



NICKOL & PARTNER AG

Akkreditiert nach
DIN EN ISO/IEC 17025

Telefon +49 8142 5782-0
Fax +49 8142 5782-99
E-Mail info@nickol-partner.de
Web nickol-partner.de

Geplante Erschließung Baugebiet „Am Hofanger“

Gemeinde Hebertshausen, Landkreis Dachau

Bericht zur Baugrund-, hydrogeologischen Untersuchung und orientierenden Schadstoffuntersuchung

49 Seiten, 6 Anlagen

Projektleitung: Mathias Schimpfle, M.Sc. Ing.-/Hydrogeol.

Projektbearbeitung: Mathias Schimpfle, M.Sc. Ing.-/Hydrogeol.
Thomas Hanke, M.Sc. Ing.-/Hydrogeol.
Lisa Bahmer, M.Sc. Umwelting.
Dr. Enrico Santoro, Dipl.-Geol.

Projektnummer: 13145-01

Auftraggeber: WipflerPLAN Erschließungsträger- und
Projektsteuerungsgesellschaft mbH
Hohenwarter Straße 124
85276 Pfaffenhofen a. d. Ilm

Auftragnehmer: NICKOL & PARTNERAG
Oppelner Straße 3 • 82194 Gröbenzell
Tel.: 0 81 42 / 57 82-0 • Fax: 0 81 42 / 57 82 99

Gröbenzell, 30.11.2023

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Allgemeines	4
1.1 Aufgabenstellung und verwendete Unterlagen	4
1.2 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse und der geplanten Baumaßnahmen	5
2 Durchgeführte Arbeiten	6
2.1 Durchgeführte Arbeiten	6
2.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen	8
2.3 Chemisch-analytische Laboruntersuchungen	8
2.4 Kampfmittel	8
3 Ergebnisse der Baugrunduntersuchung	9
3.1 Geologische und hydrogeologische Einordnung	9
3.2 Beschreibung des erbohrten Untergrundes	9
3.3 Bodenmechanische Laborergebnisse	13
3.4 Bodenklassen und charakteristische Bodenrechenwerte	15
3.5 Lokale Grundwasserverhältnisse und Bemessungswasserstände	18
3.5.1 Grundwasserverhältnisse	18
3.5.2 Lage zu Hochwassergefahrenflächen und wassersensiblen Bereichen	19
3.5.3 Vorläufige Bemessungswasserstände	20
3.5.4 Maßgebender Druckspiegel Tertiäres Grundwasser	21
3.6 Erdbebenwirkung	21
4 Ergebnisse der Pumpversuche und Beurteilung Thermische Nutzung	21
4.1.1 Hydraulische Bewertung	23
4.2.1 Hydraulische Bewertung	28
4.2.2 Auswertung der Grundwasser-Analyseergebnisse hinsichtlich einer geothermischen Nutzung	29
4.3 Bewertung der Ergebnisse und Empfehlungen zum weiteren Vorgehen	30
5 Baugrundbeurteilung und Empfehlungen für die Bauausführung	32
5.1 Geotechnische Beurteilung der erbohrten Bodenschichten	32
5.2 Empfehlungen zur Bauausführung	33
5.2.1 Gründungsempfehlung – Fußgängerbrücke	33
5.2.2 Gründungsempfehlung – Quartiersgarage	34
5.2.3 Bodenaustausch	34
5.2.4 Empfohlene Tragfähigkeitsanforderungen für die Gründungssohlen	34
5.2.5 Verlegung von Leitungen und Kanälen	35
5.2.6 Bemessungswerte Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ und Bettungsmodul k_s	36
5.2.7 Tiefgründung der Fußgängerbrücke über Rammpfähle, Spundwandprofile oder Profilträger	37
5.3 Herstellung von Baugruben	38
5.3.1 Zulässige Böschungswinkel	38
5.3.2 Ggfs. erforderliche Baugrubenverbauten und Kennwerte für die Rückverankerung	39
5.3.3 Wasserhaltung und ggfs. erforderliche Maßnahmen gegen hydraulischen Grundbruch	41
5.3.4 Maßnahmen zur Sicherung gegen Auftrieb	41
5.3.5 Außenabdichtung erdberührter Bauteile	41
5.3.6 Verfüllung von Baugruben und Arbeitsräumen	42
5.3.7 Versickerung von Niederschlagwasser	42

6	Herstellung von Verkehrsflächen	43
6.1	Frostsicherer Oberbau gem. RStO 12	43
6.2	Gutachterliche Bewertung bestehender Fahrbahnunterbau	44
7	Orientierende Schadstoffuntersuchung	44
7.1	Durchgeführte Untersuchungen	44
7.2	Analysenergebnisse und abfallrechtliche Bewertung	45
7.3	Ergänzende Hinweise	47
8	Zusammenfassung	48

Anlagen

Anlage 1	Lagepläne
Anlage 1.1	Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 15.000
Anlage 1.2	Lageplan Bohr- und Sondieransatzpunkte, Maßstab 1 : 1.250
Anlage 2	Bohrprofile und Rammsondierdiagramme
Anlage 3	Fotodokumentation
Anlage 4	Prüfbericht bodenmechanisches Labor (Febolab GmbH)
Anlage 5	Prüfberichte chemisch-analytisches Labor (Dr. Graner & Partner GmbH)
Anlage 6	Nachweis Freimessung Bohr- und Sondieransatzpunkte (Fa. Besel-KMB)

Abkürzungsverzeichnis

GOK	Geländeoberkante
AP	Bohr-/Sondieransatzpunkt
NN/NHN	Normalnull/Normal-Höhennull
OK	Oberkante
UK	Unterkante
KRB	Kleinrammbohrung
DPH	Schwere Rammsondierung
B	Bohrung
GWM	Grundwassermessstelle
GW	Grundwasser
MGW	Mittleres Grundwasserniveau
MHW	Mittlerer Höchstgrundwasserstand
HHW	Hundertjähriger Höchstgrundwasserstand
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (16 Einzelstoffe gem. US-amerikanischer Environmental Protection Agency – EPA)
AVV	Abfallverzeichnisverordnung

1 Allgemeines

1.1 Aufgabenstellung und verwendete Unterlagen

Die Gemeinde Hebertshausen, Landkreis Dachau plant die Erschließung des Baugebietes „Am Hofanger“. Der Untersuchungsbereich umfasst die Flurstücke Nr. 589, 590/1, 600/41, 619, 628 der Gemarkung Hebertshausen.

Die Nickol & Partner AG wurde auf Grundlage ihres Angebots Nr. 13145-01 vom 14.06.2023 [1] von der WipflerPLAN Erschließungsträger- und Projektsteuerungsgesellschaft mbH per Auftragschreiben vom 07.07.2023 mit einer geotechnischen und hydrogeologischen Untersuchung auf dem o.g. Gelände beauftragt [2]. Unter Berücksichtigung einer bereits vorliegenden Voruntersuchung [5] sind folgende Fragestellungen zu behandeln:

- Gründung der im nordwestlichen Teil des Baufelds geplanten Parkgarage,
- Gründung der im Süden des Baufelds geplanten Fußgängerbrücke über einen Wassergraben,
- Eingrenzung einer bei der Voruntersuchung festgestellten Torfschicht,
- Untersuchung des bestehenden Straßenaufbaus, Wohnstraße „Am Eichenberg“, nördlich des Baufelds,
- Beurteilung ggfs. erforderlicher Wasserhaltungsmaßnahmen und des zu erwartenden Grundwasserandrangs,
- Beurteilung der Machbarkeit einer thermischen Grundwassernutzung zur Gebäudeklimatisierung,
- Chemisch-analytische Untersuchung von Bodenmaterial auf ggfs. relevante Schadstoffe.

Im vorliegenden Bericht werden die Untersuchungsergebnisse dargestellt, und hinsichtlich der v.g. Fragestellungen bewertet. Die Machbarkeit einer thermischen Grundwassernutzung wird anhand der Ergebnisse eines GW-Leistungspumpversuchs, sowie einer entsprechenden chemisch-analytischen Laboranalytik beurteilt. Die Ergebnisse der chemisch-analytischen Laboruntersuchungen an Bodenproben werden gem. den geltenden abfallrechtlichen Bestimmungen bewertet.

Neben den allgemein geltenden Regelungen des Erd- und Grundbaus wurden bei der Bearbeitung folgende Unterlagen verwendet:

- [1] Angebot Nr. 13145-01 Nickol & Partner AG, 14.06.2023
- [2] Beauftragung durch die WipflerPLAN Erschließungsträger- und Projektsteuerungsgesellschaft mbH, 07.07.2023
- [3] 5. Städtebauliches Entwicklungskonzept des Planungsverbandes Äußerer Wirtschaftsraum München, Stand 20.04.2022
- [4] Planunterlagen zur Parkgarage und Fußgängerbrücke d. WipflerPLAN Erschließungsträger- und Projektsteuerungsgesellschaft mbH, Stand 30.01.2023
- [5] Grundbaulabor München GmbH: Geotechnisches Gutachten – Voruntersuchung, Erschließung Neubaugebiet „Am Hofanger“, 85241 Hebertshausen, Stand 14.09.2020
- [6] HRS Kampfmittelerkundungs- und beratungs GmbH, Hebertshausen, BG Am Hofanger, Kampfmittelvorerkundung, Luftbildauswertung und kampfmitteltechnische Stellungnahme, Stand 17.03.2023
- [7] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU): Geologische und hydrogeologische Informationen des Umweltatlas Bayern, aufgerufen im November 2023
- [8] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU): Online-Karte zu ausgewiesenen Überschwemmungsgebieten, Hochwassergefahrenflächen und wassersensiblen Bereichen, aufgerufen im November 2023

[P:\131113145_Hebertshausen_AmHofanger\13145-01_Hebertshausen_Hofanger_BGU\F_Projektresultat\B_Arbeitsstand\13145-0_Hebertshausen_AmHofanger_BGU.docx]

- [9] Geoforschungszentrum Potsdam: Online-Karte der Erdbebenzonen in Deutschland, aufgerufen im November 2023
- [10] Technische Universität München: Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Erstellung einer Datengrundlage für die Abschätzung des geothermischen Potenzials im oberflächennahen Untergrund des quartären Grundwasserleiters des Großraum Münchens“ Arbeitstitel „GEPO Münchner Schotterebene“-Studie, Stand 10.12.2015
- [11] Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW): Technische Regel. Arbeitsblatt W 118; Bonn, 2005
- [12] Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen (FGSV): Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zu Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB), Stand 2017
Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO), Stand 2012
- [13] Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV): Leitfaden „Anforderung an die Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen“ (LVGBT/Eckpunktepapier), Stand 15.07.2021
- [14] Abfallverzeichnisverordnung (AVV), Stand 30.06.2020
- [15] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA):
Arbeitsblatt A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Stand 2002
Merkblatt M 153, Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, Stand 2012
- [16] Umgang mit humusreichem und organischem Bodenmaterial, Vermeidung – Verwertung – Beseitigung, Merkblatt Bayerisches Landesamt für Umwelt, Stand 04/2016
- [17] Auskunft des Wasserwirtschaftsamtes München zu vorhandenen Grundwasserdaten im Projektgebiet, per Mail vom 10.11.2023
- [18] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU): Merkblatt Nr. 3.4/1, Umweltfachliche Beurteilung der Lagerung, Aufbereitung und Verwertung von Straßenaufbruch – Ausbauasphalt und pechhaltiger Straßenaufbruch, Stand 01.03.2019

1.2 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse und der geplanten Baumaßnahmen

Das Untersuchungsgelände erstreckt sich auf einer Freifläche im Ortsinneren von Hebertshausen, und umfasst eine Gesamtfläche von ca. 21.300 m².

Derzeit wird das Gelände überwiegend als Ackerland genutzt. Das Baugebiet wird im Osten und Süden durch einen Bachlauf begrenzt. Im Norden verläuft die Wohnstraße „Am Eichenberg“. Im Westen und Süden befinden sich angrenzende Wohnhäuser (siehe Anlagen 1.1 u. 1.2).

Entsprechend dem uns vorliegenden Städtebaulichen Entwicklungskonzept sollen auf dem Baufeld mehrere Ein- und Mehrfamilienhäuser sowie eine Parkgarage entstehen [3]. Insgesamt sollen hierbei 2 Einzelhäuser, 4 Doppelhaushälften, 23 Reihenhäuser sowie 3 Mehrfamilienhäuser mit insgesamt 61 Wohneinheiten errichtet werden.

Der Geländeverlauf im Untersuchungsbereich ist gem. Einmessung der Bohr- und Sondieransatzpunkte vor Ort per GPS nach Süden leicht abfallend. Der Höhenunterschied beträgt hierbei ca. 2m.

Die Geländehöhen an den einzelnen Untersuchungspunkten variieren zwischen ca. 472,1 m ü. NHN bei GWM 2 am südlichen Rand des Baufeldes, bis ca. 474,0 m ü. NHN bei KRB/DPH 11 im Bereich der Wohnstraße „Am Eichenberg“ im Norden des Baufeldes.

IP:\13113145_Hebertshausen_AmHofanger\13145-01_Hebertshausen_Hofanger_BGU\F_Projektresultat\B_Arbeitsstand\13145-0_Hebertshausen_AmHofanger_BGU.docx

Nickol & Partner AG

Oppelner Str. 3 • 82194 Gröbenzell
Vorsitzender des Aufsichtsrats
Peter Nickol

Vorstand

Jenö Zeltner
Markus Gogl
Thomas Bauer

Bankverbindung

Sparkasse Fürstenfeldbruck
IBAN DE91 7005 3070 0003 0084 06
BIC BYLADEM1FFB

Amtsgericht München

HRB 250432
Umsatzsteuer-ID
DE128238211

Bzgl. der Herstellung der Straßenoberbauten gehen wir von einer Bemessung nach RStO 12 aus [12].

Da es sich bei der Straße „Am Eichenberg“ um eine innerörtliche Wohnstraße handelt, gehen wir von einer Belastungsklasse Bk 0,3 bis max. Bk 1,0 gem. RStO 12 aus.

Die Bemessung des frostsicheren Oberbaus für die v.g. Belastungsklassen ist dem Kap. 7 zu entnehmen.

2 Durchgeführte Arbeiten

2.1 Durchgeführte Arbeiten

Im Zuge der Baugrunderkundungen wurden am 28.07., 29.08. und 21.09.2022 folgende Vor-Ort-Arbeiten durchgeführt:

- 3 x Verrohrte Rammkernbohrung (BK) im Bohrdurchmesser 178 mm, bis max. 15,8 m u. GOK, inkl. Durchführung je einer Bohrlochrammsondierung (BDP/SPT),
- 1 x Aufweiten der Bohrung auf Bohrdurchmesser 300 mm und Ausbau als 5 Zoll-Grundwassermessstelle (GWM 6) im ersten tertiären Grundwasserstockwerk,
- 1 x Verrohrte Rammkernbohrung im Bohrdurchmesser 300 mm bis 4,0 m u. AP (unter Bohransatzpunkt), Ausbau als 5 Zoll-Grundwassermessstelle (GWM 2) im quartären Grundwasserstockwerk bis zum ersten tertiären Grundwasserstauer (d.h. GW-stauende Schichtgrenze Quartär – Tertiär),
- 2 x GW-Leistungspumpversuch (Kurzpumpversuch) mit einer Pumpdauer von ca. 3 h, einschließlich Nachverfolgung der Absenkung des Grundwassers während des PV und des anschließenden Wiederanstiegs mit einem GW-Datenlogger,
- 7 x Kleinrammbohrung (KRB) im Bohrdurchmesser 80/60/50 mm,
- 8 x Sondierung mit der schweren Rammsonde (DPH),
- 2 x Entnahme Bohrkern Fahrbahnbefestigung zur Ermittlung der Schichtstärke und des Gehalts an polyzyklischen aromatischen Wasserstoffen (PAK),
- Einmessung der Bohr- und Sondieransatzpunkte per GPS.

Die Aufnahme der Schichtenverzeichnisse erfolgte nach DIN EN ISO 14688, die Aufnahme der schweren Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22 476:2005. Die Probenahme erfolgte je laufenden Meter, bzw. bei geologischem Schichtwechsel und/oder bei sensorischen Auffälligkeiten.

Bohrprofile, Rammsondierdiagramme und Ausbauprofile der Messstellen GWM 2 und 6 sind der Anlage 2 zu entnehmen.

Auswertung des GW-Leistungspumpversuchs und Beurteilung der Grundwasserverhältnisse hinsichtlich einer thermischen Nutzung sind dem Kap. 4 zu entnehmen.

Die per GPS ermittelten Lagekoordinaten der Untersuchungspunkte (Bezugssystem UTM 32N) sowie Ansatzhöhen und Endtiefen der Aufschlüsse (Bezugssystem DHHN 2016) sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Die Ausbautiefen und Tiefenlagen der Filterstrecken in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 1: Koordinaten, Ansatzhöhen und Endtiefen der durchgeführten Baugrundaufschlüsse

Bohrung/ Sondierung	UTM 32 Rechtswert	UTM 32 Hoch- wert	Ansatzhöhe [m ü. NHN]	Endtiefe [m u. AP]	Endtiefe [m ü. NHN]
DPH 1	5351304,81	682905,85	472,37	6,40	465,97
GWM 2	5351303,57	682978,01	472,07	4,00	468,07
B 3	5351305,04	682961,25	472,06	15,00	457,06
DPH 3	5351305,26	682960,62	472,12	6,40	465,72
KRB 4	5351297,93	682958,82	472,36	4,50	467,86
DPH 4	5351298,62	682957,85	472,42	6,10	466,32
B 5	5351420,49	682896,73	472,73	15,00	457,73
DPH 5	5351420,31	682895,91	472,73	5,90	466,83
GWM 6	5351425,53	682919,70	472,61	15,80	456,81
DPH 6	5351425,13	682919,27	472,63	6,00	466,63
KRB 7	5351424,34	682879,58	472,86	4,00	468,86
DPH 7	5351424,21	682878,62	472,85	5,80	467,05
KRB 8	5351379,21	682895,12	472,49	3,80	468,69
KRB 9	5351385,51	682923,25	472,40	3,80	468,6
KRB 10	5351380,15	682952,36	472,46	3,70	468,76
KRB 11	5351502,89	682910,21	474,03	4,80	469,23
DPH 11	5351502,98	682909,92	474,02	6,90	467,12
KRB 12	5351466,07	682881,06	473,85	4,50	469,35
DPH 12	5351466,68	682881,48	473,89	6,00	467,89

Tabelle 2: Ausbautiefe GWM 2 und GWM 6 und Grundwasserstand zum Zeitpunkt Bohrarbeiten/Pumpversuch

Messstelle	Ansatzhöhe/ Pegeloberkante [m NHN]	Endtiefe [m GOK] [m NHN]	Ausbautiefe [m u. GOK] [m NN]	Filterstrecke [m u. GOK] [m NN]	Grundwasser [m u. GOK] [m u. POK]	Grundwasser [m NN]
GWM 2	472,07 ^{a)}	4,00	3,10	1,10-3,10	1,02 ^{c)}	467,84 ^{c)}
	471,97 ^{b)}	468,7	469,6	470,97– 468,97	0,92 ^{c)}	
GWM 6	472,61 ¹⁾	15,50	13,50	5,50-13,50	1,98 ^{d)}	470,63 ^{d)}
	473,11 ²⁾	457,11	459,11	467,11-459,11	2,48 ^{d)}	

a) Ansatzhöhe Bohrung

b) Rohroberkante Pegel

c) Lichtlotmessung Ruhewasserspiegel zum Zeitpunkt des Pumpversuchs, 14.11.2023

d) Lichtlotmessung Ruhewasserspiegel zum Zeitpunkt des Pumpversuchs, 06.11.2023

2.2 *Bodenmechanische Laboruntersuchungen*

Zur genaueren Klassifizierung der erbohrten Schichten in Bodengruppen nach DIN 18196 wurden ausgewählte Proben bodenmechanischen Laboruntersuchungen unterzogen. Im Einzelnen wurden durchgeführt:

- 6 x Siebanalyse nach DIN 17892-4,
- 5 x Kombinierte Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 17892-4,
- 4 x Ermittlung der Konsistenzgrenzen (Fließ- und Ausrollgrenze) nach DIN 17892-12,
- 5 x Ermittlung des Wassergehalts nach DIN 17892-1,
- 2 x Ermittlung Glühverlust nach DIN 18128,
- 1 x Einaxiale Druckfestigkeit nach DIN EN ISO 17892-7.

Die bodenmechanischen Laboruntersuchungen erfolgten durch das Labor Febolab GmbH, 91747 Westheim. Der Prüfbericht ist der Anlage 4 zu entnehmen.

2.3 *Chemisch-analytische Laboruntersuchungen*

Im Zuge der GW-Leistungspumpversuche wurden zwei Grundwasserproben entnommen, und auf die für thermische Nutzungen maßgebenden Stoffparameter Sulfat, Sulfid, Sulfit, Nitrat, Hydrogencarbonat, Chlorid, Eisen, Mangan, Ammonium und absetzbare Stoffe untersucht. Die Analysenergebnisse hierzu sind dem Kap. 4 zu entnehmen.

Zur Abschätzung der bei der Bauausführung zu erwartenden abfallrechtlichen Belastungsklassen wurden folgende chemisch-analytische Laboruntersuchungen durchgeführt:

- Untersuchung von vier Mischproben und einer Einzelprobe der erbohrten Böden im Feststoff und im Eluat auf den Parameterumfang des bayerischen Verfüll-Leitfadens (LVGBT/Eckpunktepapier [13]),
- bei der Mischprobe MP 2 (Oberboden) und der Einzelproben B 5/0,1-1,4 (Torf) u. B 3/0,0-0,3 (Oberboden) jeweils Ermittlung des TOCs nach DIN EN 15936:2012-11,
- Untersuchung der Asphaltbohrkerne KRB 11/0,00-0,14 u. KRB 12/0,0-0,14 auf den asphalttypischen Verdachtsparameter PAK.

Die Analysenergebnisse und Zusammensetzung der einzelnen Mischproben sind in Kap. 7 zusammengestellt.

Die chemisch-analytischen Untersuchungen erfolgten durch das akkreditierte Labor Dr. Graner & Partner GmbH, 81249 München. Die Prüfberichte des Labors sind der Anlage 5 zu entnehmen.

2.4 *Kampfmittel*

Entsprechend einer uns vom AG zur Verfügung gestellten Kampfmittelvorerkundung besteht für das Baufeld kein Kampfmittelverdacht [6].

Unsererseits (Nickol & Partner AG) wurden allerdings zu eventuellen Gefährdungen durch Kriegseinwirkungen keine Untersuchungen durchgeführt.

3 Ergebnisse der Baugrunduntersuchung

3.1 Geologische und hydrogeologische Einordnung

Gem. [7] befindet sich der Untersuchungsbereich geologisch am nördlichen Rand der Münchner Schotterebene. Unmittelbar nördlich des Untersuchungsbereichs beginnt das Bayerische Tertiärhügelland.

Die Münchner Schotterebene ist eine eiszeitliche Sander- bzw. Schotterfläche, die überwiegend aus quartären Kiesen aufgebaut ist. Die quartären Kiese werden hierbei der Niederterrasse der Amper zugeordnet.

Das Grundwasser innerhalb der quartären Kiese ist bei ca. 1,0 – 3,0 m unter Geländeniveau zu erwarten (detaillierte Angaben siehe Kap. 3.5).

Gem. [7] stehen allerdings im nördlichen Teil des Baufelds jungquartäre (holozäne) Talfüllungen an. Hierbei handelt es sich um meist feinkörnige Deckschichten, die erhöhte Organikanteile (z.T. organogene Tone, Torfe) aufweisen können.

Unterhalb der quartären Kiese sind bereits in wenigen Metern Tiefe tertiäre Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse zu erwarten (OSM). Bei den durchgeführten Bohrungen wurde der Übergang zwischen quartären Kiesen und tertiärem Stauer bei ca. 2,8 – 4,0 m unter Gelände erkundet.

Das Tertiär besteht im Raum München i.d.R. aus schluffig-tonigen Ablagerungen, in dem in lokal variierenden Tiefen fein- bis mittelsandige Schichten zwischengeschaltet sein können. Bei der Baugrunderkundung wurde innerhalb der tertiären Ablagerungen, ab einer Tiefe von ca. 5,0 m, eine bereichsweise bis ca. 8 m mächtige, in südlicher Richtung auskeilende Sandschicht festgestellt. Innerhalb dieser Schicht wurde gespanntes Grundwasser angetroffen. Hinsichtlich der Bauausführung (Auftriebssicherheit der geplanten Gebäude, Vermeidung von hydraulischem Grundbruch in Baugruben) ist zu beachten, dass der Druckspiegel des quartären GW bei ca. 2 m unter Gelände festgestellt wurde. Zudem kann der Druckspiegel je nach Niederschlagsgeschehen ggfs. noch entsprechend ansteigen.

Innerhalb des quartären Grundwasserleiters sowie der tertiären Sandschicht wurden jeweils Grundwasser-messstellen die Machbarkeitsstudie Geothermie ausgebaut.

3.2 Beschreibung des erbohrten Untergrundes

Bei den Baugrunderkundungen vor Ort wurde der im Folgenden schematisch dargestellte Schichtenaufbau festgestellt. Die vollständigen Bohrprofile, einschließlich Angabe der Schichtnummern, sind der Anlage 2 zu entnehmen.

- **Asphaltdecke (Schicht Nr. 1a)**

Straße „Am Eichenberg“, Schichtdicke: 0,14 m

- **Oberboden (Schicht Nr. 1b)**

Erbohrt im Bereich Acker- und Grünflächen

Schluff, sandig, teils kiesig, durchwurzelt, humos

Schichtunterkante: lokal variierend, 0,10 – 0,50 m u. AP (unter Bohransatzhöhe)

Konsistenz: weich bis steif

Bodengruppe gem. DIN 18196, Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke: OU

Frostempfindlichkeit gem. ZTV E-StB: F3

- **Auffüllung, Schluff/Ton (Schicht Nr. 2)**

Erbohrt bei GWM 2 und B 3

Schluff, sandig, kiesig, teils organische Beimengungen, vereinzelt Ziegelreste

Schichtunterkante: 0,40 – 0,80 m u. AP (unter Bohransatzhöhe)

Konsistenz: weich bis steif

Bodengruppen DIN 18196: [UL/UM]

Frostempfindlichkeit ZTV E-StB: F3

- **Auffüllung, Kies (Schichten Nr. 3a/3b)**

Erbohrt bei KRB 4 sowie im Unterhalb Straßenbefestigung „Am Eichenberg“ (KRB 11 u. 12)

Kies, sandig, teils schwach schluffig/tonig

Schichtunterkante: bei 0,4 (KRB 4) bis 1,6 m u. AP (Straße „Am Eichenberg“)

Lagerungsdichte: locker (Schicht 3a) bis mitteldicht (Schicht 3b)

Bodengruppen DIN 18196: [GW/GI], [GU/GT]

Frostempfindlichkeit ZTV E-StB: F1 [GW/GI], F2 [GU/GT]

- **Auffüllung, Kies/Sand, erhöhte Feinanteile (Schicht Nr. 3c)**

Erbohrt im Bereich Straße „Am Eichenberg“ (KRB 11 u. 12)

Kies/Sand, stark schluffig/stark tonig, teils organische Beimengungen

Schichtunterkante: bei ca. 2,6 m u. AP

Lagerungsdichte: locker

Bodengruppen DIN 18196: [GU*/GT*], [SU*/ST*]

Frostempfindlichkeit ZTV E-StB: F3

- **Deckschichten, teils organisch (Schicht Nr. 4)**

Erbohrt bei KRB 4, B 5, GWM 6, KRB 7, KRB 8, KRB 9, KRB 10, KRB 11, KRB 12

Ton, sandig, schwach kiesig, stark organisch sowie Torf, zersetzt bis mäßig zersetzt

teils Kies/Sand, stark schluffig, organisch

Schichtunterkante: lokal variierend, 0,40 – 1,50 m u. AP (unter Bohransatzhöhe)

im Straßenbereich „Am Eichenberg“ bei KRB 11 u. 12 unterhalb der Auffüllung,
Tiefenbereich 1,8 – 3,4 m u. AP

Bodengruppen DIN 18196: HZ, OT, OK, TL/TM, UL/UM, SU*/ST*, GU*/GT*

Frostempfindlichkeit ZTV E-StB: F3

Konsistenz Torfe, Tone, Schluffe: überwiegend weich, teils weich bis steif

Lagerungsdichte Kiese, Sande: locker

- **Quartäre Kiese (Schicht Nr. 5a/5b)**

Alle Bohrungen

Kies, sandig bis stark sandig, überwiegend schwach schluffig

Schichtunterkante: lokal variierend bei 2,8 bis 4,0 m u. AP (unter Bohransatzhöhe)

Bodengruppen DIN 18196: überwiegend GU/GT, lokal GW/GI, GU*/GT*

Frostempfindlichkeit ZTV E-StB: überwiegend F2 (GU/GT), lokal F1 (GW/GI), F3 (GU*/GT*)

Lagerungsdichte: überwiegend locker (Schicht 5a), teils mitteldicht (Schicht 5b)

- **Tertiäre Tone/Schluffe (Schicht Nr. 6a/6b)**

Alle Bohrungen, i.d.R. die quartären Kiese unterlagernd

Ton/Schluff, sandig

Schichtunterkante: bis zur maximalen Erkundungstiefe von 15,8 m nicht erbohrt

Bodengruppen DIN 18196: überwiegend TL/TM (Plastizität leicht- bis mittelplastisch)

Frostempfindlichkeit ZTV E-StB: F3

Konsistenz: teils halbfest bis fest (Schicht Nr. 6b),

im Übergang zum Quartär i.d.R. weich bis steif (Schicht Nr. 6a)

- **Tertiäre Sande (Schicht Nr. 7)**

Erbohrt bei GWM 2, B 3, B 5 und B 6, teils die quartären Kiese unterlagernd

Lokal bis zu ca. 8 m mächtige wasserführende Sandschicht innerhalb der tertiären Tone/Schluffe (Schicht Nr. 6)

Sand, schwach schluffig/schwach tonig bis schluffig/tonig, teils stark schluffig/stark tonig

Schichtunterkante: lokal variierend, bei max. 13,6 m u. AP (GWM 6)

Bodengruppen DIN 18196: SU/ST, SU*/ST*

Frostempfindlichkeit ZTV E-StB: F2 (SU/ST), F3 (SU*/ST*)

Lagerungsdichte: überwiegend dicht, lokal mitteldicht

Die o.g. Angaben zu den Konsistenzen der feinkörnigen Böden entsprechen der Bodenansprache des Bau-Grundgutachters vor Ort. Diese wurden durch die Laborversuche zur Ermittlung der Konsistenzgrenzen (Fließ- und Ausrollgrenze) nach DIN 17892-12 bestätigt (siehe Kap 3.3).

Die Angaben zur Lagerungsdichte basieren auf den Ergebnissen der schweren Rammsondierungen (DPH) und der Bohrlochrammsondierungen (BDP/SPT, siehe Anlage 2).

In Anlehnung an die geltenden Regelwerke (DIN 4094, Teil 3) sowie Erfahrungswerte wird für grob- und gemischtkörnige Böden über Grundwasser bei der schweren Rammsondierung von der in Tabelle 2 angegebenen Korrelation zwischen Schlagzahl N_{10} (Schläge je 10 cm Eindringtiefe) und Lagerungsdichte ausgegangen. In der Tabelle 3 ist die entsprechende Korrelation für grob- und gemischtkörnige Böden im Grundwasser dargestellt.

Tabelle 3: Korrelation Schlagzahl N_{10} – Lagerungsdichte grob- und gemischtkörnige Böden, über Grundwasser

$N_{10} < 8$	$8 \leq N_{10} \leq 17$	ab $N_{10} = 18$
Lockere Lagerung	Mitteldichte Lagerung	Dichte Lagerung

Tabelle 4: Korrelation Schlagzahlen N_{10} – Lagerungsdichte grob- und gemischtkörnige Böden, im Grundwasser

$N_{10} < 4$	$4 \leq N_{10} \leq 11$	ab $N_{10} = 12$
Lockere Lagerung	Mitteldichte Lagerung	Dichte Lagerung

Die Ergebnisse der Bohrlochrammsondierungen bestätigen die überwiegend dichte Lagerung der Tertiären Sande (Schicht Nr. 7):

Tabelle 5: Ergebnisse der Bohrlochrammsondierung (BDP/SPT)

Bohrung	Ansatzhöhe [m ü. NHN]	Tiefe BDP [m u. GOK] / [m NHN]	Boden- gruppe	Schlagzahlen N_{15}	Schlagzahl N_{30}	Lagerungs- dichte
B 3	472,37	12,00 – 12,30	SU*/ST*	21 / 30 +, Abbruch	> 30	dicht
		460,37 – 460,07				
B 5	472,73	10,00 – 10,30	SU*/ST*	23 / 30 +, Abbruch	> 30	dicht
		462,73 – 462,43				
GWM 6	472,61	7,00 – 7,30	SU*/ST*	18 / 30 +, Abbruch	> 30	dicht
		465,61 – 465,31				

3.3 Bodenmechanische Laborergebnisse

Ergebnisse der Siebanalysen/Sieb-Schlamm-Analysen

Die Ergebnisse der Kornverteilungsanalysen nach DIN 17892-4 sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

Tabelle 6: Ergebnisse der Kornverteilungsanalysen und überschlägige k_f -Werte

Schicht Nr.	Probe/ Entnahmetiefe	Material/ Bodenart	Bodengruppe DIN 18196	k_f [m/s] ^{a)}	k_f [m/s], Korrekturfaktor 0,2 gem. DWA-A 138 [15]
3a	KRB 11/ 0,14-1,00	G, s, u'/t'	GU/GT	$7,15 * 10^{-4}$	$1,43 * 10^{-4}$
3b	KRB 12 / 0,14-1,00	G, s, u'/t'	GU/GT	$2,42 * 10^{-4}$	$4,85 * 10^{-5}$
4	KRB 12/1,80-2,60	S, u/t, g, o	SU*/ST*	$2,35 * 10^{-6}$	$4,70 * 10^{-7}$
5a	B 5 / 2,60-3,50	G, u/t, s	GU*/GT*	$1,39 * 10^{-5}$	$2,78 * 10^{-6}$
5a	KRB 7 / 1,00-2,60	G, s, u'/t'	GU/GT	$3,73 * 10^{-4}$	$7,46 * 10^{-5}$
5b	GWM 2 / 1,50 – 2,80	G, s	GW	$6,52 * 10^{-4}$	$1,30 * 10^{-4}$
5b	KRB 4 /2,00-3,00	G, s*, u'/t'	GU/GT	$1,47 * 10^{-4}$	$2,95 * 10^{-5}$
5a/5b	KRB 8 / 1,00-2,00	G, s, u'/t'	GU/GT	$5,00 * 10^{-4}$	$1,00 * 10^{-4}$
5a/5b	KRB 10 / 0,90-2,00	G/S, u'/t'	GU/GT	$1,89 * 10^{-4}$	$3,77 * 10^{-5}$
7	GWM 6 / 8,00-10,00	S, u'/t'	SU/ST	$3,79 * 10^{-5}$	$7,59 * 10^{-6}$
7	GWM 6 / 12,00-13,60	S, u'/t'	SU/ST	$2,51 * 10^{-5}$	$5,02 * 10^{-6}$

a) Abschätzung anhand der Sieblinien n. BEYER/BIALAS, Mittelwert (Einzelwerte siehe bodenmechan. Prüfbericht, Anlage 4)

Ergebnisse der Konsistenzbestimmungen

Zur Überprüfung der bei der Bohrgutansprache vor Ort festgestellten Konsistenzen der feinkörnigen Böden und genaueren Klassifizierung in Bodengruppen nach DIN 18196 wurden die in Tabelle 7 dargestellten Konsistenzbestimmungen durchgeführt (Bestimmung Fließ- u. Ausrollgrenze nach DIN 17892-12, in Verbindung mit Bestimmung Wassergehalt nach DIN 17892-1).

Tabelle 7: Ergebnisse Konsistenzbestimmungen/Bestimmung Wassergehalt

Schicht Nr.	Bohrung/ Entnahmetiefe	Material/ Bodenart	Wasser- gehalt [%]	Plastizität	Bodengruppe DIN 18196	Konsistenz- zahl I _c	Konsis- tenz
4	KRB 8/0,25-0,50	T, s', g', o*	40,7	ausgeprägt plastisch	OT	0,60	weich
4	KRB 9/0,50-0,70	T, s', o*	93,1	ausgeprägt plastisch	OT	0,88	steif
4	KRB 11/2,50-3,40	T, s', g', o*	33,6	ausgeprägt plastisch	OT	0,84	steif
6b	B 5/4,30-4,60 (UP1)	T/U, s	13,3	mittel- plastisch	TM	1,33	fest

Die Ergebnisse der Konsistenzbestimmungen im bodenmechanischen Labor bestätigen die Bohrgutansprache vor Ort.

Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18128

Zur Ermittlung des Gehaltes an organischer Substanz wurden zwei Proben der Deckschichten (Schicht Nr. 4) auf Glühverlust untersucht (Tabelle 8).

Tabelle 8: Ergebnisse Glühverlust

Schicht Nr.	Bohrung/ Entnahmetiefe	Material/ Bodenart	Wassergehalt [%]	Bodengruppe	Glühverlust [%]
4	KRB 8 /0,25-0,50	T, s', g' o*	40,7	OT	13,3
4	KRB 12/1,80-2,60	S, u/t, g, o	--	SU*/ST*	3,1

Einaxialer Druckversuch nach DIN EN ISO 17892-7

Gem. Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle (EA-Pfähle) ist bei Tiefgründungen in bindigen Schichten der Ansatz von Pfahlspitzendrücken nur dann zulässig, wenn die Baugrundsicht im Tiefenbereich des Pfahlfußes eine undrainierte Scherfestigkeit $c_u \geq 100 \text{ kN/m}^2$ aufweist.

Zum Nachweis des v.g. Scherfestigkeitswertes wurde daher eine ungestörte Probe aus dem Tiefenbereich tertiärer Tone/Schluffe, Baugrundsicht 6b auf einaxiale Druckfestigkeit (q_u) nach DIN 17892-7 untersucht.

Die undrainierte Scherfestigkeit errechnet sich gem. der Beziehung $c_u = q_u / 2$.

Tabelle 9: Einaxiale Druckfestigkeit u. undrainierte Scherfestigkeit tertiäre Tone/Schluffe (Schicht Nr. 6b)

Schicht Nr.	Probe	Material	Wassergehalt [%]	Einaxiale Druckfestigkeit q_u [kN/m ²]	Undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]
6b	B 5/13,50–15,00	T/U, s	15,9	285	143

Der Prüfbericht des bodenmechanischen Labors ist der Anlage 4 zu entnehmen

3.4 **Bodenklassen und charakteristische Bodenrechenwerte**

Auf Grundlage der Untersuchungen sowie Erfahrungswerten können den aufgeschlossenen Böden folgende Bodenrechenwerte, Bodenklassen (DIN 18300/DIN 18301) und Homogenbereiche zugewiesen werden:

Tabelle 10: Baugrundmodell, Bodenklassen, Bodenrechenwerte

Bodenklassen/ Bodenrechenwerte	Oberboden Schluff, sandig, teils kiesig, durchwurzelt, humos	Auffüllung, Schluffe/Tone Sandig, kiesig, teils org. Beimengungen, verein- zelt Ziegelreste	Auffüllung, Kiese Sandig, teils schwach schluffig/ schwach tonig	
			3a	3b
Schicht Nr.	1	2	3a	3b
Lokalität/Aufschluss	Acker, Grünflächen	GWM 2, B 3	KRB 4, KRB 11	KRB 12
Schichtunterkante [m u. GOK]	ca. 0,1 bis 0,5 m	ca. 0,4 bis 0,8 m	ca. 0,5 bis 1,5 m	ca. 1,8 m
Lagerungsdichte/ Konsistenz	weich bis steif	weich bis steif	locker	mitteldicht
Bodengruppe (DIN 18196)	OU	[UL/UM]	[GW/GI], [GU/GT]	[GW/GI], [GU/GT]
Bodenklassen (DIN 18300)	1	4	3	3
Bodenklasse (DIN 18301)	BO 1	BB 2	BN 1	BN 1
Wichte γ [kN/m ³] erdfeucht	17,0	19,0	19,0	21,0
Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	7,0	9,0	11,0	13,0
Reibungswinkel ϕ [°]	17,0	25,0	32,0	35,0
Kohäsion c' [kN/m ²]	3,0	3,0	0,0	0,0
Charakt. Steifemodul E_s [MN/m ²]	1,0	1,0	30,0	50,0
Frostempfindlichkeit gem. ZTV E-StB [12]	F3	F3	F1 [GW/GI], F2 [GU/GT]	F1 [GW/GI], F2 [GU/GT]
Durchlässigkeit k_f [m/s] (entsprechend Kornver- teilung/Erfahrungswerte)	ca. $10^{-5} - 10^{-9}$ a)	ca. $10^{-7} - 10^{-9}$ a)	$1,43 \cdot 10^{-4}$ b)	$4,85 \cdot 10^{-5}$ b)
Versickerungsfähigkeit	nur Mulden- versickerung	nicht versicker- ungsfähig	bedingt versicker- ungsfähig c)	bedingt versicker- ungsfähig c)
Rammpbarkeit	leicht	leicht bis mittelschwer	leicht bis mittelschwer	mittelschwer bis schwer
Homogenbereich, Erdarbeiten (DIN 18300)	Erd A	Erd B		
Homogenbereich, Bohrarbeiten (DIN 18301)	Boh A	Boh B		
Homogenbereich Ramm- Rüttel- u. Pressarbeiten (DIN 18304)	Ramm A			Ramm B

a) Erfahrungswerte

b) anhand Korngrößenverteilung ermittelt (BEYER/BIALAS, Korrekturfaktor 0,2 gem. DWA-Arbeitsblatt A 138)

c) Versickerung durch aufgefüllte Bodenschichten grundsätzlich nur zulässig, wenn Auffüllung nachweislich keine Schadstoffbelastungen aufweisen

Tabelle 11: Baugrundmodell, Bodenklassen, Bodenrechenwerte

Bodenklassen/ Bodenrechenwerte	Auffüllung, Kiese/Sande Stark schluffig/ stark tonig, organi- sche Beimengungen	Deckschichten Torfe u. organogene Tone, Tone/Schluffe, Kiese/Sande mit org. Beimengungen	Quartäre Kiese Sandig, teils schwach schluffig/ schwach tonig	
Schicht Nr.	3c	4	5a	5b
Lokalität/Aufschluss	KRB 11, KRB 12	KRB 4, B 5, GWM 6, KRB 7, KRB 8, KRB 9, KRB 10, KRB 11	alle Bohrungen außer KRB 12	alle Bohrungen außer GWM 6, KRB 11
Schichtunterkante [m u. GOK]	ca. 2,5 m	ca. 0,4 bis 1,5 m	ca. 2,8 bis 4,0 m	
Lagerungsdichte/ Konsistenz	locker	locker/ weich bis steif	locker	mitteldicht
Bodengruppe (DIN 18196)	[GU*/GT*], [SU*/ST*]	HZ, OK, OT, TL/TM, UL/UM, SU*/ST*, GU*/GT*	überw. GU/GT, lokal GW/GI, GU*/GT*	überw. GU/GT, lokal GW/GI, GU*/GT*
Bodenklassen (DIN 18300)	4	4 / 5	3 / 4	3 / 4
Bodenklasse (DIN 18301)	BN 2	BO 1, BB 2, BN 2	BN 1 / BN 2	BN 1 / BN 2
Wichte γ [kN/m ³] erdfeucht	18,0	18,0	19,0	21,0
Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	10,0	8,0	11,0	13,0
Reibungswinkel ϕ [°]	30,0	15,0 – 25,0	33,0	35,0
Kohäsion c' [kN/m ²]	3,0	1,0 – 3,0	1,0	3,0
Charakt. Steifemodul E_s [MN/m ²]	15,0	2,0 – 10,0	30,0	60,0
Frostempfindlichkeit gem. ZTV E-StB [12]	F3	F3	überwiegend F2 (GU/GT) lokal u. F1(GW/GI), F3 (GU*/GT*)	überwiegend F2 (GU/GT) lokal u. F1(GW/GI), F3 (GU*/GT*)
Durchlässigkeit k_f [m/s] (entsprechend Kornver- teilung/Pumpversuch)	ca. $10^{-5} - 10^{-7}$ a)	$4,70 \cdot 10^{-7}$ b)	$2,78 \cdot 10^{-6} - 7,14 \cdot 10^{-4}$ b)	
Versickerungsfähigkeit	Versickerung nicht empfohlen	nicht versicker- ungsfähig	Versickerungsfähig	
Rammpbarkeit	leicht bis mittelschwer	leicht	leicht bis mittelschwer	mittelschwer bis schwer
Homogenbereich, Erdarbeiten (DIN 18300)	Erd B	Erd C	Erd D	
Homogenbereich, Bohrarbeiten (DIN 18301)	Boh B	Boh A	Boh C	
Homogenbereich Ramm-, Rüttel- u. Pressarbeiten (DIN 18304)	Ramm A			Ramm B

a) Erfahrungswerte

b) anhand Korngrößenverteilung ermittelt (BEYER/BIALAS, Korrekturfaktor 0,2 gem. DWA-Arbeitsblatt A 138) sowie Auswertung Pumpversuch, s. Kap. 4.1.

Tabelle 12: Baugrundmodell, Bodenklassen, Bodenrechenwerte

Bodenklassen/ Bodenrechenwerte	Tertiäre Tone/Schluffe Sandig		Tertiäre Sande schwach schluffig/schwach tonig bis schluffig/tonig
	6a	6b	7
Schicht Nr.			
Lokalität/Aufschluss	KRB 4, B 5, GWM 6, KRB 10, KRB 11, KRB 12	alle Bohrungen	GWM 2, B 3, B 5, GWM 6,
Schichtunterkante [m u. GOK]	ca. 3,4 bis 4,9 m	> 15,8 m	ca. 3,3 bis 15,6 m
Lagerungsdichte/Konsistenz	weich bis steif	halbfest bis fest	überwiegend dicht, teilweise mitteldicht
Bodengruppe (DIN 18196)	TL/TM	TL/TM	SU/ST, SU*/ST*
Bodenklassen (DIN 18300)	4	4	3 / 4
Bodenklasse (DIN 18301)	BB 2	BB 3 / BB 4	BN 1 / BN 2
Wichte γ [kN/m ³] erdfeucht	19,0	21,0	21,0
Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	9,0	11,0	13,0
Reibungswinkel ϕ [°]	28,0	30,0	35,0
Kohäsion c' [kN/m ²]	5,0	8,0	3,0
Charakt. Steifemodul E_s [MN/m ²]	5,0	15,0	80,0
Frostempfindlichkeit gem. ZTV E-StB [11]	F3	F3	F2 (SU/ST), F3 (SU*/ST*)
Durchlässigkeit k_f [m/s] (entsprechend Kornverteilung/ Pumpversuch)	ca. $10^{-8} - 10^{-10}$ a)	ca. $10^{-8} - 10^{-10}$ a)	$5,02 * 10^{-6} - 4,43 * 10^{-5}$ b)
Versickerungsfähigkeit	nicht versickerungsfähig	nicht versickerungsfähig	versickerungsfähig
Rammpbarkeit	mittelschwer	schwer bis nicht rammpbar c)	schwer bis nicht rammpbar c)
Homogenbereich, Erdarbeiten (DIN 18300)	Erd E		Erd D
Homogenbereich, Bohrarbeiten (DIN 18301)	Boh D		Boh C
Homogenbereich Ramm-, Rüttel- u. Pressarbeiten (DIN 18304)	Ramm B	Ramm C	Ramm D c)

a) Erfahrungswerte

b) anhand Korngrößenverteilung ermittelt (BEYER/BIALAS, Korrekturfaktor 0,2 gem. DWA-Arbeitsblatt A 138) sowie Auswertung Pumpversuch, s. Kapitel 4.2.

c) ggfs. Vorbohrungen/Einsatz Rammhilfe erforderlich

3.5 Lokale Grundwasserverhältnisse und Bemessungswasserstände

3.5.1 Grundwasserverhältnisse

Dem WWA München liegen gem. Auskunft vom 10.11.2023 keine exakten Informationen zu den Grundwasserniveaus im Untersuchungsgebiet vor [17].

Quartäres GW

Während der Bohrarbeiten vom September/Oktober 2023 sowie der Pumpversuche am 06.11. und 14.11.2023 wurde der Ruhespiegel des quartären Grundwassers bei ca. 1,02 m bis 2,95 m u. GOK angetroffen. Dies entspricht einem NN-Niveau von ca. 470,03 – 471,35 m.

Das quartäre Grundwasser am Standort (1. GW-Leiterstockwerk) ist nicht gespannt.

Gem. digitaler hydrogeologischer Karte (HK 100) des Onlinedienstes des bayerischen Landesamtes für Umwelt liegt der mittlere Grundwasserstand (MGW) bei ca. 470,8 m NHN im Süden des Baufelds, und bei ca. 470,0 m NHN im Norden [7]. Die Grundwasserhauptfließrichtung ist nach Norden bis Nordosten gerichtet.

Das quartäre Grundwasserstockwerk reicht bis zur Oberkante der tertiären Molassesedimente. Im Untersuchungsbereich wurde die OK Tertiär in einer Tiefe von ca. 2,8 bis 4,0 m u. GOK angetroffen (siehe Bohrprofile, Anlage 2). Die mittlere Mächtigkeit der Wassersäule im Quartär beträgt ca. 2,0 m.

Tertiäres GW

Bei den verrohrten Rammkernbohrungen (BK) im Bohrdurchmesser 190 mm bis in Tiefen von max. 15,8 m u. GOK wurde zudem (Schicht-) Grundwasser innerhalb tertiärer Sande festgestellt. Im Bereich des geplanten Parkdecks wurde dieses mit einer Mächtigkeit von ca. 8,0 m, bei ca. 5,0 bis 13,0 m u. GOK erbohrt (Bohrungen B 5 und GWM 6). Im Süden des Baufelds (Bohrung GWM 2) wurden hingegen nur in geringer Mächtigkeit wasserführende Sande festgestellt.

Das tertiäre Grundwasser ist gespannt.

Während des Pumpversuchs vom 14.11.2023 wurde in der Tertiärmessstelle GWM 6 im Bereich des geplanten Parkdecks ein Druckspiegel von 1,98 m u. GOK ermittelt (s. Kap. 4). Hinsichtlich der Tiefbauarbeiten ist daher bei der weiteren Planung die hydraulische Grundbruchsicherheit zu prüfen.

Die im Rahmen der Baugrunderkundung ermittelten Grundwasserhöhen sind in der nachfolgenden Tabelle 13 zusammengestellt. Vorläufige Bemessungswasserstände können den Kap. 3.5.3 und 3.5.4 entnommen werden.

Tabelle 13: Bei der Baugrunderkundung festgestellte GW-Stände

Bohrung	Ansatzhöhe Bohrung [m NHN]	GW-Leiter- stockwerk	Angebohrter GW-Stand		Gemessener GW-Anstieg		
			Erbohrter Grundwas- ser-spiegel [m u. GOK]	Datum	Grundwas- serspiegel 2. Messung [m u. GOK]	Datum	Gemessener Anstieg im Bohrloch [m]
B 3	472,37	1. / Quartär	1,50	23.10.2023	--	--	--
		2. / Tertiär	7,00	23.10.2023	5,50	23.10.2023	1,50
		3. / Tertiär	11,70	23.10.2023	6,45	23.10.2023	5,25
B 5	472,73	1. / Quartär	1,70	20.10.2023	--	--	--
		2. / Tertiär	6,00	20.10.2023	2,50	20.10.2023	3,50
GWM 2	472,46	1. / Quartär	1,50	25.10.2023	1,03	14.11.2023	0,47
GWM 6	472,61	1. / Quartär	2,20	18.10.2023	--	--	--
		2. / Tertiär	4,90	19.10.2023	3,80	19.10.2023	1,10
					1,98	06.11.2023	2,92
KRB 4	472,36	1. / Quartär	2,30	06.09.2023	--	--	--
KRB 7	472,86	1. / Quartär	1,80	06.09.2023	--	--	--
KRB 8	472,49	1. / Quartär	1,70	06.09.2023	--	--	--
KRB 9	472,4	1. / Quartär	1,60	06.09.2023	--	--	--
KRB 10	472,46	1. / Quartär	1,45	06.09.2023	--	--	--
KRB 11	474,03	1. / Quartär	2,95	07.09.2023	--	--	--
KRB 12	473,85	1. / Quartär	2,60	07.09.2023	--	--	--

Aufgrund starker Regenfälle Anfang November 2023 wurde im freien, quartären Grundwasser (1. GW-Leiterstockwerk) ein Anstieg um ca. 0,5 m innerhalb von ca. 3 Wochen festgestellt.

Die Anstiege des gespannten, tertiären Grundwassers wurden überwiegend während der Bohrarbeiten gemessen. Diese sind auf gespannte GW-Verhältnisse zurückzuführen. Die 2. Messung fand hierbei jeweils ca. 0,5 – 1 h nach dem Anbohren des betreffenden Grundwasserstockwerks statt.

In der GWM 6 wurde am 06.11.2023 ein tertiärer Druckspiegel von 1,98 m u. GOK gemessen. Dieser liegt ca. 1,8 m über dem zum Zeitpunkt der Bohrung am 19.10.2023 gemessenen GW-Anstieg. Dieser zweite Anstieg ist auf den zum Zeitpunkt der Bohrung noch nicht erreichten Ruhespiegel, sowie auf einen generellen GW-Anstieg im Zuge der o.g. Regenfälle zurückzuführen.

3.5.2 Lage zu Hochwassergefahrenflächen und wassersensiblen Bereichen

Gem. Online-Informationen des bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) liegt der Untersuchungsbereich nicht innerhalb festgesetzter bzw. vorläufig gesicherter Überschwemmungsgebiete [8]. Das Untersuchungs-gelände liegt jedoch in einem wassersensiblen Bereich, siehe Abbildung 1.

In wassersensiblen Bereichen kann es aufgrund von Nähe zu Bachläufen, hochanstehendem Grundwasser, mangelnder Versickerungsfähigkeit des Untergrundes o. dgl. zu hydrologisch bedingten Einflüssen auf das Bauvorhaben kommen. Im Unterschied zu ausgewiesenen Hochwassergefahrenflächen bzw. Überschwemmungsgebieten ist jedoch für wassersensible Bereiche kein genaues Risiko (HQ_{häufig}, HQ₁₀₀, HQ_{extrem}) definiert.



Abb. 1: Lage Untersuchungsgebiet zu vorläufig gesicherten Überschwemmungsgebieten (blau gekennzeichnet) und wassersensiblen Bereichen (grün gekennzeichnet, [8])

3.5.3 Vorläufige Bemessungswasserstände

Auf Grundlage der v.g. Informationen empfehlen wir, folgende vorläufige Bemessungswasserstände anzusetzen:

Fußgängerbrücke, Südseite Baufeld

Die Fußgängerbrücke soll im geländemorphologisch tieferliegenden, südlichen Teil des Untersuchungsgebietes errichtet werden. Hier wurde das quartäre Grundwasser in der GWM 2 bei 1,03 m unter GOK (471,04 m NHN) gemessen.

Der gem. [7] interpolierte MGW beträgt im Süden des Baufelds ca. 470,8 m NHN. Angaben zum Mittleren Höchstgrundwasserstandes (MHGW) und Hundertjährigen Höchstgrundwasserstand (HHW) liegen uns jedoch nicht vor.

Auf Grundlage der verfügbaren Daten empfehlen wir, im Bereich der Fußgängerbrücke folgende Bemessungswasserstände anzusetzen.

- **Bemessungswasserstand für den Endzustand: 471,8 m ü. NHN**
(MGW, zzgl. Sicherheitszuschlag 1,0 m),
- **Bemessungswasserstand für die Bauphase: 471,3 m ü. NHN**
(MGW, zzgl. Sicherheitszuschlag 0,5 m).

Parkdeck, Nordwestseite Baufeld

Im Bereich des Parkdecks wurde bei den Bohrarbeiten das quartäre Grundwasser bei ca. 1,70 m u. GOK (B 5, Stand 20.10.2023) bzw. 2,20 m u. GOK gemessen (GWM 6, Stand 18.10.2023).

Dies entspricht Höhen von ca. 471,03 m bzw. 470,41 m ü. NHN. Der gem. [7] interpolierte MGW beträgt ca. 470,4 m ü. NHN. Auf Grundlage dieser Daten empfehlen wir im Bereich der Fußgängerbrücke folgende Bemessungswasserstände:

- **Bemessungswasserstand für den Endzustand: 472,0 m ü. NHN**
(höchster gemessener Bohrwasserstand, zzgl. Sicherheitszuschlag 1,0 m),
- **Bemessungswasserstand für die Bauphase: 471,5 m ü. NHN**
(höchster gemessener Bohrwasserstand, zzgl. Sicherheitszuschlag 0,5 m).

[P:\131113145_Hebertshausen_AmHofanger\13145-01_Hebertshausen_Hofanger_BGU\F_Projektresultat\B_Arbeitsstand\13145-0_Hebertshausen_AmHofanger_BGU.docx]

3.5.4 Maßgebender Druckspiegel Tertiäres Grundwasser

In der Tertiärmessstelle GWM 6 wurde als höchster Druckspiegel (Lichtlotmessung vom 06.11.2023) ein Druckspiegel des tertiären Grundwassers von 1,98 m u. GOK gemessen. Dies entspricht einem Niveau von 470,63 m ü. NHN.

Sind bei der weiteren Planung **rechnerische Nachweise gegen hydraulischen Grundbruch bzw. rechnerische Nachweise der Auftriebssicherheit von Gebäuden** erforderlich, so empfehlen wir jedoch, den ungünstigsten Druckspiegel des tertiären Grundwassers auf der sicheren Seite liegend mit einem Sicherheitszuschlag von 1,0 m anzusetzen.

Wir empfehlen daher, bei der Planung der Tiefbauarbeiten und Beurteilung der Auftriebssicherheit den maßgebenden Druckspiegel im Tertiär bei **471,6 m ü. NHN** anzusetzen (Druckspiegel gem. Messung vom 06.11.23, zzgl. Sicherheitszuschlag 1,0 m).

Ist bei der weiteren Planung eine Entlastung des tertiären GW-Leiters durch entsprechende Wasserhaltungsmaßnahmen zu berücksichtigen, so kann für die Tertiärsände auf Grundlage des durchgeführten Leistungspumpversuchs ein Durchlässigkeitsbeiwert k_f von ca. $4,2 \cdot 10^{-5}$ m/s angesetzt werden. Detaillierte Angaben hierzu können dem Kap. 4 entnommen werden.

3.6 Erdbebenwirkung

Gemäß Online-Karte der Erbebenzonen in Deutschland liegt Hebertshausen, bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte, in keiner Erdbebenzone [9].

4 Ergebnisse der Pumpversuche und Beurteilung Thermische Nutzung

Die beiden Messstellen wurden im Durchmesser 5 Zoll (125 mm) ausgebaut.

GWM 2 erschließt den quartären Schichtgrundwasserleiter (quartäre Kalkschotter). GWM 6 erschließt das lokale, tertiäre Grundwasser eines Sand-Aquifers oberhalb des tertiären Hauptgrundwasserleiters.

Die Lage der Grundwassermessstellen ist in Anlage 1 dargestellt, die Ausbaupläne sind Anlage 2 zu entnehmen.

4.1 Auswertung des Pumpversuchs im quartären Aquifer (GWM 2)

In der Quartärmessstelle GWM 2 wurde am 14.11.2023 ein knapp dreistündiger Leistungspumpversuch zur Ermittlung der hydraulischen Ergiebigkeit durchgeführt. Während des Pumpversuchs wurde der Wasserstand kontinuierlich über einen installierten Datensammler aufgezeichnet, um die resultierende Grundwasserabsenkung und den Wiederanstieg zu erfassen.

Die hydraulische Auswertung des Leistungspumpversuchs erfolgte mittels stationärem Verfahren, da der Grundwasserspiegel einen Beharrungszustand erreicht hat.

In Tabelle 14 sind die Ergebnisse des Pumpversuchs tabellarisch zusammengefasst. In der Messstelle GWM 2 wurde eine Leistungsstufe mit ca. 2,2 l/s gefördert, die zu einer Absenkung von ca. 1,69 m führte. Die Absenk- und Wiederanstiegskurve des Pumpversuchs ist in Abb. 2 dargestellt.

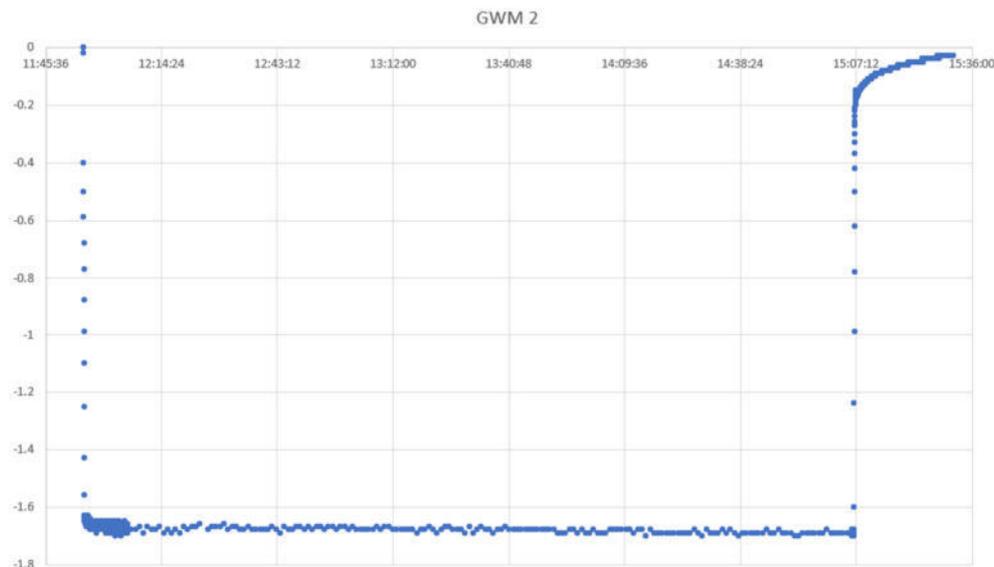


Abb. 2: Absenk- und Wiederanstiegskurve Pumpversuch, Messstelle GWM 2

Stationäre Auswertung:

Bei der stationären Auswertung wurde unter Verwendung der quasi-stationären Absenkung von 1,69 m ein hydraulischer Durchlässigkeitsbeiwert nach Dupuit von $7,14 \times 10^{-4}$ m/s ermittelt. Tabelle 14 zeigt die relevanten Parameter, und fasst die Ergebnisse der hydraulischen Auswertung zusammen.

Tabelle 14: Ergebnisse der stationären Pumpversuchsauswertung in GWM 2

GWM 2		
Pumpversuchsauswertung – stationär		
Messstelle	GWM 2	
GOK [m NHN]	472,07	
POK [m NHN]	471,97	
POK-GOK [m]	0,1	
Ausbautiefe [m u. GOK]	3,10	
Hydraulische Parameter		
Aquifer	Quartär / ungespannt	
OK Aquifer [m u. GOK]	0,5	
Pumpdauer [hh:mm:ss]	03:11:45	
Förderrate [l/s]	2,2	
RWSP	Ruhewasserspiegel (m)	0,91
H	Grundwassermächtigkeit (m)	2,92
Q1	Entnahmemenge (m ³ /s)	0
Q2	Entnahmemenge (m ³ /s)	0,0022
h1	Grundwassermächtigkeit bei Q1 (m)	2,92
h2	Grundwassermächtigkeit bei Q2 (m)	1,23
s1	Absenkung bei Q1 (m)	0
s2	Absenkung bei Q2 (m)	1,69
k _f	Durchlässigkeitsbeiwert Dupuit (m/s)	$7,14 \times 10^{-4}$

[P:\13113145_Hebertshausen_AmHofanger\13145-01_Hebertshausen_Hofanger_BGU\F_Projektresultat\B_Arbeitsstand\13145-0_Hebertshausen_AmHofanger_BGU.docx]

4.1.1 Hydraulische Bewertung

Bei der stationären Pumpversuchsauswertung wurde ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 7,14 \times 10^{-4}$ m/s ermittelt. Der im Bereich der Messstelle GWM 2 angetroffene quartäre Grundwasserkörper ist somit gemäß DIN 18130-1 als **durchlässig** zu beurteilen.

Aus dem Bohrloch wurde zusätzlich eine Bodenprobe entnommen und eine Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 17892-4 durchgeführt, anhand derer der hydraulische Durchlässigkeitsbeiwert nach Bialas ermittelt wurde. Dieser liegt bei $1,30 \times 10^{-3}$ m/s, und damit etwa in der gleichen Größenordnung wie der bei der stationären Pumpversuchsauswertung ermittelte k_f -Wert.

Die Grundwassermächtigkeit im Quartär betrug zum Zeitpunkt des Pumpversuchs (14.11.2023) 2,29 m.

Bewertung hinsichtlich des Förderbrunnens:

Mit den Ergebnissen der Leistungspumpversuche kann die hydraulische Leistung einer potenziellen thermischen Grundwassernutzung abgeschätzt werden. Anhand der hydraulischen Bemessungsgrößen Wasserandrang und Fassungsvermögen lässt sich unter bautechnischen Aspekten der optimale Betriebspunkt eines Brunnens ermitteln, welcher nicht überschritten werden sollte, da dies zu turbulenten Strömungsverhältnissen führt, die u.a. Verockerung und Kolmation verursachen.

In der nachfolgenden Grafik (Abb. 3) sind die beiden Parameter Fassungsvermögen und Wasserandrang dargestellt. Am Schnittpunkt der Graphen liegt der optimale Betriebspunkt, welcher nicht überschritten werden sollte.

Für die Berechnung wurde die bei der stationären Pumpversuchsauswertung ermittelte hydraulische Durchlässigkeit von $7,14 \times 10^{-4}$ m/s angesetzt. Es wurde ein exemplarischer Ausbaudurchmesser von 400 mm bei einem Bohrdurchmesser von 600 mm gewählt. Die maximale Förderrate kann somit abgeschätzt werden.

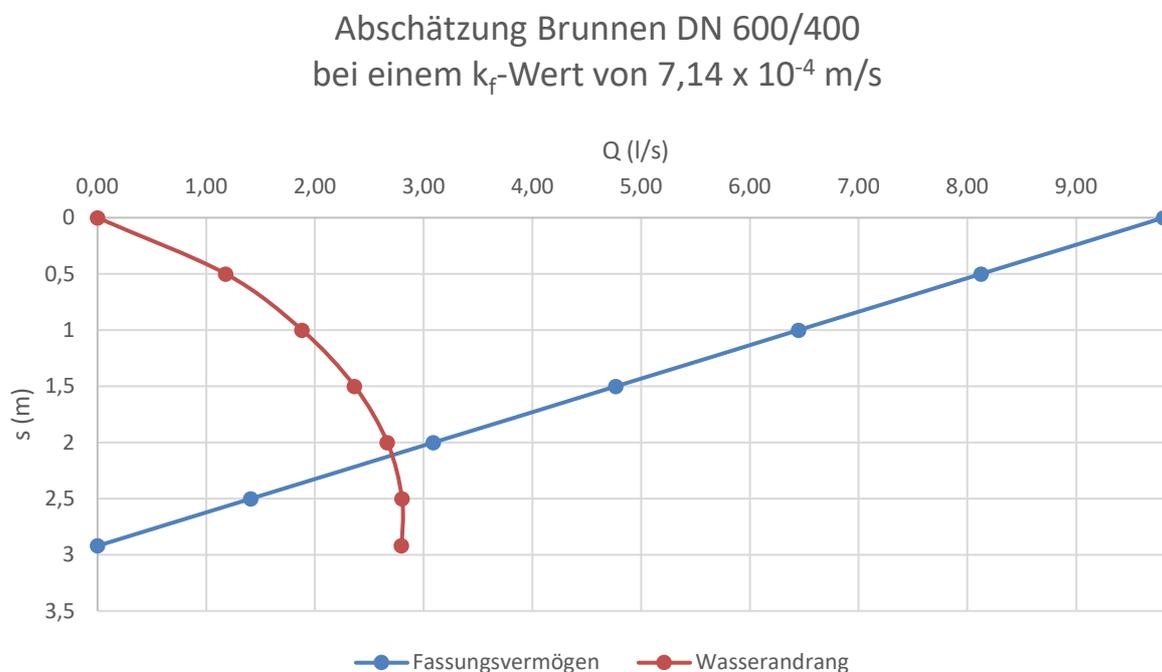


Abb. 3: Abschätzung des Wasserandrangs in einem Förderbrunnen mit einem Ausbau von DN 600/400

Die optimale rechnerische Brunnenleistung für einen Förderbrunnen mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von $7,14 \times 10^{-4}$ m/s beträgt ca. 2,7 l/s.

Gemäß DVGW-Merkblatt W 118 wird die optimale Dauerbetriebsleistung eines Brunnens näherungsweise abgeschätzt. Hierzu wird $Q_{\text{Betrieb}} = 0,75 \times Q_{\text{max}}$ angesetzt. Somit ist rechnerisch eine Dauerbetriebsleistung von $0,75 \times 2,7$ l/s = ca. 2 l/s realisierbar. Zusätzlich gilt es zu beachten, dass sich durch zukünftige klimatische Änderungen die Wassersäule verringern kann und auch unter bereits bestehenden Verhältnissen im Jahresverlauf niedrigere Grundwasserstände auftreten können. Des Weiteren ist es aus betriebs- sowie bautechnischer Sicht zu empfehlen die bestehende Wassersäule um maximal ein Drittel abzusenken, da andernfalls Brunnenalterungsprozesse aufgrund der starken hydraulischen Beanspruchung im Aquifer deutlich schneller stattfinden. Bei zuvor beschriebener exemplarischer Abschätzung entspricht die förderbare Pumprate bei einem Drittel Wassersäulen-Absenkung ca. 1,5 l/s. Die derzeit für die Spitzenlast der Anlage angesetzte Förderrate von 15 l/s ist somit aus einem Förderbrunnen DN 600/400 rechnerisch nicht entnehmbar. Es ist davon auszugehen, dass der zum Anlagenbetrieb nötige Förderstrom aufgrund der Kleinräumigkeit des Baugebiets weder aus mehreren Vertikalfilterbrunnen noch auch aus einem Horizontalfilterbrunnen entnehmbar ist. Besonderes Augenmerk gilt hierbei auch auftretenden Wasserspiegelschwankungen sowie Niedrigwasserhältnissen, welche die Ergiebigkeit nochmals verringern können. Auswertung der Grundwasser-Analyseergebnisse hinsichtlich einer geothermischen Nutzung.

Am 14.11.2023 wurde in der GWM 2 eine Grundwasserprobenahme zur Untersuchung von hydrochemischen Leitparametern durchgeführt, die für den Betrieb einer thermischen Grundwassernutzung auf dem Grundstück im Hinblick auf Korrosion bzw. die Betriebssicherheit relevant sind. Die Probenahme fand unter Beachtung der gängigen Normen und Regelwerke statt (DIN 5667-3, DWA-A 909). Die Proben wurden vor Ort abgefüllt, parametergetreu filtriert, durch Zudosierung stoffspezifischer Stabilisatoren konserviert, und in einem Kühlbehälter umgehend ins Labor transportiert.

Während der Probenahme wurden die Vor-Ort-Parameter mit zuvor kalibrierten Sonden gemessen und dokumentiert. Die gemessenen Vor-Ort-Parameter sind in Tabelle 15 zusammengestellt. Das Probenahmeprotokoll ist dem Prüfbericht des Labors in Anlage 5 beigefügt.

Tabelle 15: Vor-Ort-Parameter während der Probenahme

Messstelle	GWM 2
Temperatur [°C]	12,8
Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	580
Sauerstoffgehalt [mg/l]	8,94
pH-Wert [-]	7,20
Redoxpotential [mV]	364

Die Ergebnisse der Laboruntersuchung sind im Analysebericht in Anlage 5 dargestellt. Die Gehalte der als besonders kritisch zu bewertenden Parameter Eisen und Mangan liegen unter der laborchemischen Bestimmungsgrenze, weshalb eine Bildung von Mangan- und Eisenoxihydraten (Verockerung) nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu erwarten ist. Auf absolute Luftdichtigkeit der gesamten Wärmepumpenanlage ist dennoch größter Wert zu legen. Die Gehalte an absetzbaren Stoffen liegen ebenfalls unter der Bestimmungsgrenze.

Tabelle 16 bewertet den analysierten Wasserchemismus hinsichtlich der Kompatibilität mit dem Material des Wärmetauschers. Die Konzentrationen der Parameter Chlorid (36 mg/l), Nitrat (30 mg/l) und Sulfat

(31 mg/l) sind unauffällig. Die leicht erhöhte elektrische Leitfähigkeit (580 $\mu\text{S}/\text{cm}$) – die LF sollte nach Angabe verschiedener Hersteller nicht mehr als 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ betragen – stellt voraussichtlich kein nennenswertes Risiko für den Betrieb der Wärmepumpenanlage dar, schließt jedoch den Einsatz von Wärmetauschern aus Kupfer aus. Ein Wärmetauscher aus Edelstahl ist hinsichtlich der genannten Parameter möglich.

Tabelle 16: Bewertung des ermittelten Wasserchemismus hinsichtlich des Wärmetauschermaterials

Parameter	Einheit	Befund	Eignung für Wärmetauscher aus	
			Kupfer	Edelstahl
el. Leitfähigkeit	$\mu\text{S}/\text{cm}$	580	✘	✔
pH-Wert		7,2	!	✔
Sauerstoffkonzentration	mg/L	8,94	!	✔
Absetzbare Stoffe	mL/L	0	✔	✔
Hydrogencarbonat	mg/L	350	✔	✔
Chlorid	mg/L	36	✔	✔
Nitrat	mg/L	30	✔	✔
Sulfat	mg/L	31	✔	✔
Sulfit	mg/L	0	✔	✔
Ammonium	mg/L	0	✔	✔
Eisen	mg/L	0	✔	✔
Mangan	mg/L	0	✔	✔
Aluminium	mg/L	0	✔	✔
Hydrogencarbonat/Sulfat			!	✔
✔	unter normalen Umständen gute Beständigkeit			
!	korrosionsgefährdet, bei Mehrfachbelegung			
✘	nicht geeignet			

Fazit:

Der analysierte Grundwasserchemismus ist kompatibel mit Wärmetauschern aus Edelstahl.

Wir weisen allerdings darauf hin, dass der Grundwasserchemismus jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen kann. Die Grundwasseranalytik stellt daher nur den Zustand zum Zeitpunkt der Entnahme dar.

Die hier dargestellte Grundwasseranalytik ist zudem bei der Wahl der Anlage mit den Vorgaben des Anlagenherstellers abzugleichen.

4.2 Auswertung des Pumpversuchs im tertiären Aquifer (GWM 6)

In der Tertiärmessstelle GWM 6 wurde am 16.11.2023 ein dreistündiger Leistungspumpversuch zur Ermittlung der hydraulischen Ergiebigkeit durchgeführt. Während des Pumpversuchs wurde der Wasserstand kontinuierlich über einen installierten Datensammler aufgezeichnet, um die resultierende Grundwasserabsenkung und den Wiederanstieg zu erfassen.

Die hydraulische Auswertung erfolgte mittels instationärem Verfahren, da kein Beharrungszustand erreicht werden konnte. Abb. 5 und Tabelle 17 zeigen die Ergebnisse des Pumpversuchs und der instationären Auswertung. In der Messstelle GWM 6 wurde eine Leistungsstufe von 0,83 l/s gefördert, die zu einer maximalen Absenkung von 2,25 m führte. Nach einer Förderzeit von knapp über 3 h wurde die Pumpe abgestellt, und der Wiederanstieg aufgezeichnet.

Die Absenk- und Wiederanstiegskurve des Pumpversuchs ist in Abb. 4 dargestellt.



Abb. 4: Absenk- und Wiederanstiegskurve Pumpversuch, Messstelle GWM 6

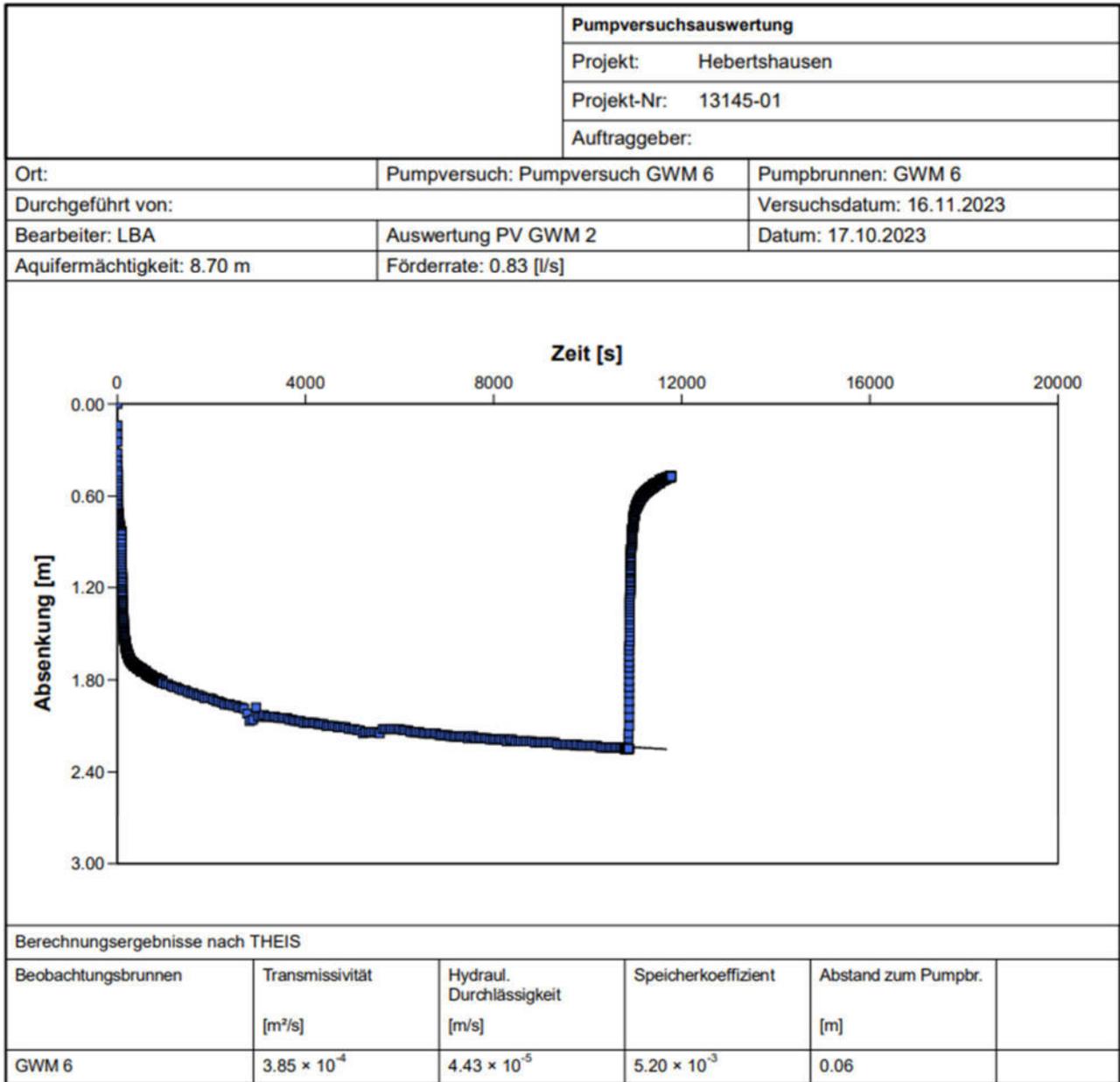


Abb. 5: Instationäre Auswertung des Pumpversuchs in GWM 6

Tabelle 17: Ergebnisse der instationären Pumpversuchsauswertung in GWM 6

GWM 6	
Pumpversuchsauswertung – instationär	
Messstelle	GWM 6
GOK [m NHN]	472,61
POK [m NHN]	472,11
POK-GOK [m]	-0,5
Messpunkt MP	Oberkante Kappe
MP-GOK [m]	-0,8
Ausbautiefe [m u. GOK]	13,50
OK Aquifer [m u. GOK]	0,9
Ruhewasserspiegel (RWS)[m u. GOK]	1,98
Grundwassermächtigkeit [m]	11,42
Aquifer	Tertiäres Schichtwasser / gespannt
Pumpdauer [hh:mm:ss]	03:01:13
Förderrate [l/s]	0,83
Maximale aufgezeichnete Absenkung [m]	2,25
Auswertverfahren	instationär
T [m ² /s]	3,85 x 10 ⁻⁴
k _f [m/s]	4,43 x 10 ⁻⁵

4.2.1 Hydraulische Bewertung

Der im Bereich der Messstelle GWM 6 angetroffene tertiäre Grundwasserleiter ist auf Grundlage des ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerts k_f von $4,43 \times 10^{-5}$ m/s gemäß DIN 18130-1 als **durchlässig** zu beurteilen, Aus dem Bohrloch wurden zusätzlich Bodenproben aus unterschiedlichen Tiefen entnommen und zwei Sieb-Schlamm-Analysen nach DIN 17892-4 durchgeführt, anhand derer der hydraulische Durchlässigkeitsbeiwert nach Bialas ermittelt wurde. Die Werte nach Bialas liegen bei $3,88 \times 10^{-5}$ m/s und $3,53 \times 10^{-5}$ m/s, und damit etwa in derselben Größenordnung wie der bei der instationären Pumpversuchsauswertung ermittelte k_f -Wert.

Bewertung hinsichtlich des Förderbrunnens:

Im Falle einer thermischen Nutzung sollte der Druckwasserspiegel nicht unter die Oberkante des Aquifers abgesenkt werden, da sonst ungespannte Verhältnisse vorliegen, wodurch Sauerstoff über die Filterschlitzte in den Aquifer strömt und die Milieubedingungen verändert. Dies führt zu Ausfällungen von Eisen- und Manganverbindungen, welche als Verockerung sowohl den Brunnen als auch den Aquifer zusetzen, und die hydraulische Durchlässigkeit verringern.

Die maximal absenkbare Wassersäule liegt daher bei einem Ruhewasserspiegel wie am Tag des Pumpversuches von 1,98 m u. GOK und Lage OK Aquifer von 4,80 m u. GOK bei $4,80 \text{ m} - 1,98 \text{ m} = 2,82 \text{ m}$.

Zur Berücksichtigung von Niedrigwasserverhältnissen, sowie zu erwartenden zukünftigen Klimaveränderungen, wurde als maximale Absenkung ein Betrag von 2 m gewählt. Eine Absenkung von 2 m wird nach Thiem-Dupuit bei einer Förderrate von ca. 0,7 l/s erreicht.

Die zur Versorgung einer Quartieranlage angesetzte Förderrate von 15 l/s ist demnach über einen Förderbrunnen nicht entnehmbar. Des Weiteren ist die Ausdehnung des tertiären Schichtgrundwasserleiters vermutlich begrenzt, denn in der ca. 100 m südlich der GWM 6 gelegenen Bohrung B 3 wurde dieser nur noch in geringer Mächtigkeit erbohrt.

Eine langfristige stationäre Grundwasserentnahme aus dem tertiären Schichtenwasseraquifer ist deshalb als sehr fraglich zu beurteilen.

4.2.2 Auswertung der Grundwasser-Analyseergebnisse hinsichtlich einer geothermischen Nutzung

Am 06.11.2023 wurde in der GWM 6 eine Grundwasserprobenahme zur Untersuchung von hydrochemischen Leitparametern durchgeführt, die für eine thermische Grundwassernutzung auf dem Gelände hinsichtlich der Betriebssicherheit relevant sind. Die Probenahme fand unter Beachtung der gängigen Normen und Regelwerke statt (DIN 5667-3, DWA-A 909). Die Proben wurden vor Ort abgefüllt, parametergetreu filtriert, durch Zudosierung stoffspezifischer Stabilisatoren konserviert, und in einem Kühlbehälter umgehend ins Labor transportiert.

Während der Probenahme wurden die Vor-Ort-Parameter mit zuvor kalibrierten Sonden gemessen und dokumentiert. Die Vor-Ort-Parameter sind in Tabelle 18 zusammengestellt. Das Probenahmeprotokoll ist dem Prüfbericht des Labors in Anlage 5 beigefügt.

Tabelle 18: Vor-Ort-Parameter während der Probenahme

Messtelle	GWM 6
Temperatur [°C]	12
Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	181
Sauerstoffgehalt [mg/l]	0,08
pH-Wert [-]	7,56
Redoxpotential [mV]	-13

Die Ergebnisse der Laboruntersuchung sind im Analysebericht in Anlage 5 dargestellt. Die Gehalte der als besonders kritisch zu bewertenden Parameter Eisen und Mangan liegen bei 1,4 mg/l (Eisen) bzw. 0,13 mg/l (Mangan). Beide Werte überschreiten die von Wärmepumpen-Herstellern empfohlenen Grenzwerte von 0,1 mg/l (Eisen) bzw. 0,05 mg/l (Mangan), was zu einer Verockerung der Brunnenanlage führen kann.

Die Gehalte an absetzbaren Stoffen liegen unter der Bestimmungsgrenze.

Tabelle 19 bewertet den analysierten Wasserchemismus hinsichtlich der Kompatibilität mit dem Material des Wärmetauschers, sowie hinsichtlich der Verockerungsgefahr.

Tabelle 19: Bewertung des analysierten Wasserchemismus.

Parameter	Einheit	Befund	Eignung für Wärmetauscher aus	
			Kupfer	Edelstahl
el. Leitfähigkeit	µS/cm	181	✓	✓
pH-Wert		7,56	⚠	✓
Sauerstoffkonzentration	mg/L	0,08	✓	✓
Absetzbare Stoffe	mL/L		✓	✓
Hydrogencarbonat	mg/L	310	✓	✓
Chlorid	mg/L	7,8	✓	✓
Nitrat	mg/L		✓	✓
Sulfat	mg/L	5,5	✓	✓
Sulfit	mg/L		✓	✓
Ammonium	mg/L	0,074	✓	✓
Eisen	mg/L	1,4	⚠	⚠
Mangan	mg/L	0,13	⚠	⚠
Aluminium	mg/L		✓	✓
Hydrogencarbonat/Sulfat			⚠	✓
✓	unter normalen Umständen gute Beständigkeit			
⚠	korrosionsgefährdet, bei Mehrfachbelegung			
✗	nicht geeignet			

Wir weisen allerdings darauf hin, dass der Grundwasserchemismus jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen kann. Die Grundwasseranalytik stellt daher nur den Zustand zum Zeitpunkt der Entnahme dar.

Zudem ist die hier dargestellte Grundwasseranalytik bei der Wahl der Anlage mit den Vorgaben des Anlagenherstellers abzugleichen.

Fazit:

Von einer thermischen Nutzung des in der GWM 6 erschlossenen tertiären Schichtgrundwasserleiters wird aus chemischer Sicht abgeraten, da der Grundwasserchemismus nicht für eine Grundwassernutzung ohne Aufbereitungsanlage geeignet ist.

4.3 Bewertung der Ergebnisse und Empfehlungen zum weiteren Vorgehen

Es wurde in insgesamt zwei Grundwassermessstellen die Eignung des quartären Aquifers sowie des obersten tertiären Schichtgrundwasserleiters für eine thermische Grundwassernutzung zur Versorgung des Baugebiets „Am Hofanger“ in hydraulischer und chemischer Hinsicht erkundet und beurteilt.

Die benötigte Heizleistung wurde mit ca. 220 kW angesetzt, was bei einer exemplarischen Temperaturspreizung von 4 Kelvin einer benötigten Förderrate von ca. 15 l/s entspricht.

Die errichtete Grundwassermessstelle GWM 6 erschließt den obersten tertiären Grundwasserleiter.

Durch den im Pumpversuch ermittelten Durchlässigkeitsbeiwert k_f wurde die hydraulische Durchlässigkeit des Aquifers im Bereich der Messstelle charakterisiert. Der Aquifer ist nach DIN 18130-1 als „durchlässig“ einzustufen. Eine großräumige Ausdehnung des Aquifers ist jedoch fraglich, da dieser ca. 100 m südlich der GWM 6 in der Bohrung BK 3 nurmehr geringmächtig erbohrt wurde.

Da der gespannte tertiäre Grundwasserspiegel beim Brunnenbetrieb nicht bis in den Aquifer hinein abgesenkt werden sollte, beträgt die absenkbare Wassersäule unter Berücksichtigung ggfs. zu erwartender Niedrigwasserverhältnissen ca. 2 m. Dies ermöglicht eine Förderrate in einem Förderbrunnen von ca. 0,7 l/s.

Die für die Spitzenlast der Anlage benötigte Förderrate von ca. 15 l/s ist somit rechnerisch aus einem Förderbrunnen nicht entnehmbar, und auch bei Verwendung mehrerer Förderbrunnen nicht realistisch.

Die Konzentrationen der besonders kritisch zu bewertenden Parameter Eisen und Mangan ist erhöht, was zu einer beschleunigten Bildung von Mangan- und Eisenoxihydraten (Verockerung der Brunnenanlage) führt.

Der in der GWM 6 erschlossene oberste tertiäre Schichtgrundwasserleiter ist somit sowohl aus hydraulischer, als auch aus hydrochemischer Sicht zur thermischen Versorgung der geplanten Quartiers ungeeignet.

Die errichtete Grundwassermessstelle GWM 2 erschließt den quartären Kiesgrundwasserleiter.

Durch den im Pumpversuch ermittelten Durchlässigkeitsbeiwert k_f wurde die hydraulische Durchlässigkeit des Aquifers im Bereich der Messstelle charakterisiert. Der Aquifer ist nach DIN 18130-1 als „durchlässig“ einzustufen.

Aus einem Förderbrunnen DN 600/400 ist unter Berücksichtigung eines stabilen Fließgefüges im Brunnen eine Pumprate von 1,5 l/s förderbar. Die für die Spitzenlast der Anlage benötigte Förderrate von ca. 15 l/s ist somit rechnerisch aus einem Vertikalbrunnen nicht entnehmbar.

Es ist zudem davon auszugehen, dass der zum Anlagenbetrieb nötige Förderstrom aufgrund der Kleinräumigkeit des Baugebiets weder aus mehreren Vertikalfilterbrunnen, noch auch aus einem Horizontalfilterbrunnen entnehmbar ist. Besonderes Augenmerk gilt hierbei auch ggfs. zu erwartenden klimabedingten Wasserspiegelschwankungen sowie Niedrigwasserverhältnissen, welche die Ergiebigkeit nochmals verringern können.

Die als besonders kritisch zu bewertenden Parameter Eisen und Mangan liegen im quartären Leiter in unproblematischen Konzentrationen vor, weshalb die Bildung von Mangan- und Eisenoxihydraten (Verockerung) nach derzeitigem Kenntnisstand nicht, oder nur in geringem Umfang zu erwarten ist.

Auch der in der GWM 2 erschlossenen quartäre Kiesgrundwasserleiter ist jedoch aus hydraulischer Sicht zur thermischen Versorgung des geplanten Quartiers ungeeignet.

Von einer Versorgung des Baugebiets „Am Hofanger“ mit oberflächennaher Geothermie ist aufgrund der festgestellten geohydraulischen Verhältnisse, sowie im tertiären Leiterstockwerk auch aufgrund der festgestellten Grundwasserchemismus abzuraten.

5 Baugrundbeurteilung und Empfehlungen für die Bauausführung

5.1 Geotechnische Beurteilung der erbohrten Bodenschichten

Oberboden, Torfe (Schichten Nr. 1b, 2 und 4)

Das Oberbodenmaterial der Baugrundsicht 1, die schluffig-tonigen Auffüllungen der Baugrundsicht 2 sowie die meist feinkörnigen, teils gemischtkörnigen Deckschichten und organogenen Böden der Baugrundsicht 4 sind als ausgeprägt setzungsempfindlich einzustufen.

Zudem ist in torfig-humosen Böden aufgrund von natürlichem Abbau organischer Substanz mit Langzeitsetzungen (sog. „Kriechsetzungen“) zu rechnen.

Die v.g. Materialien sind daher bei der Bauausführung sowohl im Bereich lastabtragender Bauteile, als auch im Bereich von Verkehrsflächen und Leitungsgräben vollständig abzutragen, und gegen ausreichend tragfähiges, verdichtbares Material auszutauschen (s. Kap. 5.2.3).

Kiesige Auffüllungen, locker bis mitteldicht gelagert (Schicht Nr. 3a/3b)

Grob oder gemischtkörnige, d.h. kiesig-sandige Böden können gem. DIN 1054:2021-04 als Gründungsfähig beurteilt werden, wenn das Material durchgängig eine mindestens mitteldichte Lagerung aufweist, und die Begrenzungen der Bemessungswerte Sohlwiderstand $\bar{\sigma}_{R,d}$ für grob-/gemischtkörnige Böden gem. DIN 1054, Abschnitt A 6.10.2 eingehalten werden.

Das **locker gelagerte** kiesige, schwach schluffige Auffüllungsmaterial der Baugrundsicht 3a ist ebenfalls als setzungsempfindlich und rel. inhomogen einzustufen. Von einem Abtrag von Bauwerkslasten in diesem Material wird daher abgeraten.

Im Bereich von Verkehrsflächen und Leitungsgräben kann das Material ggfs. im Untergrund verbleiben. Wir empfehlen in diesem Fall jedoch eine sorgfältige Nachverdichtung.

Die überwiegend **mitteldicht gelagerten** kiesigen, schwach schluffige, Auffüllungen der Baugrundsicht 3b sind grundsätzlich für die Gründung von Gebäuden, Verkehrswegen, Leitungen o. dgl. geeignet.

Kiesige Auffüllungen, stark schluffig/stark tonig (Schicht Nr. 3c)

Die locker gelagerten, stark schluffigen/stark tonigen Kiese der Baugrundsicht 3c sind als setzungsempfindlich einzustufen, und daher bei der Bauausführung sowohl im Bereich lastabtragender Bauteile, als auch im Bereich von Verkehrsflächen vollständig abzutragen bzw. auszutauschen und gegen ausreichend verdichtbares Material auszutauschen (s. Kap. 5.2.3).

Quartäre Kiese, locker bis mitteldicht-dicht gelagert (Schicht Nr. 5a/5b)

Die natürlichen Quartärkiese mit **mitteldichter bis dichter Lagerung** (Baugrundsicht 5b) sind als **gründungsfähiger, weitestgehend setzungsunempfindlicher Baugrund** einzustufen.

Bei den locker gelagerten Kiesen der Baugrundsicht 5a ist jedoch vor Herstellung lastabtragender Bauteile eine sorgfältige Nachverdichtung per Rüttelplatte bzw. Rüttelwalze erforderlich, um erhöhte Setzungen zu vermeiden.

Bei Annahme einer Gründungstiefe der geplanten Quartiersgarage von ca. 2,0 bis 2,5 m unter Geländeneiveau gehen wir jedoch davon aus, dass bei entsprechender Nachverdichtung des Gründungsplanums auch im Bereich der locker gelagerten Kiese eine ausreichende Tragfähigkeit des Gründungsplanums erreicht, bzw. auf der Baustelle durch entsprechende Lastplattendruckversuche nachgewiesen werden kann.

Tertiäre Tone/Schluffe (Schicht Nr. 6a/6b)

Feinkörnige, d.h. schluffig-tonige Böden können gem. DIN 1054:2021-04 als Gründungsfähig beurteilt werden, wenn das Material durchgängig eine mindestens steife Konsistenz aufweist, und die Begrenzungen der Bemessungswerte Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ für bindige Böden gem. DIN 1054, Abschnitt A 6.10.3 eingehalten werden.

Die tertiären Tone/Schluffe der Baugrundsicht 6a weisen teils eine **weiche Konsistenz** auf, und sind daher für die Gründung von Fundamenten bzw. lastabtragenden Bodenplatten ungeeignet.

Die überwiegend **halbfesten** tertiären Tone/Schluffe der Baugrundsicht 6b können gem. DIN 1054 als **gründungsfähig** beurteilt werden.

Tertiäre Sande (Schicht Nr. 7)

Die **überwiegend dicht gelagerten Tertiärsande** der Baugrundsicht 7 sind als Gründungsfähiger, weitestgehend setzungsunempfindlicher Baugrund einzustufen.

Das Material ist geotechnisch sowohl für den Abtrag von Fundamentlasten, als auch für Tiefgründungen über entsprechende Bohr- bzw. Rammpfähle geeignet.

5.2 Empfehlungen zur Bauausführung

5.2.1 Gründungsempfehlung – Fußgängerbrücke

Gem. den uns zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung vorliegenden Informationen soll die Fußgängerbrücke entweder über Brunnenring-Fundamente mit einer Gründungstiefe von ca. 2,2 – 2,3 m u. GOK, oder über duktile Pfähle („Gusseisenpfähle“) gegründet werden.

Die Lagerung der bei B 3 und KRB 4 (Bereich Fußgängerbrücke) ab ca. 0,8 m u. AP angetroffenen quartären Kiese ist gem. den mit der schweren Rammsonde ermittelten Schlagzahlen N_{10} (Schläge je 10 cm Eindringtiefe) nur bis max. ca. 1,5 m u. GOK locker, darunter mitteldicht bis dicht.

Im Bereich nördlich des Bachlaufs folgen ab ca. 3,1 tertiäre Sande in mitteldichter bis dichter Lagerung, und ab ca. 4,0m tertiäre Tone/Schluffe in halbfester Konsistenz (Baugrundsicht 6b).

Im Bereich südlich des Bachlaufs folgen ab ca. 3,0 m locker bis mitteldicht gelagert quartäre Kiese (Baugrundsicht 5a), ab 3,4 m u. GOK folgen tertiäre Tone/Schluffe. Diese weisen im Tiefenbereich 3,4-4,0 m u. GOK eine weiche bis steife Konsistenz auf (Baugrundsicht 6a). Ab 4,0 m u. GOK sind die Tone/Schluffe mind. halbfest (Baugrundsicht 6b).

Aus geotechnischer Sicht bieten sich somit je nach Wirtschaftlichkeit, zu erwartendem Aufwand für die Baustelleneinrichtung etc. folgende Gründungsvarianten an:

- Flachgründung in den quartären Kiesen oder tertiären Sanden über Brunnenringe. Um eventuelle Setzungen auch langfristig zu minimieren, empfehlen wir bei dieser Variante eine Verfüllung der Brunnenringe mit Magerbeton.
- Aus geotechnischer Sicht ist auch eine rel. wirtschaftliche Tiefgründung über Rammprofile, duktile Pfähle o. dgl. möglich, falls dies vom Planer bzw. vom Statiker bevorzugt werden sollte.

Hinweise zur Herstellung der Baugruben für die Widerlager sowie zu ggfs. erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahmen können dem Kap. 5.3 entnommen werden.

5.2.2 Gründungsempfehlung – Quartiersgarage

Gem. den uns vorliegenden Planunterlagen soll im Bereich der Baugrundaufschlüsse B 5, GWM 6 und KRB 7 eine nicht unterkellerte, zweigeschossige Quartiersgarage errichtet werden.

Angaben zur voraussichtlichen Gründung liegen uns bisher nicht vor. Wir gehen jedoch davon aus, dass die Gründungstiefe grob überschlägig bei ca. 2 m u. GOK, d.h. im Tiefenbereich der natürlichen Quartärkiese der Baugrundsichten 5a/5b liegen wird.

Als wirtschaftliche Gründungsvariante wird eine Flachgründung der geplanten Garage in den natürlichen Quartärkiesen über Streifen-, Einzelfundamente bzw. lastabtragende Bodenplatten empfohlen.

Vor der Herstellung der Fundamente bzw. Bodenplatte sind jedoch der Oberboden, sowie die Torfe und die stark schluffigen Sande vollständig abzutragen, bzw. durch tragfähiges, ausreichend verdichtbares Kiesmaterial der Bodengruppen GW/GI oder GU/GT auszutauschen.

Zudem sind die natürlichen Kiese aufgrund der in oberflächennahen Tiefen festgestellten, teils lockeren Lagerung bei der Bauausführung sorgfältig und möglichst gleichmäßig nachzuverdichten.

Empfohlene Tragfähigkeitskriterien für die Gründungssohlen können dem Kap. 5.2.4 entnommen werden, Hinweise zu ggfs. erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahmen dem Kap. 5.3.

5.2.3 Bodenaustausch

Zur Vermeidung bauwerksschädigender Setzungen sind die teils setzungsempfindlichen Böden der Baugrundsichten 1b, 2, 3c, 4 und 6a im Bereich lastabtragender Bauteile vollständig auszutauschen. Bzgl. des Materialeinbaus sind hierbei folgende Hinweise zu beachten:

- Verwendung von grob- oder gemischtkörnigem, ausreichend verdichtbarem Einbaumaterial (Bodengruppen GW/GI/GU/GT oder SW/SI/SU/ST nach DIN 18196,
- In Tiefen mit zu erwartender Frosteinwirkung ist ausschließlich frostsicheres Material zu verwenden (Anteil der Fraktion $< 0,063 \text{ mm} \leq 5 \%$, Bodengruppen GW/GI, SW/SI),
- Lagenweiser Materialeinbau und lagenweise Verdichtung,
- Dicke der einzelnen Einbaulagen bei Verdichtung per Rüttelplatte max. 0,30 m, bei Verdichtung per Rüttelwalze max. 0,50 m.

Wird eine Verwendung von Recyclingbaustoffen beabsichtigt, so ist dies aufgrund der rel. geringen Grundwasserflurabstände am Standort möglichst frühzeitig mit der bodenschutzrechtlich zuständigen Behörde abzuklären.

5.2.4 Empfohlene Tragfähigkeitsanforderungen für die Gründungssohlen

Allgemeine Hinweise

Aufgrund des Lastausbreitungswinkels im Untergrund von ca. 45° sind Bodenaustauschmaßnahmen stets allseitig um die mindestens 1-fache Austauschmächtigkeit über die Außenkanten des lastabtragenden Bauteils hinaus durchzuführen.

Da Auflockerungen des Erdreichs im Zuge des Baugrubenaushubs nicht ausgeschlossen werden können und zudem teils locker gelagerte Kiese der Baugrundsicht 5a festgestellt wurden, empfehlen wir zudem ausdrücklich, die Baugrubensohlflächen stets sorgfältig per Rüttelplatte oder Rüttelwalze nachzuverdichten.

Im Fall von Inhomogenitäten im Tiefenbereich der Gründungssohlen können diese ggfs. durch Einbau einer kapillarbrechenden Schicht von ca. 0,30 m ausgeglichen werden.

Nachweis der Tragfähigkeit

Die ausreichende Tragfähigkeit des Gründungsplanums (UK Fundamente/Bodenplatte bzw. UK Sauberkeitsschicht) ist durch statische Lastplattendruckversuche nach DIN 18134, alternativ durch dynamische Lastplattendruckversuche nach TP BF-StB, Teil B 8.3 nachzuweisen (leichtes Fallgewicht).

Bei Prüfung mit der statischen Lastplatte wird je nach genauer baustatischer Lasteinwirkung ein Freigabekriterium (statischer Verformungsmodul E_{v2}) von ca. 100 – 120 MN/m² empfohlen.

Das Verhältnis zwischen Zweit- und Erstbelastungswert (Verhältniswert E_{v2}/E_{v1}) sollte hierbei einen Wert von 2,3 nicht überschreiten. Verhältniswerte $E_{v2}/E_{v1} > 2,3$ sind gem. ZTV E-StB, Abschnitt 14.3.5 nur dann zulässig, wenn der geforderte Zweitbelastungswert (E_{v2}) durch den Erstbelastungswert (E_{v1}) bereits zu mindestens 60 % erreicht wird.

Bei Prüfung mit dem leichten Fallgewicht wird je nach zu erwartender Lasteinwirkung ein Freigabekriterium (dynamischer Verformungsmodul E_{vd}) von ca. 45 – 50 MN/m² empfohlen.

Die v.g. Anforderungen an die Tragfähigkeit entsprechen Proctordichten D_{pr} von ca. 100 – 103 %.

Im Tiefenbereich von Leitungsgräben, d.h. vor Herstellung von Fundamenten bzw. Herstellung des frostsicheren Straßenoberbaus gem. RStO 12, ist aus gutachterlicher Sicht ggfs. eine Verdichtungsanforderung von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ / $E_{vd} \geq 25 \text{ MN/m}^2$ ausreichend.

5.2.5 Verlegung von Leitungen und Kanälen

Ausgehend von vergleichbaren Baumaßnahmen schätzen wir die Verlegetiefen der erforderlichen Leitungen je nach Sparte auf ca. 1,2 m bis 2,5 m u. GOK.

Damit läge die Unterkante der Sandbettung, bei einem exemplarischen Rohrleitungsdurchmesser von ca. 0,30 m und einer Sandbettung („steinfreie Bettung“) von 0,20 m, bei ca. 1,7 m bis 3,0 m u. GOK.

Bei Antreffen locker gelagerter Kiese der Baugrundsicht 5a ist erfahrungsgemäß Nachverdichtung der Grabensohle per Stampfer („Frosch“) ausreichend.

Bei mitteldicht bis dicht gelagerten Kiesen/Sanden sowie Schluffen/Tonen mit mindestens steifer Konsistenz ist die Tragfähigkeit ebenfalls als unkritisch zu beurteilen.

Bei Antreffen weicher Schluffe/Tone empfehlen wir jedoch, zusätzlich zur Sandbettung in der Grabensohle ein Kiespolster von mindestens 0,30 m einzubringen. Als Liefermaterial wird hierbei Material der Bodengruppen GW/GI, GU/GT oder alternativ tragfähigen Sanden der Bodengruppen SW/SI, SU/ST empfohlen.

Je nach genauer Lage innerhalb des Planungsgebiets und genauer Verlegetiefe der Leitung können zudem bei den Tiefbauarbeiten Grundwasserzutritte nicht ausgeschlossen werden.

5.2.6 Bemessungswerte Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ und Bettungsmodul k_s

Bemessungswerte Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$

Unter Beachtung der v.g. Hinweise (vollständige Entfernung setzungsempfindlicher Deckschichten, stark schluffiger Kiese sowie weicher Tone/Schluffe, im Bereich der Quartiergarage ggfs. kapillarbrechende Schicht von ca. 0,30 m) können bei Gründungen in den natürlichen Kiesen die folgenden Bemessungswerte Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ gem. DIN 1054:2021-04 angesetzt werden, **sofern das Material zuvor durchgängig auf eine mindestens mitteldichte Lagerung nachverdichtet wird.**

Tabelle 20: Bemessungswerte Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ auf grob-/gemischtkörnigen Böden mit mindestens mitteldichter Lagerung oder nach erfolgtem Bodenaustausch, nach DIN 1054:2021-04, Tabelle A 6.2

Einbindetiefe Fundament [m]	Bemessungswerte Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] in Abhängigkeit von der Fundamentbreite [m]					
	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
0,50	280	420	460	390	350	310
1,00	380	520	500	430	380	340
1,50	480	620	550	480	410	360
2,00	560	700	590	500	430	390

Bei quadratischen Fundamenten sowie Rechteckfundamenten mit Seitenverhältnissen $b_B / b_L < 2$ bzw. $b_B' / b_L' < 2$ können die Bemessungswerte Sohlwiderstand ggfs. entsprechend DIN 1054:2021-04, Abschnitt A 6.10.2.2 erhöht werden.

Ist der Abstand zwischen Gründungssohle und Grundwasser kleiner als die maßgebende Fundamentbreite b_B bzw. b_B' , so sind die Abminderungen der Bemessungswerte Sohlwiderstand nach DIN 1054:2021-04, Abschnitt A 6.10.2.3 zu beachten.

Bettungsmodul k_s für flächige Gründungen

Nach vollständigem Abtrag des Oberbodens, ggfs. setzungsempfindlicher Deckschichten und sorgfältiger Nachverdichtung der Gründungssohle empfehlen wir, bei der Bemessung elastisch gebetteter Bodenplatten einen **Bettungsmodul k_s von ca. 30 MN/m³** anzusetzen.

5.2.7 Tiefgründung der Fußgängerbrücke über Rammpfähle, Spundwandprofile oder Profilträger

Tiefgründungen über Bohrpfähle, Rammpfähle o. dgl. sind im Planungsgebiet möglich, wenn die Fußfläche des Pfahls bzw. des Rammprofils planerisch in Kiesen/Sanden mit mindestens mitteldichter Lagerung, oder in Schluffen/Tonen mit mindestens steifer, vorzugsweise halbfester Konsistenz zu liegen kommt. Die Fußflächen müssen hierbei gem. den Vorgaben der EA-Pfähle mindestens 2,5 m in die tragfähige Schicht einbinden.

Die Spitzendruck- und Mantelreibungswerte für die Bemessung von Rammpfählen nach EA-Pfähle können der Tabelle 21 entnommen werden. Je nach verwendetem Profil sind ggfs. die Modell- und Abminderungsfaktoren in Tabelle 22 zu beachten. Werden bei Rammarbeiten Vorbohrungen durchgeführt oder Rammhilfen eingesetzt, so sind zusätzlich die entsprechenden Abminderungsfaktoren in Tabelle 23 zu beachten.

Angaben zur Rammbarkeit der einzelnen Schichten können dem Kap. 3.4, Tabellen 10 – 12 entnommen werden.

Zur Vermeidung von Regressansprüchen wird im Fall von Spezialtiefbauarbeiten, insbes. im Fall von Rammarbeiten eine Beweissicherung an angrenzenden Bebauungen empfohlen.

Tabelle 21: Charakteristische Werte Spitzendruck und Mantelreibung für Rammpfähle nach EA-Pfähle, Tabellen 5.1 – 5.4

Material/ Schichtnr.	Bodengruppe DIN 18196	Lagerungs- dichte/ Konsistenz	Baugrund- schicht	Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m ²] bei Setzung		Pfahlsitzendruck $q_{b,k}$ [kN/m ²] bei Pfahlkopfsetzung s/D_{eq}	
				s_{sg}^*	$s_g = 0,1 D_{eq}$	0,035	0,1
Auffüllung, Schluff/Ton	[UL/UM]	weich bis steif	2	10	10	-- a)	-- a)
Auffüllung, Kies	[GW/GI], [GU/GT]	locker bis mitteldicht	3a	30	40	-- a)	-- a)
Natürliche Schluffe/Tone, schw. organisch	UL/UM, OK, OT	weich bis steif	4	10	10	-- a)	-- a)
Quartäre Kiese, lo	GU/GT	locker	5a	40	60	-- a)	-- a)
Quartäre Kiese, md – d	GU/GT	mitteldicht bis dicht	5b	90	120	-- a)	-- a)
Tertiäre Schluffe/Tone, we – st	TL/TM	weich bis steif	6a	20	20	-- a)	-- a)
Tertiäre Schluffe/Tone, hf	TL/TM	halbfest bis fest	6b	60	80	800	1.200
Tertiäre Sande, md – d	SU/ST, SU*/ST*	mitteldicht bis dicht	7	90	120	4.500 ^{b)}	8.500 ^{b)}

a) Schichtstärke / Undrainierte Scherfestigkeit c_u für Ansatz Pfahlsitzendruck nicht ausreichend

b) Ansatz Pfahlsitzendruck nur bei ausreichender Schichtstärke Tertiärsande zulässig

Tabelle 22: Modellfaktoren für Pfahlspitzendruck und Mantelreibung gem. Tabelle 5.5 EA-Pfähle

Pfähltyp		η_b	η_s
Stahl- oder Spannbeton		1,0	1,0
Stahlträgerprofil ($h \leq 0,50$ m und $h/b_F \leq 1,50$)	$s=0,035 \cdot D_{eq}$	$0,61 - 0,30 \cdot h/b_F$	0,6
	$s=0,10 \cdot D_{eq}$	$0,78 - 0,30 \cdot h/b_F$	
Doppeltes Stahlträgerprofil		0,25	0,6
Offenes Stahlrohr und Hohlkasten ($0,30 \text{ m} \leq D_b \leq 1,60 \text{ m}$)		$0,95 \cdot e^{-1,2 \cdot D_b}$	$1,10 \cdot e^{-0,63 \cdot D_b}$
Geschlossenes Stahlrohr ($D_b \leq 0,80 \text{ m}$)		0,80	0,60
1) h = Höhe des Stahlträgerprofils, b_F =Flanscbreite des Stahlträgerprofils			

Tabelle 23: Abminderungsfaktoren gem. EA Pfähle bei Verwend. von Vorbohrereinrichtungen/Rammhilfen

	Abminderungsfaktor bei Vorbohren / Einsatz von Rammhilfen
Mantelreibung	0,5 (bei $d - d_B \leq 50 \text{ mm}$)
	0,6 (bei $d - d_B > 50 \text{ mm}$)
	1,0 (bei $d - d_B > 150 \text{ mm}$)
Spitzendruck	1,0 ^{a)}

d - Pfahldurchmesser bzw. Pfahlbreite; d_B - Durchmesser der Bohrung;

^{a)} gilt nur wenn die Rammhilfe mindestens 1,0 m oberhalb der Rohr-/ Pfahlspitze endet

Ist eine Bemessung auf Biegung nach dem Bettungsmodulverfahren erforderlich, so können die horizontalen Bettungsmodule nach der folgenden Gleichung abgeschätzt werden:

$$k_{s,k} = E_{s,k} / D_s \quad (\text{mit Pfahldurchmesser } D_s \leq 1,0 \text{ m, bei } D_s > 1,0 \text{ m rechnerisch } D_s = 1,0 \text{ m}) \text{ werden.}$$

5.3 Herstellung von Baugruben

5.3.1 Zulässige Böschungswinkel

Baugruben können gem. DIN 4124, Abschnitt 4.2.4 bis zu Böschungshöhen von 5,0 m bzw. bis zum Erreichen des Grundwassers unter Einhaltung eines **maximal zulässigen Böschungswinkels $\beta = 45^\circ$** frei geböscht werden.

In **bindigen Böden mit mindestens steifer Konsistenz** ist ggfs. eine Erhöhung des Böschungswinkels auf **60°** zulässig.

Bei Böschungshöhen > 5 m ist die Standsicherheit rechnerisch nachzuweisen, oder es sind entsprechende Bermen herzustellen.

Bei unverbauten Böschungen sind bzgl. des Befahrens der Böschungsschulter folgende Vorgaben gem. DIN 4124, Abschnitt 4.2.5 zu beachten:

- bei Fahrzeugen und Baugeräten bis 12 t Gesamtgewicht Einhaltung eines lastfreien Streifens von mindestens 1,00 m;
- bei Fahrzeugen und Baugeräten > 12 t bis 40 t Gesamtgewicht Einhaltung eines lastfreien Streifens von mindestens 2,00 m.

5.3.2 Ggfs. erforderliche Baugrubenverbauten und Kennwerte für die Rückverankerung

Baugrubenverbauten, auf die keine größeren Vertikallasten einwirken, können grundsätzlich als Trägerbohlverbauten hergestellt werden. Bodenrechenwerte für die Bemessung sowie Angaben zur Rammfähigkeit der einzelnen Schichten können dem Kap. 3.4, Tabellen 10-12 entnommen werden.

Bzgl. der Ausfachung zwischen den einzelnen Profilträgern empfehlen wir jedoch aufgrund der rel. geringen Grundwasserflurabstände am Standort, anstatt Holzausfachungen („Berliner Verbau“) eine Ausfachung mit Kanaldielen zu prüfen.

In Leitungsgräben o. dgl. können ggfs. entsprechende Kanalverbauten verwendet werden.

Sind Rückverankerungen erforderlich, so wird die Verwendung temporärer Verpressanker nach DIN 1054, Abschnitt 9/DIN EN 1537 empfohlen. Die Grenzlaster bzw. Mantelreibungen für die Bemessung können den nachfolgenden Diagrammen nach OSTERMAYER entnommen werden.

Rückverankerungen oder Unterfangungen, die auf benachbarte Grundstücke reichen, sind genehmigungspflichtig. Liegen Ankerstrecken teilweise im öffentlichen Raum, so ist eine entsprechende Erlaubnis bei der zuständigen Behörde einzuholen.

Ist eine ausreichende Rückverankerung nicht möglich, so sind bei der statischen Bemessung entsprechende Aussteifungen des Verbaus mit einzuplanen.

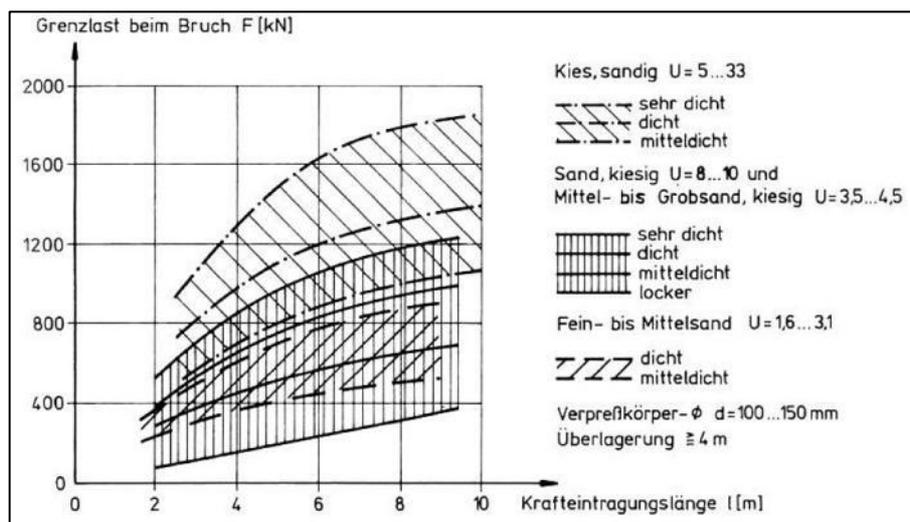


Abb. 6: Grenzlaster von Verpressankern in nichtbindigen Böden nach OSTERMAYER

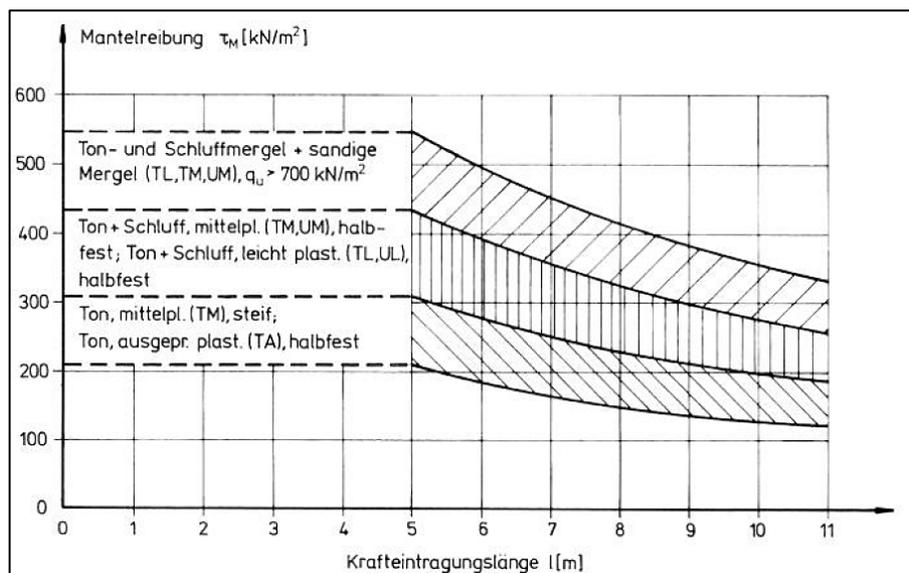


Abb. 7: Grenzwerte der mittleren Mantelreibung bei Anker in bindigen Böden nach OSTERMAYER, mit Nachverpressung

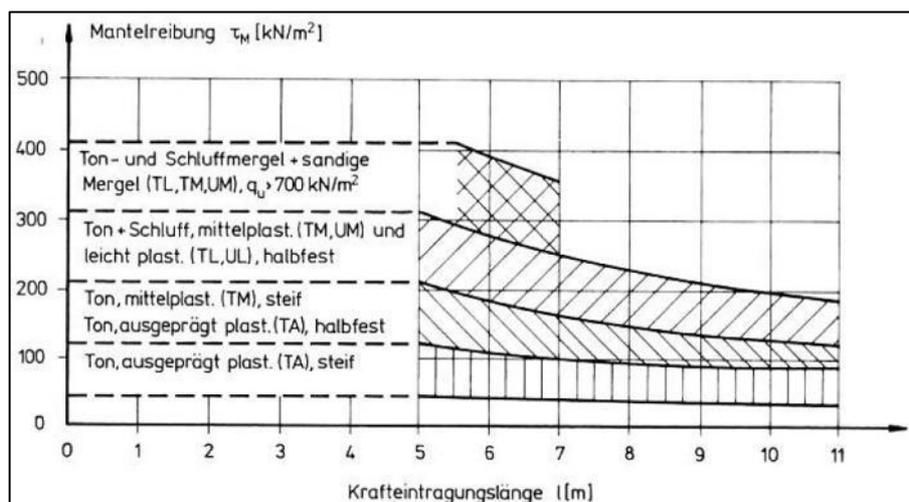


Abb. 8: Grenzwerte der mittleren Mantelreibung bei Anker in bindigen Böden nach Ostermayer, ohne Nachverpressung

Die Krafteintragungslänge der einzelnen Anker sollte 4 m nicht unterschreiten. Die freie Ankerlänge sollte mindestens 5 m betragen, um sicherzustellen, dass die Vorspannkraft planmäßig in den Baugrund eingeleitet wird. Bei Eintrag der Ankerkräfte in unterschiedliche Baugrundsichten können die Grenzlasten bzw. Mantelreibungswerte für die einzelnen Schichten addiert werden.

Die Werte in den Abb. 6 – 8 gelten für Einzelanker mit Verpresskörperdurchmessern von 100 – 150 mm. Der volle Ansatz der Werte ist nur bei einer Mächtigkeit der Überdeckung von mindestens 4 m zulässig.

5.3.3 Wasserhaltung und ggfs. erforderliche Maßnahmen gegen hydraulischen Grundbruch

Wasserhaltung

Sind je nach genauen Gründungskoten in größeren Aushubgruben Maßnahmen zur Grundwasserabsenkung erforderlich, so wird zur Sicherstellung einer ausreichenden Tragfähigkeit und Verdichtbarkeit der Gründungssohle ein Absenkziel von mindestens 0,50 m unter Baugrubensohle empfohlen.

Aufgrund der rel. geringen Wassersäule im quartären Leiterstockwerk (je nach Niederschlägen und genauer Lokalität innerhalb des Baufelds grob überschlägig ca. 2 m) ist hierbei ggfs. eine Grundwasserabsenkung über entsprechende Schachtringbrunnen ausreichend.

Auch offene Wasserhaltungen kommen aufgrund der rel. geringen Aquifermächtigkeit grundsätzlich in Betracht. Um bei größeren Wasserhaltungsmaßnahmen jedoch Begleitsetzungen („Mitnahmesetzungen“) umliegender Böden zu vermeiden, empfehlen wir, im Zweifel anstatt umfassender offener Wasserhaltungen entsprechende Spundwandprofile in den Untergrund einzubringen. (D.h. geschlossene Wasserhaltung, oder zumindest teilweise Spundung unter Inkaufnahme einer entsprechenden Restwasserhaltung.)

Gespanntes Grundwasser im Tertiär/Hydraulischer Grundbruch

Je nach genauer Aushubtiefe in den einzelnen Baufeldern sind zur Vermeidung von hydraulischem Grundbruch die Angaben zum Druckspiegel des quartären Grundwassers in Kap. 3.5.4 unbedingt zu beachten.

Eine Orientierung zu den grundwasserführenden Tertiärsanden bietet die im Tiefenbereich der tertiären Sande verfiltrierte GWM 6, Bohr- und Ausbauprofil siehe Anlage 2.

Genau geohydraulische Angaben zum tertiären GW können dem Kap. 4 entnommen werden.

Das Entnehmen und Wiedereinleiten von Bauwasser ist genehmigungspflichtig. Im Fall von Wasserhaltungsmaßnahmen ist deshalb ein entsprechender Antrag auf wasserrechtliche Genehmigung möglichst frühzeitig vor Baubeginn bei der zuständigen Behörde einzureichen.

5.3.4 Maßnahmen zur Sicherung gegen Auftrieb

Die Auftriebssicherheit der einzelnen geplanten Baukörper ist vom Statiker für sämtliche Bauzustände nachzuweisen.

5.3.5 Außenabdichtung erdberührter Bauteile

Erdberührte Bauteile sind unterhalb des Bemessungswasserstandes für den Endzustand (s. Kapitel 3.5.3) gem. DIN 18533, Wassereinwirkungsklasse W 2-E gegen drückendes Wasser abzudichten. Bei Eintauchtiefen > 3 m ist hierbei eine Abdichtung gem. der Einwirkungsklasse W2.2-E erforderlich. Bei Eintauchtiefen ≤ 3 m ist eine Abdichtung gem. der Einwirkungsklasse W2.1-E ausreichend.

Oberhalb des Bemessungswasserstand ist im Bereich nichtbindiger, d.h. kiesig-sandiger Böden eine Abdichtung erdberührter Bauteile gegen nichtdrückendes Wasser gem. der Einwirkungsklasse W1-E ausreichend.

Im Bereich schluffiger/toniger Böden ist jedoch auch oberhalb des Bemessungswassersand ggfs. eine Abdichtung gegen drückendes Wasser gem. Einwirkungsklasse W2-E zu prüfen, da hier ein Aufstau von Niederschlags- bzw. Sickerwasser nicht ausgeschlossen werden kann.

Soll hier eine Abdichtung gegen drückendes Wasser aus Kostengründen vermieden werden, so weisen wir ausdrücklich darauf hin, dass dies nur bei Herstellung ausreichender Drainagen möglich ist.

Bzgl. der Anschlüsse an andere Bauteile sind die weiteren Hinweise gem. DIN 18533 zu beachten.

5.3.6 Verfüllung von Baugruben und Arbeitsräumen

Allgemeine Hinweise

Für die Verfüllung von Aushubbereichen nach Arbeitsräumen ist ausreichend durchlässiges und verdichtbares Erdbaumaterial zu verwenden (Bodengruppen GW/GI/GU/GT, SW/SI/SU/ST nach DIN 18196).

In Bereichen mit zu erwartender Frosteinwirkung ist frostsicheres Material, d.h. Material mit einem Feinkornanteil (Fraktion $\leq 0,063$ mm) $< 5\%$ zu verwenden (Bodengruppen GW/GI).

Das Material ist lagenweise einzubauen und zu verdichten. Die Dicke der einzelnen Einbaulagen sollte bei Verdichtung per Rüttelplatte 30 cm, bei Verdichtung per Rüttelwalze 50 cm nicht überschreiten.

Die ausreichende Verdichtung ist durch statische Lastplattendruckversuche nach DIN 18134, alternativ durch dynamische Lastplattendruckversuche nach TP BF-StB, Teil B 8.3 nachzuweisen (leichtes Fallgewicht).

Empfohlene Tragfähigkeitskriterien für die Gründung von Gebäuden können dem Kap. 5.2.4 entnommen werden, Tragfähigkeitskriterien für die Gründung von Verkehrsflächen dem Kap. 6.

Wiederverwendung des zu erwartenden Aushubmaterials

Aushubmaterial der Bodengruppen GW/GI, GU/GT sowie SU/ST kommt für einen Wiedereinbau in Betracht, sofern das Material nachweislich keine Schadstoffbelastungen aufweist.

In Bereichen mit zu erwartender Frosteinwirkung (d.h. bis mindestens 0,80 m, vorzugsweise 1,00 m u. GOK) ist jedoch ausschließlich frostsicheres Material zu verwenden.

Feinkörniges Material sowie Material der Bodengruppen SU*/ST*, GU*/GT* ist für einen Wiedereinbau im Bereich von Bauwerkshinterfüllungen nicht ausreichend verdichtbar.

Dieses Material kann daher bei der Bauausführung nur zur Geländemodellierung, d.h. in Bereichen ohne Einwirkung von Bauwerks- oder Verkehrslasten wiederverwendet werden.

5.3.7 Versickerung von Niederschlagswasser

Gem. DWA-Arbeitsblatt A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser gelten Böden mit Durchlässigkeitsbeiwert k_f von ca. $10^{-3} - 10^{-6}$ m/s als versickerungsfähig [15].

Eine Versickerung durch aufgefüllte Bodenschichten ist nur dann zulässig, wenn die Auffüllung nachweislich keine Schadstoffbelastungen aufweist.

Zudem ist ab Unterkante Versickerungsanlage ein Mindestabstand zum MHGW (Mittlerer Höchstgrundwasserstand) von 1,0 m einzuhalten, um eine ausreichende Sickerstrecke sowie eine ausreichende Filterfunktion des Bodens zu gewährleisten.

Für die im oberflächennahen Untergrund teils erbohrten natürlichen Kiese empfehlen wir unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Kornverteilungsanalysen und des GW-Leistungspumpversuchs, bei der Bemessung von Rigolen bzw. Sickermulden auf der sicheren Seite liegend einen **Bemessungs- k_f von ca. $2 * 10^{-4}$ m/s** anzusetzen.

Bei Versickerungen über Sickermulden sind folgende ergänzende Hinweise zu beachten:

- Austausch ggfs. vorhandener Auffüllungen oder feinkörniger Deckschichten bis zum Erreichen der natürlichen, unbelasteten Kiese,
- für die sog. **durchwurzelte Zone**, d.h. die mit Rekultivierungsmaterial (unbelasteter Mutterboden) herzustellenden obersten ca. 0,30 m, empfehlen wir, bei der Bemessung einen Durchlässigkeitsbeiwert k_f von **max. ca. $5 * 10^{-5}$ m/s** anzusetzen.

Erweisen sich die v.g. Varianten zur Niederschlagsentwässerung bei der weiteren Planung als nicht möglich, so ist mit den zuständigen Behörden abzuklären, ob die Niederschlagsentwässerung in einen öffentlichen Regen- oder Mischwasserkanal, oder in einen Vorfluter erfolgen kann.

6 Herstellung von Verkehrsflächen

6.1 Frostsicherer Oberbau gem. RStO 12

Gem. Karte der Frosteinwirkungszonen in Deutschland liegt das Untersuchungsgelände in der Frosteinwirkungszone II [12].

Die erbohrten Böden sind überwiegend der Frostempfindlichkeitsklasse F2 zuzuordnen.

Genaue Angaben zu den Belastungsklassen nach RStO 12 liegen uns bisher nicht vor. Im Folgenden werden daher die frostsicheren Oberbauten nach RStO 12 exemplarisch für die Belastungsklassen Bk 0,3 und Bk 1,0 dargestellt.

Tabelle 24: Frostsicherer Oberbau, Ausgangswert gem. Frostempfindlichkeitsklasse Boden F2

Niveau/Planum	Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk 0,3	Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk 1,0
Ausgangswert, Frostempfindlichkeitsklasse F2 (RStO 12, Tabelle 6)	40 cm	50 cm
Mehrdicke frostsicherer Oberbau, Frosteinwirkungszone II (RStO 12, Tabelle 7)	+ 5 cm	+ 5 cm
Gesamtdicke frostsicherer Oberbau	45 cm	55 cm

Tabelle 25: Mindestanforderungen an Tragfähigkeit, Verformungsmodul und Verhältniszwert

Niveau/Planum	Bauweisen mit Asphaltdecke gem. RStO 12 – Tafel 1, Zeile 1, Asphalt Tragfähigkeit E_{v2} MN/m ²	
	Bk 0,3	Bk 1,0
OK Frostschuttschicht	100 ^{a)}	120 ^{a)}
Untergrund/Planum	45 ^{a)}	45 ^{a)}

^{a)} Verhältniszwert $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$

6.2 Gutachterliche Bewertung bestehender Fahrbahnunterbau

Unterhalb der Asphaltdecke der nördlich des Baufeldes gelegenen Wohnstraße „Am Eichenberg“ wurden bis in eine Tiefe von ca. 1,5 – 1,8 m unter OK Fahrbahn aufgefüllte, schwach schluffige, sandige Kiese erbohrt (Schichten Nr. 3a/3b; siehe hierzu Bohrprofile KRB 11 und 12).

Der Feinkornanteil beträgt gem. den durchgeführten Kornverteilungsanalysen ca. 5 – 8 %.

Generell gilt bei Lieferkies Material mit Feinkornanteilen bis 5 %, im eingebauten Zustand Material mit Feinkornanteilen bis 7 % als frostsicher.

Bzgl. der Frostsicherheit kann der bestehende Fahrbahnunterbau aus gutachterlicher Sicht unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit belassen bzw. wiederverwendet werden. Aufgrund der insbes. bei DPH 11 festgestellten lockeren Lagerung des Materials im oberflächennahen Untergrund wird jedoch eine sorgfältige Nachverdichtung des Material bei der Bauausführung ausdrücklich empfohlen. Ergeben sich hierbei größere Setzungen, so ist in entsprechendem Umfang Frostschuttkies zuzuliefern.

7 Orientierende Schadstoffuntersuchung

7.1 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Abschätzung der bei der Bauausführung zu erwartenden abfallrechtlichen Belastungsklassen wurden die in Tabelle 26 angegebenen chemisch-analytischen Laboruntersuchungen durchgeführt:

Tabelle 26: Umfang chemisch-analytische Untersuchungen

Probe	Material/Schicht Nr.	Analysenumfang
KRB 11/0,00-0,14	Am Eichenberg, Bestehende Asphaltfahrbahn	PAK (16 EPA), Feststoff
KRB 12/0,00-0,14		PAK (16 EPA), Feststoff
MP 1	Am Eichenberg, Fahrbahn- unterbau, Schicht 3a/3b	Verfüll-Leitfaden (LVGBT), Feststoff + Eluat
MP 2	Oberboden, Geplante Quartiergarage, Schicht 1b	Verfüll-Leitfaden (LVGBT), Feststoff + Eluat, TOC
B 5/0,40-1,40	Deckschicht/Organische Tone, Geplante Quartiergarage, Schicht 4	TOC
B 3/0,00-0,30	Oberboden, Bereich Fußgänger- brücke, Schicht 1b	Verfüll-Leitfaden (LVGBT), Feststoff + Eluat, TOC
MP 3	Auffüllung, Bereich Fußgänger- brücke, Schichten 2/3a	Verfüll-Leitfaden (LVGBT), Feststoff + Eluat

[P:\131113145_Hebertshausen_AmHofanger\13145-01_Hebertshausen_Hofanger_BGU\F_Projektresultat\B_Arbeitsstand\13145-0_Hebertshausen_AmHofanger_BGU.docx]

7.2 Analysergebnisse und abfallrechtliche Bewertung

Die Analysergebnisse, einschließlich abfallrechtlicher Einstufung und Angabe der jeweils verwendeten Einzelproben, sind in den Tabellen 27 – 32 zusammengestellt.

Die laborchemischen Untersuchungen erfolgten durch das akkreditierte Labor Dr. Graner & Partner GmbH, 81249 München. Die Prüfberichte, einschließlich Angabe der Analysenverfahren und der laborchemischen Bestimmungsgrenzen, sind der Anlage 5 zu entnehmen.

Tabelle 27: Analysergebnisse KRB 11/0,0-0,14 (Asphalt)

Probenbezeichnung	KRB 11/0,00-0,14
Material	Asphaltekern (Am Eichenberg, Asphaltfahrbahn)
Summe PAK [mg/kg]	20,97
Einstufung gem. LfU-MB 3.4/1 [18]	gering verunreinigter Ausbaupasphalt (Summe 10 mg/kg > PAK ≤ 25 mg/kg)
Aufbereitung mit Bindemittel	Heißmischverfahren möglich
Wiedereinbau, ungebunden	nur unter dichter Deckschicht
Wiedereinbau, gebunden	Keine Auflagen
Abfallschlüssel gem. AVV [14]	17 03 02

Tabelle 28: Analysergebnisse KRB 12/0,0-0,14 (Asphalt)

Probenbezeichnung	KRB 12/0,00-0,14
Material	Asphaltekern (Am Eichenberg, Asphaltfahrbahn)
Summe PAK [mg/kg]	181,50
Einstufung gem. LfU-MB 3.4/1 [18]	Pechhaltiger Straßenaufbruch (Summe 25 mg/kg > PAK ≤ 1.000 mg/kg) Bento(a)pyren < 50 mg/kg
Aufbereitung mit Bindemittel	Nur Kaltmischverfahren
Wiedereinbau, ungebunden	Nicht zulässig
Wiedereinbau, gebunden	Nur unter dichter Deckschicht
Abfallschlüssel gem. AVV [14]	17 03 02

Tabelle 29: Ergebnisse Untersuchung gem. bayer. Verfüll-Leitfaden, Mischprobe MP 1

Probenbezeichnung	MP 1
Material	Fahrbahnunterbau, Kies, Schichten 3a/3b
Verwendete Einzelproben	KRB11/0,14-1,0; KRB11/1,0-1,4; KRB11/1,4-2,5; KRB12/0,14-1,0; KRB12/1,0-1,8
Einstufung gem. Verfüll-Leitfaden [13]	Z 0 (Spalte Lehm/Schluff)
Einstufungsbestimmende Parameter	--
Abfallschlüssel gem. AVV [14]	17 05 04

Tabelle 30: Ergebnisse Untersuchung gem. bayer. Verfüll-Leitfaden, Mischprobe MP 2

Probenbezeichnung	MP 2
Material	Oberboden, Bereich Quartiergarage, Schicht 1b
Verwendete Einzelproben	B5/0,0-0,4; GWM6/0,0-0,4; KRB7/0,0-0,5
Einstufung gem. Verfüll-Leitfaden [13]	Z 0 (Spalte Lehm/Schluff)
Einstufungsbestimmende Parameter	Bei Verwertung/Entsorgung ggfs. TOC-Gehalt beachten (3,0 %, siehe Prüfbericht)
Abfallschlüssel gem. AVV [14]	17 05 04

Tabelle 31: Ergebnisse Untersuchung gem. bayer. Verfüll-Leitfaden, Mischprobe MP 3

Probenbezeichnung	MP 3
Material	Auffüllung, Bereich Fußgängerbrücke / Schichten 2/3a
Verwendete Einzelproben	B3/0,3-0,8; KRB4/0,0-0,5
Einstufung gem. Verfüll-Leitfaden [13]	Z 0 (Spalte Lehm/Schluff)
Einstufungsbestimmende Parameter	--
Abfallschlüssel gem. AVV [14]	17 05 04

Tabelle 32: Ergebnisse Untersuchung gem. bayer. Verfüll-Leitfaden, Einzelprobe B 3/0,0-0,3

Probenbezeichnung	B 3/0,0-0,3
Material	Oberboden, Bereich Fußgängerbrücke / Schluff / Schicht 1b
Verwendete Einzelproben	B 3/0,0-0,3
Einstufung gem. Verfüll-Leitfaden [13]	Z 0 (Spalte Lehm/Schluff)
Einstufungsbestimmende Parameter	Bei Verwertung/Entsorgung ggfs. TOC-Gehalt beachten (4,3 %, siehe Prüfbericht)
Abfallschlüssel gem. AVV [14]	17 05 04

Im torfigen, organogene, Bodenmaterial der Probe B 5/0,4-1,4 wurde ein TOC-Gehalt (organischer Kohlenstoff, gesamt) von 15,0 % festgestellt.

Der TOC-Gehalt ist bei der Wiederverwertung bzw. Entsorgung zu beachten.

7.3 Ergänzende Hinweise

Aufgrund der nur punktweise durchgeführten Aufschlüsse können Abweichungen von den hier dargestellten Ergebnissen innerhalb des Planungsumgriffs nicht ausgeschlossen werden. Dies gilt insbes. für die abfallrechtlichen Zuordnungsklassen und die voraussichtlichen Kosten für die Entsorgung.

Material mit Schadstoffverdacht ist bei den Erdarbeiten zu separieren, auf Haufwerken von ca. 300 bis maximal 500 m³ aufzuhalten, und von einem entsprechend qualifizierten Fachbüro (LAGA PN 98) beproben zu lassen. Das Material ist gemäß den geltenden abfallrechtlichen Bestimmungen laborchemisch zu untersuchen, und einer entsprechenden Verwertung bzw. Entsorgung zuzuführen. Werden hierbei Überschreitungen von Z 2-Werten gem. bayerischem Verfüll-Leitfaden festgestellt, so sind die entsprechenden Ergänzungsanalysen gem. DepV durchzuführen.

Um eine Schadstoffverlagerung in den Untergrund durch Niederschlags- bzw. Sickerwasser zu vermeiden, sollte insbes. Material mit Schadstoffverdacht durch Planen gegen Witterungseinflüsse abgedeckt, und nicht auf unversiegelten Flächen zwischengelagert werden.

Die Abfuhr von Material mit Schadstoffverdacht darf grundsätzlich erst nach Vorliegen der vollständigen abfallrechtlichen Analyseergebnisse erfolgen.

8 Zusammenfassung

Gründungsfähigkeit der Böden für die geplanten Gebäude

Bei den Baugrundaufschlüssen im Bereich der geplanten Quartiergarage (Nordwestseite Gelände) wurden unterhalb des Oberbodens und der natürlichen, teils schluffig-tonigen bis organogenen Deckschichten ausreichend tragfähige Kiese des Quartärs erbohrt. Eine Flachgründung des Gebäudes über Streifen-, Einzel-fundamente bzw. lastabtragende Bodenplatten ist somit grundsätzlich möglich.

Zum Ausgleich eventueller Inhomogenitäten im Gründungsplanum empfehlen wir jedoch, bei der Bauausführung je nach Erfordernis ggfs. eine kapillarbrechende Schicht von ca. 0,30 m einzubringen. Zudem ist eine sorgfältige und möglichst gleichmäßige Nachverdichtung der Gründungssohle per Rüttelplatte bzw. Rüttelplatte sicherzustellen.

Bei der auf der Südostseite des Geländes geplanten Fußgängerbrücke ist sowohl eine Brunnengründung über Betonringe, als auch eine Gründung über duktile Pfähle oder anderweitige Rammverfahren möglich. Detaillierte Informationen hierzu, einschließlich der empfohlenen Pfahlkennwerte nach EA-Pfähle für die statische Bemessung, können dem Kap. 5.2 entnommen werden.

Eignung der natürlichen Grundwasserleiter am Standort für eine thermische Nutzung

Zur Beurteilung der Machbarkeit einer thermischen Grundwassernutzung wurden in Abstimmung mit den Planungsbeteiligten und den zuständigen Behörden (Landratsamt Dachau, Wasserwirtschaftsamt München) eine 5 Zoll-Grundwassermessstelle im Tiefenbereich des quartären Grundwasserstockwerks, sowie eine 5 Zoll-Messstelle im Tiefenbereich grundwasserführender Tertiärsande ausgebaut. Die v.g. grundwasserführenden Schichten wurden jeweils durch einen Leistungspumpversuch von ca. 3 h, sowie nach entsprechender Probenahme laborchemisch hinsichtlich ihres Grundwasserchemismus untersucht.

Bei Ansatz einer erforderlichen Heizleistung für das Quartier von ca. 220 kW weist jedoch keines der beiden Leiterstockwerke eine ausreichende hydraulische Ergiebigkeit auf.

Im quartären Leiterstockwerk ist dies vorrangig durch die rel. geringe Mächtigkeit des quartären Kiesgrundwasserleiters am Standort bedingt. Bzgl. des tertiären Leiterstockwerks ist neben der rel. geringen hydraulischen Ergiebigkeit darauf hinzuweisen dass, selbst wenn eine thermische Nutzung nach Prüfung durch die Fachbehörde wasserschutzrechtlich genehmigungsfähig sein sollte, die im tertiären Grundwasser am Standort festgestellten Eisen- und Mangangehalte eine erhöhte Verockerungsgefahr für die Wärmepumpe bedeuten.

Von einer thermischen Nutzung des Grundwassers am Standort ist deshalb aus gutachterlicher Sicht abzuraten. Detaillierte Informationen hierzu können dem Kap. 4 entnommen werden.

Ggfs. erforderliche Wasserhaltungsmaßnahmen, Gespanntes Grundwasser im Tertiär

Sofern die Erdaushubtiefen bei den geplanten Baumaßnahmen möglichst gering gehalten werden, sind umfassende Wasserhaltungsmaßnahmen mit geschlossenen Spundwandkästen voraussichtlich nicht erforderlich.

Kleinräumige Wasserhaltungsmaßnahmen durch entsprechende Schachtringbrunnen o. dgl. sind jedoch, je nach genauem Umfang und genauer Tiefe der Fundamentgruben, ggfs. mit einzuplanen.

Je nach genauer Aushubtiefe der Baugruben sind zudem die Angaben in Kap. 3.5.4 zum gespannten Grundwasser in den Tertiärsanden zu beachten.

Bestehender Straßenaufbau „Am Eichenberg“

Bzgl. der bestehenden Wohnstraße „Am Eichenberg“ wurden wir vom Büro WipflerPLAN im Vorfeld der Baugrunduntersuchung auf erkennbare Setzungen hingewiesen.

Bei der Rammsondierung DPH 11 (siehe Lageplan u. Rammsondierprofil, Anlagen 1.2 u. 2) wurde hier bis ca. 3,4 m unter OK Fahrbahn eine auffallend lockere Lagerung der Böden festgestellt. Dies ist möglicherweise auf hier erfolgte Leitungsbauarbeiten o. dgl. zurückzuführen.

Bei den geplanten Baumaßnahmen wird deshalb hier eine sorgfältige, nach Möglichkeit lagenweise Nachverdichtung der Böden von uns ausdrücklich empfohlen. Hierbei ggfs. entstehende Setzungsmulden sind durch Zulieferung von tragfähigem, nachweislich unbelastetem Frostschutzkies auszugleichen.

Empfohlene Tragfähigkeitskriterien sowie Angaben zum frostsicheren Oberbau nach RStO 12 können dem Kap. 6 entnommen werden.

Abfallrechtliche Untersuchung

Die Ergebnisse der durchgeführten abfallrechtlichen Untersuchungen, einschließlich Hinweisen zur Haufwerksbeprobung und zur Materialabfuhr während der Bauphase, sind im Kap. 7 dargestellt. Die Prüfberichte des Labors sind der Anlage 5 zu entnehmen.

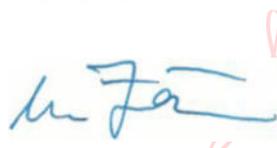
Die punktweise durchgeführten Aufschlüsse bieten einen Überblick über die zu erwartenden Baugrund- und Schadstoffverhältnisse, sie schließen jedoch Abweichungen in Teilbereichen nicht aus. Wir empfehlen daher den Baugrundgutachter zur weiteren Beratung hinzuzuziehen, falls planerische Änderungen erfolgen die Auswirkungen auf die Bauausführung haben können, oder Abweichungen von den hier dargestellten Untersuchungsergebnissen auftreten.

Bzgl. der Gründungssohlen wird empfohlen, diese während der Bauausführung vor Ort vom Baugrundgutachter abnehmen zu lassen.

Der vorliegende Bericht ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

Gröbenzell, 30.11.2023

NICKOL & PARTNER AG



Digital unterschrieben von Matthias Jaeger
DN: cn=Matthias Jaeger, o=Nickol Partner AG, ou, email=jaeger@nickol-partner.de, c=DE
Datum: 2023.12.09 21:03:15 +01'00'

i.V. Matthias Jäger
Dipl.-Geoökol.
Teamleiter

i.A. Mathias Schimpfle
M.Sc. Ing.-/Hydrogeol.
Projektingenieur

Anlage 1

Anlage 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 15.000

Anlage 1.2 Lageplan Bohr- und Sondieransatzpunkte, Maßstab 1 : 1.250

Nickol & Partner AG

Oppelner Str. 3 • 82194 Gröbenzell
Vorsitzender des Aufsichtsrates
Peter Nickol

Vorstand

Jenö Zeltner
Markus Gogl
Thomas Bauer

Bankverbindung

Sparkasse Fürstenfeldbruck
IBAN DE91 7005 3070 0003 0084 06
BIC BYLADEM1FFB

Amtsgericht München

HRB 250432
Umsatzsteuer-ID
DE128238211



© Daten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Beauftragung:
WipflerPLAN Erschließungsträger- und Projektsteuerungsgesellschaft mbH & Co. KG
 Hohenwarter Straße 124
 85276 Pfaffenhofen an der Ilm

Fachplanung:

NICKOL & PARTNER AG
 Umweltschutz • Geotechnik
Consulting
 Oppelner Straße 3 • 82194 Gröbenzell • Tel. +49 8142 5782-0

Projekt: 13117-01
Geplante Erschließung Baugebiet „Am Hofanger“, 85241 Hebertshausen Ergänzende Baugrund- und Grundwasseruntersuchung

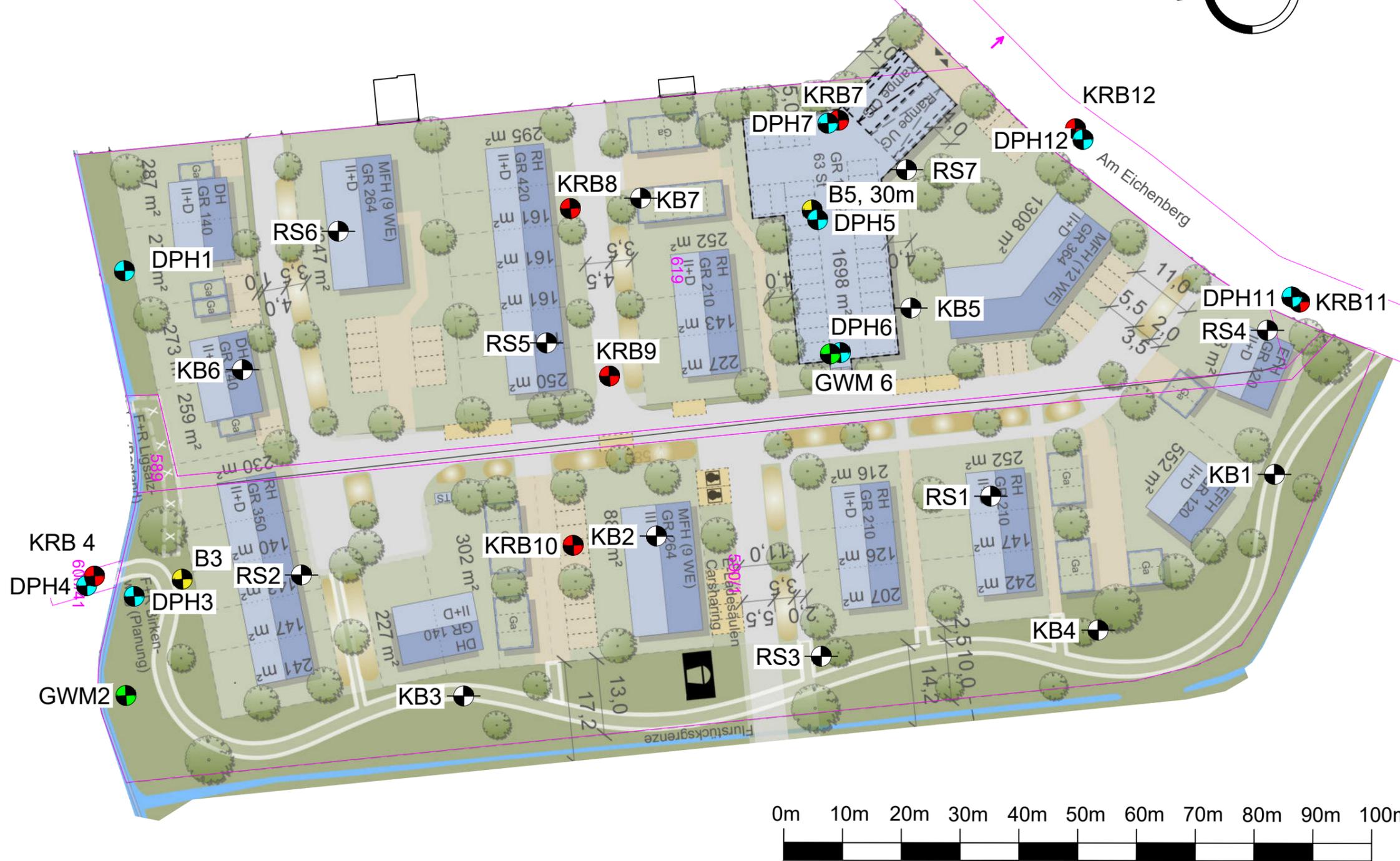
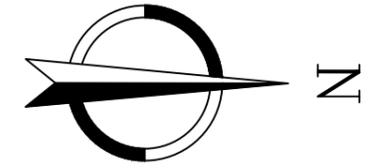
Planinhalt:
Übersichtslageplan

Anlage: 1.1 **Maßstab: 1:15.000**

Plan-Nr.: 13145_NIC_231128_LP_BGU_ANL_1-1 Format: 210 x 297

	Datum	Name
gezeichnet	28.11.2023	Wölfl
geprüft	28.11.2023	Jäger

P:\131\13145_Hebertshausen_AmHofanger\CAD\13145_NIC_231128_LP_BGU.dwg



Legende:

- KRB3 Kleinrammbohrung
- DPH3 Schwere Rammsondierung
- B1 Großbohrungen
- GWM Grundwassermesstellen
- KB/RS Schwere Rammsondierung, entspr. Altgutachten, Kleinrammbohrung, entspr. Altgutachten

Beauftragung:
WipflerPLAN Erschließungsträger- und Projektsteuerungsgesellschaft mbH & Co. KG
 Hohenwarter Straße 124
 85276 Pfaffenhofen an der Ilm

Fachplanung:
NICKOL & PARTNER AG
 Umweltschutz • Geotechnik
 Consulting
 Oppelner Straße 3 • 82194 Gröbenzell • Tel. 08142/5782-0

Projekt: 13145
Geplante Erschließung Baugebiet „Am Hofanger“, 85241 Hebertshausen Ergänzende Baugrund- und Grundwasseruntersuchung

Planinhalt:
Lage der Bohr- und Sondieransatzpunkte

Anlage 1.2	Maßstab: 1:1.250		Datum	Name
		gezeichnet	28.11.2023	Wölfl
Plan-Nr.: 13145_NIC_231128_LP_BGU_ANL_12	Format: 420 x 297 mm	geprüft	28.11.2023	Jäger
P:\13145_Hebertshausen_AmHofanger\CAD\13145_NIC_231128_LP_BGU.dwg				

Anlage 2

Bohrprofile und Rammsondierdiagramme

Nickol & Partner AG

Oppelner Str. 3 • 82194 Gröbenzell
Vorsitzender des Aufsichtsrates
Peter Nickol

Vorstand

Jenö Zeltner
Markus Gogl
Thomas Bauer

Bankverbindung

Sparkasse Fürstenfeldbruck
IBAN DE91 7005 3070 0003 0084 06
BIC BYLADEM1FFB

Amtsgericht München

HRB 250432
Umsatzsteuer-ID
DE128238211



NICKOL & PARTNER AG
 Umweltschutz-Geotechnik
 82194 Gröbenzell
 T: 08142/5782-0
 F: 08142/5782-99

Projekt: Am Hofanger Herbertshausen
 Projektnr.: 13145-01
 Anlage: 2
 Datum: 27.10.2023
 Maßstab: 1: 30

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	2	6.10	29
0.20	2	6.20	32
0.30	4	6.30	122
0.40	4	6.40	200
0.50	9		
0.60	8		
0.70	3		
0.80	5		
0.90	6		
1.00	6		
1.10	2		
1.20	2		
1.30	1		
1.40	1		
1.50	0		
1.60	1		
1.70	1		
1.80	1		
1.90	0		
2.00	1		
2.10	0		
2.20	0		
2.30	0		
2.40	0		
2.50	1		
2.60	0		
2.70	0		
2.80	0		
2.90	0		
3.00	1		
3.10	1		
3.20	2		
3.30	6		
3.40	3		
3.50	2		
3.60	2		
3.70	3		
3.80	4		
3.90	4		
4.00	4		
4.10	4		
4.20	4		
4.30	3		
4.40	4		
4.50	4		
4.60	5		
4.70	6		
4.80	8		
4.90	9		
5.00	9		
5.10	12		
5.20	28		
5.30	23		
5.40	25		
5.50	25		
5.60	37		
5.70	40		
5.80	34		
5.90	28		
6.00	30		

▽ 472.00m

▽ 471.00m

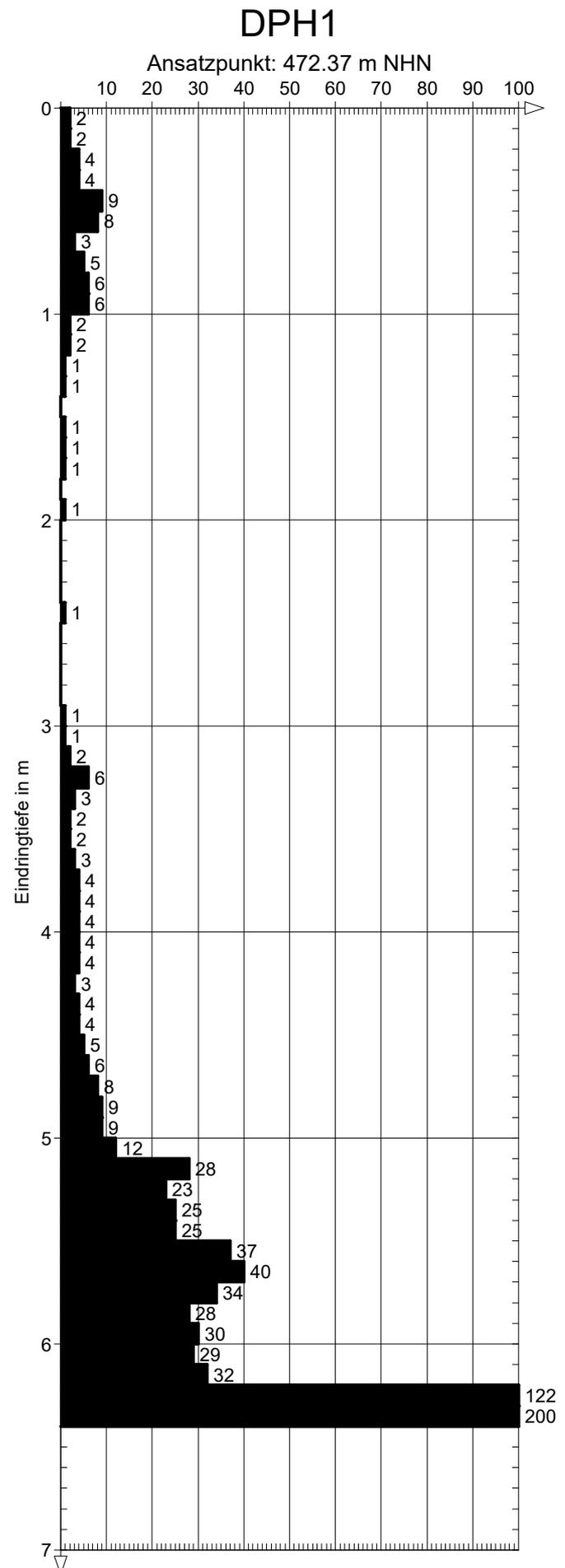
▽ 470.00m

▽ 469.00m

▽ 468.00m

▽ 467.00m

▽ 466.00m





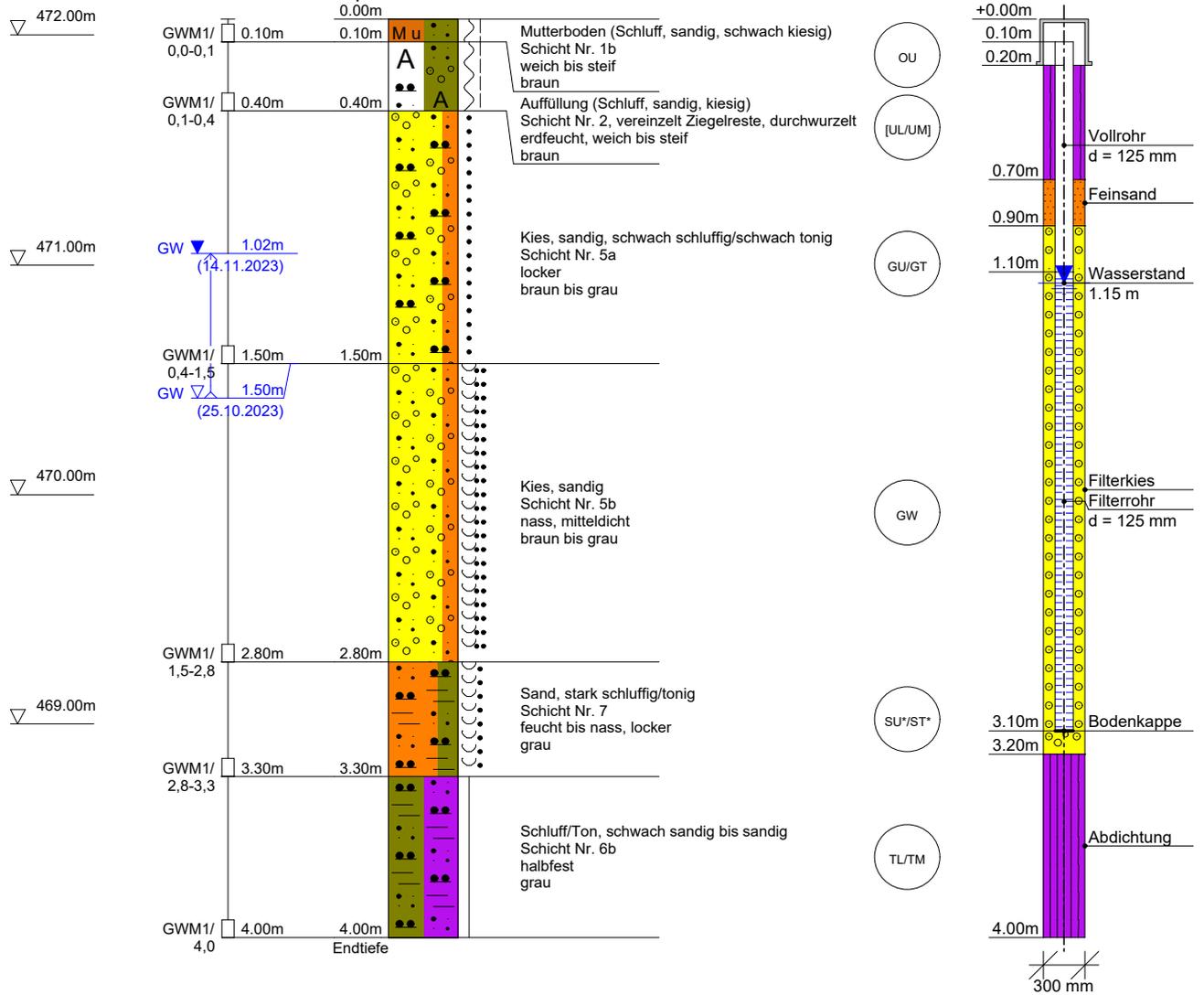
NICKOL & PARTNER AG
Umweltschutz-Geotechnik
82194 Gröbenzell
T: 08142 / 57 82 - 0
www.nickol-partner.de

Projekt: "Am Hofanger" Herbertshausen
Projekt Nr.: 13145-01
Anlage 22.11.2023
Datum: 25.10.2023
Maßstab: 1: 30 / 1: 50

GWM2

Ansatzpunkt: 472.07 m NHN

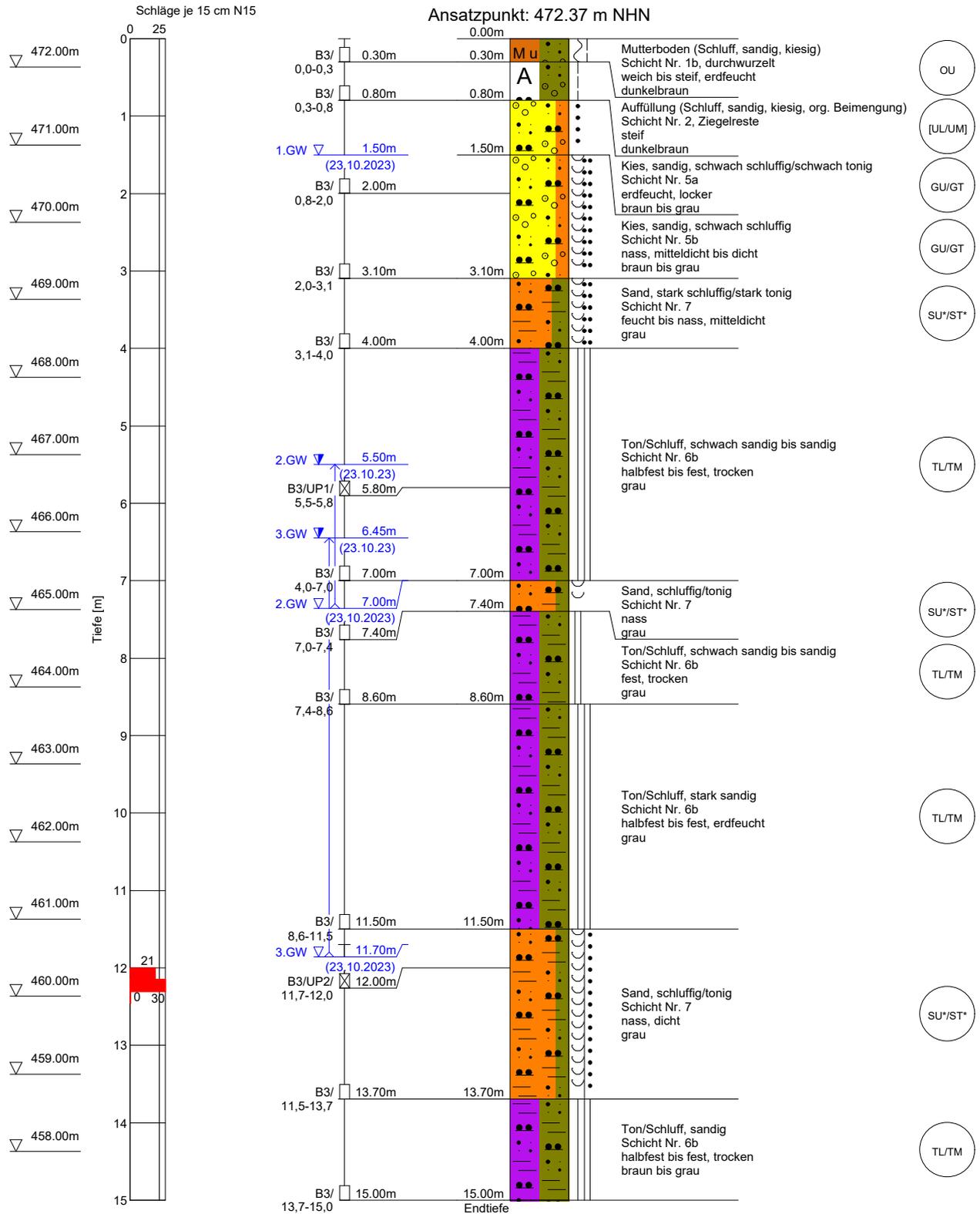
Messstellenausbau





B3

Ansatzpunkt: 472.37 m NHN

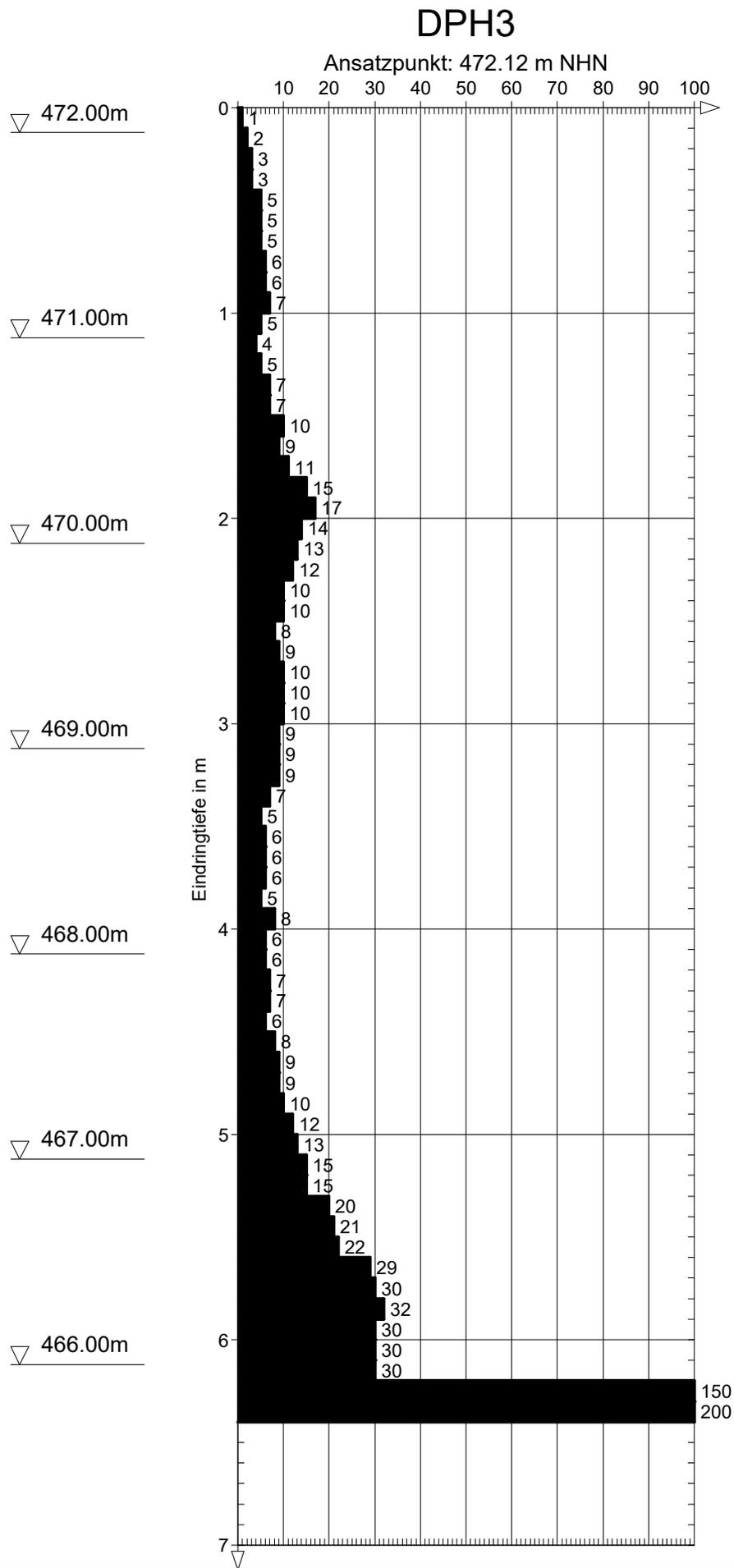




NICKOL & PARTNER AG
 Umweltschutz-Geotechnik
 82194 Gröbenzell
 T: 08142/5782-0
 F: 08142/5782-99

Projekt: Am Hofanger Herbertshausen
 Projektnr.: 13145-01
 Anlage: 2
 Datum: 30.10.2023
 Maßstab: 1: 30

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	1	6.10	30
0.20	2	6.20	30
0.30	3	6.30	150
0.40	3	6.40	200
0.50	5		
0.60	5		
0.70	5		
0.80	6		
0.90	6		
1.00	7		
1.10	5		
1.20	4		
1.30	5		
1.40	7		
1.50	7		
1.60	10		
1.70	9		
1.80	11		
1.90	15		
2.00	17		
2.10	14		
2.20	13		
2.30	12		
2.40	10		
2.50	10		
2.60	8		
2.70	9		
2.80	10		
2.90	10		
3.00	10		
3.10	9		
3.20	9		
3.30	9		
3.40	7		
3.50	5		
3.60	6		
3.70	6		
3.80	6		
3.90	5		
4.00	8		
4.10	6		
4.20	6		
4.30	7		
4.40	7		
4.50	6		
4.60	8		
4.70	9		
4.80	9		
4.90	10		
5.00	12		
5.10	13		
5.20	15		
5.30	15		
5.40	20		
5.50	21		
5.60	22		
5.70	29		
5.80	30		
5.90	32		
6.00	30		



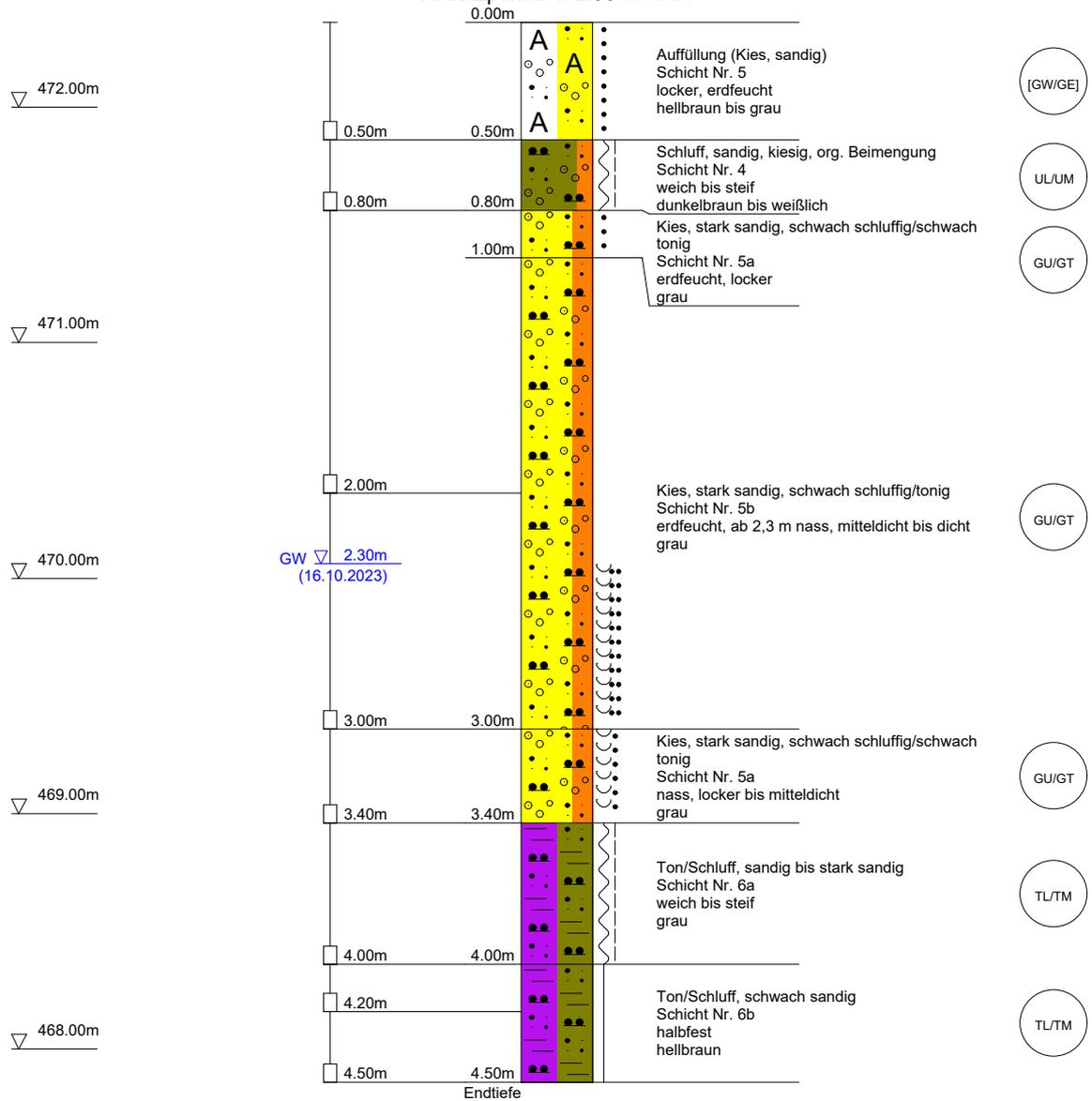


NICKOL & PARTNER AG
Umweltschutz-Geotechnik
82194 Gröbenzell
T: 08142 / 57 82 - 0
www.nickol-partner.de

Projekt: "Am Hofanger" Herbertshausen
Projekt Nr.: 13145-01
Anlage 2
Datum: 06.09.2023
Maßstab: 1: 30

KRB4

Ansatzpunkt: 472.36 m NHN





NICKOL & PARTNER AG
 Umweltschutz-Geotechnik
 82194 Gröbenzell
 T: 08142/5782-0
 F: 08142/5782-99

Projekt: Am Hofanger Herbertshausen
 Projektnr.: 13145-01
 Anlage: 2
 Datum: 30.10.2023
 Maßstab: 1: 30

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	5	6.10	100
0.20	6		
0.30	2		
0.40	2		
0.50	1		
0.60	1		
0.70	1		
0.80	1		
0.90	3		
1.00	5		
1.10	9		
1.20	9		
1.30	9		
1.40	9		
1.50	10		
1.60	11		
1.70	11		
1.80	14		
1.90	13		
2.00	9		
2.10	8		
2.20	21		
2.30	26		
2.40	27		
2.50	23		
2.60	21		
2.70	18		
2.80	12		
2.90	7		
3.00	3		
3.10	5		
3.20	3		
3.30	3		
3.40	3		
3.50	4		
3.60	6		
3.70	6		
3.80	6		
3.90	7		
4.00	5		
4.10	6		
4.20	6		
4.30	6		
4.40	8		
4.50	9		
4.60	10		
4.70	13		
4.80	13		
4.90	14		
5.00	15		
5.10	13		
5.20	12		
5.30	11		
5.40	17		
5.50	19		
5.60	22		
5.70	23		
5.80	25		
5.90	39		
6.00	154		

▽ 472.00m

▽ 471.00m

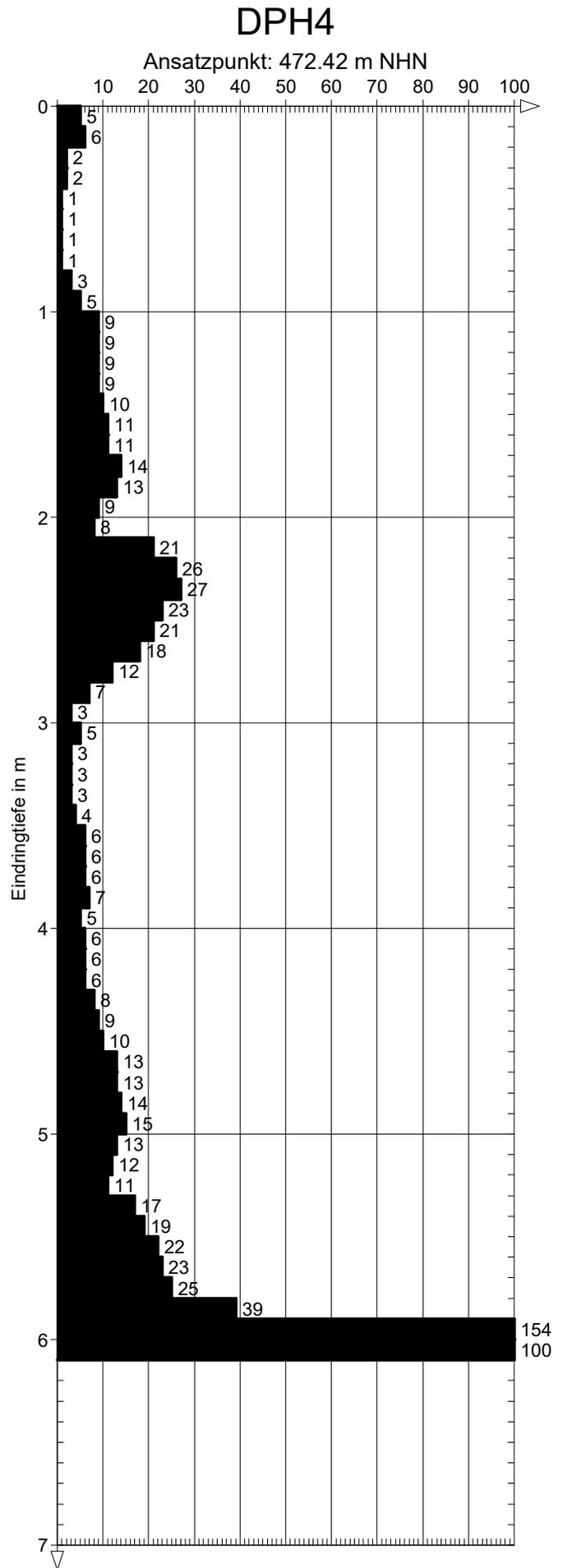
▽ 470.00m

▽ 469.00m

▽ 468.00m

▽ 467.00m

▽ 466.00m



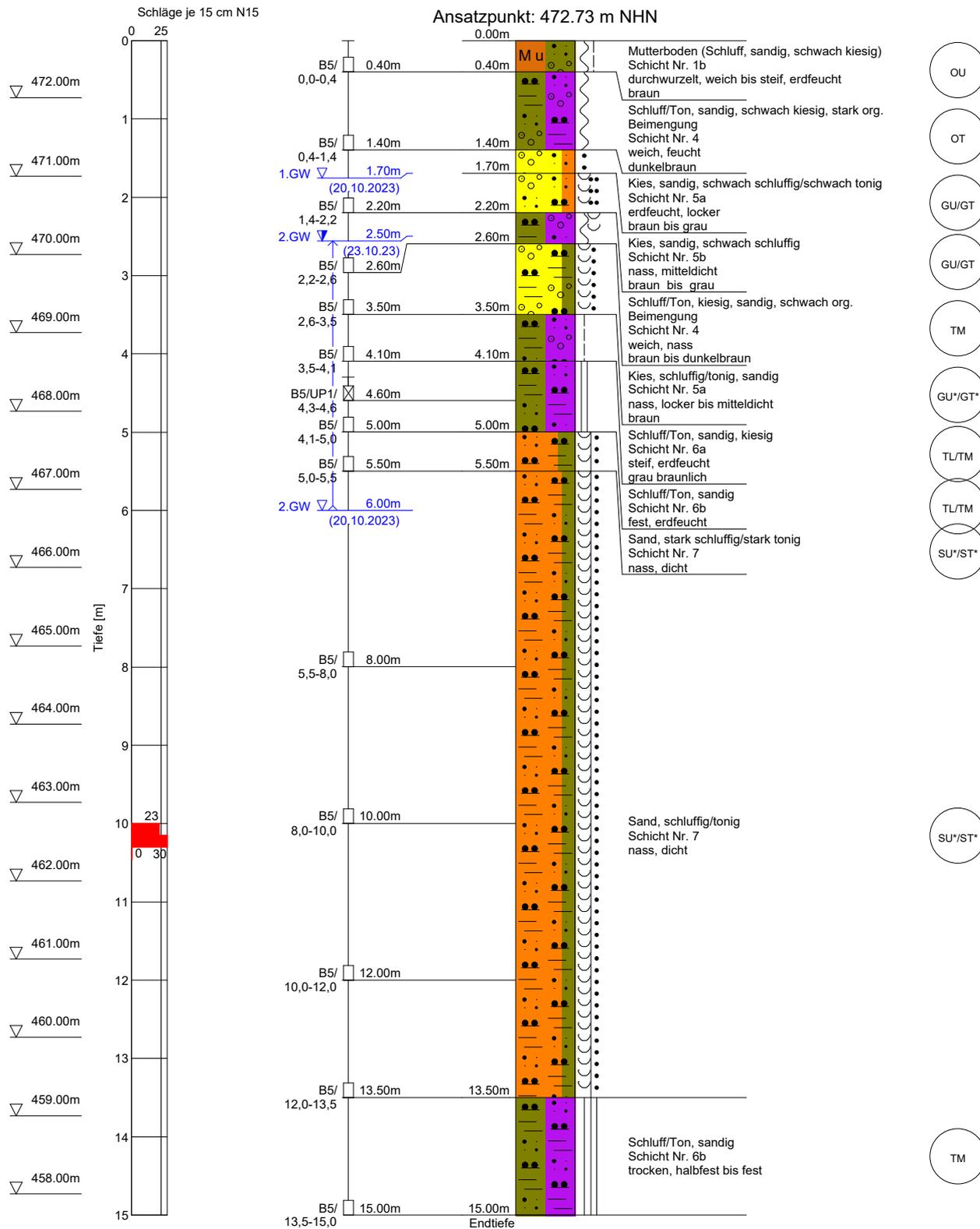


NICKOL & PARTNER AG
Umweltschutz-Geotechnik
82194 Gröbenzell
T: 08142 / 57 82 - 0
www.nickol-partner.de

Projekt: "Am Hofanger" Herbertshausen
Projekt Nr.: 13145-01
Anlage 22.11.2023
Datum: 19.10.2023 - 20.10.2023
Maßstab: 1: 75

B5

Ansatzpunkt: 472.73 m NHN



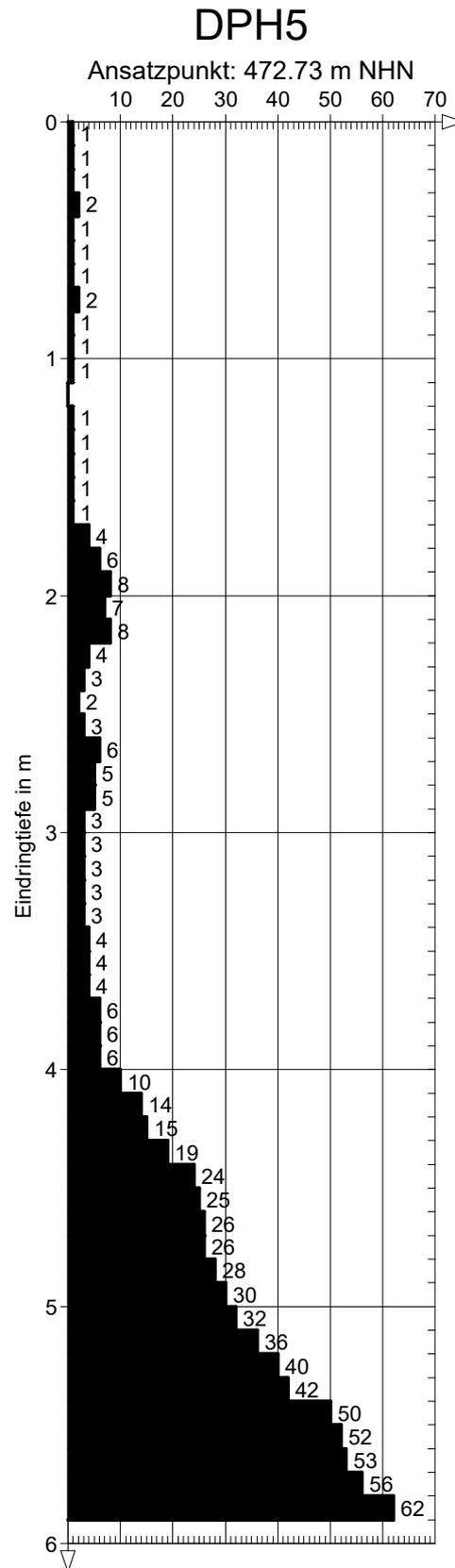


NICKOL & PARTNER AG
Umweltschutz-Geotechnik
82194 Gröbenzell
T: 08142/5782-0
F: 08142/5782-99

Projekt: Am Hofanger Herbertshausen
ProjektNr.: 13145-01
Anlage: 2
Datum: 30.10.2023
Maßstab: 1: 30

Tiefe	N ₁₀
0.10	1
0.20	1
0.30	1
0.40	2
0.50	1
0.60	1
0.70	1
0.80	2
0.90	1
1.00	1
1.10	1
1.20	0
1.30	1
1.40	1
1.50	1
1.60	1
1.70	1
1.80	4
1.90	6
2.00	8
2.10	7
2.20	8
2.30	4
2.40	3
2.50	2
2.60	3
2.70	6
2.80	5
2.90	5
3.00	3
3.10	3
3.20	3
3.30	3
3.40	3
3.50	4
3.60	4
3.70	4
3.80	6
3.90	6
4.00	6
4.10	10
4.20	14
4.30	15
4.40	19
4.50	24
4.60	25
4.70	26
4.80	26
4.90	28
5.00	30
5.10	32
5.20	36
5.30	40
5.40	42
5.50	50
5.60	52
5.70	53
5.80	56
5.90	62

▽ 472.00m
▽ 471.00m
▽ 470.00m
▽ 469.00m
▽ 468.00m
▽ 467.00m





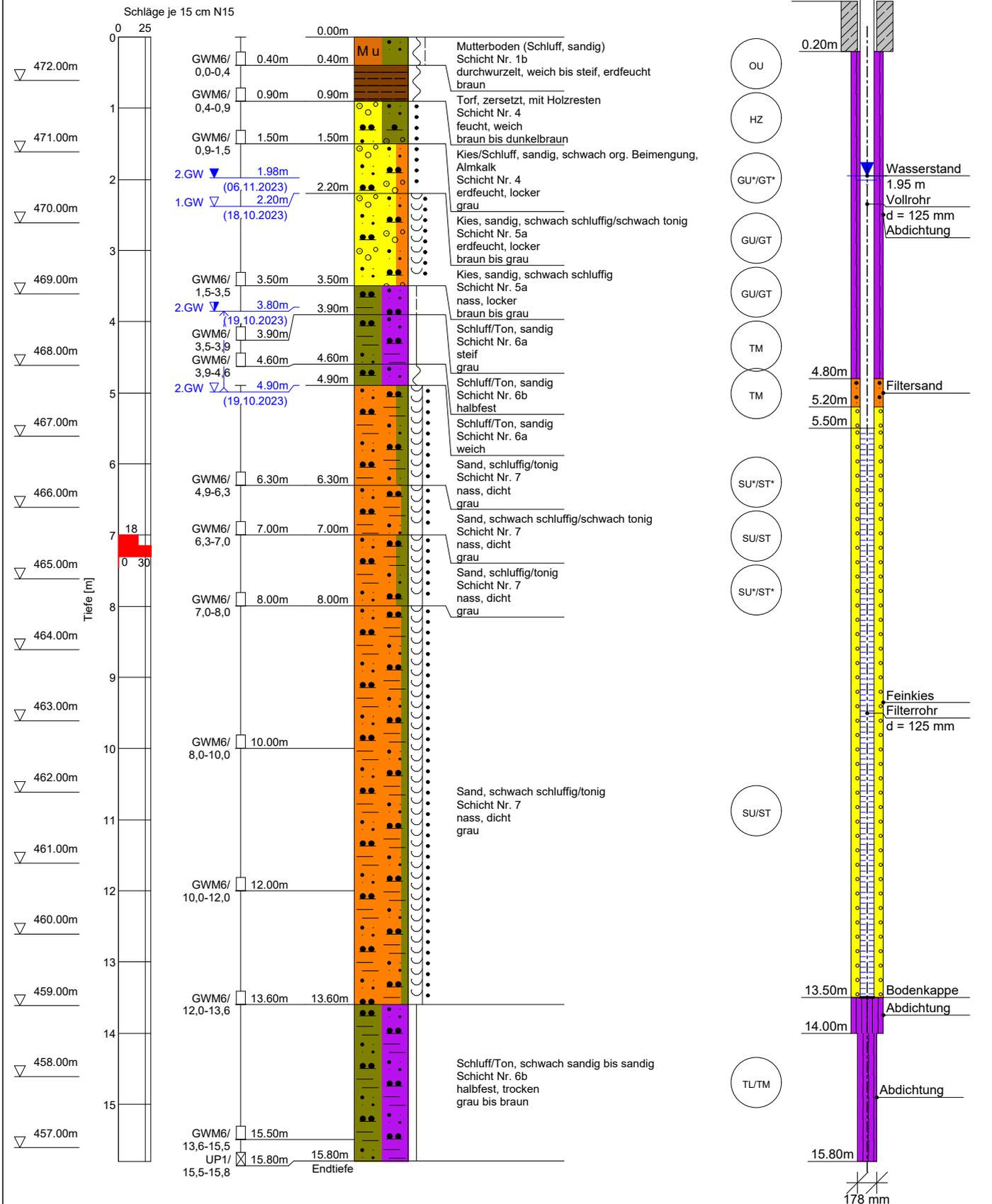
NICKOL & PARTNER AG
 Umweltschutz-Geotechnik
 82194 Gröbenzell
 T: 08142 / 57 82 - 0
 www.nickol-partner.de

Projekt: "Am Hofanger" Herbertshausen
 Projekt Nr.: 13145-01
 Anlage 22.11.2023
 Datum: 18.10.2023 - 24.10.2023
 Maßstab: 1: 75 / 1: 50

GWM6

Ansatzpunkt: 472.61 m NHN

Messstellenausbau



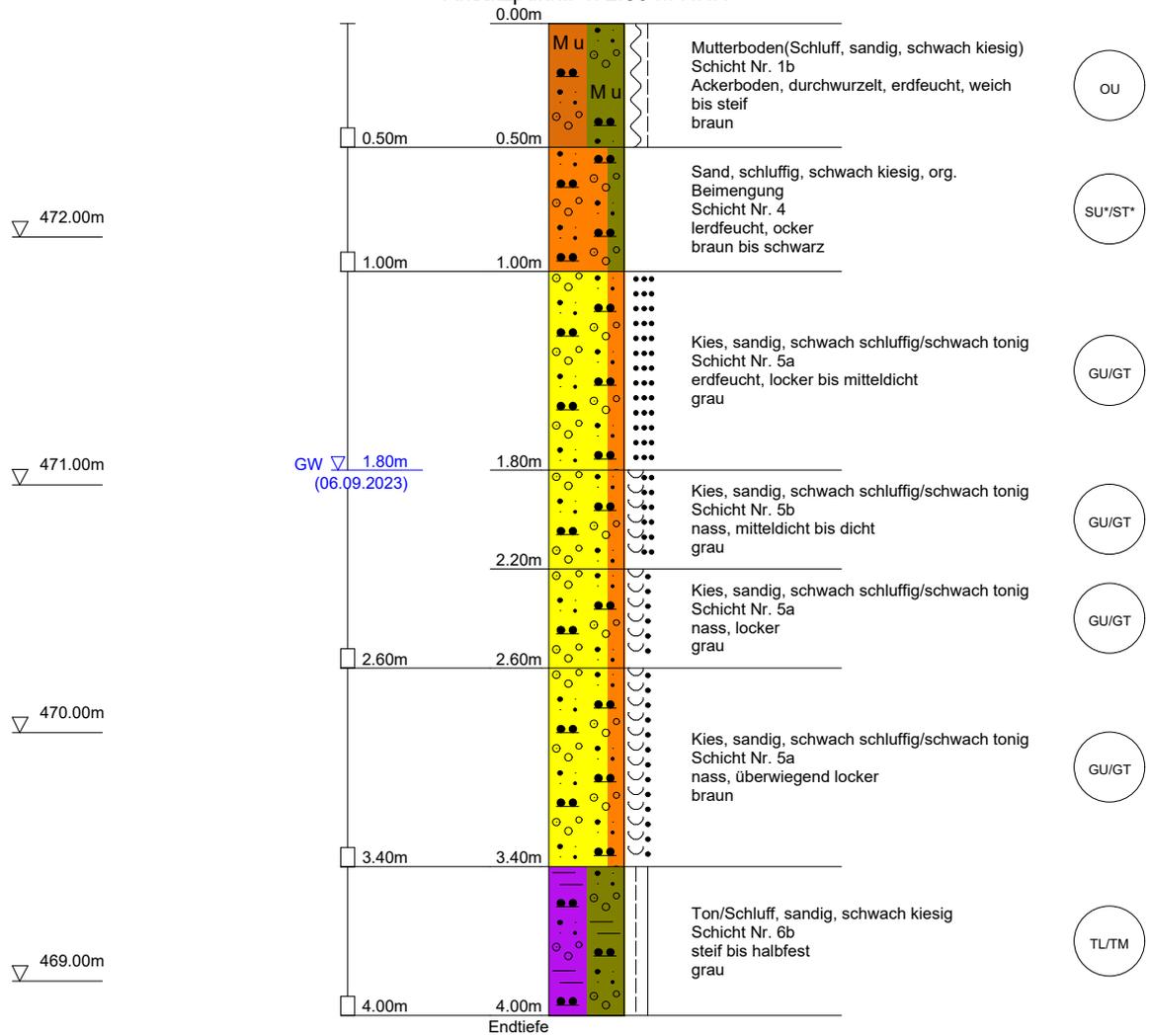


NICKOL & PARTNER AG
Umweltschutz-Geotechnik
82194 Gröbenzell
T: 08142 / 57 82 - 0
www.nickol-partner.de

Projekt: "Am Hofanger" Herbertshausen
Projekt Nr.: 13145-01
Anlage 2
Datum: 06.09.2023
Maßstab: 1: 30

KRB7

Ansatzpunkt: 472.86 m NHN





NICKOL & PARTNER AG
 Umweltschutz-Geotechnik
 82194 Gröbenzell
 T: 08142/5782-0
 F: 08142/5782-99

Projekt: Am Hofanger Herbertshausen
 Projektnr.: 13145-01
 Anlage: 2
 Datum: 06.11.2023
 Maßstab: 1: 30

Tiefe	N ₁₀
0.10	1
0.20	1
0.30	1
0.40	2
0.50	2
0.60	1
0.70	1
0.80	1
0.90	1
1.00	2
1.10	2
1.20	3
1.30	6
1.40	11
1.50	11
1.60	10
1.70	8
1.80	10
1.90	11
2.00	12
2.10	8
2.20	4
2.30	2
2.40	1
2.50	1
2.60	2
2.70	3
2.80	2
2.90	2
3.00	2
3.10	3
3.20	4
3.30	3
3.40	4
3.50	5
3.60	7
3.70	10
3.80	9
3.90	11
4.00	11
4.10	12
4.20	13
4.30	15
4.40	18
4.50	26
4.60	17
4.70	18
4.80	17
4.90	19
5.00	32
5.10	35
5.20	40
5.30	39
5.40	42
5.50	51
5.60	54
5.70	58
5.80	60

▽ 472.00m

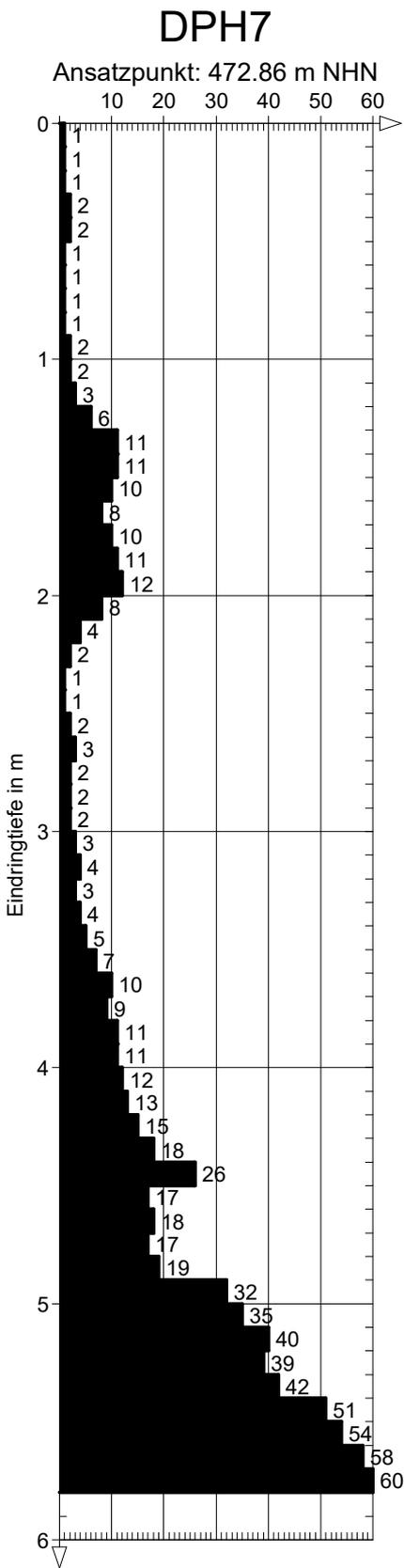
▽ 471.00m

▽ 470.00m

▽ 469.00m

▽ 468.00m

▽ 467.00m



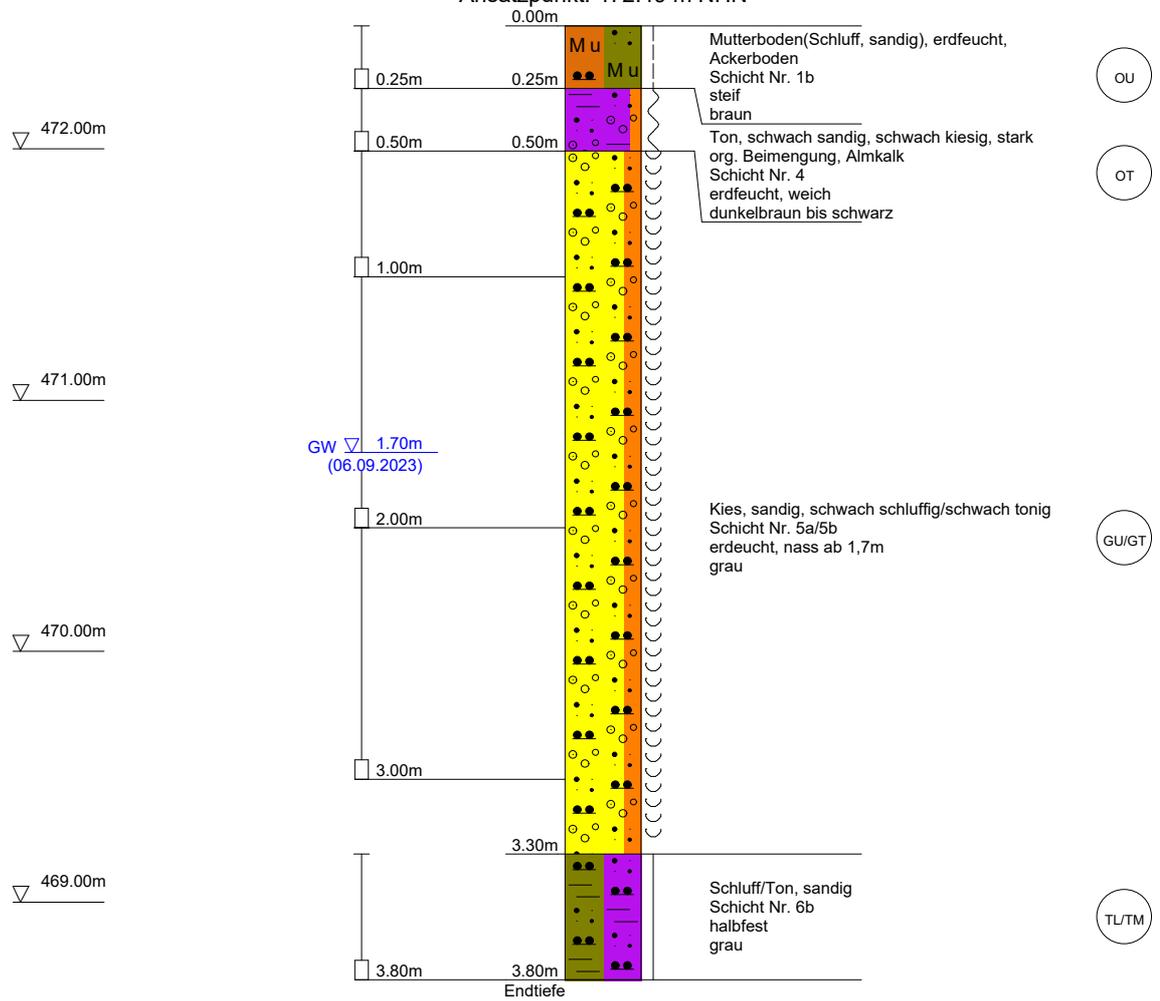


NICKOL & PARTNER AG
Umweltschutz-Geotechnik
82194 Gröbenzell
T: 08142 / 57 82 - 0
www.nickol-partner.de

Projekt: "Am Hofanger" Herbertshausen
Projekt Nr.: 13145-01
Anlage 2
Datum: 06.09.2023
Maßstab: 1: 30

KRB8

Ansatzpunkt: 472.49 m NHN



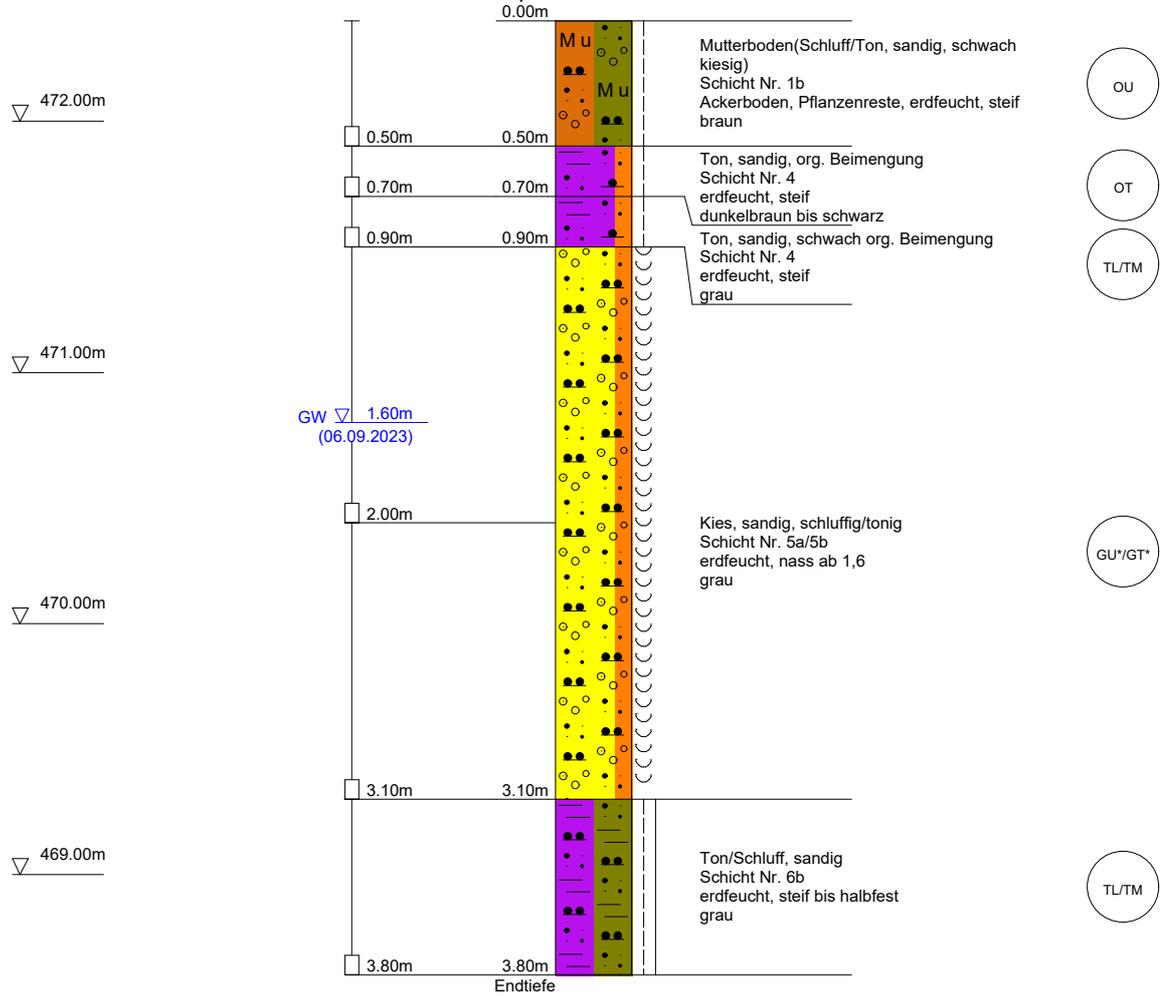


NICKOL & PARTNER AG
Umweltschutz-Geotechnik
82194 Gröbenzell
T: 08142 / 57 82 - 0
www.nickol-partner.de

Projekt: "Am Hofanger" Herbertshausen
Projekt Nr.: 13145-01
Anlage 2
Datum: 06.09.2023
Maßstab: 1: 30

KRB9

Ansatzpunkt: 472.40 m NHN



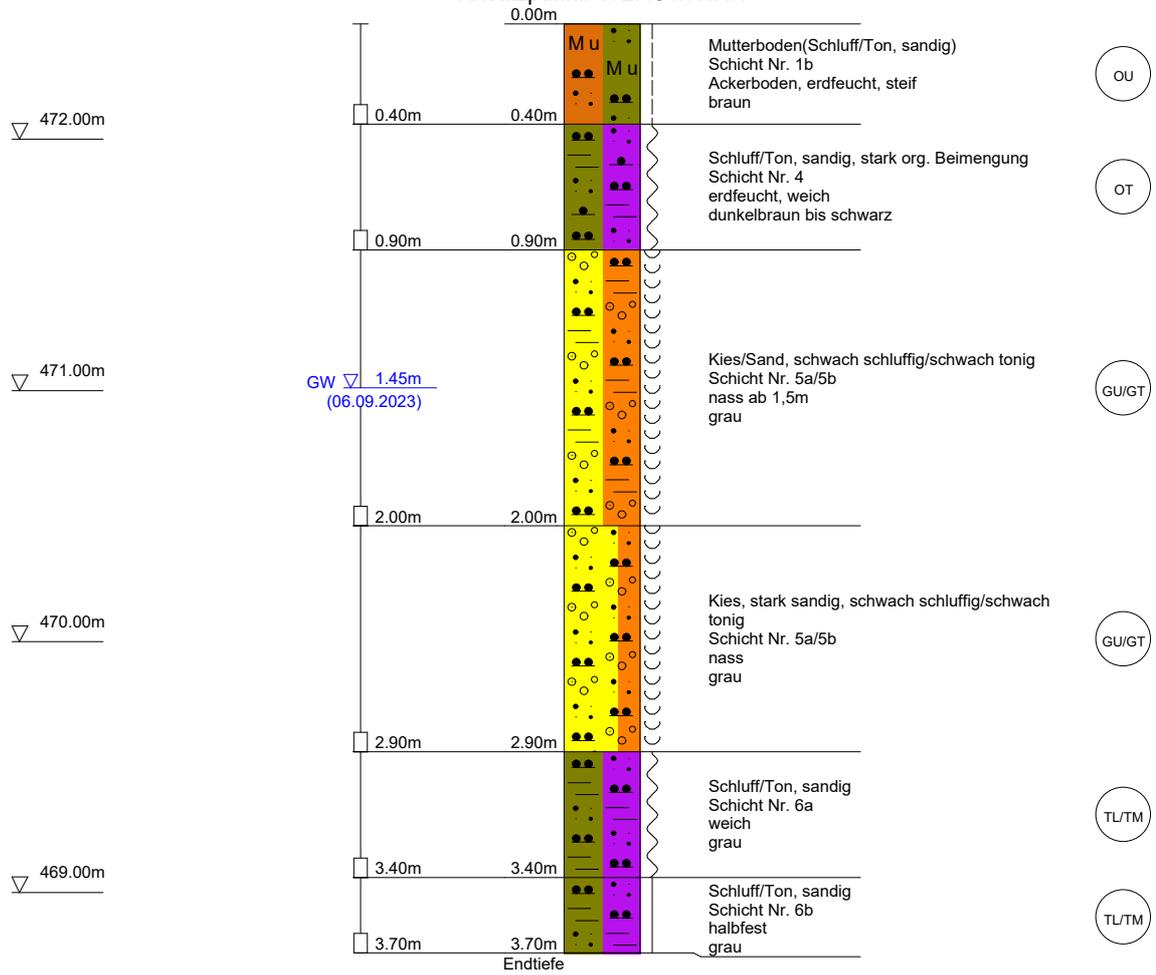


NICKOL & PARTNER AG
Umweltschutz-Geotechnik
82194 Gröbenzell
T: 08142 / 57 82 - 0
www.nickol-partner.de

Projekt: "Am Hofanger" Herbertshausen
Projekt Nr.: 13145-01
Anlage 2
Datum: 06.09.2023
Maßstab: 1: 30

KRB10

Ansatzpunkt: 472.46 m NHN



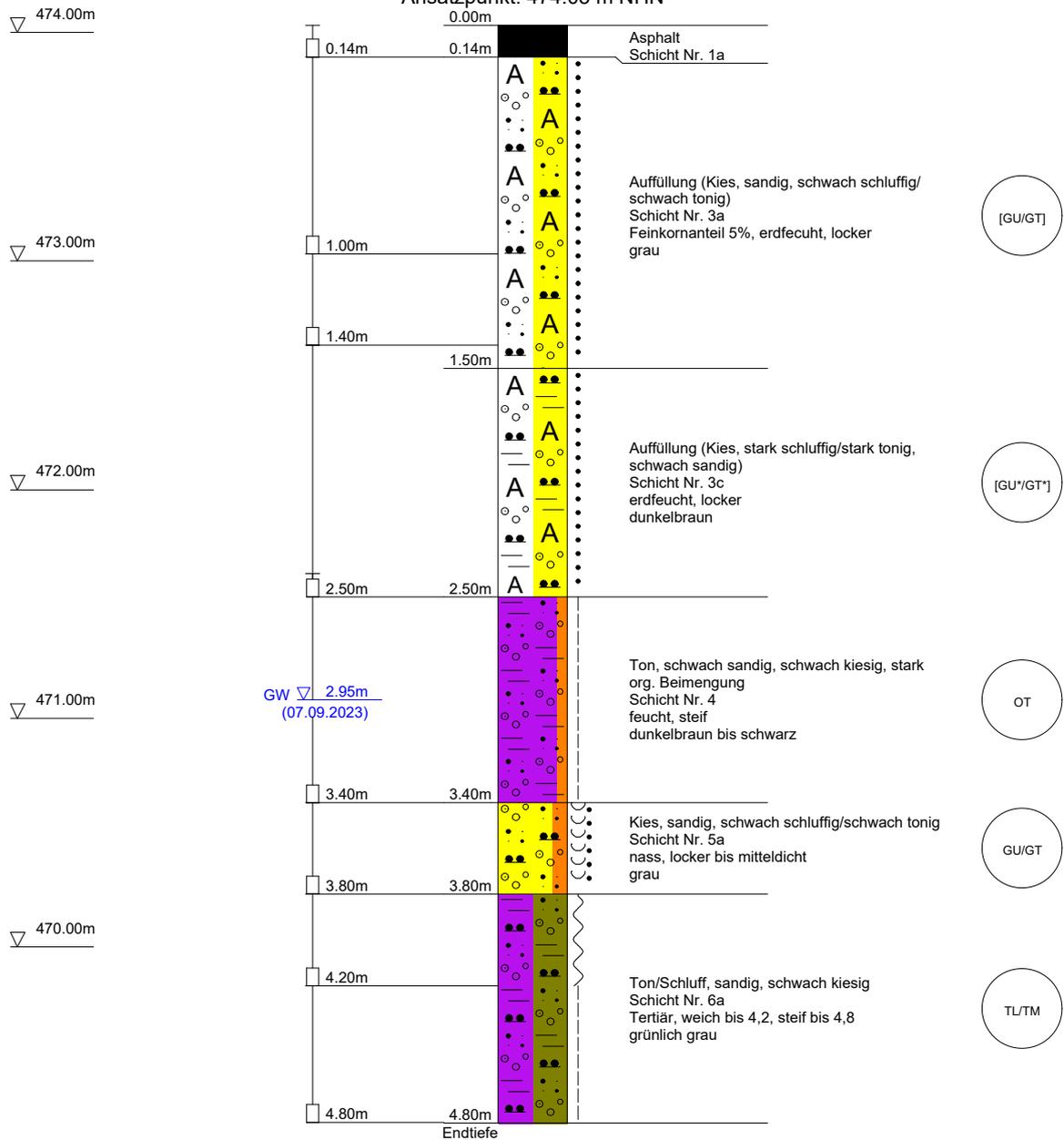


NICKOL & PARTNER AG
Umweltschutz-Geotechnik
82194 Gröbenzell
T: 08142 / 57 82 - 0
www.nickol-partner.de

Projekt: "Am Hofanger" Herbertshausen
Projekt Nr.: 13145-01
Anlage 2
Datum: 07.09.2023
Maßstab: 1: 30

KRB11

Ansatzpunkt: 474.03 m NHN

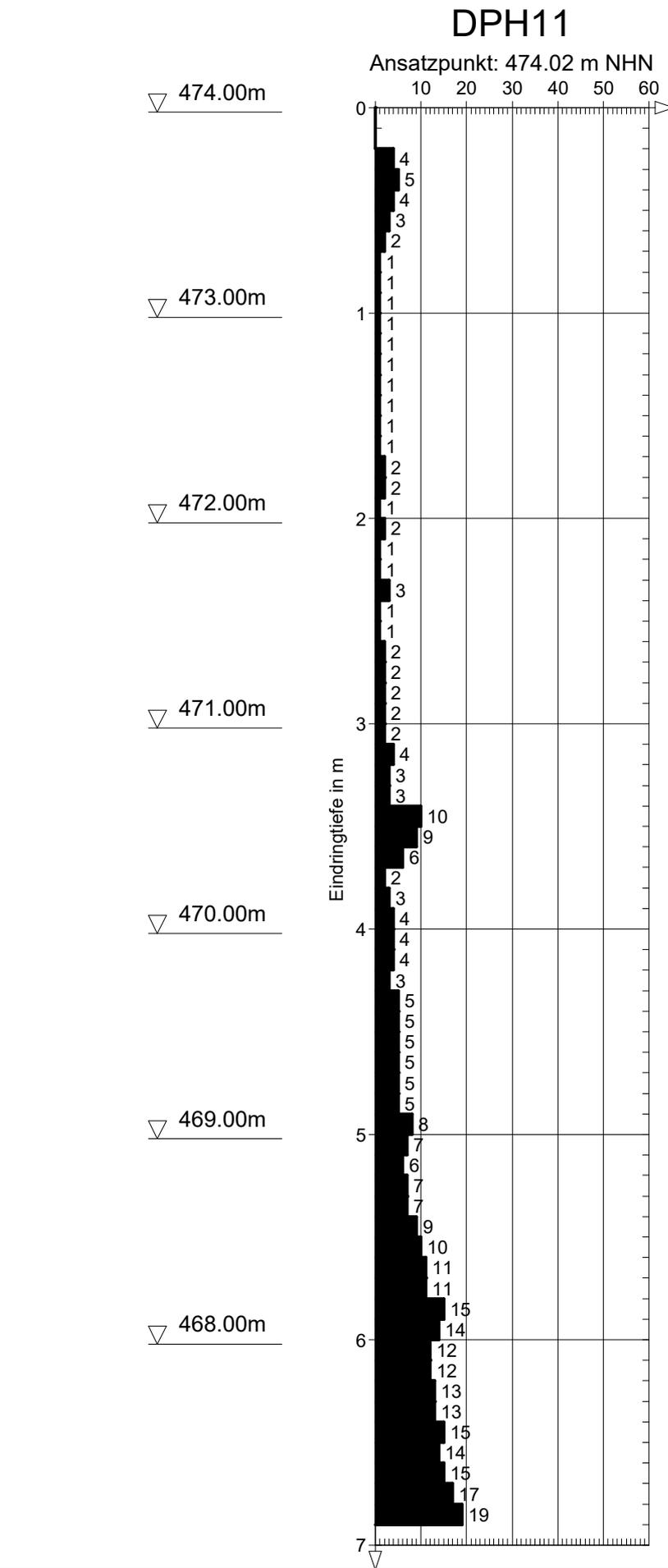




NICKOL & PARTNER AG
 Umweltschutz-Geotechnik
 82194 Gröbenzell
 T: 08142/5782-0
 F: 08142/5782-99

Projekt: Am Hofanger Herbertshausen
 Projektnr.: 13145-01
 Anlage: 2
 Datum: 27.10.2023
 Maßstab: 1: 30

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	0	6.10	12
0.20	0	6.20	12
0.30	4	6.30	13
0.40	5	6.40	13
0.50	4	6.50	15
0.60	3	6.60	14
0.70	2	6.70	15
0.80	1	6.80	17
0.90	1	6.90	19
1.00	1		
1.10	1		
1.20	1		
1.30	1		
1.40	1		
1.50	1		
1.60	1		
1.70	1		
1.80	2		
1.90	2		
2.00	1		
2.10	2		
2.20	1		
2.30	1		
2.40	3		
2.50	1		
2.60	1		
2.70	2		
2.80	2		
2.90	2		
3.00	2		
3.10	2		
3.20	4		
3.30	3		
3.40	3		
3.50	10		
3.60	9		
3.70	6		
3.80	2		
3.90	3		
4.00	4		
4.10	4		
4.20	4		
4.30	3		
4.40	5		
4.50	5		
4.60	5		
4.70	5		
4.80	5		
4.90	5		
5.00	8		
5.10	7		
5.20	6		
5.30	7		
5.40	7		
5.50	9		
5.60	10		
5.70	11		
5.80	11		
5.90	15		
6.00	14		



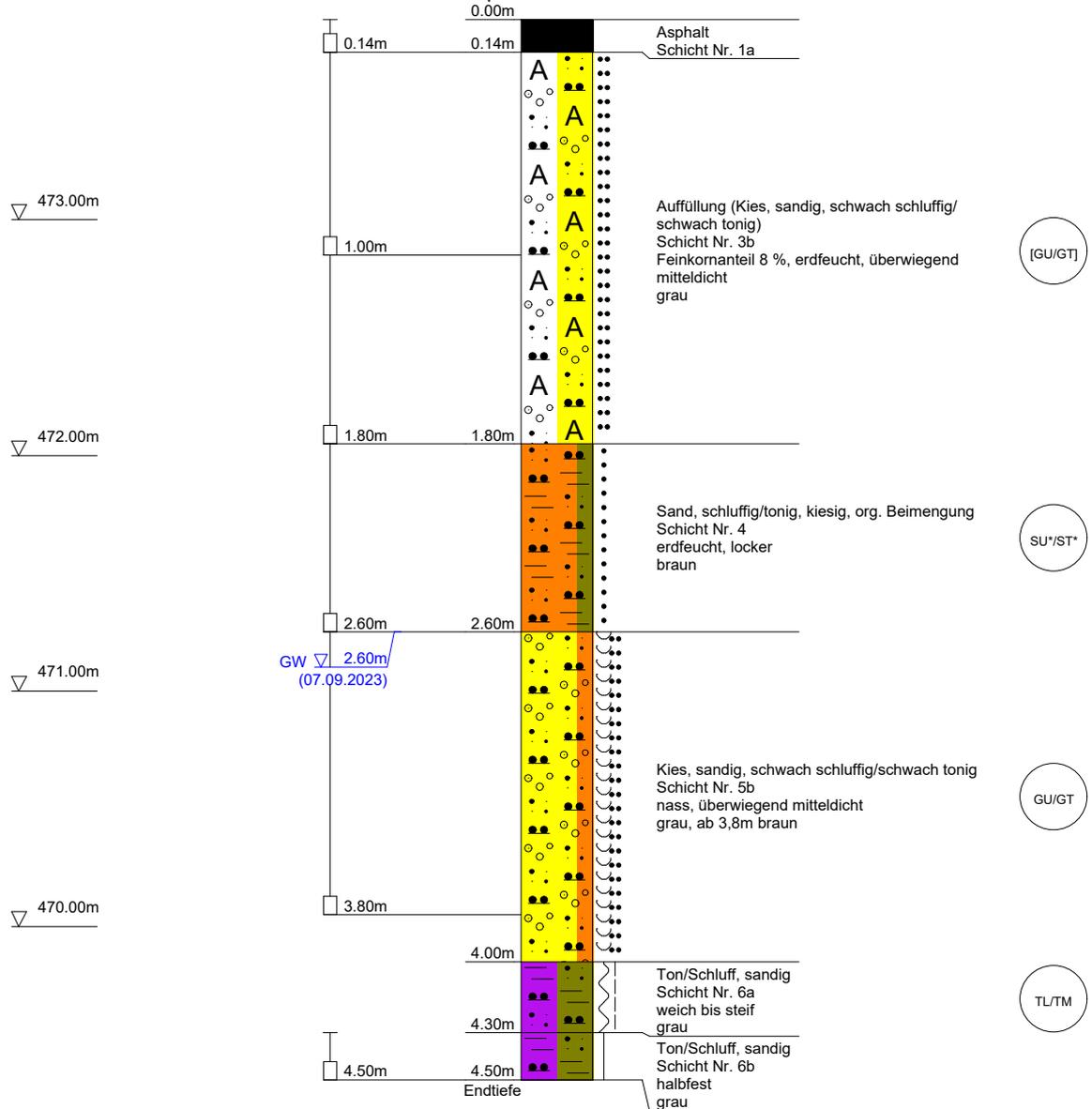


NICKOL & PARTNER AG
Umweltschutz-Geotechnik
82194 Gröbenzell
T: 08142 / 57 82 - 0
www.nickol-partner.de

Projekt: "Am Hofanger" Herbertshausen
Projekt Nr.: 13145-01
Anlage 2
Datum: 07.09.2023
Maßstab: 1: 30

KRB12

Ansatzpunkt: 473.85 m NHN





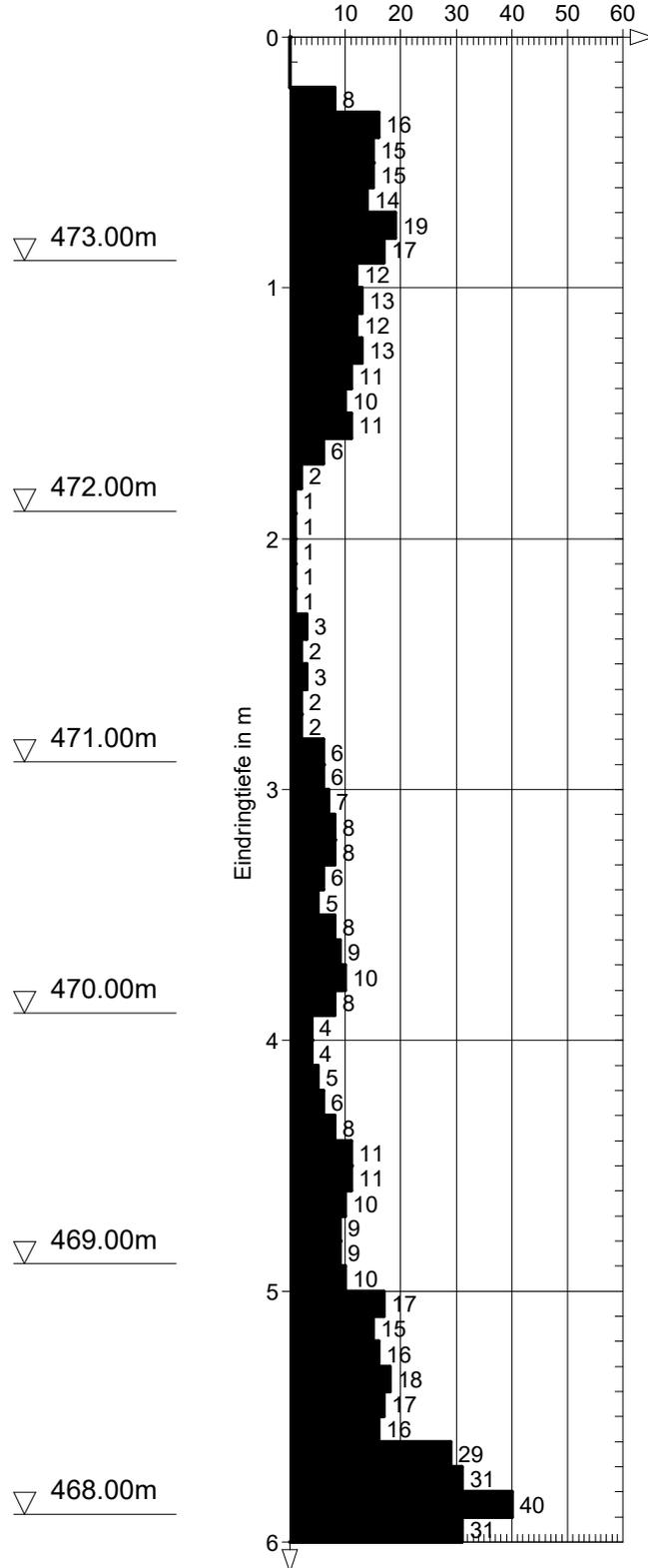
NICKOL & PARTNER AG
 Umweltschutz-Geotechnik
 82194 Gröbenzell
 T: 08142/5782-0
 F: 08142/5782-99

Projekt: Am Hofanger Herbertshausen
 Projektnr.: 13145-01
 Anlage: 2
 Datum: 27.10.2023
 Maßstab: 1: 30

Tiefe	N ₁₀
0.10	0
0.20	0
0.30	8
0.40	16
0.50	15
0.60	15
0.70	14
0.80	19
0.90	17
1.00	12
1.10	13
1.20	12
1.30	13
1.40	11
1.50	10
1.60	11
1.70	6
1.80	2
1.90	1
2.00	1
2.10	1
2.20	1
2.30	1
2.40	3
2.50	2
2.60	3
2.70	2
2.80	2
2.90	6
3.00	6
3.10	7
3.20	8
3.30	8
3.40	6
3.50	5
3.60	8
3.70	9
3.80	10
3.90	8
4.00	4
4.10	4
4.20	5
4.30	6
4.40	8
4.50	11
4.60	11
4.70	10
4.80	9
4.90	9
5.00	10
5.10	17
5.20	15
5.30	16
5.40	18
5.50	17
5.60	16
5.70	29
5.80	31
5.90	40
6.00	31

DPH12

Ansatzpunkt: 473.89 m NHN



Anlage 3

Fotodokumentation

Nickol & Partner AG

Oppelner Str. 3 • 82194 Gröbenzell
Vorsitzender des Aufsichtsrates
Peter Nickol

Vorstand

Jenö Zeltner
Markus Gogl
Thomas Bauer

Bankverbindung

Sparkasse Fürstenfeldbruck
IBAN DE91 7005 3070 0003 0084 06
BIC BYLADEM1FFB

Amtsgericht München

HRB 250432
Umsatzsteuer-ID
DE128238211

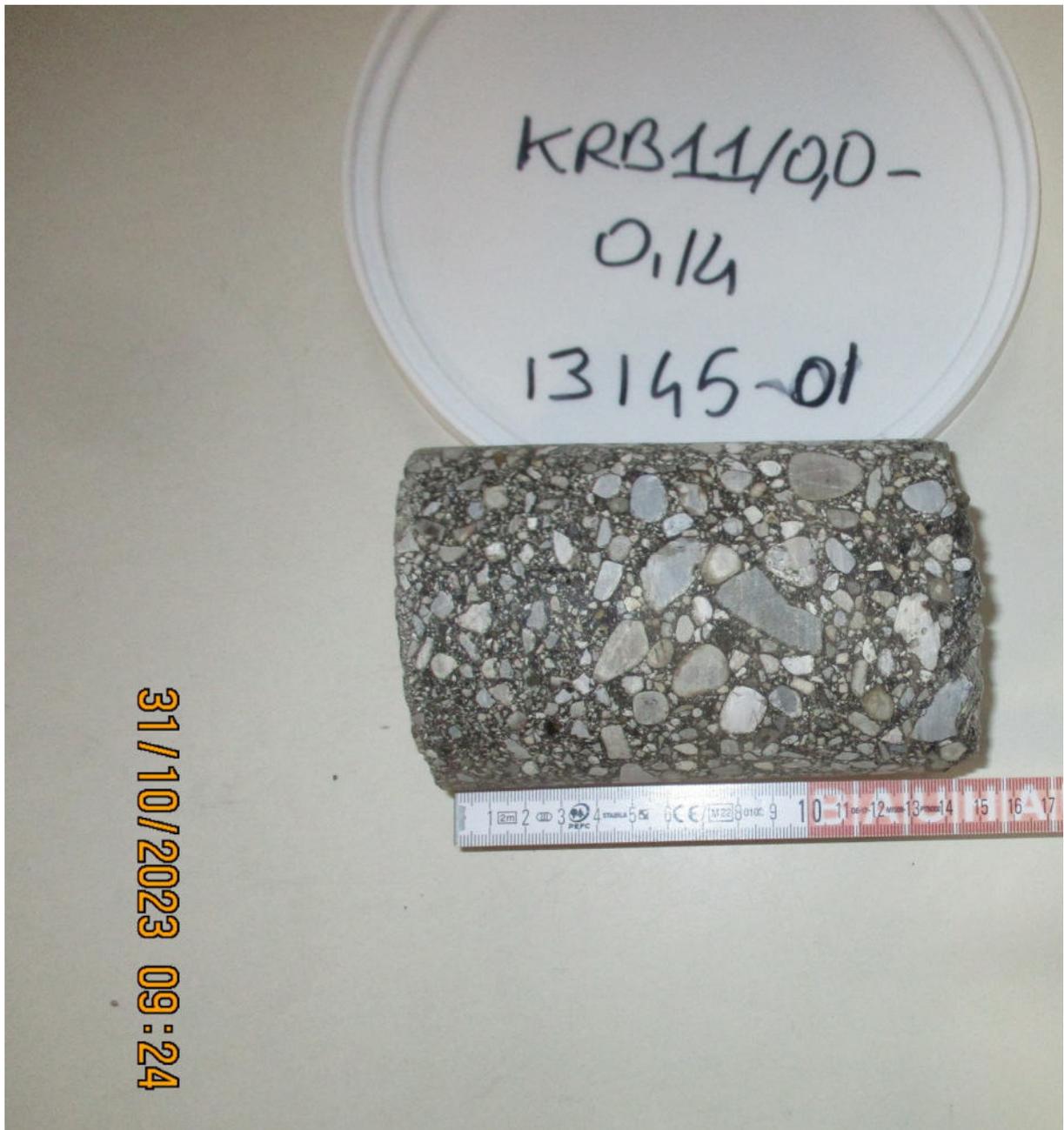


Abb. 1 - 07.09.2023: Asphaltbohrkern bei KRB/DPH 11 – Stärke Asphalt 14 cm

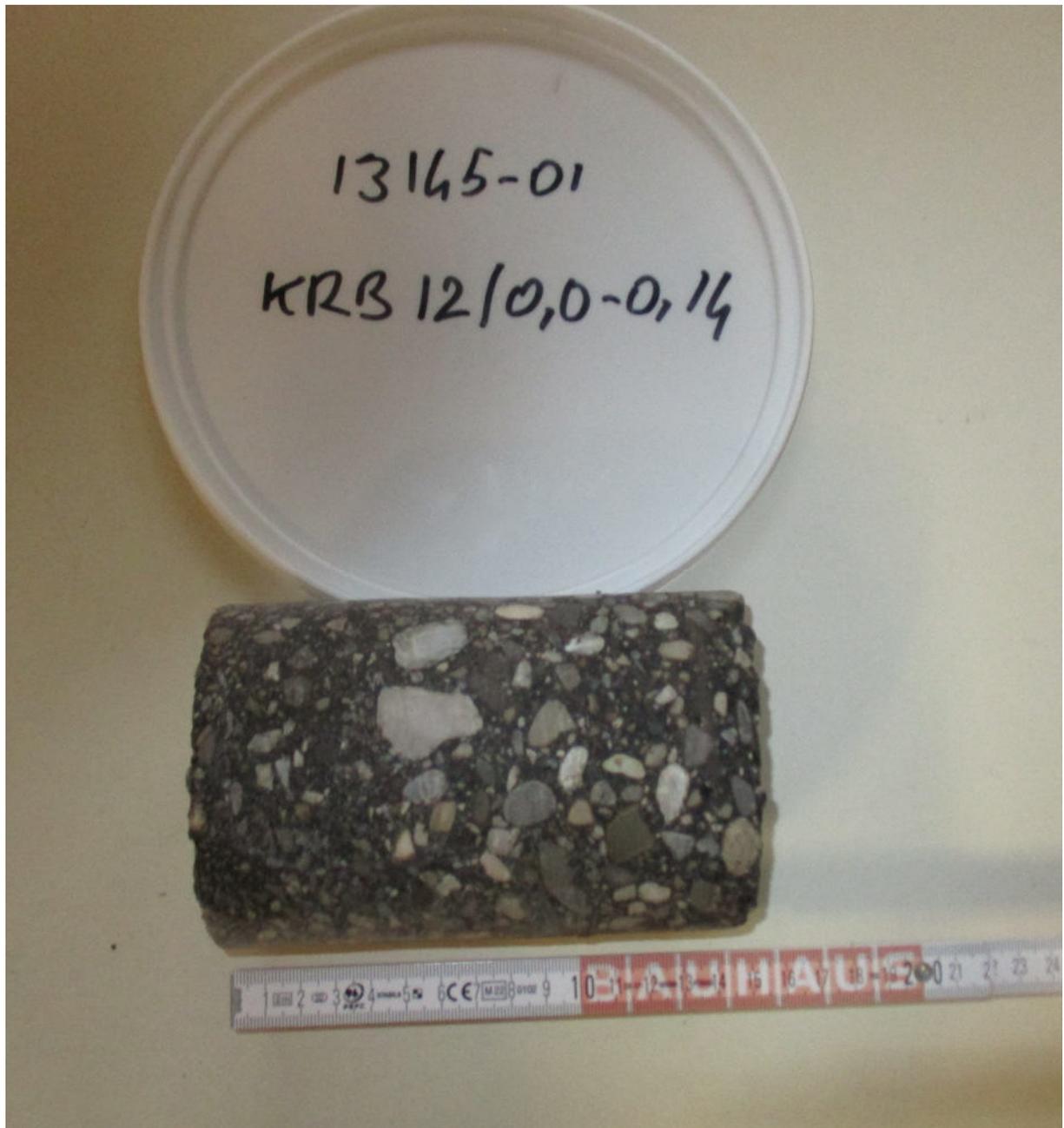


Abb. 2 - 07.09.2023: Asphaltbohrkern bei KRB/DPH 12 – Stärke Asphalt 14 cm

Anlage 4

Prüfbericht bodenmechanisches Labor (FeBoLab GmbH)

Nickol & Partner AG

Oppelner Str. 3 • 82194 Gröbenzell
Vorsitzender des Aufsichtsrates
Peter Nickol

Vorstand

Jenö Zeltner
Markus Gogl
Thomas Bauer

Bankverbindung

Sparkasse Fürstenfeldbruck
IBAN DE91 7005 3070 0003 0084 06
BIC BYLADEM1FFB

Amtsgericht München

HRB 250432
Umsatzsteuer-ID
DE128238211

Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

Entnahmedaten		Proben-Nr.		Entnahmestelle		B	B	B	GWM	GWM	GWM	KRB
						5	5	5	1	6	6	4
Zusätzliche Angaben												
Entnahmetiefe		von	m			2,60	4,30	13,50	1,50	8,00	12,00	2,00
		bis	m			3,50	4,60	15,00	2,80	10,00	13,60	3,00
Entnahmeart						gestört	ungestört	ungestört	gestört	gestört	gestört	gestört
Probenbeschreibung						G,u/t,s	T/U,s	T/U,s	G,s	S,u/t'	S,u/t'	G,s*,u/t'
Bodengruppe nach DIN18196						GU* / GT*	TM	TM	GW	SU / ST	SU / ST	GU / GT
Penetrometerablesung		q _p	MN/m ²									
Stratigraphie												
Kom- vertig.	Kennziffer = T/U/S/G/X - Anteil		%	1	4 / 15 / 17 / 64 / 0				1 / 1 / 27 / 71 / 0	2 / 8 / 90 / 0 / 0	2 / 10 / 88 / 0 / 0	--7- / 35 / 58 / 0
	bzw. --T/U--/S/G/X		Vers.-Typ		Komb.(GrK)				Komb.(GrK)	Komb.	Komb.	Komb.
Dichte- bestimmung	Korndichte		ρ _s t/m ³	2								
	Feuchtdichte		ρ t/m ³	3								
	Wassergehalt		w %	4				13,3	15,9			
	Trockendichte		ρ _d t/m ³	5								
Verdichtungsg. / Lagerungsd.		D _{Pr} / I _D	% / -	6								
Atterberg Grenzen	w-Feinteile		w %	7								
	Fließ- / Ausrollgrenze		w _L / w _p % / %	8				40,2 / 20,0				
	Plastizitätsz. / Konsistenz.		I _p / I _c % / -	8				20,2 / 1,33				
	Aktivitätsz. / Schrumpfgr.		I _A / w _s - / %									
Glühverlust		V _{gl} %		9								
Kalkgehalt nach SCHEIBLER		V _{Ca} %		9								
Durchlässigkeitsbeiwert		k _{10°} m/s		10								
Versuchsspannung		σ MN/m ²		10								
KD-Versuch	Vorhandene Erdauflast		p _n MN/m ²	11								
	Steifemodul		E _s (p _n , Δp) / Δp MN/m ²									
	Konsolidierungsbeiwert		c _v cm ² /s									
Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven				12								
Quellversuche	Quellspannung		σ _q MN/m ²	13								
	Versuchsdauer		d	14								
	Quelldehnung		ε _{q,0} %	15								
	Versuchsdauer		d	16								
	Quellversuch nach Huder und Amberg		K %	17								
	Versuchsdauer		d	18								
Einaxiale Druckfestigk./-modul		q _u / E _u MN/m ²		19			0,285 / 126					
Probendurchmesser		cm		19			6,51					
Scherwiderst. d. Flügelsonde		τ _{FS} MN/m ²		20								
Scher- versuche	Vers.Typ/Probendurchm.		- / cm	21								
	Reibungswinkel		φ °	22								
	Kohäsion		c MN/m ²	22								
Einfache Proctordichte		ρ _{Pr} t/m ³		23								
Optimaler Wassergehalt		W _{Pr} %		23								
LAK		g/t		23								
LCPC Abrasivität		Bezeichnung	-	24								
		LBR	%									
Lockerste Lagerung		ρ _{d min} t/m ³		25								
Dichteste Lagerung		ρ _{d max} t/m ³										
Versuchsgerät / Durchmesser		-/cm		25								
CBR-Versuch	Versuchstyp (Feld/Labor)		F/L	26								
	W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg.		% / %									
	Schwellmaß / Dauer		% / d									
	CBR _o ohne Wasserlagerung		%									
CBR _w mit Wasserlagerung		%		27								
PDV	Verformungs- modul		E _{v1} MN/m ²	28								
			E _{v2} MN/m ²									
	Verhältnis		E _{v2} / E _{v1} -									
dyn. Verformungsmodul		E _{vd} MN/m ²		28								

Bemerkungen:

Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

Entnahmedaten		Proben-Nr.		Zeilen-Nr.:	KRB	KRB	KRB	KRB	KRB	KRB	KRB
Entnahmestelle					7	8	8	9	10	11	11
Zusätzliche Angaben											
Entnahmetiefe	von	m			1,00	0,25	1,00	0,50	0,90	0,14	2,50
	bis	m			2,60	0,50	2,00	0,70	2,00	1,00	3,40
Entnahmeart				gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	
Probenbeschreibung					G,s,u/t'	T,s',g',o*	G,s,u/t'	T,s',o*	G/S,u/t'	G,s,u/t'	T,s',g',o*
Bodengruppe nach DIN18196					GU / GT	OT	GU / GT	OT	GU / GT	GU / GT	OT
Penetrometerablesung		q _p	MN/m ²								
Stratigraphie											
Kom-vertig.	Kennziffer = T/U/S/G/X - Anteil		%	1	-9-/19/72/0		-7-/19/74/0		-7-/45/48/0	-5-/20/75/0	
	bzw. --T/U--/S/G/X		Vers.-Typ		Sieb.(GrK)		Sieb.(GrK)		Sieb.(GrK)	Sieb.(GrK)	
Dichtebestimmung	Korndichte	ρ _s	t/m ³	2							
	Feuchtdichte	ρ	t/m ³	3							
	Wassergehalt	w	%	4		40,7		93,1			33,6
	Trockendichte	ρ _d	t/m ³	5							
Verdichtungsg. / Lagerungsd. D _{Pr} / I _D				% / -	6						
Atterberg Grenzen	w-Feinteile	w	%	7		44,3		93,7			41,0
	Fließ- / Ausrollgrenze	w _L / w _p	% / %	8		62,7 / 32,1		165,3 / 83,5			68,3 / 35,7
	Plastizitätsz. / Konsistenz.	I _p / I _c	% / -			30,6 / 0,60		81,8 / 0,88			32,6 / 0,84
	Aktivitätsz. / Schrumpfgr.	I _A / w _s	- / %								
Glühverlust				V _{gl}	%	9	13,3				
Kalkgehalt nach SCHEIBLER				V _{Ca}	%						
Durchlässigkeitsbeiwert				k _{10°}	m/s	10					
Versuchsspannung				σ	MN/m ²						
KD-Versuch	Vorhandene Erdauflast		p _n	MN/m ²	11						
	Steifemodul		E _s (p _n , Δp) / Δp	MN/m ²							
	Konsolidierungsbeiwert		c _v	cm ² /s							
Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven					12						
Quellversuche	Quellspannung		σ _q	MN/m ²	13						
	Versuchsdauer		d		14						
	Quelldehnung		ε _{q,0}	%	15						
	Versuchsdauer		d		16						
	Quellversuch nach Huder und Amberg		K	%	17						
	Versuchsdauer		d		18						
Einaxiale Druckfestigk./-modul				q _u / E _u	MN/m ²	19					
Probendurchmesser					cm						
Scherwiderst. d. Flügelsonde				τ _{FS}	MN/m ²	20					
Scher-versuche	Vers.Typ/Probendurchm.			- / cm	21						
	Reibungswinkel		φ	°	22						
	Kohäsion		c	MN/m ²							
Einfache Proctordichte				ρ _{Pr}	t/m ³	23					
Optimaler Wassergehalt				W _{Pr}	%						
LAK					g/t						
LCPC Abrasivität				Bezeichnung	-	24					
LBR					%						
Lockerste Lagerung				ρ _{d min}	t/m ³	25					
Dichteste Lagerung				ρ _{d max}	t/m ³						
Versuchsgerät / Durchmesser					-/cm						
CBR-Versuch	Versuchstyp (Feld/Labor)			F/L	26						
	W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg.			% / %							
	Schwellmaß / Dauer			% / d							
	CBR _o ohne Wasserlagerung			%							
CBR _w mit Wasserlagerung			%	27							
PDV	Verformungsmodul		E _{v1}	MN/m ²	28						
	Verhältnis		E _{v2} / E _{v1}	-							
	dyn. Verformungsmodul		E _{vd}	MN/m ²							

Bemerkungen:

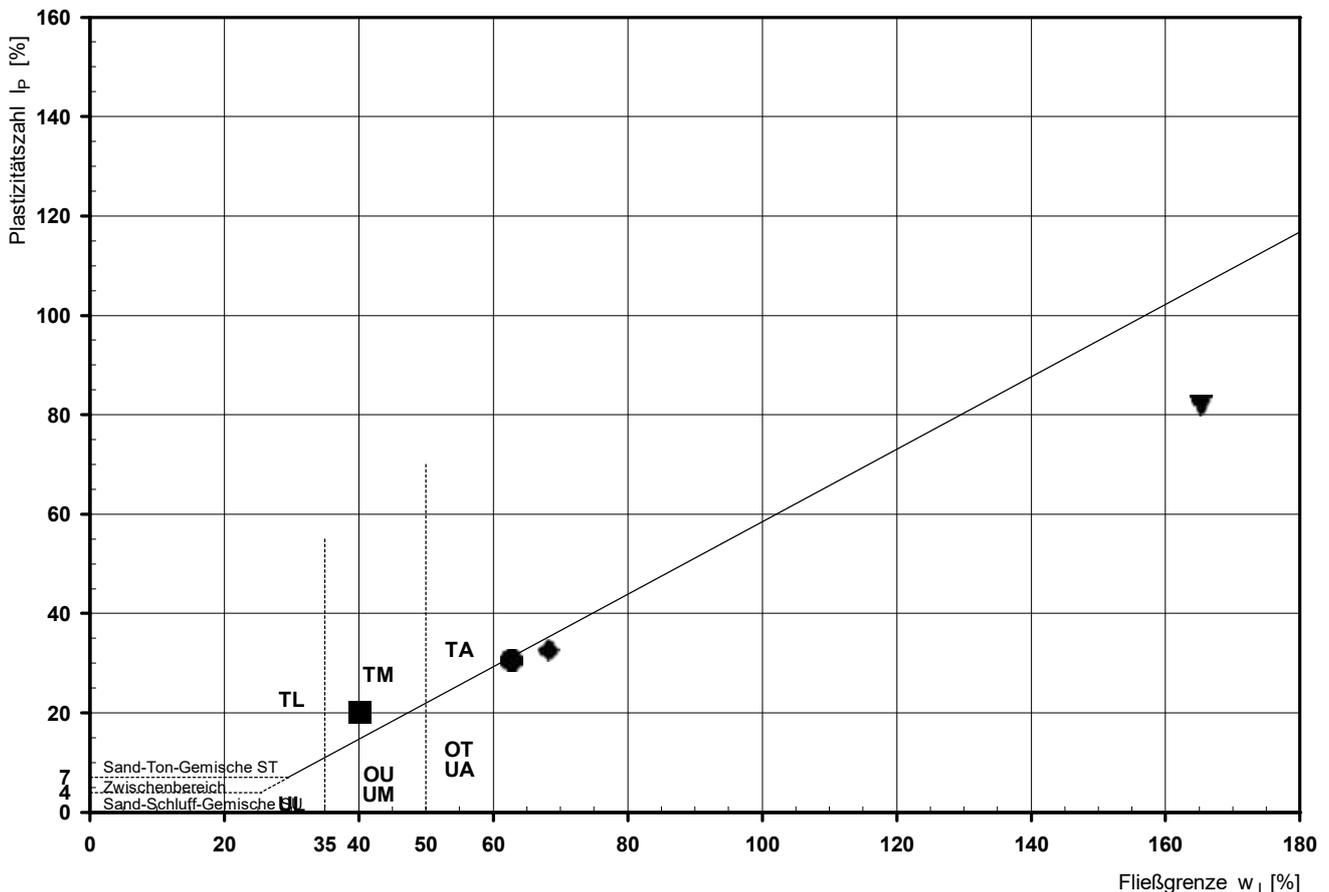
Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

Ennahmedaten		Proben-Nr.		Zeilen-Nr.:	KRB	KRB							
Entnahmestelle					12	12							
Zusätzliche Angaben													
Entnahmetiefe		von	m		0,14	1,80							
		bis	m		1,00	2,60							
Entnahmeart				gestört	gestört								
Probenbeschreibung				G,s,u/t'	S,u/t,g,o								
Bodengruppe nach DIN18196				GU / GT	SU* / ST*								
Penetrometerablesung		q _p	MN/m ²										
Stratigraphie													
Kom-vertig.	Kennziffer = T/U/S/G/X - Anteil		%	1	-8/-23/69/0	3/18/61/18/0							
	bzw. --T/U--/S/G/X		Vers.-Typ		Sieb.(GrK)	Komb.							
Dichtebestimmung	Korndichte		ρ _s t/m ³	2									
	Feuchtdichte		ρ t/m ³	3									
	Wassergehalt		w %	4									
	Trockendichte		ρ _d t/m ³	5									
Verdichtungsg. / Lagerungsd.		D _{Pr} / I _D	% / -	6									
Atterberg Grenzen	w-Feinteile		w %	7									
	Fließ- / Ausrollgrenze		w _L / w _p % / %	8									
	Plastizitätsz. / Konsistenz.		I _p / I _c % / -										
	Aktivitätsz. / Schrumpfgr.		I _A / w _s - / %										
Glühverlust		V _{gl}	%	9		3,1							
Kalkgehalt nach SCHEIBLER		V _{Ca}	%										
Durchlässigkeitsbeiwert		k _{10°}	m/s	10									
Versuchsspannung		σ	MN/m ²										
KD-Versuch	Vorhandene Erdauflast		p _n MN/m ²	11									
	Steifemodul		E _s (p _n , Δp) / Δp MN/m ²										
	Konsolidierungsbeiwert		c _v cm ² /s										
Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven				12									
Quellversuche	Quellspannung		σ _q MN/m ²	13									
	Versuchsdauer		d	14									
	Quelldehnung		ε _{q,0} %	15									
	Versuchsdauer		d	16									
	Quellversuch nach Huder und Amberg		K	%	17								
Versuchsdauer		σ ₀ MN/m ²	d	18									
Einaxiale Druckfestigk./-modul		q _u / E _u	MN/m ²	19									
Probendurchmesser													
Scherwiderst. d. Flügelsonde		τ _{FS}	MN/m ²	20									
Scher-verseuche	Vers.Typ/Probendurchm.		- / cm	21									
	Reibungswinkel		φ °	22									
	Kohäsion		c MN/m ²										
Einfache Proctordichte		ρ _{Pr}	t/m ³	23									
Optimaler Wassergehalt		W _{Pr}	%										
LAK		LAK	g/t										
LCPC Abrasivität		Bezeichnung	-	24									
		LBR	%										
Lockerste Lagerung		ρ _{d min}	t/m ³	25									
Dichteste Lagerung		ρ _{d max}	t/m ³										
Versuchsgerät / Durchmesser													
CBR-Versuch	Versuchstyp (Feld/Labor)		F/L	26									
	W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg.		% / %										
	Schwellmaß / Dauer		% / d										
	CBR _o ohne Wasserlagerung		%										
CBR _w mit Wasserlagerung		%		27									
PDV	Verformungsmodul		E _{v1} MN/m ²	28									
			E _{v2} MN/m ²										
	Verhältnis		E _{v2} / E _{v1}	-									
dyn. Verformungsmodul		E _{vd}	MN/m ²										
Bemerkungen:													

Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Laufende Nummer:		1	2	3	4			
Symbol:		■	●	▼	◆			
Entnahmestelle:		B 5	KRB 8	KRB 9	KRB 11			
Entnahmetiefe:	von [m]	4,30	0,25	0,50	2,50			
	bis [m]	4,60	0,50	0,70	3,40			
Probenbeschreibung:		T/U,s	T,s',g',o*	T,s',o*	T,s',g',o*			
Stratigraphie:								
Natürlicher Wassergehalt: (Feinanteil <= 0,4 mm)	w _F [%]	13,3	44,3	93,7	41,0			
Fließgrenze:	w _L [%]	40,2	62,7	165,3	68,3			
Ausrollgrenze:	w _P [%]	20,0	32,1	83,5	35,7			
Plastizitätszahl:	I _P [%]	20,2	30,6	81,8	32,6			
Konsistenzzahl:	I _C [-]	1,33	0,60	0,88	0,84			
Aktivitätszahl:	I _A [-]							
Bodengruppe nach DIN 18196:		TM	OT	OT	OT			
Bodengruppe des Feinanteils: (bei gemischtkörnigen Böden)								

Plastizitätsdiagramm (nach DIN 18196)



Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892-4
Siebung und Sedimentation (GrK)

Entnahmestelle
B 5

Tiefe unter GOK: 2,60 - 3,50 m

Entnahmeart: gestört

Probenbeschreibung: G,u/t,s	Bodengruppe: GU* / GT*	Stratigraphie:
--------------------------------	---------------------------	----------------

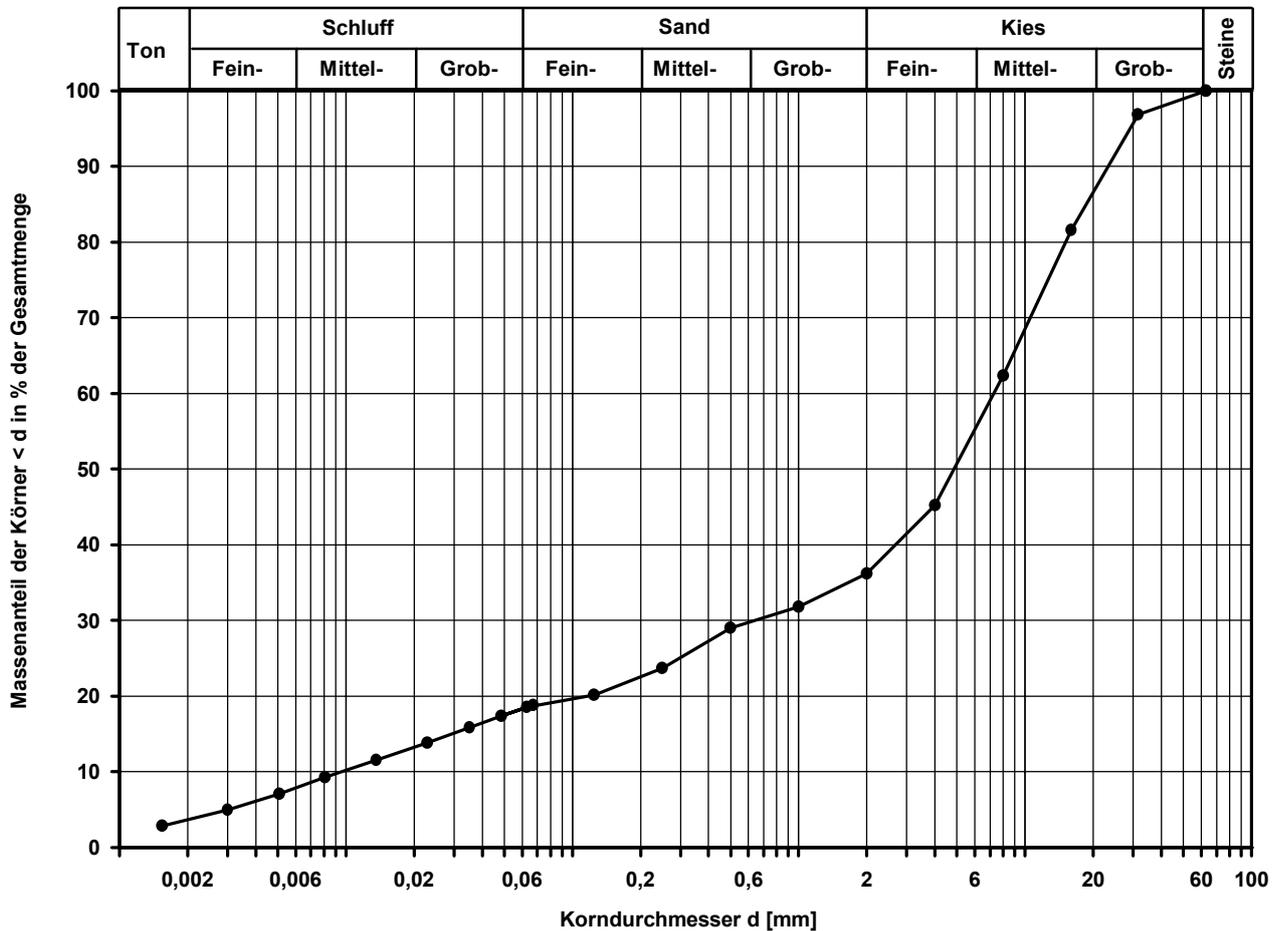
Ausgeführt von: Eisen am: 24.11.2023 Gepr.:

Ausgewertet von: W. Bieber am: 27.11.2023

Entrn. am: 07.09.2023 von: Nickol & Partner AG

Kennziffer [%]	Krümmungszahl C_c $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$	Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
4 / 15 / 17 / 64 / 0	5,8	758,6	7,2823	4,8570	0,1197	0,0096

Berechnung k_f Wert:
nach Beyer: 5,530E-07 m/s
nach Bialas: 2,728E-05 m/s



Bewertung der Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 17, Ausgabe 2017 (Anteil < 0,063 mm = 18,5%):
Frostempfindlichkeitsklasse F3

Bemerkungen:

Einaxialer Druckversuch

Bodenprobe ohne Messung der Querdehnung
nach DIN EN ISO 17892-7

Entnahmestelle

B 5

Tiefe unter GOK:

13,50 - 15,00 m

Entnahmeart:

ungestört

Probenbeschreibung:

T/U,s

Bodengruppe:

TM

Stratigraphie:

Enthn. am: 07.09.2023

von: Nickol & Partner AG

Ausgeführt von: Walter C.

am: 17.11.2023

Gepr.:

Ausgewertet von: Walter

am: 20.11.2023

Probenhöhe:

140,1 mm

Feuchtdichte:

2,176 t/m³

Verformungsgeschwindigkeit:

1,00 mm/min

Durchmesser:

65,1 mm

Wassergehalt:

15,9 %

Höhen/Durchmesser Verhältnis(h/d):

2,15

Querschnittsfläche:

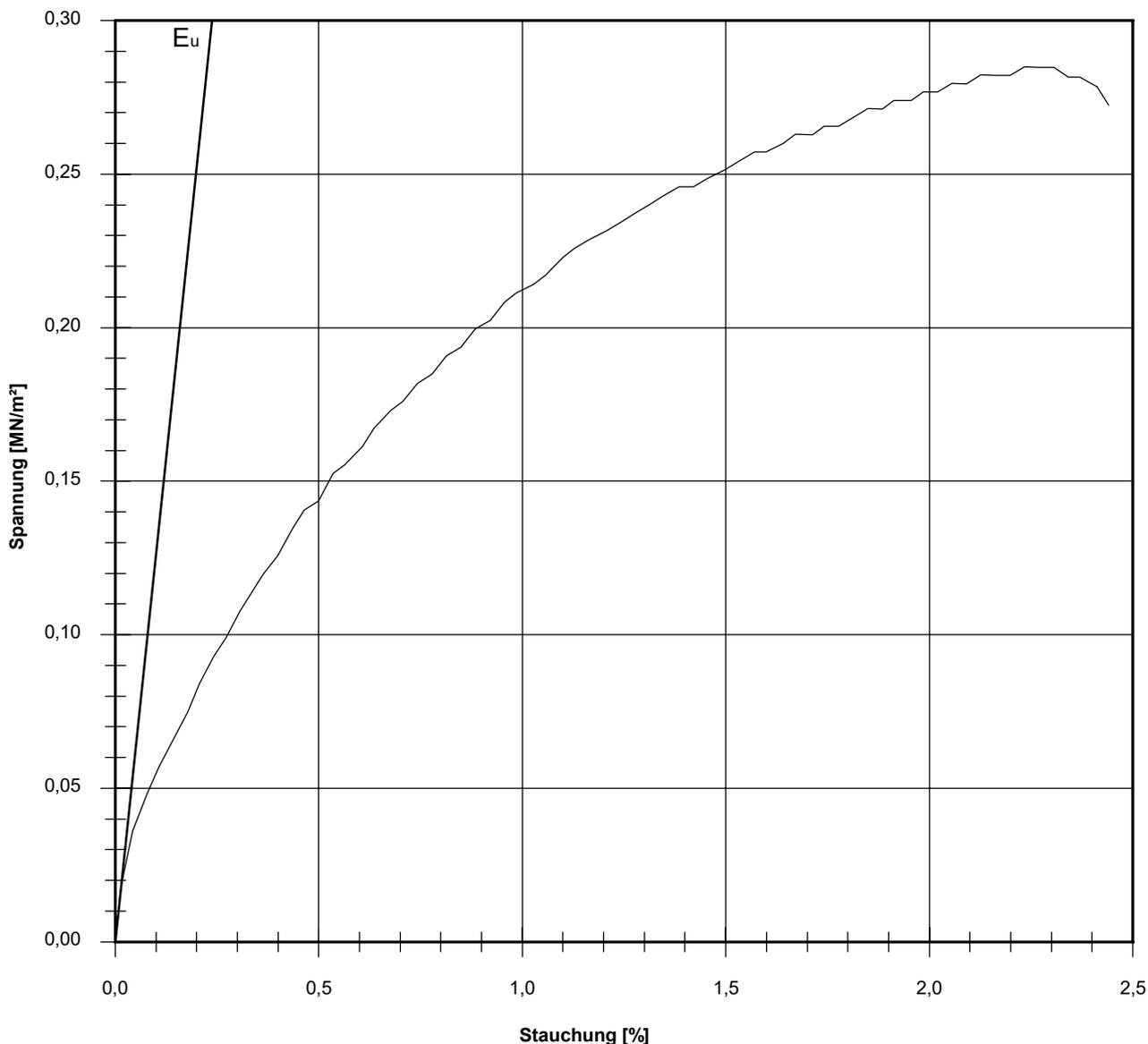
33,29 cm²

Trockendichte:

1,877 t/m³

Korrekturfaktor; $f = 8/(7+2d/h)$:

1,000



Bruchspannung σ : 0,285 MN/m²

Einaxiale Druckfestigkeit

$f \cdot \sigma = q_u$ bzw. σ_u : 0,285 MN/m²

Stauchung beim Bruch: 2,23 %

Querdehnung beim Bruch:

Verformungsmoduli:

Belastungsmodul V_{40-60} :

Modul d. einaxialen Druckf. E_u : 126 MN/m²

Belastungsmodul B :

Wiederbelastungsmodul V :

Entlastungsmodul E :

Poissonzahl:

für Belastung v_B :

für Wiederbelastung v_V :

für Entlastung v_E :

Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892-4
Siebung und Sedimentation (GrK)

Entnahmestelle: **GWM 1**

Tiefe unter GOK: **1,50 - 2,80 m**

Entnahmeart: **gestört**

Probenbeschreibung: **G,s** Bodengruppe: **GW** Stratigraphie:

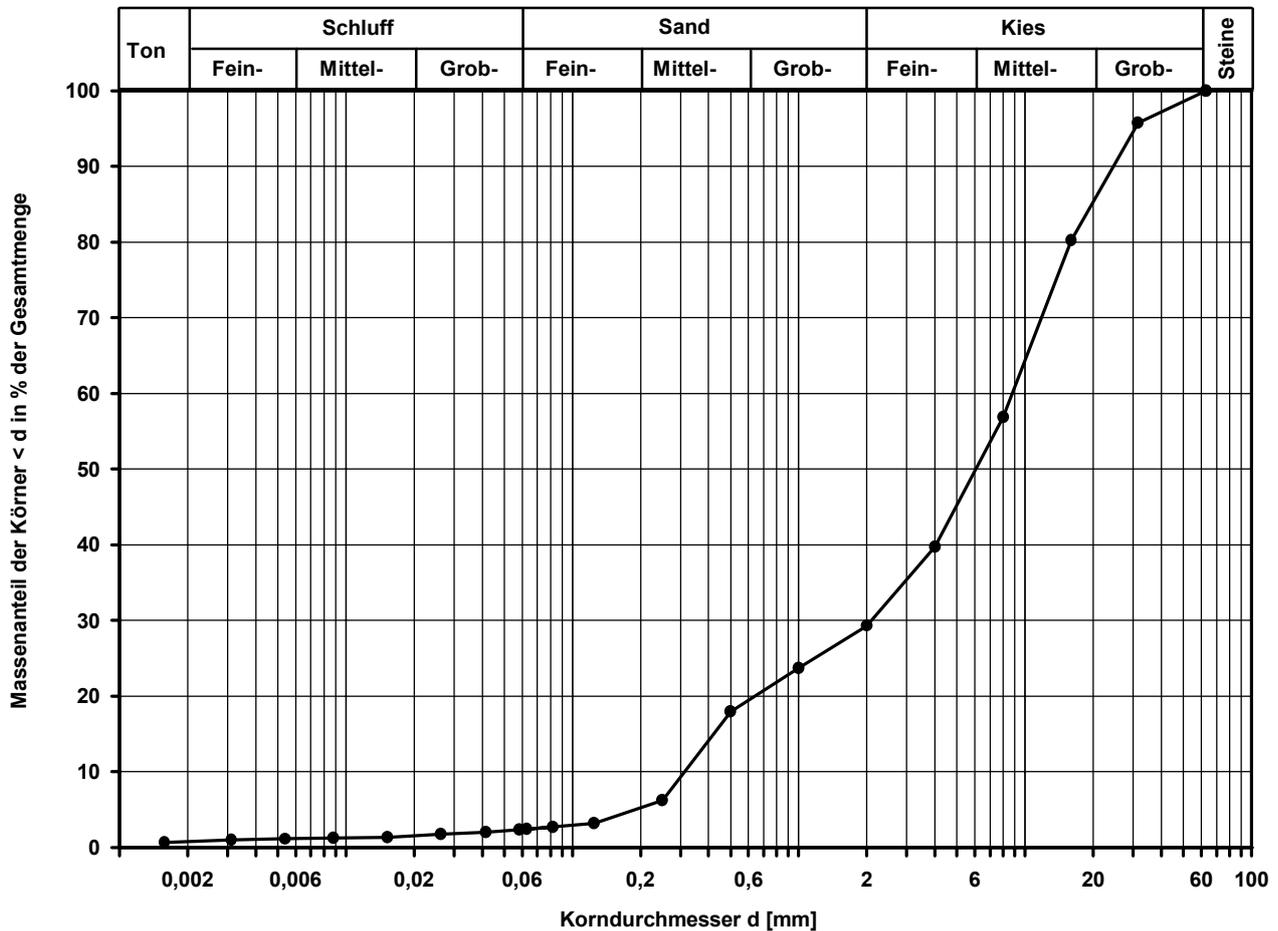
Ausgeführt von: **Eisen** am: **24.11.2023** Gepr.:

Ausgewertet von: **W. Bieber** am: **27.11.2023**

Entrn. am: **07.09.2023** von: **Nickol & Partner AG**

Kennziffer [%]	Krümmungszahl C_c $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$	Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
1 / 1 / 27 / 71 / 0	1,6	28,0	8,7741	6,0617	0,6431	0,3134

Berechnung k_f Wert:
nach Beyer: **5,893E-04 m/s**
nach Bialas: **1,304E-03 m/s**



Bewertung der Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 17, Ausgabe 2017 (Anteil < 0,063 mm = 2,4%):
Frostempfindlichkeitsklasse **F1**

Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892-4
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle: **GWM 6**

Tiefe unter GOK: **8,00 - 10,00 m**

Entnahmeart: **gestört**

Probenbeschreibung: **S,u/t'** Bodengruppe: **SU / ST** Stratigraphie:

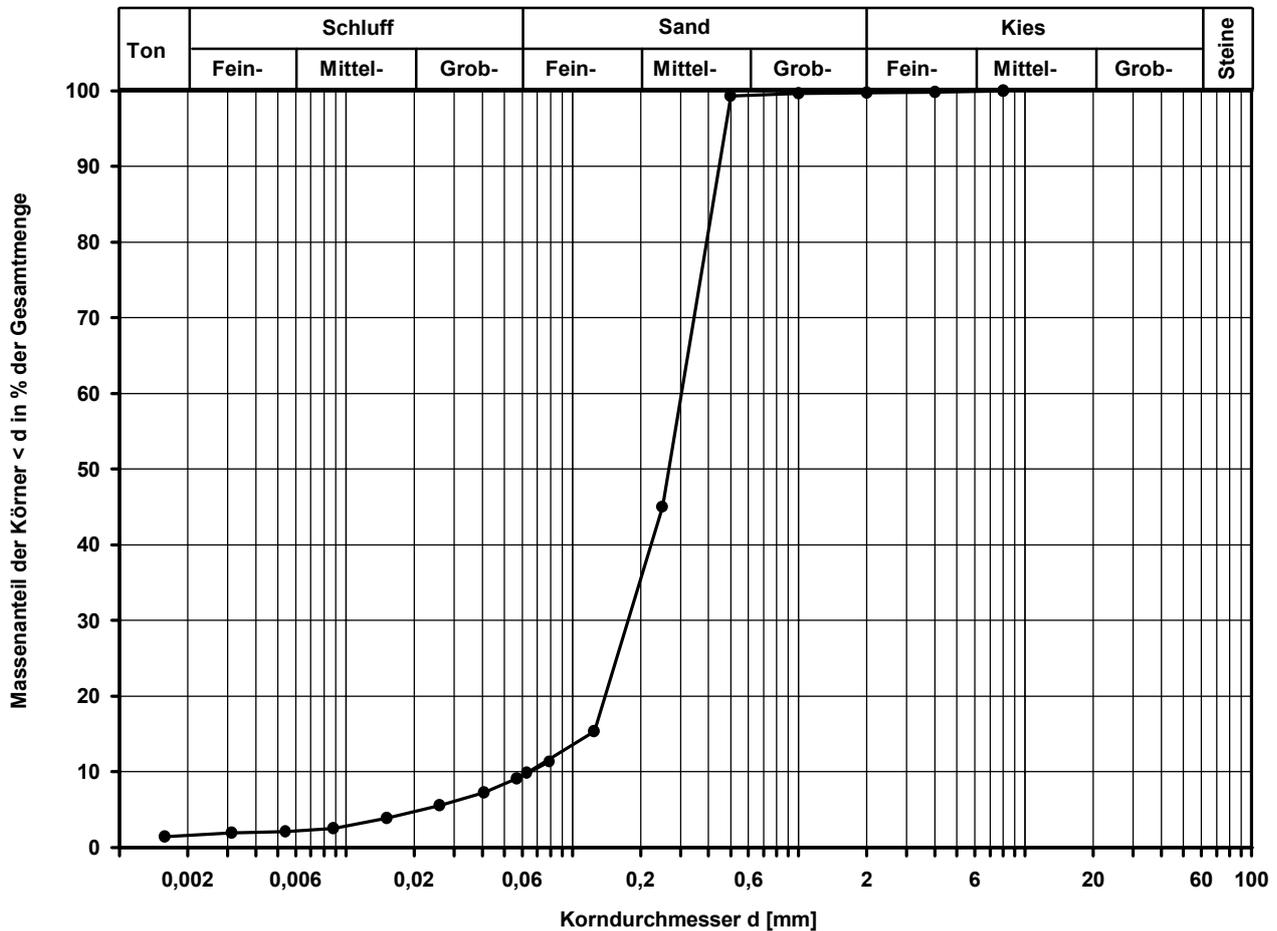
Ausgeführt von: **Jung** am: **23.11.2023** Gepr.:

Ausgewertet von: **W. Bieber** am: **27.11.2023**

Entrn. am: **07.09.2023** von: **Nickol & Partner AG**

Kennziffer [%]	Krümmungszahl C_c $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$	Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
2 / 8 / 90 / 0 / 0	1,6	4,7	0,3028	0,2665	0,1395	0,0642

Berechnung k_f Wert:
nach Beyer: **3,709E-05 m/s**
nach Bialas: **3,880E-05 m/s**



Bewertung der Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 17, Ausgabe 2017 (Anteil < 0,063 mm = 9,8%):
Frostempfindlichkeitsklasse **F1**

Bemerkungen:

Aktenzeichen: F230904	Anlage:	Blatt:
---------------------------------	---------	--------

Projekt: 13145-01

Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892-4
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle GWM 6

Tiefe unter GOK: 12,00 - 13,60 m

Entnahmeart: gestört

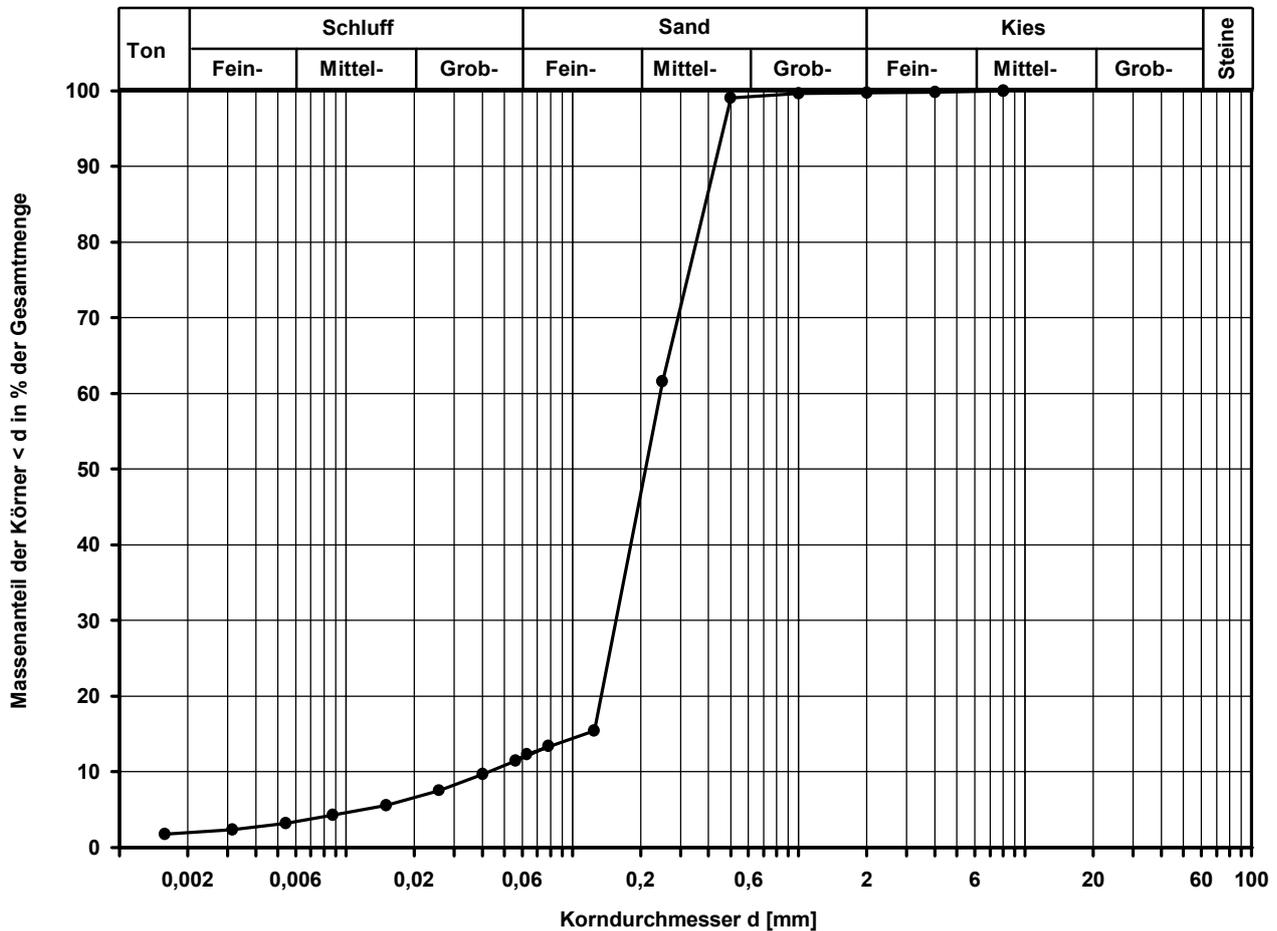
Probenbeschreibung: S,u/t'	Bodengruppe: SU / ST	Stratigraphie:
-------------------------------	-------------------------	----------------

Ausgeführt von: Jung	am: 23.11.2023	Gepr.:
Ausgewertet von: W. Bieber	am: 27.11.2023	

Entrn. am: 07.09.2023	von: Nickol & Partner AG
-----------------------	--------------------------

Kennziffer [%]	Krümmungszahl C_c $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$	Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
2 / 10 / 88 / 0 / 0	2,3	5,7	0,2441	0,2101	0,1339	0,0431

Berechnung k_f Wert:
nach Beyer: 1,486E-05 m/s
nach Bialas: 3,531E-05 m/s



Bewertung der Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 17, Ausgabe 2017 (Anteil < 0,063 mm = 12,3%):
Frostempfindlichkeitsklasse F1

Bemerkungen:

Aktenzeichen: F230904	Anlage:	Blatt:
---------------------------------	---------	--------

Projekt: 13145-01

Korngrößenverteilung

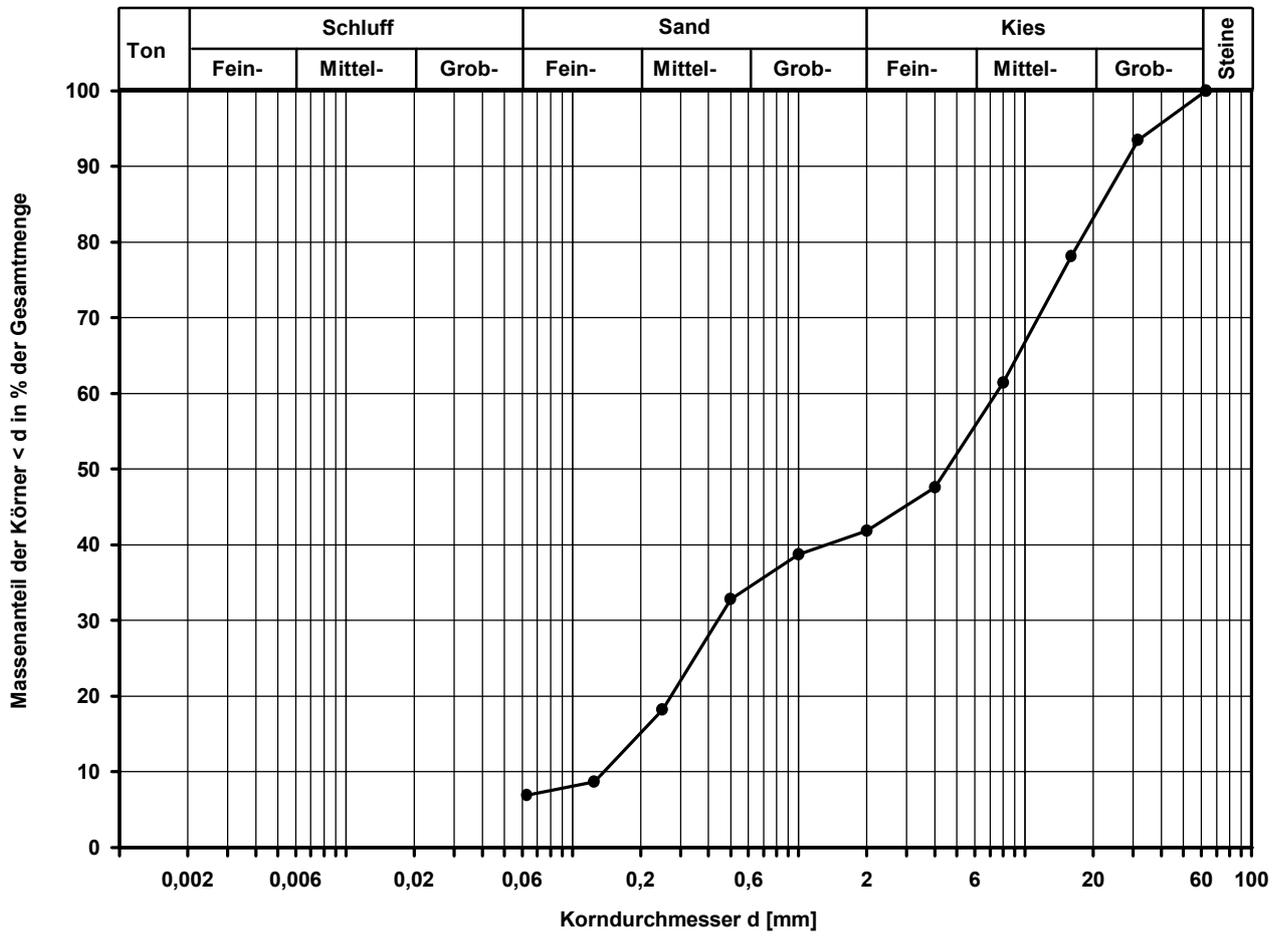
nach DIN EN ISO 17892-4
Siebung (GrK)

Entnahmestelle KRB 4		
Tiefe unter GOK: 2,00 - 3,00 m		
Entnahmeart: gestört		
Probenbeschreibung: G,s*,u/t'	Bodengruppe: GU / GT	Stratigraphie:
Entrn. am: 07.09.2023	von: Nickol & Partner AG	

Ausgeführt von: Eisen	am: 24.11.2023	Gepr.:
Ausgewertet von: W. Bieber	am: 27.11.2023	

Kennziffer [%]	Krümmungszahl C_c $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$	Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
-- / 35 / 58 / 0	0,2	54,1	7,4576	4,5135	0,2724	0,1378

Berechnung k_f Wert:
nach Beyer: 1,139E-04 m/s
nach Bialas: 1,808E-04 m/s



Bewertung der Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 17, Ausgabe 2017 (Anteil < 0,063 mm = 6,9%):
Frostempfindlichkeitsklasse F2

Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892-4
Siebung (GrK)

Entnahmestelle: **KRB 7**

Tiefe unter GOK: **1,00 - 2,60 m**

Entnahmeart: **gestört**

Probenbeschreibung: **G,s,u/t'** Bodengruppe: **GU / GT** Stratigraphie:

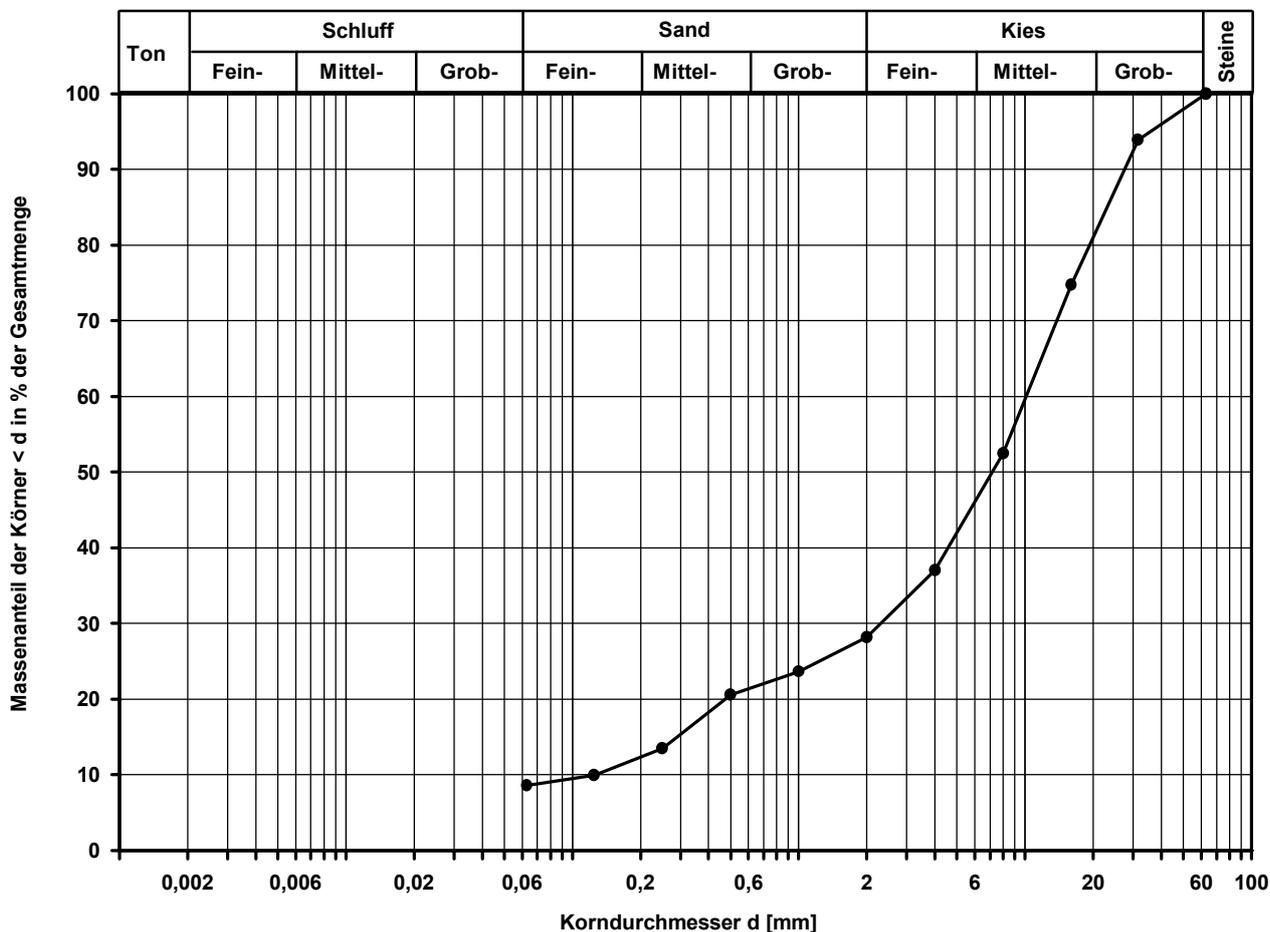
Ausgeführt von: **Eisen** am: **24.11.2023** Gepr.:

Ausgewertet von: **W. Bieber** am: **27.11.2023**

Entrn. am: **07.09.2023** von: **Nickol & Partner AG**

Kennziffer [%]	Krümmungszahl C_c $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$	Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
--9-- / 19 / 72 / 0	4,1	79,7	10,1051	7,1548	0,4750	0,1268

Berechnung k_f Wert:
nach Beyer: **9,647E-05 m/s**
nach Bialas: **6,497E-04 m/s**



Bewertung der Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 17, Ausgabe 2017 (Anteil < 0,063 mm = 8,6%):
Frostempfindlichkeitsklasse **F2**

Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

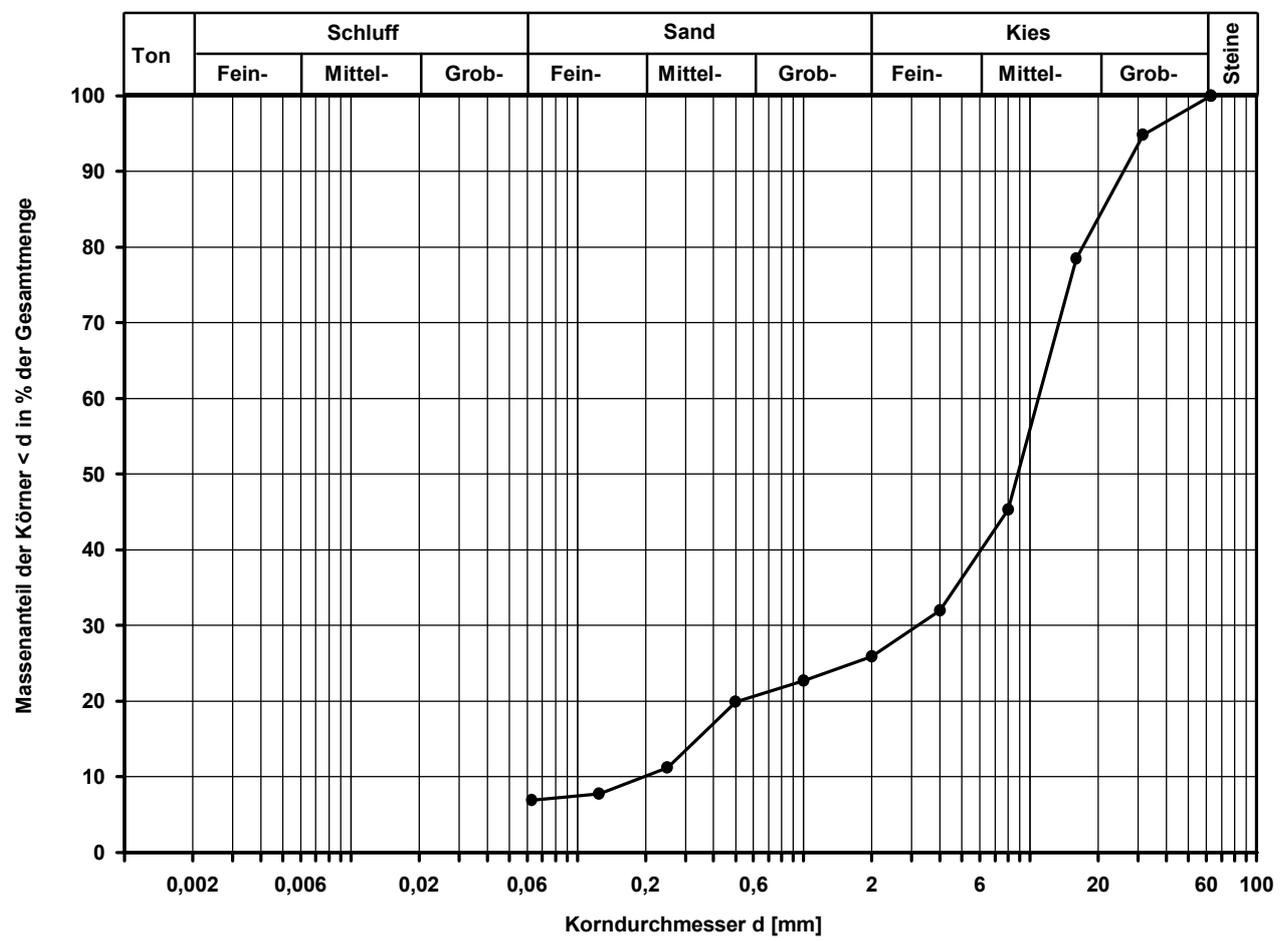
nach DIN EN ISO 17892-4
Siebung (GrK)

Entnahmestelle KRB 8		
Tiefe unter GOK: 1,00 - 2,00 m		
Entnahmeart: gestört		
Probenbeschreibung: G,s,u/t'	Bodengruppe: GU / GT	Stratigraphie:
Entrn. am: 07.09.2023		von: Nickol & Partner AG

Ausgeführt von: Eisen	am: 24.11.2023	Gepr.:
Ausgewertet von: W. Bieber	am: 27.11.2023	

Kennziffer [%]	Krümmungszahl C_c $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$	Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
--/ 19 / 74 / 0	4,8	55,5	10,8801	8,8315	0,5113	0,1962

Berechnung k_f Wert:
 nach Beyer: 2,310E-04 m/s
 nach Bialas: 7,696E-04 m/s



Bewertung der Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 17, Ausgabe 2017 (Anteil < 0,063 mm = 6,9%):
 Frostempfindlichkeitsklasse F2

Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892-4
Siebung (GrK)

Entnahmestelle: KRB 10

Tiefe unter GOK: 0,90 - 2,00 m

Entnahmeart: gestört

Probenbeschreibung: G/S,u/t' Bodengruppe: GU / GT Stratigraphie:

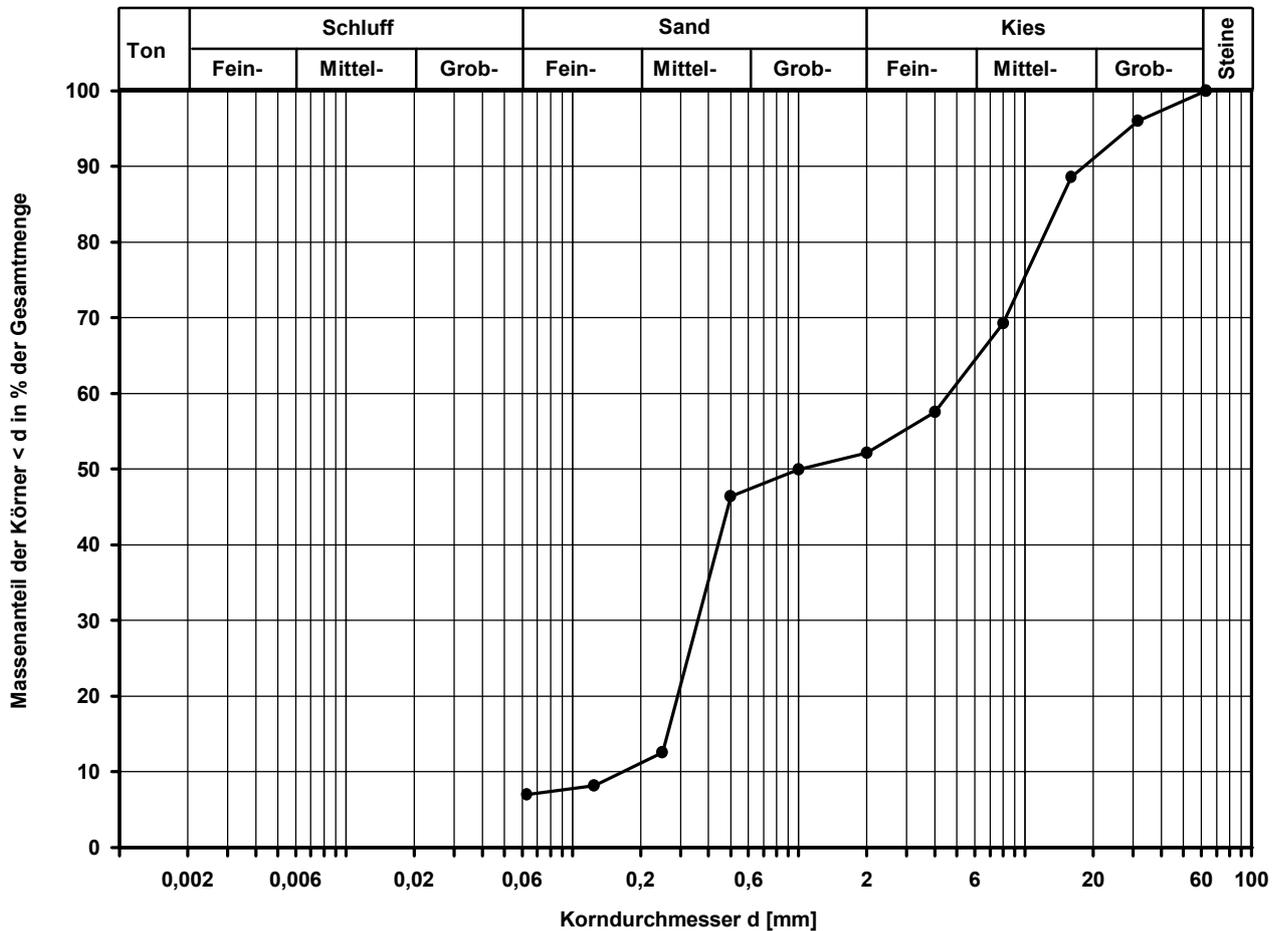
Ausgeführt von: Eisen am: 24.11.2023 Gepr.:

Ausgewertet von: W. Bieber am: 27.11.2023

Entrn. am: 07.09.2023 von: Nickol & Partner AG

Kennziffer [%]	Krümmungszahl C_c $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$	Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
--/--/ 45 / 48 / 0	0,2	27,8	4,6376	1,0330	0,2911	0,1666

Berechnung k_f Wert:
nach Beyer: 1,665E-04 m/s
nach Bialas: 2,107E-04 m/s



Bewertung der Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 17, Ausgabe 2017 (Anteil < 0,063 mm = 7,0%):
Frostempfindlichkeitsklasse F2

Bemerkungen:

Aktenzeichen: F230904	Anlage:	Blatt:
---------------------------------	---------	--------

Projekt: 13145-01

Korngrößenverteilung

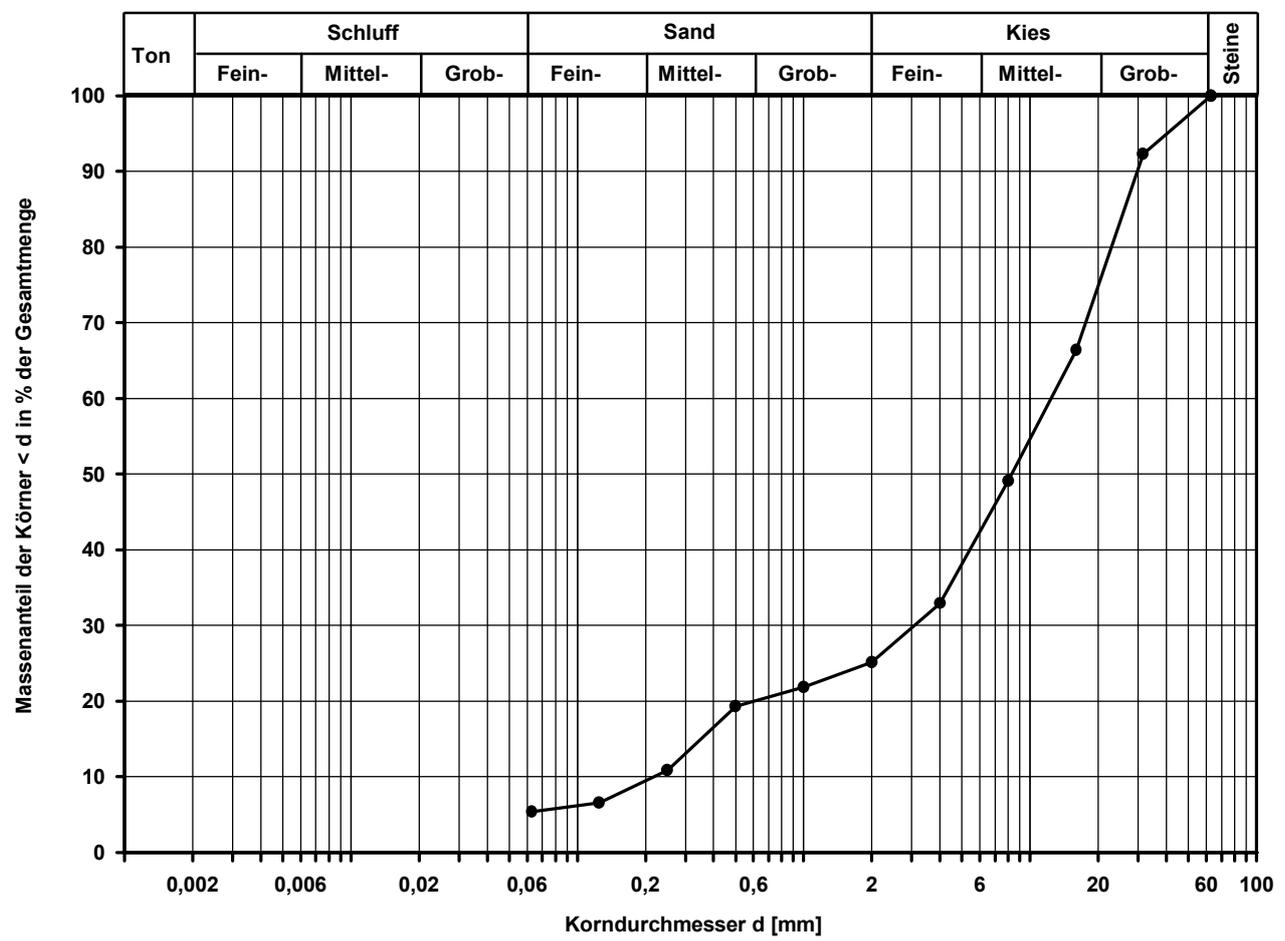
nach DIN EN ISO 17892-4
Siebung (GrK)

Entnahmestelle KRB 11		
Tiefe unter GOK: 0,14 - 1,00 m		
Entnahmeart: gestört		
Probenbeschreibung: G,s,u/t'	Bodengruppe: GU / GT	Stratigraphie:
Entrn. am: 07.09.2023		von: Nickol & Partner AG

Ausgeführt von: Eisen	am: 24.11.2023	Gepr.:
Ausgewertet von: W. Bieber	am: 27.11.2023	

Kennziffer [%]	Krümmungszahl C_c $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$	Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
--/ 20 / 75 / 0	3,5	56,8	12,3902	8,2956	0,6078	0,2180

Berechnung k_f Wert:
 nach Beyer: 2,851E-04 m/s
 nach Bialas: 1,145E-03 m/s



Bewertung der Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 17, Ausgabe 2017 (Anteil < 0,063 mm = 5,4%):
 Frostempfindlichkeitsklasse F2

Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

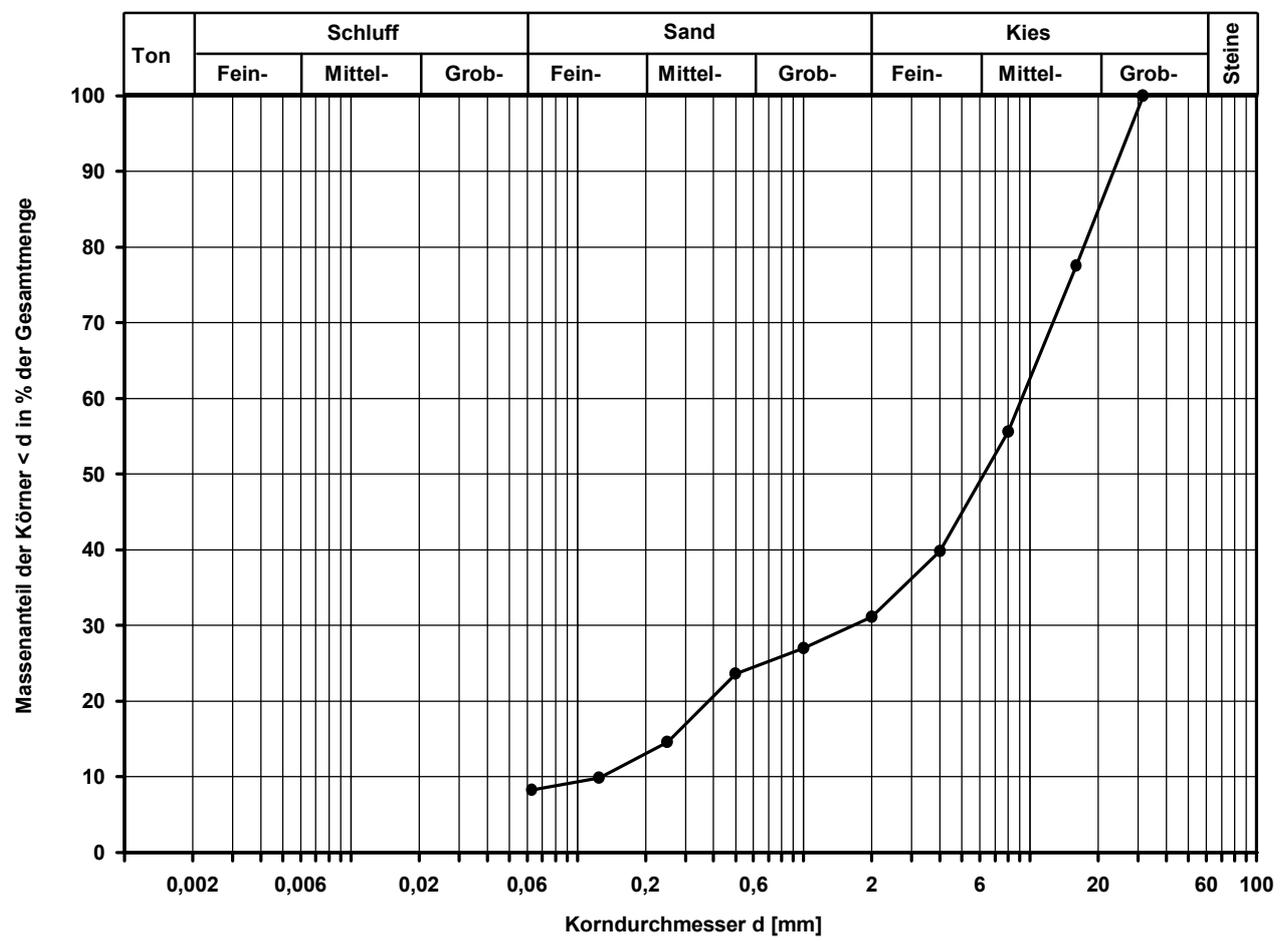
nach DIN EN ISO 17892-4
Siebung (GrK)

Entnahmestelle KRB 12		
Tiefe unter GOK: 0,14 - 1,00 m		
Entnahmeart: gestört		
Probenbeschreibung: G,s,u/t'	Bodengruppe: GU / GT	Stratigraphie:
Entrn. am: 07.09.2023		von: Nickol & Partner AG

Ausgeführt von: Eisen	am: 24.11.2023	Gep.:
Ausgewertet von: W. Bieber	am: 27.11.2023	

Kennziffer [%]	Krümmungszahl C_c $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$	Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
--8-- / 23 / 69 / 0	2,4	72,1	9,1876	6,2515	0,3794	0,1274

Berechnung k_f Wert:
 nach Beyer: 9,738E-05 m/s
 nach Bialas: 3,875E-04 m/s



Bewertung der Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 17, Ausgabe 2017 (Anteil < 0,063 mm = 8,2%):
 Frostempfindlichkeitsklasse F2

Bemerkungen:

Aktenzeichen: F230904	Anlage:	Blatt:
---------------------------------	---------	--------

Projekt: 13145-01

Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892-4
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle KRB 12

Tiefe unter GOK: 1,80 - 2,60 m

Entnahmeart: gestört

Probenbeschreibung: S,u/t,g,o	Bodengruppe: SU* / ST*	Stratigraphie:
----------------------------------	---------------------------	----------------

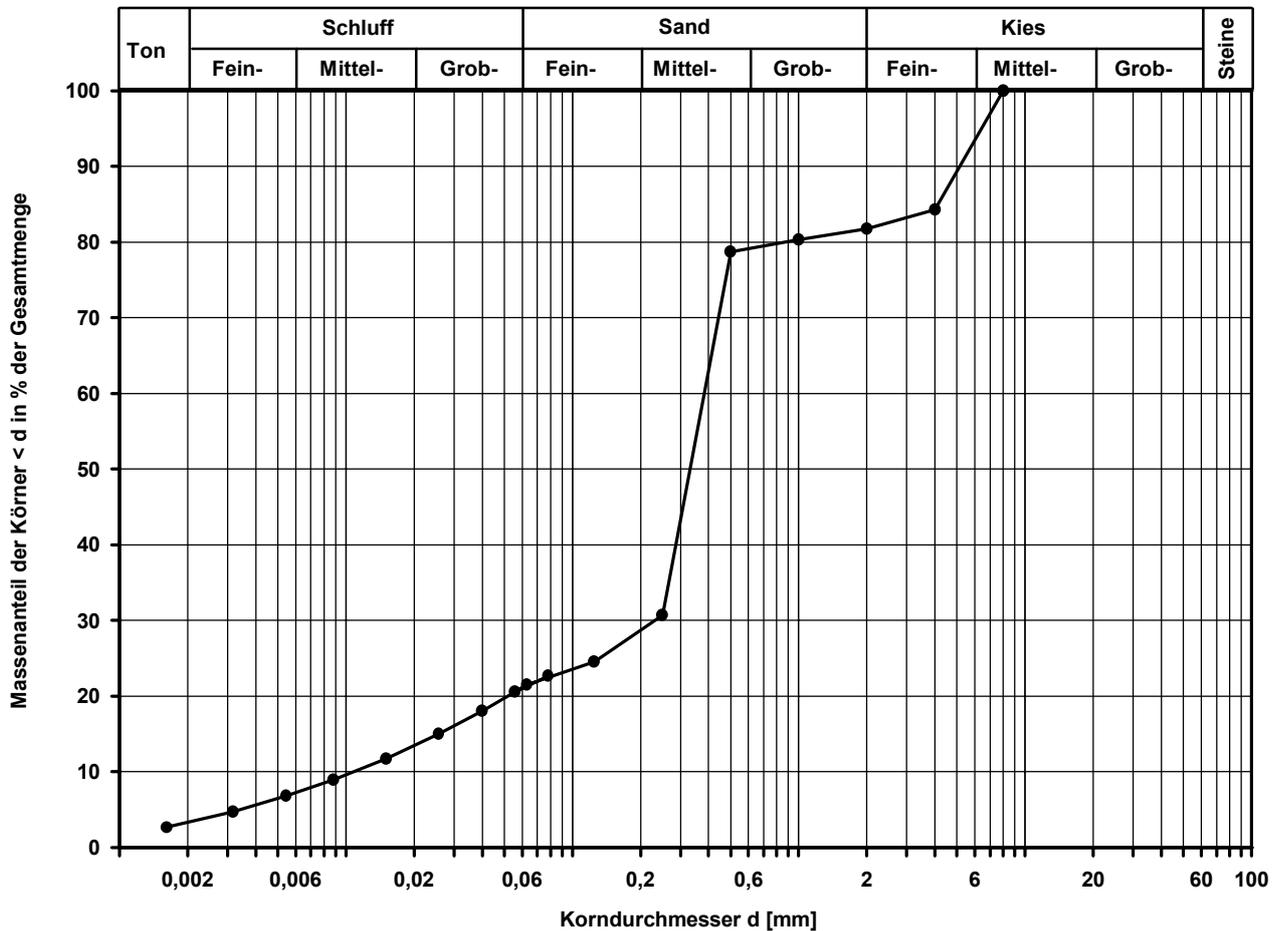
Ausgeführt von: Jung am: 23.11.2023 Gepr.:

Ausgewertet von: W. Bieber am: 27.11.2023

Entrn. am: 07.09.2023 von: Nickol & Partner AG

Kennziffer [%]	Krümmungszahl C_c $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$	Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
3 / 18 / 61 / 18 / 0	12,8	35,0	0,3817	0,3304	0,0519	0,0109

Berechnung k_f Wert:
nach Beyer: 7,129E-07 m/s
nach Bialas: 3,992E-06 m/s



Bewertung der Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 17, Ausgabe 2017 (Anteil < 0,063 mm = 21,5%):
Frostempfindlichkeitsklasse F3

Bemerkungen:

Anlage 5

Prüfberichte chemisch-analytisches Labor (Dr. Graner & Partner GmbH)

Nickol & Partner AG

Oppelner Str. 3 • 82194 Gröbenzell
Vorsitzender des Aufsichtsrates
Peter Nickol

Vorstand

Jenö Zeltner
Markus Gogl
Thomas Bauer

Bankverbindung

Sparkasse Fürstenfeldbruck
IBAN DE91 7005 3070 0003 0084 06
BIC BYLADEM1FFB

Amtsgericht München

HRB 250432
Umsatzsteuer-ID
DE128238211

Bei Fragen und für weitere
Informationen wenden Sie sich
gerne an:

umweltanalytik@labor-graner.de

Außerdem stehen wir Ihnen unter
den Rufnummern:

+49 (0) 89/863005-41 und
+49 (0) 89/863005-65

zur Verfügung.

Bitte geben Sie stets die
Prüfberichtsnummer an.

Dr. Graner & Partner GmbH, Lochhausener Str. 205, 81249 München

Nickol & Partner AG
Oppelner Straße 3

82194 Gröbenzell

München, 16.11.2023

Prüfbericht 2366349

Auftraggeber:	Nickol & Partner AG
Projektleiter:	Frau Bahmer
Auftraggeberprojekt:	13145-01
Probenahmedatum:	14.11.2023
Probenahmeort:	Hebertshausen
Probenahme durch:	Auftraggeber
Probengefäße:	Glasflasche + PE-Flasche
Eingang am:	15.11.2023
Zeitraum der Prüfung:	15.11.2023 - 16.11.2023
Prüfauftrag:	

Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025: 2018-03 · D-PL-18601-01-00

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte, Analytik, Entwicklung,
Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben, Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung,
Abgrenzungsfragen AMG/LFGB

Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Alexander Hartmann
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 701 694 64) Kto.-Nr. 69922
IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22, BIC: GENODEFIM07
Ust-ID DE 129 4000 66

E-Mail: info@labor-graner.de
Website: www.labor-graner.de



Probenbezeichnung:	GWM 1			
Probenahmedatum:	14.11.2023			
Labornummer:	2366349-001			
Material:	Wasser			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
Temperatur (vor Ort)	12,8	°C		DIN 38404-4: 1976-12
pH-Wert (vor Ort)	7,2			DIN EN ISO 10523: 2012-04
Elektrische Leitfähigkeit bei 25 °C (vor Ort)	580	µS/cm		DIN EN 27888: 1993-11
Sauerstoff gelöst (vor Ort)	8,94	mg/l	0,1	DIN EN 25814: 1992-11
Färbung (vor Ort)	farblos			DIN EN ISO 7887: 2012-04
Trübung (vor Ort)	klar			DIN EN ISO 7027: 2000-04
Geruch (vor Ort)	unauffällig			DEV B1/2
Redoxpotential (vor Ort)	148	mV		DIN 38404-6: 1984-05
Absetzbare Stoffe	u.d.B.	ml/l	0,1	DIN 38409-9: 1980-07
Chlorid	36	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Nitrat	30	mg/l	0,5	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Sulfit	u.d.B.	mg/l	1	Küvettest
Sulfat	31	mg/l	2	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Hydrogencarbonat	350	mg/l	6	DIN 38409-7: 2005-12
Sulfid	u.d.B.	mg/l	0,02	DIN 38405-27: 1992-07
Ammonium	u.d.B.	mg/l	0,05	DIN 38406-5: 1983-10
Aluminium	u.d.B.	mg/l	0,1	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Eisen	u.d.B.	mg/l	0,03	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Mangan	u.d.B.	mg/l	0,01	DIN EN ISO 11885: 2009-09

Ergänzung zu Prüfbericht 2366349

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Parameterspezifische Messunsicherheiten sowie Informationen zu deren Berechnung sind auf Anfrage verfügbar. Die aktuelle Liste der flexibel akkreditierten Prüfverfahren kann auf unserer Website eingesehen werden (<https://labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>).

Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung erlaubt.

BG:	Bestimmungsgrenze
KbE:	Koloniebildende Einheiten
n.a.:	nicht analysierbar
n.b.:	nicht berechenbar
n.n.:	nicht nachweisbar
u.d.B.:	unter der Bestimmungsgrenze
HS:	Headspace
fl./fl.-Extr.	flüssig-flüssig-Extraktion
*	Fremdvergabe

D. Kasper



Probenahmeprotokoll für Wasserproben

Vor der Probenahme auszufüllen							
Projektnummer <i>13145-01</i>			Bezeichnung der Probenahmestelle <i>GWM 1</i>				
Ort <i>Hebertshausen</i>			Koordinaten Probenahmepunkt (z.B. UTM, WGS84, Geländefestpunkt) <i>S. Plan</i>				
Datum <i>14. 11. 23</i>		Uhrzeit <i>13:00</i>		Probenbezeichnung <i>WP/GWM 1</i>			
Protokollführer / Probenehmer <i>L. Bahmer, J. Merlino</i>							
Angaben zur Probenahmestelle				Angaben zur Probenahme			
GW-Messstelle <input checked="" type="checkbox"/> Brunnen [] Quelle [] Baugrube []				Probengefäße		Probenkonservierung <i>HNO₃ + kühl + dunkel</i>	
Ausbauplan der Messstelle vorhanden: <input checked="" type="checkbox"/> ja (siehe beiliegender Plan) [] nein				Entnahmegesetz <i>4-Türme</i>	Pumpe <i>SP14-A7</i>	Steigleitung <i>PE</i>	
Durchmesser <i>5"</i>		Überflur [] Unterflur <input checked="" type="checkbox"/>		Entnahmetiefe (m u. POK) <i>ca. 2,70m</i>			
Ausbaumaterial <i>PE</i>				Leitfähigkeitskonstanz erreicht ^[1] : <input checked="" type="checkbox"/> ja [] nein			
POK zu GOK		Gesamttiefe (m u. POK) <i>3,10</i>		Pumpdauer vor Probenahme <i>ca. 1 Std.</i>			
Ruhwasserspiegel (m u. POK) <i>0,92m</i>				Standrohrspiegelhöhe bei Probenahme (m u. POK)			
Sonstiges (z.B. verschlammte o.ä.) <i>/</i>				Volumenstrom <i>ca. 2,2 L/s</i>			
organoleptische und optische Beurteilung bei Probenahme				Abschätzung der Messunsicherheit der Probenahme			
Trübung <i>klar</i>				Repräsentativität der Probe <input type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> hoch			
Färbung <i>keine</i>				Heterogenität Prüfobjekt <input checked="" type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch			
Geruch <i>kein</i>				Meteorologische Randbeding. <i>stabil</i>			
Bodensatz <i>kein</i>				Auffälligkeiten <i>keine</i>			
Sonstiges (z.B. Schaum o.ä.) <i>/</i>				Messunsicherheit <input checked="" type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch			
Zeitabhängige Entwicklung der Vor-Ort-Parameter ^[1]							
Zeit [min]	Temp. [°C]	Leitfähigkeit ^[2] [µS/cm], T _{Ref} =25°C	O ₂ [mg/l]	O ₂ [%]	pH-Wert ^[3]	Redoxpotenzial [mV], (Ag/AgCl- Elektrode)	Redoxpotenzial ^[4] [mV]
<i>0</i>	<i>12,8</i>	<i>582</i>	<i>8,67</i>	<i>87,8</i>	<i>7,25</i>	<i>166</i>	
<i>10</i>	<i>12,8</i>	<i>580</i>	<i>8,94</i>	<i>89,6</i>	<i>7,28</i>	<i>152</i>	
<i>20</i>	<i>12,8</i>	<i>580</i>	<i>8,94</i>	<i>89,6</i>	<i>7,20</i>	<i>148</i>	
<i>bei Probenahme:</i>	<i>12,8</i>	<i>580</i>	<i>8,94</i>	<i>89,6</i>	<i>7,20</i>	<i>148</i>	

Wiederanstieg nach der Probenahme								
Nach Probenahme (Ausschalten der Pumpe)	nach [] sek	nach [] min	nach [] min	nach [] min	nach [] min	nach [] min	nach [] min	nach [] min
Wasserspiegel unter Messpunkt								
Witterung am Tag der Probenahme (Lufttemperatur, Niederschläge etc.)				Bemerkungen (auch Rückseite benutzen)				
<p>[1] Konstanz erreicht, wenn Abweichung innerhalb 5 Minuten für: el. Lf ≤ 1%</p> <p>[2] Messunsicherheit el. Leitfähigkeit: ± 1,5 % (k=2)</p> <p>[3] Messunsicherheit pH-Wert: ± 0,05 (k=2)</p> <p>[4] nach Spannungskorrektur zu Redoxpotenzial</p> <p>[POK = Pegeloberkante / GOK = Geländeoberkante]</p>								



Probenahmeprotokoll für Wasserproben

Vor der Probenahme auszufüllen							
Projektnummer 13145-001				Bezeichnung der Probenahmestelle GUM6			
Ort 06.11.23				Koordinaten Probenahmepunkt (z.B. UTM, WGS84, Geländefestpunkt)			
Datum Hebertshausen		Uhrzeit 15:19					
Protokollführer / Probenehmer LBA				Probenbezeichnung wp 13145-02 GUM6			
Angaben zur Probenahmestelle				Angaben zur Probenahme			
GW-Messstelle <input checked="" type="checkbox"/> Brunnen [] Quelle [] Baugrube []				Probengefäße		Probenkonservierung HNO₃	
Ausbauplan der Messstelle vorhanden: [<input checked="" type="checkbox"/> ja (siehe beiliegender Plan) [] nein				Entnahmegesetz U-Pumpe	Pumpe SQ 3	Steigleitung PE	
Durchmesser 125mm		Überflur <input checked="" type="checkbox"/> Unterflur []		Entnahmetiefe (m u. POK) 13 m			
Ausbaumaterial				Leitfähigkeitskonstanz erreicht ^[1] : [<input checked="" type="checkbox"/> ja [] nein			
POK zu GOK 80cm		Gesamttiefe (m u. POK) 13,50		Pumpdauer vor Probenahme ca. 1h			
Ruhewasserspiegel (m u. POK) 2,78				Standrohrspiegelhöhe bei Probenahme (m u. POK)			
Sonstiges (z.B. verschlammte o.ä.)				Volumenstrom 3 m³/h			
organoleptische und optische Beurteilung bei Probenahme				Abschätzung der Messunsicherheit der Probenahme			
Trübung /				Repräsentativität der Probe <input type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> hoch			
Färbung /				Heterogenität Prüfobjekt <input checked="" type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch			
Geruch /				Meteorologische Randbeding. stabil, wolkig			
Bodensatz /				Auffälligkeiten /			
Sonstiges (z.B. Schaum o.ä.) /				Messunsicherheit <input checked="" type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch			
Zeitabhängige Entwicklung der Vor-Ort-Parameter ^[1]							
Zeit [min]	Temp. [°C]	Leitfähigkeit ^[2] [µS/cm], T _{Ref} =25°C	O ₂ [mg/l]	O ₂ [%]	pH-Wert ^[3]	Redoxpotenzial [mV], (Ag/AgCl- Elektrode)	Redoxpotenzial ^[4] [mV]
0	12,1	270	0,14	1,4	7,53	-185mV	
11	12,1	187	0,09	0,9	7,55	-217	
15:30 30	12	181	0,08	0,8	7,56	-229	
bei Probenahme:	12	181	0,08	0,8	7,56	-229	

Wiederanstieg nach der Probenahme								
Nach Probenahme (Ausschalten der Pumpe)	nach [] sek	nach [] min	nach [] min	nach [] min	nach [] min	nach [] min	nach [] min	nach [] min
Wasserspiegel unter Messpunkt								
Witterung am Tag der Probenahme (Lufttemperatur, Niederschläge etc.)				Bemerkungen (auch Rückseite benutzen)				
[1] Konstanz erreicht, wenn Abweichung innerhalb 5 Minuten für: el. Lf ≤ 1%								
[2] Messunsicherheit el. Leitfähigkeit: ± 1,5 % (k=2)								
[3] Messunsicherheit pH-Wert: ± 0,05 (k=2)								
[4] nach Spannungskorrektur zu Redoxpotenzial								
[POK = Pegeloberkante / GOK = Geländeoberkante]								
Bearbeiter: Asam	Freigabe durch: Bauer			Gültig ab: 15.03.2021		Revision: 04-05/2023		

Bei Fragen und für weitere
Informationen wenden Sie sich
gerne an:

umweltanalytik@labor-graner.de

Außerdem stehen wir Ihnen unter
den Rufnummern:

+49 (0) 89/863005-41 und
+49 (0) 89/863005-65

zur Verfügung.

Bitte geben Sie stets die
Prüfberichtsnummer an.

Dr. Graner & Partner GmbH, Lochhausener Str. 205, 81249 München

Nickol & Partner AG
Oppelner Straße 3

82194 Gröbenzell

München, 09.11.2023

Prüfbericht 2364463

Auftraggeber:	Nickol & Partner AG
Projektleiter:	Frau Bahmer
Auftraggeberprojekt:	13145
Probenahmedatum:	06.11.2023
Probenahme durch:	Auftraggeber
Probengefäße:	Glasflasche + PE-Flasche + PE-Gefäß
Eingang am:	07.11.2023
Zeitraum der Prüfung:	07.11.2023 - 09.11.2023
Prüfauftrag:	

Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025: 2018-03 · D-PL-18601-01-00

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte, Analytik, Entwicklung,
Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben, Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung,
Abgrenzungsfragen AMG/LFGB

Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Alexander Hartmann
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 701 694 64) Kto.-Nr. 69922
IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22, BIC: GENODEFIM07
Ust-ID DE 129 4000 66

E-Mail: info@labor-graner.de
Website: www.labor-graner.de



Probenbezeichnung:	GWM 6			
Probenahmedatum:	06.11.2023			
Labornummer:	2364463-001			
Material:	Wasser			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
Absetzbare Stoffe	u.d.B.	ml/l	0,1	DIN 38409-9: 1980-07
Chlorid	7,8	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Nitrat	u.d.B.	mg/l	0,5	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Sulfit	u.d.B.	mg/l	1	Küvettentest
Sulfat	5,5	mg/l	2	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Hydrogencarbonat	310	mg/l	6	DIN 38409-7: 2005-12
Sulfid	u.d.B.	mg/l	0,02	DIN 38405-27: 1992-07
Ammonium	0,074	mg/l	0,05	DIN 38406-5: 1983-10
Aluminium	u.d.B.	mg/l	0,1	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Eisen	1,4	mg/l	0,03	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Mangan	0,13	mg/l	0,01	DIN EN ISO 11885: 2009-09

Ergänzung zu Prüfbericht 2364463

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Parameterspezifische Messunsicherheiten sowie Informationen zu deren Berechnung sind auf Anfrage verfügbar. Die aktuelle Liste der flexibel akkreditierten Prüfverfahren kann auf unserer Website eingesehen werden (<https://labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>).

Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung erlaubt.

BG:	Bestimmungsgrenze
KbE:	Koloniebildende Einheiten
n.a.:	nicht analysierbar
n.b.:	nicht berechenbar
n.n.:	nicht nachweisbar
u.d.B.:	unter der Bestimmungsgrenze
HS:	Headspace
fl./fl.-Extr.	flüssig-flüssig-Extraktion
*	Fremdvergabe

D. Kasper

Bei Fragen und für weitere
Informationen wenden Sie sich
gerne an:

umweltanalytik@labor-graner.de

Außerdem stehen wir Ihnen unter
den Rufnummern:

+49 (0) 89/863005-41 und
+49 (0) 89/863005-65

zur Verfügung.

Bitte geben Sie stets die
Prüfberichtsnummer an.

Dr. Graner & Partner GmbH, Lochhausener Str. 205, 81249 München

Nickol & Partner AG
Oppelner Straße 3

82194 Gröbenzell

München, 15.11.2023

Prüfbericht 2363861

Auftraggeber:	Nickol & Partner AG
Projektleiter:	Herr Santoro, Herr Jäger, Herr Schimpfle
Auftraggeberprojekt:	13145-01
Probenahmedatum:	07.09.2023
Probenahme durch:	Auftraggeber
Probengefäße:	Eimer
Eingang am:	03.11.2023
Zeitraum der Prüfung:	03.11.2023 - 15.11.2023
Prüfauftrag:	LVGBT

Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025: 2018-03 · D-PL-18601-01-00

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte, Analytik, Entwicklung,
Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben, Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung,
Abgrenzungsfragen AMG/LFGB

Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Alexander Hartmann
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 701 694 64) Kto.-Nr. 69922
IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22, BIC: GENODEFIM07
Ust-ID DE 129 4000 66

E-Mail: info@labor-graner.de
Website: www.labor-graner.de



Probenbezeichnung:	B3/0,0-0,3			
Probenahmedatum:	07.09.2023			
Labornummer:	2363861-001a			
Material:	Feststoff, Fraktion < 2 mm			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
Anteil >2mm	35,6	%		
Anteil <2mm	64,4	%		
Trockenrückstand	80	%		DIN EN 14346: 2007-03
Cyanid gesamt	u.d.B.	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 17380: 2013-10
Arsen	11	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Blei	18	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Cadmium	0,34	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Chrom	31	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Kupfer	27	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Nickel	23	mg/kg TS	0,5	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Quecksilber	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 12846: 2012-08
Zink	85	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885: 2009-09
EOX	u.d.B.	mg/kg TS	0,5	DIN 38414-17: 2017-01
Kohlenwasserstoffe	u.d.B.	mg/kg TS	50	DIN EN 14039: 2005-01
Naphthalin	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Acenaphthylen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Acenaphthen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Fluoren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Phenanthren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Fluoranthen	0,028	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Pyren	0,024	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benz(a)anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Chrysen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(b)fluoranthen	0,024	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(k)fluoranthen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(a)pyren	0,014	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Indeno(123-cd)pyren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Dibenz(ah)anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(ghi)perylen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Summe PAK (nach EPA)	0,09	mg/kg TS		berechnet
Summe PAK (ohne Naphthalin)	0,09	mg/kg TS		berechnet

Probenbezeichnung:	B3/0,0-0,3			
Probenahmedatum:	07.09.2023			
Labornummer:	2363861-001a			
Material:	Feststoff, Fraktion < 2 mm			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
PCB Nr. 28	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 52	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 101	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 153	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 138	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 180	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
Summe PCB	n.b.	mg/kg TS		berechnet

Probenbezeichnung:	B3/0,0-0,3			
Probenahmedatum:	07.09.2023			
Labornummer:	2363861-001b			
Material:	Feststoff, Gesamtfraktion			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
Bestimmungen im Eluat - (DIN EN 12457-4: 2003-01)				
pH-Wert	8,0			DIN EN ISO 10523: 2012-04
Elektrische Leitfähigkeit	150	µS/cm		DIN EN 27888: 1993-11
Chlorid	u.d.B.	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Sulfat	u.d.B.	mg/l	2	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Cyanid gesamt	u.d.B.	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403: 2012-10
Arsen	u.d.B.	µg/l	2,5	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Blei	u.d.B.	µg/l	2,5	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Cadmium	u.d.B.	µg/l	0,5	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Chrom	u.d.B.	µg/l	5	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Kupfer	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Nickel	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Quecksilber	u.d.B.	µg/l	0,05	DIN EN ISO 12846: 2012-08
Zink	14	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Phenolindex	u.d.B.	mg/l	0,008	DIN EN ISO 14402: 1999-12

Ergänzung zu Prüfbericht 2363861

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Parameterspezifische Messunsicherheiten sowie Informationen zu deren Berechnung sind auf Anfrage verfügbar. Die aktuelle Liste der flexibel akkreditierten Prüfverfahren kann auf unserer Website eingesehen werden (<https://labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>).

Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung erlaubt.

BG: Bestimmungsgrenze
KbE: Koloniebildende Einheiten
n.a.: nicht analysierbar
n.b.: nicht berechenbar
n.n.: nicht nachweisbar
u.d.B.: unter der Bestimmungsgrenze
HS: Headspace
fl./fl.-Extr. flüssig-flüssig-Extraktion
* Fremdvergabe

D. Kasper

Bei Fragen und für weitere
Informationen wenden Sie sich
gerne an:

umweltanalytik@labor-graner.de

Außerdem stehen wir Ihnen unter
den Rufnummern:

+49 (0) 89/863005-41 und
+49 (0) 89/863005-65

zur Verfügung.

Bitte geben Sie stets die
Prüfberichtsnummer an.

Dr. Graner & Partner GmbH, Lochhausener Str. 205, 81249 München

Nickol & Partner AG
Oppelner Straße 3

82194 Gröbenzell

München, 15.11.2023

Prüfbericht 2363861A

Auftraggeber:	Nickol & Partner AG
Projektleiter:	Herr Santoro, Herr Jäger, Herr Schimpfle
Auftraggeberprojekt:	13145-01
Probenahmedatum:	07.09.2023
Probenahme durch:	Auftraggeber
Probengefäße:	Eimer
Eingang am:	03.11.2023
Zeitraum der Prüfung:	03.11.2023 - 15.11.2023
Prüfauftrag:	

Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025: 2018-03 · D-PL-18601-01-00

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte, Analytik, Entwicklung,
Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben, Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung,
Abgrenzungsfragen AMG/LFGB

Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Alexander Hartmann
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 701 694 64) Kto.-Nr. 69922
IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22, BIC: GENODEFIM07
Ust-ID DE 129 4000 66

E-Mail: info@labor-graner.de
Website: www.labor-graner.de



Probenbezeichnung:	B3/0,0-0,3			
Probenahmedatum:	07.09.2023			
Labornummer:	2363861A-001			
Material:	Feststoff, Gesamtfraktion			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
Trockenrückstand	78	%		DIN EN 14346: 2007-03
TOC	4,3	% TS	0,1	DIN EN 15936: 2012-11

Ergänzung zu Prüfbericht 2363861A

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Parameterspezifische Messunsicherheiten sowie Informationen zu deren Berechnung sind auf Anfrage verfügbar. Die aktuelle Liste der flexibel akkreditierten Prüfverfahren kann auf unserer Website eingesehen werden (<https://labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>).

Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung erlaubt.

BG:	Bestimmungsgrenze
KbE:	Koloniebildende Einheiten
n.a.:	nicht analysierbar
n.b.:	nicht berechenbar
n.n.:	nicht nachweisbar
u.d.B.:	unter der Bestimmungsgrenze
HS:	Headspace
fl./fl.-Extr.	flüssig-flüssig-Extraktion
*	Fremdvergabe

D. Kasper

Bei Fragen und für weitere
Informationen wenden Sie sich
gerne an:

umweltanalytik@labor-graner.de

Außerdem stehen wir Ihnen unter
den Rufnummern:

+49 (0) 89/863005-41 und
+49 (0) 89/863005-65

zur Verfügung.

Bitte geben Sie stets die
Prüfberichtsnummer an.

Dr. Graner & Partner GmbH, Lochhausener Str. 205, 81249 München

Nickol & Partner AG
Oppelner Straße 3

82194 Gröbenzell

München, 15.11.2023

Prüfbericht 2363857

Auftraggeber:	Nickol & Partner AG
Projektleiter:	Herr Santoro, Herr Jäger, Herr Schimpfle
Auftraggeberprojekt:	13145-01
Probenahmedatum:	07.09.2023
Probenahme durch:	Auftraggeber
Probengefäße:	Kunststoff-Beutel
Eingang am:	03.11.2023
Zeitraum der Prüfung:	03.11.2023 - 15.11.2023
Prüfauftrag:	

Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025: 2018-03 · D-PL-18601-01-00

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte, Analytik, Entwicklung,
Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben, Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung,
Abgrenzungsfragen AMG/LFGB

Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Alexander Hartmann
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 701 694 64) Kto.-Nr. 69922
IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22, BIC: GENODEFIM07
Ust-ID DE 129 4000 66

E-Mail: info@labor-graner.de
Website: www.labor-graner.de



Probenbezeichnung:	B5/0,4-1,4			
Probenahmedatum:	07.09.2023			
Labornummer:	2363857-001			
Material:	Feststoff, Gesamtfraktion			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
Trockenrückstand	47	%		DIN EN 14346: 2007-03
TOC	15	% TS	0,1	DIN EN 15936: 2012-11

Ergänzung zu Prüfbericht 2363857

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Parameterspezifische Messunsicherheiten sowie Informationen zu deren Berechnung sind auf Anfrage verfügbar. Die aktuelle Liste der flexibel akkreditierten Prüfverfahren kann auf unserer Website eingesehen werden (<https://labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>).

Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung erlaubt.

BG: Bestimmungsgrenze
KbE: Koloniebildende Einheiten
n.a.: nicht analysierbar
n.b.: nicht berechenbar
n.n.: nicht nachweisbar
u.d.B.: unter der Bestimmungsgrenze
HS: Headspace
fl./fl.-Extr. flüssig-flüssig-Extraktion
* Fremdvergabe

D. Kasper

Bei Fragen und für weitere
Informationen wenden Sie sich
gerne an:

umweltanalytik@labor-graner.de

Außerdem stehen wir Ihnen unter
den Rufnummern:

+49 (0) 89/863005-41 und
+49 (0) 89/863005-65

zur Verfügung.

Bitte geben Sie stets die
Prüfberichtsnummer an.

Dr. Graner & Partner GmbH, Lochhausener Str. 205, 81249 München

Nickol & Partner AG
Oppelner Straße 3

82194 Gröbenzell

München, 15.11.2023

Prüfbericht 2363856

Auftraggeber:	Nickol & Partner AG
Projektleiter:	Herr Santoro, Herr Jäger, Herr Schimpfle
Auftraggeberprojekt:	13145-01
Probenahmedatum:	07.09.2023
Probenahme durch:	Auftraggeber
Probengefäße:	Eimer
Eingang am:	03.11.2023
Zeitraum der Prüfung:	03.11.2023 - 15.11.2023
Prüfauftrag:	

Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025: 2018-03 · D-PL-18601-01-00

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte, Analytik, Entwicklung,
Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben, Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung,
Abgrenzungsfragen AMG/LFGB

Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Alexander Hartmann
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 701 694 64) Kto.-Nr. 69922
IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22, BIC: GENODEFIM07
Ust-ID DE 129 4000 66

E-Mail: info@labor-graner.de
Website: www.labor-graner.de



Probenbezeichnung:	KRB 11 / 0,0-0,14			
Probenahmedatum:	07.09.2023			
Labornummer:	2363856-001			
Material:	Feststoff, Gesamtfraction			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
Trockenrückstand	100	%		DIN EN 14346: 2007-03
Naphthalin	0,27	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Acenaphthylen	u.d.B.	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Acenaphthen	0,40	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Fluoren	0,76	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Phenanthren	4,6	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Anthracen	0,98	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Fluoranthren	3,6	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Pyren	2,4	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Benz(a)anthracen	1,3	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Chrysen	1,1	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(b)fluoranthren	1,6	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(k)fluoranthren	0,48	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(a)pyren	1,2	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Indeno(123-cd)pyren	0,96	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Dibenz(ah)anthracen	0,38	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(ghi)perylen	0,94	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Summe PAK (nach EPA)	20,97	mg/kg TS		berechnet
Summe PAK (ohne Naphthalin)	20,7	mg/kg TS		berechnet

Probenbezeichnung:	KRB 12 / 0,0-0,14			
Probenahmedatum:	07.09.2023			
Labornummer:	2363856-002			
Material:	Feststoff, Gesamtfraction			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
Trockenrückstand	100	%		DIN EN 14346: 2007-03
Naphthalin	2,9	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Acenaphthylen	u.d.B.	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Acenaphthen	4,4	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Fluoren	9,8	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Phenanthren	43	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Anthracen	12	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Fluoranthren	31	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Pyren	20	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Benz(a)anthracen	12	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Chrysen	9,2	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(b)fluoranthren	12	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(k)fluoranthren	4,0	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(a)pyren	8,6	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Indeno(123-cd)pyren	5,7	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Dibenz(ah)anthracen	2,1	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(ghi)perylen	4,8	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287: 2006-05
Summe PAK (nach EPA)	181,5	mg/kg TS		berechnet
Summe PAK (ohne Naphthalin)	178,6	mg/kg TS		berechnet

Ergänzung zu Prüfbericht 2363856

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Parameterspezifische Messunsicherheiten sowie Informationen zu deren Berechnung sind auf Anfrage verfügbar. Die aktuelle Liste der flexibel akkreditierten Prüfverfahren kann auf unserer Website eingesehen werden (<https://labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>).

Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung erlaubt.

Die Trockenrückstände der Proben wurden nicht bestimmt. Die Analysenergebnisse beziehen sich deshalb auf angenommene Trockensubstanzanteile von 100 %.

BG: Bestimmungsgrenze
KbE: Koloniebildende Einheiten
n.a.: nicht analysierbar
n.b.: nicht berechenbar
n.n.: nicht nachweisbar
u.d.B.: unter der Bestimmungsgrenze
HS: Headspace
fl./fl.-Extr. flüssig-flüssig-Extraktion
* Fremdvergabe

D. Kasper

Bei Fragen und für weitere
Informationen wenden Sie sich
gerne an:

umweltanalytik@labor-graner.de

Außerdem stehen wir Ihnen unter
den Rufnummern:

+49 (0) 89/863005-41 und
+49 (0) 89/863005-65

zur Verfügung.

Bitte geben Sie stets die
Prüfberichtsnummer an.

Dr. Graner & Partner GmbH, Lochhausener Str. 205, 81249 München

Nickol & Partner AG
Oppelner Straße 3

82194 Gröbenzell

München, 15.11.2023

Prüfbericht 2363858

Auftraggeber:	Nickol & Partner AG
Projektleiter:	Herr Santoro, Herr Jäger, Herr Schimpfle
Auftraggeberprojekt:	13145-01
Probenahmedatum:	07.09.2023
Probenahme durch:	Auftraggeber
Probengefäße:	Eimer
Eingang am:	03.11.2023
Zeitraum der Prüfung:	03.11.2023 - 15.11.2023
Prüfauftrag:	LVGBT

Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025: 2018-03 · D-PL-18601-01-00

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte, Analytik, Entwicklung,
Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben, Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung,
Abgrenzungsfragen AMG/LFGB

Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Alexander Hartmann
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 701 694 64) Kto.-Nr. 69922
IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22, BIC: GENODEFIM07
Ust-ID DE 129 4000 66

E-Mail: info@labor-graner.de
Website: www.labor-graner.de



Probenbezeichnung:	MP 1			
Probenahmedatum:	07.09.2023			
Labornummer:	2363858-001a			
Material:	Feststoff, Fraktion < 2 mm			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
Anteil >2mm	73,3	%		
Anteil <2mm	26,7	%		
Trockenrückstand	90	%		DIN EN 14346: 2007-03
Cyanid gesamt	u.d.B.	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 17380: 2013-10
Arsen	3,6	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Blei	2,7	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Cadmium	0,11	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Chrom	6,9	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Kupfer	8,1	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Nickel	5,6	mg/kg TS	0,5	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Quecksilber	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 12846: 2012-08
Zink	24	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885: 2009-09
EOX	u.d.B.	mg/kg TS	0,5	DIN 38414-17: 2017-01
Kohlenwasserstoffe	u.d.B.	mg/kg TS	50	DIN EN 14039: 2005-01
Naphthalin	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Acenaphthylen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Acenaphthen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Fluoren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Phenanthren	0,012	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Fluoranthen	0,059	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Pyren	0,045	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benz(a)anthracen	0,026	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Chrysen	0,020	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(b)fluoranthen	0,037	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(k)fluoranthen	0,012	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(a)pyren	0,026	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Indeno(123-cd)pyren	0,020	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Dibenz(ah)anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(ghi)perylen	0,020	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Summe PAK (nach EPA)	0,277	mg/kg TS		berechnet
Summe PAK (ohne Naphthalin)	0,277	mg/kg TS		berechnet

Probenbezeichnung:	MP 1			
Probenahmedatum:	07.09.2023			
Labornummer:	2363858-001a			
Material:	Feststoff, Fraktion < 2 mm			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
PCB Nr. 28	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 52	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 101	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 153	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 138	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 180	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
Summe PCB	n.b.	mg/kg TS		berechnet

Probenbezeichnung:	MP 1			
Probenahmedatum:	07.09.2023			
Labornummer:	2363858-001b			
Material:	Feststoff, Gesamtfraktion			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
Bestimmungen im Eluat - (DIN EN 12457-4: 2003-01)				
pH-Wert	8,9			DIN EN ISO 10523: 2012-04
Elektrische Leitfähigkeit	72	µS/cm		DIN EN 27888: 1993-11
Chlorid	2,0	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Sulfat	2,5	mg/l	2	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Cyanid gesamt	u.d.B.	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403: 2012-10
Arsen	u.d.B.	µg/l	2,5	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Blei	u.d.B.	µg/l	2,5	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Cadmium	u.d.B.	µg/l	0,5	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Chrom	u.d.B.	µg/l	5	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Kupfer	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Nickel	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Quecksilber	u.d.B.	µg/l	0,05	DIN EN ISO 12846: 2012-08
Zink	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Phenolindex	u.d.B.	mg/l	0,008	DIN EN ISO 14402: 1999-12

Ergänzung zu Prüfbericht 2363858

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Parameterspezifische Messunsicherheiten sowie Informationen zu deren Berechnung sind auf Anfrage verfügbar. Die aktuelle Liste der flexibel akkreditierten Prüfverfahren kann auf unserer Website eingesehen werden (<https://labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>).

Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung erlaubt.

BG:	Bestimmungsgrenze
KbE:	Koloniebildende Einheiten
n.a.:	nicht analysierbar
n.b.:	nicht berechenbar
n.n.:	nicht nachweisbar
u.d.B.:	unter der Bestimmungsgrenze
HS:	Headspace
fl./fl.-Extr.	flüssig-flüssig-Extraktion
*	Fremdvergabe

D. Kasper

Bei Fragen und für weitere
Informationen wenden Sie sich
gerne an:

umweltanalytik@labor-graner.de

Außerdem stehen wir Ihnen unter
den Rufnummern:

+49 (0) 89/863005-41 und
+49 (0) 89/863005-65

zur Verfügung.

Bitte geben Sie stets die
Prüfberichtsnummer an.

Dr. Graner & Partner GmbH, Lochhausener Str. 205, 81249 München

Nickol & Partner AG
Oppelner Straße 3

82194 Gröbenzell

München, 15.11.2023

Prüfbericht 2363860

Auftraggeber:	Nickol & Partner AG
Projektleiter:	Herr Santoro, Herr Jäger, Herr Schimpfle
Auftraggeberprojekt:	13145-01
Probenahmedatum:	07.09.2023
Probenahme durch:	Auftraggeber
Probengefäße:	Eimer
Eingang am:	03.11.2023
Zeitraum der Prüfung:	03.11.2023 - 15.11.2023
Prüfauftrag:	LVGBT

Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025: 2018-03 · D-PL-18601-01-00

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte, Analytik, Entwicklung,
Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben, Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung,
Abgrenzungsfragen AMG/LFGB

Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Alexander Hartmann
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 701 694 64) Kto.-Nr. 69922
IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22, BIC: GENODEFIM07
Ust-ID DE 129 4000 66

E-Mail: info@labor-graner.de
Website: www.labor-graner.de



Probenbezeichnung:	MP 2			
Probenahmedatum:	07.09.2023			
Labornummer:	2363860-001a			
Material:	Feststoff, Fraktion < 2 mm			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
Anteil >2mm	0,0	%		
Anteil <2mm	100,0	%		
Trockenrückstand	74	%		DIN EN 14346: 2007-03
Cyanid gesamt	u.d.B.	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 17380: 2013-10
Arsen	8,4	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Blei	24	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Cadmium	0,38	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Chrom	48	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Kupfer	35	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Nickel	38	mg/kg TS	0,5	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Quecksilber	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 12846: 2012-08
Zink	130	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885: 2009-09
EOX	u.d.B.	mg/kg TS	0,5	DIN 38414-17: 2017-01
Kohlenwasserstoffe	u.d.B.	mg/kg TS	50	DIN EN 14039: 2005-01
Naphthalin	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Acenaphthylen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Acenaphthen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Fluoren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Phenanthren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Fluoranthen	0,031	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Pyren	0,022	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benz(a)anthracen	0,018	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Chrysen	0,014	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(b)fluoranthen	0,024	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(k)fluoranthen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(a)pyren	0,014	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Indeno(123-cd)pyren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Dibenz(ah)anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(ghi)perylen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Summe PAK (nach EPA)	0,123	mg/kg TS		berechnet
Summe PAK (ohne Naphthalin)	0,123	mg/kg TS		berechnet

Probenbezeichnung:	MP 2			
Probenahmedatum:	07.09.2023			
Labornummer:	2363860-001a			
Material:	Feststoff, Fraktion < 2 mm			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
PCB Nr. 28	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 52	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 101	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 153	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 138	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 180	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
Summe PCB	n.b.	mg/kg TS		berechnet

Probenbezeichnung:	MP 2			
Probenahmedatum:	07.09.2023			
Labornummer:	2363860-001b			
Material:	Feststoff, Gesamtfraktion			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
Bestimmungen im Eluat - (DIN EN 12457-4: 2003-01)				
pH-Wert	7,4			DIN EN ISO 10523: 2012-04
Elektrische Leitfähigkeit	62	µS/cm		DIN EN 27888: 1993-11
Chlorid	u.d.B.	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Sulfat	4,3	mg/l	2	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Cyanid gesamt	u.d.B.	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403: 2012-10
Arsen	u.d.B.	µg/l	2,5	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Blei	u.d.B.	µg/l	2,5	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Cadmium	u.d.B.	µg/l	0,5	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Chrom	u.d.B.	µg/l	5	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Kupfer	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Nickel	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Quecksilber	u.d.B.	µg/l	0,05	DIN EN ISO 12846: 2012-08
Zink	15	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Phenolindex	u.d.B.	mg/l	0,008	DIN EN ISO 14402: 1999-12

Ergänzung zu Prüfbericht 2363860

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Parameterspezifische Messunsicherheiten sowie Informationen zu deren Berechnung sind auf Anfrage verfügbar. Die aktuelle Liste der flexibel akkreditierten Prüfverfahren kann auf unserer Website eingesehen werden (<https://labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>).

Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung erlaubt.

BG:	Bestimmungsgrenze
KbE:	Koloniebildende Einheiten
n.a.:	nicht analysierbar
n.b.:	nicht berechenbar
n.n.:	nicht nachweisbar
u.d.B.:	unter der Bestimmungsgrenze
HS:	Headspace
fl./fl.-Extr.	flüssig-flüssig-Extraktion
*	Fremdvergabe

D. Kasper

Bei Fragen und für weitere
Informationen wenden Sie sich
gerne an:

umweltanalytik@labor-graner.de

Außerdem stehen wir Ihnen unter
den Rufnummern:

+49 (0) 89/863005-41 und
+49 (0) 89/863005-65

zur Verfügung.

Bitte geben Sie stets die
Prüfberichtsnummer an.

Dr. Graner & Partner GmbH, Lochhausener Str. 205, 81249 München

Nickol & Partner AG
Oppelner Straße 3

82194 Gröbenzell

München, 15.11.2023

Prüfbericht 2363860A

Auftraggeber:	Nickol & Partner AG
Projektleiter:	Herr Santoro, Herr Jäger, Herr Schimpfle
Auftraggeberprojekt:	13145-01
Probenahmedatum:	07.09.2023
Probenahme durch:	Auftraggeber
Probengefäße:	Eimer
Eingang am:	03.11.2023
Zeitraum der Prüfung:	03.11.2023 - 15.11.2023
Prüfauftrag:	

Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025: 2018-03 · D-PL-18601-01-00

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte, Analytik, Entwicklung,
Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben, Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung,
Abgrenzungsfragen AMG/LFGB

Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Alexander Hartmann
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 701 694 64) Kto.-Nr. 69922
IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22, BIC: GENODEFIM07
Ust-ID DE 129 4000 66

E-Mail: info@labor-graner.de
Website: www.labor-graner.de



Probenbezeichnung:	MP 2			
Probenahmedatum:	07.09.2023			
Labornummer:	2363860A-001			
Material:	Feststoff, Gesamtfraktion			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
Trockenrückstand	73	%		DIN EN 14346: 2007-03
TOC	3,0	% TS	0,1	DIN EN 15936: 2012-11

Ergänzung zu Prüfbericht 2363860A

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Parameterspezifische Messunsicherheiten sowie Informationen zu deren Berechnung sind auf Anfrage verfügbar. Die aktuelle Liste der flexibel akkreditierten Prüfverfahren kann auf unserer Website eingesehen werden (<https://labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>).

Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung erlaubt.

BG:	Bestimmungsgrenze
KbE:	Koloniebildende Einheiten
n.a.:	nicht analysierbar
n.b.:	nicht berechenbar
n.n.:	nicht nachweisbar
u.d.B.:	unter der Bestimmungsgrenze
HS:	Headspace
fl./fl.-Extr.	flüssig-flüssig-Extraktion
*	Fremdvergabe

D. Kasper

Bei Fragen und für weitere
Informationen wenden Sie sich
gerne an:

umweltanalytik@labor-graner.de

Außerdem stehen wir Ihnen unter
den Rufnummern:

+49 (0) 89/863005-41 und
+49 (0) 89/863005-65

zur Verfügung.

Bitte geben Sie stets die
Prüfberichtsnummer an.

Dr. Graner & Partner GmbH, Lochhausener Str. 205, 81249 München

Nickol & Partner AG
Oppelner Straße 3

82194 Gröbenzell

München, 15.11.2023

Prüfbericht 2363859

Auftraggeber:	Nickol & Partner AG
Projektleiter:	Herr Santoro, Herr Jäger, Herr Schimpfle
Auftraggeberprojekt:	13145-01
Probenahmedatum:	07.09.2023
Probenahme durch:	Auftraggeber
Probengefäße:	Eimer
Eingang am:	03.11.2023
Zeitraum der Prüfung:	03.11.2023 - 15.11.2023
Prüfauftrag:	LVGBT

Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025: 2018-03 · D-PL-18601-01-00

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte, Analytik, Entwicklung,
Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben, Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung,
Abgrenzungsfragen AMG/LFGB

Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Alexander Hartmann
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 701 694 64) Kto.-Nr. 69922
IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22, BIC: GENODEFIM07
Ust-ID DE 129 4000 66

E-Mail: info@labor-graner.de
Website: www.labor-graner.de



Probenbezeichnung:	MP 3			
Probenahmedatum:	07.09.2023			
Labornummer:	2363859-001a			
Material:	Feststoff, Fraktion < 2 mm			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
Anteil >2mm	38,1	%		
Anteil <2mm	61,9	%		
Trockenrückstand	79	%		DIN EN 14346: 2007-03
Cyanid gesamt	u.d.B.	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 17380: 2013-10
Arsen	12	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Blei	13	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Cadmium	0,30	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Chrom	27	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Kupfer	19	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Nickel	20	mg/kg TS	0,5	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Quecksilber	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 12846: 2012-08
Zink	60	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885: 2009-09
EOX	u.d.B.	mg/kg TS	0,5	DIN 38414-17: 2017-01
Kohlenwasserstoffe	u.d.B.	mg/kg TS	50	DIN EN 14039: 2005-01
Naphthalin	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Acenaphthylen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Acenaphthen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Fluoren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Phenanthren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Fluoranthen	0,021	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Pyren	0,017	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benz(a)anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Chrysen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(b)fluoranthen	0,016	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(k)fluoranthen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(a)pyren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Indeno(123-cd)pyren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Dibenz(ah)anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(ghi)perylen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Summe PAK (nach EPA)	0,054	mg/kg TS		berechnet
Summe PAK (ohne Naphthalin)	0,054	mg/kg TS		berechnet

Probenbezeichnung:	MP 3			
Probenahmedatum:	07.09.2023			
Labornummer:	2363859-001a			
Material:	Feststoff, Fraktion < 2 mm			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
PCB Nr. 28	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 52	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 101	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 153	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 138	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 180	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
Summe PCB	n.b.	mg/kg TS		berechnet

Probenbezeichnung:	MP 3			
Probenahmedatum:	07.09.2023			
Labornummer:	2363859-001b			
Material:	Feststoff, Gesamtfraktion			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
Bestimmungen im Eluat - (DIN EN 12457-4: 2003-01)				
pH-Wert	8,1			DIN EN ISO 10523: 2012-04
Elektrische Leitfähigkeit	120	µS/cm		DIN EN 27888: 1993-11
Chlorid	u.d.B.	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Sulfat	u.d.B.	mg/l	2	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Cyanid gesamt	u.d.B.	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403: 2012-10
Arsen	u.d.B.	µg/l	2,5	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Blei	u.d.B.	µg/l	2,5	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Cadmium	u.d.B.	µg/l	0,5	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Chrom	u.d.B.	µg/l	5	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Kupfer	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Nickel	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Quecksilber	u.d.B.	µg/l	0,05	DIN EN ISO 12846: 2012-08
Zink	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Phenolindex	u.d.B.	mg/l	0,008	DIN EN ISO 14402: 1999-12

Ergänzung zu Prüfbericht 2363859

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Parameterspezifische Messunsicherheiten sowie Informationen zu deren Berechnung sind auf Anfrage verfügbar. Die aktuelle Liste der flexibel akkreditierten Prüfverfahren kann auf unserer Website eingesehen werden (<https://labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>).

Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung erlaubt.

BG:	Bestimmungsgrenze
KbE:	Koloniebildende Einheiten
n.a.:	nicht analysierbar
n.b.:	nicht berechenbar
n.n.:	nicht nachweisbar
u.d.B.:	unter der Bestimmungsgrenze
HS:	Headspace
fl./fl.-Extr.	flüssig-flüssig-Extraktion
*	Fremdvergabe

D. Kasper

Anlage 6

Nachweis Freimessung Bohr- und Sondieransatzpunkte (Fa. Besel-KMB)

Nickol & Partner AG

Oppelner Str. 3 • 82194 Gröbenzell
Vorsitzender des Aufsichtsrates
Peter Nickol

Vorstand

Jenö Zeltner
Markus Gogl
Thomas Bauer

Bankverbindung

Sparkasse Fürstenfeldbruck
IBAN DE91 7005 3070 0003 0084 06
BIC BYLADEM1FFB

Amtsgericht München

HRB 250432
Umsatzsteuer-ID
DE128238211

Besel-KMB
Die Experten für
Kampfmittelbeseitigung



Besel-KMB · Schwaigangerstr. 12 · 82441 Ohlstadt

Nickol & Partner AG
z.H. Herrn Mathias Schimpfle
Oppelner Straße 3
82194 Gröbenzell

19.08.2023

Überprüfung von Bohransatzpunkten

im Zusammenhang mit der Bodenerkundung in
Herbertshausen, Am Eichenberg.

Projekt AG:	13145-01
Auftraggeber:	Nickol & Partner AG Oppelner Straße 3 82194 Gröbenzell
Untersuchungszweck:	Kampfmittelfreigabe der Bohransatzpunkte
Bezug:	E-Mail vom 16.07.2023
Bericht Nr.:	001
Projekt-Nr.:	23-334

Dieser Kampfmitteluntersuchungsbericht umfasst mit diesem Deckblatt 3 Seiten.



Bohrpunktfreigabe von Bohransatzpunkten

Auftraggeber	Nickol & Partner (13145-01)	Datum 18 08 2023
Räumstelle	Am Eichenberg	Projekt-Nr.: 23-334
Ort	Herbertshausen	TrpFhr: Glaßner

Personaleinsatz:

lfd. Nr.	Name	Tätig als:	Arbeitsbeginn	Arbeitsende	davon Pausen	Arbeitsstunden
1	Glaßner	TF	8:00	9:00	--	1
2	-----	--	----	----	--	--

Bohrpunktüberprüfung

Bohrpunktbezeichnung	Untersuchungsmethode*	Kampfmittelfreigabe
GWM 1	Georadar	Erteilt
DPH 1	Georadar	Erteilt
GWM 2	Georadar	Erteilt
B3	Georadar	Erteilt
DPH3	Georadar	Erteilt
B4	Georadar	Erteilt
DPH4	Georadar	Erteilt
KRB 11-12	Georadar	Erteilt
DPH 11-12	Georadar	Erteilt
	----	----
	----	----

* = Sonde / Radar

Bohrpunktbezeichnung	Untersuchungsmethode*	Kampfmittelfreigabe
	----	----
	----	----
	----	----
	----	----
	----	----
	----	----
	----	----
	----	----
	----	----
	----	----
	----	----
	----	----

* = Sonde / Radar

- Bohransatzpunkte wurden vor Ort durch AG o. V. gezeigt.
- Bohransatzpunkte wurden vor Ort markiert.
- Insgesamt wurden 11 Bohransatzpunkte mittels Bodenradar untersucht.
Diese Punkte befanden sich in einem nicht Sondierbaren Bereich (Magnetschatten).

Bemerkungen:



 Unterschrift durchführender Arbeiter

(Matthias Schimpfle N&P)

 Bestätigung der Angaben Vor- und Zuname AG *o. V. P. Schimpfle*

