planersteller	BERATUNDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH	Anlagennummer	
CRYSTAL	INSTITUT FÜR ERD- UND GRUNDBAU HYDROLOGISCHE BERATUNG HÖRSTATTSTRASSE 28 D-80909 UTTING TELEFON 089/606864-0 SONSTERKASSE 14 D-80909 WASSERBURG TELEFON 089/192278-0	2.2	
Geotechnik			
Werk	Uppenbergwerk 1	Format	Maßstab
			1: 2500/100
Benennung	Sanierung Kanalanlagen Uppenbergwerke Moosburger Speichersee Längsschnitt Außendamm AD-km 0+000 bis 2+435	Datum	Name
		11.04.2024	R. Schneider
		Geprüft	Ra. Schneider
		Projekt	B 221522
		Plan-Nr.	164
Zeichnungs-Nr.	UA	Abt.	Werk
			Block
			Sachgebiet
			Blatt von Blatt
			Ind.
Erstellt für		Erstellt durch	
H/B = 420 / 1400 (0.59m²)			Allplan 2020



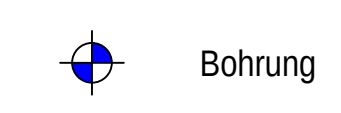
Schnitt 2-2 M 1:100



Schnitt 1-1 M 1:100

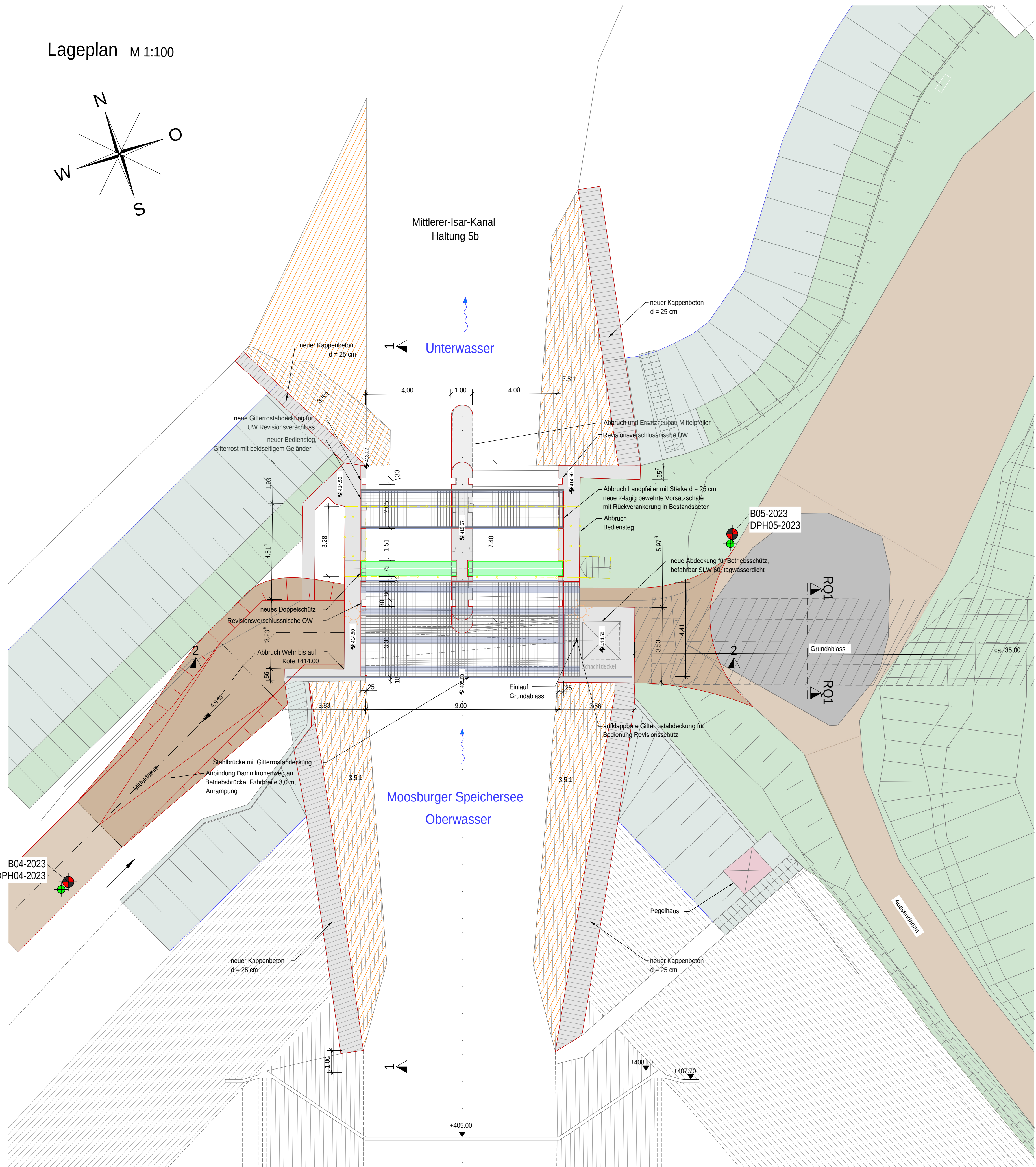


LEGENDE

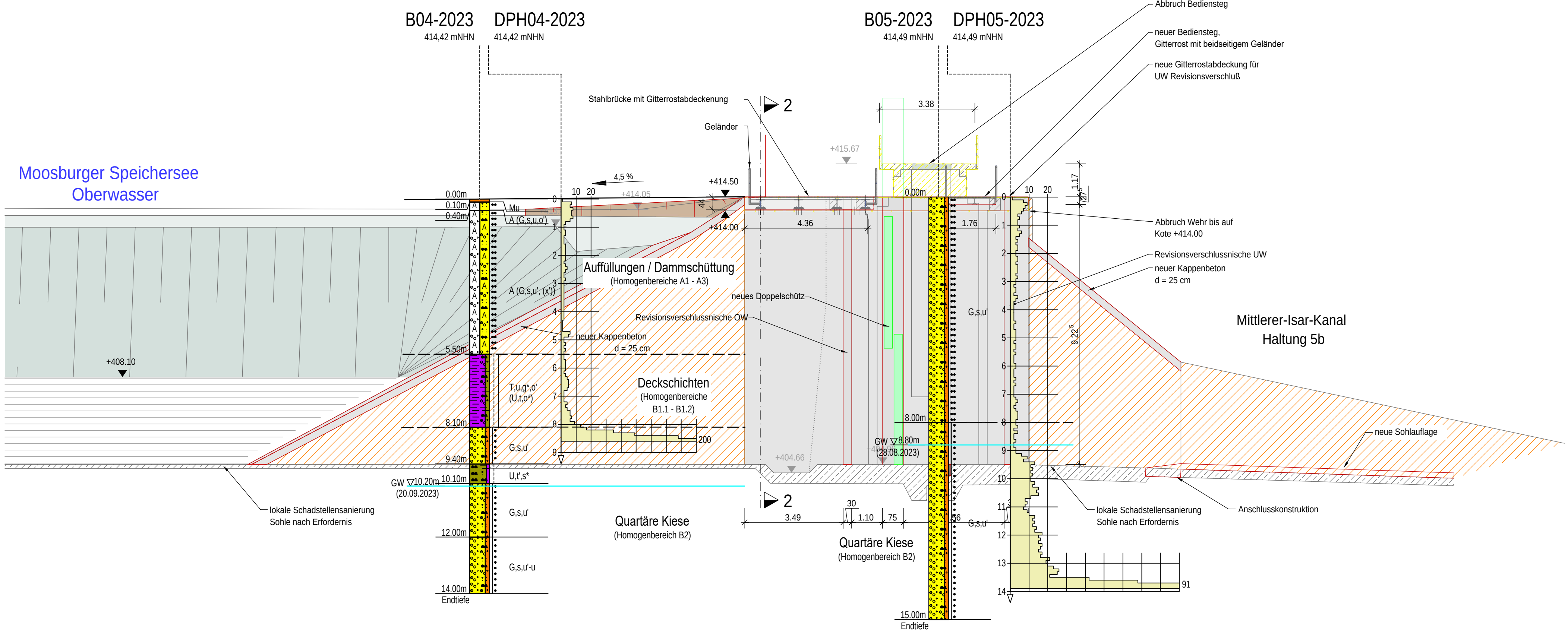


Plangrundlage: Einlaufbauwerk Moosburger Speichersee, Vorabzug Stand 15.03.2024 PG-Skup, Bau + Plan / Arnold Consult																									
F																									
E																									
D																									
C																									
B																									
A																									
Index	Art der Änderung										Datum				Name										
 Stadtwerke München																									
Plannersteller										Anlagennummer				2.3											
 BERATENDE INGENIEUR- & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD- UND GRUNDWAU · HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFPLATZSTRASSE 28 · D-8080 UTTING TELEFON 08900-90904-0 SCHLEIFSTRASSE 14 · D-85042 WASSERBURG TELEFON 00170/2279-0																									
Werk		Uppenbornwerk 1										Format		Maßstab											
														1 : 200 / 1 : 100											
Benennung		Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke										Datum		Name											
		Moosburger Speichersee										Bearb.		11.04.2024						R. Schneider					
		Einlaufbauwerk mit Lageplan und Schnitten										Geprüft		11.04.2024						Ra. Schneider					
												Projekt		B 221522											
												Plan-Nr.		165											
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 = 594 / 1000 (0.59m²)																		Allplan 2023							

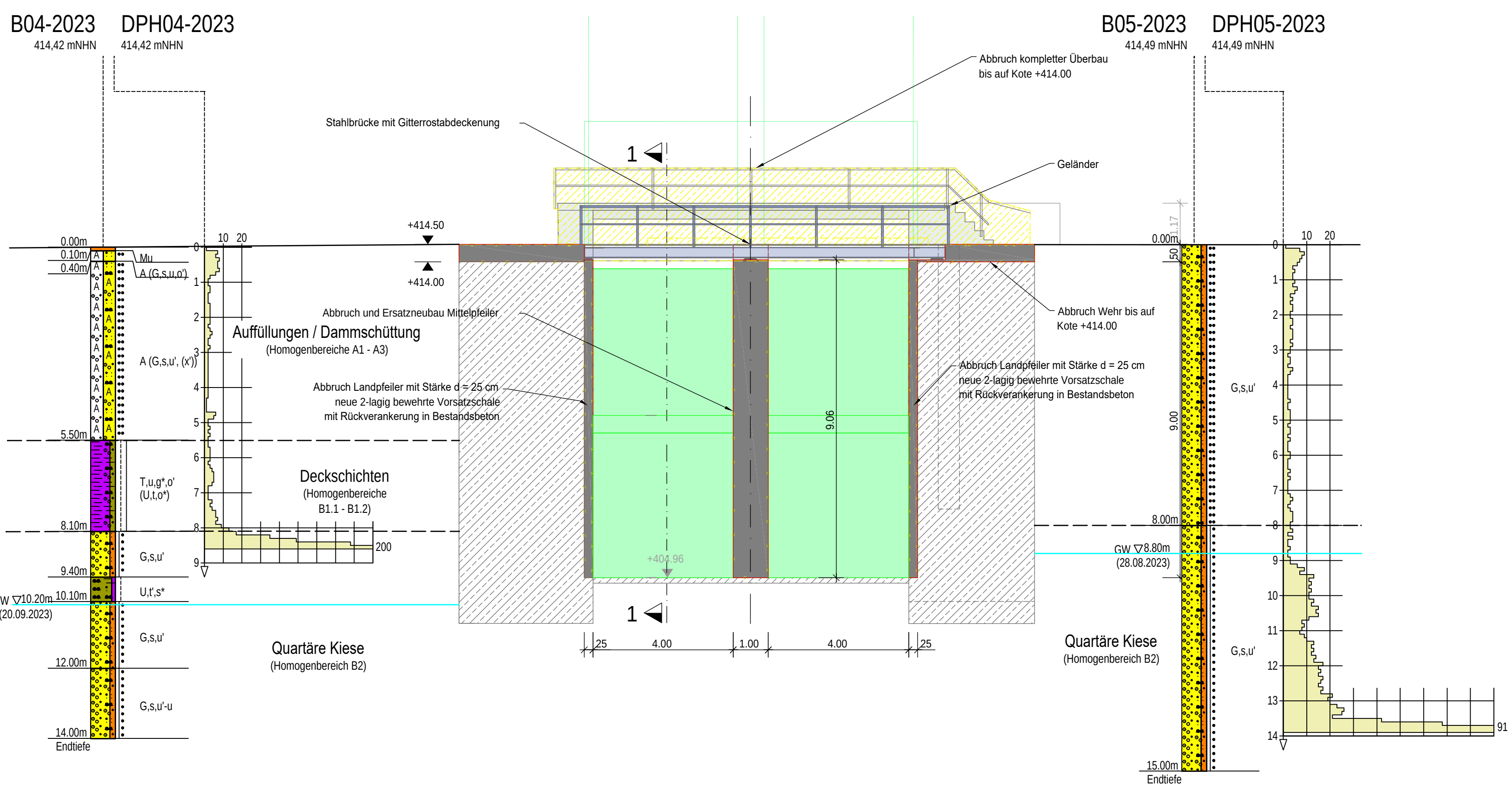
Lageplan M 1:100



Schnitt 1-1 M 1:100



Schnitt 2-2 M 1:100



LEGENDE

- Bohrung 2023
- schwere Rammsondierung 2023

Plangrundlage: Auslaufbauwerk Moosburger Speichersee, Vorabzug Stand 25.03.2024 PG-Skipp, Bau + Plan / Arnold Consult			
Index	Art der Änderung	Datum	Name
F			
E			
D			
C			
B			
A			
Planersteller	BERATUNGS INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR BODEN- UND GRUNDWASSERFORSCHUNG KOPFSTADTSTRASSE 28 D-80333 UTTING TELEFON 089/9060-0 SCHLEIERGASSE 14 D-80802 WABERUNG TELEFON 089/92278-0	Anlagennummer	2.4
Werk	Oppenbornwerk 1	Format	Maßstab 1:100
Benennung	Sanierung Kanalanlagen Oppenbornwerke Moosburger Speichersee Auslaufbauwerk mit Lageplan und Schnitten	Datum	11.04.2024
Zeichnungs-Nr.	UA	Abt.	Werk
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 = 594 / 1189 (0.71m²)		Allplan 2023	

ANLAGE (3)

AUFSCHLÜSSE

BLASY + MADER GmbH

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

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

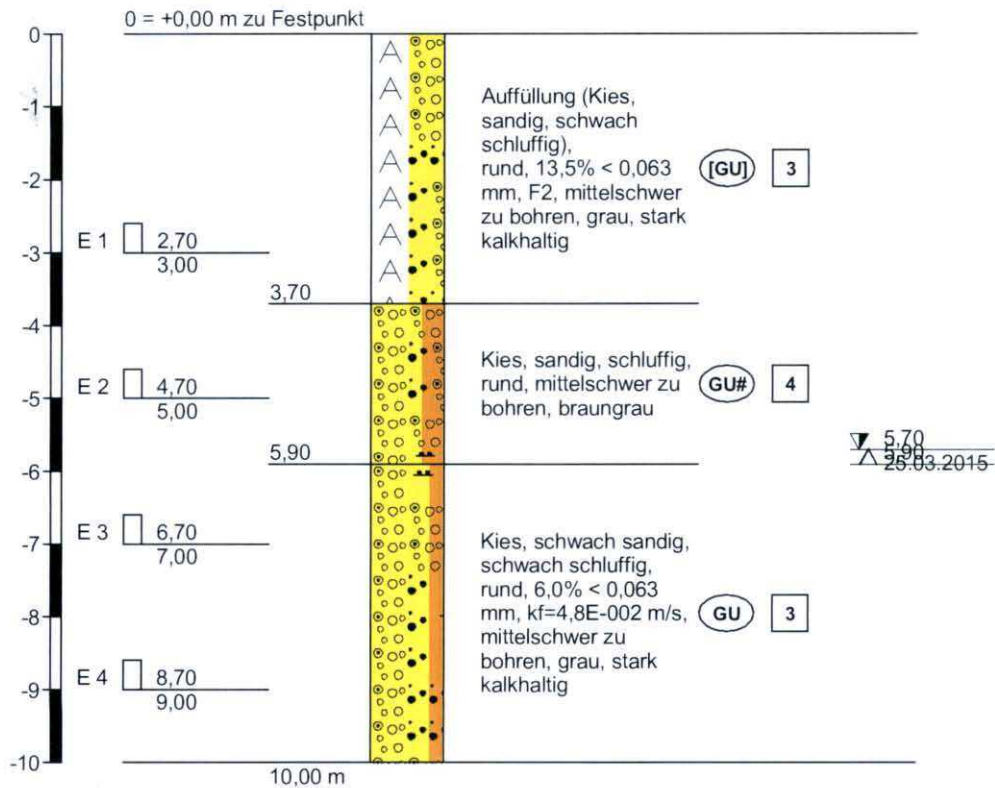
Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppenberg Vorprojekt

Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: M. Schlarb

Datum: 25.03.2015

BK-D 0+000**Höhenmaßstab 1:100**

BLASY + MADER GmbH

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

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

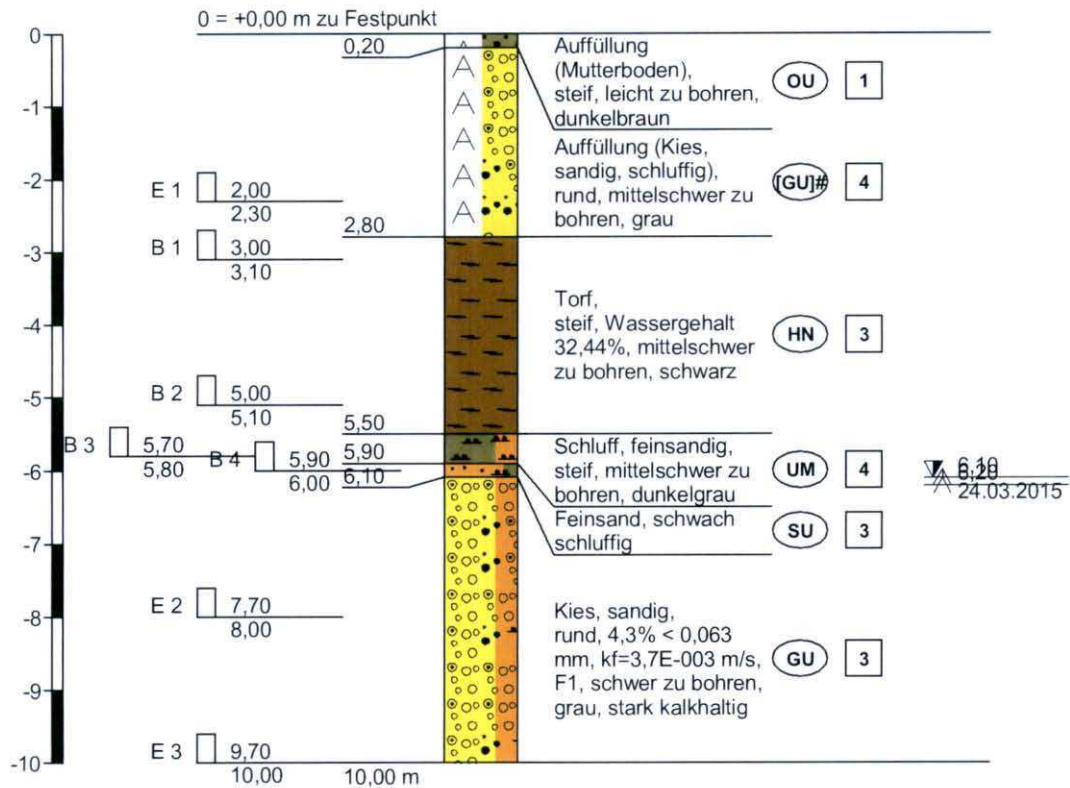
Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppenborn Vorprojekt

Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: M. Schlarb

Datum: 24.03.2015

BK-D 0+250

Höhenmaßstab 1:100

BLASY + MADER GmbH

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

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

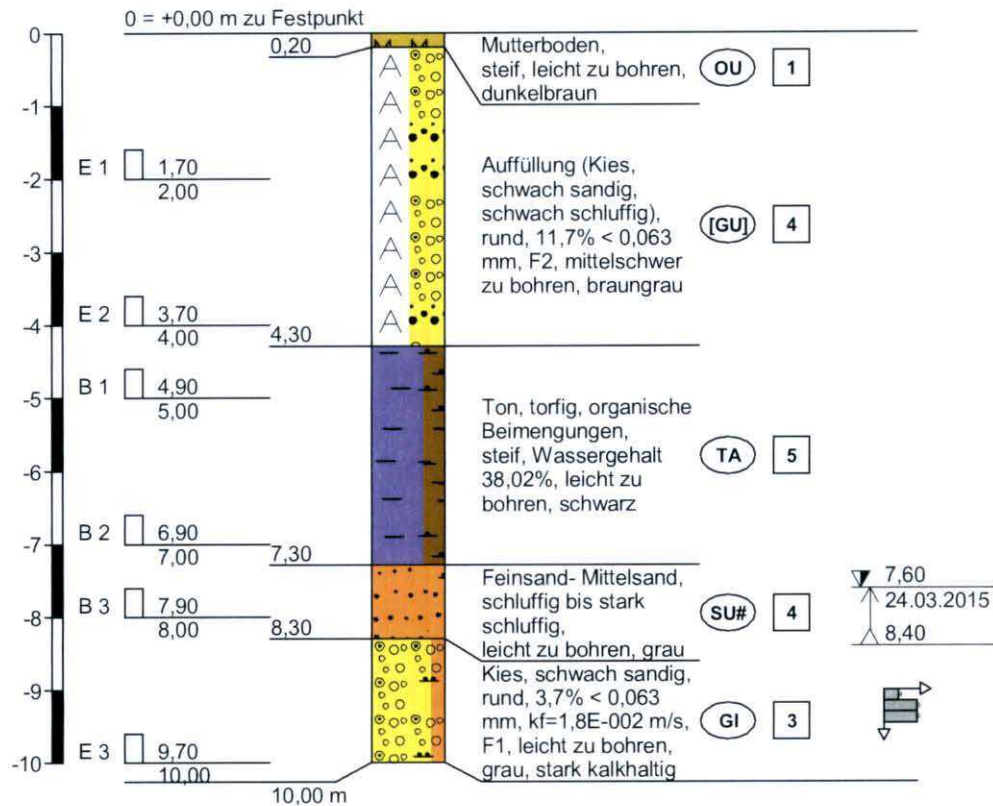
Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppenberg Vorprojekt

Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: M. Scharb

Datum: 24.03.2015

BK-D 0+500**Höhenmaßstab 1:100**

BLASY + MADER GmbH

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

**Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023**

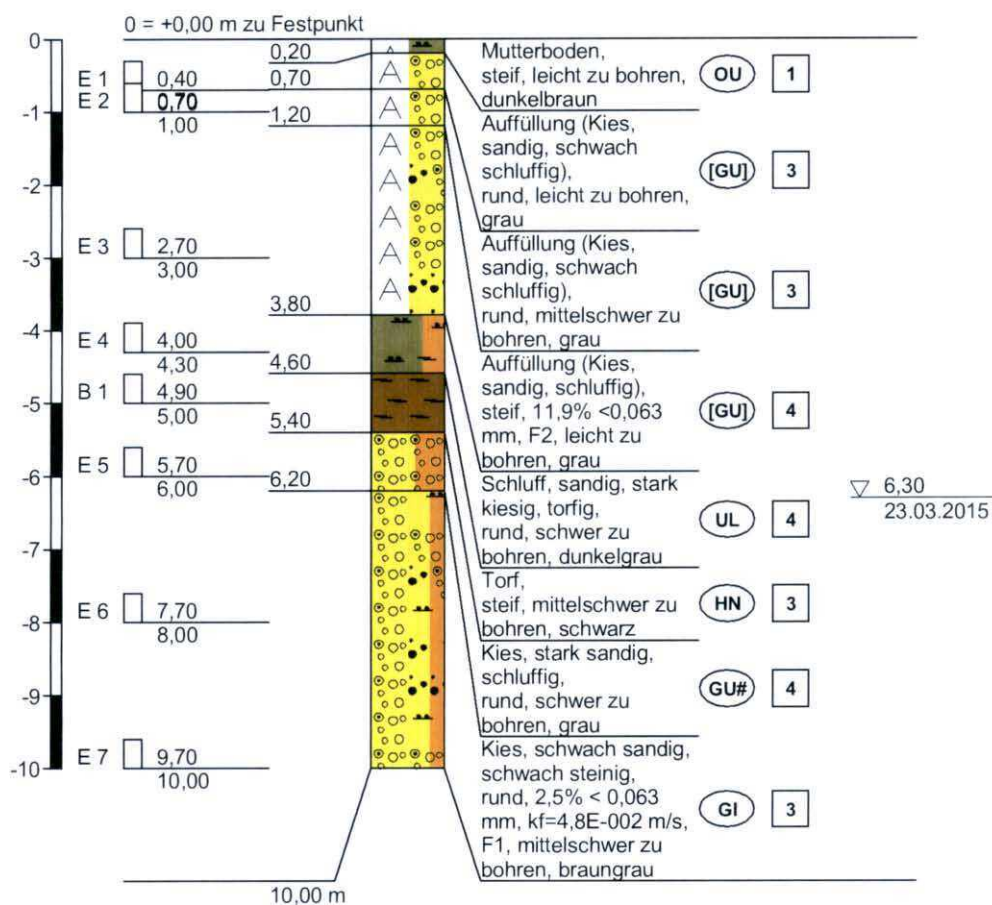
Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppenborn Vorprojekt

Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: M. Scharb

Datum: 23.03.2015

BK-D 0+750**Höhenmaßstab 1:100**

BLASY + MADER GmbH

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

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

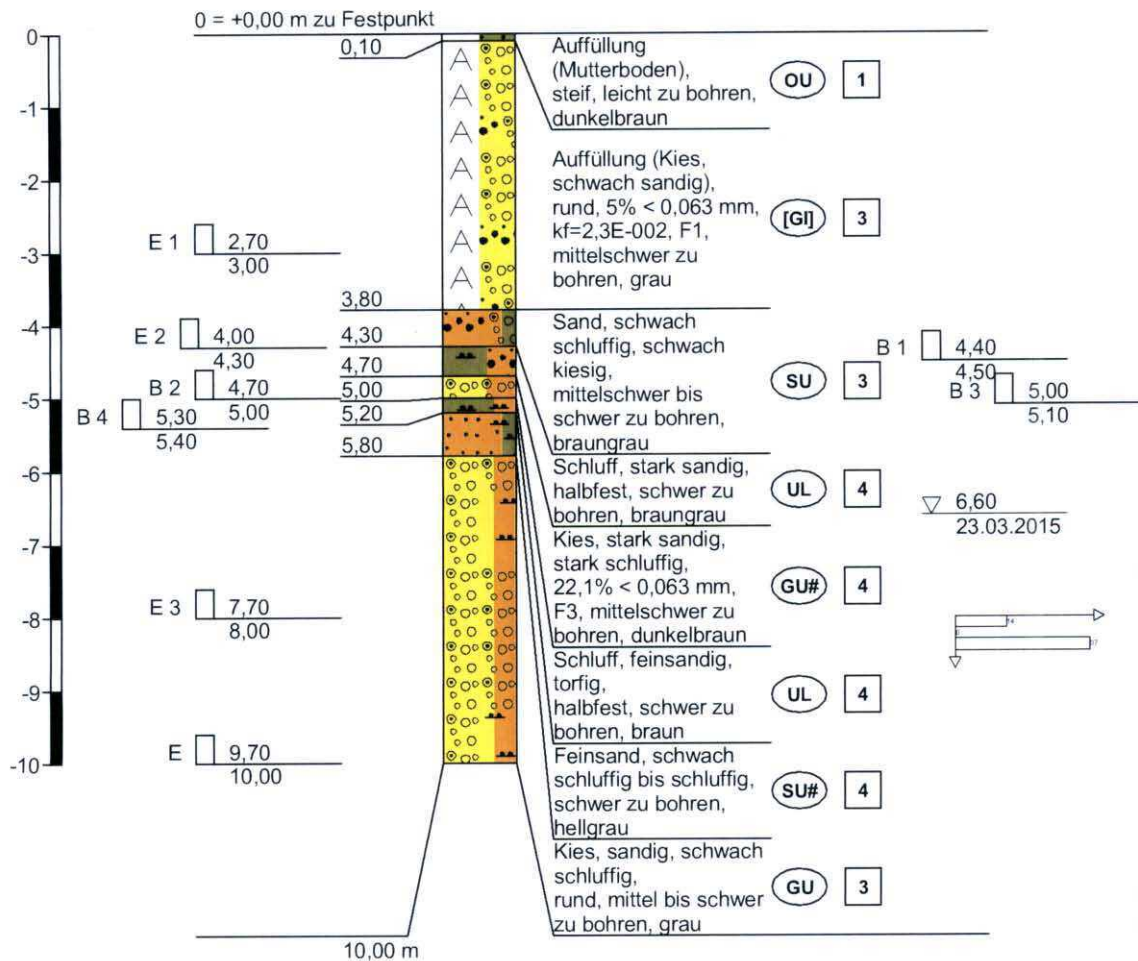
Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppernborn Vorprojekt

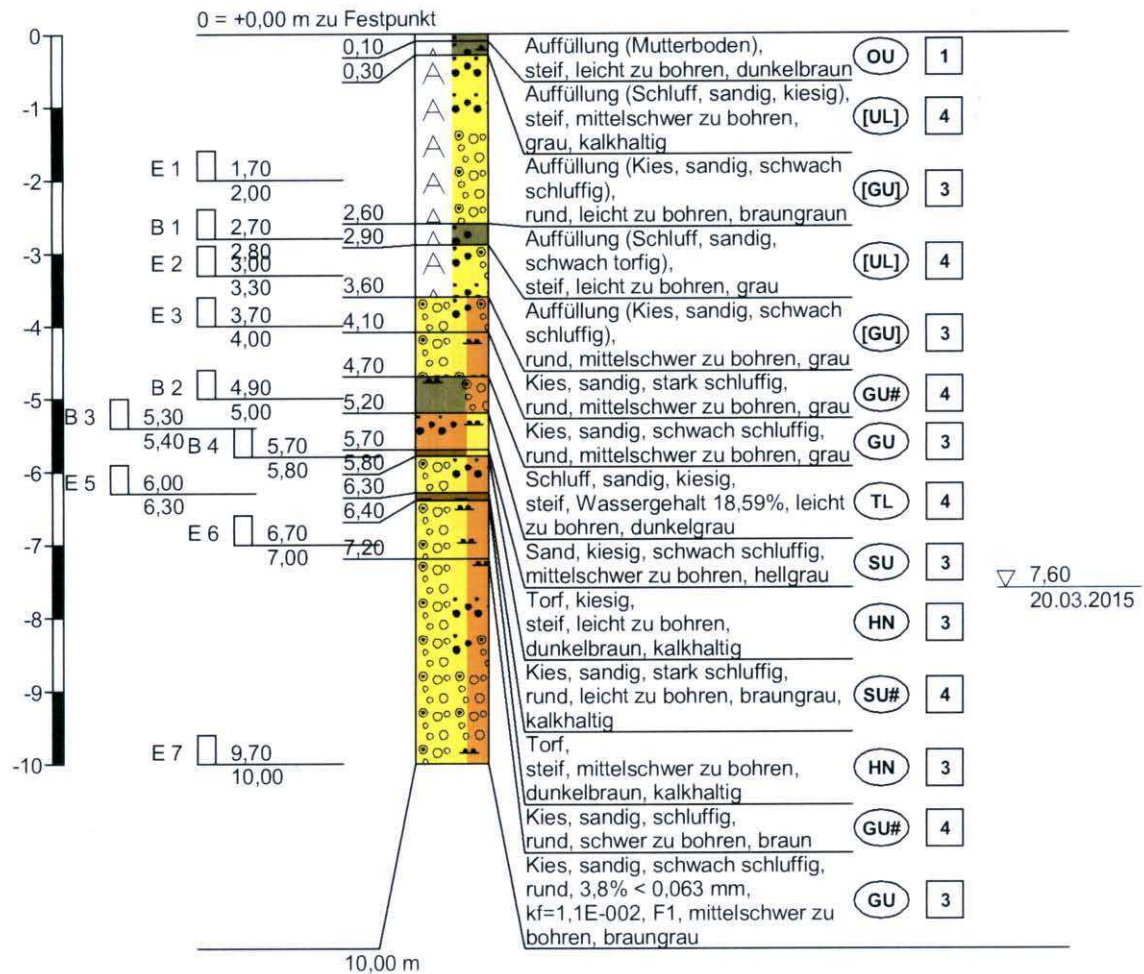
Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: M. Scharb

Datum: 23.03.2015

BK-D 1+000

BK-D 1+250



Höhenmaßstab 1:100

BLASY + MADER GmbH

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

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

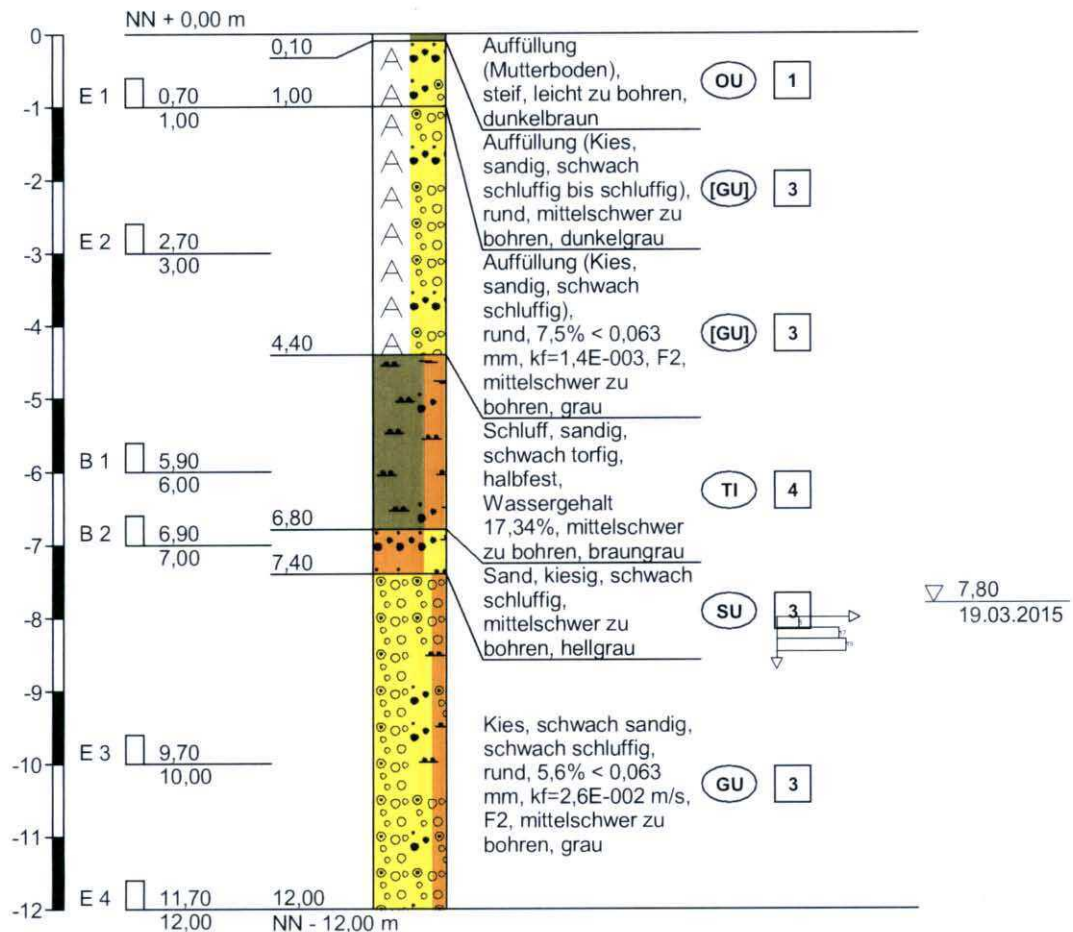
Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppenborn Vorprojekt

Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: F. Riehl

Datum: 19.03.2015

BK-D 1+500**Höhenmaßstab 1:100**

BLASY + MADER GmbH

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

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

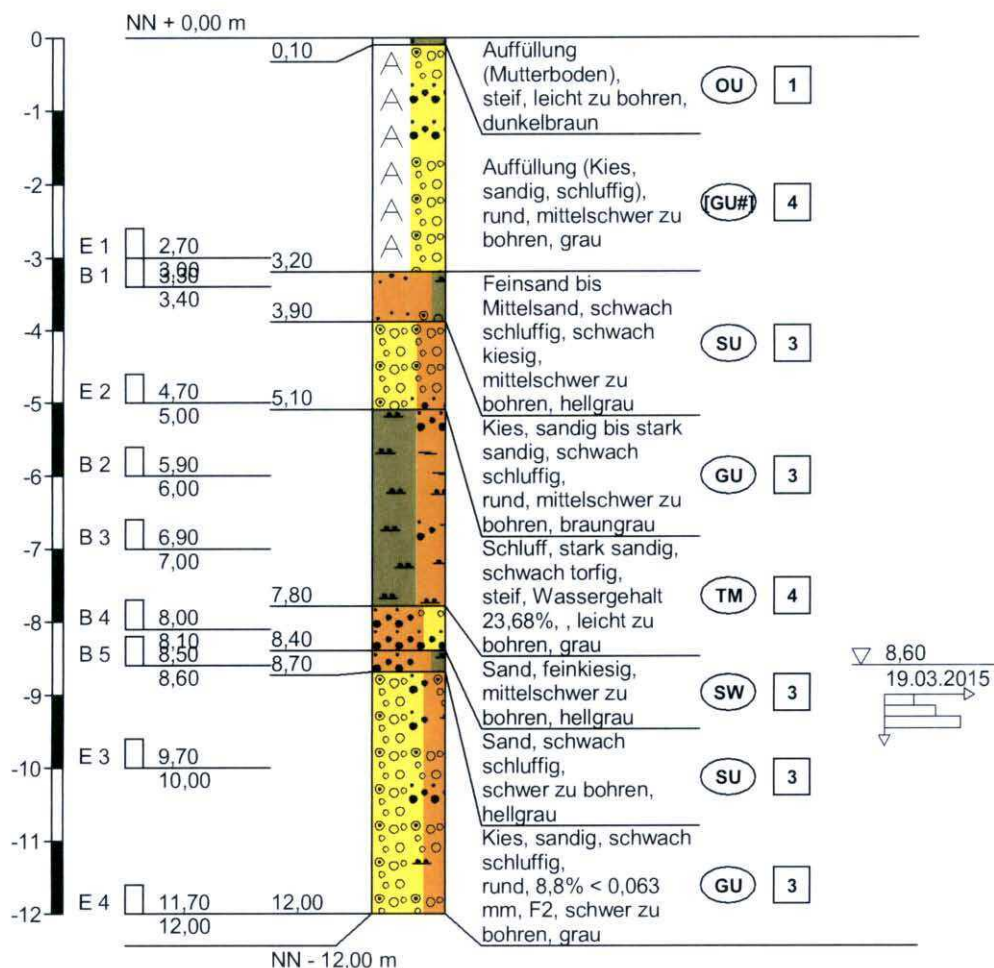
Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppenborn Vorprojekt

Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: F. Riehl

Datum: 19.03.2015

BK-D 1+750**Höhenmaßstab 1:100**

BLASY + MADER GmbH

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

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

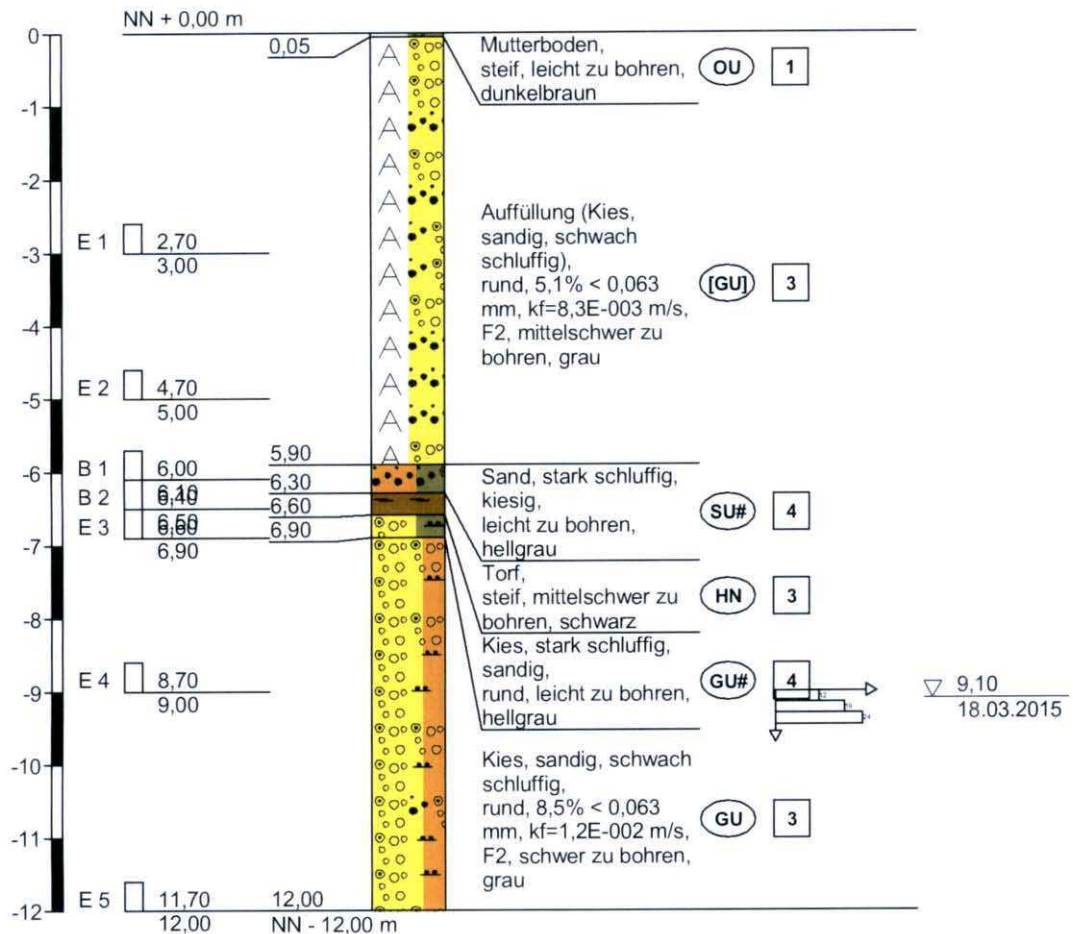
Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppenborn Vorprojekt

Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: F. Riehl

Datum: 18.03.2015

BK-D 2+000

Höhenmaßstab 1:100

BLASY + MADER GmbH

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

**Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023**

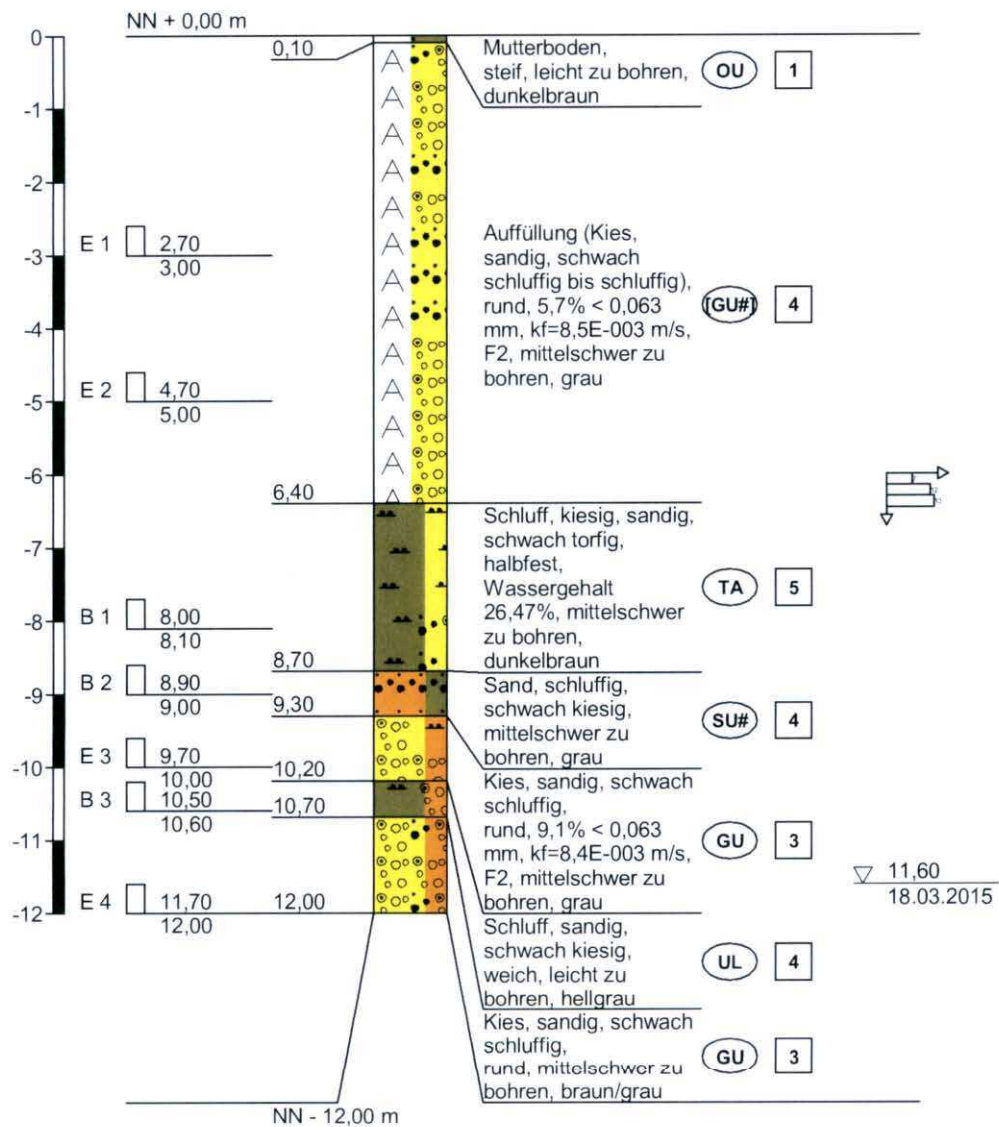
Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppenborn Vorprojekt

Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: F. Riehl

Datum: 18.03.2015

BK-D 2+250**Höhenmaßstab 1:100**

BLASY + MADER GmbH

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

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

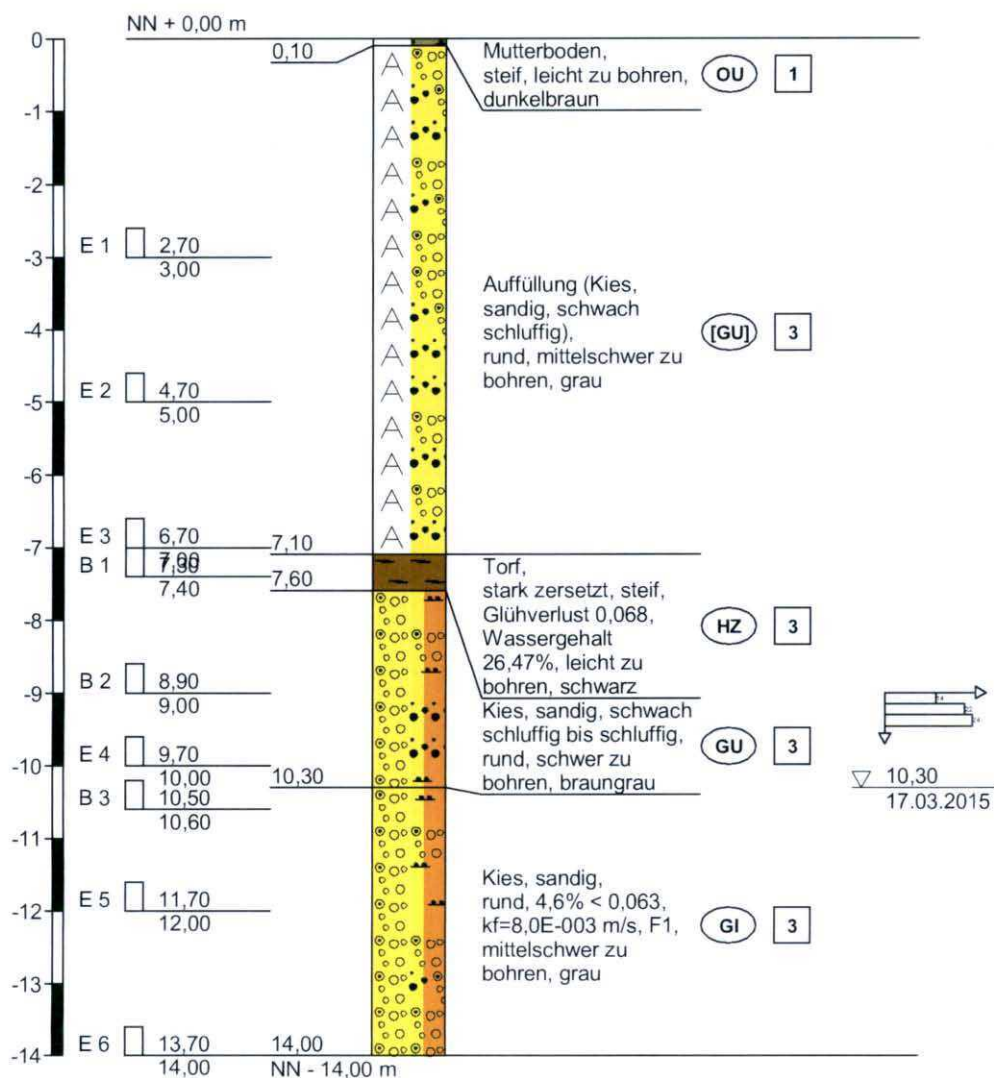
Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppenborn Vorprojekt

Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: F. Riehl

Datum: 17.03.2015

BK-D 2+400

Höhenmaßstab 1:100

BLASY + MADER GmbH

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

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppernborn Vorprojekt

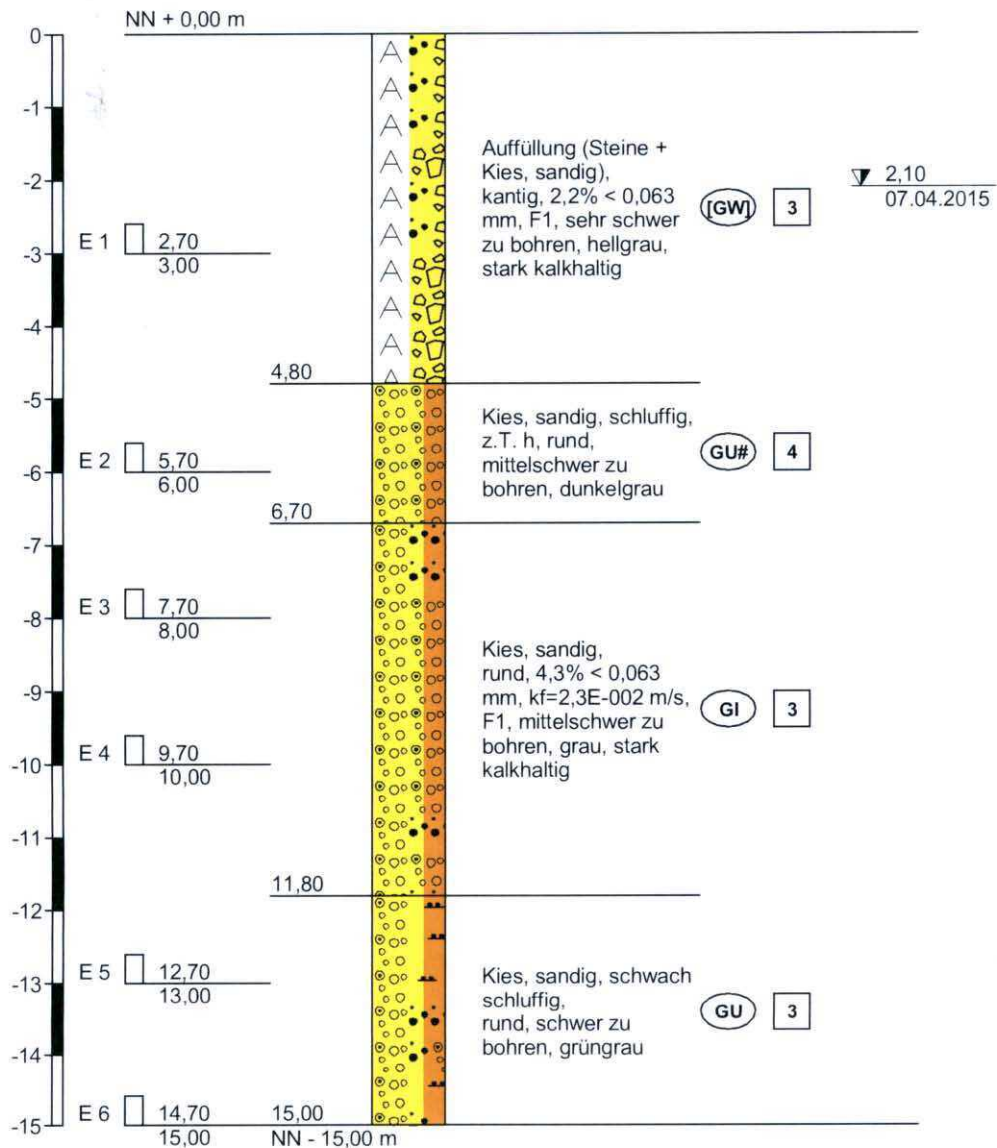
Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: Reichel

Datum: 07.04.2015

BK-F 1-100

Rammkernbohrung Ø140mm
Verrohrung Ø178mm



Höhenmaßstab 1:100

BLASY + MADER GmbH

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

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppernborn Vorprojekt

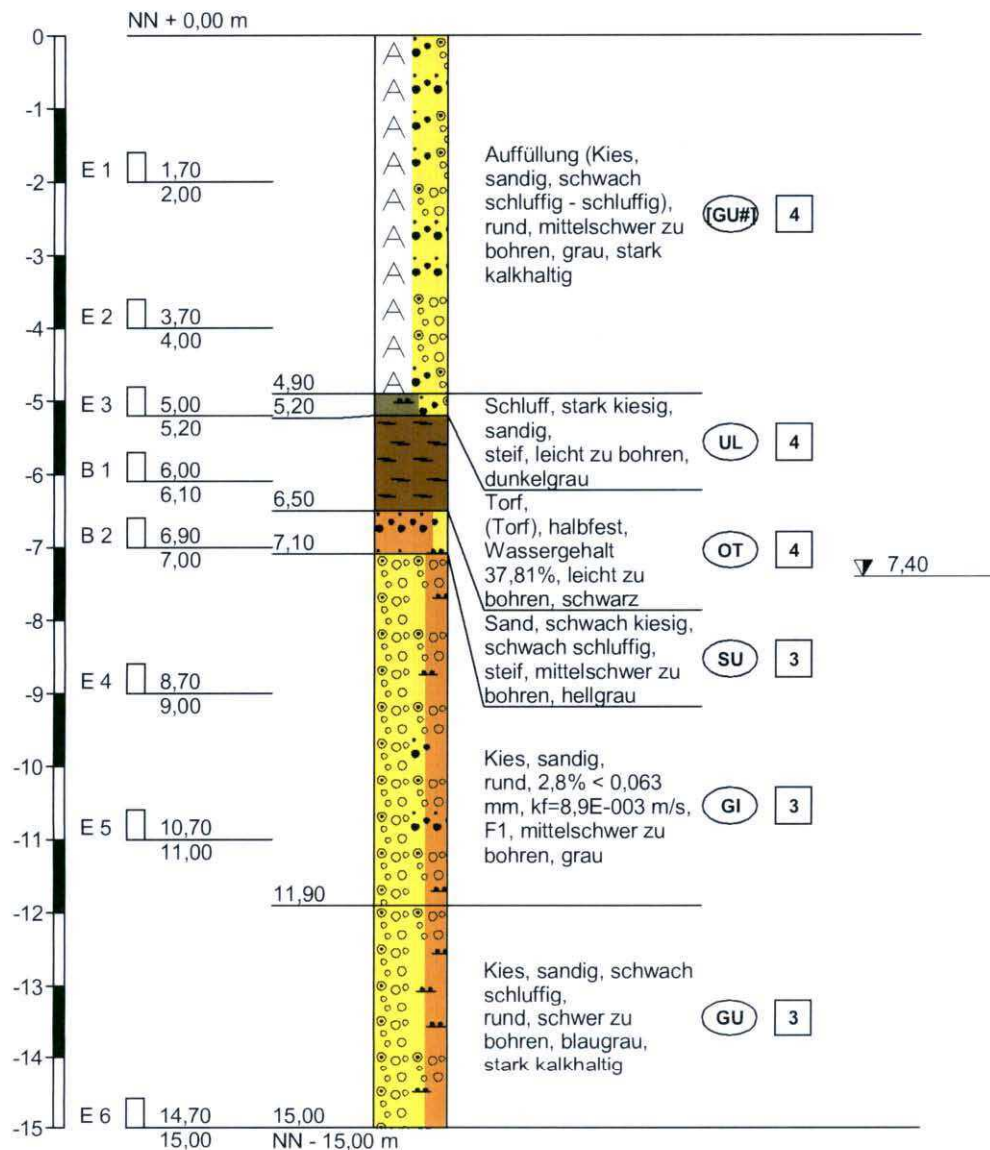
Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: Reichel

Datum: 07.04.2015

BK-F 0-800

Rammkernbohrung Ø140mm
Verrohrung Ø178mm



Höhenmaßstab 1:100

BLASY + MADER GmbH

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

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppernborn Vorprojekt

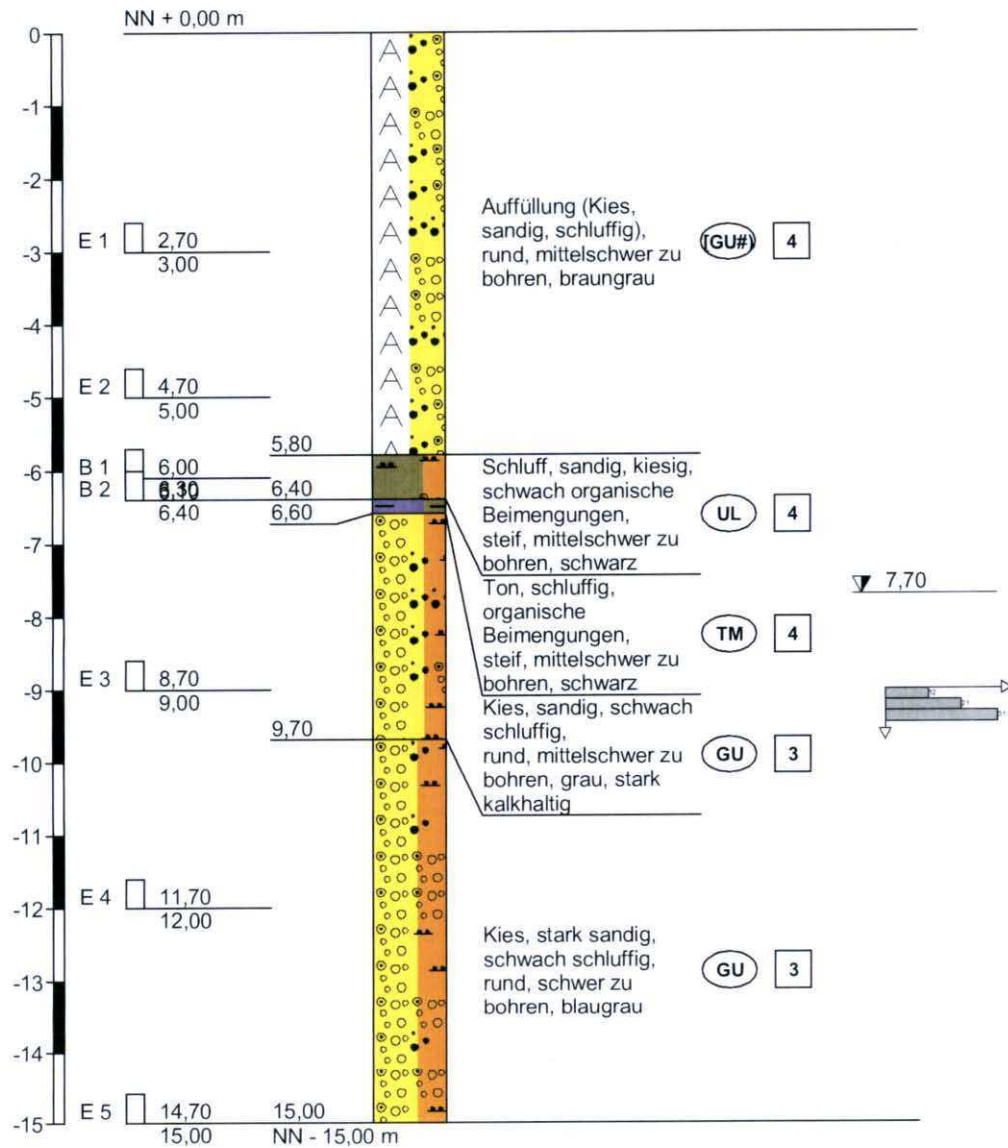
Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: Reichel

Datum: 02.04.2015

BK-F 0-500

Rammkernbohrung Ø140mm
Verrohrung Ø178mm



Höhenmaßstab 1:100

BLASY + MADER GmbH

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

**Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023**

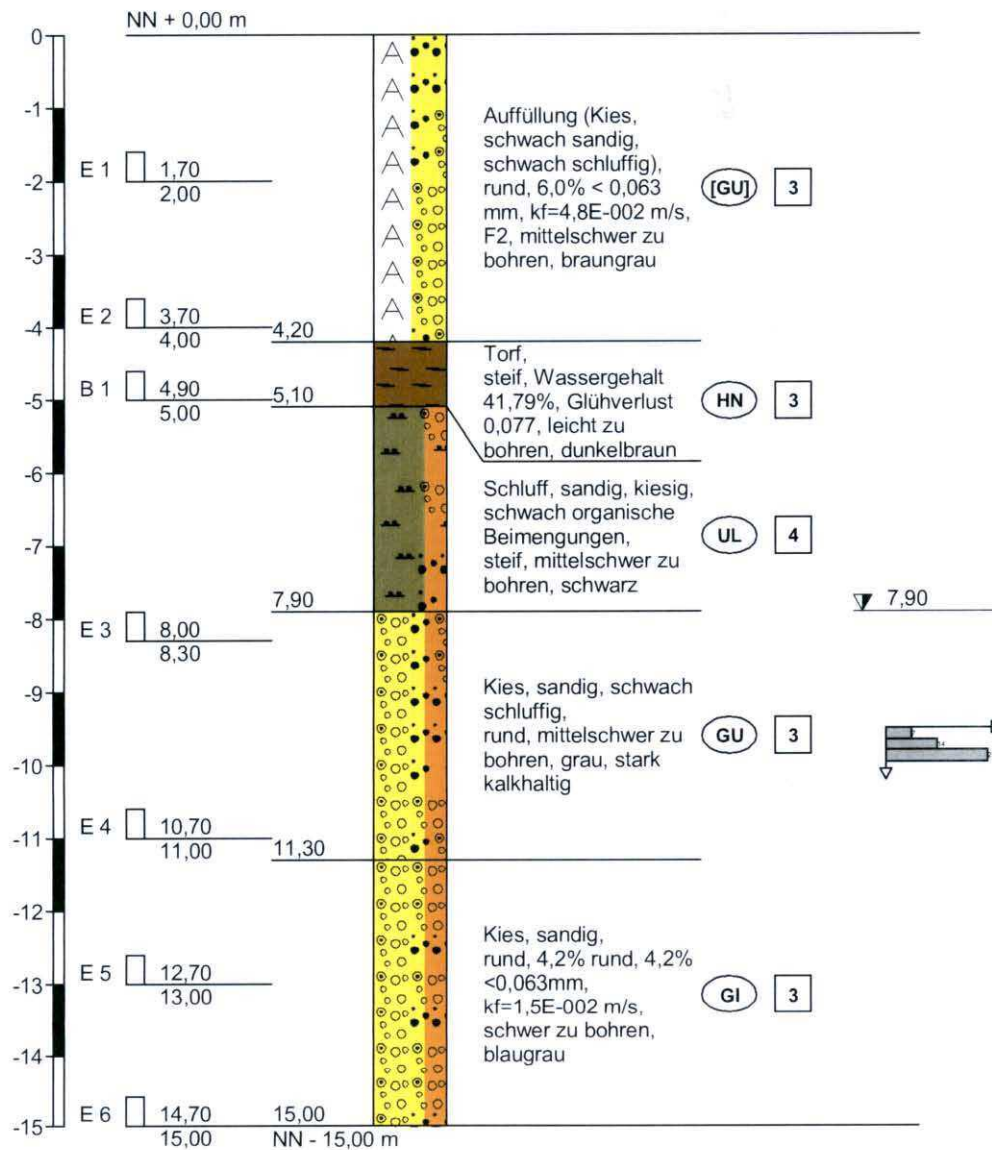
Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppenberg Vorprojekt

Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: Reichel

Datum: 01.04.2015

BK-F 0-200**Rammkernbohrung Ø140mm
Verrohrung Ø178mm****Höhenmaßstab 1:100**

BLASY + MADER GmbH

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

**Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023**

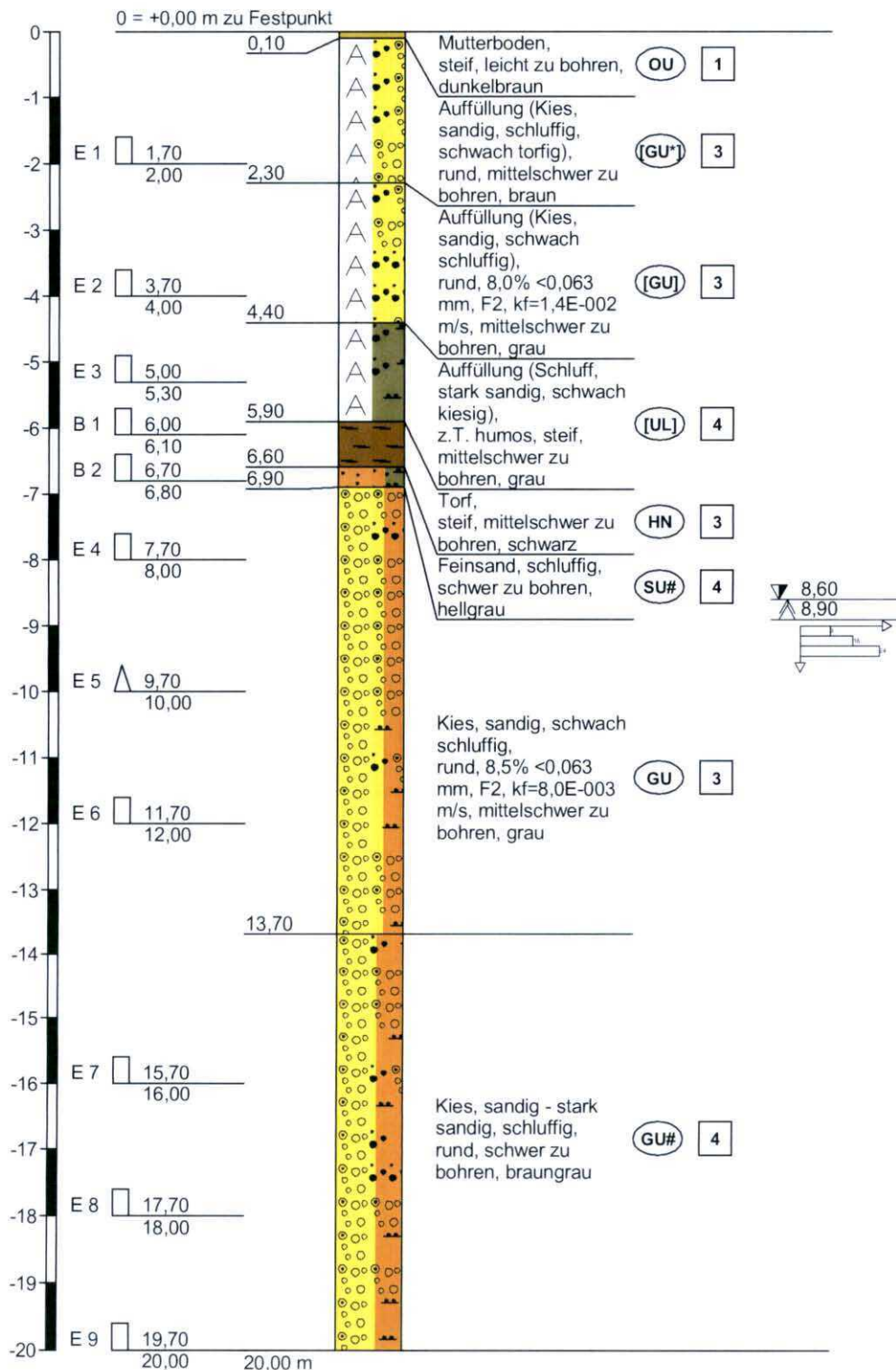
Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppenborn Vorprojekt

Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: M. Schlarb

Datum: 25.03.2015

BK-F 0+100**Höhenmaßstab 1:100**

BLASY + MADER GmbH

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

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

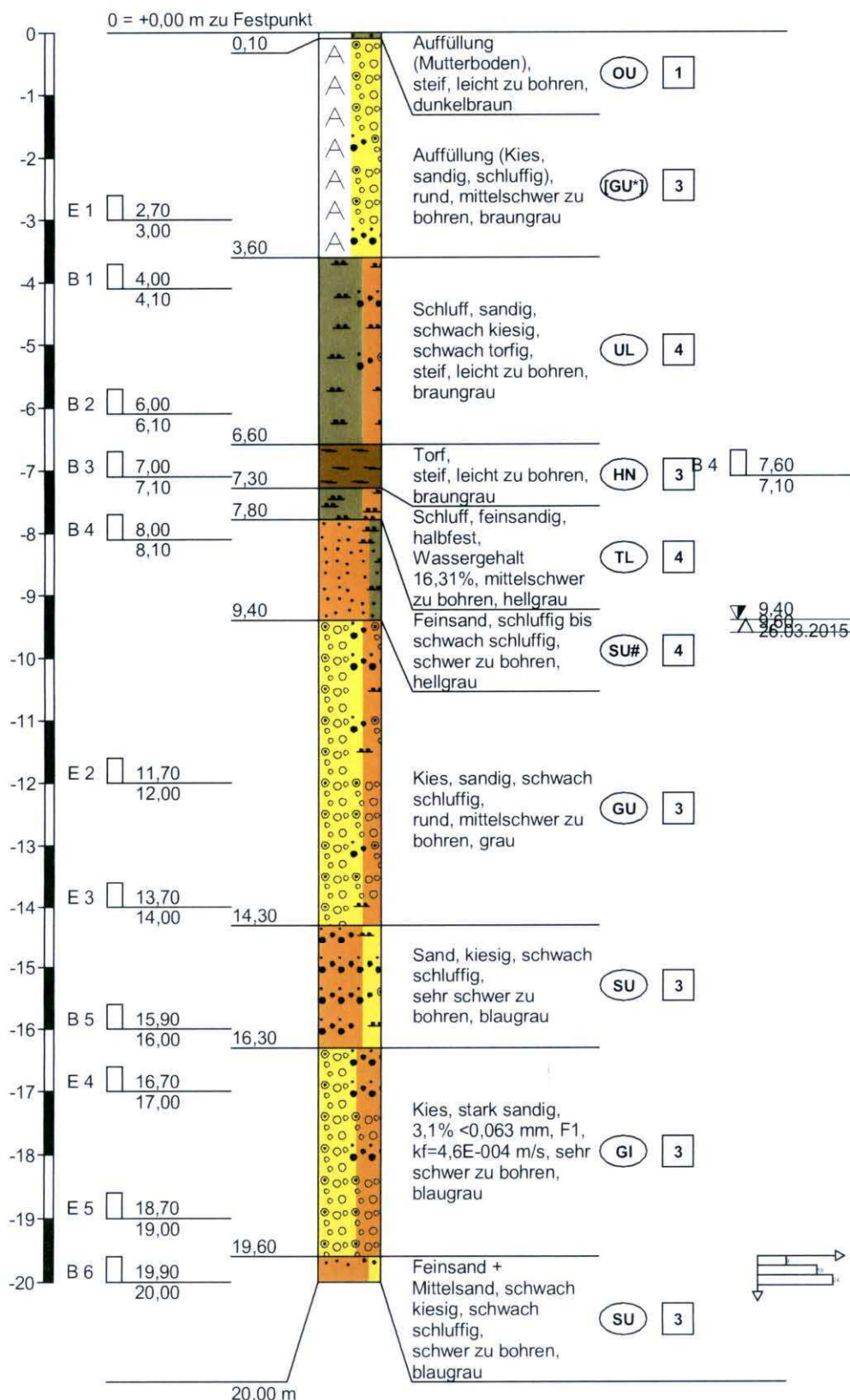
Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppenberg Vorprojekt

Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: M. Schlarb

Datum: 26.03.2015

BK-F 0+300**Höhenmaßstab 1:100**

BLASY + MADER GmbH

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

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppenberg Vorprojekt

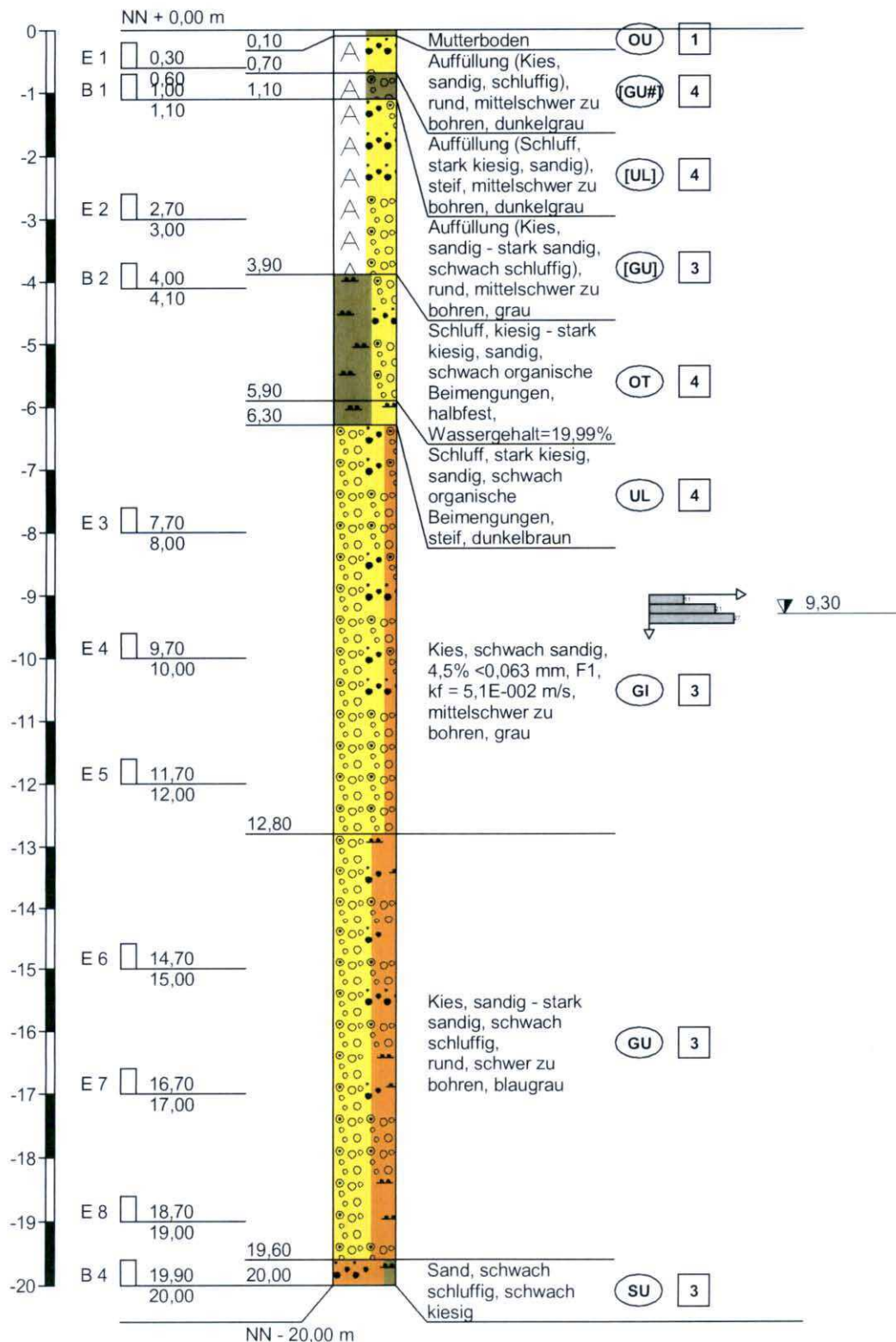
Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: Reichel

Datum: 27.03.2015

BK-F 0+500

Rammkernbohrung Ø140mm
Verrohrung Ø178mm



Höhenmaßstab 1:100

BLASY + MADER GmbH

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

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppernborn Vorprojekt

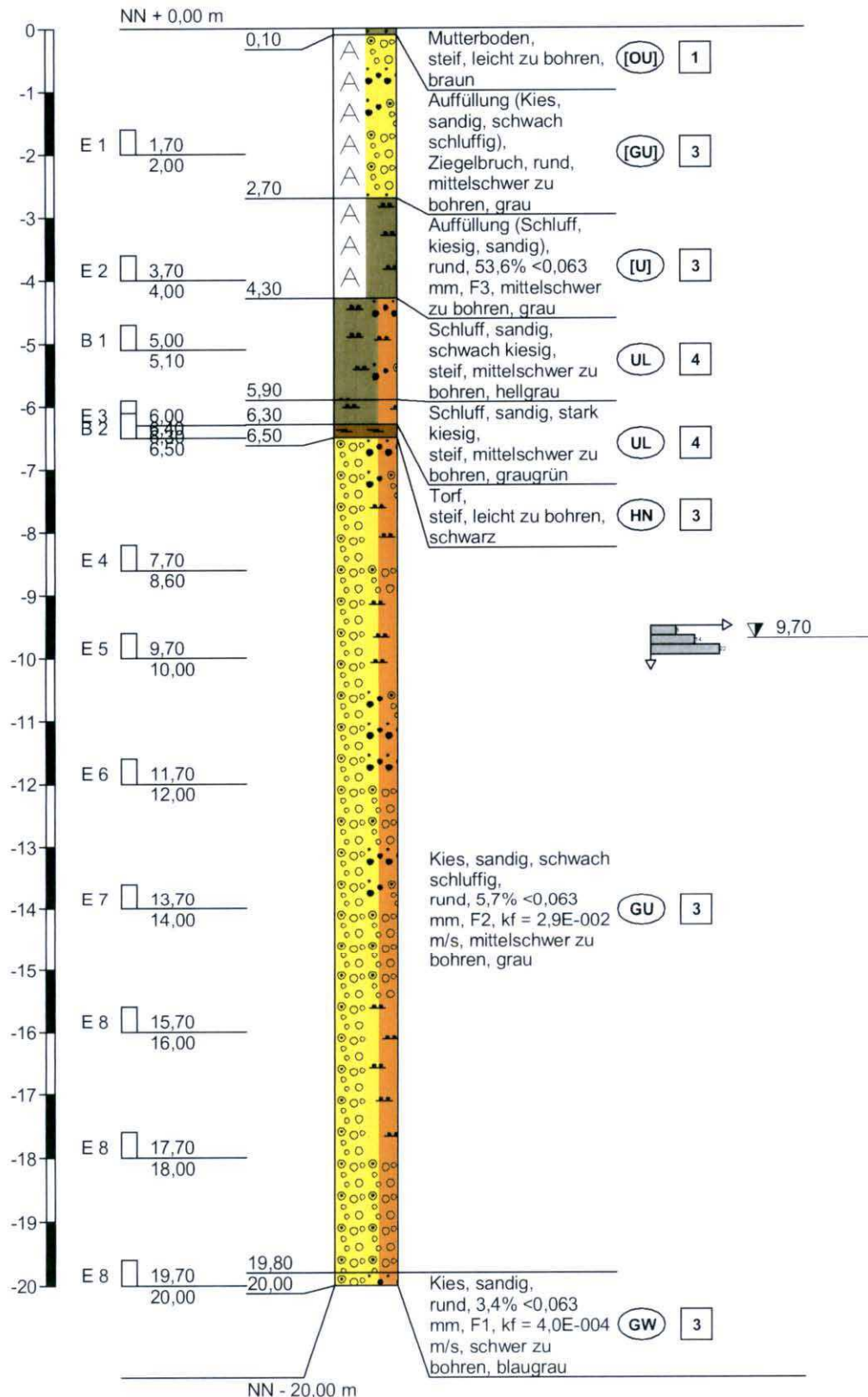
Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: Reichel

Datum: 27.03.2015

BK-F 0+700

Rammkernbohrung Ø140mm
Verrohrung Ø178mm



Höhenmaßstab 1:100

BLASY + MADER GmbH

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

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppenberg Vorprojekt

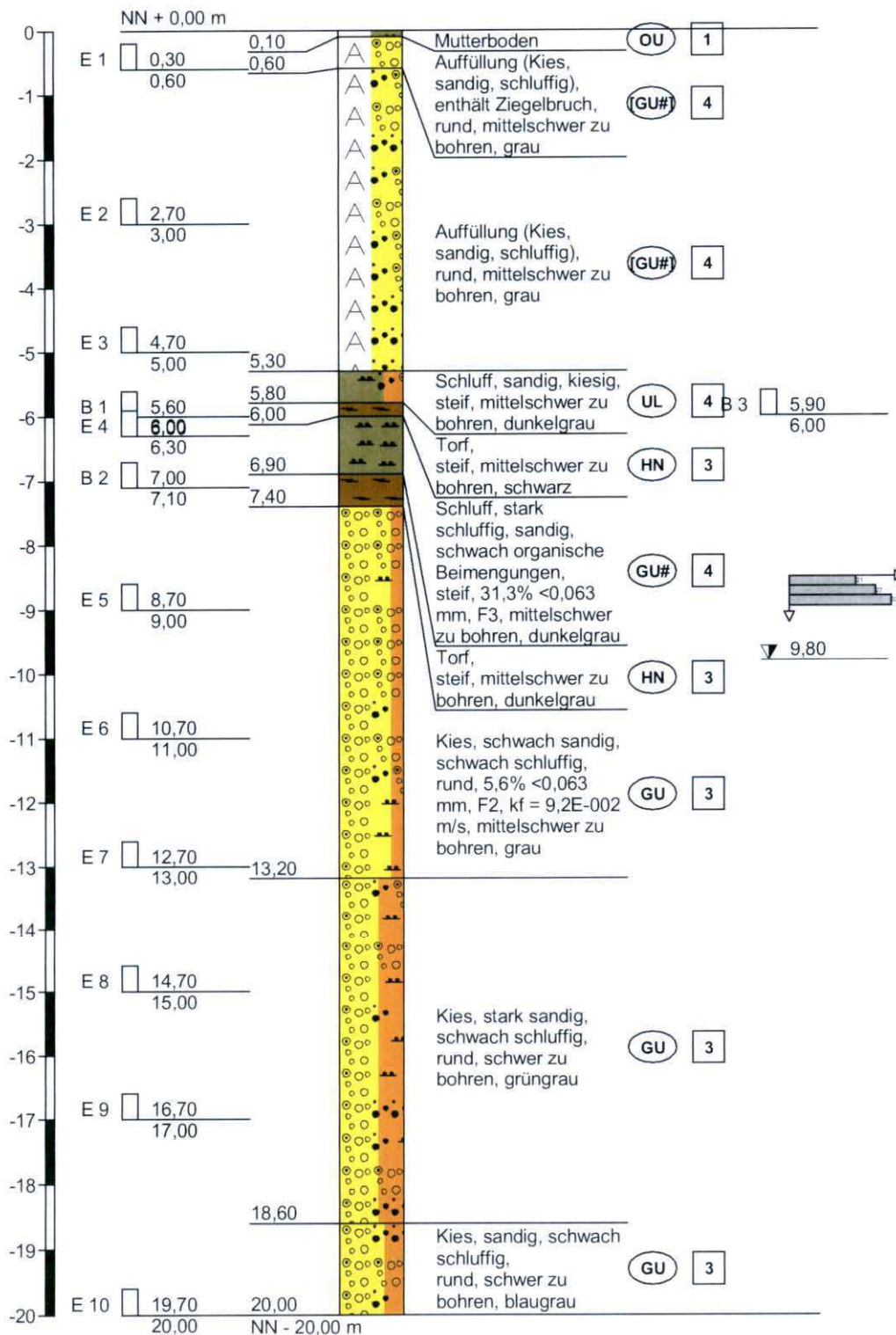
Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: Reichel

Datum: 31.03.2015

BK-F 0+900

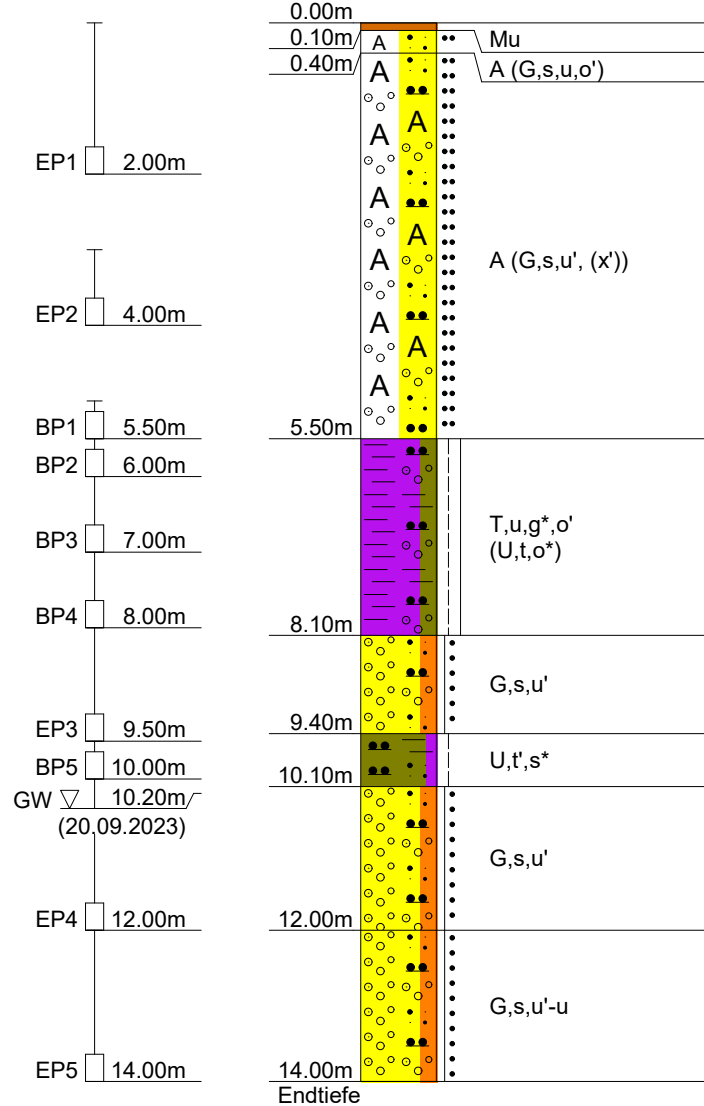
Rammkernbohrung Ø140mm
Verrohrung Ø178mm



Höhenmaßstab 1:100

B04-2023

Ansatzpunkt: 414.42 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: 3.1	
	Maßstab: 1: 100	Datum: 28.08.2023
	Rechtswert: 720698.22	Hochwert: 5375097.34

B05-2023

Ansatzpunkt: 414.49 m NHN

0.00m

GW ▽ 8.80m
(28.08.2023)

BP1 □ 11.00m

BP2 □ 12.00m

BP3 □ 15.00m

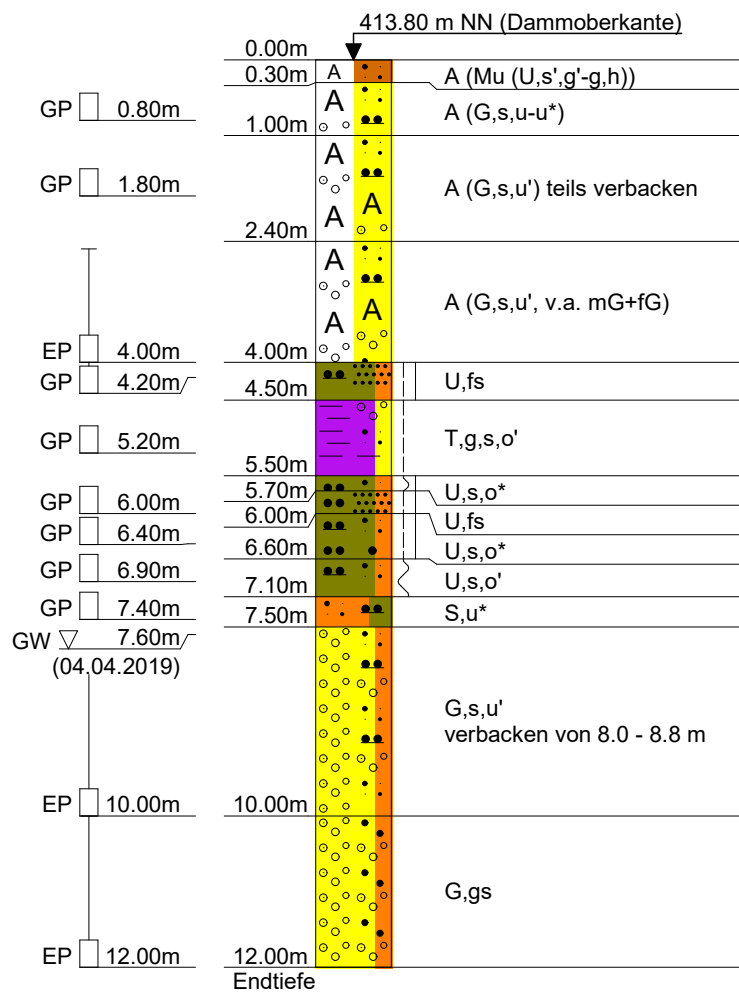
8.00m

15.00m
Endtiefe

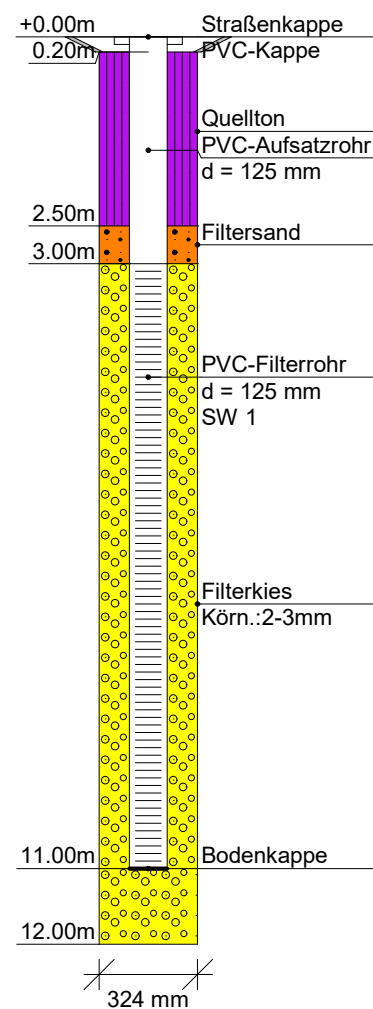
G,s,u'

G,s,u'

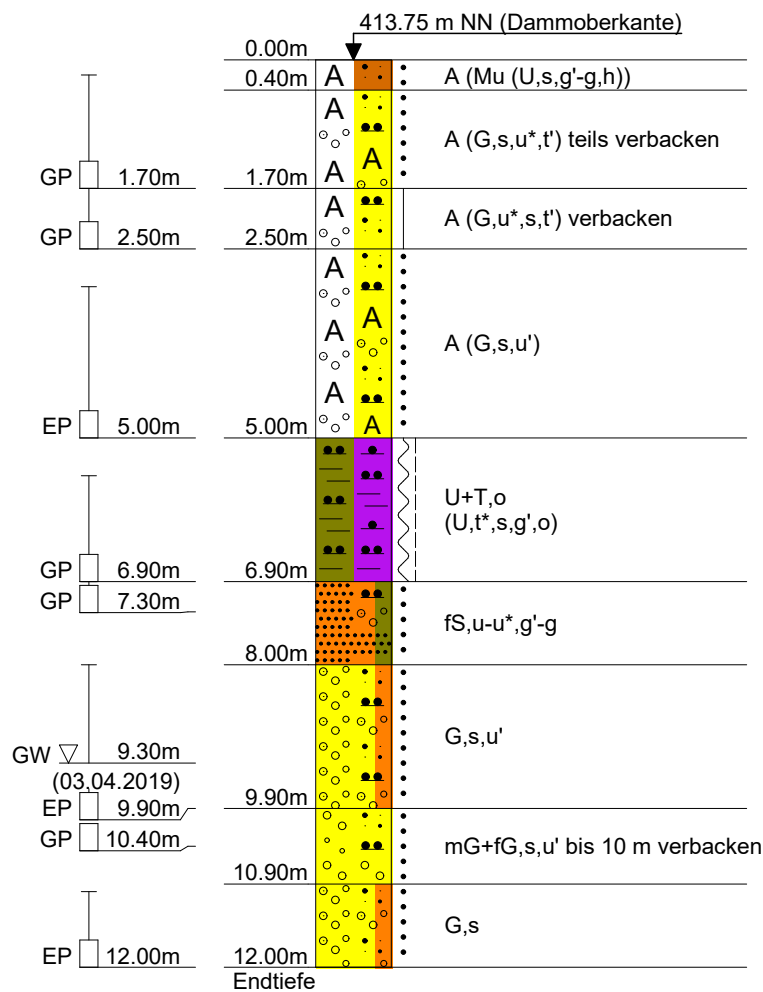
GWM1



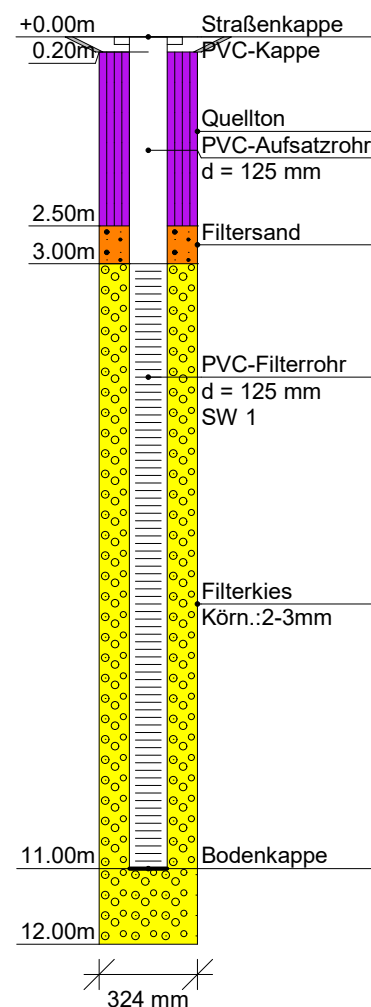
Messstellenausbau



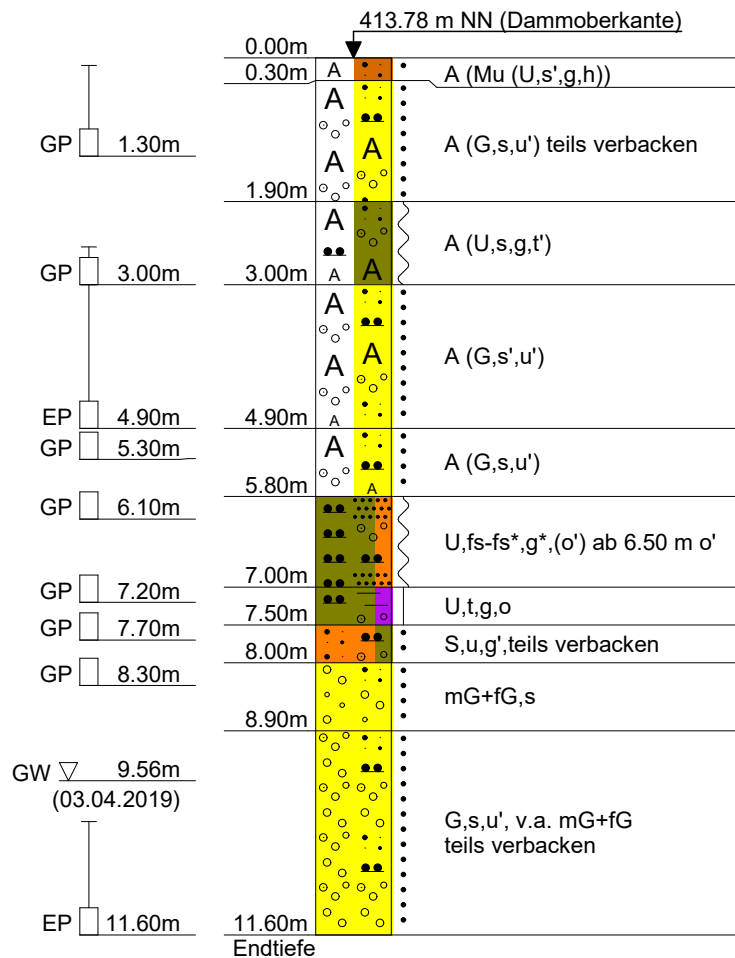
GWM2



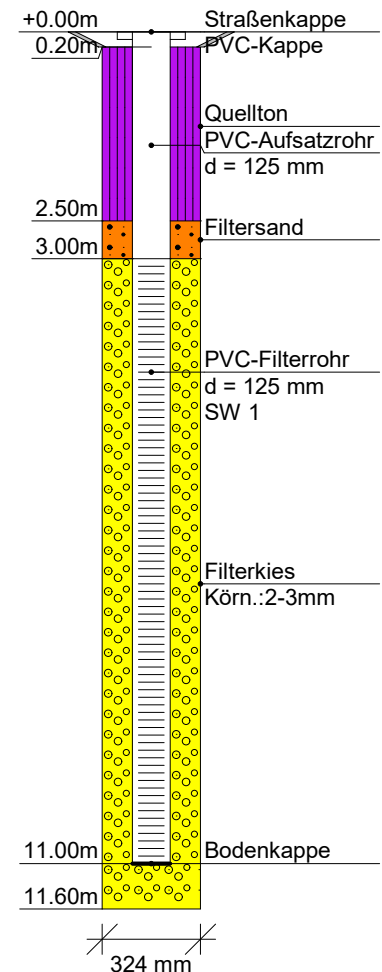
Messstellenausbau



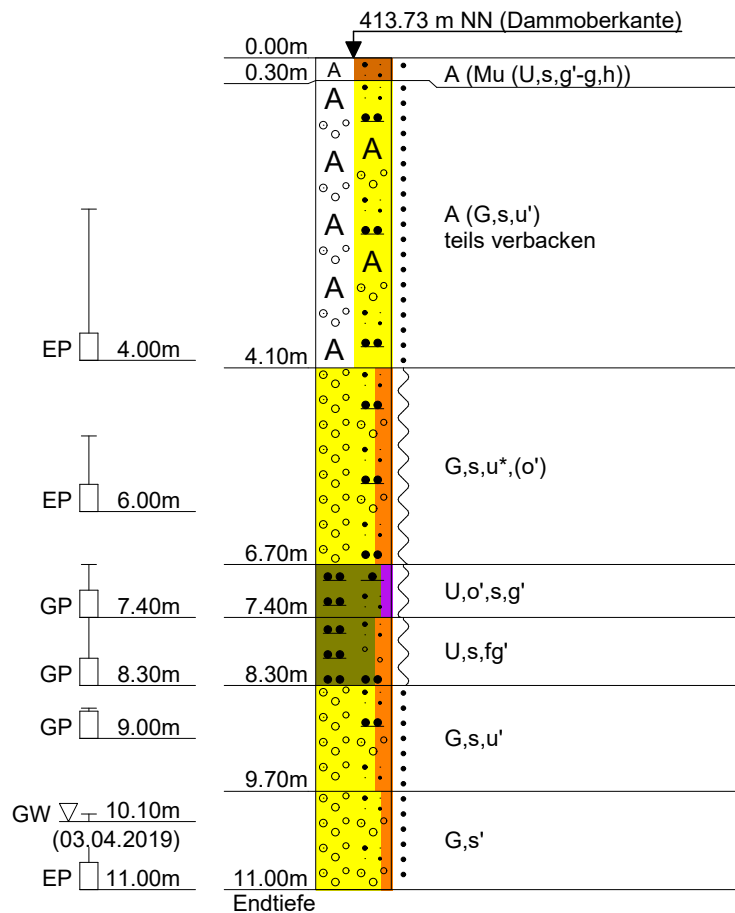
GWM3



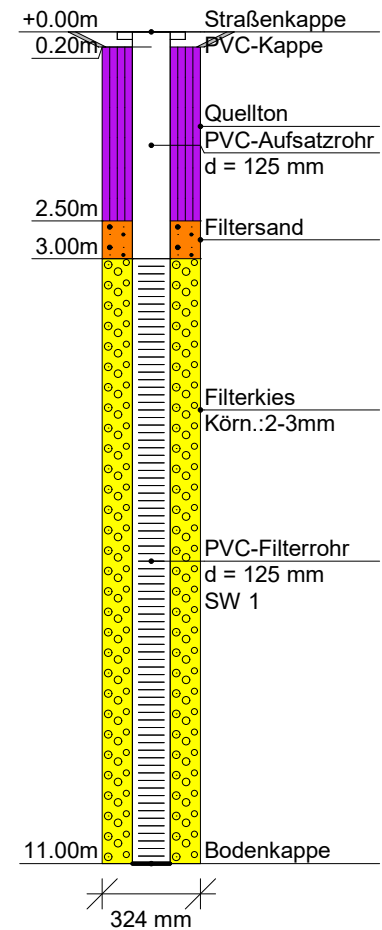
Messstellenausbau



GWM4

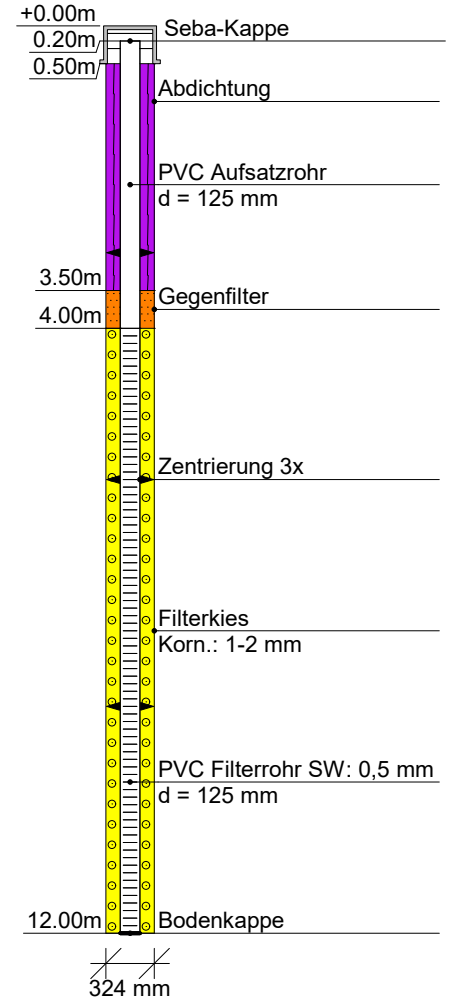
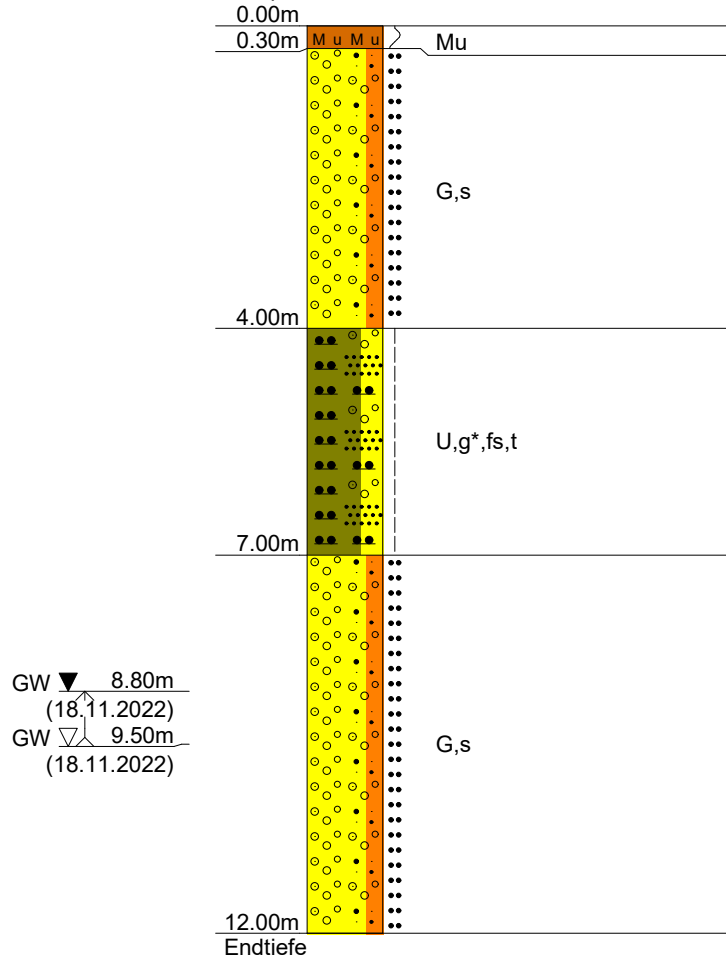


Messstellenausbau



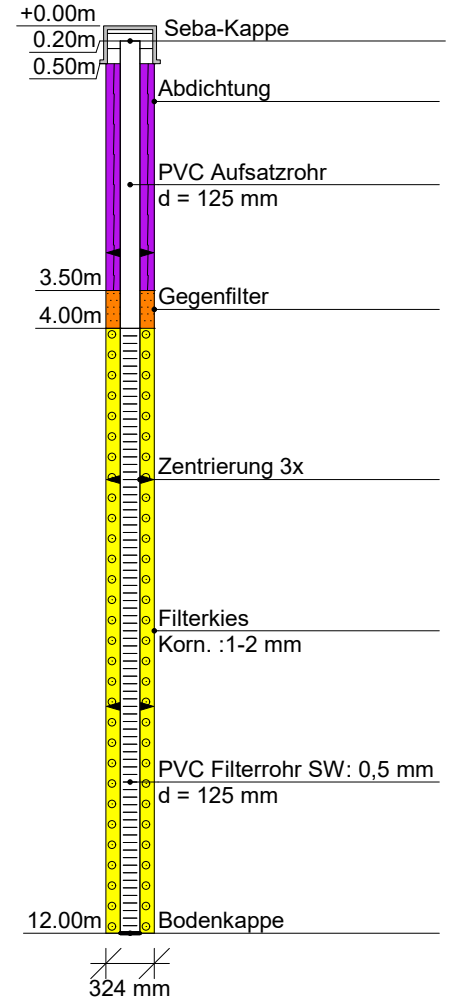
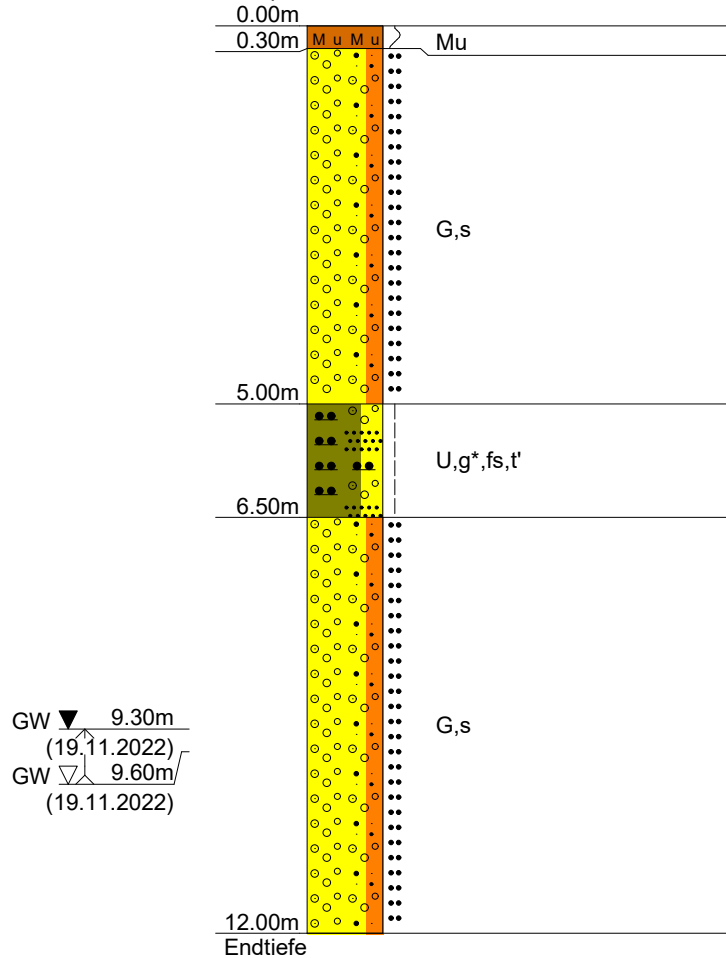
GWM-Mik-20

Ansatzpunkt: 413.63 m NHN



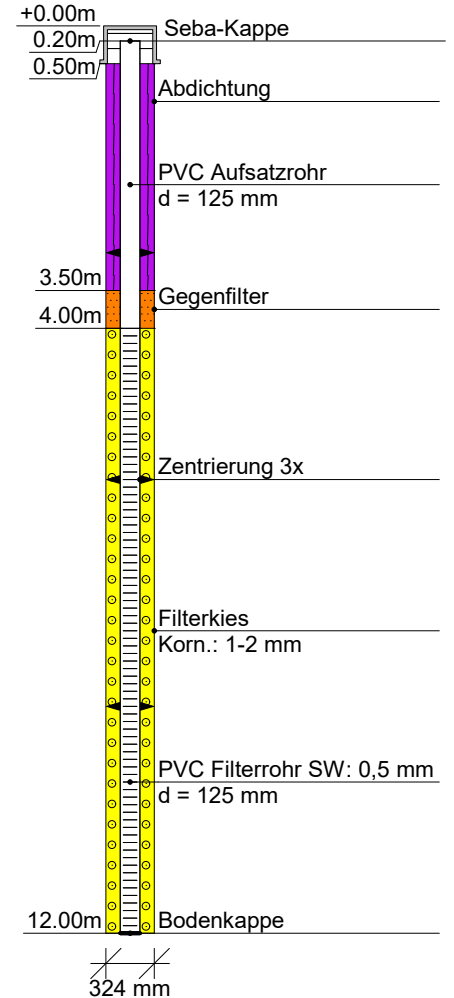
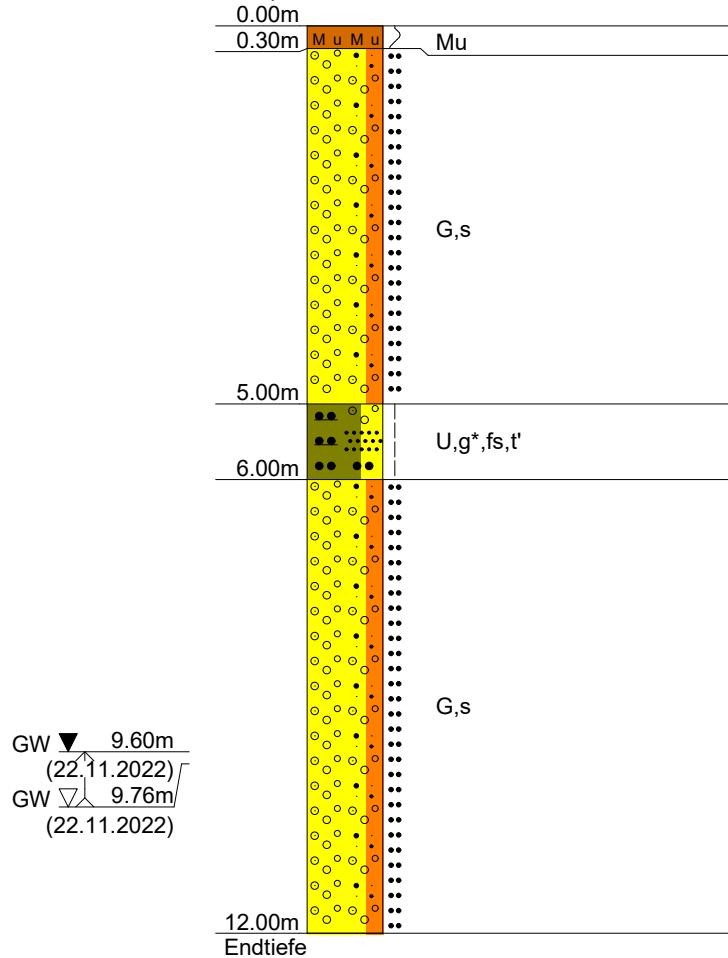
GWM-Mik-21

Ansatzpunkt: 413.98 m NHN



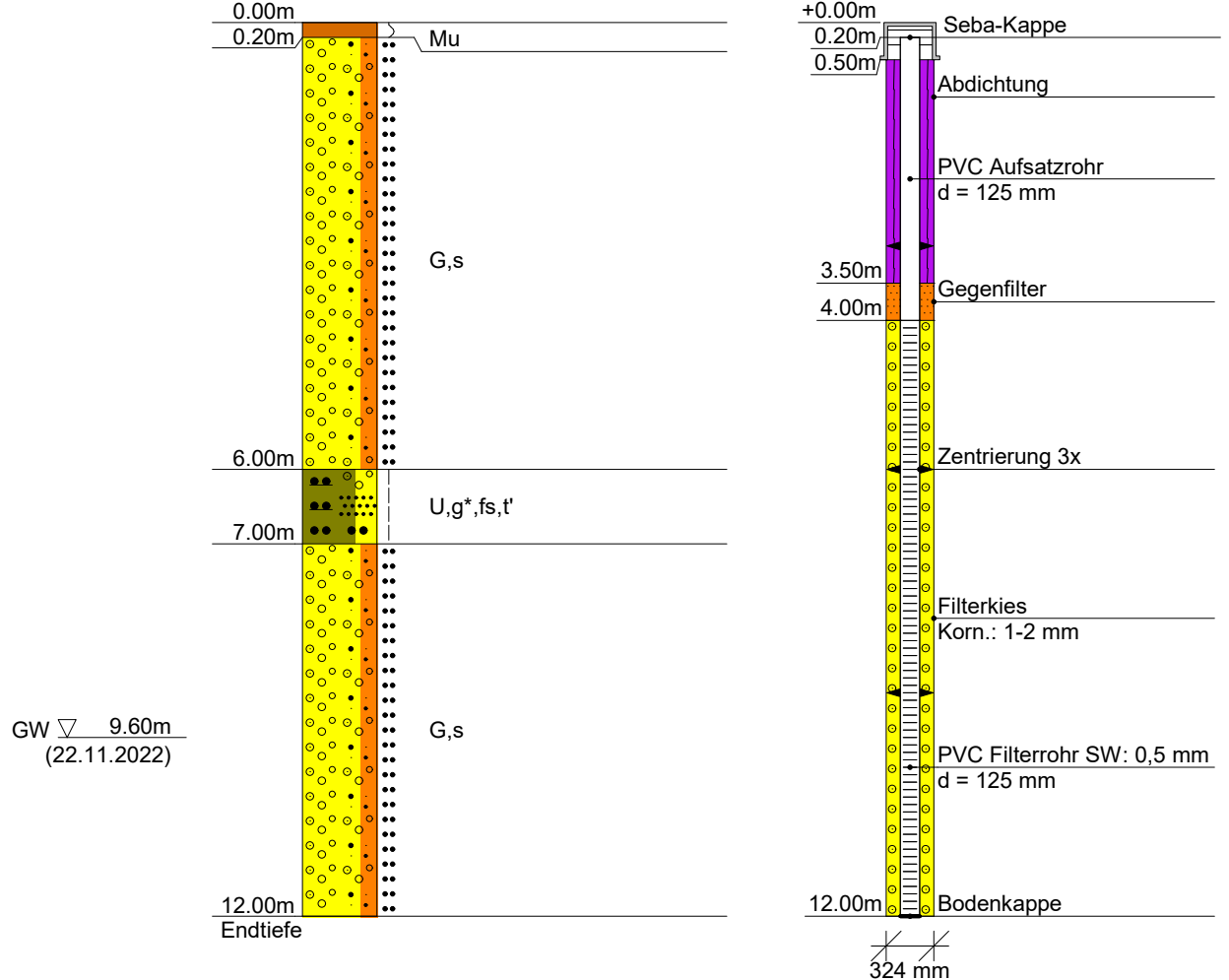
GWM-Mik-22

Ansatzpunkt: 413.96 m NHN



GWM-Mik-23

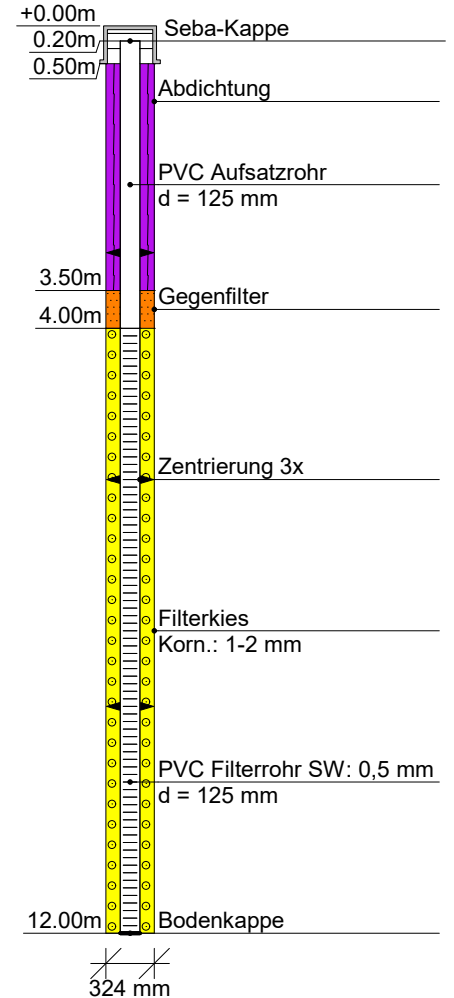
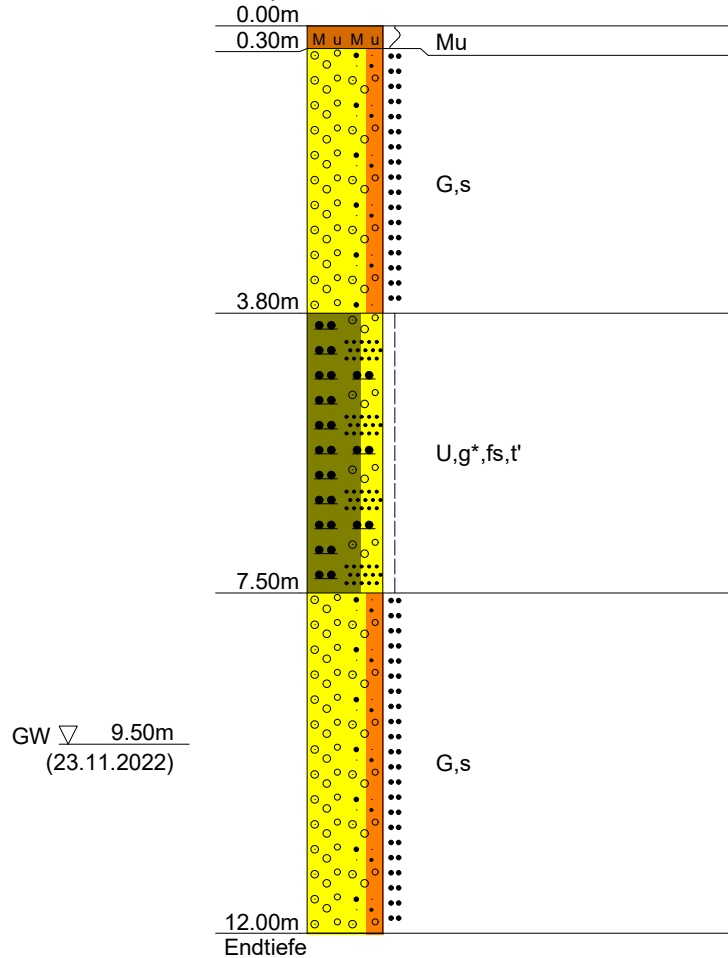
Ansatzpunkt: 414.08 m NHN



Crystal Geotechnik GmbH Berat. Ingenieure und Geologen Hofstattstr. 28, 86919 Utting Tel.: 08806 / 95894-0 Fax: 08806 / 95894-44	Projekt: Ertüchtigung Uppenborn	
	Projekt-Nr.: B 221522	
	Anlage: 3.1	
	Maßstab: 1: 100 / 1: 50	Datum: 23.11.2022
	Rechtswert: 720554.41	Hochwert: 5375039.00

GWM-Mik-24

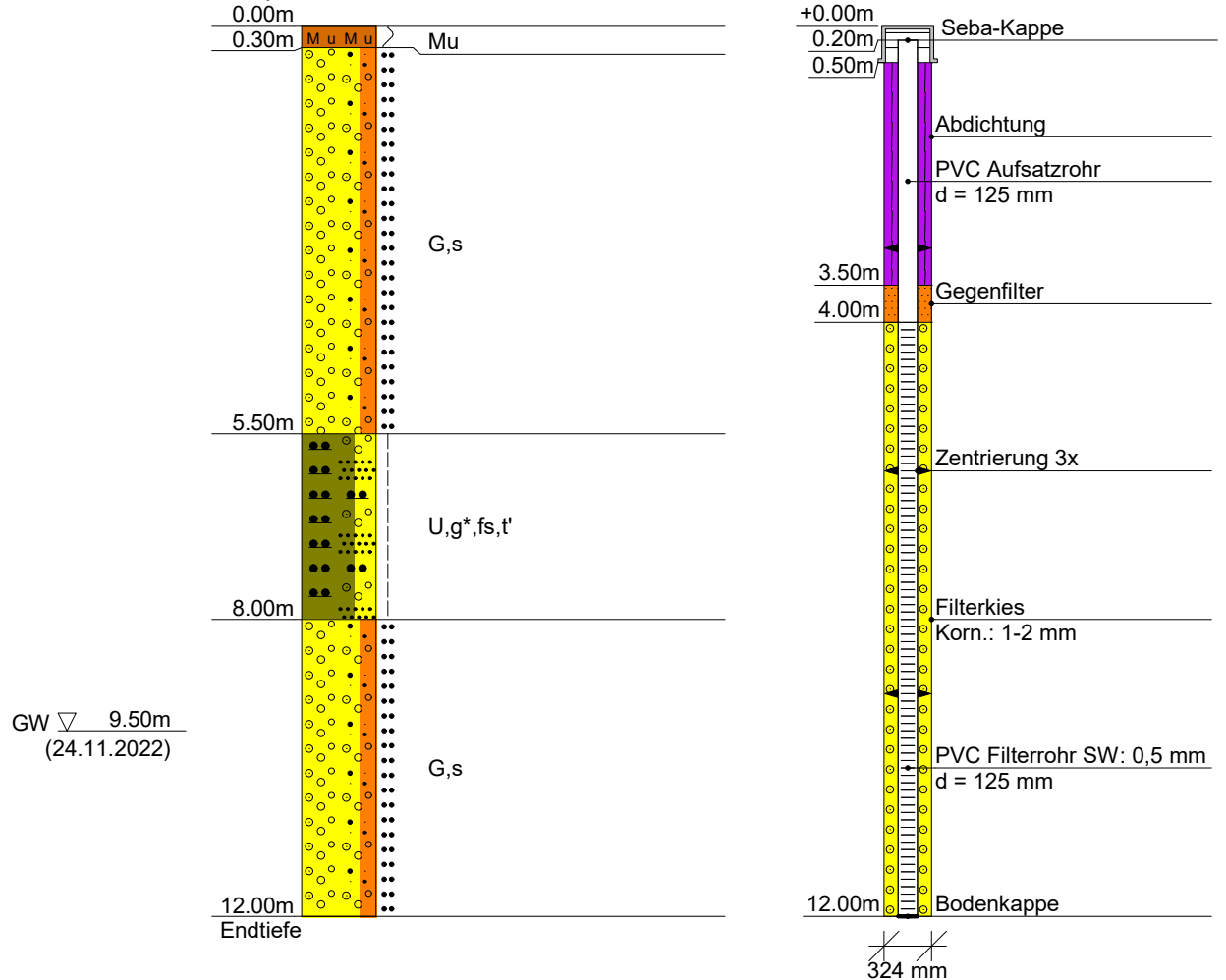
Ansatzpunkt: 414.01 m NHN



Crystal Geotechnik GmbH Berat. Ingenieure und Geologen Hofstattstr. 28, 86919 Utting Tel.: 08806 / 95894-0 Fax: 08806 / 95894-44	Projekt: Ertüchtigung Uppenborn	
	Projekt-Nr.: B 221522	
	Anlage: 3.1	
	Maßstab: 1: 100 / 1: 50	Datum: 24.11.2022
	Rechtswert: 720644.08	Hochwert: 5375082.21

GWM-Mik-25

Ansatzpunkt: 414.04 m NHN



BLASY + MADER GmbH

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

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

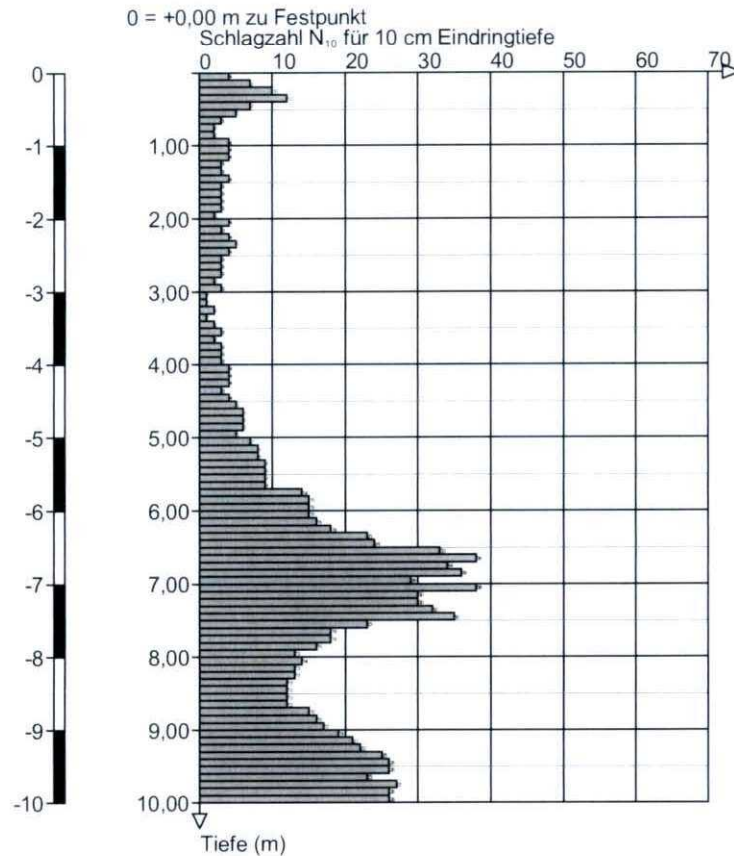
Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppenborn Vorprojekt

Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: M. Schlarb

Datum: 21.04.2015

DPH-D 0+250

Höhenmaßstab 1:100

BLASY + MADER GmbH

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

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

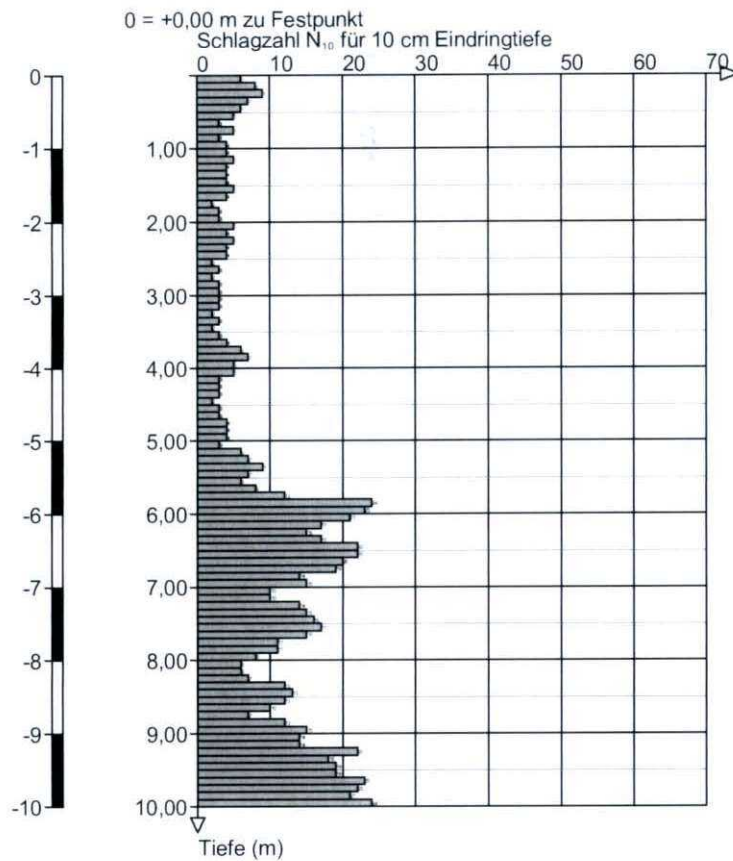
Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppenberg Vorprojekt

Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: M. Schlarb

Datum: 21.04.2015

DPH-D 0+750

Höhenmaßstab 1:100

BLASY + MADER GmbH

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

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

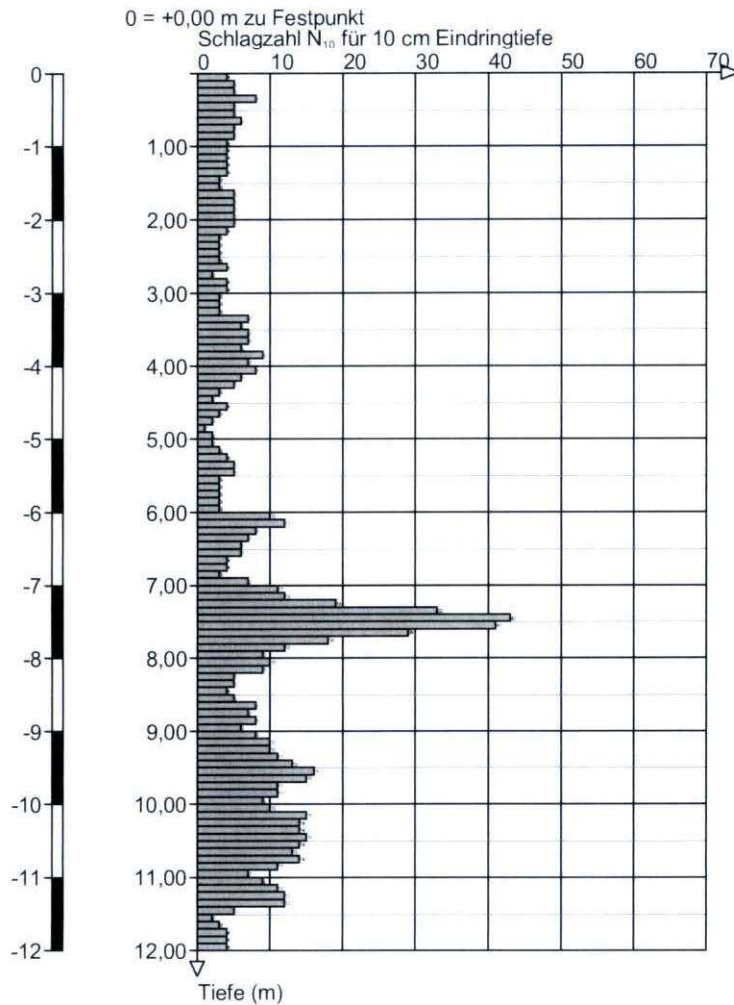
Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppenberg Vorprojekt

Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: M. Schlarb

Datum: 20.04.2015

DPH-D 1+250

Höhenmaßstab 1:100

BLASY + MADER GmbH

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

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

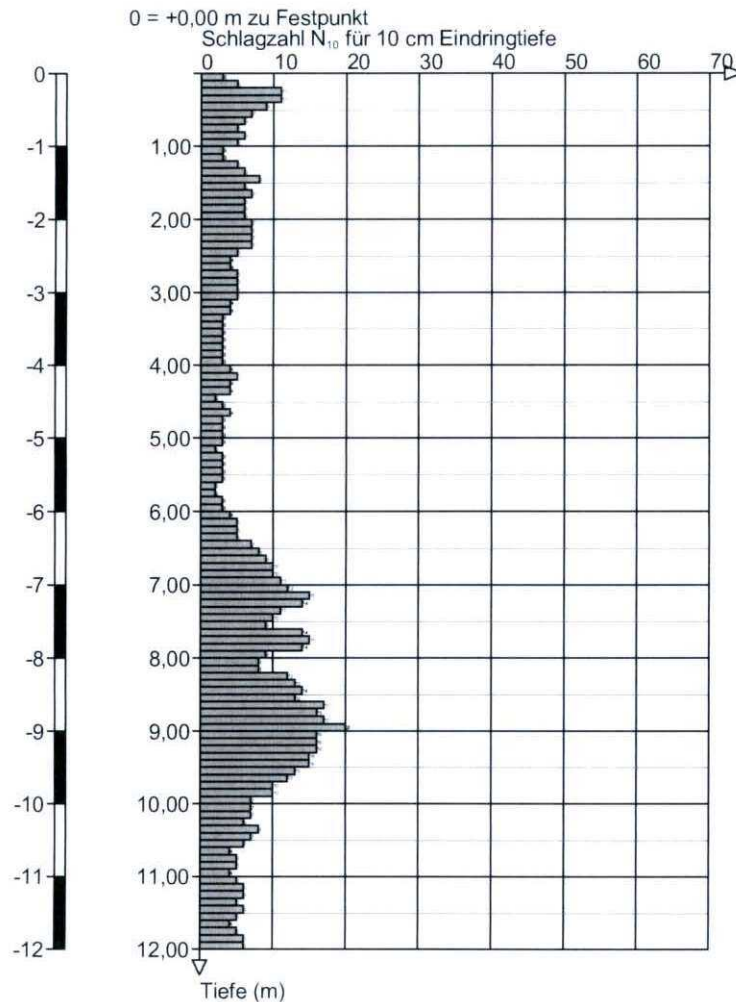
Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppenberg Vorprojekt

Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: M. Schlarb

Datum: 20.04.2015

DPH-D 1+750

Höhenmaßstab 1:100

BLASY + MADER GmbH

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

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

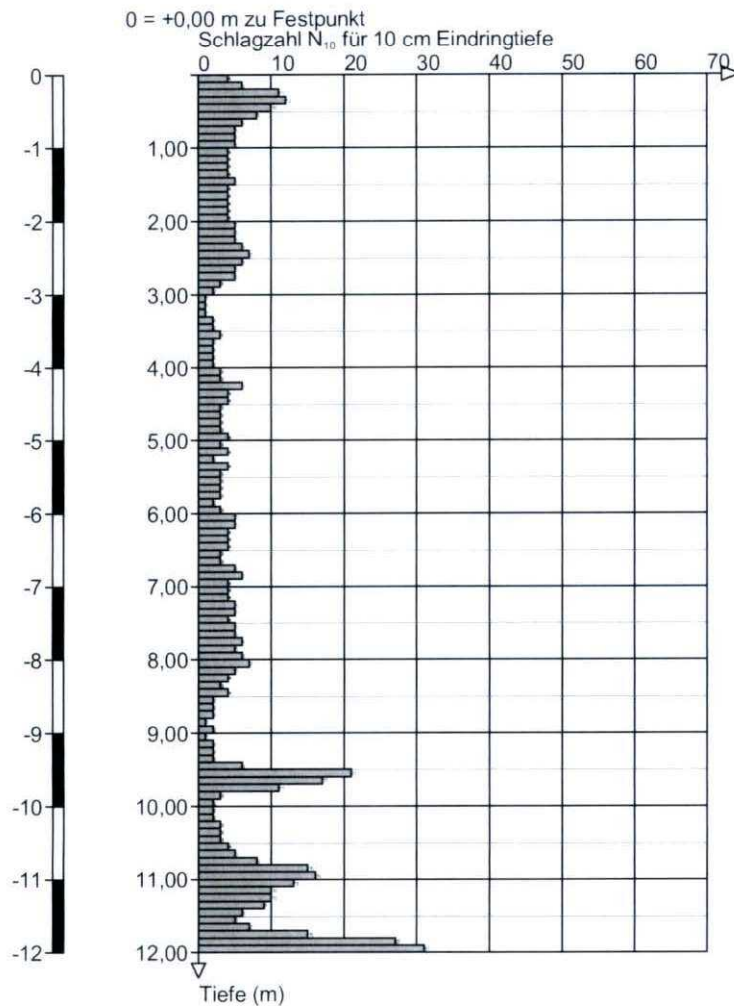
Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppenborn Vorprojekt

Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: M. Schlarb

Datum: 20.04.2015

DPH-D 2+250

Höhenmaßstab 1:100

BLASY + MADER GmbH

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

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

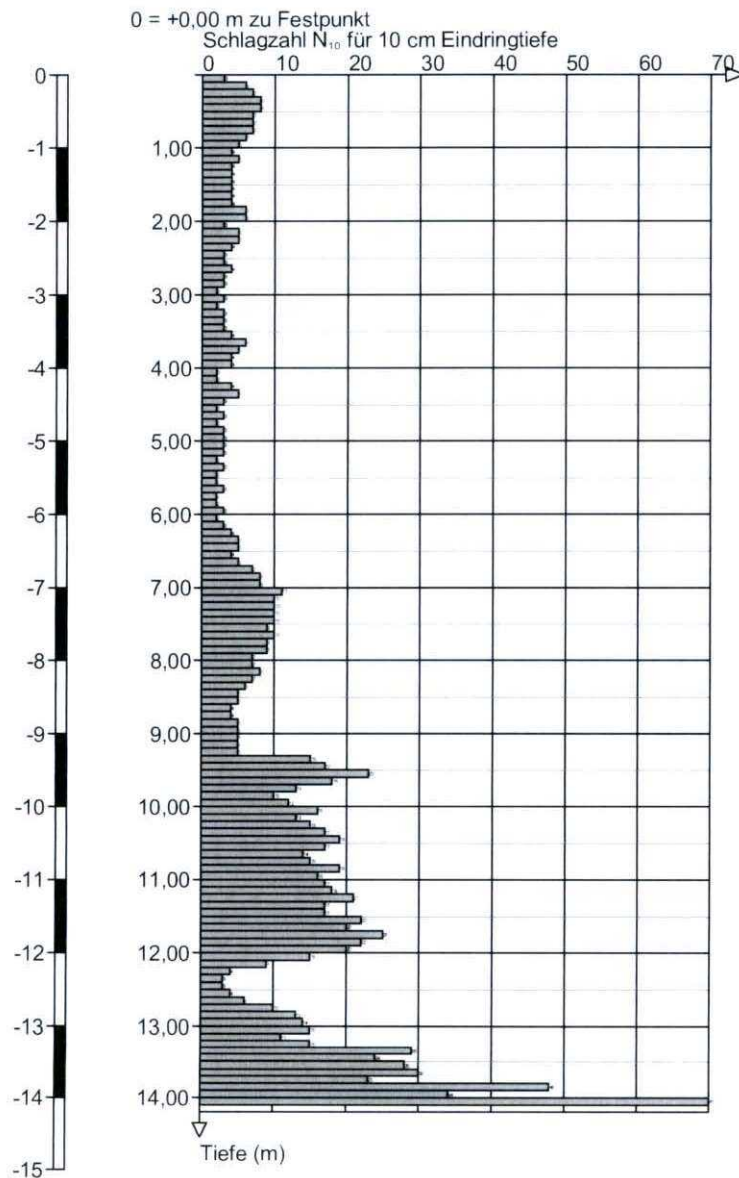
Projekt: 7305 U1 Uppenborn Vorprojekt

Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: M. Scharb

Datum: 29.04.2015

DPH-F 0+300



Höhenmaßstab 1:100

BLASY + MADER GmbH

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

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

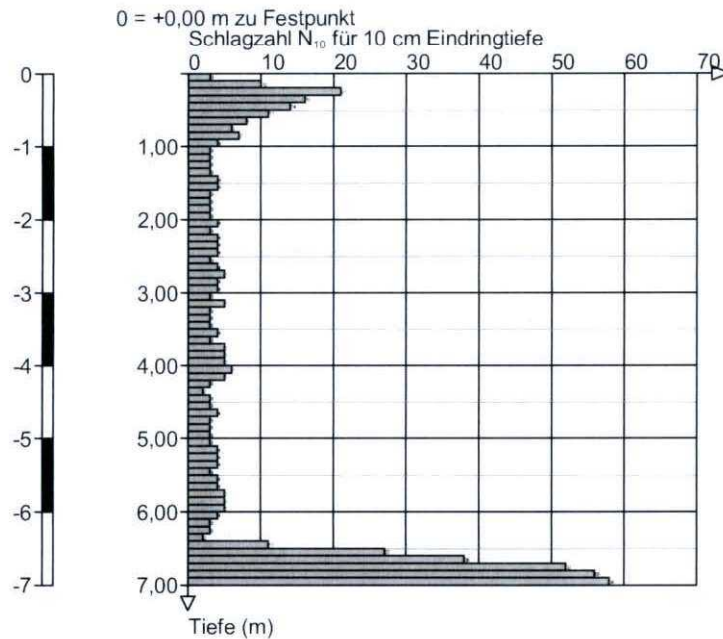
Anlage:

Projekt: 7305 U1 Uppenberg Vorprojekt

Auftraggeber: SWM Stadtwerke München

Bearb.: M. Schlarb

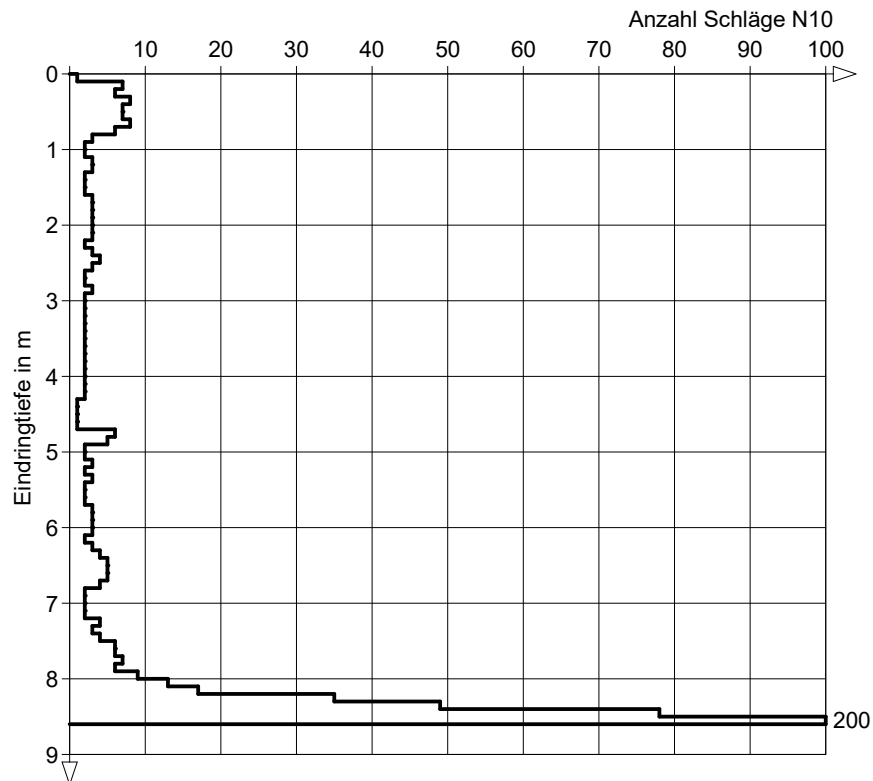
Datum: 29.04.2015

DPH-F 0+700

Höhenmaßstab 1:100

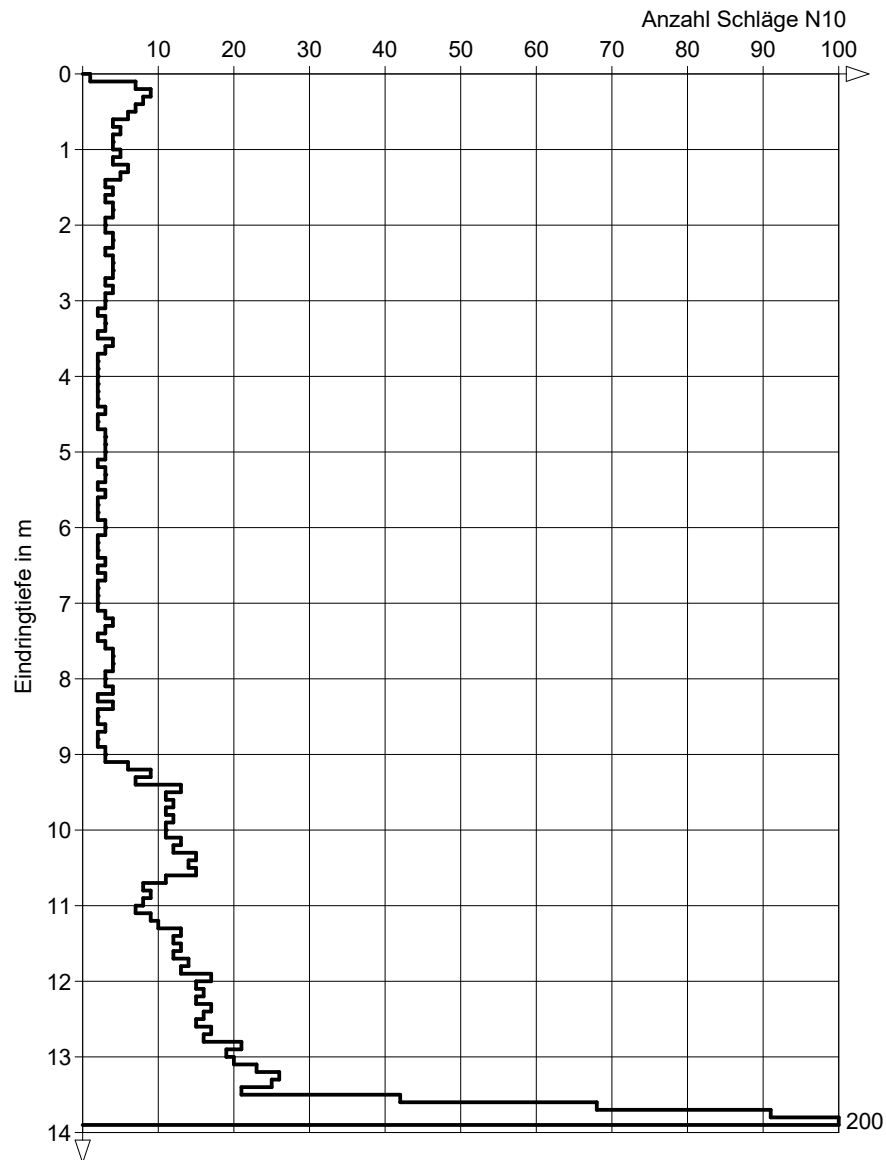
DPH04-2023

Ansatzpunkt: 416.42 m NHN



DPH05-2023

Ansatzpunkt: 414.49 m NHN



ANLAGE (4)

**SCHICHTENVERZEICHNISSE DER BOHRUNGEN 2023,
BEREICH MOSSBURGER SPEICHERSEE**

Tel.: 08806 / 95894-0

Anlage:
Bericht:

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **4**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

Ansatzpunktes b) zu **416.42** m [m] unter Gelände

Bemerkung:

Fachaufsicht: **M. Weigele**

Qualifikation:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten (m)	14	
Bohrproben	Becherproben	5	
Bohrproben	Eimerproben	5	
Sonderproben			
Wasserproben			

9 Bohrtechnik 9.1 9.1 Kurzzeichen 9.1.1 Bohrverfahren 9.1.1.1 Art: BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben ... =		BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben BS = Sondierbohrungen ... =		BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung BKF= BK mit fester Kernumhüllung ... =								
9.1.1.2 Lösen: rot = drehend		ram = rammend druck = drückend		schlag = schlagend greif = greifend								
9.1.2 Bohrwerkzeug 9.1.2.1 Art: EK = Einfachkernrohr DK = Doppelkernrohr TK = Dreifachkernrohr S = Seilkernrohr		HK = Hohlkrone VK = Vollkrone H = Hartmetallkrone D = Diamantkrone Gr = Greifer Schap = Schappe		Schn = Schnecke ... = Spi = Spirale ... = Kis = Kiespumpe ... = Ven = Ventilbohrer Mei = Meißel SN = Sonde								
9.1.2.2 Antrieb: G = Gestänge SE = Seil		HA = Hand F = Freifall V = Vibro		DR = Druckluft HY = Hydraulik								
9.1.2.3 Spülhilfe: WS= Wasser LS = Luft		SS = Sole DS = Dickspülung Sch = Schaum		d = direkt id = indirekt								
9.2 Bohrtechnische Tabellen												
Tiefe in m Bohrlänge in m von bis		Bohrverfahren Art Lösen		Bohrwerkzeug Art ø mm Antrieb Spül-hilfe			Verrohrung Außen ø mm Innen ø mm		Tiefe m	Bemerkungen		
0,0	14,0	BK	ram	Schap	180	SE		219	190		14,0	
9.3 Bohrkronen						9.4 Geräteführer-Wechsel						
1	Nr:	ø Außen/Innen:		/		Nr Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für Ersatz		Grund	
2	Nr:	ø Außen/Innen:		/								
3	Nr:	ø Außen/Innen:		/								
4	Nr:	ø Außen/Innen:		/								
5	Nr:	ø Außen/Innen:		/								
6	Nr:	ø Außen/Innen:		/								
10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau												
Wasser erstmals angetroffen bei 10.20 m, Anstieg bis m unter Ansatzpunkt												
Höchster gemessener Wasserstand 10.20 m unter Ansatzpunkt bei m Bohrtiefe												
Verfüllung: m bis m Art: von: m bis: m Art:												
Nr	Filterrohr			Art	Filterschüttung			Körnung mm	Sperrschicht		OK Peilrohr m über/unte Ansatzpunkt	
	von m	bis m	ø mm		von m	bis m	von m		bis m	Art		
11 Sonstige Angaben												
Datum: 20.09.2023												

Crystal Geotechnik GmbH							Anlage				
Berat. Ingenieure und Geologen							Bericht:				
Hofstattstr. 28, 86919 Utting							Az.: AZA2305018				
Tel.: 08806 / 95894-0											
Schichtenverzeichnis											
für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben											
Bauvorhaben: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke 1+2,											
Bohrung Nr. B04-2023						Blatt 3		Datum: 20.09.2023- 20.09.2023			
1	2				3		4	5	6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen						Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang							e) Farbe	
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung							h) Gruppe i) Kalk- gehalt	
0.10	a) Mutterboden										
	b)										
	c)		d) leicht zu bohren							e)	
	f)		g)							h) i)	
0.40	a) Auffüllung (Kies, sandig, schluffig, schwach org. Beimengung)										
	b)										
	c) mitteldicht		d) mittelschwer zu bohren							e) grau	
	f)		g)							h) i)	
5.50	a) Auffüllung (Kies, sandig, schwach schluffig, (schwach steinig))						EP EP BP	1 2 1	0.00 -2.00 3.00 -4.00 5.00 -5.50		
	b)										
	c) mitteldicht		d) mittelschwer zu bohren							e) grau	
	f)		g)							h) i)	
8.10	a) Ton, schluffig, stark kiesig, schwach org. Beimengung						BP BP BP	2 3 4	5.50 -6.00 6.00 -7.00 7.00 -8.00		
	b) (U, t, o*)										
	c) steif bis halbfest		d) mittelschwer zu bohren							e) schwarz	
	f)		g)							h) i)	
9.40	a) Kies, sandig, schwach schluffig										
	b)										
	c) dicht		d) schwer zu bohren							e) grau	
	f)		g)							h) i)	

Crystal Geotechnik GmbH							Anlage				
Berat. Ingenieure und Geologen							Bericht:				
Hofstattstr. 28, 86919 Utting							Az.: AZA2305018				
Tel.: 08806 / 95894-0											
Schichtenverzeichnis											
für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben											
Bauvorhaben: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke 1+2,											
Bohrung Nr. B04-2023							Blatt 4		Datum: 20.09.2023- 20.09.2023		
1	2					3	4	5	6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen						Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe						
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung		h) Gruppe i) Kalk- gehalt						
10.10	a) Schluff, schwach tonig, stark sandig						EP BP	3 5	8.00 -9.50 9.50 -10.00		
	b)										
	c) steif		d) leicht zu bohren		e) grau						
	f)		g)		h) i)						
12.00	a) Kies, sandig, schwach schluffig					Grundwasser 10.20m u. AP 20.09.2023	EP	4	10.00 -12.00		
	b)										
	c) dicht		d) schwer zu bohren		e) braun						
	f)		g)		h) i)						
14.00 Endtiefe	a) Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig						EP	5	12.00 -14.00		
	b)										
	c) dicht		d) schwer zu bohren		e) grau						
	f)		g)		h) i)						

Tel.: 08806 / 95894-0

Anlage:
Bericht:

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **3**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

[m] unter Gelände

Bemerkung:

Fachaufsicht: **M. Weigele**

Qualifikation:

Baujahr:

Wasserproben

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

9 Bohrtechnik 9.1 Kurzzeichen 9.1.1 Bohrverfahren 9.1.1.1 Art: BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben ... =				BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben BuP = Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben BS = Sondierbohrungen ... =				BKR = BK mit richtungsorientierter Kernentnahme BKB = BK mit beweglicher Kernumhüllung BKF = BK mit fester Kernumhüllung ... =			
9.1.1.2 Lösen: rot = drehend				ram = rammend druck = drückend				schlag = schlagend greif = greifend			
9.1.2 Bohrwerkzeug 9.1.2.1 Art: EK = Einfachkernrohr DK = Doppelkernrohr TK = Dreifachkernrohr S = Seilkernrohr				HK = Hohlkrone VK = Vollkrone H = Hartmetallkrone D = Diamantkrone Gr = Greifer Schap = Schappe				Schn = Schnecke ... = Spi = Spirale ... = Kis = Kiespumpe ... = Ven = Ventilbohrer Mei = Meißel SN = Sonde			
9.1.2.2 Antrieb: G = Gestänge SE = Seil				HA = Hand F = Freifall V = Vibro				DR = Druckluft HY = Hydraulik			
9.1.2.3 Spülhilfe: WS = Wasser LS = Luft				SS = Sole DS = Dickspülung Sch = Schaum				d = direkt id = indirekt			
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											
1 Nr: ø Außen/Innen: /			9.4 Geräteführer-Wechsel								
2 Nr: ø Außen/Innen: /			Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für Ersatz		Grund		
3 Nr: ø Außen/Innen: /			1								
4 Nr: ø Außen/Innen: /			2								
5 Nr: ø Außen/Innen: /			3								
6 Nr: ø Außen/Innen: /			4								
10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau											
Wasser erstmals angetroffen bei 8.80 m, Anstieg bis m unter Ansatzpunkt Höchster gemessener Wasserstand 8.80 m unter Ansatzpunkt bei m Bohrtiefe Verfüllung: m bis m Art: von: m bis: m Art:											
Nr	Filterrohr		ø mm	Filterschüttung			Körnung mm	Sperrschicht		Art	OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m		Art	von m	bis m		von m	bis m		
							0,0	15,0	Suspension		
11 Sonstige Angaben											
Datum: 28.08.2023											

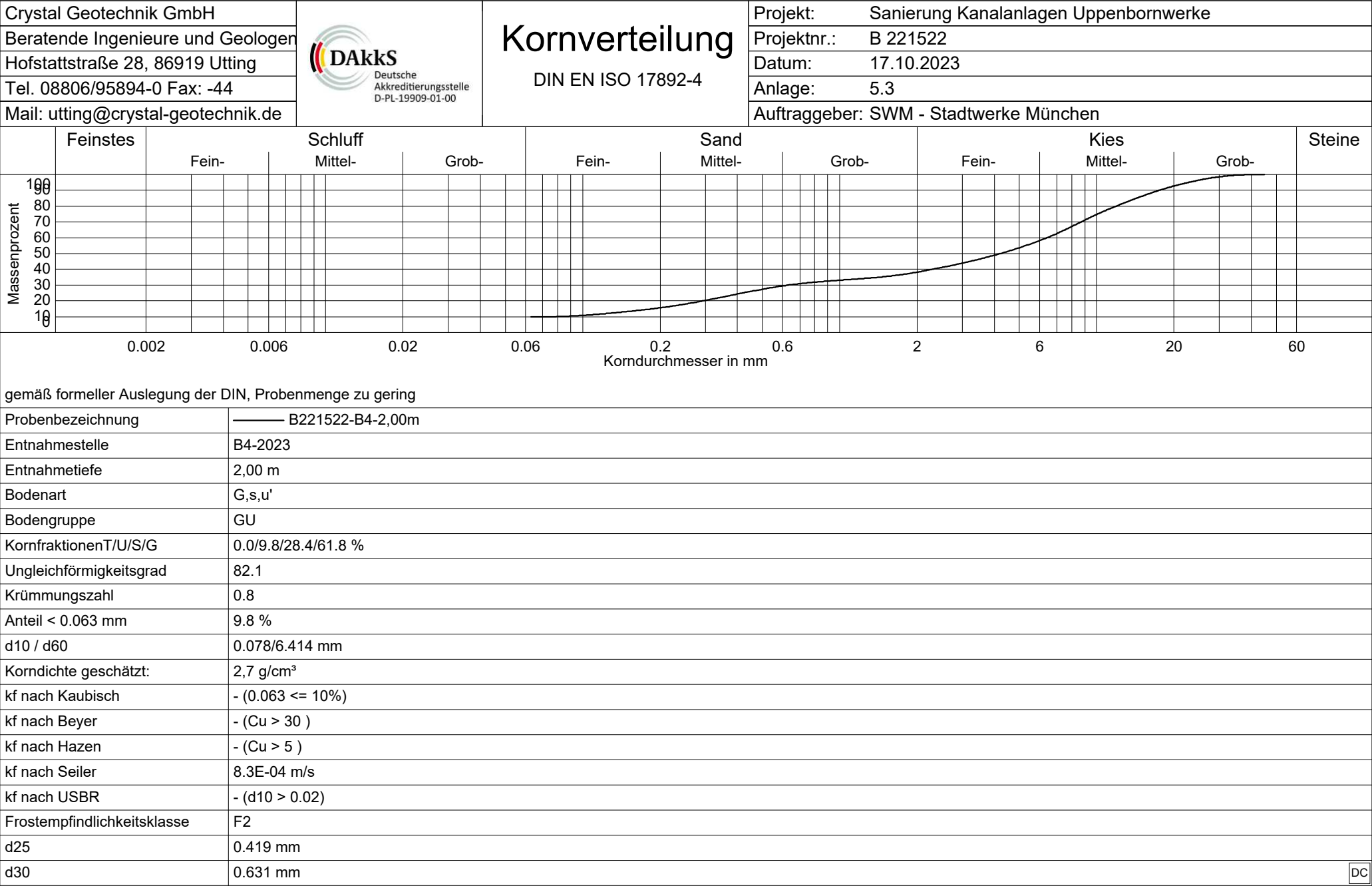
Crystal Geotechnik GmbH Berat. Ingenieure und Geologen Hofstattstr. 28, 86919 Utting Tel.: 08806 / 95894-0					Anlage Bericht: Az.: AZA2305018			
Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben								
Bauvorhaben: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke 1+2,								
Bohrung Nr. B05-2023					Blatt 3		Datum: 28.08.2023- 28.08.2023	
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				
8.00	a) Kies, sandig, schwach schluffig							
	b)							
	c) mitteldicht	d)	e) hellbraun					
	f)	g)	h)	i)				
15.00 Endtiefe	a) Kies, sandig, schwach schluffig				Grundwasser 8.80m u. AP 28.08.2023	BP	1	10.80 -11.00 11.80 -12.00 14.80 -15.00
	b)							
	c) dicht	d)	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				

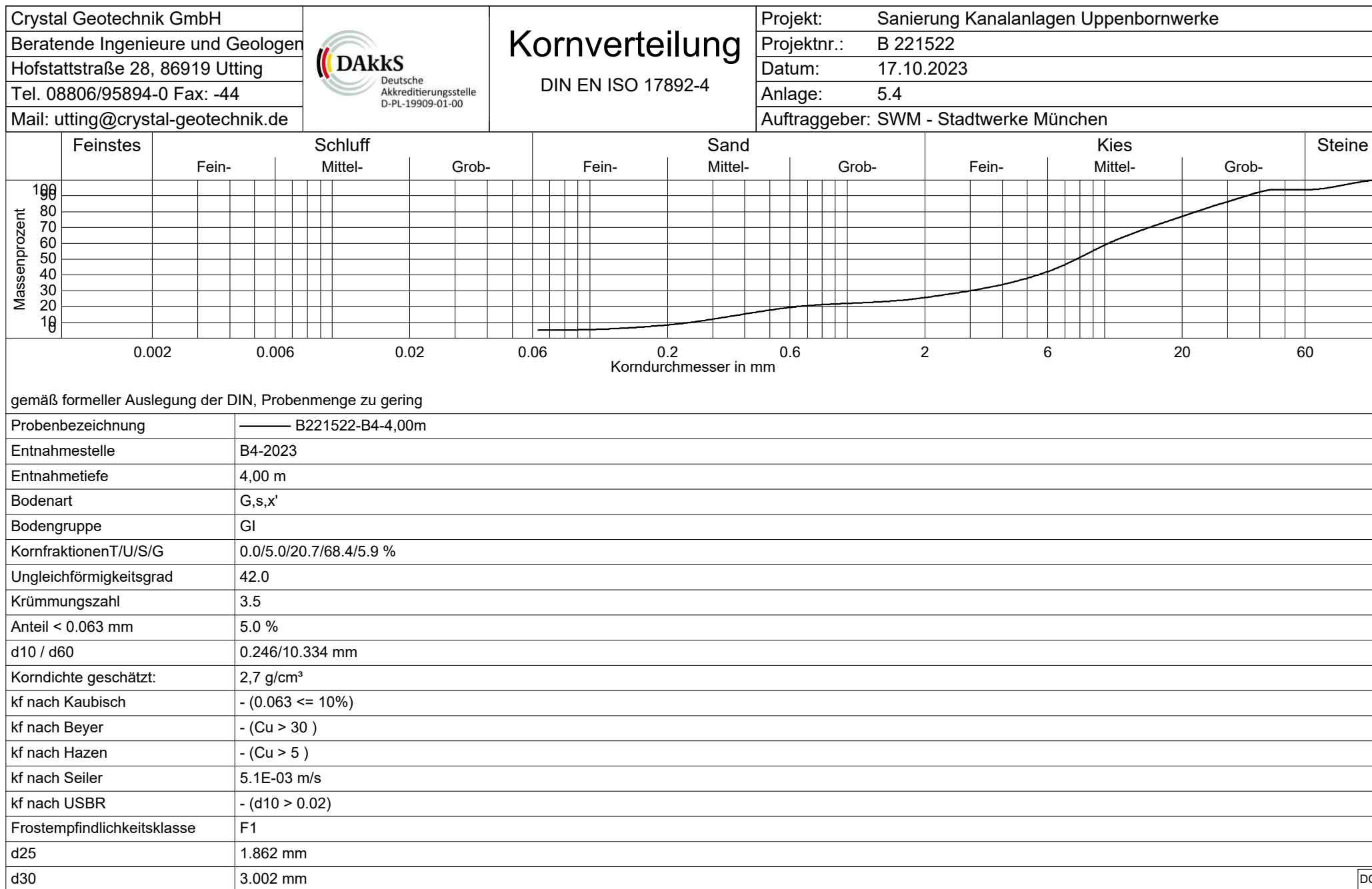
ANLAGE (5)

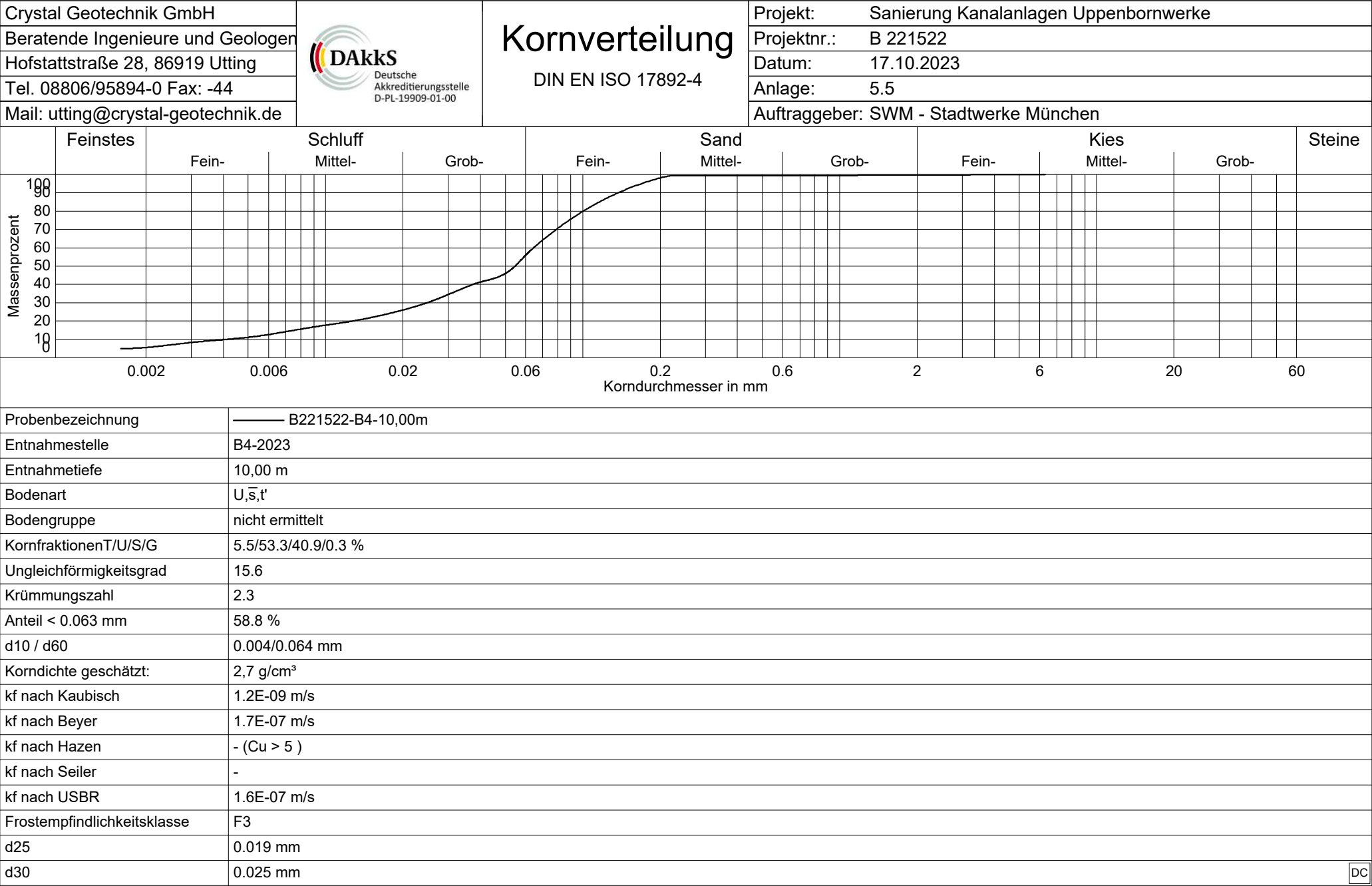
**ZUSAMMENSTELLUNG DER LABORERGEBNISSE
B04-2023 UND B05-2023**

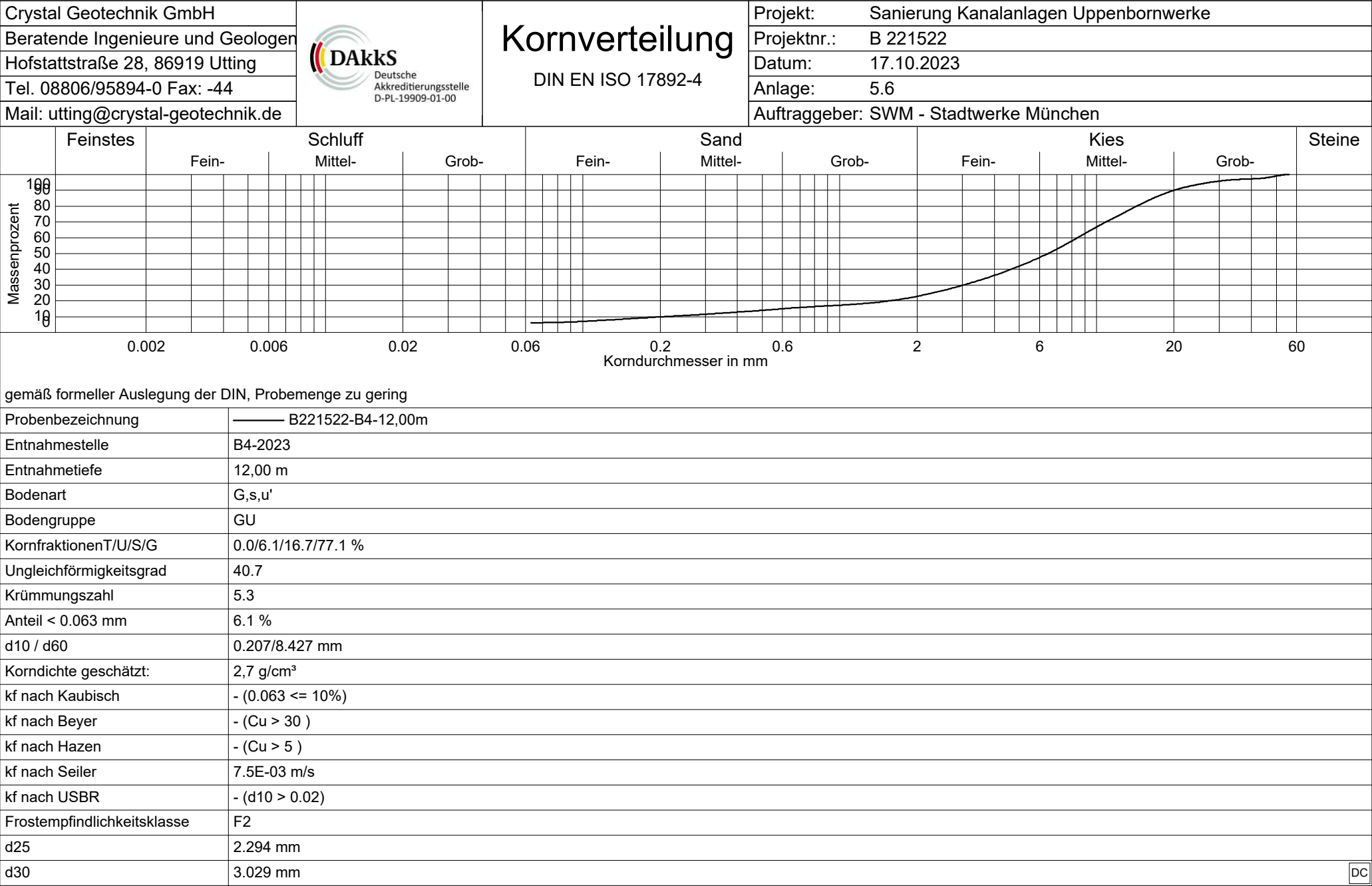
EXCEL-Auswertung		Projektzusammenstellung														EX-KP-Projektzusammenstellung								
																Revision A - Stand 2023-02								
		Seite 1 von 9														Anlage 5.1								
Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke, SKUP1 - Auslaufbauwerk Moosburger Speichersee												Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München												
Projekt-Nr.: B 221522			Probenehmer: Baugrund Süd			Probenahme: 20.09.2023					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/m³]	[t/m³]/[%]	[kPa]/[%]	[%]	[%]	[°]/[kN/m²]		[kPa]	[kPa]
B4-2023 2,00 m	B221522- B4-2,00	Auffüllung [Kies, sandig, schwach schluffig] grau	A[G,s,u'] [GU]		9,8	28,4	61,8	0,0																
B4-2023 4,00 m	B221522- B4-4,00	Auffüllung [Kies, sandig, schwach steinig] olivgrau	A[G,s,x'] [GI]		5,0	20,7	68,4	5,9																
B4-2023 6,00 m	B221522- B4-6,00	Ton, schluffig, stark kiesig, schwach organisch dunkles braun	T,u,g*,o' TM	16,8						24,6	48,4	25,6	22,8	1,04 halbfest					4,7			500 500 500		
B4-2023 7,00 m	B221522- B4-7,00	Schluff, tonig, stark organisch sehr dunkles braun	U,t,o* nicht ermittelt	24,8																$\varphi' = 34,6$ $c' = 14,5$				
B4-2023 10,00 m	B221522- B4-10,00	Schluff, stark sandig, schwach tonig olivgrau	U,s*,t' nicht ermittelt	27,0	5,5	53,3	40,9	0,3	0,0															
B4-2023 12,00 m	B221522- B4-12,00	Kies, sandig, schwach schluffig olivgrau	G,s,u' GU		6,1	16,7	77,1	0,0																

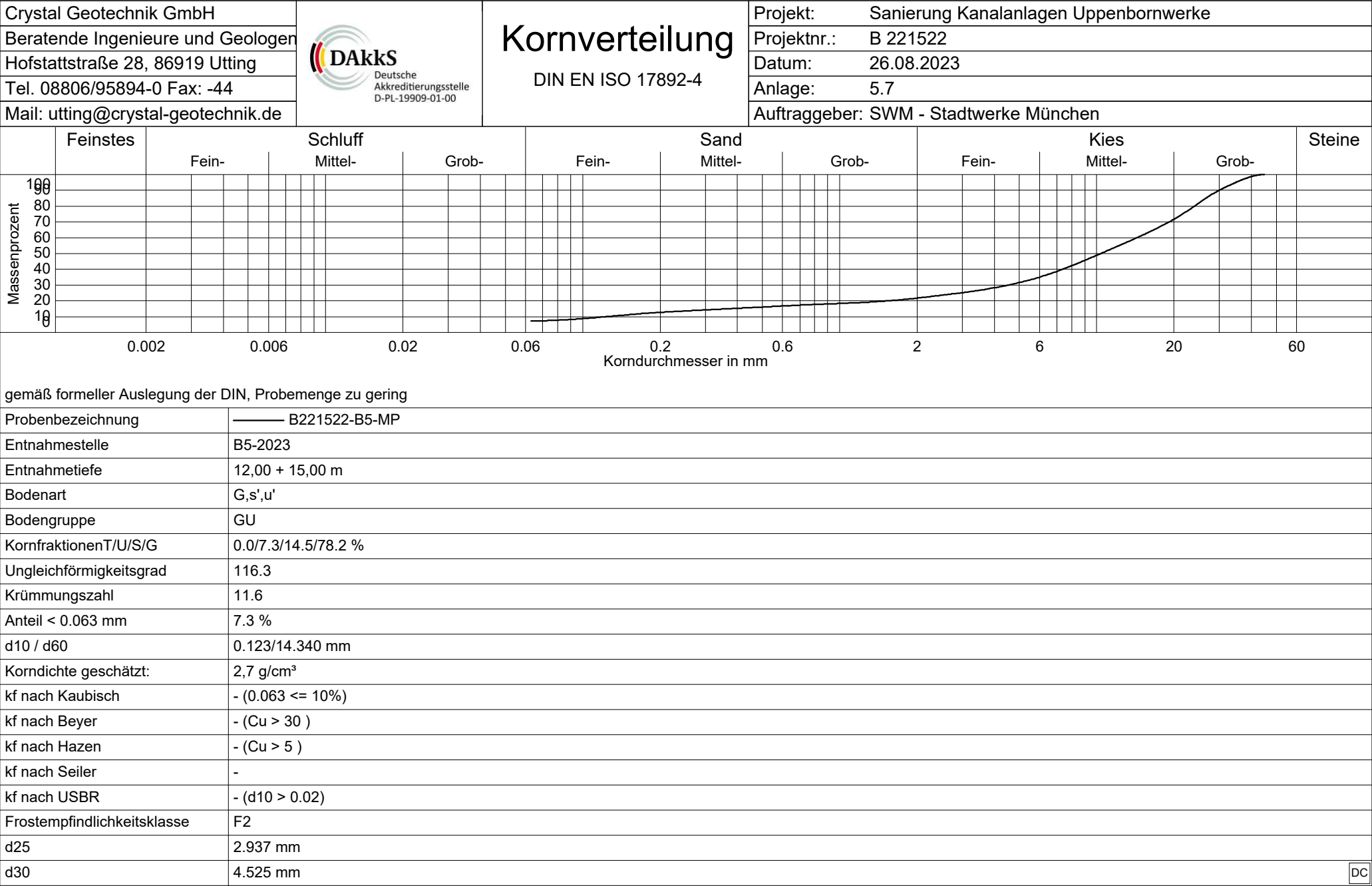
EXCEL-Auswertung		Projektzusammenstellung														EX-KP-Projektzusammenstellung								
																Revision A - Stand 2023-02								
		Seite 2 von 9				Anlage 5.2																		
Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerke, SKUP1 - Auslaufbauwerk Moosburger Speichersee										Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München														
Projekt-Nr.: B 221522			Probenehmer: Baugrund Süd			Probenahme: 26.08.2023					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 / Schrumpfmaß	Dichte		Proctor- versuch p _{pr} / opt. Wasserg. w _{pr}	Einax Druckfestigkeit q _u / vert. Stauchung ε _v	Gluhverlust	Scherversuch Reibungswinkel/ Kohäsion		Taschenpenetrometer	Flügelscherversuch
					Ø < 0.002 mm	Ø 0.002 - 0.063 mm	Ø 0.063 - 2 mm	Ø 2 - 63 mm	Ø > 63 mm	Wasserg. Ø < 0.4 mm	Fließgrenze w _L	Ausrollgrenze w _p	Plastizität I _p	Konsistenz		Feuchtdichte ρ	Trockendichte ρ _d							
				[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[t/m³]		[t/m³]/[%]	[kPa]/[%]	[%]	[°]/[kN/m²]		[kPa]	[kPa]	
B5-2023 12,00 m + 15,00 m	B221522- B5-MP1	Kies, schwach sandig, schwach schluffig olivbraun	G,s,u' GU		7,3		14,5	78,2	0,0															











EXCEL-Auswertung	Fließ- und Ausrollgrenze nach Casagrande gemäß DIN EN ISO 17892-12:2022-08				EX-KP-DIN EN ISO 17892-12-ZG			
					Revision A - Stand 2022-11			
					Anlage: 5.8			
Projekt: Sanierung Kanalanlagen Upperbornwerke								
Projekt-Nr.: B 221522				Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München				
Probenbezeichnung: B221522-B4-2023-6,00m								
Entnahmestelle: B4-2023				entnommen am: 20.09.2023		durch: BauGrund Süd		
Entnahmetiefe: 6,00 m				ausgeführt am: 09.11.2023		durch: JK		
Bodenart: T,u,g*,o'			Größtkorn _{Versuch} : 0,4 mm		Bemerkungen: WG zunehmend natürlich			
		Fließgrenze				Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.		7	115	9	34	337	55	31
Zahl der Schläge		40	34	27	17			
feuchte Probe + Behälter	$m_1 + m_B$ [g]	20,20	19,01	24,10	20,07	11,79	12,45	11,30
trockene Probe + Behälter	$m_d + m_B$ [g]	15,12	14,07	17,65	14,65	10,16	10,66	9,67
Behälter	m_B [g]	3,87	3,40	4,01	4,10	3,76	3,68	3,29
Wasser	$m_W = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$ [g]	5,08	4,94	6,45	5,42	1,63	1,79	1,63
trockene Probe	$m_d = (m_d + m_B) - m_B$ [g]	11,25	10,67	13,64	10,55	6,40	6,98	6,38
Wassergehalt	$w = \frac{m_W}{m_d} \times 100$ [%]	45,2	46,3	47,3	51,4	25,5	25,6	25,5

Schlagzahl

Wassergehalt w 24,6 %

Fließgrenze w_L 48,4 % Plastizitätszahl I_p 22,8 %

Ausrollgrenze w_p 25,6 % Konsistenzzahl I_c 1,04

Plastizitätsbereich (w_L bis w_p)

Zustandsform

Bodengruppe: TM

Projektleiter: Reinhard Schneider

Zustandsgrenzendiagramm gemäß DIN 18196

Fließgrenze [%]

EXCEL-Auswertung	Glühverlust gemäß DIN 18128:2002-12		EX-KP-DIN 18128-GL	
			Revision A - Stand 2020-03	
			Anlage: 5.9	
Projekt: Sanierung Kanalanlagen Uppenbornwerk, SKUP1-Tiefenbachdüker				
Projekt-Nr.: B 221522		Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München		
Probenbezeichnung: B221522-B4-6,00m				
Entnahmestelle: B 4		entnommen am: 04.09.2023		durch: Baugrund Süd
Entnahmetiefe: 6,00 m		ausgeführt am: 06.11.2023		durch: ML
Bodenart: T,u,g*,o'		Bemerkungen: Austritt von Kristallwasser möglich (quellfähige Tonminerale) Verglühen von Kalk möglich (kalkhaltiges Material)		
Bodengruppe: TM				
Wassergehalt: 16,8 %	Glühdauer: 6 h	Glühtemperatur: 550 °C	Massenanteil > 2 mm: 34,6 %	
Versuch-Nr.		1	2	3
Behälter-Nr.		14	18	19
Probe + Behälter	$m_1 + m_B$ [g]	40,93	40,78	43,58
Behälter	m_B [g]	21,49	21,12	23,45
Probe	$m_1 = (m_1 + m_B) - m_B$ [g]	19,44	19,66	20,13
Probe geglüht + Behälter	$m_2 + m_B$ [g]	39,58	39,34	42,13
Glühverlust (Fraktion < 2 mm)	$m_G = (m_1 + m_B) - (m_2 + m_B)$ [g]	1,35	1,44	1,45
Glühverlust (Fraktion < 2 mm)	$G_1 = m_G / m_1 * 100$ [%]	6,9	7,3	7,2
Mittelwert (Fraktion < 2 mm)	$G_{<2} = (G_1 + G_2 + G_3) / 3$ [%]	7,2		
Mittelwert (Gesamtfraktion)	$G_G = G_{<2} \times (100 - A_{>2}) / 100$ [%]	4,7		
Projektleiter: <u>Reinhard Schneider</u>				

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: 5.10

Projekt: Sanierung Kanalgraben Uppenbornwerke, SKUP1 Auslaufbauwerk Moosburger Speichersee

Projekt-Nr.: B221522

Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München

Probenbezeichnung: B221522-BK4-7,00 m

Entnahmestelle: BK 4

entnommen am: 20.09.2023

durch: Baugrund Süd

Entnahmetiefe: 6,75 - 7,00 m

ausgeführt am: 17.11.2023

durch: KA/ML/AW

Bodenart: U,t,o*

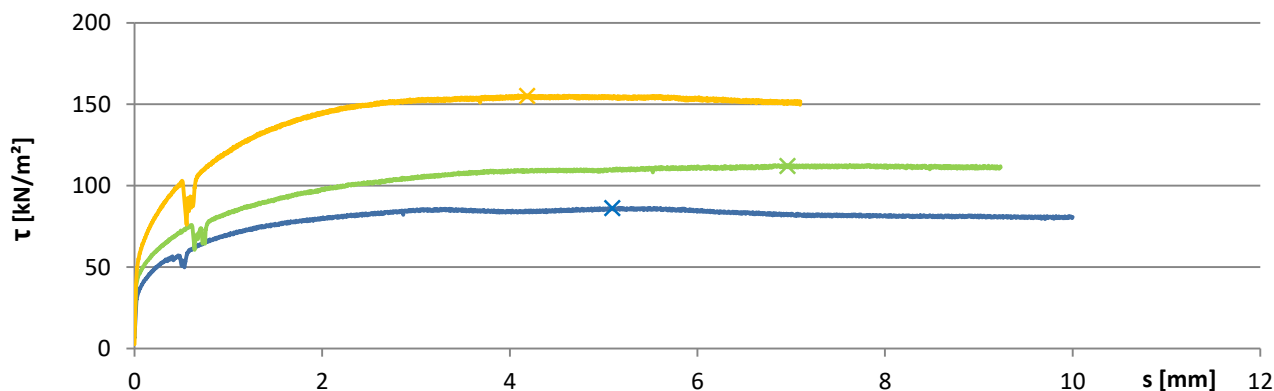
Bodengruppe:

Bemerkungen: gestört

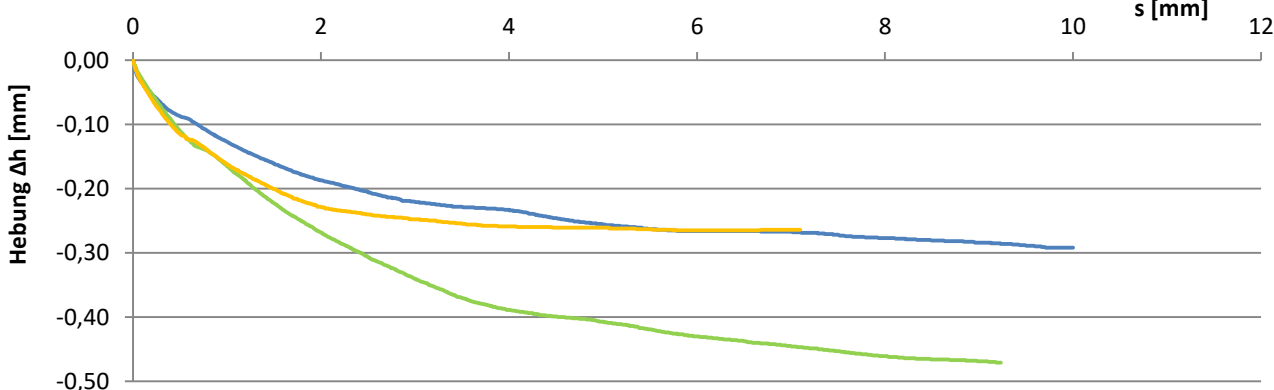
Probenhöhe h0 [mm]	20
Probenfläche [cm²]	40

Teilversuch	1	2	3	4	5
Wassergehalt wEinbau	24,80%	24,80%	24,80%		
Wassergehalt wAusbau	34,60%	32,50%	25,00%		
Einbaudichte [g/cm³]	1,810	1,780	1,900		
Ausbaudichte [g/cm³]					

Scherspannung - Scherweg



Hebung Δh - Scherweg



Versuch	σ [kN/m²]	τ [kN/m²]	Scherweg s [mm]	Hebung Δh [mm]	Schergeschw. [mm/min]
1 X	100	86,25	5,091	-0,257	0,004
2 X	150	112,08	6,959	-0,445	0,004
3 X	200	155,17	4,185	-0,260	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: 5.11

Projekt: Sanierung Kanalgraben Uppenbornwerke, SKUP1 Auslaufbauwerk Moosburger Speichersee

Projekt-Nr.: B221522

Auftraggeber: SWM - Stadtwerke München

Probenbezeichnung: B221522-BK4-7,00 m

Entnahmestelle: BK 4

entnommen am: 20.09.2023

durch: Baugrund Süd

Entnahmetiefe: 6,75 - 7,00 m

ausgeführt am: 17.11.2023

durch: KA/ML/AW

Bodenart: U,t,o*

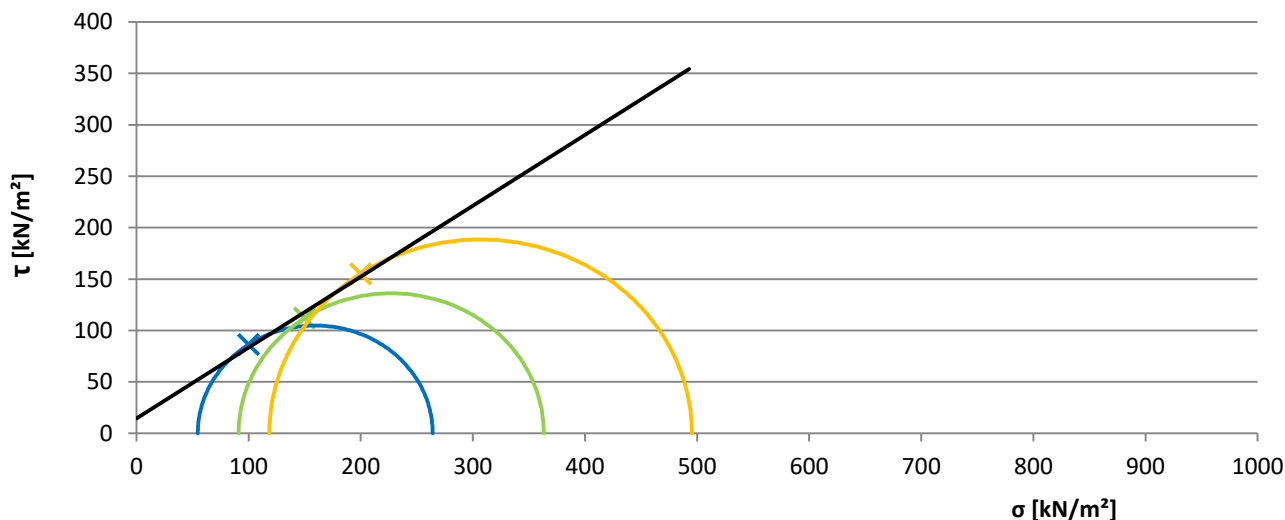
Bodengruppe:

Bemerkungen: gestört

Probenhöhe h0 [mm]	20
Probenfläche [cm²]	40

Teilversuch	1	2	3	4	5
Wassergehalt wEinbau	24,80%	24,80%	24,80%		
Wassergehalt wAusbau	34,60%	32,50%	25,00%		
Einbaudichte [g/cm³]	1,810	1,780	1,900		
Ausbaudichte [g/cm³]					

Schergerade



Schergerade: $\tau = 0,6892 \cdot \sigma + 14,46$

Reibungswinkel [°]	34,57
Kohäsion [kN/m²]	14,46
Korrelation	0,9897

Bemerkungen:

Projektleiter: Reinhard Schneider

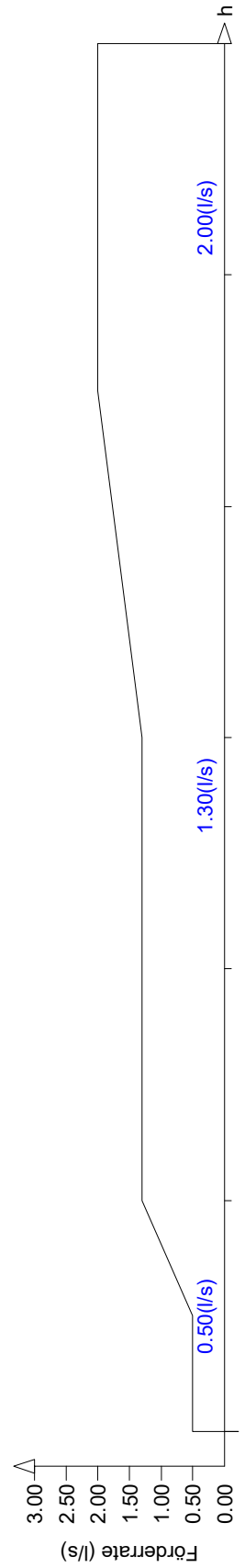
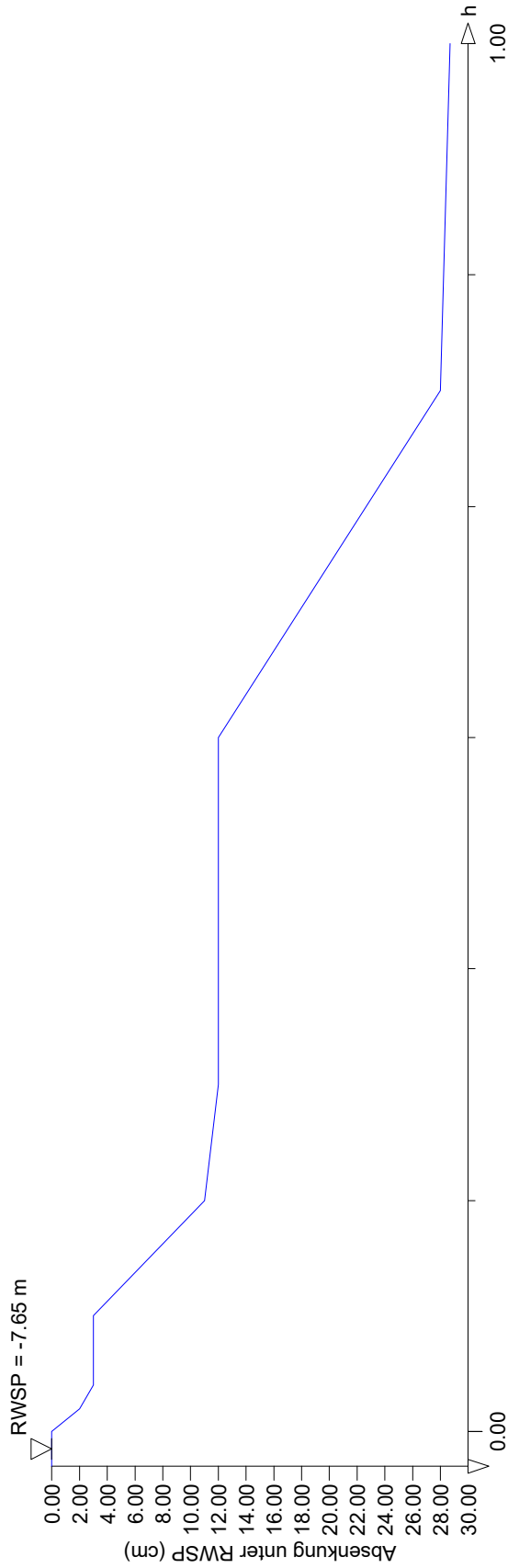
ANLAGE (6)

**AUFZEICHNUNGEN
ZU PUMPVERSUCHEN / AUSWERTUNG**

Pegel 1_Klarpumpen am 03.04.2019

BauGrund Süd
Gesellschaft für Geothermie mbH
88410 Bad Wurzach
Maybachstraße 6

Projekt:	SWM Services GmbH, 85368 Wang
Projektnr.:	AZA1901014
Anlage:	6.1



BauGrund Süd

Gesellschaft für Geothermie mbH

88410 Bad Wurzach

Maybachstraße 6

Projekt: SWM Services GmbH, 85368 Wang

Projektnr.: AZA1901014

Anlage: 6.2

P U M P V E R S U C H

Pegel 1_Klarpumpen am 03.04.2019

Brunnen

Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q (l/s)
0h00m00s	7.600	0.000	0.500
0h01m00s	7.620	0.020	0.500
0h02m00s	7.630	0.030	0.500
0h05m00s	7.630	0.030	0.500
0h10m00s	7.710	0.110	1.300
0h15m00s	7.720	0.120	1.300
0h30m00s	7.720	0.120	1.300
0h45m00s	7.880	0.280	2.000
1h00m00s	7.887	0.287	2.000

Ende des Versuches

Versuchsdauer 1h00m00s

Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes aus einem Pumpversuch für Brunnen mit freiem Grundwasser-Spiegel (ohne Vorfeldmeßstellen)

Projekt: UP1/MIK H5b - Sanierung Bereich Stichkanal
Projektnummer: B 191135

Datum: 07.05.19
Brunnen: GWM 1

EINGANGSPARAMETER

1.Entnahmemenge:	Q1=	0,0013 m ³ /s
Gw-Mächtigkeit:	H=	5 m
Absenkung bei Q1:	s1=	0,12 m
Aquifermächt.:	m=	10 m
Abges.GW-Mächtigkeit bei Q1	h1=	4,88 m
Bohrdurchmesser:	D=	0,32 m
2.Entnahmemenge:	Q2=	0,0020 m ³ /s
2.Absenkung:	s2=	0,287 m
Abges. GW-Mächtigkeit bei Q2	h2=	4,713 m
Radius des Absenktrichters bei Q1:	Rk1 =	7,225 m nach KUSAKIN
Radius des Absenktrichters bei Q2:	Rk2 =	17,28 m nach KUSAKIN
Radius des Absenktrichters bei Q1:	Rs1 =	16,86 m nach SICHARDT
Radius des Absenktrichters bei Q2:	Rs2 =	32,61 m nach SICHARDT
Radius des Brunnens:	r =	0,16 m

Kf-Wert nach DAHLHAUS:

kf1= 2,19E-03 m/s
kf2= 1,43E-03 m/s

Kf-Wert nach DUPUIT-THIEM:

kf1= 1,63E-03 m/s
kf2= 1,21E-03 m/s

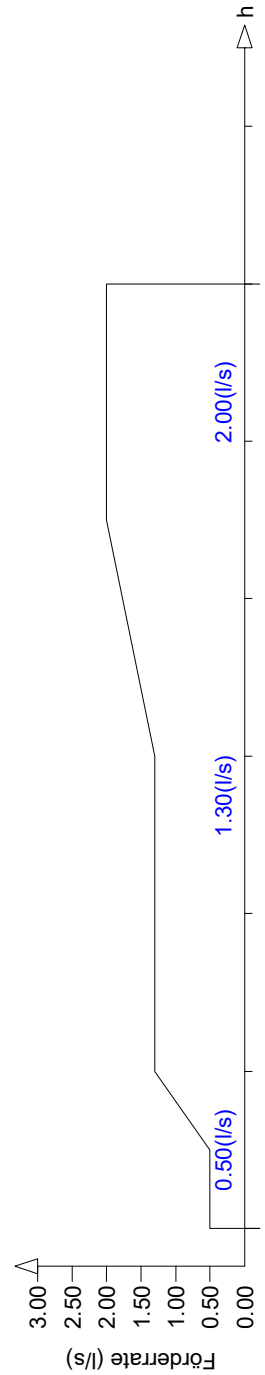
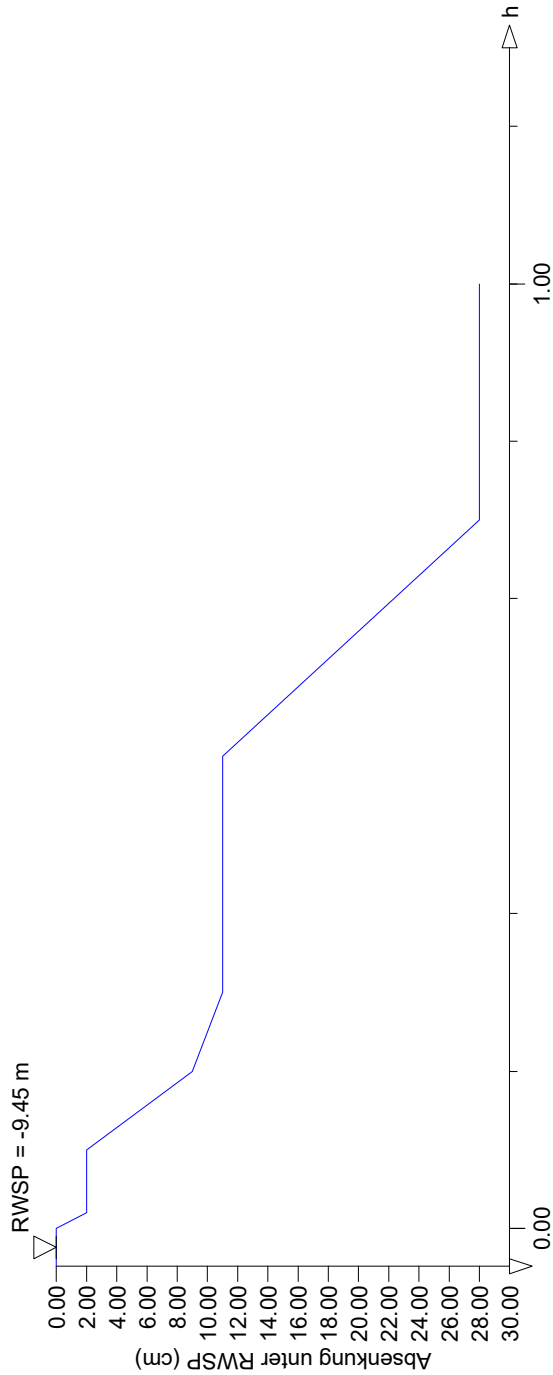
Kf-Wert nach PAAVEL/BIESKE:

kf= 7,01E-04 m/s

Pegel 2_Klarpumpen am 03.04.2019

BauGrund Süd
Gesellschaft für Geothermie mbH
88410 Bad Wurzach
Maybachstraße 6

Projekt:	SWM Services GmbH, 85368 Wang
Projektnr.:	AZA1901014
Anlage:	6.4



BauGrund Süd

Gesellschaft für Geothermie mbH

88410 Bad Wurzach

Maybachstraße 6

Projekt: SWM Services GmbH, 85368 Wang

Projektnr.: AZA1901014

Anlage: 6.5

P U M P V E R S U C H

Pegel 2_Klarpumpen am 03.04.2019

Brunnen

Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q (l/s)
0h00m00s	9.300	0.000	0.500
0h01m00s	9.320	0.020	0.500
0h02m00s	9.320	0.020	0.500
0h05m00s	9.320	0.020	0.500
0h10m00s	9.390	0.090	1.300
0h15m00s	9.410	0.110	1.300
0h30m00s	9.410	0.110	1.300
0h45m00s	9.580	0.280	2.000
1h00m00s	9.580	0.280	2.000

Ende des Versuches

Versuchsdauer 1h00m00s

Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes aus einem Pumpversuch für Brunnen mit freiem Grundwasser-Spiegel (ohne Vorfeldmeßstellen)

Projekt: UP1/MIK H5b - Sanierung Bereich Stichkanal
Projektnummer: B 191135

Datum: 07.05.19
Brunnen: GWM 2

EINGANGSPARAMETER

1.Entnahmemenge:	Q1=	0,0013 m ³ /s
Gw-Mächtigkeit:	H=	4 m
Absenkung bei Q1:	s1=	0,09 m
Aquifermächt.:	m=	10 m
Abges.GW-Mächtigkeit bei Q1	h1=	3,91 m
Bohrdurchmesser:	D=	0,32 m
2.Entnahmemenge:	Q2=	0,0020 m ³ /s
2.Absenkung:	s2=	0,28 m
Abges. GW-Mächtigkeit bei Q2	h2=	3,72 m
Radius des Absenktrichters bei Q1:	Rk1 =	6,255 m nach KUSAKIN
Radius des Absenktrichters bei Q2:	Rk2 =	19,46 m nach KUSAKIN
Radius des Absenktrichters bei Q1:	Rs1 =	16,32 m nach SICHARDT
Radius des Absenktrichters bei Q2:	Rs2 =	36,13 m nach SICHARDT
Radius des Brunnens:	r =	0,16 m

Kf-Wert nach DAHLHAUS:

kf1= 3,65E-03 m/s
kf2= 1,85E-03 m/s

Kf-Wert nach DUPUIT-THIEM:

kf1= 2,69E-03 m/s
kf2= 1,60E-03 m/s

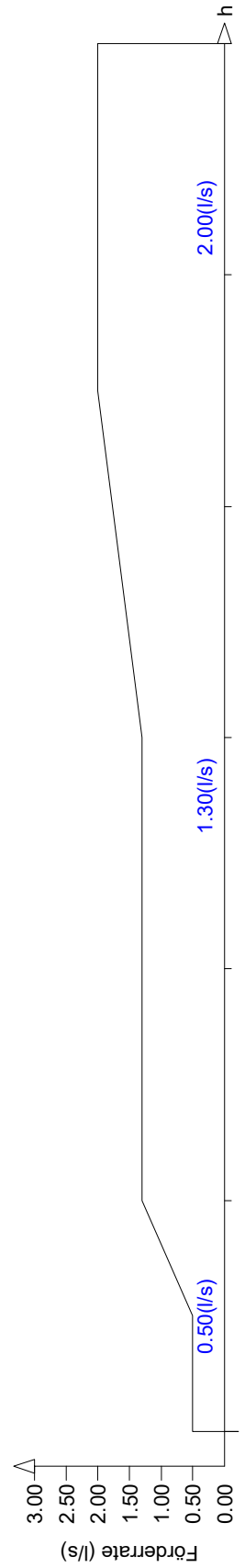
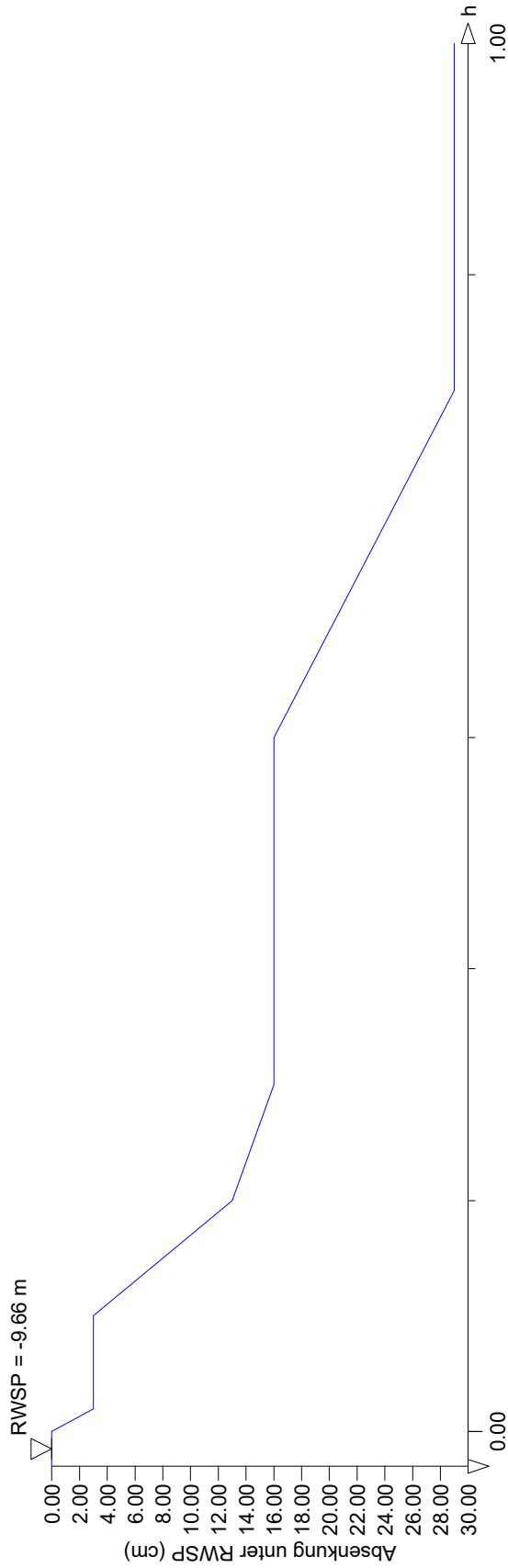
Kf-Wert nach PAAVEL/BIESKE:

kf= 7,84E-04 m/s

Pegel 3_Klarpumpen am 03.04.2019

BauGrund Süd
Gesellschaft für Geothermie mbH
88410 Bad Wurzach
Maybachstraße 6

Projekt:	SWM Services GmbH, 85368 Wang
Projektnr.:	AZA1901014
Anlage:	6.7



BauGrund Süd

Gesellschaft für Geothermie mbH

88410 Bad Wurzach

Maybachstraße 6

Projekt: SWM Services GmbH, 85368 Wang

Projektnr.: AZA1901014

Anlage: 6.8

P U M P V E R S U C H

Pegel 3_Klarpumpen am 03.04.2019

Brunnen

Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q (l/s)
0h00m00s	9.560	0.000	0.500
0h01m00s	9.590	0.030	0.500
0h02m00s	9.590	0.030	0.500
0h05m00s	9.590	0.030	0.500
0h10m00s	9.690	0.130	1.300
0h15m00s	9.720	0.160	1.300
0h30m00s	9.720	0.160	1.300
0h45m00s	9.850	0.290	2.000
1h00m00s	9.850	0.290	2.000

Ende des Versuches

Versuchsdauer 1h00m00s

Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes aus einem Pumpversuch für Brunnen mit freiem Grundwasser-Spiegel (ohne Vorfeldmeßstellen)

Projekt: UP1/MIK H5b - Sanierung Bereich Stichkanal
Projektnummer: B 191135

Datum: 07.05.19
Brunnen: GWM 3

EINGANGSPARAMETER

1.Entnahmemenge:	Q1=	0,0013 m ³ /s
Gw-Mächtigkeit:	H=	4 m
Absenkung bei Q1:	s1=	0,16 m
Aquifermächt.:	m=	10 m
Abges.GW-Mächtigkeit bei Q1	h1=	3,84 m
Bohrdurchmesser:	D=	0,32 m
2.Entnahmemenge:	Q2=	0,0020 m ³ /s
2.Absenkung:	s2=	0,29 m
Abges. GW-Mächtigkeit bei Q2	h2=	3,71 m
Radius des Absenktrichters bei Q1:	Rk1 =	8,377 m nach KUSAKIN
Radius des Absenktrichters bei Q2:	Rk2 =	15,18 m nach KUSAKIN
Radius des Absenktrichters bei Q1:	Rs1 =	21,85 m nach SICHARDT
Radius des Absenktrichters bei Q2:	Rs2 =	36,8 m nach SICHARDT
Radius des Brunnens:	r =	0,16 m

Kf-Wert nach DAHLHAUS:

kf1= 2,07E-03 m/s
kf2= 1,79E-03 m/s

Kf-Wert nach DUPUIT-THIEM:

kf1= 1,62E-03 m/s
kf2= 1,55E-03 m/s

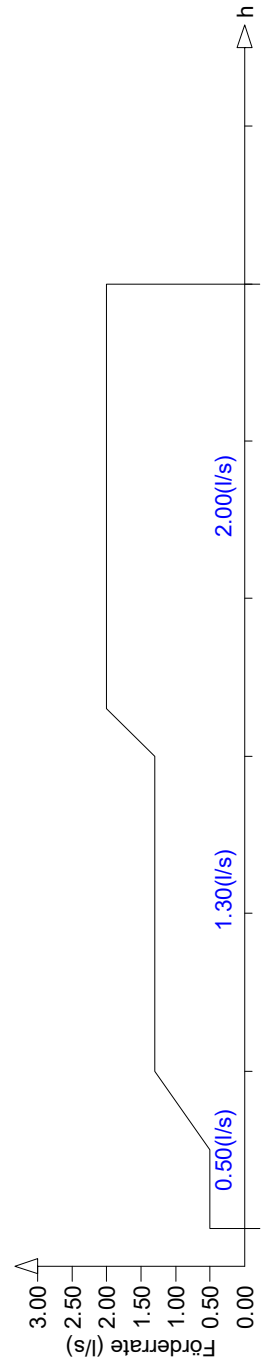
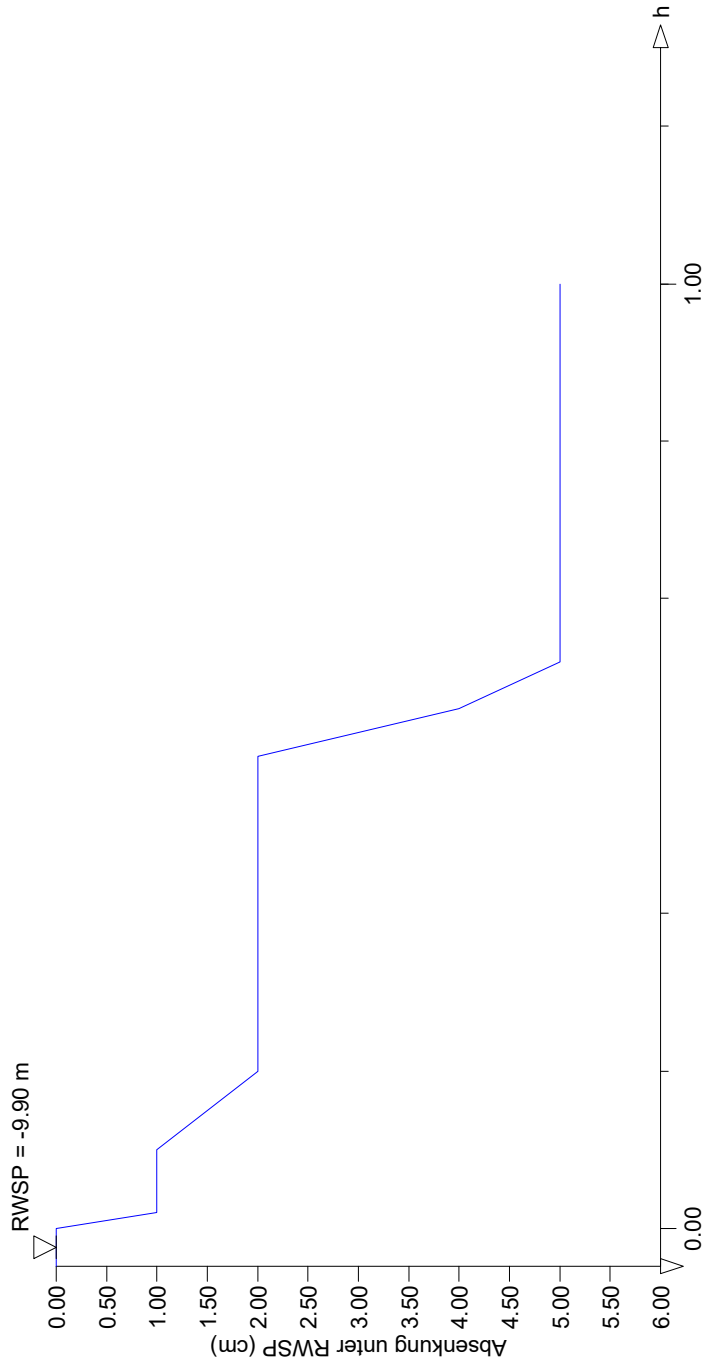
Kf-Wert nach PAAVEL/BIESKE:

kf= 1,18E-03 m/s

Pegel 4_Klarpumpen am 03.04.2019

BauGrund Süd
Gesellschaft für Geothermie mbH
88410 Bad Wurzach
Maybachstraße 6

Projekt:	SWM Services GmbH, 85368 Wang
Projektnr.:	AZA1901014
Anlage:	6.10



BauGrund Süd

Gesellschaft für Geothermie mbH

88410 Bad Wurzach

Maybachstraße 6

Projekt: SWM Services GmbH, 85368 Wang

Projektnr.: AZA1901014

Anlage: 6.11

P U M P V E R S U C H

Pegel 4_Klarpumpen am 03.04.2019

Brunnen

Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q (l/s)
0h00m00s	10.100	0.000	0.500
0h01m00s	10.110	0.010	0.500
0h02m00s	10.110	0.010	0.500
0h05m00s	10.110	0.010	0.500
0h10m00s	10.120	0.020	1.300
0h15m00s	10.120	0.020	1.300
0h30m00s	10.120	0.020	1.300
0h33m00s	10.140	0.040	2.000
0h36m00s	10.150	0.050	2.000
0h39m00s	10.150	0.050	2.000
0h45m00s	10.150	0.050	2.000
1h00m00s	10.150	0.050	2.000

Ende des Versuches

Versuchsdauer 1h00m00s

Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes aus einem Pumpversuch für Brunnen mit freiem Grundwasser-Spiegel (ohne Vorfeldmeßstellen)

Projekt: UP1/MIK H5b - Sanierung Bereich Stichkanal
Projektnummer: B 191135

Datum: 07.05.19
Brunnen: GWM 4

EINGANGSPARAMETER

1.Entnahmemenge:	Q1=	0,0013 m ³ /s
Gw-Mächtigkeit:	H=	4 m
Absenkung bei Q1:	s1=	0,02 m
Aquifermächt.:	m=	10 m
Abges.GW-Mächtigkeit bei Q1	h1=	3,98 m
Bohrdurchmesser:	D=	0,32 m
2.Entnahmemenge:	Q2=	0,0020 m ³ /s
2.Absenkung:	s2=	0,05 m
Abges. GW-Mächtigkeit bei Q2	h2=	3,95 m
Radius des Absenktrichters bei Q1:	Rk1 =	2,936 m nach KUSAKIN
Radius des Absenktrichters bei Q2:	Rk2 =	7,339 m nach KUSAKIN
Radius des Absenktrichters bei Q1:	Rs1 =	7,658 m nach SICHARDT
Radius des Absenktrichters bei Q2:	Rs2 =	15,05 m nach SICHARDT
Radius des Brunnens:	r =	0,16 m

Kf-Wert nach DAHLHAUS:

kf1= 1,63E-02 m/s
kf2= 1,01E-02 m/s

Kf-Wert nach DUPUIT-THIEM:

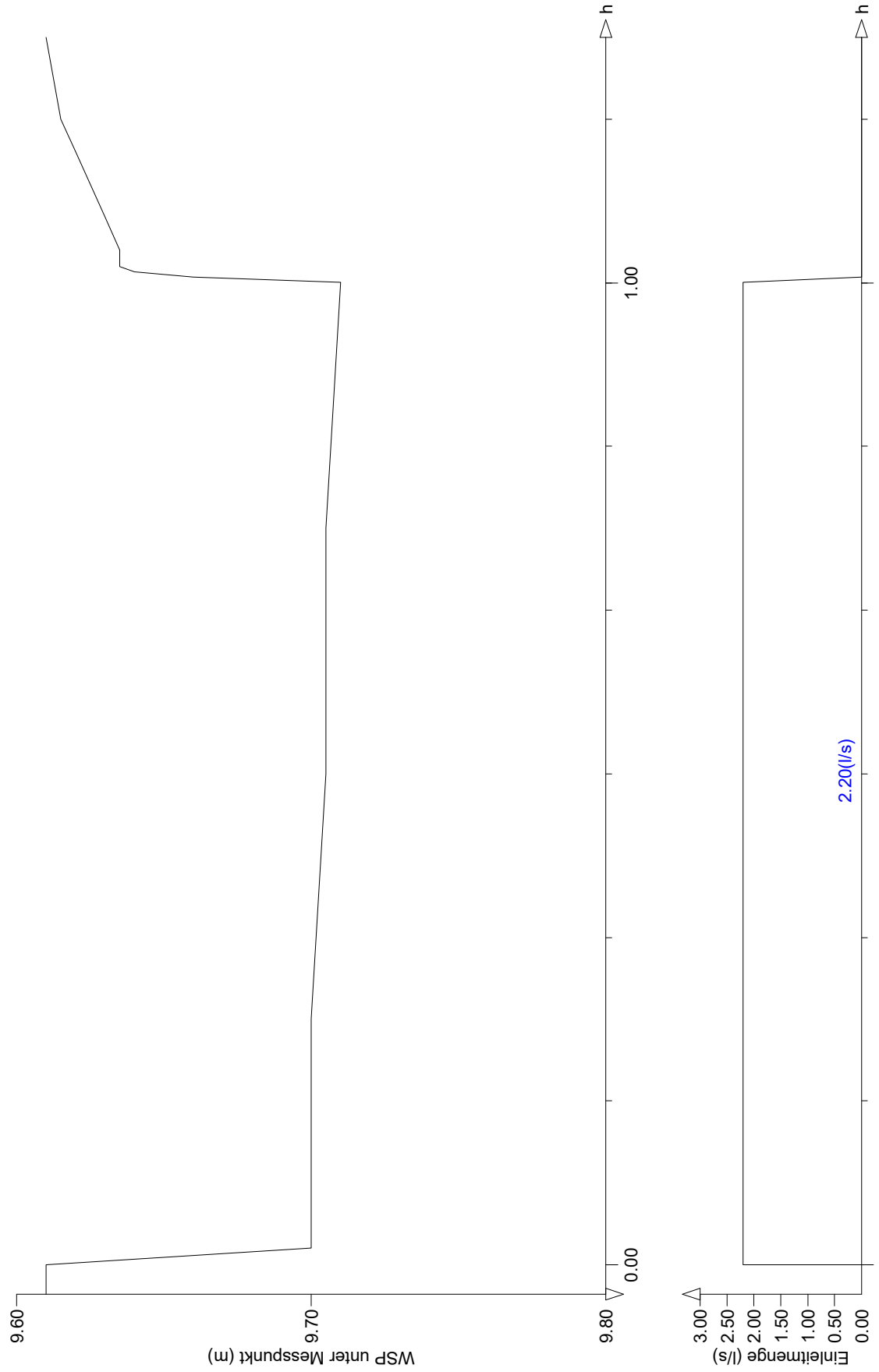
kf1= 1,00E-02 m/s
kf2= 7,28E-03 m/s

Kf-Wert nach PAAVEL/BIESKE:

kf= 3,99E-03 m/s

Pumpversuch GWM-Mik-20 am 21.02.2023

BauGrund Süd	Projekt:	85368 Moosburg an der Isar
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2207084
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK = GOK
88410 Bad Wurzach		



BauGrund Süd	Projekt:	85368 Moosburg an der Isar
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2207084
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK = GOK
88410 Bad Wurzach		

P U M P V E R S U C H
Pumpversuch GWM-Mik-20 am 21.02.2023

Brunnen

Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	9.610	0.000	2.200
0h01m00s	9.700	0.090	2.200
0h02m00s	9.700	0.090	2.200
0h05m00s	9.700	0.090	2.200
0h10m00s	9.700	0.090	2.200
0h15m00s	9.700	0.090	2.200
0h30m00s	9.705	0.095	2.200
0h45m00s	9.705	0.095	2.200
1h00m00s	9.710	0.100	2.200
1h00m20s	9.660	0.050	0.000
1h00m40s	9.640	0.030	0.000
1h01m00s	9.635	0.025	0.000
1h02m00s	9.635	0.025	0.000
1h04m00s	9.630	0.020	0.000
1h08m00s	9.620	0.010	0.000
1h10m00s	9.615	0.005	0.000
1h15m00s	9.610	0.000	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 1h15m00s

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

Projekt: MIK Halt. 5b
 Projektnummer: B221522
 Brunnen: GWM-MIK-20

Datum: 20.02.2024

EINGANGSPARAMETER

Entnahmemenge:	Q=	0,0022	m ³ /s
GW-Mächtigkeit:	H=	5,20	m
Absenkung bei Q:	s=	0,1	m
Aquifermächt.:	m=	5,20	m
Abges.GW-Mächtigkeit bei Q:	h=	5,1	m
Bohrdurchmesser:	D=	0,320	m
Radius des Absenktrichters bei Q1:	Rk =	8,5699294	m nach KUSAKIN
Radius des Absenktrichters bei Q1:	Rs =	19,607805	m nach SICHARDT
Radius des Brunnens:	r =	0,160	m

Kf-Wert nach DAHLHAUS:

—

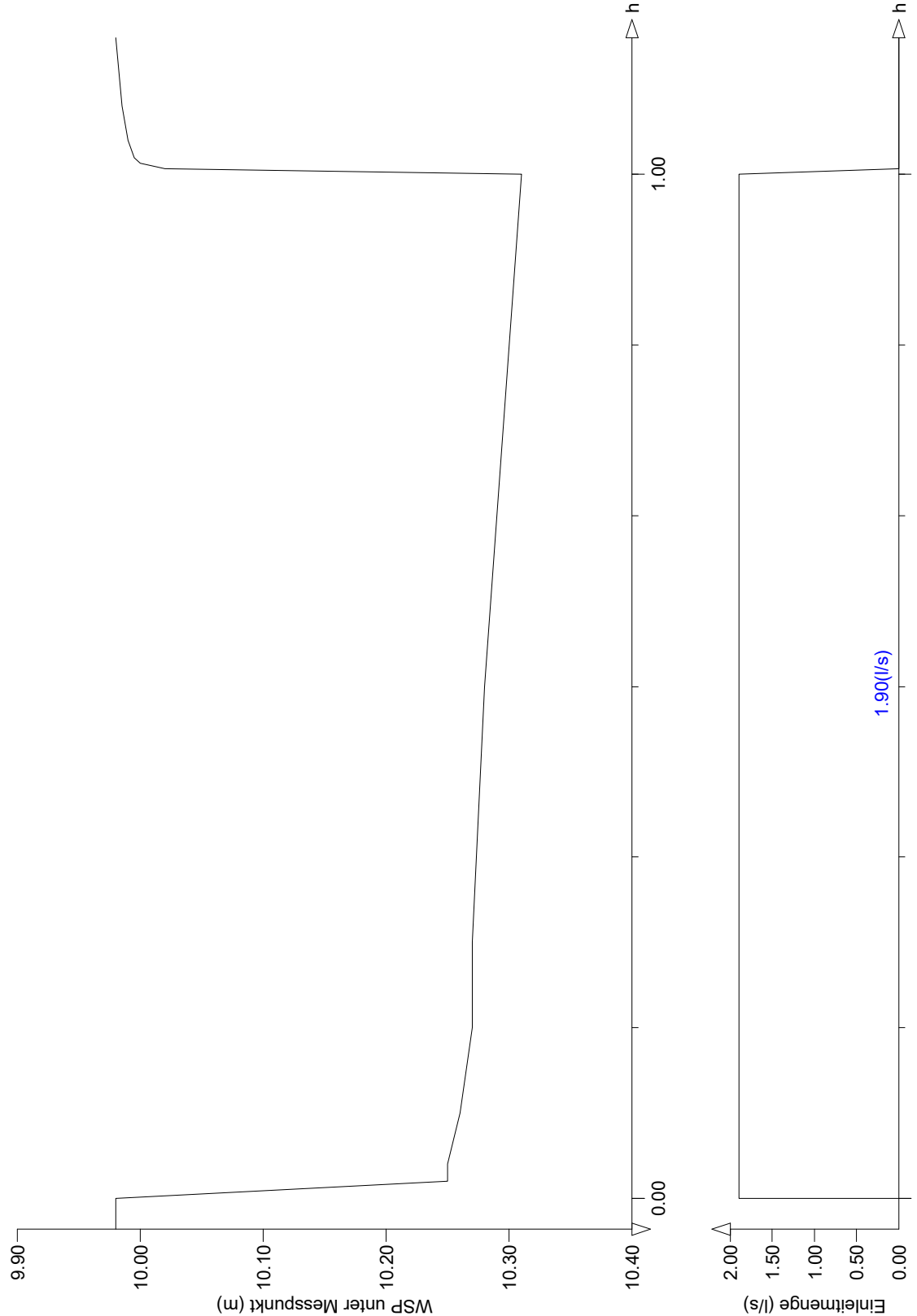
kf1= **4,27E-03 m/s**

Kf-Wert nach DUPUIT-THIEM:

kf1= **3,27E-03 m/s**

Pumpversuch GWM-Mik-21 am 21.02.2023

BauGrund Süd	Projekt:	85368 Moosburg an der Isar
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2207084
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK = GOK
88410 Bad Wurzach		



BauGrund Süd	Projekt:	85368 Moosburg an der Isar
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2207084
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK = GOK
88410 Bad Wurzach		

P U M P V E R S U C H
Pumpversuch GWM-Mik-21 am 21.02.2023

Brunnen

Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	9.980	0.000	1.900
0h01m00s	10.250	0.270	1.900
0h02m00s	10.250	0.270	1.900
0h05m00s	10.260	0.280	1.900
0h10m00s	10.270	0.290	1.900
0h15m00s	10.270	0.290	1.900
0h30m00s	10.280	0.300	1.900
0h45m00s	10.295	0.315	1.900
1h00m00s	10.310	0.330	1.900
1h00m20s	10.020	0.040	0.000
1h00m40s	10.000	0.020	0.000
1h01m00s	9.995	0.015	0.000
1h02m00s	9.990	0.010	0.000
1h04m00s	9.985	0.005	0.000
1h08m00s	9.980	0.000	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 1h08m00s

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

Projekt: MIK Halt. 5b
 Projektnummer: B221522
 Brunnen: GWM-MIK-21

Datum: 20.02.2024

EINGANGSPARAMETER

Entnahmemenge:	Q=	0,0019	m ³ /s
GW-Mächtigkeit:	H=	2,70	m
Absenkung bei Q:	s=	0,33	m
Aquifermächt.:	m=	2,70	m
Abges.GW-Mächtigkeit bei Q:	h=	2,37	m
Bohrdurchmesser:	D=	0,320	m
Radius des Absenktrichters bei Q1:	Rk =	14,859169	m nach KUSAKIN
Radius des Absenktrichters bei Q1:	Rs =	47,180881	m nach SICHARDT
Radius des Brunnens:	r =	0,160	m

Kf-Wert nach DAHLHAUS:

—

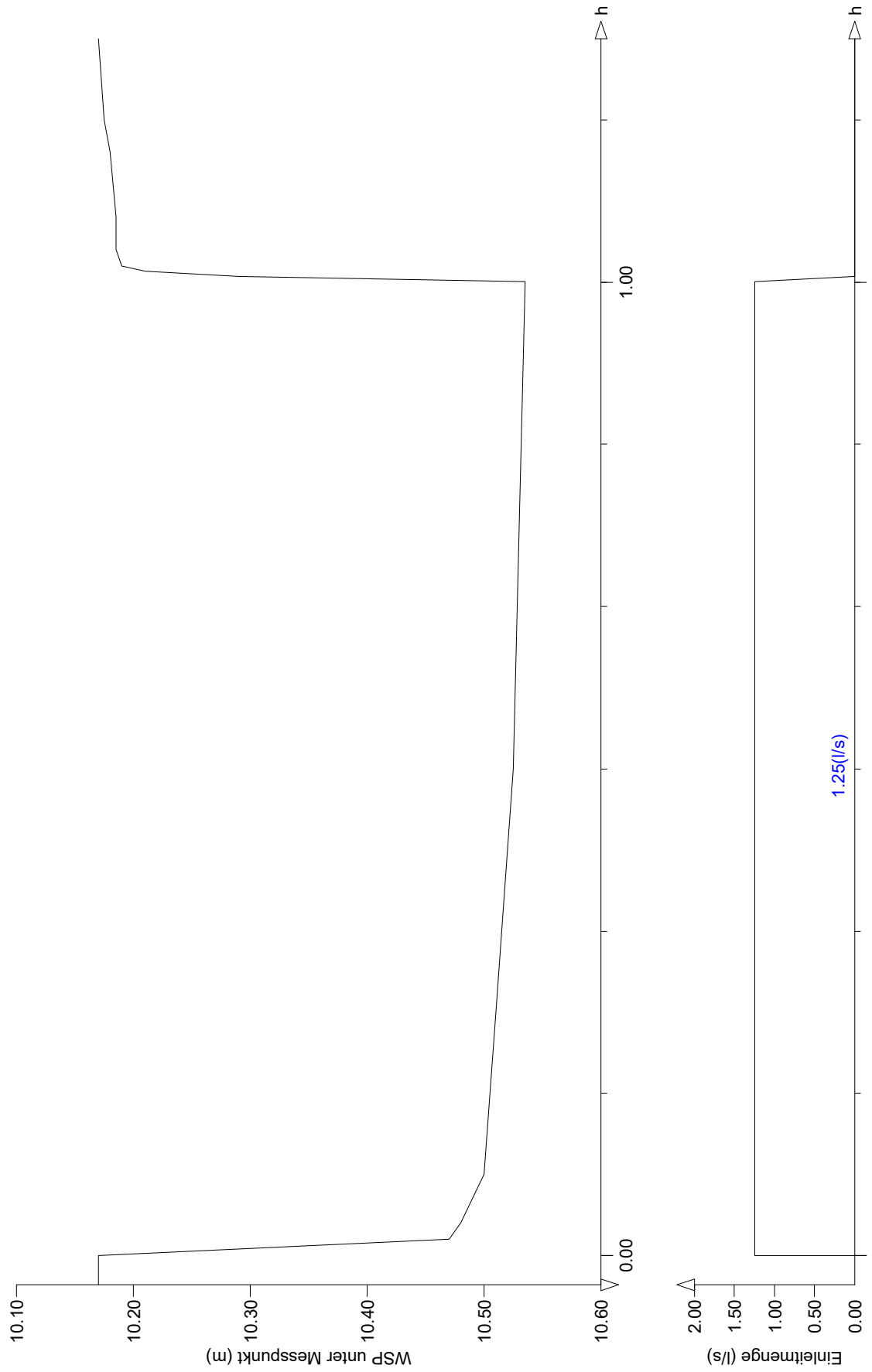
kf1= **2,27E-03 m/s**

Kf-Wert nach DUPUIT-THIEM:

kf1= **2,06E-03 m/s**

Pumpversuch GWM-Mik-22 am 21.02.2023

BauGrund Süd	Projekt:	85368 Moosburg an der Isar
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2207084
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK = GOK
88410 Bad Wurzach		



BauGrund Süd	Projekt:	85368 Moosburg an der Isar
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2207084
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK = GOK
88410 Bad Wurzach		

P U M P V E R S U C H
Pumpversuch GWM-Mik-22 am 21.02.2023

Brunnen

Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	10.170	0.000	1.250
0h01m00s	10.470	0.300	1.250
0h02m00s	10.480	0.310	1.250
0h05m00s	10.500	0.330	1.250
0h10m00s	10.505	0.335	1.250
0h15m00s	10.510	0.340	1.250
0h30m00s	10.525	0.355	1.250
0h45m00s	10.530	0.360	1.250
1h00m00s	10.535	0.365	1.250
1h00m20s	10.290	0.120	0.000
1h00m40s	10.210	0.040	0.000
1h01m00s	10.190	0.020	0.000
1h02m00s	10.185	0.015	0.000
1h04m00s	10.185	0.015	0.000
1h08m00s	10.180	0.010	0.000
1h10m00s	10.175	0.005	0.000
1h15m00s	10.170	0.000	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 1h15m00s

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

Projekt: MIK Halt. 5b

Datum: 20.02.2024

Projektnummer: B221522

Brunnen: GWM-MIK-22

EINGANGSPARAMETER

Entnahmemenge:	Q=	0,00125	m ³ /s
GW-Mächtigkeit:	H=	4,40	m
Absenkung bei Q:	s=	0,18	m
Aquifermächt.:	m=	4,40	m
Abges.GW-Mächtigkeit bei Q:	h=	4,22	m
Bohrdurchmesser:	D=	0,320	m
Radius des Absenktrichters bei Q1:	Rk =	8,7145869	m nach KUSAKIN
Radius des Absenktrichters bei Q1:	Rs =	21,675737	m nach SICHARDT
Radius des Brunnens:	r =	0,160	m

Kf-Wert nach DAHLHAUS:

—

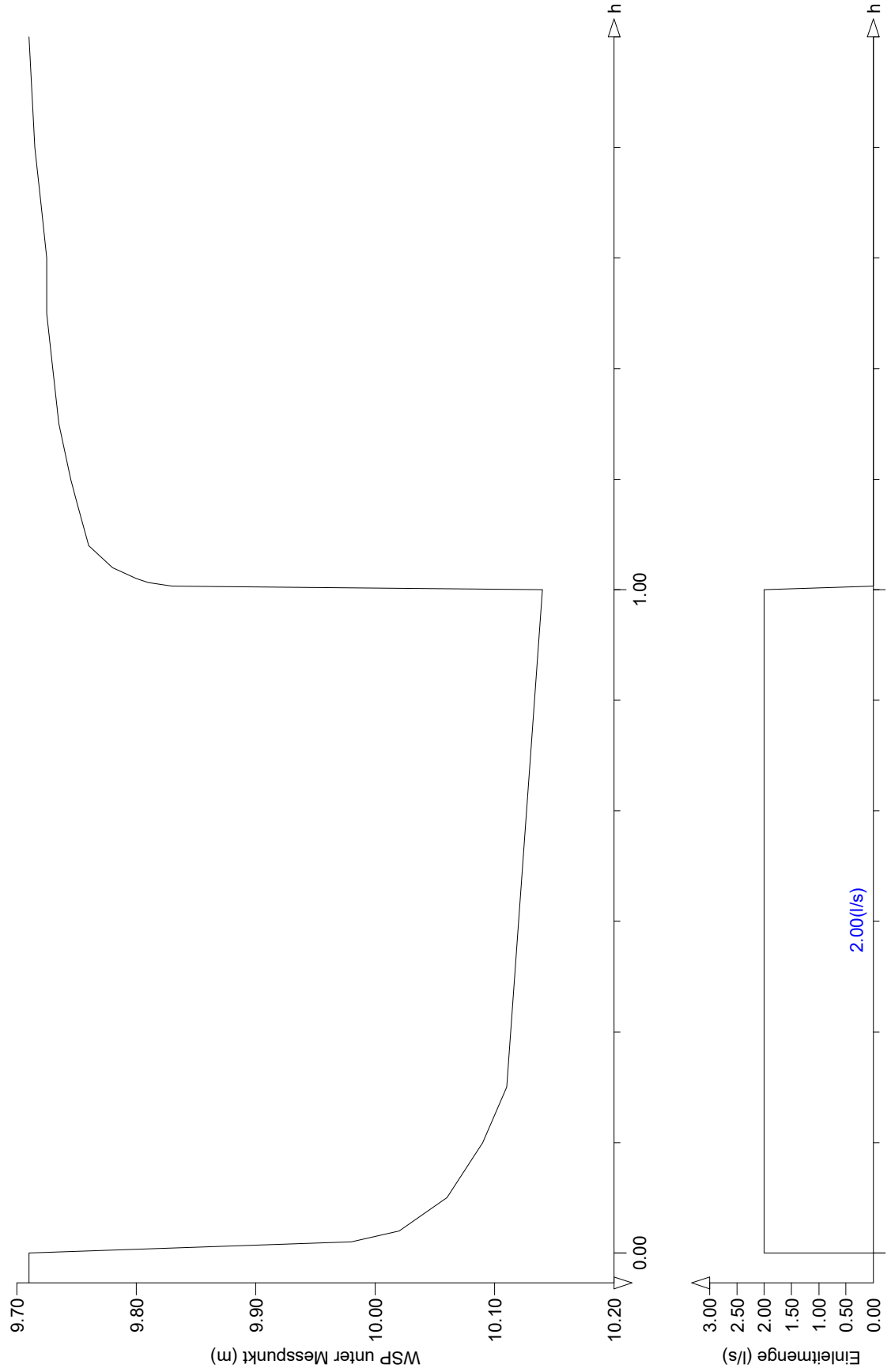
kf1= **1,61E-03 m/s**

Kf-Wert nach DUPUIT-THIEM:

kf1= **1,26E-03 m/s**

Pumpversuch GWM-Mik-23 am 20.02.2023

BauGrund Süd	Projekt:	85368 Moosburg an der Isar
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2207084
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK = GOK
88410 Bad Wurzach		



BauGrund Süd	Projekt:	85368 Moosburg an der Isar
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2207084
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK = GOK
88410 Bad Wurzach		

P U M P V E R S U C H
Pumpversuch GWM-Mik-23 am 20.02.2023

Brunnen

Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	9.710	0.000	2.000
0h01m00s	9.980	0.270	2.000
0h02m00s	10.020	0.310	2.000
0h05m00s	10.060	0.350	2.000
0h10m00s	10.090	0.380	2.000
0h15m00s	10.110	0.400	2.000
0h30m00s	10.120	0.410	2.000
0h45m00s	10.130	0.420	2.000
1h00m00s	10.140	0.430	2.000
1h00m20s	9.830	0.120	0.000
1h00m40s	9.810	0.100	0.000
1h01m00s	9.800	0.090	0.000
1h02m00s	9.780	0.070	0.000
1h04m00s	9.760	0.050	0.000
1h08m00s	9.750	0.040	0.000
1h10m00s	9.745	0.035	0.000
1h15m00s	9.735	0.025	0.000
1h20m00s	9.730	0.020	0.000
1h25m00s	9.725	0.015	0.000
1h30m00s	9.725	0.015	0.000
1h35m00s	9.720	0.010	0.000
1h40m00s	9.715	0.005	0.000
1h50m00s	9.710	0.000	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 1h50m00s

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

Projekt: MIK Halt. 5b
 Projektnummer: B221522
 Brunnen: GWM-MIK-23

Datum: 20.02.2024

EINGANGSPARAMETER

Entnahmemenge:	Q=	0,002	m ³ /s
GW-Mächtigkeit:	H=	2,40	m
Absenkung bei Q:	s=	0,43	m
Aquifermächt.:	m=	2,40	m
Abges.GW-Mächtigkeit bei Q:	h=	1,97	m
Bohrdurchmesser:	D=	0,320	m
Radius des Absenktrichters bei Q1:	Rk =	17,672459	m nach KUSAKIN
Radius des Absenktrichters bei Q1:	Rs =	59,517511	m nach SICHARDT
Radius des Brunnens:	r =	0,160	m

Kf-Wert nach DAHLHAUS: _____

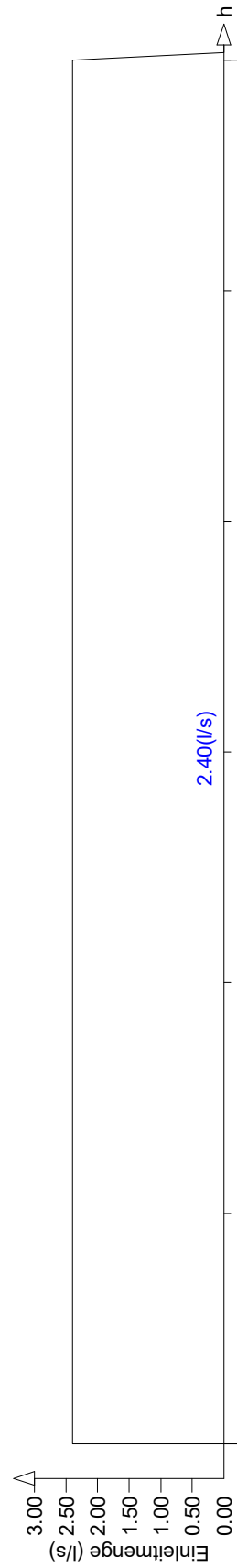
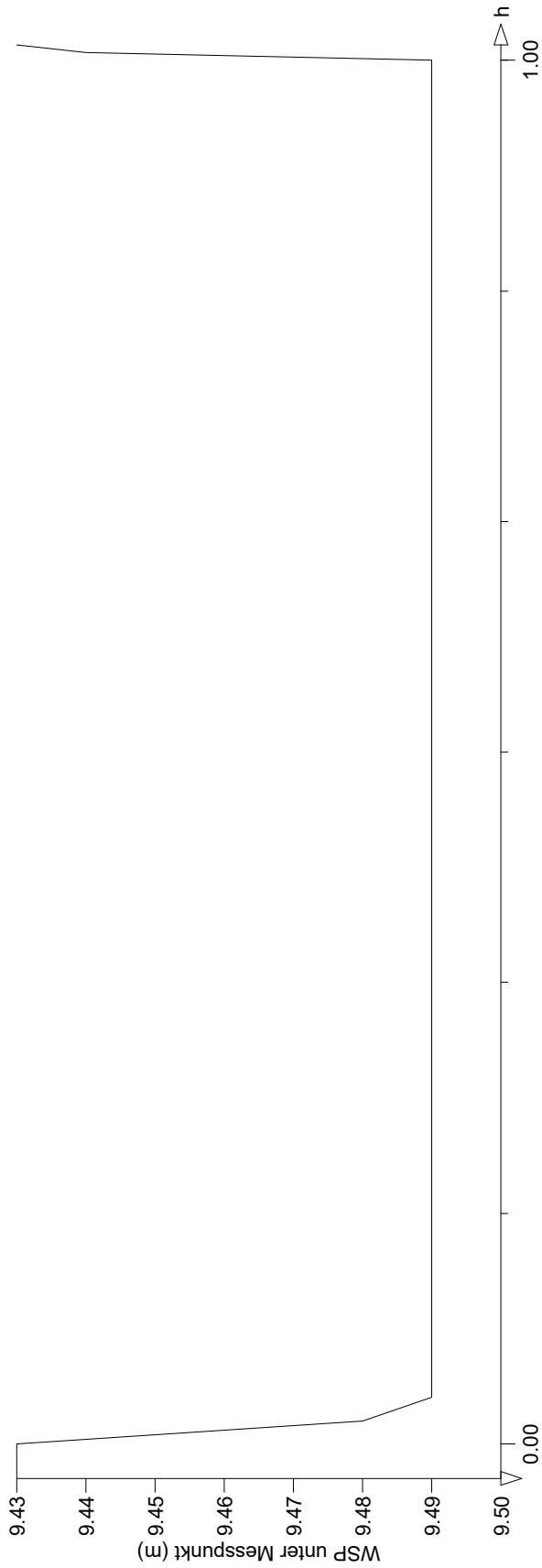
kf1= **2,13E-03 m/s**

Kf-Wert nach DUPUIT-THIEM: _____

kf1= **2,00E-03 m/s**

Pumpversuch GWM-Mik-24 am 20.02.2023

BauGrund Süd	Projekt:	85368 Moosburg an der Isar
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2207084
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK = GOK
88410 Bad Wurzach		



BauGrund Süd	Projekt:	85368 Moosburg an der Isar
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2207084
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK = GOK
88410 Bad Wurzach		

P U M P V E R S U C H
Pumpversuch GWM-Mik-24 am 20.02.2023

Brunnen

Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	9.430	0.000	2.400
0h01m00s	9.480	0.050	2.400
0h02m00s	9.490	0.060	2.400
0h05m00s	9.490	0.060	2.400
0h10m00s	9.490	0.060	2.400
0h15m00s	9.490	0.060	2.400
0h30m00s	9.490	0.060	2.400
0h45m00s	9.490	0.060	2.400
1h00m00s	9.490	0.060	2.400
1h00m20s	9.440	0.010	0.000
1h00m40s	9.430	0.000	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 1h00m40s

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

Projekt: MIK Halt. 5b
 Projektnummer: B221522
 Brunnen: GWM-MIK-24

Datum: 20.02.2024

EINGANGSPARAMETER

Entnahmemenge:	Q=	0,0024	m ³ /s
GW-Mächtigkeit:	H=	2,50	m
Absenkung bei Q:	s=	0,06	m
Aquifermächt.:	m=	2,50	m
Abges.GW-Mächtigkeit bei Q:	h=	2,44	m
Bohrdurchmesser:	D=	0,320	m
Radius des Absenkebeckens bei Q1:	R _k =	6,9417764	m nach KUSAKIN
Radius des Absenkebeckens bei Q1:	R _s =	22,906251	m nach SICHARDT
Radius des Brunnens:	r =	0,160	m

Kf-Wert nach DAHLHAUS:

—

kf1= **1,62E-02 m/s**

Kf-Wert nach DUPUIT-THIEM:

kf1= **1,28E-02 m/s**

ANLAGE (7)

**TABELLARISCHE ZUSAMMENSTELLUNG
DER HOMOGENBEREICHE**

Zusammenstellung und Beschreibung der Homogenbereiche

Kanalanlagen Uppenbornwerk 1 Moosburger Speichersee		DIN 18300:2019-09	DIN 18301:2019-09	DIN 18304:2019-09	Homogenbereich O1.1 + O1.2	Homogenbereich A1	Homogenbereich A2	Homogenbereich A3
					Mutterboden/ Oberboden	kiesige Auffüllungen	sandige Auffüllungen	Schluff / Ton Auffüllungen
	Umweltrelevante Inhaltstoffe	x	x	x	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt
Boden	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, (o') 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/m²	0 - 7 kN/m²	0 - 10 kN/m²	2 - 30 kN/m²
	undräßierte Scherfestigkeit DIN 4094-4, DIN 18136, DIN 18137-2	x	x		5 - 50 kN/m²	--	--	25 - 200 kN/m²
	Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1	x	x	x	5 - 40 %	3 - 25 %	5 - 25 %	15 - 30 %
	Plastizitätszahl DIN EN ISO 17892-12	o	x	x	10 - 30 %	--	--	10 - 50 %
	Konsistenz DIN EN ISO 17892-12	o	x	x	weich	--	--	0,50 - 1,50 (weich bis fest)
	Lagerungsdichte	o	x	x	locker	locker bis mitteldicht	locker bis mitteldicht	--
	Wichte γ / γ'	x			13 - 18 kN/m³ 3 - 8 kN/m³	18 - 22 kN/m³ 8 - 13 kN/m³	18 - 21 kN/m³ 8 - 12 kN/m³	18 - 21 kN/m³ 8 - 11 kN/m³
	Org. Anteil DIN 18128	x			2 - 10 %	0 - 5 %	0 - 5 %	0 - 5 %
	Abrasivität NF P18-579 LAK - Index		x		10 - 50 g/t	500 - 1.500 g/t	300 - 1000 g/t	50 - 250 g/t
	Bodengruppe DIN 18196	o	x	x	OU / OT / OH	[GW / GI / GU / GU*]	[SW / SI / SU / SU*]	[UL / UM / TL TM / TA]

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

o Angabe kann in der geotechnischen Kategorien GK 1 entfallen

Zusammenstellung und Beschreibung der Homogenbereiche

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

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

o Angabe kann in der geotechnischen Kategorien GK 1 entfallen

Zusammenstellung und Beschreibung der Homogenbereiche

Kanalanlagen Uppernbornwerk 1 Moosburger Speichersee		DIN 18300:2019-09	DIN 18301:2019-09	DIN 18304:2019-09	Homogenbereich B3.1	Homogenbereich B3.2	Homogenbereich B3.3 ¹⁾
					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/m²	0 - 10 kN/m²	10 - 50 kN/m²
	undräßierte Scherfestigkeit DIN 4094-4, DIN 18136, DIN 18137-2	x	x		--	--	100 - 250 kN/m²
	Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1	x	x	x	3 - 25 %	3 - 25 %	5 - 30 %
	Plastizitätszahl DIN EN ISO 17892-12	o	x	x	--	--	5 - 50 %
	Konsistenz DIN EN ISO 17892-12	o	x	x	--	--	0,75 - 1,50 (steif bis fest)
	Lagerungsdichte	o	x	x	locker bis dicht	locker bis dicht	--
	Wichte γ / γ'	x			20 - 23 kN/m³ 11 - 14 kN/m³	20 - 22 kN/m³ 11 - 13 kN/m³	19 - 22 kN/m³ 9 - 11 kN/m³
	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

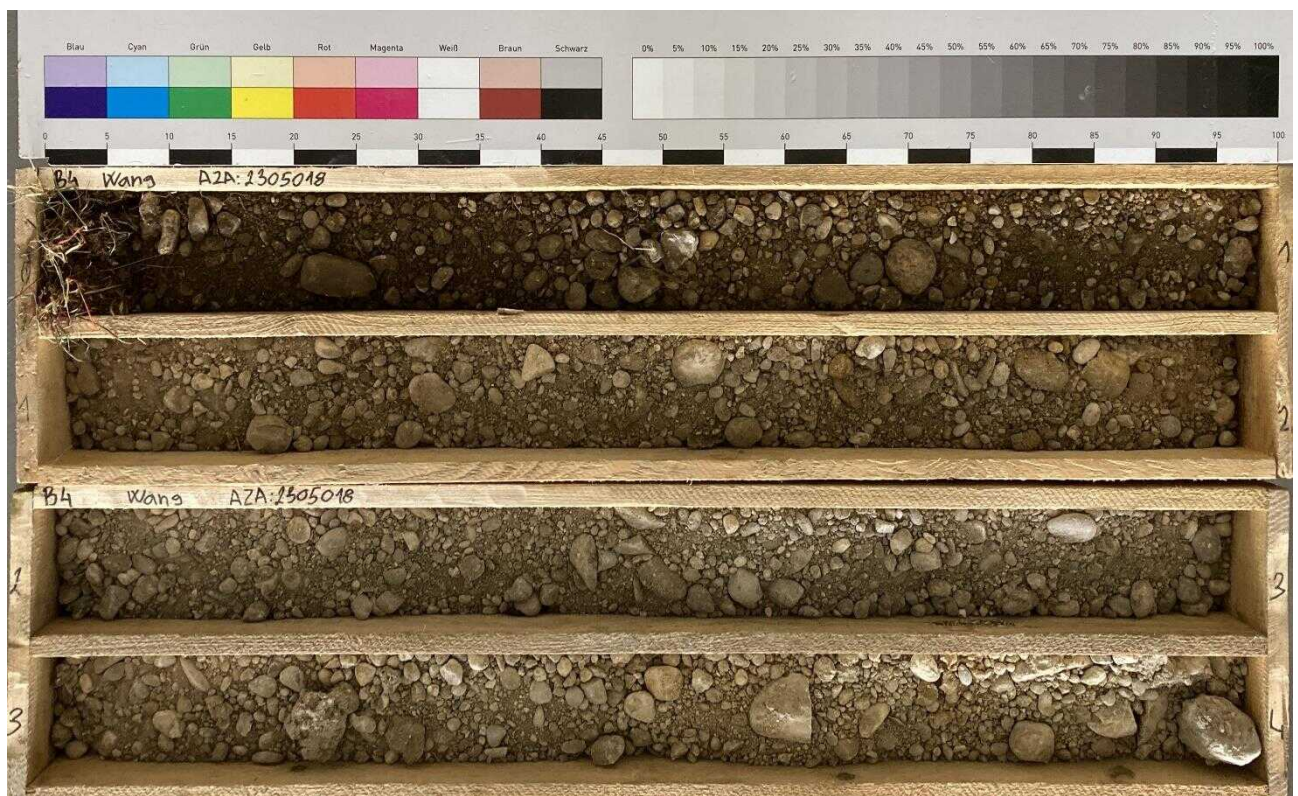
¹⁾ im Bereich Moosburger Speichersee in den tieferen Bohrungen nicht erkundet



ANLAGE (8)

**FOTOS DER BOHRUNGEN 2023 /
B04-2023 UND B05-2023**

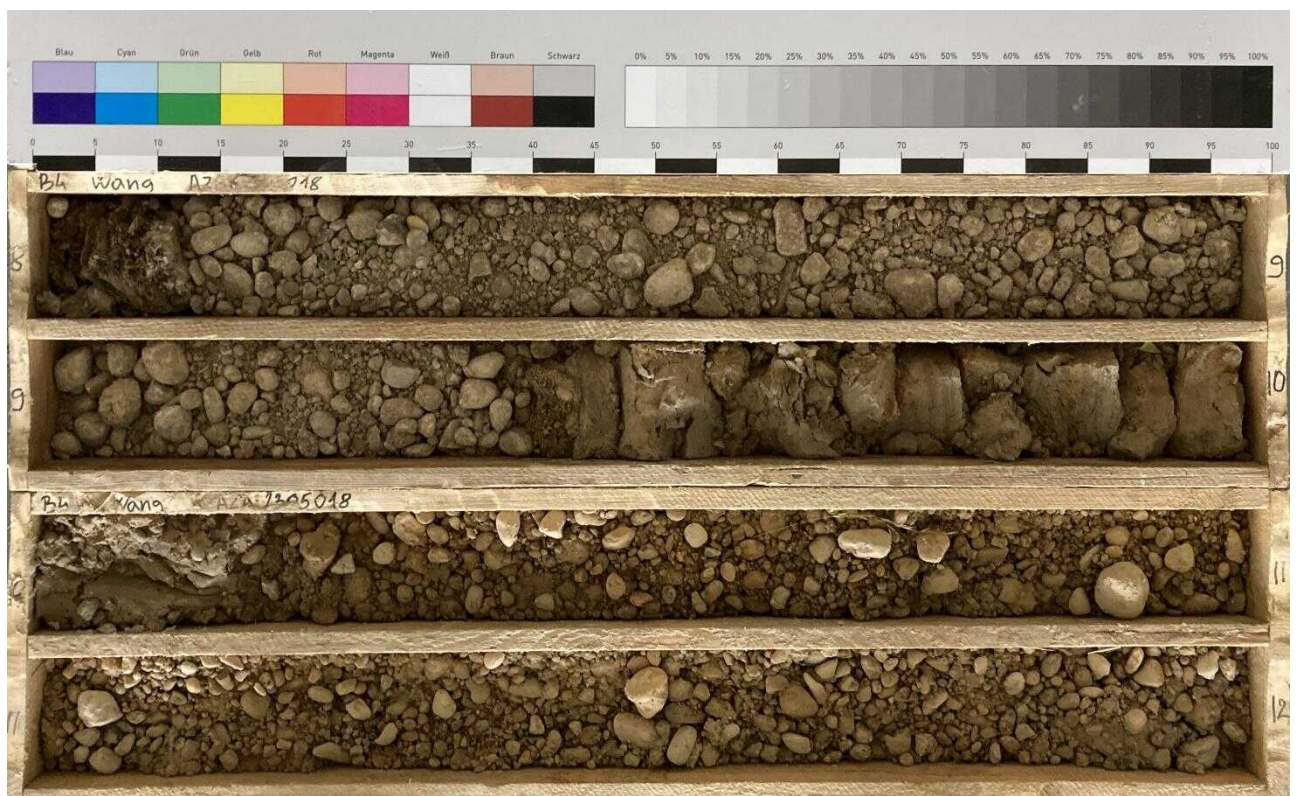
BK4: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



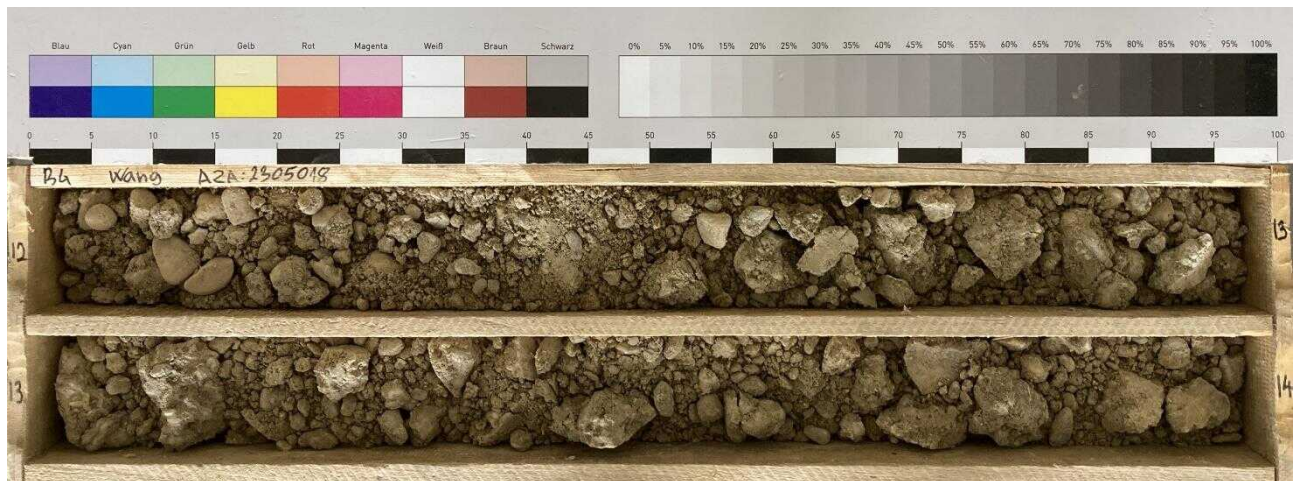
BK4: 4,0 bis 8,0 m u. GOK



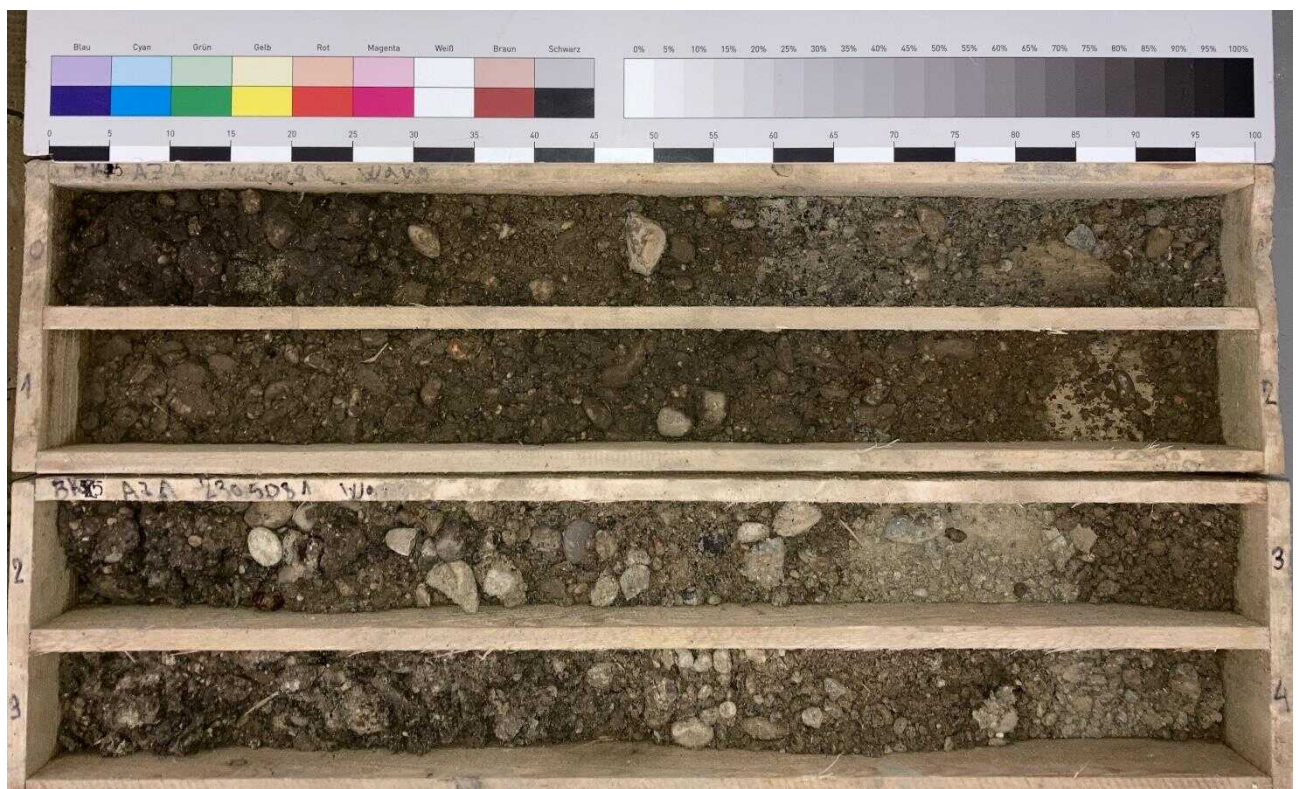
BK4: 8,0 bis 12,0 m u. GOK



BK4: 12,0 bis 14,0 m u. GOK



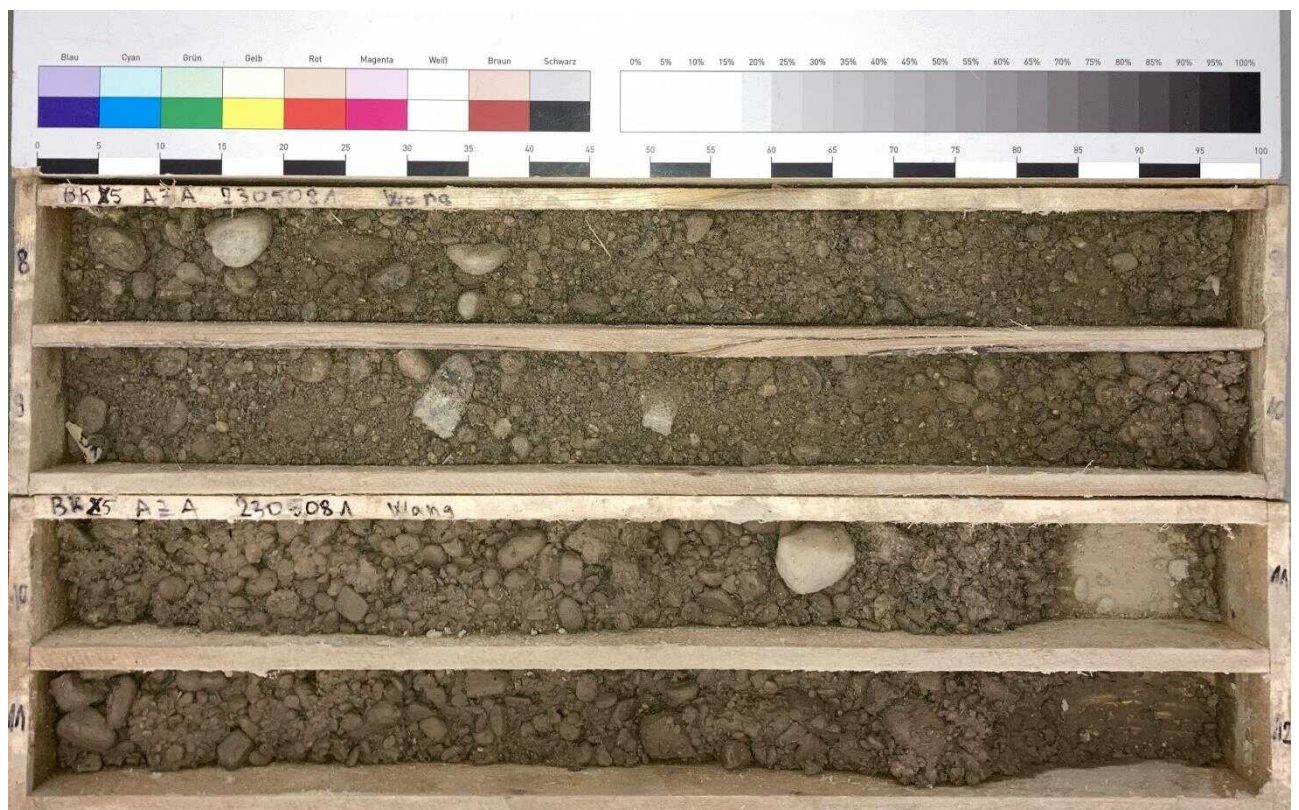
BK5: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



BK5: 4,0 bis 8,0 m u. GOK



BK5: 8,0 bis 12,0 m u. GOK



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

